PATENTE ALS TECHNIKINDIKATOR ZUR EINSCHÄTZUNG ZUKÜNFTIGER INDUSTRIELLER ENTWICKLUNGEN BEI INDUSTRIEROBOTERN, LASERN, SOLARGENERATOREN UND IMMOBILISIERTEN ENZYMEN

Ulrich Schmoch
Hariolf Grupp
Wilhelm Mannsbart
Beatrix Schwitalla

unter Mitarbeit von Mark P. Carpenter, Christian Eckert,
Konrad Faust, Günther Heger, Olav Hohmeyer,
Harald Legler, Francis Narin und Andreas Reetz

Karlsruhe, im November 1987

Diese Studie wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Forschung und Technologie (BMFT) erstellt (Bewilligungsnummer PLI 1314). Das BMFT war an der Abfassung der Aufgabenstellung und der wesentlichen Randbedingungen beteiligt. Das BMFT hat das Ergebnis der Studie nicht beeinflußt; der Auftragnehmer trägt allein die Verantwortung. Seitens des BMFT wurde das Projekt von Herrn Dr. Huber, Referat "Technikfolgenabschätzung, Zukunftsaufgaben" (Referatsleiter: Dr. Binder) betreut.

Vorläufiger Endbericht zum ISI-Projekt Nr. 10 4310

Mitarbeiter am Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe:	Cand. Wirtsch.-Ing. Ch. Eckert Dr.rer.nat. H. Grupp Datenbank-Rechercheur G. Heger Dipl.-Ökonom O. Hohmeyer Dipl.-Vw. W. Mannsbart Cand. Mach.-Ing. A. Reetz Dr.phil. U. Schmoch Dipl.-Vw. B. Schwitalla
Mitarbeiter bei Computer Horizons (CHI), Haddon Heights (Unterauftrag):	M.P. Carpenter F. Narin Ph.D.
Mitarbeiter am Ifo-Institut für Wirtschaftsforschung (Ifo), München (Kooperationsvereinbarung):	Dr.rer.oec. K. Faust
Mitarbeiter am NIW-Niedersächsischen Institut für Wirtschaftsforschung (NIW), Hannover (Unterauftrag):	Dr. rer.pol. H. Legler
ISI-Sekretariat:	I. Gottschalg, R. Klein, M. Silbereis
Projektleiter:	H. Grupp
Abschluß der Datenerhebung:	August 1987

Das Technology Assessment and Forecast Program des amerikanischen Patentamts hat unentgeldlich Daten zur Verfügung gestellt, deren Erhebung von der Science Indicators Unit der National Science Foundation finanziert worden war. Den genannten Institutionen, insbesondere Frau Jane Myers (TAF/USPTO), gebührt dafür besonderer Dank.

INHALTSVERZEICHNIS SEITE

Verzeichnis der Abkürzungen IX

Zusammenfassung 1

1. Einleitung 25

2. Patentindikatoren 29
   2.1 Zahl der Anmeldungen bei einem repräsentativen Patentamt 30
      2.1.1 US-Patentamt 31
      2.1.2 Deutsches und Europäisches Patentamt 40
      2.1.3 Japanisches Patentamt 44

   2.2 Weltweite Zahl der Patentanmeldungen 47

   2.3 Quantitativ faßbare Qualitätsmerkmale von Patenten 49
      2.3.1 Zahl der Patentanmeldungen 49
      2.3.2 Auslandsanmeldungen, Elimination des Inländervorteils und regionale Marktpräferenzen 54
      2.3.3 Erteilungs- und Prüfungsquote 61
      2.3.4 Rangfolge, Typ und Teamgröße der Patentanmelder 62
      2.3.5 Patentklassen 65
      2.3.6 Zitierhäufigkeit beim Deutschen und beim US-Patentamt 71

3. Verwendete Patent-Datenbanken 77
   3.1 PATSEARCH (PERGAMON) 77
   3.2 PATDPA (STN) 81
   3.3 INPADOC (PERGAMON) 90
   3.4 WPI/L (QUESTEL) 93
   3.5 PATENT CITATION INDICATORS (CHI RESEARCH) 94

4. Recherchenstrategien für Patentanalysen 97
   4.1 Recherchengrundsätze 97

   4.2 Recherchen auf der Basis von Patentklassifikationen 99
      4.2.1 Internationale Klassifikation (IPC) 99
      4.2.2 US-Klassifikation (USPOC) 105
      4.2.3 Andere Klassifikationen (ECLA, Derwent) 108

   4.3 Stichwort-Recherchen 109

   4.4 Beispiele für makroanalytische Recherchenstrategien 110
      4.4.1 Industrieroboter 110
      4.4.2 Laser 113
      4.4.3 Immobilisierte Enzyme 118
      4.4.4 Solarzellen 122

   4.5 Abschließende Betrachtungen zur Recherchenstrategie und zu Sachverfahren 124

SEITE

5. Exemplarische Analyse ausgewählter forschungsintensiver Technikfelder 127
5.1 Industrieroboter 127
5.1.1 Deutsche, amerikanische und internationale Zeitreihen 127
5.1.2 Analyse der Patentklassen und technologische Diffusion 138
5.1.3 Zitatanalyse und internationaler Technologietransfer 144
5.1.4 Anmelderanalyse 153

5.2 Laser 160
5.2.1 Deutsche, amerikanische und internationale Zeitreihen 160
5.2.2 Analyse der Patentklassen und technologische Diffusion 168
5.2.3 Zitatanalyse und internationaler Technologietransfer 174
5.2.4 Anmelderanalyse 178

5.3 Immobilisierte Enzyme 185
5.3.1 Deutsche, amerikanische und internationale Zeitreihen 185
5.3.2 Analyse der Patentklassen und technologische Diffusion 194
5.3.3 Zitatanalyse und internationaler Technologietransfer 197
5.3.4 Anmelderanalyse 202

5.4 Solargeneratoren 208
5.4.1 Deutsche, amerikanische und internationale Zeitreihen 208
5.4.2 Analyse der Patentklassen und technologische Diffusion 214
5.4.3 Zitatanalyse und internationaler Technologietransfer 220
5.4.4 Anmelderanalyse 224

5.5 Synoptische Betrachtung ausgewählter Patentindikatoren 231

6. Synoptische Betrachtung von Patentindikatoren und Forschungsbudgets 235
6.1 Datenverfügbarkeit von technikspezifischen FuE-Aufwendungen 236
6.2 FuE-Aufwendungen für die Photovoltaik 240
6.3 Synopse von FuE-Budget- und Patentindikatoren am Beispiel Photovoltaik 245

SEITE

7. Synoptische Betrachtung von Patentindikatoren und Wissenschaftsindikatoren (Publikationsstatistiken) 253
   7.1 Stand der Bibliometrieforschung 254
   7.2 Verfügbarkeit von fachspezifischen bibliometrischen Indikatoren 258
   7.3 Roboterforschung und -technik 261
   7.4 Laserforschung und -technik 267
   7.5 Enzymforschung und -technik 273
   7.6 Photovoltaikforschung und Solarzellentechnik 274
   7.7 Synopse von Wissenschafts- und Patentindikatoren 276

8. Synoptische Betrachtung von Patent- und Technikindikatoren 279
   8.1 Technometrische Methodik und Ergebnisse 280
   8.2 Robotertechnik 283
   8.3 Lasertechnik 285
   8.4 Enzymtechnik 288
   8.5 Photovoltaik 289
   8.6 Synopse von Technik- und Patentindikatoren 292

9. Synoptische Betrachtung von Patentindikatoren und Wirtschaftsdaten 297
   9.1 Möglichkeiten der Bewertung von Patentindikatoren durch ökonomische Größen 297
   9.2 Indikatoren für die Produktion und die internationale Wettbewerbsposition 300
   9.3 Robotertechnik als Produkt 302
   9.4 Lasertechnik als Produkt 315
   9.5 Enzymtechnik als Produkt 322
   9.6 Solargeneratoren als Produkt 331
   9.7 Synopse von Patent- und Wirtschaftsindikatoren 340

10. Schlußbetrachtung: Indikatoren für Wissenschaft, Technik und Wirtschaft 347

Literaturverzeichnis 359

VERZEICHNIS DER WICHTIGSTEN ABKÜRZUNGEN

AIST	Agency of Industrial Science and Technology, Tokio
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMFT	Bundesministerium für Forschung und Technologie, Bonn
CA	Kanada (alle zweistelligen Länderbezeichnungen hier und in folgendem nach ISO-Standard 3166)
CAFC	Court of Appeals for the Federal Circuit, Washington
CH	Schweiz
CHI	Computer Horizons, Inc., Haddon Heights, New Jersey USA
CLAIMS/ CLASS	Datenbank für US-Patente, Host Dialog, Santa Monica
CS	Tschechoslowakei
DD	Deutsche Demokratische Republik
DE	Bundesrepublik Deutschland
DK	Dänemark
DPA	Deutsches Patentamt, München
ECLA	European Classification
ED	Patente am DPA oder am EPA mit Benennungsland DE
EDOC	Datenbank mit dem Patentprüfstoff des EPA, Host Questel, Paris
EPA	Europäisches Patentamt, München - Den Haag
EPAT	Datenbank der europäischen Patentanmeldungen, Host Questel, Paris
FR	Frankreich
FuE	Forschung und Entwicklung
GB	Großbritannien
IA	International vergleichende Aktivität (in der Literaturstatistik)
IFIPAT	Datenbank für US-Patente, Host STN, Karlsruhe
IFIREF	Datenbank für die US-Patentklassifikation, Host STN, Karlsruhe
IFO	Ifo-Institut für Wirtschaftsforschung, München
INPADOC	International Patent Documentation Centre, Wien, Host Pergamon, London (bis 1987) und Host Dialog, Santa Monica
INPI 4	Datenbank für die IPC, Host Questel, Paris
INSPEC	Information Services for the Physics and Engineering Communities, z.B. Host STN, Karlsruhe
IPC	Internationale Patentklassifikation
IT	Italien
JAPIO	Japan Patent Information Organisation, Host, Tokio
JATES	Japan Techno-Economics Society, Tokio

JP	Japan
JPO	Japanisches Patentamt, Tokio
kA	keine Angabe
LA	Lieferanteil aus einem Land nach DE
MITI	Ministerium für Außenhandel und Industrie, Tokio
NA	Nationale Aktivität (in der Literaturstatistik)
NACE	Nomenclature gênêrale des activitês économique
NIW	Niedersächsisches Institut für Wirtschaftsforschung e.V., Hannover
NL	Niederlande
NSF	National Science Foundation, Washington D.C.
OECD	Organisation for Economic Co-Operation and Development
PATDPA	Patentdatenbank des Deutschen Patentamtes, Host STN, München - Karlsruhe
PATSEARCH	Datenbank für US-Patente, Host Pergamon, London
PCT	Patent Cooperation Treaty
PPA	Präferentieller Patentanteil (siehe Abschnitt 2.3.2)
PPF	Präferentieller Patentfaktor (siehe Abschnitt 2.3.2)
ppm	parts per million, millionstel
PVÜ	Pariser Verbandsübereinkunft
RCA	Revealed Comparative Advantage
RGW	Rat für gegenseitige Wirtschaftshilfe
RPA	Relativer Patentanteil (siehe Abschnitt 2.3.2)
RTA	Revealed Technological Advantage (siehe Abschnitt 2.3.2)
RTP	Relative Technologische Position (siehe Abschnitt 2.3.2)
SCI	Science Citation Index
SE	Schweden
SIC	Standard Industrial Classification (USA)
SRI	Stanford Research International, USA
SSCI	Social Sciences Citation Index
STN	Scientific and Technical Information Network, Karlsruhe
SWF	Universitätsschwerpunkt Wissenschaftsforschung der Universität Bielefeld
TAF	Technology Assessment and Forecast (Programm innerhalb des USPTO)
US	Vereinigte Staaten von Amerika
USPOC	U.S. Patent Office Classification
USPTO	U.S. Patent and Trademark Office, Washington-Arlington
v.H.	vom Hundert (Prozent)
WIPO	World Intellectual Property Organisation, Genf

WPI	World Patents Index, Host Questel, Paris
WPIL	World Patents Index Latest, Host Questel, Paris
WPI/L	WPI und WPIL vereinigt

ZUSAMMENFASSUNG

Im vorliegenden Bericht werden Aussagefähigkeit und Zuverlässigkeit verschiedener Patentindikatoren geprüft und systematisch miteinander verglichen. Dabei hat sich gezeigt, daß es möglich ist, in exemplarischer Weise für die Technikfelder "Industrieroboter", "Laser", "Immobilisierte Enzyme" und "Solargeneratoren" Ländervergleiche zwischen der Bundesrepublik, Japan, den Vereinigten Staaten und anderen Ländern durchzuführen. Mit dem Nachweis der Durchführbarkeit ist insbesondere eine positive Klärung der Frage, inwieweit patentstatistische Analysen allein auf der Basis von EDV-gestützten Recherchen und Auswertungen möglich sind, erfolgt.

Methodische Erkenntnisse

Neben einem Vergleich einzelner Indikatoren wird im Bericht dargelegt, inwieweit sich Patenterteilungen beim US-Patentamt oder aber Patentanmeldungen für den bundesdeutschen Markt für Patentanalysen, insbesondere zur Früherkennung technischer Chancen, eignen. Als dritte Variante wird für die einzelnen Technikfelder ermittelt, wieviele Prioritätsanmeldungen weltweit zu mindestens einer Auslandsanmeldung geführt haben.

Die US-Recherchen mit Hilfe der Datenbank PATSEARCH des Hosts PERGAMON (London) zeigen, daß bei dieser Datenbank der Nachteil hoher Rechenzeiten durch das Angebot einer leistungsfähigen Statistik-Software ausgeglichen wird, die on line zur Verfügung steht. Die Recherchen auf der Basis von US-Patenten sind nach den Erfahrungen mit den vier Technikfeldern einfach und präzise on line durchführbar, da die US-Patentklassifikation eine feine Aufteilung besitzt, jährlich, also sehr schnell, an neue technische Entwicklungstrends angepaßt wird und bezüglich der Definition der Klassen bzw. Unterklassen in hohem Maße anwenderorientiert ist.

Da vom US-Patentamt nicht Patentanmeldungen, sondern nur erteilte Patente veröffentlicht werden, ist allerdings der Aktualitätsgrad von US-Patentanalysen gering. Statistisch tragfähige Aussagen (Erfassung von wenigstens 95 % aller Patentschriften) lassen sich erst mit einem Zeitverzug von etwa vier Jahren treffen, so daß eine Frühindikatorfunktion von US-Patentanalysen nur in sehr eingeschränktem Maße gegeben sein kann. Bei der Analyse der Technikfelder zeigt sich, daß japanische Auslandsanmeldungen beim US-Patentamt - ge-

messen in nominellen Anmeldezahlen - in der Regel ein annähernd vollständiges Bild japanischer Erfindungsaktivitäten geben, während der technologische Stand der Bundesrepublik (und anderer europäischer Staaten) aufgrund einer stärkeren Orientierung auf den europäischen Markt in einigen Fällen unterbewertet wird. Neben dem Hauptmangel einer eingeschränkten Aktualität erweisen sich somit Ländervergleiche auf der Basis von US-Patentanalysen nur als bedingt repräsentativ.

Um daneben ein vollständiges Bild der für den bundesdeutschen Markt bestimmten Patentanmeldungen zu erhalten, müssen außer Anmeldungen beim Deutschen Patentamt auch europäische und internationale Patentanmeldungen mit der Bundesrepublik als Benennungsland untersucht werden. Eine solche Analyse ist mit Hilfe der kürzlich eröffneten Datenbank PATDPA (STN) möglich, die sowohl deutsche als auch europäische Patentpublikationen, zur Zeit noch begrenzt auf den Zeitraum seit 1981, enthält. PATDPA befindet sich in der Aufbauphase, die aber in Kürze abgeschlossen sein dürfte. Als wesentlicher Nachteil gegenüber der Datenbank PATSEARCH erweist sich das Fehlen einer Statistik-Software, so daß eine Aufbereitung von Recherchenergebnissen nur mit Hilfe nutzereigener Soft- und Hardware möglich ist und ein aufwendiger Datentransfer erforderlich wird (der im übrigen nicht vorgesehen ist und daher improvisierte Lösungen verlangt). Die Patentanalysen für den westdeutschen Markt besitzen einen hohen Grad an Aktualität, da Patentanmeldungen beim Deutschen und Europäischen Patentamt ausnahmslos 18 Monate nach dem Prioritätsdatum publiziert werden: Statistische Analysen auf einer 100 %-Basis sind mithin 1,5 Jahre nach abgeschlossener Erfindungstätigkeit möglich. Auf diese Weise können bei den vier Technikfeldern oftmals Trendänderungen ermittelt werden, die durch eine einfache Fortschreibung der US-Daten nicht erfaßbar wären. Allerdings übernimmt die rein deutschsprachige Datenbank PATDPA die sog. PCT-Anmeldungen mit der Bundesrepublik als Bestimmungsland erst sehr verspätet, nämlich nach Vorliegen einer amtlichen Übersetzung, so daß die Datenbank PATDPA für Zwecke der Früherkennung auf territorial vollständiger Datenbasis achtzehn Monate nach Erfindungsdatum wenig geeignet ist. Bei solchen Fragestellungen empfiehlt sich die Datenbank WPI/L (Télésystèmes QUESTEL), die auch PCT-Anmeldungen sofort übernimmt.

Ein gewisser Nachteil von Patentrecherchen im deutschen und europäischen Bereich ist die Verwendung der internationalen Patentklassifikation (IPC), die im Vergleich zur US-Klassifikation eine weniger feine Aufteilung besitzt und

nicht so weitgehend anwenderorientiert ist, so daß die präzise Eingrenzung von Technikfeldern oftmals problematisch werden kann. Ein weiterer Nachteil der internationalen Klassifikation ist deren großer Revisionszeitraum von fünf Jahren, weshalb eine Anpassung an neue technologische Entwicklungen mit der entsprechenden Zeitverzögerung erfolgt. Die genannten Mängel der internationalen Klassifikation können allerdings weitgehend durch eine unterstützende Stichwort-Recherche bei bundesdeutschen Schriften ausgeglichen werden, so daß auch mit PATDPA automatisierte Recherchen durchführbar sind. Die Situation bei europäischen Schriften ist allerdings unbefriedigend, da bei diesen in PATDPA weder Hauptanspruch noch Abstract enthalten sind und infolgedessen nur eine eingeschränkte Stichwort-Recherche im Titel der Patentanmeldungen möglich ist. Auch diesbezüglich empfiehlt sich oft ein Ausweichen auf WPI/L.

Insgesamt ist das Volumen der Patentanmeldungen von Ausländern für den bundesdeutschen Markt geringer als für den amerikanischen Markt. Dieser Sachverhalt schränkt aber nach den vorliegenden Ergebnissen die statistische Aussagefähigkeit von Patentanalysen am Deutschen und Europäischen Patentamt nicht ein; in gewisser Weise kann die Begrenzung von Patentanalysen auf den westdeutschen Markt als zusätzliches Qualitätskriterium bei der Auswahl von Patenten interpretiert werden.

Eine Sonderrolle spielt das Japanische Patentamt. Die Erweiterung der traditionellen gesetzlichen Aufgabenstellung im Hinblick auf Patentinformation und Förderung der japanischen Wirtschaft sowie die Verankerung des Erfindungswesen im betrieblichen Vorschlagswesen und im firmeninternen Belohnungssystem haben zu einer Flut von japanischen Inlandsanmeldungen geringer Qualität geführt. Neuere meliorative Versuche zur Eindämmung dieser Flut können als gescheitert gelten. Obwohl seit kurzem die englischsprachige Datenbank JAPIO für japanische Patentschriften zur Verfügung steht, gilt das Japanische Patentamt in dieser Untersuchung nicht als repräsentativ. Japanischen Auslandsanmeldungen in Europa oder Amerika haftet der erwähnte Qualitätsmangel aber keineswegs an; diese werden in der vorliegenden Analyse ausführlich gewürdigt.

Bei Patentanalysen auf der Basis von nationalen oder regionalen Patentämtern ist die Bewertung des Inländervorteils, im vorliegenden Fall der Anmelder aus den Vereinigten Staaten um USPTO bzw. derer aus der Bundesrepublik am DPA, problematisch. Auch müssen die strategischen Präferenzen der Anmelder für die

jeweiligen Märkte - also Patentämter - technikspezifisch ermittelt und gegebenenfalls berücksichtigt werden.

Qualität von Patentindikatoren

Die Berechnung des "Revealed Technological Advantage (RTA)", auch "Aktivitätsindex" genannt, ist für Ländervergleiche nur als bedingt geeignet anzusehen. Es wird deshalb ein auf solche Situationen besser angepaßter Indikator, der "Relative Patentanteil (RPA)", eingeführt. Die RPA-Werte geben vor allem darüber Auskunft, ob ein Land in einem Technologiefeld über- oder unterdurchschnittlich engagiert ist. Auf diese Weise können Spezialisierungen kleiner Länder identifiziert werden, die bei einem Vergleich absoluter Zahlen nicht in Erscheinung treten würden. Für einheimische Anmelder liegen die RPA-Werte allerdings auch in ausgeprägten Schwerpunktgebieten nahe am Durchschnittswert, was eine Folge des Normierungsverfahrens (der großen inländischen Patentzahlen) ist. Solche Gebiete werden durch den RPA-Indikator unterbewertet.

Als weitgehend unprobates Mittel erweist sich die Berechnung von Veränderungsraten einzelner Länder, die zumindest im Rahmen von Ländervergleichen die tatsächlichen Trends nur sehr unvollständig widerspiegeln, weil sie von den zum Teil um Größenordnungen abweichenden Patentzahlen ablenken. Als besonderes Problem bei jungen Technikfeldern erweist sich das niedrige absolute Ausgangsniveau, das insbesondere bei einem Ländervergleich auf der Basis von Veränderungsraten zu einer völligen Verzerrung des tatsächlichen Geschehens führt.

Bei Analysen auf der Basis von weltweiten Patentanmeldungen, die bei INPADOC erfaßt sind, steht das Problem einer Elimination des Inländervorteils nicht im Vordergrund. Die Ergebnisse von entsprechenden Recherchen für die vier Technikfelder haben aber gezeigt, daß dennoch nicht zu vernachlässigende Bewertungsprobleme auftreten. Diese resultieren aus der Tatsache, daß bei einer Zählung von Prioritäten mit mindestens einer Auslandsanmeldung de facto die Auslandsanmeldezahlen bei verschiedenen nationalen oder regionalen Patentämtern miteinander verglichen werden. Aufgrund der oben erwähnten, teilweise erheblichen Unterschiede des Anmeldevolumens beispielsweise für den westdeutschen und amerikanischen Markt ist ein solcher Vergleich in methodischer Hinsicht äußerst problematisch, denn Anmeldern aus den Vereinigten Staaten steht

das wohl bedeutendste Patentamt der Welt, das der USA, für Auslandsanmeldungen nicht zur Verfügung. Bei einigen Technikfeldern zeigt sich daher eine Überbewertung nichtamerikanischer Staaten, bei denen die Zahl der Prioritäten mit mindestens einer Auslandsanmeldung von den Anmeldungen für den US-Markt bestimmt wird. Bei Ländern wie Japan oder Kanada, deren Auslandsaktivitäten stark auf die USA ausgerichtet sind, ergibt sich zusätzlich das Problem einer eingeschränkten Aktualität; denn Prioritäten mit nur einer Auslandsanmeldung in den USA treten erst nach der verzögerten Veröffentlichung durch das US-Patentamt im Datenbestand auf. Die bei mehreren Technikfeldern beobachteten erheblichen jährlichen Schwankungen der INPADOC-Zeitreihen belasten schließlich die Berechnung von Veränderungsraten. Ferner kann die Verwendung der weniger aktuellen Klassifikation der IPC, die in inhaltlicher Hinsicht nur unbefriedigende Technikanalysen zuläßt, bei INPADOC nicht durch eine Stichwortrecherche kompensiert werden, weil keine Abstracts enthalten sind. Daher ist in vielen Fällen eine präzise technologische Definition von Suchfeldern ausgeschlossen.

Als Alternative bei der weltweiten Patentanalyse könnte (dies ist aber in der vorliegenden Untersuchung nicht praktisch erprobt worden) die Analyse von europäischen Patentanmeldungen auf der Basis der europäischen Klassifikation in Betracht kommen, wie sie in der Datenbank EDOC des Hosts QUESTEL enthalten sind. Denn die europäische Klassifikation ECLA ist gerade bei jungen Technologiefeldern sehr viel feiner als die IPC aufgeteilt; daher lassen sich womöglich eine präzis definierte Datenbasis erzeugen und somit die Ursachen und die Größenordnungen von Über- oder Unterbewertungen einzelner Länder besser abschätzen. Im übrigen ist auch der Zielmarkt der Patentanmeldungen klar umrissen, so daß sich ökonomische Einflußgrößen mutmaßlich besser beurteilen lassen. Bleiben einige kleinere Volkswirtschaften außer Betracht, bietet sich auch die Datenbank WPI/L für weltweite Untersuchungen an. In dieser Datenbank sind Patentdokumente der 32 wichtigsten Ämter gespeichert.

Vor der Problematik der oben dargestellten üblichen Patentindikatoren und ausgestattet mit den methodischen Erkenntnissen bezüglich Aktualität, Inlandsvorteil und strategischem Marktinteresse wird die Einführung einer neuen Meßziffer, der relativen technologischen Position (RTP-Indikator), vorgeschlagen. Der aus den nominellen Patentzahlen von repräsentativen Patentämtern abgeleitete Indikator enthält Korrekturen des Inlandsvorteils, des Patentvolumens pro Amt und der technikspezifischen Patentierneigungen hinsicht-

lich der Bestimmungsmärkte. Das RTP-Maß bildet daher das Patentgeschehen besonders proportioniert ab: die jeweils verschiedenen Werte für die betrachteten Vergleichspatentämter definieren eine Bandbreite der technologischen Position. Die Bandbreite trägt den von Kritikern der Patentanalyse angeführten Unsicherheitsfaktoren aus strategischem Verhalten der Anmelder Rechnung und läßt den RTP-Patentindikator tatsächlich zu einem Ertragsmaß von FuE werden.

Im einzelnen wird die Relation der Anmeldezahlen der Vereinigten Staaten und Japans auf dem westdeutschen Markt als Maßstab für die Elimination des Inländervorteils der Vereinigten Staaten beim US-Patentamt herangezogen sowie dasselbe Verfahren in umgekehrter Richtung für bundesdeutsche Anmelder beim Deutschen bzw. Europäischen Patentamt. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie sind dabei durch den Umstand belastet, daß nur zwei Überschneidungsjahre der deutschen und amerikanischen Daten - nämlich 1981 und 1982 - als Berechnungsgrundlage zur Verfügung stehen. Dieser Mangel wird im Laufe des Jahres 1988 durch eine Vervollständigung der PATDPA-Daten behoben sein. Dann kann die in dieser Arbeit vorgeschlagene Maßzahl, der "Präferentielle Patentanteil", bei der Korrektur des Inländervorteils über längere Zeiträume herangezogen werden.

Die Erhebung jährlicher Anmeldezahlen berücksichtigt das über das Erteilungsjahr hinausgehende Fortbestehen des Patentschutzes nicht. Daher bietet sich auch die Darstellung aufsummierter Patentzahlen an, die am aktuellen Rand besser erkennen lassen, auf welches Schutzvolumen bereits zurückgegriffen werden kann. Die summierten Patentzahlen bilden einen Indikator für das Patentpotential. Da der Patentschutz zeitlich befristet ist und die Jahresgebühren anwachsen, also das Kosten-Nutzen-Verhältnis sich mit den Jahren verschlechtert, muß der Zeitraum der Summierung allerdings mit größter Sorgfalt bestimmt werden. Aus der Erhebung von Patentlaufzeiten ergibt sich, daß eine Einbeziehung älterer Patente bis zu fünf Jahre zurück angemessen ist, so daß dementsprechend in der vorliegenden Arbeit der sog. PP5-Indikator für das Patentpotential definiert und berechnet wird.

Bei der Analyse der vier Technikfelder erweist sich neben einer Betrachtung nomineller Anmeldezahlen eine fachliche Aufschlüsselung der identifizierten Dokumente nach Untersektionen der internationalen Patentklassifikation als wichtige Ergänzung. Trotz der relativ abstrakten Bezeichnung der Untersektionen ist bei den einzelnen Technikfeldern in der Regel klar, welche konkreten

Entwicklungszweige im einzelnen angesprochen sind. Im Zweifelsfall genügt die ergänzende Identifikation stark besetzter IPC-Unterklassen bzw. -gruppen. Durch eine Untersektionsanalyse lassen sich technologische Spezialisierungen erkennen, in denen einzelne Länder trotz einer Unterlegenheit nach Anmeldezahlen eine starke Position innehaben. In Form von grafischen Darstellungen lassen sich im übrigen auch zeitliche Entwicklungen in anschaulicher Weise nachzeichnen, woraus auf den Zustand der technologischen Diffusion geschlossen werden kann. Im Hinblick auf eine feinere inhaltliche Aufschlüsselung kann selbstverständlich die Untersuchung auf Untersektionsebene nicht die Analyse der Patentklassen bzw. -gruppen ersetzen.

Bei Ländervergleichen für einzelne Technikfelder ist die Zitierungsanalyse zwar eine sinnvolle Interpretationshilfe; in keinem der untersuchten Technikfelder werden aber die Ergebnisse der einfachen Zeitreihenbetrachtung grundsätzlich in Frage gestellt, so daß der erhebliche Aufwand einer US-Zitierungsanalyse auf makroökonomischer Ebene nur bedingt gerechtfertigt ist (anders als bei mikroökonomischer Betrachtung; siehe unten). Als sinnvoller Indikator zur qualitativen Bewertung von Zeitreihen erweist sich insbesondere die durchschnittliche Zahl von Zitaten, die in dem jeweiligen Bezugsjahr von einer bestimmten Anmeldergruppe pro Patent erhalten wurden. Die Bestimmung des Anteils von Patenten, die in einer Rangfolge nach der Zitierungsquote dem oberen Zehntel einer US-Patentklasse zuzurechnen sind, führt dagegen bei geringen Anmeldezahlen eines Landes zu erheblichen Jahresschwankungen; im Falle einer starken fachlichen Vielfalt eines Technikfeldes entstehen durch die Verwendung verschiedener Bezugsklassen zusätzliche Verzerrungen. Der größte Nachteil der im Rahmen dieses Projektes durchgeführten Zitierungsanalysen für US-Daten ist die sehr geringe Aktualität, da allenfalls etwa sieben Jahre alte Patentanmeldungen für statistisch tragfähige Aussagen verwertbar sind.

Das Instrument der Zitierungsanalyse in der Bundesrepublik könnte eine erhebliche Aufwertung erfahren, wenn in PATDPA nicht nur die Zitate von deutschen, sondern auch von europäischen Schriften aufgenommen würden. Denn auf dieser Basis würde sich eine erheblich größere Aktualität als bei den US-Daten herausstellen.

Hinsichtlich des untersuchungstechnischen Aufwandes sehr einfache, aber dennoch aussagefähige Varianten der Zitierungsanalyse sind die Bestimmung des Alters der zitierten Schriften sowie der Relation zwischen Patent- und son-

stigen Literaturentgegenhaltungen. Auf diese Weise können gute Anhaltspunkte für das Entwicklungstempo sowie die Wissenschaftsbindung eines Technikfeldes gewonnen werden: Schlußfolgerungen über die Bedeutung der Forschungstätigkeit für spezifische Technikentwicklungen werden möglich.

Die Zusammenstellung der größten Anmelder eines Technikfeldes ist zunächst einmal für unternehmensorientierte Patentanalysen aufschlußreich, bei denen eine Firma potentielle Wettbewerber identifizieren will. Auch im Hinblick auf nachfolgende Detailanalysen mit Hilfe von Firmeninterviews (etwa nach dem Technometriekonzept) sind derartige Anmelderlisten wertvoll, da entsprechende Auswahlinformationen ansonsten nur mit einem erheblichen Mehraufwand anhand aufwendiger Literatur- und Branchenstudien zu erschließen sind. Auch im Rahmen der vorliegenden Untersuchung erweisen sich die Anmelderlisten als wichtiges Analyseinstrument, da bei einem Vergleich der westdeutschen und amerikanischen Tabellen strategische Marktpräferenzen einiger Großfirmen sichtbar werden, die auf die Länderrangfolge bei einzelnen nationalen oder regionalen Patentämtern einen statistisch relevanten Einfluß haben. Im übrigen kann im Fall der USA in einigen Technikfeldern der sehr starke Einfluß staatlicher Förderungsprogramme erfaßt werden.

Die Generierung von Anmelderlisten auf der Basis von Zitierungsanalysen nach Quellen- bzw. Einflußpatenten gibt zusätzliche Hintergrundinformation über die internationale technologische Konkurrenz sowie die Eigenständigkeit bzw. Außenabhängigkeit nationaler technologischer Entwicklungslinien. Ebenso läßt sich auf diese Weise die Frage des Ausmaßes an Technologietransfer zwischen avancierten Volkswirtschaften quantitativ klären.

Auf der mikroökonomischen Ebene zeigt sich aber die eigentliche Stärke von Zitierungsanalysen auch auf der Basis von US-Daten. So gibt es beispielsweise nicht selten relevante Unterschiede zwischen Firmenranglisten nach absoluten Anmeldezahlen oder nach Zitatquoten.

Die Beteiligung von Einzelerfindern am Patentgeschehen in forschungsintensiven Bereichen ist systematisch noch nicht geklärt worden. Es liegt jedoch ein Hinweis darauf vor, daß sie ihre Aktivitäten auf Gebieten verstärken, für die die Bevölkerung mobilisiert wurde (in diesem Falle die Sonnenenergienutzung).

Als weiteres denkbares Qualitätskriterium für Patentanmeldungen wird die Grö-

ße des Entwicklungsteams (Zahl der Erfinder pro Patent) diskutiert, die FuE-kostenrelevant ist. Es zeigt sich, daß unterschiedliche nationale Gewohnheiten (etwa die Verzahnung japanischer Patente mit dem betrieblichen Belohnungssystem) Vergleiche zwischen Ländern erschweren. Relevante Unterschiede werden aber zwischen den verschiedenen Technologien eines Landes sichtbar: beispielsweise stehen hinter japanischen Roboterpatenten kleinere Teams (durchschnittlich 2,5 Personen) als hinter Enzympatenten (3,4 Personen), was einen Hinweis darauf gibt, daß die aus der nominellen Zahl von Patenten abgeleitete technologische Position bei Industrierobotern überhöht ist.

Insgesamt sind Patentanalysen für den westdeutschen Markt aufgrund ihrer hohen Aktualität entsprechenden Untersuchungen mit US-Daten deutlich überlegen. Bei Ländervergleichen für einzelne Technikfelder ist aber dennoch eine zusätzliche US-Recherche notwendig, um den Inlandsvorteil bei bundesdeutschen in Relation zu japanischen und amerikanischen Anmeldungen und strategische Marktpräferenzen bewerten zu können.

Die Kombination der bundesdeutschen mit der amerikanischen Technologieanalyse wiederum ist gegenüber der Weltanalyse von Auslandsanmeldungen mit INPADOC-Daten im Vorteil, weil national unterschiedliche Verzüge zwischen dem Zeitpunkt der Erfindung (Erstanmeldung) und ihrem Bekanntwerden (Offenlegung bzw. Erteilung) nicht vermischt werden. Der Vorteil wird noch größer, wenn zur Festlegung des Recherchengegenstandes eine Stichwortsuche erforderlich wird, die mit der internationalen Datenbank INPADOC nicht durchgeführt werden kann.

Neben einer Ermittlung der nominellen Anmelde- bzw. Erteilungszahlen und der daraus abgeleiteten relativen technologischen Positionen (RTP-Indikator) eines Technikfeldes sollte in jedem Fall zusätzlich eine Aufschlüsselung nach IPC-Untersektionen erfolgen (Diffusionsanalyse). Der Einfluß dezidierter Marktpräferenzen einzelner Länder muß schließlich mikroökonomisch anhand von Anmelderlisten und gegebenenfalls nationalökonomisch spezifiziert werden. Außer diesen drei Grundsäulen der Patentanalyse können Zitierungsanalysen sowie die Berechnung des relativen Patentanteils RPA wichtige Zusatzinformationen liefern.

Ergebnisse der patentstatistischen Analysen

Nachfolgend werden die Ergebnisse der Patentanalyse in den ausgewählten vier

Zusammenfassende Tabelle I: Synopse ausgewählter aktueller Patentindikatoren im Dreiländervergleich

INDIKATOR	VEREINIGTE STAATEN VON AMERIKA			
TECHNOLOGIE	Industrie-roboter	Laser	Immobili-sierte Enzyme	Solar-gene-ratoren
1 Relative technologische Position 1984 (RTP; Index DE (1973)=1)	14-18	6-10	6-6	15-27
2 Fünf-Jahres-Patentpoten-tial 1984 (PP5; Index DE (1973)=1)	60-76	28-41	29-30	75-132
3 Tendenz in der techno-logischen Position	0	0	0	-
4 Relative Patenterteilungs-aktivität in den USA 1983 bis 1985 (RPA)	-14	+6	-18	+22
5 Relative Patentanmeldeak-tivität im Bundesgebiet 1981 bis 1984 (RPA)	-25	+20	+37	+28
6 Strategische Marktpräfe-renz für die USA (PPA)	+13	+39	+ 4	+56
7 Mittlere Zitierfrequenz pro Patent am USPTO 1978 bis 1981	4,3	?	3,7	3,8
8 Massierung in den höchst-zitierten Patenten am USPTO 1978 bis 1981 in v.H.	39	?	27	24
9 Entwicklungsdynamik (Alter der zitier-ten Schriften)	3-5	?	2-4	2
10 Humankapitalintensität der Erfindungen (Teamgröße)	1,8	1,9	2,0	1,9
11 Prüfungsquote (am DPA in v.H.)	0	2	6	0
12 Wissenschaftsbindung (Lite-raturzitatquote am DPA in v.H.)	kA	kA	kA	kA
13 Beteiligung von Einzeler-findern (am USPTO in v.H.)	17	10	11	20
14 Beteiligung von Einzeler-findern (am bundesdeutschen Patentmarkt in v.H.)	3	5	9	4
15 Beteiligung von Regierungs-institutionen (am USPTO in v.H.)	3	20	4	9

kA = aus Gründen zu kleiner Stichprobe keine Angabe

Zusammenfassende Tabelle I, Fortsetzung

JAPAN				BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND			
Industrie-roboter	Laser	Immobi-lisierte Enzyme	Solar-generato-ren	Industrie-roboter	Laser	Immobi-lisierte Enzyme	Solar-generato-ren
27-30	6-11	5-8	10-17	7-13	2-3	1-3	5-6
121-133	23-41	18-34	42-70	22-42	8-11	5-13	29-36
0	+	0	0	0	+	+	-
+36	+15	+33	-27	-48	-42	-37	+4
+75	+35	+15	+13	-15	- 8	-27	+28
+8	+59	+61	+86	+47	+34	+89	+22
4,0	2,8	3,1	3,7	3,0	2,1	2,9	3,1
34	?	25	20	36	?	23	18
2-3	1	2-4	4	2-6	2	2-4	2-3
2,5	2,6	3,4	3,4	1,8	1,9	2,6	2,0
23	21	5	11	28	37	8	28
kA	25	kA	kA	21	27	kA	19
4	1	1	14	11	12	2	7
5	1	0	0	16	12	12	21
1	2	5	5	0	1	0	0

? = Angaben nicht erhoben

technologischen Gebieten zusammengefaßt. Die Zusammenfassung beruht im wesentlichen auf der Beschreibung der relativen technologischen Positionen (RTP-Indikator), der Spezialisierung der Patentaktivitäten (RPA-Indikator) sowie der technologischen Diffusion und der Marktpräferenzen, weil diese Patentindikatoren aufgrund der vorgelegten Analyse ein besonders zutreffendes Abbild der Wirklichkeit auf volkswirtschaftlicher Ebene ergeben. Die Ergebnisse auf der Mikroebene (Firmenranglisten und Zitatgewichtung) können nicht kurz zusammengefaßt werden; diesbezüglich ist auf die entsprechenden Berichtsteile zu verweisen. Einen Überblick über die wichtigsten Indikatoren gibt die zusammenfassende Tabelle I (siehe auch Abschnitt 5.5).

Die Patentaktivitäten auf dem Gebiet der Industrieroboter in den drei Vergleichsländern Vereinigte Staaten, Japan und Bundesrepublik liegen in der Mitte der 70er Jahre auf einem relativ niedrigen Ausgangsniveau. In den Folgejahren hat vor allem Japan sehr starke Steigerungsraten zu verzeichnen, wobei aber auch das Anmeldevolumen von westdeutschen und US-amerikanischen Unternehmen deutlich zunimmt. Anfang bis Mitte der 80er Jahre reicht die bundesdeutsche technologische Position nahe an die der Vereinigten Staaten heran, obwohl sich die Volkswirtschaften größenmäßig sehr unterscheiden. In Japan geht die Patentieraktivität 1982 auf einem hohen Niveau in Stagnation über, in der Bundesrepublik und den Vereinigten Staaten stellt sich seit 1983 Stagnation ein. Gemäß dem Potentialcharakter des gewerblichen Rechtsschutzes, der mehrere oder viele Jahre anhält, ist dies nicht mit einem Rückgang der technologischen Positionen in Verbindung zu bringen; vielmehr scheinen wesentliche Entwicklungsschritte auf diesem Gebiet nunmehr abgeschlossen zu sein. Inzwischen sind zentrale Bereiche der Robotertechnik wohl vollständig mit Schutzrechten besetzt und daher weitere Zuwächse schwierig.

Alle drei verglichenen Volkswirtschaften zeigen ein stärkeres Engagement am amerikanischen Markt, wobei Japans Unternehmen bezüglich der Untermenge aller Inventionen, die sich auf die Robotermechanik beziehen, ebenso wie amerikanische Unternehmen diesbezüglich den westdeutschen Markt präferieren. Offenbar ist die gute Stellung des bundesdeutschen Maschinenbaus ein Anreiz, Sperrpatente am Produktionsort durchzusetzen. Da die Entwicklung der Robotertechnik im weiteren Sinne in Japan als ein nationales Ziel betrachtet wird und sich entsprechend vielfältiger öffentlicher Unterstützung erfreut, könnte es sein, daß der Wert japanischer Roboterpatente geringer ist als bei der Konkurrenz. Für diese Vermutung spricht auch die Tatsache, daß die japanischen Entwick-

lungsteams auf diesem Gebiet besonders klein sind, d.h., die Erarbeitung einer entsprechenden Erfindung besonders geringe FuE-Personalkosten erforderte. Betrachtet man nur den mechanischen Teil der Robotertechnik, so rücken die Patentpositionen der drei Vergleichsländer enger zusammen; die Führungsrolle Japans ist weniger ausgeprägt. Unter den anderen Ländern besitzen Schweden und Frankreich und seit Ende der 70er Jahre auch Italien eine ausgeprägt gute Patentposition auf dem Gebiet der Industrieroboter.

Die Diffusion der Robotertechnik ist weit fortgeschritten: Roboterpatente finden sich in 13 der 21 Untersektionen der Patentklassifikation. Dabei schreitet - wie oben bezüglich der Robotermechanik schon angedeutet - die technische Entwicklung bezüglich der Steuerungen und allgemein der elektronischen Geräte (Sensorik etc.) in den Vereinigten Staaten und Japan eindeutig schneller vorwärts als in der Bundesrepublik Deutschland. Bezüglich der technologischen Beeinflussung befinden sich japanische und amerikanische Schriften in einer starken gegenseitigen Konkurrenz und Abhängigkeit. Patente der bundesdeutschen Stichprobe greifen dagegen weniger häufig auf amerikanische Quellenpatente zurück, sondern nutzen vielmehr stärker die eigene und die europäische Technologie. Es zeigt sich ferner in neuerer Zeit ein deutlicher Technologietransfer zu US-amerikanischen Anmeldern hin, was zweifellos als ein Zeichen für die Qualität bundesdeutscher Erfindungen anzusehen ist.

Die technologische Position in der Lasertechnik verweist auf eine amerikanische Dominanz im gesamten Untersuchungszeitraum. Die bundesdeutsche Position liegt im Vergleich zu den USA deutlich niedriger. Im Zeitverlauf ist ihre schwache, jedoch kontinuierliche Verbesserung zu verzeichnen. Die japanische Technologie befand sich in den 70er Jahren in einem Gleichstand mit der Bundesrepublik, verzeichnete aber in der 2. Hälfte der 70er Jahre einen sehr starken Aufwärtstrend, so daß Mitte der 80er Jahre das amerikanische Niveau erreicht ist. Dies gilt für das Gesamtgebiet der Lasertechnik, also für Strahlquellen zusammen mit ihren Anwendungen. Greift man daraus nur die Laserstrahlquellen heraus und unterteilt hier wiederum in "große Laser" (Gas-, Festkörper- und Farbstofflaser) und "Kleinlaser" (Halbleiterdiodenlaser), so ergeben sich völlig unterschiedliche technologische Positionen zwischen den Vergleichsländern. Das starke Aufholen japanischer Unternehmen bezieht sich fast ausschließlich auf Halbleiterdiodenlaser und Laseranwendungen, während bezüglich der "großen Laser" Japan die Bundesrepublik bis Mitte der 80er Jahre kaum übertrifft. Berücksichtigt man ferner die unterschiedliche Größe der

beiden Volkswirtschaften, so ist die bundesdeutsche Position bei den großen Laserquellen als überlegen zu bezeichnen; ferner geht die ursprünglich ausgeprägte Führungsrolle der Vereinigten Staaten im Gebiet der "großen Laser" seit 1973 kontinuierlich zurück. Von den anderen Volkswirtschaften besitzen in den USA die Niederlande und Kanada sowie in Europa die DDR und Italien eine überdurchschnittliche Position.

Die technologische Diffusion der Lasertechnik ist eindeutig noch weiter fortgeschritten als diejenige der Robotertechnik; es handelt sich beim Laser um eine der ausgeprägtesten Schlüsseltechnologien der 80er Jahre. Keine der 21 Untersektionen der Patentklassifikation enthält nicht mindestens einige Laserpatente. Allerdings wird die überragende Diffusion der Lasertechnik im wesentlichen von amerikanischen Erfindungen getragen; japanische bleiben hierbei etwas und bundesdeutsche stärker zurück. Ausgeprägte Schwachpunkte der bundesdeutschen Lasertechnik sind im Bereich der Halbleiterdioden, der Informationsspeicherung, der Kristallzüchtung und der Druckertechnik auszumachen. Angesichts der klaren Führungsrolle der Vereinigten Staaten ist es auch nicht erstaunlich, daß bundesdeutsche und japanische Unternehmen im wesentlichen vom Technologietransfer aus den USA profitiert haben. In jüngerer Zeit werden aber sowohl japanische wie auch westdeutsche technologische Entwicklungslinien zunehmend selbständiger und reflektieren stärker Eigenentwicklungen.

Bezüglich der Technologie der immobilisierten Enzyme sind zwei gänzlich unterschiedliche Marktstrategien zwischen amerikanischen Firmen einerseits und japanischen und westdeutschen Unternehmen andererseits festzustellen. Die USA haben kaum eine Präferenz für den einheimischen Markt; die relative Patentieraktivität und damit die Patentposition in Europa und in den USA ist fast identisch: sehr hoch und Anfang der 80er Jahre noch ansteigend. Dagegen ist die Vorliebe japanischer und westdeutscher Unternehmen für den amerikanischen Markt derart ausgeprägt, daß sich die technologische Position nicht mehr genau bestimmen läßt. Nimmt man das amerikanische Patentamt als Richtschnur, übertreffen die japanischen Aktivitäten die amerikanischen; nimmt man dagegen die Verhältnisse in der Bundesrepublik, so fällt Japan deutlich hinter die USA zurück. Die Marktstrategien überdecken die technologischen Positionen in einem solchen Maße, daß sich klare Aussagen nicht mehr treffen lassen. Auch die westdeutsche Position hat sich in den 80er Jahren nach einem Einbruch Ende der 70er Jahre wieder auf ein hohes Niveau begeben, die sich je nach dem zugrunde gelegten Präferenzmarkt mit der Japans teilweise über-

schneidet. Bezüglich der Enzymsensoren spielen dagegen nur Japan und die Vereinigten Staaten eine Rolle; westdeutsche Erfindungen sind nicht bekannt. Unter den anderen Ländern zeigen Frankreich, Großbritannien, Dänemark, die Schweiz und Schweden starke Aktivitäten, sowie in Europa zusätzlich die Tschechoslowakei und die DDR.

Bei den immobilisierten Biokatalysatoren handelt es sich um eine Technologie mit begrenzten Anwendungsgebieten, weshalb die technologische Diffusion bei weitem nicht so weit fortgeschritten ist wie in der Roboter- und Lasertechnik. Dies gilt insbesondere für Erfindungen aus Japan und der Bundesrepublik Deutschland, die lediglich acht bzw. sechs Untersektionen der Patentklassifikation betreffen. Jede der ausführlicher betrachteten drei Volkswirtschaften stützt sich technologisch im wesentlichen auf Eigenentwicklungen ab. Der Technologietransfer zwischen den Volkswirtschaften ist sehr viel geringer als bei den anderen in diesem Bericht betrachteten Technologien.

Auf dem Gebiet der Solargeneratoren (Photovoltaik) gehen die Patentpositionen der Vereinigten Staaten seit 1978 und diejenigen der Bundesrepublik seit 1979 zurück; in Japan wurde 1982 Sättigung erreicht. Während bis in die 80er Jahre hinein japanische und westdeutsche Erfinder gleichauf lagen, hat sich nunmehr die Position zugunsten japanischer Technologie verschoben. Diese wiederum überlappt sich mit der Position US-amerikanischer Technologie, die von einer in den 70er Jahren dominierenden Position deutlich zurückgefallen ist. Unterteilt man die Photovoltaik in die kristalline und die amorphe bzw. Dünnschichttechnologie, so ergeben sich andere Verhältnisse. Japanische und amerikanische Erfinder übertreffen in der Dünnschicht- und in der amorphen Technologie das bundesdeutsche Niveau weit, wobei amerikanische Technologie in den letzten Jahren hinter die japanische zurückgefallen ist. Bezüglich der kristallinen Technologie übertrafen bundesdeutsche Erfinder die japanischen bis in die 80er Jahre hinein klar; seitdem haben sich die Positionen mit leichten Vorteilen für Japan egalisiert. Amerikanische Technologie war einstmals weit dominierend und liegt heute nur noch unwesentlich besser als die japanische. Unter den anderen Volkswirtschaften nimmt Frankreich eine hervorragende Position ein, dies aber nur in bezug auf den amerikanischen Markt. Französische Erfinder lassen dagegen den westdeutschen Markt fast völlig außer acht. Auch Großbritannien ist - mit insgesamt unterdurchschnittlichen Aktivitäten - weniger am europäischen als am amerikanischen Geschehen beteiligt.

Obwohl die Photovoltaik etwa im Vergleich zur Robotertechnik einen klaren Bestimmungszweck hat, nämlich Elektrizität zu erzeugen, ist die Diffusion der Technologie erstaunlich weit fortgeschritten. In 18 der 21 Untersektionen der Patentklassifikation sind Photovoltaikpatente enthalten. Die starke Diffusion wird von amerikanischer Technologie getragen; jedoch steht die bundesdeutsche in diesem Fall nur wenig zurück. Bundesdeutsche Unternehmen besitzen eine herausragende Patentposition bezüglich der Silizium-Herstellung. Alle drei großen Vergleichsländer haben vom Technologietransfer aus den USA stark profitiert; in jüngster Zeit ist vor allem die japanische Technologie aber wesentlich eigenständiger geworden, was für bundesdeutsche Technologie nicht in vergleichbarem Ausmaß gilt.

Patentindikatoren im Kontext von FuE- und Wirtschaftsindikatoren

Die Patentindikatoren wurden mit Hilfe anderer Indikatoren evaluiert; hierfür standen Angaben zu Forschungsbugdets in der Photovoltaik, Wissenschaftsindikatoren, Technikindikatoren und Wirtschaftsdaten zur Verfügung. Die Ergebnisse der vergleichenden Bewertung in den ausgewählten vier technologischen Gebieten wird nachstehend für jeden Indikatortyp getrennt zusammengefaßt. Einen Überblick über das Ausmaß an gegenseitiger Entsprechung gibt die zusammenfassende Tabelle II.

Eine technikspezifische Detailanalyse der FuE-Aufwendungen bereitet nach wie vor größte Schwierigkeiten. Im Rahmen der begrenzten Möglichkeiten dieser Untersuchung konnte daher nur eine Technologie und ein Land näher betrachtet werden. Es ist dies die Photovoltaik in der Bundesrepublik Deutschland. Im Ergebnis einer Regressionsanalyse des FuE-Budgets 1973 bis 1986 und der technologischen Position bundesdeutscher Patentanmelder zeigte sich, daß trotz fortlaufender Mehraufwendungen für die Photovoltaikforschung die Patentaktivität und die Patentposition seit Beginn der 80er Jahre zurückgehen. In den 70er Jahren bestand eine hochsignifikante Korrelation für einen Vorlauf des FuE-Budgets von zwei Jahren vor der Patentposition, die sich seitdem verloren hat. Ob dies ein Zeichen für geringere Effizienz der bundesdeutschen Photovoltaikforschung in den 80er Jahren ist, kann hier nicht beurteilt werden. Als alternative Erklärung bietet sich an, daß die Inhalte der FuE-Tätigkeit in den 80er Jahren weniger patentiergeeignet sind, z.B. weil der Anteil der Grundlagenforschung neben konkreter Produkt- und Verfahrensentwicklung zunimmt.

Zusammenfassende Tabelle II: Überblick über das Ausmaß an Übereinstimmung bewertender Indikatoren in ausgewählten Gebieten der Technik

TECHNIK-GEBIET	PATENT-AKTIVITÄTS-INDEX RPA	RELATIVE PATENT-POSITION RTP	FuE-BUDGET	PUBLIKATIONS-RATE	KOZITIERUNGS-RATE **)	TECHNOMETRISCHER INDIKATOR **)	PRODUKTIONS-WERT	RELATIVER AUSFUHR-ÜBERSCHUß	LIEFER-ANTEIL
INDUSTRIE-ROBOTER	▨	▨		■	▨	▨	▨	▨	▨
ROBOTER-MECHANIK	▨	▨				▨	■	▨	▨
LASER-GERÄTE	▨	▨		■	▨			▨	▨
LASERSTRAHL-QUELLEN	■	▨		■		▨		■	▨
HALBLEITER-DIODENLASER		▨				▨			
TECHNISCHE ENZYME	▨	▨					▨	▨	■
IMMOBIL. ENZYME	▨	■			▨	■	▨	■	▨
ENZYM-SENSOREN		■				■			
PHOTO-ZELLEN	▨	▨					▨	▨	▨
SOLAR-GENERATOREN	▨	■	■		■	■	▨	▨	▨
KRISTALLINE ZELLEN		▨				▨			
DÜNNE UND AMORPHE ZELLEN	▨	▨			▨	▨			

■ starker positiver Zusammenhang
▨ schwacher positiver Zusammenhang
▨ kein signifikanter Zusammenhang
▨ Widerspruch

*) nur für DE, nicht international
**) derzeit keine Zeitreihen

Betrachtet man alle Gebiete der Technik, so kann man sich den Umstand zunutze machen, daß das amerikanische Patentamt eine Konkordanz zwischen der amerikanischen Patentklassifikation und der Systematik der Wirtschaftszweige erstellt hat. Eine weitere Konkordanz existiert, mit der die Wirtschaftszweigsystematik in die Außenhandelssystematik übersetzt werden kann. Auf diese Weise lassen sich Patentieraktivitäten den Forschungsintensitäten in der Produktion zuordnen.

Unterteilt man die FuE-Intensität in den Bereich der
- Spitzentechnik (FuE-Aufwand größer als 8 % des Umsatzes),
- gehobenen Gebrauchstechnik (FuE-Aufwand zwischen 3 und 8 % des Umsatzes) und
- sonstigen Gebrauchstechnik (FuE-Aufwand unterhalb von 3 % des Umsatzes),

so läßt sich die Patentieraktivität in den Vereinigten Staaten bezüglich ihrer FuE-Intensität wie folgt charakterisieren: Japan verfolgt seit Mitte der 70er Jahre eine ausgeprägte Patentieraktivität im Bereich der Spitzentechnologien und läßt den großen Bereich der sonstigen Gebrauchstechnik fast völlig außer acht. Amerikanische Anmelder zeigen kein so ausgeprägtes Profil bezüglich der Forschungsintensität ihrer Erfindungen, was vor allem damit zusammenhängt, daß der einheimische Schutzrechtsmarkt in jedem Falle und in allen Bereichen wichtig ist. Die Patentieraktivität bundesdeutscher Unternehmen in den Vereinigten Staaten im Bereich der Spitzentechnik geht von einer ohnehin nicht ausgeprägten Position weiter zurück. In jüngster Zeit zielen diese Schutzrechte offenbar verstärkt auf den Bereich der sonstigen Gebrauchstechnik hin, wo inzwischen eine überproportionale Aktivität zu verzeichnen ist, die diejenige der einheimischen US-Firmen nahezu erreicht.

Der Wert der Publikationsstatistik zusätzlich zur Patentstatistik liegt - sofern es um die Frühindikatorfunktion geht - nicht in einem Vorlauf vor der Patentstatistik, sondern im Einschluß von nichtpatentierbaren Forschungsergebnissen. Damit wird die Literaturstatistik insbesondere zum Studium der Vorgänge in der Grundlagenforschung interessant. Neben der einfachen Publikationsstatistik sind inzwischen kompliziertere Maße, nämlich vor allem die Zitierhäufigkeiten und die Kozitierung eingeführt worden. Eigene Erhebungen werden in der vorliegenden Untersuchung nicht durchgeführt; vielmehr werden die Ergebnisse einer Kozitierungsanalyse für das Jahr 1984 sowie der einfachen Publikationsstatistik auf dem Gebiet der Laserforschung und der Roboterforschung benutzt, die in jeweils anderem Zusammenhang erstellt worden sind.

In der Zusammenschau der vier Technikgebiete zeigt sich, daß immer, wenn die Repräsentation der Literatur in der jeweiligen Datenbank gut ist (Laser und Photovoltaik bei der Kozitierung, Laser und Roboter bezüglich der Publikationsstatistik), die bibliometrischen und die patentstatistischen Indikatoren insgesamt in dieselbe Richtung zeigen. Allerdings ist die Entsprechung in keinem Fall vollständig, so daß aus der Hinzuziehung des jeweils anderen Indikators zusätzliche Informationen abgeleitet werden können. Als wesentliche Einflußgröße hat sich der sektorale Anteil der verschiedenen nationalen Forschungs- und Wissenschaftsorganisationen erwiesen, welcher die Publikations- bzw. Patentierneigung beeinflußt. So können im Falle der Laserforschung Unterschiede in der Rangordnung beim Patentieren und Publizieren mit den unterschiedlichen institutionellen Anteilen in den betrachteten Ländern erklärt werden. Ist die gewerbliche Wirtschaft mit merklichen Anteilen an FuE auf dem entsprechenden Gebiet beteiligt, scheinen Patentindikatoren das Geschehen besser einzufangen als die aus der Literatur abgeleiteten Daten.

Für das Robotergebiet ergibt sich ein geringfügiges Vorlaufen des Patent- vor dem Literaturindikator, das aber höchstens ein Jahr beträgt. Dies ist mit den Regelungen zur Anerkennung der Neuheit eines Patents zu erklären, wonach vor einer Patentanmeldung weder ein Vortragsmanuskript noch der Entwurf einer Veröffentlichung publiziert werden darf.

Eine Konkordanz zwischen der Literaturstatistik und der Patentklassifikation, die also die Patentklassifikation nach Wissensgebieten ordnet, ist nicht bekannt. Aus diesem Grund muß eine Gegenüberstellung von Patentindikatoren und Literaturindikatoren für alle Gebiete der Forschung und Technik an dieser Stelle unterbleiben. Es wäre aber sicherlich reizvoll, ähnlich wie im Falle der FuE-Bugdets, eine entsprechende Globaleinschätzung zu erhalten.

Indikatoren aus technischen Spezifikationen sind weltweit am wenigsten im Gebrauch. Im Vergleich zu Wettbewerbsindikatoren müssen technische Indikatoren noch als Frühindikatoren angesehen werden, insofern als das Erstellen von Blaupausen, Prototypen oder Nullserien, deren technische Spezifikationen man erfassen kann, dem Marktergebnis vorangeht. Technische Indikatoren beruhen zu einem gewissen Grad auf Expertenurteil. Dieser Umstand ist nicht als Mangel des Indikators anzusehen, da FuE-Indikatoren allemal sachkundig überprüft bzw. interpretiert werden müssen. Daß der technometrische Indikator ein Stück weit subjektive Momente enthält, macht seine besondere Qualität aus. Ein

vollständiger Widerspruch des quantitativen Ergebnisses mit dem Expertenurteil ist nicht denkbar. Aus diesem Grunde spielt die Überprüfung der Patentindikatoren mit Hilfe der technometrischen Indikatoren eine besondere Rolle, weil dadurch indirekt eine Evaluierung der Patentstatistik durch Expertenurteil erfolgt.

Die Übereinstimmung zwischen den Patentindikatoren und dem technometrischen Indikator ist in mehreren Fällen perfekt (immobilisierte Enzyme, Enzymsensoren und Solargeneratoren insgesamt), in anderen Fällen passen die Rangfolgen zueinander, aber die quantitativen Verhältnisse sind im Patentindikator überzeichnet (kristalline Solargeneratoren, amorphe und Dünnschichtzellen). Eine teilweise Entsprechung ist bezüglich der Laserstrahlquellen festzustellen, wo bundesdeutsche Patente offenbar unterbewertet werden oder - was gleichbedeutend ist - die Vereinigten Staaten und Japan Sperrpatente in der Bundesrepublik anstreben, deren Funktion nicht primär in der Technologie, sondern in der Marktstrategie begründet ist. Ohne Parallelität sind die beiden Indikatoren bezüglich der mechanischen Robotertechnologie, wo sich die Vermutung aufdrängt, daß eine qualitativ hochstehende Robotermechanik nicht wesentlich auf neuen Inventionen begründet, sondern vielmehr in einer länger zurückreichenden Tradition im Bereich der Fertigung zu suchen ist. Die punktuellen Betrachtungen in ausgewählten Jahren lassen es durchaus für möglich erscheinen, daß das Patentpotential eine größere Rolle bei der Beurteilung der heutigen technologischen Standards spielt. Könnte diese Aussage erhärtet werden, würde das Argument gestützt werden, daß auf hohem Niveau zurückgehende jährliche Patentieraktivitäten kein Zeichen von technologischer Schwäche sein müssen.

Die überraschend gute Übereinstimmung zwischen Technikindikatoren und Patentindikatoren für einzelne Technologien verliert sich fast völlig, wenn man über alle Gebiete der Technik aggregiert. Die Zuordnungsprobleme sind dann offenbar derart gravierend, daß die Bezüge zwischen dem Inhalt der Patentschriften und den technologischen Standards verloren gehen. Dies führt zur Schlußfolgerung, daß synoptische Betrachtungen zwischen technischen Spezifikationen und Patenten nur bei genauer Entsprechung im Hinblick auf ausgewählte Technologien als sinnvoll anzusehen sind. Die Datenaggregate sind nicht mehr interpretierbar.

Gemäß der grundlegenden Hypothese dieser Untersuchung dokumentieren Patente einerseits den Ertrag angewandter Forschung und Entwicklung, andererseits

aber auch gleichzeitig strategische Interessen der anmeldenden Unternehmen. Konsequenterweise werden Zusammenhänge zwischen patent- und wirtschaftsstatistischer Indikatoren untersucht. Für den am Markterfolg eines neuen Produkts interessierten Beobachter dürfte darüber hinaus besonders die Frage relevant sein, ob bei genügender Disaggregierung patentstatistische Signale bezüglich einer bevorstehenden Veränderung der Wettbewerbsposition erhalten werden können.

Die Überprüfung der verfügbaren wirtschaftsstatistischen Datenbasis ergibt, daß gegenwärtig nur bei einzelnen Waren- bzw. Meldenummern eine adäquate Abgrenzung bezüglich technisch definierter Güter möglich ist. Um eine Verknüpfung technischer und ökonomischer Indikatoren zu ermöglichen, werden die jeweils nächstliegenden Zuordnungen vorgenommen, die Gesamtheit der zu einer Saldierungsnummer gehörenden Ziffern also nicht beachtet. In zwei Fällen muß die Patenterhebung so erweitert werden, daß sie besser zu den gegebenen Wirtschaftsstatistiken paßt. Allerdings sind dann Aussagen über das eigentlich interessierende hier vorgegebene Technikfeld nicht mehr möglich. Im einzelnen werden der bilaterale Außenhandel der Bundesrepublik Deutschland sowie die Inlandsproduktion betrachtet.

Vor dem Hintergrund unbefriedigender Zuordnungsmöglichkeiten ist es außerordentlich überraschend, daß eine große Zahl positiver Korrelationen besteht. Damit ist gezeigt, daß bei genügender Disaggregierung der Daten statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen Patentindikatoren und Wirtschaftsindikatoren zum Vorschein kommen. Besondere Beachtung verdient auf der Seite der Patentindikatoren das Verhältnis zweier RTP-Werte, also das Verhältnis der technologischen Positionen zweier Länder, in Korrelation mit dem Verhältnis zweier Lieferanteile. Die Patentindikatoren haben einen zeitlichen Vorlauf vor den Wirtschaftsindikatoren, der je nach Technologie etwas unterschiedlich ist; man kann für forschungsintensive Bereiche von einem Vorlauf von zwei bis höchstens drei Jahren ausgehen. Die Produktion wird nicht früher als der Außenhandel von neuen Erfindungen beeinflußt.

Nicht jeder beliebige Patentindikator gibt mit jedem Wirtschaftsindikator einen interpretierbaren und korrelativen Zusammenhang, weil auf der tiefen Disaggregationsstufe einzelner Technologien der Einfluß von nicht näher bekannten Störvariablen erheblich ist und immer wieder einzelne Indikatoren in Mitleidenschaft zieht. Daher ist es anzuraten, auf jeder Seite mit einem

Kranz von ausgewählten Indikatoren zu arbeiten und die Ergebnisse aus der Zusammenschau dieser Indikatoren abzuleiten. Bei höherer Aggregierung geht die Schärfe der Aussagen verloren: Bei Untergliederung der Wirtschafts- wie der Patentdaten in Spitzentechnik, gehobene Gebrauchstechnik und sonstige Gebrauchstechnik (Abgrenzung siehe oben) kann gezeigt werden, daß die starke Patentaktivität japanischer Unternehmen in der Spitzentechnik mit einer nicht besonders günstigen Spezialisierung im Außenhandel einhergeht. Bezüglich der gehobenen Gebrauchstechnik unterscheiden sich die Patentaktivitäten der drei großen Länder nicht sehr, die Außenhandelsergebnisse aber erheblich. Bezüglich der sonstigen Gebrauchstechnik unterscheidet sich umgekehrt der Außenhandel der drei Länder praktisch nicht; Japan erreicht dies aber mit einer deutlich geringeren Anzahl von US-Patenten in diesem Bereich. Die vorliegende Analyse gibt denjenigen Autoren recht, die eine Korrelation zwischen Wirtschafts- und Patentdaten auf höherer Aggregationsstufe skeptisch beurteilen.

Will man einen Zusammenhang zwischen dem Patentvolumen am amerikanischen Patentamt und dem Wirtschaftswachstum herstellen, so ist festzustellen, daß bundesdeutsche Auslandspatente in den 70er und 80er Jahren mäßig zugenommen haben, jedenfalls etwa gleichmäßig mit dem Wirtschaftswachstum. Auffällig ist jedoch das Patentierverhalten japanischer Unternehmen. Während es in den Vereinigten Staaten in den 70er Jahren konstant war, ist die Patentaktivität Japans seitdem sehr stark angestiegen und entspricht heute - bezogen auf das Wirtschaftsvolumen - etwa dem Wert, der für die Bundesrepublik schon immer bestanden hat. Es handelt sich hier eindeutig um einen Nachholeffekt der japanischen angewandten Forschung, der Ende der 70er Jahre eingesetzt hat und - wenn die Anzeichen nicht trügen - inzwischen verlangsamt verläuft. Wirtschaftliche Prosperität erscheint in diesem Falle nicht als Folge eigener Patentaktivität, sondern als Ursache.

Synergistische Aspekte der verschiedenen Indikatoren

In der Zusammenschau aller bekannten Indikatoren für Forschung, Technik und Wirtschaft zeigt sich, daß die diversen Patentindikatoren besonders flexibel anpaßbar sind. Die im Vergleich zu anderen Systematiken äußerst fein eingeteilte Patentklassifikation sowie die Möglichkeit der Stichwortsuche erlauben es, die - daran gemessen starren - Wirtschaftssystematiken einigermaßen genau abzubilden. Der technometrische Indikator kann noch feiner als Patentindikatoren differenzieren, weil bei der Erstellung der entsprechenden Spezifika-

tionslisten industrieller Sachverstand einbezogen ist; es existiert aber keine vorab festgelegte Klassifikation der Technik. Die Kozitierungsstatistik kann nur mit einer einzigen Datenbank durchgeführt werden, die hierfür ein Weltmonopol besitzt. Eine Bevorzugung englischsprachiger Publikationen sowie im angelsächsischen Raum herausgegebener Zeitschriften ist hierbei unverkennbar, so daß manche Gebiete der Forschung und Technik nicht gut repräsentiert sind (etwa die deutsche Robotertechnik, die Enzymtechnik u. dgl.). Die Kozitierungsstatistik ist daher in vielen Fällen nicht ergiebig. Bezüglich einfacher Publikationsstatistiken hat man eine große Auswahl von zum Teil gut spezialisierten Datenbanken, so daß es letztlich immer gelingt, eine fachlich einschlägige Quelle zu finden. Die in den Datenbanken zugrunde liegenden Klassifikationssysteme sind aber in der Regel weniger fein als die internationale Patentklassifikation. Einzeltechnologische FuE-Bugdetzahlen, insbesondere bei Einschluß industrieller Aufwendungen, sind gegenwärtig und auch zukünftig die extreme Ausnahme. Insgesamt erweisen sich Patentindikatoren also als aktuell, gut recherchierbar, leicht an vorgegebene andere Klassifikationssysteme anpaßbar und differenzierungsfähig bezüglich der Herausarbeitung von verschiedenen Meßgrößen (z.B. für technologische Position, Aktivität, Diffusion, Marktstrategie u. dgl.). Ein Nachteil der Patentstatistik liegt sicherlich darin begründet, daß die nationalen Rechtssysteme sehr unterschiedlich sind. Die Kombination von Recherchen an mehreren repräsentativen Patentämtern ist daher ein nicht zu umgehendes Gebot.

Die meisten der derzeit verwendeten Indikatoren sind von berichtendem Typ und können für Vergleichszwecke nicht benutzt werden. Es gibt schon eine Reihe von vergleichenden Indikatoren; die meisten der in vorliegender Arbeit dargestellten Maßzahlen gehören hierzu. Will man zu bewertenden Indikatoren kommen, müssen kausale oder wenigstens regressionsanalytische Zusammenhänge zwischen allen möglichen Indikatoren gezeigt werden. Die vorliegende Arbeit weist eine Reihe solcher Zusammenhänge nach. Andere fehlen teilweise deswegen, weil gewisse Indikatoren nicht verfügbar sind oder mit dem begrenzten Forschungsvolumen nicht zu erheben waren.

Neben der Übereinstimmung im Ergebnis bestehen zwischen den verschiedenen Indikatoren für Forschung, Technik und Wirtschaft weitere synergistische Effekte. So können bei Abgrenzungsfragen im Hinblick auf die zu untersuchenden Technologien gegenseitige Hilfsfunktionen übernommen werden, etwa wenn bei einer Feldbefragung die Listen der zu befragenden Unternehmen aus Ranglisten

der aktiven Patentanmelder erstellt werden. Es ist häufig argumentiert worden, daß der einzelne Indikator ein schlechter Stellvertreter für die eigentlich interessierende Größe (Effizienz der Forschung, technologische Position u. dgl.) ist. Das bei geschickter Auswahl von Meßziffern, Datenbanken und Indikatortypen in dieser Arbeit doch gezeigte große Ausmaß an Übereinstimmung macht diese Kritik in weiten Teilen gegenstandslos. Allerdings sind die Beobachtungen auf der tiefstmöglichen Disaggregationsstufe erfolgt, wo von vorneherein bessere Chancen der Übereinstimmung bestehen, auch wenn der Datenzugang immer schwieriger wird.

Der beste einzeltechnologische Frühindikator ist das FuE-Budget, allerdings ist seine Verfügbarkeit die extreme Ausnahme. Der nächstbeste Frühindikator ist die Patentstatistik sowie die Literaturstatistik. Gerade bei Patentindikatoren bleiben kaum Wünsche bezüglich der technologischen und ökonomischen Abgrenzung offen. Die technometrische Methode zeigt zwar später als die Patentstatistik, aber noch früher als die Wirtschaftsstatistik strukturelle Änderungen in Wirtschaft und Technik an. So gesehen ist die Wirtschaftsstatistik ein später Indikator, allerdings der letztlich entscheidende in einer marktwirtschaftlich verfaßten Gesellschaft. Ein technologisch aufeinander bezogenes System derartiger Indikatoren kann zuverlässig und früh Kunde von bevorstehenden Chancen und Strukturverschlechterungen bringen.

1. EINLEITUNG

Nicht alle Erfindungen sind patentierbar.
Nicht alle patentierbaren Erfindungen werden patentiert.
Nicht alle patentierten Erfindungen führen zu neuen oder verbesserten Produkten oder Prozessen.
Nicht alle neuen oder verbesserten Produkte oder Prozesse führen zu wirtschaftlicher Nutzung.

Diese vier nach Binsenweisheiten klingenden Aussagen verweisen eindringlich auf die Dilemmata, in die man sich mit einem Forschungsvorhaben begibt, das patentstatistische Analysen als Instrument zur Diagnose zukünftiger industrieller Entwicklungen einsetzen will. Dennoch ist seit den 60er Jahren immer wieder versucht worden, mit Hilfe von Patentindikatoren technische und industrielle Entwicklungen zu analysieren, wobei neben einer Untersuchung der gegenwärtigen Verhältnisse vor allem auch die Vorhersage zukünftiger Entwicklungen im Vordergrund stand. Das Interesse an diesem Forschungsgebiet ist gerade in den letzten zehn Jahren beträchtlich gestiegen (Pavitt 1985), bis zum heutigen Tag wird aber namentlich von Industriepraktikern der Wert von Patentanalysen in Frage gestellt (vgl. z.B. Pioch 1982, highTech 1986). Im übrigen ist in der Literatur inzwischen eine Reihe von verschiedenen Methoden der Patentanalyse vorgeschlagen worden, deren Vergleichbarkeit und Aussagequalität auch in einschlägigen Fachkreisen umstritten ist. Dennoch sind der Einsatz und die Fortentwicklung von Patentindikatoren nach wie vor sinnvoll: "(...) Niemand wird bezweifeln, daß genaue Maße in jedem Fall besser sind als ein unscharfer Index. Es gibt hierbei nur eine Schwierigkeit. Während wir den unscharfen Index besitzen, haben wir das genaue Maß nicht (...). Wenn aber solche (genauen) Daten, (...), verfügbar sein werden, werde ich der erste sein, der die Patentstatistik zu deren Gunsten aufgibt. Bis es soweit ist, sollten wir, auch wenn wir Kaviar vorzögen, besser mit einfachem Brot zufrieden sein, wenn es das einzige ist, was wir bekommen können (...)" (Schmookler zit. in: von Götz 1970, 100; hier übersetzt a.d. Englischen).

Das vorliegende Projekt hat zum Inhalt, verschiedene durch die Literatur bekannte sowie neu entwickelte Patentindikatoren systematisch zu vergleichen und hinsichtlich ihrer Qualität zu bewerten, um auf diese Weise zu einem aussagefähigen Indikatorenraster zu gelangen. Zu diesem Zwecke werden exemplarisch die vier Technikfelder "Industrieroboter", "Laser", "Immobilisierte En-

zyme" und "Solargeneratoren" untersucht, die ausnahmslos den sogenannten Zukunftstechnologien zuzurechnen sind. Neben dieser gemeinsamen Eigenschaft sind die vier Bereiche hinsichtlich ihrer fachlichen Inhalte, des Patentumfangs sowie der zugeordneten Marktstruktur aber genügend verschiedenartig, um Stärken und Schwächen von Patentanalysen demonstrieren zu können. Alle genannten Technikfelder sind am FhG-ISI bereits im Rahmen anderer Arbeiten detailliert betrachtet worden, so daß die patentstatistischen Ergebnisse einer fundierten inhaltlichen Bewertung unterzogen werden können. Insgesamt soll somit die Tragfähigkeit von Patentanalysen auf induktivem Wege beurteilt und damit die Methodik validiert werden.

Warum die Begrenzung auf wenige ausgewählte Gebiete der Technik? Frühere Untersuchungen auch aus dem eigenen Haus (Kuntze u.a. 1975; Garnreiter, Legler 1980) führten zu der generellen Erfahrung, daß die berechtigte Kritik an der Aussagefähigkeit von Patentanalysen häufig darauf zurückzuführen ist, daß aufgrund von Restriktionen beim Datenzugang oder der Bearbeitungszeit Patentuntersuchungen auf relativ hohem Aggregationsgrad durchgeführt werden mußten. Manche interessierenden Phänomene wurden dadurch überdeckt bzw. durch die Mittelungsverfahren verwischt. Der wirkliche Wert einer Patentanalyse und damit die Aussagekraft des Technikindikators "Patent" dürften sich - so war zu vermuten - deutlicher zeigen, wenn Analysen auf einzelnen Technikfeldern in den Bereich des Durchführbaren kommen. Dieser Zeitpunkt ist durch den Einsatz der elektronischen Datenverarbeitung und durch die Einrichtung diverser Online-Patentdienste jetzt erreicht worden. Viele offenen Fragen der Vergangenheit lassen sich nun für einzelne Techniken studieren und vor dem Hintergrund anderer Kenntnisse, z. B. der Charakteristik der zugehörigen Industriebranche, den Forschungsbudget- und Kapitaleignerverhältnissen und den technischen Daten, interpretieren.

Das Projekt zielt auf die Frage der Eignung von Patentanalysen für die Einschätzung zukünftiger industrieller Entwicklungen in der Bundesrepublik Deutschland. Wesentliches Kriterium für die Bewertung der verschiedenen Indikatoren ist somit nicht nur die Qualität der Abbildung realer technischer Entwicklungen, sondern auch deren Eignung als Instrument zur Früherkennung von wirtschaftlich verwertbaren Entwicklungsergebnissen. Weiterhin geht es bei der vorliegenden Themenstellung in erster Linie um einen Ländervergleich, wobei neben den drei führenden marktwirtschaftlichen Industrienationen Vereinigte Staaten, Bundesrepublik Deutschland und Japan weitere Länder nur in

Einzelfällen einbezogen sind. Ländervergleiche sind bei Patentanalysen einerseits unersetzbar, andererseits schwierig zu interpretieren, weil die nationalen Rahmenbedingungen beim Erwerb von Schutzrechten zum Teil erheblich voneinander abweichen. Hierin liegt ein wesentlicher Unterschied im Vergleich zu bibliometrischen Indikatoren ("Publikationsstatistiken") für internationalisierte Forschungsgebiete oder zu ökonomischen Indikatoren etwa auf der Basis von Dollar-Weltmarktanteilen oder internationalen Warenaustauschstatistiken begründet.

Eine wichtige Voraussetzung des Projektes ist der in den letzten Jahren erfolgte Ausbau von Patentdatenbanken, die einen automatisierten Zugriff auf Patentinformationen gestatten. Erst diese neuen Möglichkeiten eröffnen den Instrumenten der Patentanalyse einen breiteren Zugang zur praktischen Anwendung, weshalb im Rahmen des Projektes bewußt manuelle Suchverfahren eine geringe Rolle spielen sollten. Auch die Auswertung der Patentdaten sollte weitestgehend automatisiert werden, so daß trotz der hohen Aggregationsstufe des Ländervergleichs eine relativ feine Aufschlüsselung mit vertretbarem Zeit- und Mittelaufwand angestrebt werden konnte.

Dieser Schlußbericht resümiert die angefallenen Ergebnisse. Der Einstieg erfolgt über die Definition von Qualitätsmaßen bei Patentindikatoren (Abschnitt 2), welche die methodischen Grundlagen der patentstatistischen Analyse von ausgewählten Technikgebieten (Abschnitt 5) bilden. Nicht alle Begriffsbestimmungen entstammen der Literatur. Vielmehr wird in Abschnitt 2 eine Reihe von neuen Maßzahlen eingeführt. Ebenso können einige Patent-Datenbanken bezüglich ihrer Eignung für analytische Arbeiten beurteilt (Abschnitt 3) und makroanalytische Recherchen-Grundsätze angegeben werden (Abschnitt 4). Hinter den zum Teil neuen Begriffsbildungen steht folgende für diese Arbeit grundlegende Hypothese: Patente sind zweigesichtig - sie dokumentieren einerseits den Ertrag angewandter Forschung und Entwicklung (FuE), andererseits aber auch gleichzeitig strategische Interessen der anmeldenden Unternehmen. "Dies macht es", so stellte Griliches kürzlich fest, "schwierig, Patentzahlen als einen Output-Index für FuE-Aktivitäten ... zu gebrauchen" (Griliches 1987, 31; hier übersetzt). Der vorliegende Forschungsbericht versucht, auf diese Janusköpfigkeit zu reagieren und entwickelt Rechenverfahren und Maßzahlen, um die in Rede stehenden Effekte möglichst weitgehend zu isolieren. Schließlich werden in Abschnitt 5 die nach technischen Gebieten unterschiedenen patentstatistischen Ergebnisse dargestellt.

Inwieweit die verschiedenen neuen Patentindikatoren tatsächlich als Ertragsmaß einerseits bzw. als Früherkennungsmaß für die wirtschaftliche Verwertung andererseits allein in Frage kommen, wird in den folgenden Abschnitten 2 bis 5 dargelegt. Im Abschnitt 6 wird hingegen versucht, eine Brücke zwischen FuE-Budgets und Patentindikatoren am Beispiel der Photovoltaik zu schlagen, im Abschnitt 7 folgt eine synoptische Betrachtung von Wissenschaftsindikatoren und Patentzahlen. Experteneinschätzungen fließen in die technischen Kenngrößen ein, die quantitativ den heutigen Stand der Technik in den ausgewählten Gebieten beschreiben (Technometrie). Deshalb ist der Vergleich der technometrischen Beurteilung dieser Technologien mit den Patentindikatoren ein besonders geeignetes Verfahren, letztere zu validieren (Abschnitt 8). Für den am Markterfolg interessierten Beobachter dürfte allerdings die Zusammenschau von patent- und wirtschaftsstatistischen Indikatoren besonders relevant sein. In Abschnitt 9 wird regressionsanalytisch gezeigt, wie bei genügender Disaggregierung patentstatistische Signale bezüglich der Veränderung der Wettbewerbsposition erhalten werden können. In der Schlußbetrachtung (Abschnitt 10) wird versucht, die wesentlichen Ergebnisse der Untersuchung zu verallgemeinern.

2. PATENTINDIKATOREN

Ein Patent ist eine territorial, sachlich und zeitlich begrenzt geschützte Erfindung. Die Patentgesetze aller großen Industriestaaten benennen als Grundvoraussetzungen für die Patentierbarkeit von Erfindungen die Neuheit, die gewerbliche Anwendbarkeit sowie eine ausreichende Erfindungshöhe, welche neuerdings auch als erfinderische Tätigkeit bezeichnet wird. Die gesetzlichen Anforderungen an die Erfindungshöhe und die Patentierneigung der Anmelder sind aber von Land zu Land verschieden, so daß ein einfacher internationaler Vergleich von nationalen Patentanmeldungen in der Regel nicht zu sinnvollen Ergebnissen führt. Als markantes Beispiel ist hier die hohe Zahl von Inlandsanmeldungen in Japan zu nennen, die weit über den entsprechenden Zahlen in den Vereinigten Staaten oder in der Bundesrepubik liegt, dennoch aber nicht eine technologische Spitzenstellung der Japaner beweist (Rahn 1982, 584).

Aufgrund des Kriteriums der gewerblichen Anwendbarkeit lassen Patentdokumente nicht nur Rückschlüsse auf die technischen Entwicklungsergebnisse, sondern zusätzlich auch auf die wirtschaftlichen Interessen der Anmelder zu. Allerdings führt nur ein Teil der Anmeldungen tatsächlich zu einem wirtschaftlich Erfolg. In den fünfziger und sechziger Jahren wurden 50 bis 70 v.H. aller firmeneigenen US-Patente wirtschaftlich genutzt (Schmookler 1966, 49, und Sanders 1964); neuerdings wird von 50 bis 60 v.H. ausgegangen (Narin, Noma, Perry 1985). Oft wird ein gutes Marktergebnis gar nicht angestrebt: einige Patente scheinen eine defensive Rolle in der Unternehmensstrategie zu spielen (sog. Sperrpatente) oder dienen der Umgehung von Zulassungsverfahren für neue Produkte. So wird z. B. behauptet, daß in der amerikanischen pharmazeutischen Industrie die zu einem bestimmten Produkt gehörenden Patente so manipuliert werden, daß sich der Marktzyklus künstlich verlängern läßt (Kahaner 1983). Alternativ zum Patentschutz kommen für Firmen andere Formen zum Schutz geistigen Eigentums wie etwa ein Frühstart bei der Vermarktung, das Urheberrecht oder der Gebrauchs- bzw. Geschmacksmusterschutz in Frage. Mansfield schätzt, daß für 60 v.H. der patentierten Technologie innerhalb von vier Jahren nach der ersten Markteinführung patentfreie, also juristisch nicht angreifbare Umgehungslösungen gefunden werden (Mansfield 1984). Insgesamt kann trotz dieser Einschränkungen aber davon ausgegangen werden, daß forschungs- und entwicklungsintensive Industriezweige eine hohe Patentierneigung haben (Narin, Noma, Perry 1985). Zur weiteren Vertiefung dieses Standpunkts vergleiche Abschnitt 2.3.1.

Angesichts dieser Situation steht im Mittelpunkt der patentanalytischen Diskussion die Identifikation von Qualitätsmerkmalen, die eine sinnvolle Auswahl von zu vergleichenden Patenten bzw. Patentanmeldungen gestatten. Im folgenden sollen verschiedene Qualitätsmerkmale vorgestellt werden, die teilweise durch die Literatur bekannt sind und teilweise im Rahmen dieses Projektes neu konzipiert wurden.

Die Forderung nach "Qualität" ist wiederum keineswegs eindeutig. Wie an anderer Stelle dargelegt, sind Indikatoren keine Meßgrößen mit einer Meßvorschrift, die in der Definition der Größe bereits eindeutig angelegt ist (siehe z. B. Grupp, Hohmeyer, Schmoch 1987a, 24 oder Pavitt, Soete 1980, 38). Im einleitenden Abschnitt 1 wurde bereits die Hypothese formuliert, daß Patentindikatoren sowohl den Ertrag von FuE als auch das strategische Marktinteresse des Anmelders "messen" können. Ein gutes Qualitätsmerkmal für einen Ertragsindikator wird aber wohl nicht gleichzeitig Qualitäten bei der Abbildung von Marktpräferenzen besitzen können. Daher läßt sich die Forderung nach Qualitätsmerkmalen umformulieren: es geht darum, die verschiedenen vorgeschlagenen Patentindikatoren dahingehend zu bewerten, für welche separiert gedachten Observablen sie jeweils "gut" sind, beziehungsweise darum, neue Patentindikatoren einzuführen, welche die eigentlich gewünschten Observablen (z. B. FuE-Ertrag, Marktpräferenz, Technologietransfer) möglichst gut abbilden. In diesem Sinne sind auch die oben erwähnten Sperrpatente, die verhindern sollen, daß sich Konkurrenten des Patentinhabers auf einem bestimmten Markt oder in einer bestimmten Technologie betätigen können, "gute" Patente.

2.1 Zahl der Anmeldungen bei einem repräsentativen Patentamt

Das wichtigste Kriterium für die Patentierbarkeit einer Erfindung ist ihre Neuheit, wobei auch eigene Vorveröffentlichungen neuheitsschädlich sind (vgl. z.B. § 3 des Deutschen Patentgesetzes von 1981 oder Artikel 54 des Europäischen Patentgesetzes). Es besteht somit ein Zwang, unmittelbar nach Abschluß der Entwicklungsarbeiten an einer Erfindung ein Patent anzumelden, weshalb das Patentanmeldedatum einen guten Rückschluß auf den Zeitpunkt der Entstehung zuläßt. Üblicherweise wird zunächst nur der Weg einer Inlandsanmeldung beschritten, die einen Anmelder beispielsweise beim Deutschen Patentamt bei Einschaltung eines Patentanwaltes etwa DM 3.000 kostet. Aufgrund der sogenannten Pariser Verbandsübereinkunft (PVÜ) besteht innerhalb eines Jahres die Möglichkeit, basierend auf der Inlandsanmeldung, die auch als Erstanmeldung

oder Prioritätsanmeldung bezeichnet wird, inhaltsgleiche Anmeldungen im Ausland vorzunehmen. Wegen der hohen Kosten (für Japan, die USA oder eine europäische Patentanmeldung sind an reinen Anmeldekosten jeweils etwa DM 6.000 bis 8.000 aufzubringen, hinzu kommen die Kosten des Prüfungsverfahrens) werden Auslandsanmeldungen in der Regel nur dann vorgenommen, wenn ein wirtschaftlicher Nutzen erwartet wird. Um dabei das Entscheidungsrisiko möglichst gering zu halten, wird im allgemeinen das sogenannte Prioritätsjahr voll ausgeschöpft, um erste Reaktionen der Kunden und der Konkurrenz beobachten zu können. Für Auslandsanmeldungen sind auch die Bezeichnungen Nach-, Parallel- oder Analoganmeldung eingeführt (Otto 1982, 172).

In jedem Falle erscheint die Vornahme einer Auslandsanmeldung als ein sinnvolles Qualitätsmerkmal für Patentanalysen (siehe zuletzt etwa Soete 1987).

2.1.1 US-Patentamt

Um Auslandsanmeldungen in einfacher Weise erfassen und vergleichen zu können, ist in der Literatur (Campbell, Nieves 1979, Basberg 1983 und 1987, Pavitt 1985) wiederholt vorgeschlagen worden, ausländische Patente am amerikanischen Patentamt (U.S. Patent and Trademark Office, USPTO) zu vergleichen. Dem liegt die Annahme zugrunde, daß das USPTO als repräsentatives Patentamt für die westlichen Industrieländer betrachtet werden kann, da der große amerikanische Markt mit einer hohen Wertschöpfung und hohem Volkseinkommen für viele Exportländer, insbesondere für die Bundesrepublik und für Japan, in gleicher Weise interessant ist (Bosworth 1980, 382f). Da diese Prämisse als durchaus sinnvoll erscheint, ist die Analyse von US-amerikanischen Patentdaten wesentlicher Bestandteil dieser Studie.

Zunächst muß ein grundsätzliches Problem amerikanischer Patentdaten erörtert werden, welches sich aus dem amerikanischen Patentrecht ergibt. Im Gegensatz zu allen anderen Industrieländern werden in den USA nicht Patentanmeldungen, sondern nur erteilte Patente veröffentlicht. Angaben über Patentanmeldungen werden nur aggregiert für das gesamte USPTO herausgegeben; eine Aufschlüsselung auf der Ebene von einzelnen Patentsymbolen oder Technikfeldern ist nicht möglich. In Kürze soll allerdings eine nach Ländern disaggregierte Anmeldestatistik erscheinen (Lawson, Myers 1987). Zur Zeit kann aufgrund interner Unterlagen des USPTO/TAF (1987) nur eine grobe Abschätzung der Erteilungsquoten angegeben werden. Demnach ist die Erteilungsquote für US-Anmelder von et-

wa 75 % in den 60er Jahren kontinuierlich auf etwa 60 % in der ersten Hälfte der achtziger Jahre gesunken. Die Erteilungsquote für Ausländer ist von ebenfalls etwa 75 % schon Anfang der 70er auf unter 70 % gefallen und beträgt seidem konstant etwa 65 %. Sie liegt heute eindeutig über der Erteilungsquote für US-Amerikaner, wie es nicht anders zu erwarten war, wenn man die Auslandsanmeldung als Qualitätsmerkmal versteht.

Der Informationsverlust, der aus dem Fehlen angemeldeter, aber nicht erteilter Dokumente resultiert, ist nicht besonders gravierend, da durch die Tatsache der Patenterteilung ein zusätzliches Qualitätskriterium erfüllt wird. Nachteilig für Analysen ist aber, daß die am USPTO erteilten Patente erst mit einer gewissen Zeitverzögerung nach dem Anmeldedatum zugänglich werden. In der vorliegenden Arbeit ist unter der Bezeichnung "Zahl der US-Anmeldungen" in der Regel immer "Zahl der patentierten US-Anmeldungen" zu verstehen. Ausnahmen - d. h. Hochrechnungen auf alle Anmeldungen inklusive der nicht erteilten - werden besonders gekennzeichnet (z. B. in Abschnitt 2.2). Im übrigen hat Schmookler bereits 1966 die Rückrechnung erteilter auf angemeldete Patente gefordert (1966, 21).

Der von Scherer (1982) für die Mitte der 70er Jahre ermittelte durchschnittliche Zeitabstand von 1,6 Jahren zwischen Anmeldung und Erteilung eines US-Patentes ist allerdings für die gegenwärtige Situation nicht mehr realistisch. Nach Angaben des USPTO liegt gegenwärtig die durchschnittliche Erteilungsdauer bei etwa 1,8 Jahren, wobei aber zwischen den verschiedenen Prüfungsabteilungen erhebliche Unterschiede bestehen. Seit einigen Jahren bemüht sich das USPTO durch eine Aufstockung der Prüferzahl von 800 auf 1400 um eine Verkürzung der Erteilungsdauer, wodurch etwa Ende 1989 eine durchschnittliche Spanne von 1,5 Jahren erreicht werden soll, die dann der international üblichen Offenlegungsfrist entspräche. Gerade im Bereich von Zukunftstechnologien wie beispielsweise der Gentechnik oder der Mikroelektronik sei es jedoch schwer, in ausreichendem Maße qualifiziertes Personal zu rekrutieren, weshalb hier deutliche größere Zeiträume zwischen Anmeldung und Erteilung lägen (Lawson, Myers 1987).

Zur Überprüfung der eigenen Erhebungen beim USPTO wurde stichprobenartig für die vier untersuchten Technikfelder geprüft, welchen Anmeldejahren die im Jahre 1985 erteilten Patente zuzuordnen sind. Es ergibt sich eine über die untersuchten Technologien gemittelte Verteilung nach Tabelle 2.1-1, aus der

sich - zumindest als grober Orientierungswert - als arithmetisches Mittel eine durchschnittliche Erteilungsdauer von 2,3 Jahren berechnen läßt. Auch im Bereich der ausgewählten forschungsintensiven Gebiete gibt es also überdurchschnittliche Verzögerungen bei der Patenterteilung. Leitet man für dieselbe Stichprobe die Summenhäufigkeitsverteilung für den zeitlichen Abstand zwischen Patentanmeldung und -erteilung technikspezifisch ab, so ergibt sich eine Verteilung nach Tabelle 2.1-2. Demnach sind in einem Zeitabstand von zwei Jahren lediglich knapp 60 % der Patente erteilt worden, eine Repräsentation, die für zuverlässige Aussagen nicht ausreichen dürfte. Die in Tabelle 2.1-2 angegebene Aufschlüsselung nach Technikfeldern weist im übrigen für den Zeitabstand von zwei Jahren eine sehr hohe technikspezifische Schwankungsbreite bezüglich der Erteilungsrate aus. Nach drei Jahren wird insgesamt ein Niveau von 94 % erreicht, wobei immer noch ein technikabhängiges Schwankungsintervall von mehr als 5 % vorliegt. Erst nach vier Jahren sind wirklich statistisch gesicherte Aussagen möglich: In der Gesamtstichprobe sind rund 99 % der Patente erfaßt, wobei in einem Fall (immobilisierte Enzyme) die Menge immer noch erst bei 96 % liegt. Insgesamt können somit bei einer Erhebung zu Beginn des Jahres 1986 nur über Anmeldungen aus dem Jahre 1981 zuverlässige Aussagen getroffen werden; Aussagen über das Anmeldejahr 1982 sind noch vertretbar, aber mit einem nicht zu vernachlässigenden Fehler behaftet. Allerdings werden einige Patente rascher als international üblich (18 Monate) erteilt und damit inhaltlich erschließbar (gemäß Tabelle 2.1-1 schätzungsweise um die 10 v.H.).

Innerhalb der Stichprobe konnte kein signifikanter Unterschied in der Erteilungsdauer zwischen Inlandsanmeldungen und Patenten von Ausländern - etwa im Sinne eines systematischen Vor- bzw. Nacheilens - festgestellt werden. Da, wie oben erläutert, die Anmeldedaten von Prioritätsanmeldungen und davon abhängigen Auslandsanmeldungen in der Regel ein Jahr auseinanderliegen, müssen die oben genannten Zeitspannen bei Ausländern auf vier bzw. fünf Jahre erhöht werden, wenn es um die Bestimmung des Zeitpunkts der Erfindung (Prioritätsanmeldung, nicht US-Anmeldung) geht. Unter "Alter" der Erfindung soll die Periode zwischen US-Erteilung und Prioritätsdatum verstanden werden. Abbildung 2.1-1 zeigt die zugehörige, für Ländervergleiche maßgebliche Verteilung der Summenhäufigkeit (die erhobenen Jahreswerte wurden mit einem Ausgleichspolynom geglättet).

Tabelle 2.1-1: Verteilung der Anmeldejahre für die im Jahre 1985 am USPTO erteilten Patente (Stichprobenumfang: 627 Patente)

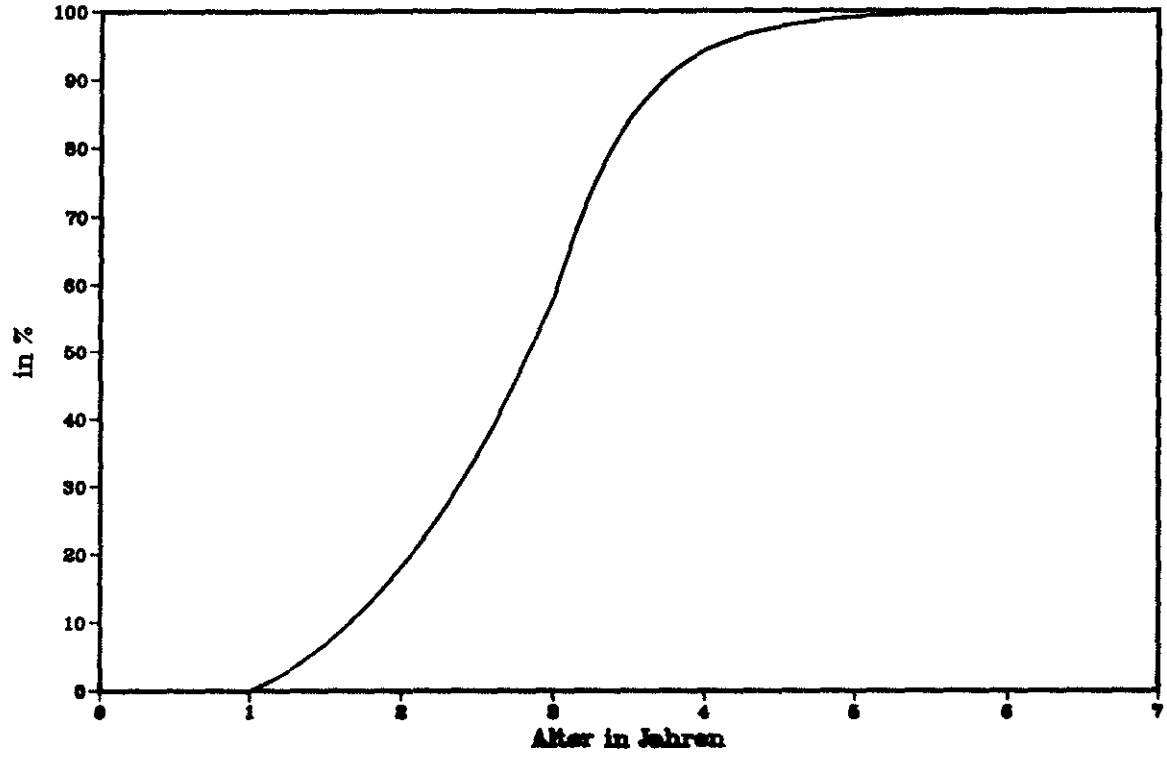
Anmeldejahr	Anteil in Prozent
1979	0,3
1980	0,6
1981	4,8
1982	36,2
1983	39,9
1984	17,7
1985	0,5

Tabelle 2.1-2: Summenhäufigkeitsverteilung in Prozent für den Zeitabstand zwischen Patentanmeldung und -erteilung beim USPTO für das Erteilungsjahr 1985 (Stichprobenumfang: 627 Patente)

Technikfeld	Erteilungszeit in Jahren					
	1	2	3	4	5	6
Stichprobe	18,2	58,1	94,3	99,1	99,7	100,0
darin:						
Roboter	12,4	60,7	94,4	100,0	100,0	100,0
Laser	11,8	40,2	92,6	98,7	99,5	100,0
Photovoltaik	37,2	79,7	97,3	99,3	100,0	100,0
Immobilisierte Enzyme	12,0	70,0	92,0	96,0	98,0	100,0

Unter der Annahme, daß zwischen der Patentanmeldung, der ersten wirtschaftlichen Nutzung und der breiten Marktdiffusion eines Produktes ein Zeitraum von durchschnittlich mindestens drei oder vier Jahren liegt, ist aufgrund der obigen Vorüberlegungen die Frühindikatorfunktion von US-Patentdaten wie folgt einzugrenzen: statistisch gesicherte Patentdaten liegen etwa gleichzeitig mit der Markteinführung neuer Produkte vor. Allerdings kann deren ökonomische

Abbildung 2.1-1: Summenhäufigkeitsverteilung für das Alter der Erfindung bei Patenterteilung am USPTO für das Erteilungsjahr 1985 (Stichprobenumfang: 627 Patente)

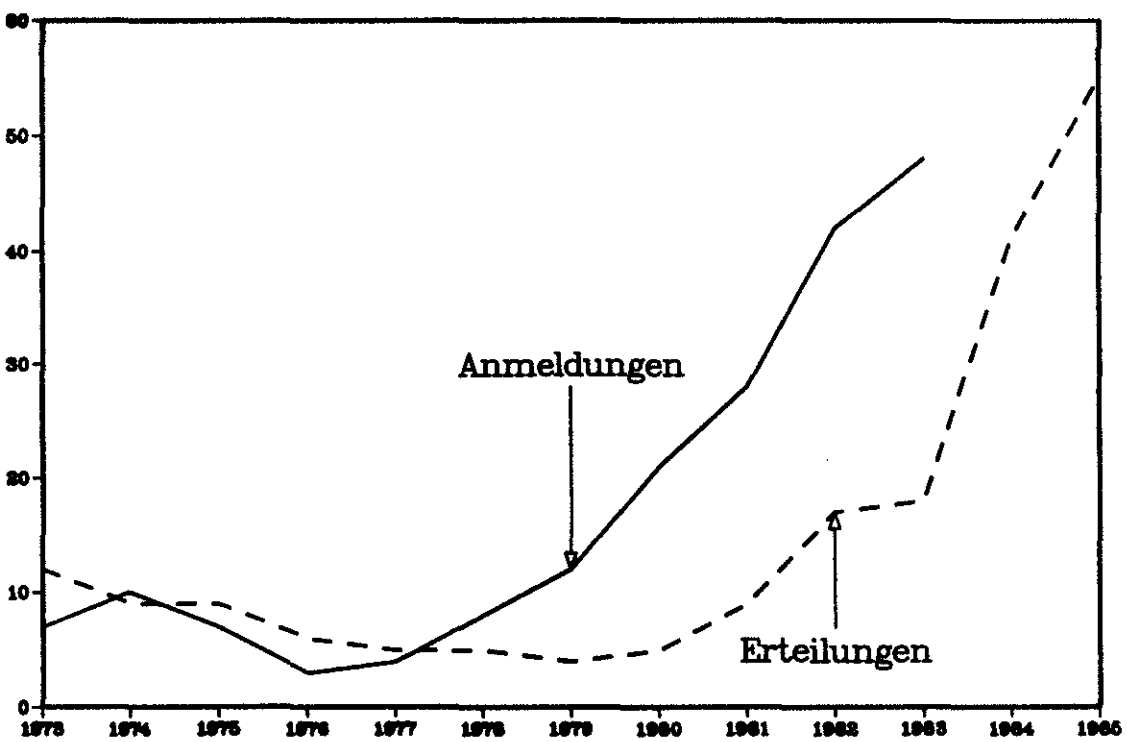


Wirkung systematisch disaggregiert aus den Wirtschaftsstatistiken erst mit einem Verzug von einem Jahr (nationale Wirtschaftsdaten) bzw. von zwei und mehr Jahren (internationale Handelsdaten) beobachtet werden. US-Patentanalysen sind mithin ein bis zwei Jahre "früher" als Wirtschaftsanalysen durchzuführen. Zumindest in technischen Bereichen mit kurzem Produktzyklus sind allerdings statistisch gesicherte Prognosen auf der Basis von USPTO-Patenten mit Vorsicht zu handhaben. Unter Verzicht auf eine einigermaßen vollständige Anmeldestatistik und Inkaufnahme der damit möglichen Irrtümer ("weak sig-

nals") können US-Patentanalysen aber Hinweise auf den technologischen Strukturwandel vor der Einführung neuer Produkte liefern. (Zum Zeitverzug zwischen Patent- und Wirtschaftsdaten bei den untersuchten Technikfeldern siehe auch Abschnitt 9).

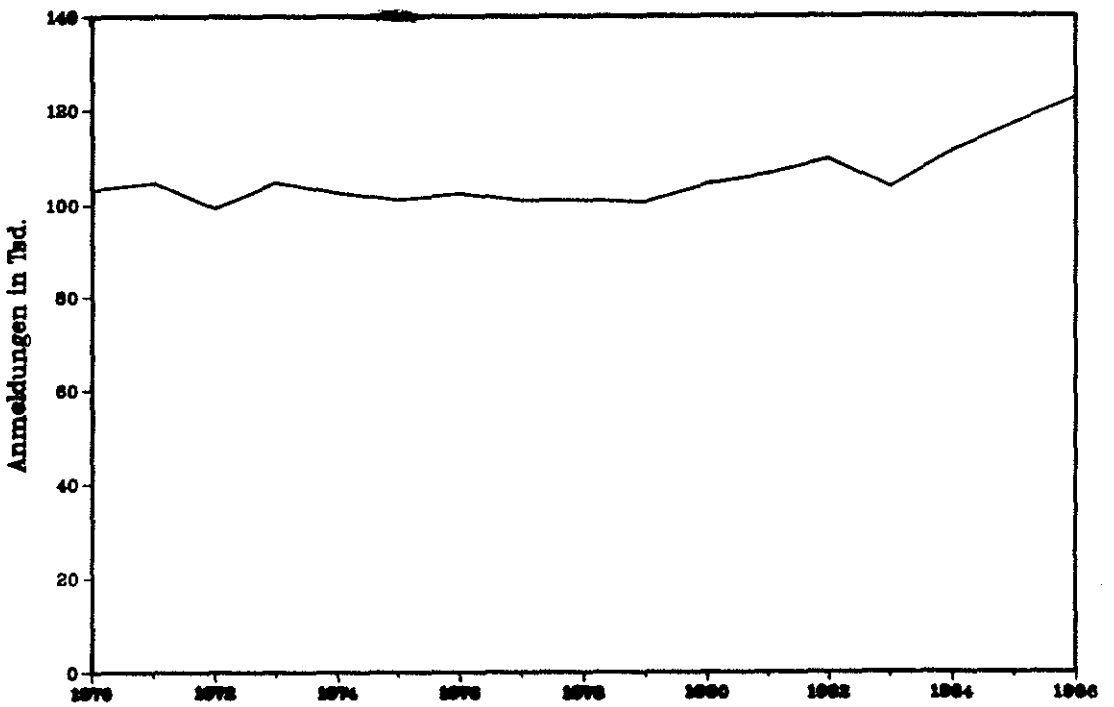
Eine Untersuchung von US-Patenten anhand von Erteilungsjahren hat den scheinbaren Vorteil der Vollständigkeit der Datengrundlage. Tatsächlich bleibt aber der reale Zeitpunkt der Priorität bzw. Erstanmeldung der Patente eines Erteilungsjahres offen, da der in Abbildung 2.1-1 für das Einteilungsjahr 1985 dargelegte zeitliche Zusammenhang zwischen Erstanmeldung und Erteilung nur bedingt auf frühere Erteilungsjahre und andere Technikfelder übertragbar ist. Dieser Sachverhalt soll anhand der Abbildung 2.1-2 näher erläutert werden, welche für japanische Roboter-Patente am USPTO den zeitlichen Verlauf der Anmeldungen und der Erteilungen zeigt. Danach geben die Erteilungen den generellen Trend der Anmeldungen richtig wieder, wobei Mitte der 70er Jahre ein

Abbildung 2.1-2: Verlauf der Anmeldungen und Erteilungen japanischer Industrieroboter-Patente am USPTO 1973 bis 1985



Zeitverzug von etwa einem Jahr, Mitte der 80er Jahre von etwa zwei Jahren zu beobachten ist. Im Detail gibt es aber deutliche Unterschiede, was an der Abflachung der Erteilungskurve im Jahre 1983 besonders augenfällig wird, welche bei den Anmeldungen keinerlei Entsprechung findet. Derartige, immer wieder zu beobachtende Differenzen sind auf institutionelle Unregelmäßigkeiten in den Prüfungsabteilungen des USPTO zurückzuführen. Da nur die Anmeldungen die realen Erfindungsaktivitäten widerspiegeln, sollten daher bei Analysen auf der Basis von Patenterteilungen mehrere Jahre aggregiert werden, um institutionelle Unregelmäßigkeiten auszugleichen.

Abbildung 2.1-3: Patentanmeldungen am USPTO für alle Gebiete der Technik 1970 bis 1986 in Tausend



Analysen auf der Basis von Anmelde- statt Erteilungsjahren sind also grundsätzlich der methodisch bessere Weg zur Erfassung des realen Verlaufs der Erfindungsaktivitäten (so auch Otto 1982, 150; ferner ist einer der Pioniere der Patentanalyse, Schmookler, auf der Basis von Anmeldedaten vorgegangen (1966, 21)). Dennoch sind auch hier institutionelle Einflüsse nicht immer

auszuschließen. Besonders zu erwähnen ist eine Erhöhung der Anmeldegebühren um das Vierfache und eine Neueinführung von Jahresgebühren im Oktober 1982 (Hamburg 1983), welche zu einer Erhöhung der Anmeldeaktivitäten vor dem Änderungstermin und einer spürbaren Zurückhaltung der Anmelder im Jahre 1983 führte. Dementsprechend ist im Verlauf der Gesamtanmeldezahlen am USPTO gemäß Abbildung 2.1-3 ein deutlicher Einbruch für 1983 zu erkennen, wobei in den Folgejahren allerdings ein Wiederanstieg auf das alte Niveau und sogar eine Zunahme der Anmeldungen zu verzeichnen ist. Das dezidierte Wachstum wird von Experten darauf zurückgeführt, daß mit der Gesetzesnovellierung des Jahres 1982 erstmals ein zentrales Berufungsgericht, der Court of Appeals for the Federal Circuit (CAFC), eingeführt und damit die Rechtssicherheit entscheidend erhöht wurde. Ferner wies 1983 die amerikanische Bundesregierung an, daß im Rahmen der gesetzlichen Bestimmungen Unternehmen die Patentrechte aus regierungsgeförderten Projekten zu überlassen seien (Congress 1984).

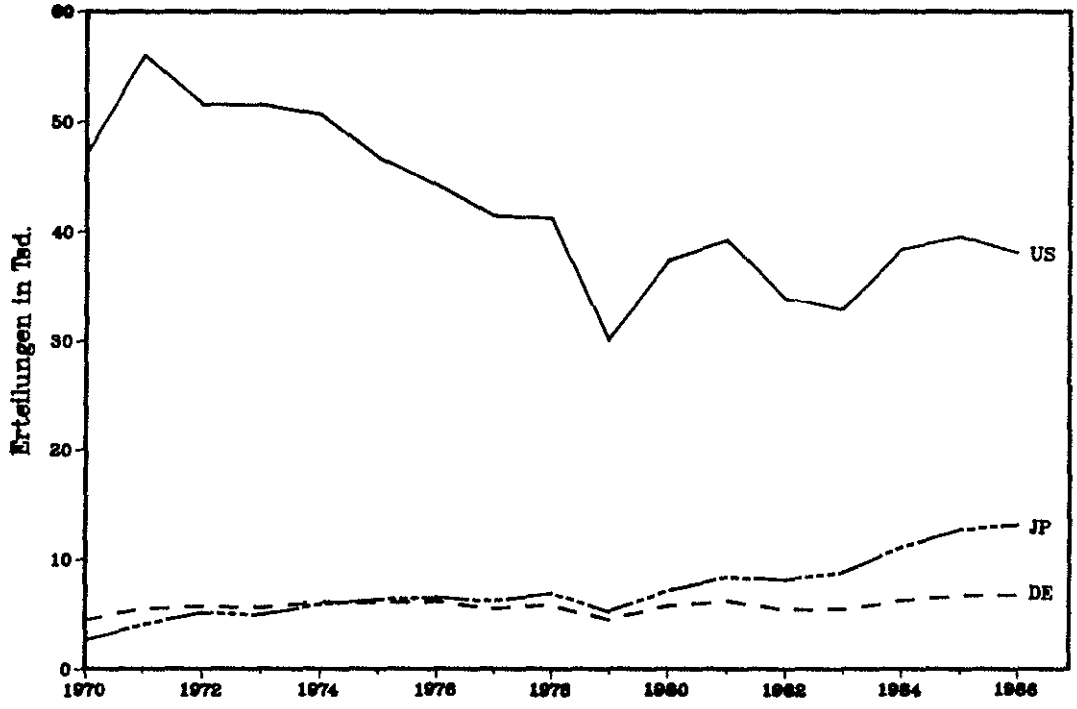
Tabelle 2.1-3: Zahl der Patenterteilungen am US-Patentamt nach Erteilungszeiträumen (Quelle: USPTO/TAF)

Land	Anzahl der Erteilungen (absolut)			Prozentualer Anteil an allen Patenterteilungen		
	1975-78	1979-82	1983-86	1975-78	1983-84	1983-86
USA	173 734	140 554	148 914	63,5	60,0	55,9
Japan	26 023	28 912	45 858	9,5	12,3	17,2
Bundesrepublik	23 603	21 934	25 146	8,6	9,4	9,4
Frankreich	9 002	7 848	8 826	3,3	3,3	3,3
Großbritannien	11 414	8 925	9 106	4,2	3,8	3,4
Summe der fünf Länder	243 776	208 173	237 850	89,1	88,8	89,2
Summe aller Länder	273 597	234 332	266 581	100,0	100,0	100,0

Ein gewisser Vorteil der Verwendung von Patenterteilungen anstelle von -anmeldungen besteht in der größeren Aktualität der Daten, was ebenfalls anhand von Abbildung 2.1-2 demonstriert werden soll. Auf der Basis von Anmeldungen sind aus den oben dargelegten Gründen lediglich Aussagen bis zum Anmeldejahr 1982 zuverlässig. Bei der Recherche lagen US-Patentdaten bis zur 20. Kalen-

derwoche 1986 vor, so daß für das Jahr 1983 etwa 80 bis 85 % aller Anmeldungen erfaßt sein dürften. Eine entsprechende Hochrechnung auf 100 % für das Jahr 1983 führt zu dem strichpunktiert eingezeichneten Anmeldungsverlauf, welcher durch die Erteilungskurve der Tendenz nach recht gut vorgezeichnet wird. Die höhere Aktualität des Erteilungsverlaufs resultiert aus der Tatsache, daß in die Erteilungen des Jahres 1985 zum Teil auch schon Anmeldungen aus dem Jahre 1984 eingehen.

Abbildung 2.1-4: Verlauf der Patenterteilungen am USPTO 1970 bis 1986 für Anmelder aus den USA, Japan und der Bundesrepublik Deutschland in Tausend (Quelle: USPTO/TAF)



Gegenwärtig beträgt die Gesamtzahl der jährlichen Patenterteilungen beim USPTO etwa 70.000 Stück; Tabelle 2.1-3 gibt hier eine Aufschlüsselung auf die fünf größten Volkswirtschaften wieder. Abbildung 2.1-4 zeigt den Verlauf der Patenterteilungen für die USA, Japan und die Bundesrepublik, wobei ein starkes zeitliches Abnehmen des US-Anteils bei einer markanten Zunahme japanischer Patente zu beobachten ist. Die häufig vorgetragene Vermutung, daß die

Qualität japanischer Patente vergleichsweise niedrig und somit der quantitative Trend verfälschend sei, wird von Prüfern des USPTO nicht bestätigt. Vielmehr liege die Erteilungsquote japanischer Anmeldungen über der amerikanischer Erfindungen (was für alle Auslandsanmeldungen gilt, s.o.), so daß unter der Annahme eines größeren Wertes von Auslands- gegenüber Inlandsanmeldungen insgesamt von gleichartigen Verhältnissen auszugehen ist (Lawson, Myers 1987).

2.1.2 Deutsches und Europäisches Patentamt

Als repräsentatives Patentamt zum Vergleich von Auslandsanmeldungen bietet sich neben dem USPTO auch das Deutsche Patentamt (DPA) an, da der westdeutsche nach dem US-Markt einer der bedeutendsten nationalen Binnenmärkte ist. Aufgrund der Patentdaten des DPA erscheint ein sinnvoller Vergleich etwa von japanischen und US-amerikanischen Patenten möglich, während deutsche Inlandsanmeldungen, ähnlich wie US-Inlandsanmeldungen beim USPTO, aufgrund des Heimvorteils für Ländervergleiche nur bedingt verwertbar sind.

Als wesentliche Rahmenbedingung ist aber zu beachten, daß seit 1978 für den westdeutschen Markt bestimmte Erfindungen auch beim Europäischen Patentamt (EPA) angemeldet werden können. Beim EPA wird ein zentrales Prüfungsverfahren für bis zu elf europäische Länder durchgeführt; erst nach der Patenterteilung kommt es zu einer Umwandlung in nationale Patente. Bei den derzeitigen Kostenstrukturen lohnt sich eine europäische Patentanmeldung im Vergleich zu mehreren nationalen Anmeldungen dann, wenn in mindestens drei europäischen Ländern Patentschutz erreicht werden soll. Für viele Anmelder kann das europäische Verfahren aber auch aus sprachlichen Gründen attraktiv werden, weil im EPA-Prüfungsverfahren in einem später für die Bundesrepublik gültigen Patent außer Deutsch auch Englisch oder Französisch als Verfahrenssprache gewählt werden kann. Wie Tabelle 2.1-4 eindrucksvoll belegt, kann das EPA nach wie vor steigende Anmeldezahlen verzeichnen. In einer vergleichenden Analyse wurde die EPA-Praxis als "allgemein akzeptables Modell" gelobt (Kalikow 1985, 633). Aus den Tabellen 2.1-5 und 2.1-6 geht ferner hervor, daß Ausländer ihre Patentanmeldungen zunehmend vom Deutschen auf das Europäische Patentamt verlagern, wobei insbesondere bei Überseestaaten wie Japan oder den USA die Umgewöhnungsphase noch nicht abgeschlossen ist. In der Summe aus beiden Ämtern sind die Länderanteile weitgehend stabil (Tabelle 2.1-7). Die Summe enthält alle Patente mit Schutzwirkung in der Bundesrepublik Deutschland. Hierfür wird in dieser Arbeit die Kurzbezeichnung "ED" gewählt.

Tabelle 2.1-4: Zahl der publizierten Anmeldungen am Europäischen Patentamt (Quelle: EPAT)

Jahr der Offenlegung	Anzahl
1978	112
1979	5976
1980	14232
1981	22513
1982	25153
1983	29159
1984	32393
1985	36382
1986	41123

Tabelle 2.1-5: Zahl der publizierten Anmeldungen am Deutschen Patentamt nach Prioritätszeitraum (Quelle: PATDPA)

Land	Anzahl der Anmeldungen (absolut)		Prozentualer Anteil an den Gesamtanmeldungen	
	1981-82	1983-84	1981-82	1983-84
USA	6771	4597	8,4	6,2
Japan	9026	7682	11,1	10,3
Bundesrepublik	54372	53404	67,2	72,0
Frankreich	1345	942	1,7	1,3
Großbritannien	1683	1089	2,1	1,4
Summe der fünf Länder	73197	67714	90,5	91,2
Summe der Anmeldungen (aller Länder)	80885	74223	100,0	100,0

Im Hinblick auf einen Ländervergleich auf der Basis des deutschen Marktgeschehens müssen also Daten des DPA und zusätzlich des EPA herangezogen werden. Dies schon deshalb, weil gut 90 % aller EPA-Anmeldungen die Bundesrepublik Deutschland als Bestimmungsland benennen oder eine deutsche Priorität besitzen. Derzeit ist aber eine ausschließliche Betrachtung von EPA-Anmeldun-

Tabelle 2.1-6: Zahl der am Europäischen Patentamt mit Benennung "DE" publizierten Anmeldungen nach Prioritätszeiträumen (Quelle: PATDPA)

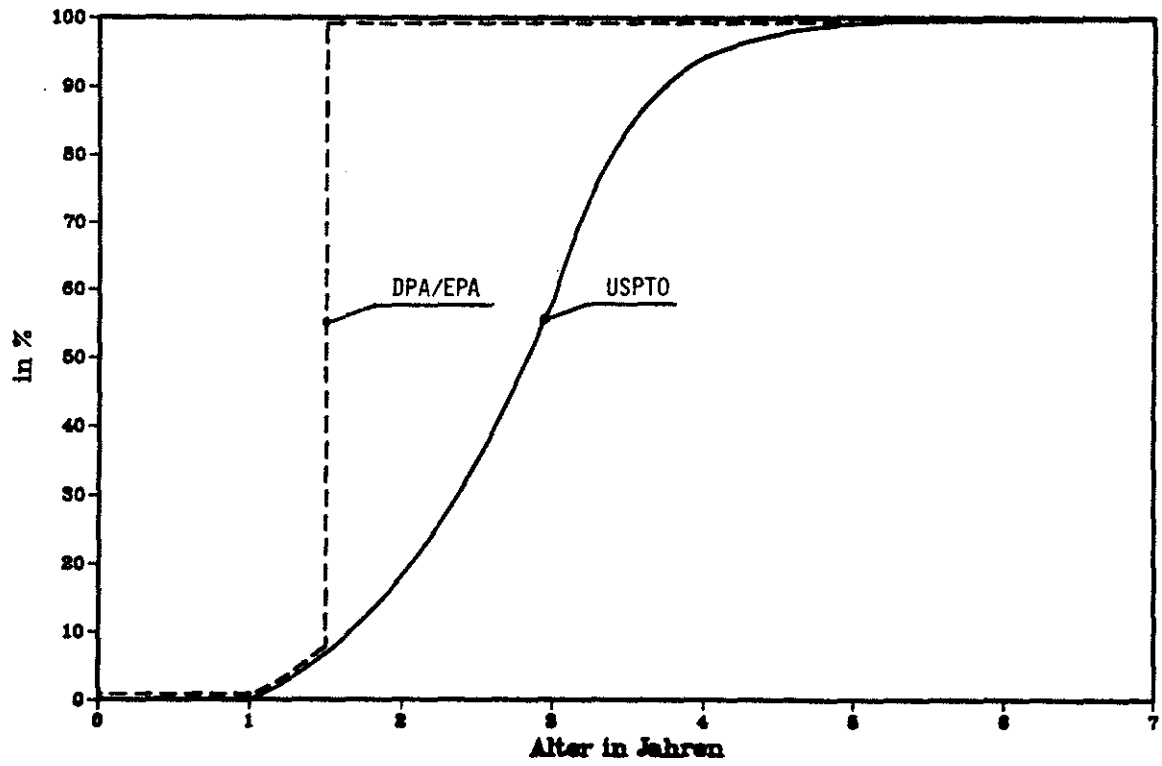
Land	Anzahl der Anmeldungen (absolut)		Prozentualer Anteil an den Gesamtanmeldungen	
	1981-82	1983-84	1981-82	1983-84
USA	16188	20493	27,6	27,7
Japan	8108	11389	13,8	15,4
Bundesrepublik	10338	14037	17,6	18,9
Frankreich	5504	6165	9,4	8,3
Großbritannien	5869	6697	10,0	9,0
Summe der fünf Länder	46007	58781	78,4	79,3
Summe der Anmeldungen (aller Länder)	58697	74037	100,0	100,0

Tabelle 2.1-7: Zahl der am Deutschen Patentamt oder am Europäischen Patentamt mit Benennung "DE" publizierten Anmeldungen nach Prioritätszeiträumen; in dieser Arbeit mit "ED" bezeichnet (Quelle: PATDPA)

Land	Anzahl der Anmeldungen (absolut)		Prozentualer Anteil an den Gesamtanmeldungen	
	1981-82	1983-84	1981-82	1983-84
USA	22959	25090	17,7	18,7
Japan	17134	19071	13,3	14,2
Bundesrepublik	54372	53404	41,1	39,8
Frankreich	6849	7107	5,3	5,3
Großbritannien	7552	7786	5,8	5,8
Summe der fünf Länder	108866	112458	84,2	83,8
Summe der Anmeldungen (aller Länder)	129244	134223	100,0	100,0

gen nur bedingt sinnvoll, weil die Übergangsphase offensichtlich nach wie vor andauert. Für zukünftige Untersuchungen wird allerdings eine ausschließliche Analyse von EPA-Daten sehr interessant werden, weil europäische Anmeldungen, wie oben erläutert, auf mindestens zwei bis drei Auslandsanmeldungen abzielen und somit ein zusätzliches Qualitätskriterium erfüllt wird. Allerdings ist bei europäischen Staaten im Vergleich zu Japan und den USA auch bei einer ausschließlichen Betrachtung von EPA-Anmeldungen noch mit einem regionalen Heimvorteil zu rechnen.

Abbildung 2.1-5: Alter zwischen Priorität und Veröffentlichung bei Auslandsanmeldungen am USPTO, EPA oder DPA (Summenhäufigkeitsverteilung)



Im Gegensatz zum USPTO werden bei EPA und DPA sämtliche Patentanmeldungen 18 Monate nach Prioritätsdatum als sogenannte Offenlegungsschrift bzw. Erstpublikation veröffentlicht, auch wenn das Prüfungsverfahren noch nicht abgeschlossen ist. Werden diese Erstpublikationen einer Patentanalyse zugrundege-

legt, entfällt zwar das Qualitätskriterium der Patenterteilung. Dafür ist aber der Zeitverzug gegenüber dem für die Beurteilung einer Erfindung maßgeblichen Prioritätsdatum so gering, daß in jedem Falle von einer Frühindikatorfunktion gesprochen werden kann. Der erhebliche Vorteil gegenüber US-Daten wird aus Abbildung 2.1-5 ersichtlich, in der die Summenhäufigkeitsverteilung des Publikationszeitpunktes für die drei Patentämter einander gegenübergestellt werden. In Abbildung 2.1-5 ist wie bei Abbildung 2.1-3 der Fall der Auslandsanmeldungen gewählt. Bei den Anmeldungen beim DPA bzw. EPA kommt es bei einigen wenigen Anmeldungen, den sogenannten überrollenden Patenten, schon kurz nach dem Einreichen zur Erteilung, so daß eine Veröffentlichung schon vor Ablauf von 18 Monaten ab Prioritätsdatum erfolgt. Alle übrigen Anmeldungen sind dann spätestens nach 18 Monaten für die Öffentlichkeit zugänglich.

2.1.3 Japanisches Patentamt

Das japanische Patentamt (JPO) ist durch eine ungewöhnlich hohe Zahl von Inlandspatentanmeldungen gekennzeichnet (im Jahr 1986 fast 300.000; siehe JPO 1987a, 103). Davon werden nur etwa 60 % einem Prüfungsverfahren unterzogen (JPO 1987b) und nur etwa 20 % erteilt. Die Berücksichtigung japanischer Inlandspatentanmeldungen ist daher - obwohl mit der neuen englischsprachigen Datenbank JAPIO, die in Europa von Pergamon (London) angeboten wird, nunmehr ein Recherchenzugang besteht - von fraglichem Wert. Japanische Auslandspatente sind dagegen in der vorliegenden Arbeit via USPTO, EPA und DPA erfaßt. In dieser Untersuchung wurde mithin das JPO nicht als repräsentatives Patentamt angesehen; dementsprechend wurden keine Recherchen mit der Datenbank JAPIO durchgeführt.

Die hohen japanischen Inlandszahlen sind nur vor dem Hintergrund einiger Besonderheiten des japanischen Patentsystems zu verstehen. Zur Begründung der Außerachtlassung von JPO-Inlandsanmeldungen sei auf folgende Punkte verwiesen: Die Aufgaben des japanischen Patentamts umfassen neben der Schutzrechtsadministration auch die Patentinformation und die Förderung des gewerblichen Rechtsschutzes (Rahn 1982, 585, JPO 1987b). Vor allem die Kombination der letztgenannten Aufgaben, nämlich die Nutzung der in den Patentdokumenten befindlichen technischen Informationen zum innovativen Wettbewerb werden als bedeutende Aufgabe gesehen. Demgemäß wird auch symbolträchtige Werbung für Patentschutz betrieben. Der 18. April jeden Jahres ist der Tag der Erfindung

und wird als nationaler Gedenktag begangen. Öffentliche Vortragsveranstaltungen und Plakataktionen finden anläßlich dieses Tages statt (JPO 1987b). Zur Innovationsförderung werden vom Kaiserhaus, der Regierung und der Industrie gestiftete Preise an Erfinder und Personen vergeben, die sich um das Erfindungswesen verdient gemacht haben (Rahn 1982, 586). Es gibt nationale und lokale Belobigungszeremonien zur Würdigung erfinderischer Leistungen. Zur Zeit existieren 23 Erfinderclubs für Kinder und Jugendliche mit mehr als 30.000 Mitglieder (JPO 1987b), es findet eine nationale Ausstellung für Erfindungen von Schulkindern und eine nationale Ausstellung für Erfindungen von Lehrern statt. Es gibt inzwischen eine private Patenthochschule, deren Absolventen den Titel Patentinformatiker tragen (JPO 1987a, 52f).

Das Patentamt schickt regelmäßig einige Beamte für mehrere Jahre an die japanischen Auslandsbotschaften in den wichtigsten Ländern. Sie haben einen ähnlichen Status wie der Wissenschaftsattaché. Zur Zeit sollen es etwa zehn sein (Wakasugi 1984, 658, JPO 1987b). Das japanische Patentamt hat immer wieder bestimmte Unternehmen aufgefordert, mehr Auslandspatente anzumelden (Rahn 1982, 579). Der Grund für dieses Verhalten ist nicht vollständig klar. Rahn behauptet, dies hinge damit zusammen, daß Verhandlungsmasse geschaffen werden soll, um sich auch künftig den Zugang zu westlicher Technologie zu sichern. Es gibt jedoch beharrliche Hinweise (JPO 1987b), daß dies ausschließlich den Zweck habe, die Unternehmen dahingehend zu erziehen, daß sie nicht so immens viele Inlandspatente anmelden. Erfahrungen mit Auslandsanmeldungen würden die Patentabteilungen der Anmeldefirmen läutern. Vermutlich trifft beides zu, denn der Läuterungsprozeß bedeutet ja, daß die angemeldeten Patente der Unternehmen mit ihrer wirtschaftlichen Tätigkeit in einen besseren Zusammenhang gebracht werden und nicht nur Symbolcharakter tragen sollen. Insofern ist kein Widerspruch zu Rahn auszumachen. Das japanische Amt unterstützt Einzelpersonen sowie mittelständische Unternehmen bei der Anmeldung von Erfindungen im Ausland und verwendet wie alle japanischen Behörden zum Zwecke der Wirtschaftslenkung das Instrument der "administrativen Anleitung". Hiermit sind Maßnahmen ohne Rechtswirkung gemeint, die einer Weisung, Aufforderung, Warnung oder Empfehlung sowie Ermunterung gleichkommen (Rahn 1982, 579). Etwa erfolgten die oben erwähnten Aufforderungen zur Auslandsanmeldung auf dem Wege der administrativen Anleitung (JPO 1987b).

Die Zusammenarbeit des japanischen Patentamts mit der Wirtschaft ist hervorragend: ausscheidende Präsidenten des Amts treten im allgemeinen als Direkto-

ren bei größeren Firmen ein, der vorige Präsident wurde allerdings Staatssekretär im MITI. Die mittlere Verweildauer von Präsidenten am japanischen Patentamt beträgt im Durchschnitt zwei Jahre (JPO 1987b). Als Muster für Patenterwerb dient den Beschäftigten das betriebliche Vorschlagswesen (Rahn 1982, 597). Patentanmeldungen werden dadurch aus dem Bereich des Genialen in den normalen Alltag geholt. Vor diesem Hintergrund sind auch die recht geringen Vergütungen zu sehen, die im wesentlichen denjenigen aus dem betrieblichen Vorschlagswesen entsprechen. Als Zwischenglied zwischen Vorschlag und Erfindung spielen die Gebrauchsmuster eine entsprechend große Rolle; vgl. deren aufwendiges Prüfungsverfahren (JPO 1987b). Vor dem Hintergrund des Vorschlagswesens mag es auch verständlich erscheinen, daß viele Patente in ihrer Erfindungshöhe sehr niedrig sind bzw. daß die amtlichen Anforderungen an die Erfindungshöhe aus betrieblichen Gründen niedrig gehalten werden müssen. Entsprechend hat auch ein ehemaliger Präsident des JPO mit großer Präzision im Unterton formuliert: "Dadurch wird das Gefühl der Partizipation verstärkt, und, obwohl die Vorschläge vielleicht nicht die fortgeschrittenste Technologie hervorbringen, so führen sie doch zu technischen Verbesserungen." (Wakasugi 1982, 658). Vor dem Hintergrund der langjährigen Übernahme ausländischer Erfindungen und deren Detailverbesserungen ist die Ausrichtung auf kleine Erfindungen sogar außerordentlich zielgerichtet im Sinne der gesamthaften japanischen Innovationspolitik der vergangenen Jahrzehnte. Die hohe Zahl von Patentanmeldungen hat neben Wettbewerbsgesichtspunkten also vor allem Gründe, die im internen Belohnungssystem der Firmen liegen. Dabei spielt die Vergütung nach dem Arbeitnehmererfinderrecht keine Rolle, denn eine Erfindung wird etwa mit 5.000 Yen abgegolten (entspricht etwa 60 DM). Das ist ein Betrag, wie er aus dem betrieblichen Vorschlagswesen bekannt ist, der sicherlich keine darüber hinausgehende Motivation ausüben kann.

Aus dem oben Gesagten resultiert - jedenfalls bezogen auf Inlandsanmeldungen - eine am Weltstandard gemessene geringe Qualität japanischer Anmeldungen. Diese geringe Qualität wird vom japanischen Amt offiziell bestätigt (JPO 1987a, 1). Das JPO hat in einem einem Weißbuch ähnlichen Bericht folgende acht Punkte für die geringe Qualität und damit die hohe Zahl japanischer Inlandsanmeldungen namhaft gemacht (übersetzt von Rahn 1982, 595f):

- Unternehmensseitig: Benutzung der Anmeldungen für Werbezwecke und zur Anhebung der innerbetrieblichen Motivation, ungründliche vorherige Recherchentätigkeit, Zunahme von Defensivanmeldungen;
- Patentamtsseitig: Rechtserteilung auch bei geringer Erfindungshöhe auf-

grund einer mangelnden Qualität der Prüfungen, niedrige Gebühren für Anmeldungen und Prüfungsanträge;
- Patentanwaltsseitig: Formal und inhaltlich unzulängliche Anmeldungen aufgrund von Überlastung und unvollkommene Organisation der Recherchendienste und Informationssysteme.

Diese Mängel bestehen fort (JPO 1987b, Marwinski, Rodatz 1987). Als Gegenmaßnahme wurden alle Sätze für Anmeldungs- und Jahresgebühren sowohl für Patente als auch für Warenzeichen und Gebrauchsmuster im Jahr 1984 um 50 % erhöht. Im Jahre 1987 erfolgte erneut eine Anhebung von 50 % (bei Warenzeichen um 30 %). Alle Gebühren haben sich inzwischen also verdoppelt; eine weitere Preiserhöhung dürfte nicht in Sicht sein. Der Effekt auf die Anmeldezahlen war praktisch nichtig (JPO 1987b). Auch eine weitere Maßnahme droht zu verpuffen: Obwohl das Gesetz es seit 1975/76 zuläßt, mehrere Patentansprüche in einer Anmeldung unterzubringen, müssen diese nach dem Wortlaut des Gesetzes "einheitlich" sein. Das bedeutet in der Praxis eine dermaßen große Hürde, daß weniger stark verbundene Ansprüche nicht kombiniert werden können. Es ist derzeit eine Gesetzesänderung geplant, die ab 1988 die Einheitlichkeit weniger eng faßt. Wie sich dies auswirken wird, läßt sich noch nicht überblicken (Marwinski, Rodatz 1987). Es wird die Erwartung geäußert, daß die Zahl der Patentanmeldungen daraufhin sinkt; insgesamt dürfte es aber ein kleiner Effekt sein (JPO 1987b).

2.2 Weltweite Zahl der Patentanmeldungen

Anstelle eines Vergleichs von Auslandsanmeldungen bei einem repräsentativen Patentamt ist es auch möglich, das Vorliegen einer Auslandsanmeldung unabhängig vom Zielpatentamt als Qualitätskriterium zu wählen. Eine derartige Analyse ist auf der Basis von Patentdaten des International Patent Documentation Center (INPADOC), Wien, möglich, bei welchem die Patentanmeldungen für alle relevanten Industrieländer zentral erfaßt werden. Im Hinblick auf die Auswertung der Daten besteht die Möglichkeit, durch die Vorgabe einer Mindestzahl von Auslandsanmeldungen je Prioritätsanmeldung ein unterschiedlich stark gewichtetes Qualitätskriterium einzuführen. Beispielsweise gibt Faust (1984) eine Schwelle von 15 Auslandsanmeldungen vor, um sogenannte Schlüsselpatente zu identifizieren.

Im Rahmen des vorliegenden Projekts hat das Ifo-Institut in Absprache mit dem FhG-ISI für die vier oben benannten Technikfelder eine entsprechende Analyse

vorgenommen, bei der neben der Zahl der weltweiten Prioritäten auch die der Erfindungen mit mindestens einer Auslandsanmeldung erfaßt und zusätzlich die Summe aller zugehörigen Auslandsanmeldungen ermittelt wurde.

Die Frage, wie aktuell und wie geeignet für Zwecke der Früherkennung neuer technischer Entwicklungen INPADOC-Daten sind, konnte nicht systematisch untersucht werden, da das ISI diese Datenbank nicht benutzte (zu den Gründen siehe Abschnitt 3.3). Es ist jedoch aus den in 2.1.1. und 2.1.2. dargelegten Sachverhalten ohne weiteres ableitbar, daß INPADOC in zeitlicher Hinsicht nicht besser sein kann als die meldenden nationalen Patentämter. Für eine gute Repräsentation sind vor allem die großen Patentämter entscheidend; daher dürfte die Eignung zur Früherkennung höchstens so gut wie die des USPTO sein, das heißt, statistisch gesicherte Prognosen in technischen Bereichen mit kurzem Produktzyklus sind nicht "früh" möglich, es sei denn, man verzichtete auf eine einigermaßen vollständige weltweite Anmeldestatistik und nähme die entsprechend größeren und nicht näher angebbaren Irrtumswahrscheinlichkeiten in Kauf. Da der Offenlegungszeitpunkt in den USA variiert, sind nationale Patentanalysen am aktuellen Rand akkurater als internationale, weshalb letztere in vorliegender Arbeit nur vergleichend herangezogen werden. Auch andere Autoren, die an einer inhaltlich aufbereiteten prognostischen Patentanalyse arbeiten, ziehen nationale Patentdaten den internationalen vor (Schneider 1983, 144f).

Nach Tabelle 2.1-8 wurden im Prioritätsjahr 1982 weltweit knapp 425.000 Erfindungen zum Patent angemeldet. Von diesen führten etwa 65.000 zu mindestens einer Auslandsanmeldung; d.h. rund ein Sechstel aller Erfindungen weltweit bilden die technologische Grundlage bei der Analyse von Auslandsanmeldungen mit INPADOC-Daten. Insgesamt wurden 1982 etwa 371.000 Auslandsanmeldungen registriert, wovon 44.300 bzw. 11,8 v.H. beim US-amerikanischen, 28.100 bzw. 7,5 v.H. beim japanischen und 35.900 bzw. 9,5 v.H. beim Europäischen Patentamt mit Bestimmungsland Bundesrepublik oder beim Deutschen Patentamt angemeldet wurden. Größte Bestimmungsregion der Auslandsanmeldungen ist Westeuropa mit 272.100 Auslandsanmeldungen, was 72,4 % aller Auslandsanmeldungen entspricht (Faust 1986). Besonders bemerkenswert ist schließlich die Tatsache, daß praktisch alle japanischen Erfindungen mit Auslandsanmeldungen in den USA angemeldet werden, während nur knapp 60 % dieser Anmeldungen auch die Bundesrepublik erreichen. Von den bundesdeutschen Erfindungen mit Auslandsanmeldungen zielen dagegen nur gut 60 % auf den US-Markt.

Tabelle 2.1-8: Weltweite Patentanmeldungen aus dem Prioritätsjahr 1982 (Quellen: Faust 1986, USPTO/TAF, eigene Berechnungen)

Ursprungsland	Erfindungen		Auslandsanmeldungen in den Bestimmungsländern bzw. -regionen			
	insgesamt a)	mit Auslandsanmeldungen c)	USA c)	Japan	Bundesrepublik	Welt insgesamt c)
USA	63316 b)	18707	-	12455	12092	114499
Japan	209729	ca. 14000	ca. 14000	-	8100	ca. 47000
Bundesrepublik	29282	ca. 13000	ca. 8000	5980	-	ca. 73000
Welt insgesamt c)	424699 b)	ca. 65000	44313 b)	28103	35904	ca.371000

a) entspricht den Inlandsanmeldungen gemäß INPADOC (außer für die USA)
b) Zahlen nach USPTO/TAF für die USA
c) Die Zahlen der Patenterteilungen am USPTO wurden unter der Annahme einer Erteilungsquote von 65 % auf die Zahl aller Anmeldungen hochgerechnet. Die davon betroffenen Werte der Tabelle sind durch die Angabe 'ca.' gekennzeichnet (vgl. Abschnitt 2.1.1).

2.3 Quantitativ faßbare Qualitätsmerkmale von Patenten

Rein theoretisch ließe sich eine Vielzahl von Qualitätsmerkmalen für Patente konstruieren. Da im vorliegenden Projekt bewußt auf eine manuelle Datensammlung und -auswertung verzichtet wurde, werden im folgenden nur die Qualitätsmerkmale diskutiert, die in Patentdatenbanken enthalten und maschinell auswertbar sind. Wie weit manuell erfaßbare Qualitätsmerkmale erhebbar und wie tragfähig sie sind, ist in einer früheren Arbeit ausführlich niedergelegt worden (Kuntze et al. 1975), die vor dem Entstehen der heute verfügbaren Patentdatenbanken beendet wurde.

2.3.1 Zahl der Patentanmeldungen

Das einfachste und am häufigsten herangezogene Merkmal bei Patentanalysen ist die Zahl der Patentanmeldungen (vornehmlich in den USA auch manchmal die der Patenterteilungen); es wird üblicherweise in Form von Zeitreihen aufbereitet. Bei einem Ländervergleich kann es auch sinnvoll sein, einzelne zeitliche Etappen zusammenzufassen und hierfür Rangfolgen der in einem Technikfeld en-

gagierten Gruppen (z.B. Forschungsinstitute, Firmen, Nationen) zu ermitteln.

Der Vergleich absoluter Anmeldezahlen ist ein erster sinnvoller Indikator für die Erfindungsaktivität der untersuchten Gruppen. Allerdings sollte nicht vergessen werden, daß beispielsweise für den Zeitraum 1981 bis 1984 das Verhältnis der Bruttosozialprodukte für die Bundesrepublik, Japan und die USA etwa 1 : 1,6 : 4,7 betrug. Gleiche Anmeldezahlen aus Japan und der Bundesrepublik in einem bestimmten Technikfeld würden somit auf eine zu ihrer Wirtschaftskraft überproportionale Erfindungsaktivität der Bundesrepublik hinweisen.

Das Abzählen von Patenten enthält noch kein Qualitätsmerkmal. Daher wird von Kritikern immer wieder der Wert von derartigen Patentanalysen in Frage gestellt. Die nachfolgenden Abschnitte 2.3.2 bis 2.3.6 stellen eine ausführliche Auseinandersetzung mit dieser Kritik dar, indem Tragfähigkeit und Begrenzungen von Qualitätsmaßen im einzelnen aufgezeigt werden. Einige Kritikpunkte betreffen jedoch die Patentanalyse schlechthin, also alle vorgeschlagenen Patentindikatoren. Drei dieser Argumente zur Patentierneigung werden in diesem Abschnitt vertieft (siehe im übrigen auch Basberg 1987, 133f):

- Wesentliche Bereiche der technischen Entwicklung seien nicht patentierbar und könnten somit im Rahmen von Patentanalysen nicht erfaßt werden;

- ein großer Teil von Erfindungen werde nicht patentiert, sondern statt dessen geheimgehalten;

- gerade in interessanten technischen Bereichen habe der technische Fortschritt ein solches Tempo und sei der Produktzyklus so kurz, daß sich eine Patentierung nicht lohne; in diesen Fällen schützten Innovatoren ihren Vorsprung durch einen "Frühstart" bei der Vermarktung.

Der erste Kritikpunkt der mangelnden Patentierbarkeit trifft in einem für statistische Erhebungen relevanten Ausmaß lediglich für den Bereich der Computer-Software zu, die wegen § 1 Abs. 3 des deutschen Patentgesetzes von 1981 (PatG81) bzw. Artikel 52 Abs. 2 des europäischen Patentgesetzes nicht patentierbar ist. Tatsächlich werden aber in jüngster Zeit sowohl beim EPA als auch beim DPA Rechnerprogramme, die einen technischen Charakter besitzen, zum Patentschutz zugelassen (Betten 1986; Bl. f. PMZ 1987, 1ff). Als "technisch"

werden dabei diejenigen Programme bezeichnet, die ein technisches Gerät oder eine technische Anlage, z. B. auch eine EDV-Anlage, hinsichtlich der Funktion verbessern oder effizienter machen. Alle Maschinensteuerprogramme fallen hierunter. Bei EPA und DPA dürfte sich allerdings diese neue Entwicklung noch schwach in Patentanmeldezahlen widerspiegeln. In den USA und in Japan können dagegen schon seit langer Zeit "technische" Computerprogramme patentiert werden, so daß dort entsprechende patentstatistische Analysen ohne weiteres möglich sind. In anderen Bereichen, insbesondere in der Biotechnologie, führt zumindest in Deutschland und Europa die derzeitige Form des Patentschutzes zu Rechtsunsicherheit (Meermann 1986, Beier, Chrisby, Straus 1985). Ein echter Ausschluß von der Patentierbarkeit betrifft aber nur Einzelfälle, so daß aus statistischer Sicht Patentanalysen nicht beeinträchtigt werden. Auch die Gentechnik stellt patentrechtlich kein Sondergebiet dar. Mikroorganismen können im Wege des Sachschutzes Patentschutz erlangen. In Großbritannien wurde ein unanfechtbares Urteil in einer gentechnischen Verletzungssache verkündet, das die Mindestform von Patentansprüchen präzisierte und das auf ganz Westeuropa ausstrahlt.

Hinsichtlich des zweiten Kritikpunkts ist festzustellen, daß eine Geheimhaltung bei Produkten nur in Ausnahmefällen möglich ist - etwa bei Einzelelementen großtechnischer Anlagen, die für Konkurrenzfirmen oder Kunden nicht zugänglich sind. Eine echte Geheimhaltung ist in der Regel nur bei Verfahren üblich und sinnvoll, da sie hier einerseits mit vertretbarem Aufwand möglich ist und andererseits Patentverletzungen häufig nur schwer feststellbar wären, Patente also nur bedingt schützen können. Dennoch gibt es eine Vielzahl von Verfahrensanmeldungen, die durchaus patentstatistische Analysen erlauben. So werden nach einer neueren Untersuchung von Mansfield (1985) in den Vereinigten Staaten in der pharmazeutischen und der chemischen Industrie, die in wesentlichem Maße auf der Verfahrenstechnik aufbauen, rund 80 % aller patentierbaren Erfindungen auch zum Patent angemeldet. Die vorliegende Arbeit enthält einen eigenständigen indirekten Beleg gegen das Geheimhaltungsargument: bei der Analyse der US-Inhaber von Laserpatenten am USPTO wird offensichtlich, daß militärische Anmelder die zivilen Firmen deutlich übertreffen. (Im Zeitraum 1983-85 überrundeten sie den den zivilen Bereich anführenden Bell-Komplex um mehr als das Dreifache.) Wenn hierbei eine Dunkelziffer an geheimgehaltenen Laser-Erfindungen unterstellt werden soll, so müßte diese wohl einseitig bei zivilen Unternehmen lokalisiert werden - keine sehr plausible Annahme.

Ein Lehrstück in Sachen Geheimhaltung liefert ferner der Schutzrechtserwerb auf dem Gebiet der Laser-Isotopentrennung von Uran in den siebziger Jahren: die Forschungsarbeiten begannen mit öffentlichen Mitteln 1972 im US Los Alamos National Laboratory und 1973 im US Lawrence Livermore Laboratory. Die ersten patentierfähigen Erfindungen wurden nach einigem Hin und Her von Anfang an, also seit 1972, geheimgehalten und nicht zum Patent angemeldet. Der Interessenkonflikt zwischen wirtschaftlichem Vorteil und Sicherheitsvorteil der USA ging auch noch 1974 zugunsten weiterer Geheimhaltung aus (Lester 1981), als westdeutsche Konkurrenz (KWU, Uranit, Battelle) ähnliche Erfindungen beim DPA (Offenlegung 1976) und 1975 beim USPTO (Erteilung 1977) anmeldete. Die Westdeutschen hatten damit eine starke internationale technologische Position auf diesem Gebiet errungen (Grupp, Schmalenströr 1983, 42). Die Fallstudie zeigt, daß nationale oder internationale Konkurrenz selbst in militärisch sensiblen Bereichen den frühzeitigen Patenterwerb erzwingen kann und deshalb eine Geheimhaltungsstrategie in der Regel unterläuft.

Der dritte Einwand des hohen Entwicklungstempos zielt im wesentlichen auf den Bereich der Halbleitertechnik und ihrer Anwendungen ab. Hier wird von den Kritikern verkannt, daß zwar auf dem Markt ständig neue Produkte erscheinen, daß aber deren Technologie nicht völlig neu ist. Basberg (1987, 134f) unterscheidet explizit zwischen "basic patents", die zu Basisinnovationen führen und Patenten, die "minor technical improvements" bedeuten. Die Elemente einer sich fortentwickelnden Produktreihe bauen in technischer Hinsicht aufeinander auf, so daß eine Patentierung durchaus sinnvoll ist. Parallel zu einer zeitlichen Abfolge von Produkten entstehen mehrere voneinander abhängige Patente, wobei die Basispatente einer Produktlinie in ihrem Schutzbereich auch noch spätere Fortentwicklungen betreffen. In Bereichen mit hohem Entwicklungstempo ist somit lediglich eine geringere Patentierneigung zu erwarten, da weniger inkrementale Innovationen zum Patent angemeldet werden. Dieser aufgrund technischer und patentrechtlicher Überlegungen naheliegende Sachverhalt wird ebenfalls durch die Arbeit von Mansfield (1985) bestätigt, wonach in den Bereichen der Büroausrüstung und der Elektrotechnik in den USA 75 bis 83 % aller Erfindungen zum Patent angemeldet werden. Interessant ist in diesem Zusammenhang auch, daß in dem angeblich sehr kurzlebigen Bereich der Computer-Software, bei Programmen für Mikrocomputer, eine Lebensdauer von 10 Jahren, bei Programmen für Großcomputer sogar eine Lebensdauer von 20 bis 25 Jahren angenommen werden kann (Betten 1986).

Bei der Diskussion über die Patentierneigung in Bereichen mit hohem Entwicklungstempo ist schließlich zwischen dem DPA bzw. EPA und dem USPTO zu unterscheiden, da jeweils verschiedene Gesetze hinsichtlich des Schutzbeginnes gelten. Beim DPA bzw. EPA setzt der Patentschutz bei der Erstpublikation, also nach 18 Monaten ein, während beim USPTO eine Schutzwirkung erst ab Erteilung, also häufig erst nach drei oder vier Jahren, entfaltet wird.

Die oben diskutierten Punkte legen in jedem Falle nahe, nur von einer mehr oder weniger stark verringerten Patentierneigung auszugehen, nicht aber von einem vollständigen Fehlen von Patenten. Werden nun Patentanalysen in fachlich einheitlichen Gebieten durchgeführt, so gelten die die Patentierneigung beeinflussenden Faktoren wie die technikspezifische Rechtsprechung, der Geheimhaltungsbedarf etc. für alle beteiligten Anmelder in gleicher Weise, so daß die untersuchte Stichprobe in sich homogen ist und statistische Schlußfolgerungen methodisch ohne weiteres zulässig sind. So werden in Gebieten mit geringer Patentierneigung zwar nicht alle diesbezüglichen Erfindungen erfaßt, doch stellen die zum Patent angemeldeten Erfindungen in der Regel zumindest eine gute Stichprobe dar. In technisch aggregierten Analysen ist das Problem der Patentierneigung aber gravierend (siehe Abschnitt 1).

Die Erhebung jährlicher Anmeldezahlen berücksichtigt nicht, daß der Patentschutz über das Jahr der Erstpublikation bzw. Erteilung hinaus einen unterschiedlich langen Zeitraum anhält. Daher verengt sich der in der Erschließungsphase einer neuen Technologie für erfinderische Lösungen noch freie Schutzraum im Laufe der Zeit, so daß die Zahl der jährlich neu hinzukommenden Schutzrechte absinkt. Nach Entfallen des Gebietsschutzes durch Erlöschen der Patente kann es zu einem späteren Wiederaufleben der jährlichen Anmeldeaktivität kommen (Otto 1982, 153ff). Daher ist vor der (literaturüblichen) Fehlinterpretation zurückgehender Anmeldezahlen zu warnen, nach der dies in jedem Falle als ein Zeichen technologischer Schwäche anzusehen ist. Rückläufige Patentintensität kann auch auf forschungsimmanenten, marktstrategischen oder forschungsstrategischen Aspekten beruhen (Schneider 1983, 147f). Vielmehr bietet sich in diesen Fällen die Darstellung und Interpretation der aufsummierten Patentzahlen an, die am aktuellen Rand besser erkennen lassen, auf welches Schutzvolumen bereits zurückgegriffen werden kann. Auf den kumulativen Aspekt von Erfindungen hat im übrigen bereits Gilfillan (1935; 8) hingewiesen. Die Berechnung von derartigen Summenkurven ist unüblich (Ausnahmen: de Jonge 1982, und Otto 1982, 167ff), wird aber in der vorliegenden Arbeit an

gegebener Stelle vollzogen. Die aufsummierten Patentzahlen bilden einen Indikator für das Patentpotential (PP-Indikator).

Allerdings ist sorgfältig zu überlegen, wie lange zurück aufsummiert werden soll, da der Patentschutz zeitlich befristet ist und die Gebühren anwachsen, also das Kosten-Nutzen-Verhältnis sich mit den Jahren verschlechtert. Schankermann und Pakes (1960, 1052f), die die Laufzeit des Patents für einen entscheidenden Qualitätsnachweis halten und mit genauen Analysen den Geldwert von Patenten ermittelt haben, wiesen nach, daß der Anteil der nichterneuerten Patente am DPA im Alter von sechs Jahren signifikant ansteigt (gerechnet ab Anmeldedatum; a.a.O., 1056 und 1059). Die "Sterblichkeitsrate" wächst schon nach 4 Jahren an und erreicht nach etwa 10 Jahren ein Maximum (a.a.O., 1057). Mangels eines geeigneten Abschneidekriteriums halten die Autoren der vorliegenden Arbeit daher eine Aufsummierung älterer Patentanmeldung bis zu fünf Jahre zurück für angemessen, um dem kumulativen Charakter des gewerblichen Rechtsschutzes Ausdruck zu verleihen. Eine gewisse Willkür bei dieser Festlegung wird eingeräumt. Der entsprechende Potentialindikator wird als PP5-Indikator bezeichnet.

2.3.2 Auslandsanmeldungen, Elimination des Inländervorteils und regionale Marktpräferenzen

Wie oben bereits angedeutet, lassen sich an einem repräsentativen Patentamt wie dem USPTO oder dem DPA in sinnvoller Weise Anmeldungen von Ausländern untereinander vergleichen; doch ist eine aussagefähige Relativbewertung von Inlandsanmeldungen gegenüber Auslandsanmeldungen mit erheblichen methodischen Problemen verbunden (Basberg 1987, 136). Als eine erste Möglichkeit zur Lösung dieser Frage hat Soete die Meßgröße "Revealed Technological Advantage (RTA)" eingeführt (Soete, Wyatt 1982), die in der Notation der vorliegenden Arbeit wie folgt definiert ist:

$$RTA(i,j) = (P(i,j)/ \Sigma_i P(i,j)) \; / \; (\Sigma_j P(i,j)/ \Sigma_{ij} P(i,j))$$

Darin bezeichnet P(i,j) die Zahl der Patentanmeldungen eines Landes i für ein Produkt (oder ein Technikfeld) j; die über j gebildete Summe stellt also die Zahl aller Patente des Landes i bei dem jeweils betrachteten Patentamt dar. Die Meßziffer RTA setzt somit die Stellung eines Landes für eine bestimmte Untermenge aller Patente in Relation zu seiner Gesamtstellung bei dem Bezugs-

patentamt. Aufgrund dieser Normierung erscheint nunmehr eine vergleichende Betrachtung von Inlands- und Auslandspatenten als möglich.

Neben dem Ländervergleich zeigt der RTA von seiner Definition her an, ob ein Land sich in einem bestimmten Technologiefeld im Vergleich zu seinen sonstigen Patentieraktivitäten über- oder unterdurchschnittlich engagiert. Narin (1985) führte für dieselbe Meßgröße deshalb auch den Begriff "Activity Index" ein. Die Bestimmung des RTA ist somit auch unabhängig vom Vergleich zwischen Inlands- und Auslandspatenten sinnvoll.

Dem RTA oder Activity Index haften einige algebraische und analytische Mängel an:

- die Differentialquotienten des RTA sind nicht konstant, das heißt, gleiche Veränderungen in der Patentzahl führen zu nichtäquidistanten Veränderungen im RTA. In der Folge können für große Anmelder (Inland) selten gute RTA-Werte berechnet werden, während kleine Anmelder (punktuell aktive kleinere Volkswirtschaften) leicht fulminant günstige RTA-Werte aufweisen;
- der RTA ist nicht symmetrisch zum neutralen Punkt RTA=1, das heißt, gleichmäßig über- bzw. unterdurchschnittliches Abschneiden führt zu verschieden großen Absolutabweichungen im RTA-Wert nach oben bzw. unten (bezogen auf den Neutralpunkt);
- der RTA ist oberhalb des neutralen Punkts ungebunden, unterhalb des neutralen Punkts durch Null begrenzt.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden diese Mängel durch Einführung des sogenannten "RPA" ("Revealed Patent Advantage" oder "Relativer Patentanteil") behoben. Der RPA ist folgendermaßen definiert (i,j,P wie oben):

$$RPA(i,j) = 100 \ln (RTA (i, j))$$

Der neutrale Punkt ist RPA=0, unterdurchschnittliches Abschneiden äußert sich in negativen Werten. Der RPA ist

- beidseitig ungebunden,
- symmetrisch zum neutralen Punkt,
- spreizt die Abweichungen vom Neutralwert bei kleinen RPA-Beträgen (d.h. z.B. für große Anmelder) und

- staucht die Abweichungen vom Neutralwert bei großen RPA-Beträgen (d.h. für punktuell aktive kleine Anmelder).

Der RPA differenziert also stärker in der Nähe des Neutralwerts, wo in der Regel die großen zu vergleichenden Volkswirtschaften (vor allem die Gruppe der inländischen Anmelder) angesiedelt sind (vgl. auch Soete 1987, 114). Der RPA erhält im übrigen die ordinale Reihung des RTA. Trotz der verbesserten Eigenschaften des RPA ist allerdings auch hier nur eine unvollständige Elimination des Inlandseffektes zu erwarten. Denn bei den Inlandsanmeldungen gibt es bezüglich der Alltagstechnologie mit niedriger Komplexität in der Regel einen hohen Beitrag von Einzelerfindern, der bei Auslandsanmeldungen unterbleibt. Dies führt bei den RPA-Werten für hochwertige Technologie zu einer Unterbewertung der Inlandsanmeldungen, wobei im jeweiligen Einzelfall die Größe dieses Normierungseffektes kaum abschätzbar ist (zum Nachweis siehe Abschnitt 6.3).

Zur Elimination des Inländervorteils ist weiterhin vorgeschlagen worden, anstelle der absoluten Anmeldezahlen deren Veränderungsraten zu verwenden (Pavitt 1985, 94, Campbell, Nieves 1979). Um irreführende Effekte aufgrund kurzfristiger Schwankungen auszuschließen, sollten hier nicht einzelne Jahre, sondern größere Zeiträume miteinander verglichen werden. Bei der Analyse der Veränderungsraten für die vier Technikfelder dieser Studie hat sich allerdings gezeigt, daß deren Aussage ohne Kenntnis der absoluten Größen von geringem Wert oder gar irreführend ist. Insbesondere ergeben sich bei einem Späteinstieg eines Landes von niedrigem Ausgangsniveau aus scheinbar ausgeprägte Vorteile gegenüber anderen Nationen, die in dem betreffenden Gebiet schon länger patentieren. Da der Patentschutz nach seinem Erwerb einen geraumen Zeitraum anhält, darf der ältere Grundstock an Inventionen nicht außer acht gelassen werden (siehe oben in Abschnitt 2.3.1). Insofern werden Veränderungsraten bei der Diskussion der einzelnen Technikfelder nicht mehr näher behandelt.

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung wurde schließlich die Größe RTP ("Revealed Technological Performance" oder "Relative technologische Position") entwickelt, die die Aufstellung einer Länderrangfolge in einer Zeitreihe gestattet. Ausgangspunkt für die Definition von RTP ist die oben diskutierte Prämisse, daß die absoluten Zahlen der Anmeldungen zweier Länder bei einem dritten repräsentativen Patentamt in sinnvoller Weise gegenübergestellt wer-

den können. Stehen wie in der vorliegenden Studie die Daten an zwei repräsentativen Patentämtern zu Verfügung, so kann durch wechselseitigen Vergleich auf eine um Heimvorteile bereinigte Länderrangfolge geschlossen werden. So läßt sich beispielsweise durch die Berechnung der Anmelderelationen von Japan und den USA beim DPA - inkl. EPA - der Heimvorteil der USA am USPTO ermitteln. Umgekehrt läßt das Verhältnis der Anmeldungen aus der Bundesrepublik und Japan am USPTO Rückschlüsse auf den deutschen Heimvorteil beim DPA zu. Der Heimvorteil läßt sich wie folgt definieren:

$$H(X,Y) = (\Sigma_j P(X,j,Y)/\Sigma_j P(X_{rel},j,Y)) \; / \; (\Sigma_j P(X,j,Y_{ex})/\Sigma_j P(X_{rel},j,Y_{ex}))$$

Darin bezeichnet H(X,Y) den Heimvorteil des Landes i=X am Patentamt oder besser Patentmarkt Y, P(X,j,Y) sind die entsprechenden Patentanmeldungen. Mit X_{rel} ist die Summe der Länder bezeichnet, für welche die verglichenen Patentmärkte Y extern sind. Im obigen Drei-Länder-Beispiel wäre Japan das einzige Land, das unter die Kategorie X_{rel} fällt. Y_{ex} ist derjenige Markt, der aus der Sicht des Landes X extern ist. Für die Berechnung des Heimvorteils werden jeweils die Summen über alle Technologiefelder j, also über alle Patentanmeldungen der Länder X bzw. X_{rel}, gebildet. Die obige Formel ist allgemeingültig verwendbar, da sie nur im Falle von Anmeldungen eines Landes X auf dem eigenen Markt zu einem Wert H(X,Y) = 1 führt. Bei $X = X_{rel}$ oder $Y = Y_{ex}$ gilt H(X,Y) = 1. Zur Elimination des Heimvorteils ist die Zahl der Inlandsanmeldungen durch H(X,Y) zu dividieren, so daß sich allgemein als Heimvorteilkorrekturfaktor K_H angeben läßt:

$$K_H(X,Y) = 1 \; / \; H(X,Y)$$

Durch die Berechnung des Heimvorteilkorrekturfaktors K_H wird zunächst einmal nur für jedes der beiden Vergleichspatentämter die Rangfolge der untersuchten Länder in ihrem zeitlichen Verlauf festgelegt. Sollen die Patentzahlen an den verschiedenen Märkten direkt vergleichbar werden, müssen die teilweise erheblichen Volumenunterschiede der Binnenmärkte Y, für die am Patentamt Y Schutzrechte erworben werden können, und damit die Volumenunterschiede der Patentämter berücksichtigt werden. Die Unterschiede beruhen neben der Größe und Differenzierung der Märkte auch auf der spezifischen Patentgesetzgebung sowie auf der Höhe des Volkseinkommens (Bosworth 1980, 382). Beispielsweise ist der Schutzumfang von US-Patenten häufig geringer als bei deutschen Patenten, da im ersten Fall nur der genaue Wortlaut des Hauptanspruchs gilt, während die

deutsche Rechtsprechung Interpretationsspielräume offen läßt. Infolgedessen müssen für denselben Sachverhalt in den USA möglicherweise mehrere Patente angemeldet werden. Bosworth (1980, 383) weist auch darauf hin, daß die Ortsansässigkeit der Produktionsstätten von international operierenden Konzernen im Land Y die Attraktivität des Patentamts Y steigern kann. Alle diese Effekte lassen sich mit Hilfe eines Volumenkorrekturfaktors K_V in die Meßziffer RTP einführen:

$$K_V\ (j,Y) = P(X_{rel},j,Y_B) \ /\ P(X_{rel},j,Y)$$

Ein sinnvoller Vergleich ist wieder auf der Basis des oder der Länder X_{rel} möglich, für die zwei Patentmärkte extern sind. Y_B ist eines der beiden Patentämter, das als Basis- oder Bezugspatentamt gewählt wird. Die Berechnung von K_V erfolgt technologiespezifisch, weil einige der oben genannten Attraktivitätseffekte technikabhängig sein können (einkommensabhängige Nachfrage, Produktionsstätten multinationaler Konzerne, Rohstoffverfügbarkeit im Binnenmarkt etc.)

Soete und Wyatt (1982) stellten bei einem Ländervergleich im Gegensatz zu Schiffel und Kitti (1978) und Pavitt und Soete (1980) fest, daß die Neigung zu Auslandsanmeldungen nahezu unabhängig vom jeweiligen Bestimmungsmarkt sei. Allerdings wurden die Daten auf die sehr breit definierte sogenannte NACE-Klassifikation bezogen, so daß technologiespezifische Unterschiede möglicherweise verwischt wurden. In der vorliegenden Studie konnten demgegenüber bei einzelnen Technologiefeldern dezidierte Unterschiede der Patentierneigung hinsichtlich der Bestimmungsmärkte festgestellt werden, die darüber hinaus auch nach Ursprungsländern variieren. Der beschriebene Sachverhalt läßt sich in Form einer Größe PPF ("Präferentieller Patentfaktor") ausdrücken:

$$PPF\ (X,j,Y,Z) = (P(X,j,Y)/\Sigma_j P(X,j,Y)) \ /\ (P(X,j,Z)/\Sigma_j P(X,j,Z))$$

Der Faktor PPF(X,Y,Z) drückt für ein Ursprungsland i=X aus, inwieweit sich die Patentierneigung an einem Markt Y von der an einem anderen Markt Z unterscheidet. Bezugsmenge für das jeweilige Technikfeld ist die Summe der Anmeldungen bei allen Technologien j. In PPF drückt sich in erster Linie das regionalspezifische Marktinteresse der Anmelder aus dem Land X aus. Eine unterschiedliche Patentierneigung ist aber in einigen Fällen auf die technikspezifische Gesetzgebung (z. B. Computer, Gentechnik etc.) an den Patentämtern Y

und Z zurückzuführen. Schließlich ist nicht auszuschließen, daß bei Datenbankrecherchen das jeweilige Technikfeld bei den Ämtern Y und Z wegen unterschiedlicher Zuordnungen in unterschiedlicher Vollständigkeit erfaßbar ist.

Die Unsicherheitsfaktoren bei Patentindikatoren verstanden als Ertragsmaße von FuE, die von Kritikern statistischer Patentanalysen angeführt werden, werden somit im PPF-Indikator sichtbar und einer Interpretation zugänglich gemacht. Dieses bedeutet im Falle von graphischer Darstellung, daß jeweils verschiedene Kurvenverläufe für zwei Vergleichspatentämter erzeugt werden können, die sich um PPF unterscheiden und somit eine Bandbreite der technologischen Position ("FuE-Output") definieren. Denn auch unter der Voraussetzung, daß nur bekannte Marktstrukturen die Größe des PPF-Werts bestimmen, läßt sich nur in einzelnen Fällen aufgrund von zusätzlichen Hintergrundinformationen eindeutig sagen, welcher der in Frage kommenden Märkte die reale technologische Position im Sinne einer weltweiten Konkurrenzfähigkeit widerspiegelt.

Um die Präferenzunterschiede noch anschaulicher zu machen, kann der PPF-Indikator ähnlich wie der RTA-Indikator symmetrisch dargestellt werden, was auf die Größe PPA ("Preferential Patent Advantage" oder "Präferentieller Patentanteil") führt:

$$PPA(X,j,Y,Z) = 100 \ln (PPF(X,j,Y,Z))$$

In Tabelle 2.3-1 sind die PPA-Werte für die vier ausgewählten Technikfelder aufgeschlüsselt nach Anmeldeländern wiedergegeben, wobei als Vergleichszeitraum lediglich die Prioritätsjahre 1981 und 1982 zu Verfügung standen (zur Datenverfügbarkeit siehe Abschnitt 3).

Trotz der schmalen Vergleichsbasis wird aus Tabelle 2.3-1 deutlich, daß alle drei betrachteten Länder im Bereich der ausgewählten forschungsintensiven Erfindungen eine Präferenz für den US-Patentmarkt zeigen, wobei die Werte im Bereich der japanischen Robotertechnologie und der amerikanischen Enzymtechnologie insgesamt am ehesten ausgeglichen sind. Ausgeprägte Präferenzunterschiede innerhalb eines Technologiefeldes weisen auf spezielle Marktschwerpunkte einzelner Anmeldeländer hin, da sich andere Einflußgrößen wie die Datenerfaßbarkeit oder eine technikspezifische Gesetzgebung gleichmäßig auf alle beteiligten Länder auswirken. In jedem Falle belegt Tabelle 2.3-1, daß

Präferenzunterschiede bei Untersuchungen auf Technikebene unbedingt berücksichtigt werden müssen, da sie sich in entscheidender Weise auf die berechneten Patentpositionswerte auswirken.

Tabelle 2.3-1: Präferenzen ausgewählter Länder für Schutzrechte in den USA bzw. der Bundesrepublik Deutschland bei forschungsintensiven Erfindungen 1981 und 1982

Lfd. Nr.	Technikfeld	Stichprobengröße für die drei Anmeldeländer am Patentamt		Präferenz für USA gegenüber DE für die Anmeldeländer		
		USPTO	DPA/EPA	US	JP	DE
1	Roboter insg.	283	203	+24	+10	+ 64
2	Robotermechanik	154	169	-25	-24	+ 35
3	Laser insg.	1262	688	+ 4	+59	+ 35
4	Laserstrahlquellen ohne Dioden	233	194	-11	-48	+ 24
5	Solarzellen insg.	371	219	+56	+86	+ 22
6	Dünne und amorphe Zellen	95	40	+60	+ 9	+109
7	Kristalline Zellen	276	179	+62	+72	+ 7
8	Enzyme insg.	289	181	- 9	+22	+120
9	Immobilisierte Enzyme	151	87	+ 5	+62	+ 88
10	Stichprobe forschungsintensiver Erfindungen*)	2067	1201	+36	+48	+ 38

*)Summe der Zeilen 1, 3, 5 und 9

Aus den Präferenzen folgt erneut ein Korrekturfaktor, denn die Graphen für die relative technologische Position (RTP) müssen folgende zwei Bedingungen erfüllen, wenn sie die zentralen Hypothesen in adäquater Weise abbilden sollen:

- Die extremalen Kurven (Bandbreiten) für ein Land X unterscheiden sich stets um den Faktor PPF.
- Die Kurvenverläufe für einen speziellen Markt Y müssen die ursprünglichen Relationen der diesbezüglichen Anmeldungen externer Länder in zutreffender

Weise wiedergeben; die inländischen Anmeldungen müssen die Heimvorteilskorrektur enthalten.

Auf der Basis dieser Voraussetzungen läßt sich eine Marktgewichtungskorrektur in folgender Form angeben:

$$K_M(X,j,Y,Y_G) = PPF(X,j,Y_B,Y) \;/\; (PPF(X,j,Y_B,Y_G)\; PPF(X_{rel},j,Y_B,Y))$$

Es gelten die oben eingeführten Definitionen. Neu ist lediglich die Bezeichnung Y_G für den Patentmarkt, der dem zu berechnenden Graph zugeordnet ist. (Ist $Y_G=Y_B$, dann fallen die entsprechenden Terme weg.)

In einem letzten Schritt ist es schließlich sinnvoll, die RTP-Verläufe zu indizieren. Die entsprechende Korrektur lautet:

$$K_I = 1 \;/\; P(X_I,Y_B)_{t_o}$$

X_I ist darin ein beliebiges Land, das als Indizierungsreferenz gewählt wird. t_o ist der Ausgangszeitpunkt, an dem der entsprechende Graph den Wert 1 annehmen soll. Zusammengefaßt ergibt sich folgende Definition des RTP-Indikators:

$$RTP(i,j,Y,Y_G) = K_I\; K_V(j,Y)\; K_H(i,Y)\; K_M(i,j,Y,Y_G)\; P(i,j,Y)$$

Soweit entsprechende Daten vorliegen, können alle Korrekturfaktoren für jedes einzelne Jahr des betrachteten Zeitraums berechnet werden. Falls dagegen für die beiden verglichenen Patentmärkte die Werte nur teilweise erhebbar sind, ist die jährliche Bestimmung nur im Überschneidungszeitraum vorzunehmen. Mit Hilfe der Mittelwerte im Überschneidungszeitraum können fehlende Kurvenstücke anhand der Werte für den jeweils anderen Markt relativ zuverlässig extrapoliert werden, womit insbesondere die spät publizierten amerikanische Anmeldezahlen mit Hilfe der europäischen Daten aktualisiert werden können.

2.3.3 Erteilungs- und Prüfungsquote

In der Literatur (z.B. Uno 1984) wird immer wieder das Verhältnis der Patenterteilungen zu den -anmeldungen als Qualitätsmaßstab in Ländervergleiche eingeführt. Derartige Betrachtungen mögen bei einer Ex-Post-Analyse sinnvoll

sein. Im Hinblick auf die Früherkennung neuer Technikentwicklungen sind derartige Vergleiche aber nicht verwendbar.

Ein Vergleich der Relation von Patenterteilungen zu Patentanmeldungen wäre im vorliegenden Projekt lediglich für das DPA und das EPA möglich gewesen, da beim USPTO bezogen auf ein spezifisches Technikfeld die Zahl der ursprünglichen Patentanmeldungen nicht bekannt wird. Beim DPA und EPA gibt es aber im Vergleich zum USPTO weniger verbindliche Bestimmungen hinsichtlich der Dauer des Prüfungsverfahrens, so daß sich in der Praxis meist längere Zeitspannen zwischen Patentanmeldung und -erteilung ergeben als in den Vereinigten Staaten.

Beim DPA besteht gemäß § 44 Abs. 2 PatG81 die Möglichkeit, den Antrag auf Prüfung einer Patentanmeldung bis zum Ablauf von sieben Jahren hinauszuschieben. Somit könnte das Vorliegen eines frühen Prüfungsantrags als mögliches Qualitätskriterium für Patentanalysen eingeführt werden. Dieses Qualitätsmerkmal hätte den Vorteil, daß es wesentlich eher als eine Patenterteilung erfaßbar wäre. Während ein solcher Vorschlag für den Vergleich der Patentaktivitäten von deutschen Firmen sicherlich sinnvoll ist, scheidet er für einen Ländervergleich von vornherein aus. Denn ein Ländervergleich führt - wie in Abschnitt 2.1.2 dargelegt - nur bei Einbeziehung des EPA zu tragfähigen Aussagen. Im europäischen Patentgesetz gibt es aber keine zum deutschen Recht analoge Sieben-Jahres-Frist für die Stellung von Prüfungsanträgen.

Aufgrund dieser Überlegungen wird im weiteren Verlauf der Arbeit von einer systematischen Ermittlung der Prüfungs- und Erteilungsquoten mangels Eignung als Patentindikator abgesehen.

2.3.4 Rangfolge, Typ und Teamgröße der Patentanmelder

Im Hinblick auf die Übersichtlichkeit der Endergebnisse ist prinzipiell anzustreben, die Aussagen von Patentanalysen in Form von einigen wenigen Maßzahlen zusammenzufassen. Die Determinanten für technologische Entwicklungen sind aber so komplex, daß eine zu starke inhaltliche Verkürzung leicht zu Fehlassoziationen führen würde. Aus diesem Grunde wird in dieser Arbeit bei einigen Patentmerkmalen bewußt auf die Einführung von aggregierten Maßzahlen verzichtet; statt dessen werden die entsprechenden Daten in Form von aufbereiteten Listen dargestellt.

Dazu gehören nach Ländern geordnete Ranglisten der Patentanmelder, die einen wichtigen inhaltlichen Zugang zum Verbreitungsgrad der jeweiligen Technik und zum Innovationsgeschehen bieten. Abgesehen von der konkreten Benennung der wichtigsten Firmen oder Institutionen, die schon für sich sehr aufschlußreich sein kann, vermitteln Anmelderlisten einen guten intuitiven Überblick über Forschungs- und Marktstrukturen. So wird beispielsweise deutlich, ob eine Technik von wenigen Großfirmen monopolisiert wird oder ob eine Konkurrenz vieler kleinerer Unternehmen besteht. Weiterhin ergeben sich Aufschlüsse über das Engagement von Forschungsinstituten, die Aktivitäten von Einzelerfindern sowie den Umfang staatlicher inklusive verteidigungsbezogener FuE. Soweit sich in einem Technikfeld hierbei auffällige Strukturen ergeben, können diese dann selbstverständlich ausgezählt und in Form von Maßzahlen dargestellt werden. Unter Zuhilfenahme von Branchenverzeichnissen, Angaben über Kapitalverhältnisse und Beschäftigtenzahlen der Unternehmen und dergleichen können technik- und länderspezifische Größenklassenstatistiken erstellt werden. Daraus lassen sich ggf. Hinweise auf die Determinanten der Erfindungsaktivität ableiten.

Im Verlauf des Projektes wurde von Seiten eines Patentfachmanns eines Großunternehmens vorgeschlagen, die Zahl der Erfinder pro Patent als zusätzliches Qualitätsmaß heranzuziehen. Es sei denkbar, daß die Größe des Entwicklungsteams wegen der Relevanz für die FuE-Kosten in vielen Fällen einen Rückschluß auf die Bedeutung der jeweiligen Erfindung zulasse.

Tabelle 2.3-2: Mittlere Größe der Entwicklungsteams bei forschungsintensiven Patentanmeldungen der Jahre 1981 bis 1984 beim DPA und EPA für den deutschen Markt

	Erfinderland und Patentamt der Anmeldung					
	US		JP		DE	
Technikfeld	DPA	EPA	DPA	EPA	DPA	EPA
Roboter	1,8	1,8	2,1	2,5	1,8	2,0
Laser	1,8	2,0	2,4	2,8	1,9	2,1
Immobilisierte Enzyme	1,4	2,2	3,5	3,4	2,6	2,9
Solarzellen	1,5	1,9	3,5	3,1	2,0	2,5

Um die Validität des denkbaren Qualitätskriteriums der Größe der Entwicklungsteams zu prüfen, werden in der Tabelle 2.3-2 für die untersuchten Technikfelder die durchschnittlichen Teamgrößen der Anmeldungen am DPA und am EPA mit Bestimmungsland Bundesrepublik gegenübergestellt. Diesem Vergleich liegt die Hypothese zugrunde, daß EPA-Anmeldungen in der Regel hochwertiger als DPA-Anmeldungen sind, da mit ersteren fast immer mehrere Auslandsanmeldungen verbunden sind. Diese Annahme wird in fast allen Fällen auch recht klar bestätigt: Für Erfindungen, die am EPA mit Bestimmung DE angemeldet werden, ist durchschnittlich mehr Humankapital aufgewendet worden als bei DPA-Anmeldungen. In den wenigen abweichenden Fällen, d. h. bei japanischen DPA-Anmeldungen für Enzyme und Solarzellen sowie bei amerikanischen DPA-Anmeldungen für Roboter liegt der Stichprobenumfang unterhalb von dreißig Anmeldungen, so daß möglicherweise die Datenbasis für statistische Aussagen noch nicht breit genug ist.

Tabelle 2.3-3: Mittlere Größe der Entwicklungsteams bei forschungsintensiven Patentanmeldungen der Jahre 1981 bis 1984 für den deutschen Markt

	Erfinderland		
Technikfeld	US	JP	DE
Roboter	1,8	2,5	1,8
Laser Immobilisierte	1,9	2,6	1,9
Enzyme	2,0	3,4	2,6
Solarzellen	1,9	3,4	2,0

Im nächsten Schritt wurde die mittlere Teamgröße für die vier untersuchten Technikfelder berechnet, wobei alle Anmeldungen für den deutschen Markt (ED-Anmeldungen) zusammengeworfen wurden. Das Ergebnis nach Tabelle 2.3-2 zeigt zunächst einmal, daß die mittlere Teamgröße bei amerikanischen und deutschen Anmeldungen mit etwa zwei Erfindern bei allen vier Technologien nahezu gleich ist, während dieser Wert bei japanischen Anmeldungen mit 2,5 bis 3,5 deutlich darüber liegt und technikspezifisch schwankt. Der maßgebliche Grund für diese Unterschiede dürften nationale Anmeldegewohnheiten (in Verbindung mit firmeninternen Belohnungssystemen; vgl. etwa Abschnitt 2.1.3) sein, so daß inner-

halb eines Technikfeldes kein Rückschluß von der Teamgröße auf die Qualität der Anmeldungen eines Landes möglich ist. Die bundesdeutschen Entwicklungsteams sind - wie die amerikanischen - kleiner als die japanischen und weisen etwa zwei Personen auf, ihre Größe unterscheidet sich aber - wie in Japan - von Technik zu Technik.

Interpretierbar sind dagegen Unterschiede, die für ein bestimmtes Land beim Vergleich verschiedener Technikfelder zu beobachten sind. Besonders markant sind hier die niedrigen japanischen Teamgrößen bei Robotern und Lasern und der hohe Wert für deutsche Enzym-Anmeldungen. Für das Technikfeld der Roboter ergibt sich also anhand der Teamgrößenanalyse ein deutlicher Hinweis darauf, daß die japanische technologische Position bei einer ausschließlichen Betrachtung von Patentanmeldezahlen im Vergleich zu anderer Technologie überbewertet wird.

Man könnte die Rangfolgen der größten Patentanmelder nach der Gesamtzahl der Erfinder gewichten. In Vorwegnahme der Ergebnisse des 5. Abschnitts ist aber festzustellen: Beim Vergleich dieser Listen mit den korrespondierenden ungewichteten Anmelderlisten zeigen sich nur geringfügige Veränderungen der Rangfolgen. Bemerkenswert sind allenfalls Details wie die deutlich höhere Einstufung der Firma Robert Bosch bei den bundesdeutschen Roboteranmeldungen. Die Bewertung nach der Teamgröße steht teilweise auch im Widerspruch zur Einstufung nach Zitathäufigkeit. Derartige Fehlbewertungen haben ihre Ursache in einem hohen Streuungswert der mittleren Teamgröße der Firmen. So tritt z. B. bei Westinghouse bei einer mittleren Teamgröße von 2,5 Personen ein Streuungswert von 1,6 auf. Insgesamt scheint die Teamgrößenanalyse für die Mikroebene kein adäquates Qualitätskriterium zu sein, wobei als mögliche Ursachen der zu kleine Stichprobenumfang je Anmelder oder auch Unterschiede bei den Anmeldegewohnheiten der Unternehmen eine Rolle spielen können. Sollte das letztere zutreffen, wären aber immer noch Qualitätsdifferenzierungen unter den Patenten einer Firma möglich, was aber den Rahmen des vorliegenden Ländervergleichs überschreiten würde.

2.3.5 Patentklassen

Jede Patentanmeldung wird in einer Hauptpatentklasse eingeordnet, die sich nach dem zentralen Schutzbegehren des Anmelders, wie es im Hauptanspruch niedergelegt ist, richtet. Soweit in den Unteransprüchen weitere technische Be-

reiche betroffen sind, erhält eine Anmeldung zusätzlich eine oder mehrere Nebenklassen zugewiesen.

Aus der Vielfalt der Nebenklassen läßt sich möglicherweise ablesen, ob ein Patent sehr spezifisch ausgerichtet ist oder ob es viele verschiedenartige Anwendungsgebiete besitzt. Es sei allerdings vorweggenommen, daß die in dieser Arbeit versuchsweise für jedes Technikgebiet nach Ländern aufgeschlüsselte Verteilung der Nebenklassenhäufigkeit nicht aussagefähig war, vergleiche im einzelnen Abschnitt 5.1.2.

Die Zuordnung von Patentanmeldungen zu Patentklassen ermöglicht eine sehr gute inhaltliche Interpretation der Aktivitäten in einem Technikfeld, sofern die Zuordnungen in geeigneten Listen aufbereitet werden. Das übliche Vorgehen besteht darin, daß der Analytiker ihm sinnvoll erscheinende Technikbereiche oder Wirtschaftsbranchen definiert, denen dann - nach wiederum vom Analytiker festgelegten Kriterien - die Klassifikationssymbole zugeordnet werden (vgl. z.B. Herskovic, Shalit 1986, Soete, Wyatt 1983, Soete 1987). Hier stellt sich das Problem einer transparenten Definition von Technikfeldern, die für das Verständnis des Untersuchungsergebnisses entscheidend ist. Im übrigen sind die vorliegenden Arbeiten verschiedener Autoren nicht miteinander vergleichbar, da jeweils unterschiedliche Ordnungskriterien benutzt werden. Allerdings ist bei Benutzung der US-Klassifikation ein anderes Vorgehen auch gar nicht möglich, weil die dortigen Klassen technisch unsystematisch angeordnet sind und nur in den Unterklassen eine gewisse Verwandtschaftsstruktur benachbarter Patentsymbole erkennbar ist. Die in den meisten Industriestaaten - außer den Vereinigten Staaten - gültige internationale Klassifikation (IPC) weist demgegenüber eine strenge inhaltliche Gliederung auf, die für patentstatistische Analysen nutzbar gemacht werden kann. Die Gliederungshierarchie geht aus Tabelle 2.3-4 hervor.

Da in dieser Arbeit die Technikfelder immanent definiert werden (siehe Abschnitt 4), kann der ermittelte Bestand bezüglich seiner Belegung der Patentsymbole analysiert werden. Im Hinblick auf eine automatische Aufbereitung der Daten bietet sich naturgemäß eine Aufgliederung nach Sektionen oder nach Klassen an, da diese unmittelbar aus dem Patentsymbol hervorgehen. Eine Gliederung nach den insgesamt acht Sektionen wäre aber zu grob, nach den insgesamt 118 Klassen im Hinblick auf die Aussagefähigkeit sinnvoller, aber nicht mehr übersichtlich darstellbar. Aus diesem Grunde wurde für die vorliegende

Arbeit als Gliederungseinheit die sogenannte Untersektion gewählt, in der jeweils mehrere Patentklassen zusammengefaßt sind. Die offizielle Zuordnung und Bezeichnung der Untersektionen geht aus Tabelle 2.3-5 hervor. Insgesamt gibt es in der IPC derzeit 21 Untersektionen, womit ein geeignetes Aggregationsniveau für eine erste Beurteilung eines Technikfeldes gegeben ist. Dieser Indikator in Form eines 21er-Tupels erlaubt es insbesondere bei einer graphischen Aufbereitung, in übersichtlicher Form festzustellen, inwieweit Erfindungen eines immanent definierten Technikfeldes einem zentralen Basisbereich zugeordnet sind oder aber eine stärkere Orientierung auf technologische Diffusion anzunehmen ist. Dargestellt in Form einer Zeitreihe kann so beispielsweise festgestellt werden, ob sich das Hinterherlaufen der Anwendungsentwicklung hinter der Technikentwicklung länderspezifisch verändert.

Tabelle 2.3-4: Gliederungshierarchie der Internationalen Patentklassifikation am Beispiel der Industrieroboter (Quelle: DPA 1984, Bd. 8)

Bezeichnung	Beispiel der Kodifizierung	Inhalt des Beispiels
Sektion	B	Arbeitsverfahren; Transportieren
Klasse	B 25	Handwerkzeuge, Werkstatteinrichtungen
Unterklasse	B 25 J	Manipulatoren
Hauptgruppe	B 25 J 9	Programmgesteuerte Manipulatoren
Untergruppe	B 25 J 9/16	Programmsteuerungen für Manipulatoren
zum Vergleich: Untersektion	B 21 - B 32	Formgebung

Selbstverständlich kann eine Disaggregierung in 21 Untersektionen nur einen ersten Eindruck über die dynamische Situation eines Technikfeldes vermitteln. Um hier länderspezifischen Auffälligkeiten detaillierter nachgehen zu können, sind bei der Untersuchung der vier ausgewählten Technikfelder zusätzlich nach Ländern geordnete Patentklassen und -gruppen ermittelt worden.

Eine derartige Aufbereitung erfolgte auch für Patentanalysen beim USPTO; denn alle US-Patente werden nicht nur nach der US-Klassifikation, sondern auch nach der Internationalen Klassifikation eingestuft. Die Zuordnung zur IPC ist

Tabelle 2.3-5: Zuordnung der 118 Klassen zu den 21 Untersektionen der IPC (Quelle: DPA 1984, Bd. 9)

Untersektion: Landwirtschaft

A 01 Landwirtschaft; Forstwirtschaft; Tierzucht; Jagen; Fallenstellen; Fischfang

Untersektion: Lebensmittel; Tabak

A 21 Backen; eßbare Teigwaren
A 22 Metzgerei; Fleischverarbeitung; Geflügel- oder Fischverarbeitung
A 23 Lebensmittel; ihre Behandlung, soweit nicht in anderen Klassen vorgesehen
A 24 Tabak; Zigarren; Zigaretten; Utensilien für Raucher

Untersektion: Persönlicher Bedarf oder Haushaltsgegenstände

A 41 Bekleidung
A 42 Kopfbekleidung
A 43 Schuhwerk
A 44 Kurzwaren; Schmucksachen
A 45 Hand- oder Reisegeräte
A 46 Bürstenwaren
A 47 Möbel; Haushaltsgegenstände oder -geräte; Kaffeemühlen; Gewürzmühlen; Staubsauger allgemein

Untersektion: Gesundheitswesen; Vergnügungen

A 61 Medizin oder Tiermedizin; Hygiene
A 62 Lebensrettung; Feuerbekämpfung
A 63 Sport; Spiele; Vergnügungen

Untersektion: Trennen; Mischen

B 01 Physikalische oder chemische Verfahren oder Vorrichtungen allgemein
B 02 Brechen, Pulverisieren oder Zerkleinern; Vorbehandlung von Getreide für die Vermahlung
B 03 Naßaufbereitung von Feststoffen oder Aufbereitung mittels Luftsetzmaschinen oder Luftherden; magnetische oder elektrostatische Trennung
B 04 Mit Zentrifugalkräften arbeitende Apparate oder Maschinen zum Durchführen physikalischer oder chemischer Verfahren
B 05 Versprühen oder Zerstäuben allgemein; Aufbringen von Flüssigkeiten oder anderen fließfähigen Stoffen auf Oberflächen allgemein
B 06 Erzeugen oder Übertragen mechanischer Schwingungen allgemein
B 07 Trennen fester Stoffe von festen Stoffen; Sortieren
B 08 Reinigen
B 09 Beseitigung von festem Abfall

Untersektion: Formgebung

B 21 Mechanische Metallbearbeitung ohne wesentliches Zerspanen des Werkstoffs; Stanzen von Metall
B 22 Gießerei; Pulvermetallurgie
B 23 Werkzeugmaschinen; Metallbearbeitung, soweit nicht anderweitig vorgesehen
B 24 Schleifen; Polieren
B 25 Handwerkzeuge; tragbare Werkzeuge mit Kraftantrieb; Griffe für Handgeräte; Werkstatteinrichtungen; Manipulatoren
B 26 Handschneidwerkzeuge; Schneiden; Trennen
B 27 Bearbeiten oder Konservieren von Holz oder ähnliche Werkstoff; Nagelmaschinen oder Klammermaschinen allgemein
B 28 Verarbeiten von Zement, Ton oder Stein
B 29 Verarbeiten von Kunststoffen; Verarbeiten von Stoffe in plastischem Zustand allgemein
B 30 Pressen
B 31 Herstellen von Gegenständen aus Papier; Papierverarbeitung
B 32 Schichtkörper

Untersektion: Druckerei

B 41 Drucken; Liniermaschinen; Schreibmaschinen; Stempe
B 42 Buchbinderei; Alben; [Brief-]Ordner; besondere Drucksachen
B 43 Schreib- oder Zeichengeräte; Bürozubehör
B 44 Dekorationskunst oder -technik

Untersektion: Transportieren

B 60 Fahrzeuge allgemein
B 61 Eisenbahnen
B 62 Gleislose Landfahrzeuge
B 63 Schiffe oder sonstige Wasserfahrzeuge; dazugehörige Ausrüstung
B 64 Luftfahrzeuge; Flugwesen; Raumfahrt
B 65 Fördern; Packen; Lagern; Handhaben dünner oder fadenförmiger Werkstoffe
B 66 Heben; Anheben; Schleppen [Hebezeuge]
B 67 Handhaben von Flüssigkeiten
B 68 Sattlerei; Polsterei

Untersektion: Chemie

C 01 Anorganische Chemie
C 02 Behandlung von Wasser, kommunalem oder industriellem Abwasser oder von Abwasserschlamm
C 03 Glas; Mineral- oder Schlackenwolle
C 04 Zemente; Beton, Kunststein; keramische Massen; feuerfeste Massen
C 05 Düngemittel; deren Herstellung
C 06 Sprengstoffe; Zündhölzer
C 07 Organische Chemie
C 08 Organische makromolekulare Verbindungen; deren Herstellung oder chemische Verarbeitung; Massen auf deren Grundlage
C 09 Farbstoffe; Anstrichstoffe; Polituren; Naturharze; Klebstoffe; verschiedene Zusammensetzungen; verschiedene Anwendungen von Stoffen
C 10 Mineralöl-, Gas- oder Koksindustrie; Kohlenmonoxid enthaltende technische Gase; Brennstoffe; Schmiermittel; Torf
C 11 Tierische oder pflanzliche Öle, Fette, fettartige Stoffe oder Wachse; daraus gewonnene Fettsäuren; Reinigungsmittel; Kerzen
C 12 Biochemie; Bier; Spirituosen; Wein; Essig; Mikrobiologie; Enzymologie; Mutation oder genetische Techniken
C 13 Zuckerindustrie
C 14 Häute; Felle; Pelze; Leder

Tabelle 2.3-5: Fortsetzung

Untersektion: Hüttenwesen

C 21	Eisenhüttenwesen
C 22	Metallhüttenwesen; Eisen- oder Nichteisenlegierungen; Behandlung von Legierungen oder von Nichteisenmetallen
C 23	Beschichten metallischer Werkstoffe; Beschichten von Werkstoffen mit metallischen Stoffen; chemische Oberflächenbehandlung; Diffusionsbehandlung von metallischen Werkstoffen; Beschichten allgemein durch Vakuumbedampfen, Aufstäuben, Ionenimplantation oder chemisches Abscheiden aus der Dampfphase; Inhibieren von Korrosion metallischer Werkstoffe oder Verkrustung allgemein
C 25	Elektrolytische oder elektrophoretische Verfahren; Vorrichtungen dafür
C 30	Züchten von Kristallen

Untersektion: Textilien oder biegsame Werkstoffe, soweit nicht anderweitig vorgesehen

D 01	Natürliche oder künstliche Fäden oder Fasern; Spinnen
D 02	Garne; Mechanische Veredlung von Garnen oder Seilen; Schären oder Bäumen
D 03	Weberei
D 04	Flechten; Herstellen von Spitzen; Stricken; Posamenten; Nichtgewebte Stoffe
D 05	Nähen; Sticken; Tuften
D 06	Behandlung von Textilien oder dgl.; Waschen; Biegsame Werkstoffe, soweit nicht anderweitig vorgesehen
D 07	Seile; Kabel, außer elektrische Kabel

Untersektion: Papier

D 21	Papierherstellung; Gewinnung von Cellulose bzw. Zellstoff

Untersektion: Hoch- und Tiefbau

E 01	Straßen-, Eisenbahn- oder Brückenbau
E 02	Wasserbau; Grundbau; Bodenbewegung
E 03	Wasserversorgung; Kanalisation
E 04	Hochbau
E 05	Schlösser; Schlüssel; Fenster- oder Türbeschläge; Geldschränke
E 06	Türen, Fenster, Fensterläden oder Rolläden allgemein; Leitern

Untersektion: Erd- oder Gesteinsbohren; Bergbau

E 21	Erd- oder Gesteinsbohren; Bergbau

Untersektion: Kraftmaschinen und Arbeitsmaschinen

F 01	Kraft- und Arbeitsmaschinen oder Kraftmaschinen allgemein; Kraftanlagen allgemein; Dampfkraftmaschinen
F 02	Brennkraftmaschinen; mit Heißgas oder Abgasen betriebene Kraftmaschinenanlagen
F 03	Kraft- und Arbeitsmaschinen oder Kraftmaschinen für Flüssigkeiten; Wind-, Feder-, Gewichts- oder sonstige Kraftmaschinen; Erzeugen von mechanischer Energie oder Rückstoßenergie, soweit nicht anderweitig vorgesehen
F 04	Verdrängerkraft- und Arbeitsmaschinen für Flüssigkeiten; Arbeitsmaschinen [insbesondere Pumpen] für Flüssigkeiten oder Gase, Dämpfe

Untersektion: Maschinenbau allgemein

F 15	Druckmittelbetriebene Stellorgane; Hydraulik oder Pneumatik allgemein
F 16	Maschinenelemente oder -einheiten; allgemeine Maßnahmen für die ordnungsgemäße Arbeitsweise von Maschinen oder Einrichtungen; Wärmeisolierung allgemein
F 17	Speichern oder Verteilen von Gasen oder Flüssigkeiten

Untersektion: Beleuchtung; Heizung

F 21	Beleuchtung
F 22	Dampferzeugung
F 23	Feuerungen; Verbrennungsverfahren
F 24	Heizung; Herde; Lüftung
F 25	Kälteerzeugung oder Kühlung; Herstellung oder Lagerung von Eis; Verflüssigung oder Verfestigung von Gasen
F 26	Trocknen
F 27	Industrieöfen; Schachtöfen; Brennöfen; Retorten
F 28	Wärmetausch allgemein

Untersektion: Waffen; Sprengwesen

F 41	Waffen
F 42	Munition; Sprengverfahren

Untersektion: Instrumente

G 01	Messen; Prüfen
G 02	Optik
G 03	Photographie; Kinematographie; Analoge Techniken unter Verwendung von nicht optischen Wellen; Elektrographie; Holographie
G 04	Zeitmessung
G 05	Steuern; Regeln
G 06	Datenverarbeitung; Rechnen; Zählen
G 07	Kontrollvorrichtungen
G 08	Signalwesen
G 09	Unterricht; Geheimschrift; Anzeige; Reklame; Siegel
G 10	Musikinstrumente; Akustik
G 11	Informationsspeicherung
G 12	Einzelheiten von Instrumenten

Untersektion: Kernphysik

G 21	Kernphysik; Kerntechnik

SEKTION — ELEKTROTECHNIK

H 01	Grundlegende elektrische Bauteile
H 02	Erzeugung, Umwandlung oder Verteilung von elektrischer Energie
H 03	Grundlegende elektronische Schaltkreise
H 04	Elektrische Nachrichtentechnik
H 05	Elektrotechnik, soweit nicht anderweitig vorgesehen

Tabelle 2.3-6: Gliederungsschema für die Darstellung der technologischen Diffusion in dieser Arbeit

Lfd. Nr.	Bezeichnung	Zugehörige Klassen der IPC
1	Landwirtschaft	A01
2	Lebensmittel	A21 bis A24
3	Haushalt	A41 bis A47
4	Gesundheit	A61 bis A63
5	Trennen und Mischen	B01 bis B09
6	Formgebung	B21 bis B32
7	Druckerei	B41 bis B44
8	Transport	B60 bis B68
9	Chemie	C01 bis C14
10	Sonderverfahren	C21 bis C30
11	Textilien u. biegsame Werkstoffe	D01 bis D07
12	Papier	D21
13	Hoch- und Tiefbau	E01 bis E06
14	Erdbohren und Bergbau	E21
15	Kraft- und Arbeitsmaschinen	F01 bis F04
16	Allgemeiner Maschinenbau	F15 bis F17
17	Beleuchten und Heizen	F21 bis F28
18	Waffen und Sprengwesen	F41 und F42
19	Physikalische Instrumente	G01 bis G12
20	Kernphysik	G21
21	Elektrotechnik und Elektronik	H01 bis H05

zwar nicht sehr zuverlässig, da sie ohne inhaltliche Prüfung nach einer Konkordanzliste durchgeführt wird (Molewski 1986, 4). Aus diesem Grunde werden beim Deutschen und beim Europäischen Patentamt alle US-Patente bei der Zuordnung zum Prüfstoff hausintern noch einmal neu eingruppiert. Nach Auskunft von Fachleuten des Deutschen Patentamtes sind je nach Technikgebiet 30 bis 50 % der Patente falsch eingeordnet, wobei die Zuordnungsfehler allerdings meist auf Gruppenniveau auftreten (Persönliche Mitteilungen, Juni 1986). Auf Klassenniveau beträgt die Fehlerrate nur noch etwa 5 %. Gravierende inhaltliche Fehler, etwa die Zuordnung von Laserkühlungen zu Kühlschränken, sind sehr

selten, so daß im Hinblick auf eine technische Einordnung zumindest eine Aufbereitung nach Untersektionen und Klassen auch bei US-Patenten zu tragfähigen Aussagen führt.

Die IPC ist nicht nur von ihrem Aufbau her sondern auch bezüglich der Begriffsbildung vor dem historischen Hintergrund des Patentwesens zu sehen. Nur so ist zu verstehen, daß unter die Bezeichnung "Hüttenwesen" heute so bedeutsame Technologien wie die Kristallzucht, die Oberflächentechnik, die Ionenimplantation oder der Korrosionsschutz fallen. In Abänderung der überkommenen Bezeichnungen werden daher in dieser Arbeit die in Tabelle 2.3-6 aufgeführten Begriffe verwendet. So wurde beispielsweise "Hüttenwesen" durch "Sonderverfahren" ersetzt. Die Zuordnung zu Patentklassen wurde aber beibehalten (vgl. Tabellen 2.3-6 und 2.3-5).

2.3.6 Zitierhäufigkeit beim Deutschen und beim US-Patentamt

Zur Beurteilung der Neuheit und Erfindungshöhe einer Patentanmeldung recherchiert die zuständige Prüfungsstelle, ob bereits durch ältere Schriften eine gleiche oder ähnliche Technik bekannt ist. Jedes Patentamt verfügt zu diesem Zweck über einen umfangreichen Bestand an Patent- und sonstiger Literatur. Soweit für die Beurteilung einer Erfindung relevante Schriften ermittelt werden, erscheinen sie auf dem Titelblatt der Patentschrift als "Entgegenhaltung" und werden - zumindest in vielen Fällen - auch in Patentdatenbanken übernommen. Da der Prüfer im Falle von Überschneidungen gehalten ist, Patentliteratur anstelle von sonstigen Schriften zu zitieren, handelt es sich z. B. beim Deutschen Patentamt bei 85 bis 90 % der Entgegenhaltungen um Patentdokumente (Greif 1982, 54f).

Zum besseren Verständnis der Bedeutung der Zitate ist kurz auf den Begriff "Merkmal" einzugehen. Unabhängig von den jeweiligen länderspezifischen Details ist es weltweit üblich, zur Beurteilung von Patentanmeldungen eine sogenannte Merkmalsanalyse durchzuführen. Dabei wird die im Hauptanspruch angegebene technische Lehre in eine Reihe von Einzelmerkmalen aufgegliedert mit dem Zweck der Prüfung, welcher Anteil der Merkmalskombination durch andere Schriften bekannt und welcher Anteil neu ist. Betreffen die oben erwähnten Entgegenhaltungen den Hauptanspruch, so weisen sie in der Regel eine große technische Ähnlichkeit zum Gegenstand der Erfindung auf; Entgegenhaltungen zu Einzelmerkmalen der Unteransprüche können allerdings weiter entfernt liegen.

Werden nun bestimmte Patentschriften in späteren Prüfungsverfahren sehr häufig entgegengehalten, kann dies auf ihre große technische und wirtschaftliche Bedeutung hinweisen. Die Zitierhäufigkeit (Häufigkeit, mit der ein Patent später zitiert wird) ist daher ein wichtiges zusätzliches Qualitätsmerkmal, das quantitativ erfaßbar und einer automatischen Verarbeitung zugänglich ist. So stellte erst kürzlich Narin (1987) neue Forschungsergebnisse vor, wonach nicht Anmeldezahlen, sondern erst die durch eine Zitatanalyse gewichteten Patente einen signifikanten Zusammenhang zu Firmenumsätzen zeigen (siehe auch Narin, Noma, Perry 1987, 152).

Einschränkend muß aber angemerkt werden, daß eine einigermaßen systematische Untersuchung und Darstellung zur Bedeutung von Patentzitaten nicht existiert. Nach Aussagen von Prüfern des USPTO (persönliche Mitteilung, Juni 1987) weist die Zitathäufigkeit auch nicht in jedem Falle auf eine hohe technische oder wirtschaftliche Bedeutung des jeweiligen Patentes hin. Vielmehr gebe es Patentschriften geringerer Bedeutung, die sich aber aufgrund ihrer anschaulichen Darstellung des jeweiligen Sachgebietes in besonderer Weise zum Zitieren eignen. Allerdings gibt es keine Angaben, in welchem Umfang diese "zitierfreundlichen" Patente Qualitätsmessungen mit Hilfe von Zitaten verzerren. Im Bereich der Patentzitatanalysen - im Gegensatz zu den Literaturzitatanalysen - besteht also noch ein erheblicher Forschungsbedarf hinsichtlich der Motive bei der Zitatvergabe.

Bei Zitatanalysen ist mit einem Inländernachteil zu rechnen. Wenn es stimmt, daß häufig zitierte Patente von besonderer Qualität sind, dann sind bei Auslandsanmeldungen (US-Patente mit z.B. japanischen oder bundesdeutschen Erfindern) mehr bzw. häufigere Patentzitate als bei Inlandsanmeldungen (z.B. US-Patente mit amerikanischen Erfindern) zu erwarten, denn Auslandsanmeldungen sind unbestritten ein Qualitätsmaß (vgl. Abschnitt 2.2).

Auch die Anmelder selbst zitieren in ihrem Beschreibungstext häufig Patentschriften oder sonstige Literatur. Soweit diese Schriften hinsichtlich ihrer Merkmalskombination dem Gegenstand der Erfindung nahekommen, werden sie vom Prüfer in das Verfahren einbezogen und erscheinen auf dem Titelblatt der Patentschrift und somit in Datenbanken. Anmelderzitate, die weiter von der Erfindung entfernt liegen und eher den technischen Hintergrund betreffen, gelangen dagegen nicht in den Informationsbestand von Datenbanken bzw. sind im Volltext der Patentschrift nur mit großem Aufwand automatisch identifizier-

bar; im vorliegenden Projekt wurden Anmelderzitate daher nicht untersucht.

Zitierhäufigkeit beim US-Patentamt

Die Firma CHI Research (Haddon Heights, USA) besitzt im Bereich der Zitatanalysen auf der Basis von US-Patenten große praktische Erfahrungen, weshalb im Rahmen dieser Studie ein diesbezüglicher Unterauftrag vergeben wurde. CHI Research verfügt insbesondere über die weltweit einzige Zitat-Datenbank, in der zu jedem Patent eine Liste mit den Nummern der zitierten und insbesondere auch der zitierenden Patentschriften geführt wird, die stets auf dem neuesten Stand bleibt. Bei Vergleichen besteht damit die Möglichkeit, die Anmeldezahlen mit Zitathäufigkeiten zu gewichten, um auf diese Weise spezifische Unterschiede in der Erfindungshöhe und kommerziellen Bedeutung von Patenten zu identifizieren. Die dabei entstehenden Zeitreihen haben den Nachteil, daß sie für die erst kurz zurückliegenden Zeiträume zunehmend unvollständiger werden, da ältere Patente naturgemäß mehr Zitate als jüngere Patente erhalten haben. Zur Umgehung dieses Problems ist deshalb zusätzlich zu untersuchen, wieviele Patente - bezogen auf ein bestimmtes Patenterteilungsjahr und eine Anmeldergruppe, z. B. ein Land oder eine Firma - zu den am häufigsten zitierten Schriften der jeweiligen US-Patentklasse gehören.

Auf der Basis der US-Zitatanalyse kann schließlich ermittelt werden, welche Verbindungen die Anmelder einer bestimmten Anmeldergruppe zu anderen Anmeldergruppen aufweisen. In dieser Arbeit wird beispielsweise aufgezählt, welche Firmen besonders häufig Patente deutscher Erfinder entgegengehalten bekommen bzw. welche Firmen in Patenten deutscher Erfinder besonders häufig zitiert werden. Diese Art der Verknüpfungsanalyse weist nicht auf reale Firmenkooperationen hin, sondern zeigt technische Ähnlichkeiten in den Entwicklungsprogrammen von Firmen auf. Derartige Zitatanalysen spielen insbesondere bei Versuchen eine Rolle, die Planungsziele hinsichtlich des Produktionsprogramms bei fremden Firmen zu analysieren und Technologietransfers darzustellen.

Trotz der zweifellos hohen Aussagekraft von US-Zitatanalysen muß deren Bedeutung für die spezifischen Zwecke der Früherkennung in Frage gestellt werden. Wie bereits in Abschnitt 2.1.1 näher erläutert wurde, ergibt sich schon bei der Ermittlung von Anmeldezahlen beim USPTO das Problem, daß statistisch gesicherte Aussagen (Erfassungsquote über 95 %) bei forschungsintensiven Technologien nur für Schriften mit rund vier Jahre zurückliegenden Prioritätsjah-

ren getroffen werden können. Auch können in einem US-Prüfungsverfahren lediglich die US-Patente entgegengehalten werden, die zum Zeitpunkt des ersten Prüfungsbescheides, also rund ein halbes bis ein Jahr nach der Anmeldung, bereits veröffentlicht sind. Da einige Jahre gewartet werden muß, bis sich genügend Verweise in späteren Schriften angesammelt haben, lassen sich nach einer Schätzung gesicherte Aussagen zur Zitathäufigkeit allenfalls für etwa sieben Jahre alte Erfindungen treffen. Diese Feststellung wird allerdings dadurch relativiert, daß schon kurz nach ihrer Veröffentlichung häufig zitierte Patentschriften auf Schwerpunkte jüngerer Entwicklungsbemühungen doch wenigstens hinweisen, auch wenn stringente Aussagen (noch) nicht möglich sind.

Zitierhäufigkeit am Deutschen Patentamt

Auf der Basis von Patentanmeldungen beim DPA und EPA war eine sinnvolle maschinelle Zitatanalyse nicht möglich, weil in der verwendeten Datenbank PATDPA zu europäischen Patenten keine Prüferzitate aufgeführt sind. Ein Ländervergleich war somit von vorneherein ausgeschlossen.

Um dennoch die Möglichkeiten von Zitatanalysen wenigstens in Ansätzen aufzuzeigen, wurden auf der Basis von Anmeldungen beim DPA einige einfache Zitatanalysen durchgeführt. Zunächst wurde festgestellt, wie häufig Patentschriften in Relation zu sonstiger Literatur in Prüfungsverfahren zum Stand der Technik benannt wurden. Da die meisten Prüferzitate zur Nicht-Patentliteratur wissenschaftliche Artikel betreffen (Carpenter, Cooper, Narin 1980), deutet ein hoher Anteil an Nicht-Patentliteratur auf eine hohe Forschungsintensität des jeweiligen Technikfeldes hin.

Eine weitere versuchsweise durchgeführte Auswertungsmöglichkeit besteht in der Berechnung der Zeitdifferenzen zwischen dem Prioritätsdatum einer Patentanmeldung und dem Prioritäts- bzw. Veröffentlichungsdatum der zitierten Entgegenhaltungen. Die auf diese Weise für eine Technologie gewonnene Verteilungskurve des zeitlichen Verzugs kann ein Maß für die Geschwindigkeit des technischen Fortschritts im jeweiligen Technikfeld sein.

Schließlich wurden für jedes Technikfeld Listen der am häufigsten zitierten Schriften ermittelt. Die dabei aufgetretenen Zitathäufigkeiten mußten selbstverständlich weit unter denen der US-Zitatanalyse liegen, da mangels einer geeigneten deutschen Datenbank nur die aus demselben Technikfeld stammenden

Zitate erfaßt werden konnten. In der Datenbank der Firma CHI Research sind dagegen alle Zitate - unabhängig von deren Herkunft - enthalten.

Die Nichtverfügbarkeit von europäischen Prüferzitaten in der Datenbank PATDPA stellt aus Sicht der Patentanalyse ein großes Defizit dar, weil auf der Basis von europäischen Patentanmeldungen sehr viel aktuellere Daten als bei einer US-Analyse zu erwarten sind. Denn bei europäischen Patentanmeldungen liegt der Recherchenbericht in der Regel bei der Erstpublikation, also schon nach 18 Monaten, vor. Für den Prüfungsstoff sind dabei alle Patentschriften relevant, die vor dem Prioriätsdatum der zu prüfenden Anmeldung eingereicht wurden, möglicherweise aber am Prioritätsdatum noch nicht veröffentlicht waren. Erste Zitate können somit schon auf nur etwas mehr als 18 Monate alte Patentanmeldungen zurückgreifen, womit eine wesentlich höhere Aktualität der Zitatanalyse als beim USPTO erreichbar wäre.

3. VERWENDETE PATENT-DATENBANKEN

Patent-Datenbanken sind von ihrer Konzeption her in erster Linie auf gewerbliche Nutzer zugeschnitten, deren Interesse vor allem auf den Schutzrechtscharakter von Patentdokumenten ausgerichtet ist. Eine übliche Fragestellung ist hier z. B. das Auffinden von Patentschriften unter einigen wenigen Patentsymbolen, um geeignete Schriften für Einspruchsverfahren o. dgl. zu entdecken. Häufig muß auch nur ermittelt werden, welche Schrift sich hinter einer Patentnummer verbirgt; in anderen Fällen werden zu Informationszwecken alle Patente einer Konkurrenzfirma aufgelistet.

Umfangreiche Ländervergleiche, die mit größeren Datenmengen operieren, stoßen dagegen regelmäßig an die Grenzen der Leistungsfähigkeit der Patent-Datenbanken. Im folgenden soll daher im wesentlichen die Tauglichkeit der verwendeten Datenbanken für ländervergleichende Patentanalysen erörtert werden. Die fehlende Kompatibilität der Datenbanken, insbesondere die jeweils verschiedenen Retrieval-Sprachen, die den konkreten Projektablauf nicht unwesentlich behindert hat, soll hier nicht vertieft werden; es sei hier lediglich auf eine aktuelle Veröffentlichung der WIPO (1986) verwiesen. Die nachstehend diskutierten Datenbanken gehören zu denjenigen, die für die Patentanalyse am wichtigsten sind. Eine Vielzahl weiterer Patentdatenbanken wären noch zu erwähnen (vgl. Wetzel 1987, Hitzeroth 1986, Schulte-Hillen, Wietersheim 1984), die mit den nachfolgend beschriebenen entweder weitgehend inhaltsgleich oder für die vorliegende Fragestellung nicht geeignet sind.

3.1 PATSEARCH (PERGAMON)

Die Patentdatenbank PATSEARCH des Datenhosts PERGAMON, London, enthält ab dem Erteilungsjahr 1970 sämtliche US-Patente. Recherchen können sowohl nach US- als auch nach internationalen Patentklassen durchgeführt werden. Außerdem ist eine Stichwortsuche im Titel und Abstract der Patentschrift möglich, für Patente ab dem Erteilungsjahr 1984 auch im Hauptanspruch.

Im Hinblick auf Patentanalysen ist es nachteilig, daß in PATSEARCH neben Patenten auch sogenannte Design-Patente, also Geschmacksmuster, sogenannte "Defensive Publications" sowie PCT-Anmeldungen mit US-Benennung enthalten sind. Da es bei PATSEARCH keinen Suchcode zur direkten Eingrenzung nur auf Patente

gibt, müssen zu Beginn einer Recherche alle oben genannten Schrifttypen mühsam ausgeschlossen werden.

Der entscheidende Nachteil des Anbieters PERGAMON und damit auch der Datenbank PATSEARCH besteht darin, daß der eingesetzte Host-Rechner veraltet und die Software uneffektiv ist. Dieses macht sich in hohen Reaktionszeiten bemerkbar, sobald größere Datenmengen durch logische Verknüpfungen kombiniert werden. Abgesehen von hohen Recherchenzeiten resultieren daraus auch entsprechend hohe Kosten, weil für die Ermittlung der Gebühren nicht die reale Rechnernutzungsdauer, sondern die Gesamtdauer einer Recherche einschließlich der Wartezeiten zugrundegelegt wird.

Dennoch ist beim gegenwärtigen Angebot an Datenbanken die Benutzung von PATSEARCH vorteilhaft, weil in der Retrieval-Sprache von PERGAMON mit Hilfe des sogenannten GET-Befehles statistische Analysen möglich sind. Zu einem durch geeignete Suchbefehle eingegrenzten Datensatz können damit z. B. die größten Patentanmelder, die Patenthäufigkeit nach Anmelde- oder Erteilungsjahren oder die häufigsten Patentklassen ausgesucht werden. Mit Hilfe dieser Statistik-Software lassen sich fast alle für eine Patentanalyse erforderlichen Untersuchungen durchführen, so daß eigene Programmentwicklungen durch den Anwender weitgehend entfallen können. Im vorliegenden Projekt mußte lediglich die Zusammenfassung von internationalen Patentklassen zu Untersektionen mit Hilfe einer eigenen Software durchgeführt werden.

Im Hinblick auf die statistische Aufbereitung von Daten sollen hier zwei weitere Mängel von PATSEARCH erwähnt werden. Zum einen ist es bei Patentanalysen üblich, die Länderzuordnung eines Patentes nach der Adresse des Erfinders durchzuführen. Auf diese Weise werden Patente dem tatsächlichen Entstehungsort des geistigen Eigentums zugerechnet und es werden Zuordnungsschwierigkeiten bei ausländischen Tochterfirmen von multinationalen Konzernen vermieden. Bei PATSEARCH ist nun ein separater Zugriff auf die Erfinderländer nicht möglich, sondern es werden zusammen mit den Ländern immer auch die häufigsten Städte und bei US-Bürgern die häufigsten US-Bundesstaaten mit aufgeführt. Die Erfinderländer müssen daher nach durchgeführter Recherche auf manuellem Wege wieder aus den Städten und US-Bundesstaaten aussortiert werden. Unpraktisch ist auch, daß bei den Erfinderländern nicht die im Patentwesen üblichen zweistelligen Abkürzungen nach ISO-Standard 3166 benutzt werden. Die ausgeschriebene Form führt sehr viel leichter zu Schreibfehlern, so daß bundesdeutsche

Patente beispielsweise unter den Stichworten "Germany" oder "Germana" gesucht werden müssen, schwedische Patentschriften erscheinen unter "Sweden" oder "Sweded". Im übrigen ist die Ausgabe von Erfinderländern mit Hilfe des GET-Kommandos nur bedingt verwendbar, da es im Falle von Anmeldungen mit Erfindern verschiedener Nationalität zu Doppelzählungen kommt. Offenbar hat der Datenbankbetreiber mit der unpraktischen Benennung der Erfinderländer selbst Probleme: bei den im Rahmen dieses Projekts durchgeführten Recherchen wurde festgestellt, daß bei den Erteilungsjahrgängen 1984 und 1985 eine erhebliche Zahl von US-Inlandspatenten als staatenlos ausgegeben wurde. Der Host hatte von diesem gravierenden Fehler keine Kenntnis und sieht sich auch nach einem entsprechenden Hinweis durch die Autoren dieses Berichts aus Kostengründen nicht zu dessen Bereinigung in der Lage.

Aus der Sicht des Patentanalytikers ebenfalls schwer verständlich ist die Tatsache, daß Inlandspatente kein Prioritätsfeld, sondern nur ein Anmeldefeld aufweisen, so daß länderübergreifende Recherchen auf der Basis von Prioritätsdaten nicht möglich sind. Auch führen prioritätsbezogene Recherchen für ausländische Erfinder nicht zu sinnvollen Ergebnissen, weil in Einzelfällen auch hier Patente direkt in den USA angemeldet werden und somit nicht über das Prioritätsdatum erfaßbar sind. Außerdem sind z. B. gerade bei japanischen Patenten Mehrfachprioritäten üblich, so daß Mehrfachzählungen auftreten. Um bei der Untersuchung der vier Technikfelder einen Bezug zum eigentlichen Entstehungsjahr der Erfindungen herzustellen, wurde grundsätzlich nur auf der Basis von Anmeldedaten recherchiert und dann bei Ausländern pauschal ein Zeitabstand von einem Jahr zwischen Priorität und Anmeldung unterstellt. Das Fehlen des Prioritätsfeldes bei US-Anmeldern kommt allerdings auch bei anderen US-Patentdatenbanken wie z. B. bei IFIPAT des Anbieters STN vor.

Bei der Aufzählung der Mängel von PATSEARCH ist schließlich zu erwähnen, daß bei den IPC-Zuordnungen nicht zwischen Haupt- und Nebenklassen differenziert wird. Dieses ist aber nicht dem Host PERGAMON, sondern dem USPTO anzulasten, das auf den Titelblättern der Patentschriften keine diesbezügliche Unterscheidung vornimmt.

Zur weiteren Information über die Datenstruktur von PATSEARCH ist in Tabelle 3.1-1 ein beispielhafter Datenausdruck wiedergegeben.

Tabelle 3.1-1: Beispielhafter Ausdruck eines PATSEARCH-Dokuments

PAT: US 4591269 27 MAY 1986 <PIN: 4591269>.
TTL: Rotation rate measuring instrument.
INV: Mohr Friedemann
Renningen, FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY.
ASG: International Standard Electric Corporation (US Corporation)
APP: 555905 29 NOV 1983
PRI: FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY (DE) 3 DEC 1982 3244713
UPC: 356/350 Xref: 250/227; 350/96.20; 372/46
IPC: G01B 9/02 (EDITION 4); G01C 19/64
REF: 4372685, FEB 1983; 4410275, OCT 1983
LIT: Phase Nulling Optical Gyro, Cahill et al, Proceedings of the I E E E National Aerospace and Electronics Conference, 5-1979, pp 8-13; Techniques for Shot Noise Limited Inertial Rotation Measurement Using a Multiturn Fiber Sagnac Interferometer, Davis et al, SPIE, vol 157, 1978, pp 131-136
ABS: In the rotation rate measuring instrument, two component beams derived from a light beam produced by a laser circulate around a coiled optical waveguide (radius R, length L) in opposite directions. From the phase difference between the two component beams due to the Sagnac effect, the rotation rate is determined. Before entering the optical waveguide, each of the two component beams is modulated in a modulator (5, 6) such that the phase differences (2 nu+1) pi/2, (2 nu+5) pi/2, and (2 nu+3) pi/2 (where nu is an arbitrary integer) exist periodically between the two component beams emerging from the optical waveguide. The drive signals for the two modulators, which exhibit periodic frequency changes of 2F, are varied in such a way that the output of an optical-to-electrical transducer (2) to which the two component beams are directed after travelling around the optical waveguide provides a constant signal. To compensate for the Sagnac phase difference, an additional frequency difference of Deltaf is required between the two drive signals. The rotation rate Omega is determined by the equation (*See Patent for Mathematical Equation*) where lambda=vacuum wavelength of the light, and C=velocity of light in vacuo.
CLM: Rotation rate measuring instrument comprising a device producing a light beam which is split into two component beams (ICW, ICCW) which travel over a closed light path in opposite directions, wherein, after the component beams have traversed the light path, a phase difference (phis) caused by the Sagnace effect and proportional to rotation rate (Omega) exists between them, wherein the two component beams having traversed the light path are combined and directed to an optical-to-electrical-transducer (2) followed by a control and evaluating facility, wherein at least one modulator (5, 6) is provided which modulates at least one of the component beams in such a way that, after the two component beams have traversed the light path, periodically varying phase differences exist between them which are chosen so that the output signal of the optical-to-electrical transducer (2) has the same amplitudes at the varying phase differences when the measuring instrument is at rest, and wherein the drive signal for the modulator is so controlled that the output signal of the optical-to-electrical transducer has a constant amplitude even in the presence of rotation, characterized by means for so varying the drive signal for the modulator (5) as to periodically produce during each cycle a succession of phase differences (2 nu+1) pi/2, (2 nu+3) pi/2, (2 nu+5) pi/2, and (2 nu+3) pi/2 between the component beams, where nu is an arbitrary positive or negative integer, and that the drive signal exhibits changes in frequency by 2F, and means for determining the rotation rate Omega from the equation (*See Patent for Mathematical Equation*) or from an equation derivable therefrom, where lambda=vacuum wavelength of light, C=velocity of light in vacuo, R=radius of the coiled light path, L=length of the light path, and f=drive signal frequency shift required to compensate for the Sagnac phase difference PhiS.

3.2 PATDPA (STN)

Zur Analyse bundesdeutscher und europäischer Patentdaten wurde die Patent-Datenbank PATDPA des Scientific and Technical Information Network (STN) herangezogen, welche erst im Juni 1986 neu eröffnet worden ist und vom Fachinformationszentrum Karlsruhe aufgebaut und betreut wird. Durch PATDPA sind neben der Datenbank PATOS des Anbieters Bertelsmann zum ersten Mal deutsche Patentschriften online zugänglich. Während PATOS aber ausschließlich Offenlegungsschriften enthält, werden in PATDPA auch sämtliche Folgevorgänge aufgenommen. Der Benutzer erhält somit zusätzlich Informationen über die nach der Offenlegung gestellten Prüfungsanträge, Patenterteilungen, Einsprüche usw. In Ergänzung zu den deutschen Patentdokumenten enthält PATDPA außerdem alle europäischen Patentschriften, in denen die Bundesrepublik als Benennungsland ("DE") aufgeführt ist oder die eine deutsche Priorität besitzen. Damit sind etwas mehr als 90 % aller europäischen Patentschriften über PATDPA zugänglich.

In der Datenbank PATDPA sind alle Veröffentlichungen des Deutschen Patentblatts zur Zeit erst ab November 1981 in derjenigen Form enthalten, wie sie in maschinenlesbarer Form auch auf dem sogenannten Publikationsband des DPA verfügbar sind. Während eine Gegenkontrolle mit der Datenbank EPAT (QUESTEL, Paris) die Vollständigkeit der europäischen Patentanmeldungen bestätigt, scheint es auf den ersten Blick bei den deutschen Anmeldungen einen Fehlbestand zu geben. Denn entsprechend Tabelle 3.2-1 sind in PATDPA im Schnitt rund 15 % weniger Patentdokumente als im Geschäftsbericht des DPA ausgewiesen. Diese Differenz erklärt sich nur zu einem geringen Teil aus den sogenannten Geheimanmeldungen, für die nach den §§ 50 - 54 PaTG81 jede für die Öffentlichkeit zugängliche Publikation unterbleibt. Maßgeblich ist vielmehr, daß in den letzten Jahren immer häufiger eine Anmeldung beim DPA nur zur Prioritätssicherung benutzt und schon nach wenigen Tagen ohne Zahlung der Anmeldegebühr zurückgezogen wird und dann in einem anschließenden europäischen Verfahren unter Wahrung des Prioritätsdatums die Bundesrepublik als Benennungsland erscheint. Zum zweiten ist es in jüngster Zeit beim DPA möglich, schon innerhalb von rund 9 Monaten nach dem Anmeldetag einen ersten Recherchen- oder Prüfungsbericht zu erhalten. Im Falle eines negativen Recherchenergebnisses kann dann die Anmeldung vor Offenlegung zurückgezogen werden, um auf diese Weise noch eine Geheimhaltung gegenüber der Konkurrenz zu erreichen. In PATDPA sind somit zwar nicht alle deutschen Patentanmeldungen ent-

Tabelle 3.2-1: Zahl der Anmeldungen beim Deutschen Patentamt nach der offiziellen Statistik sowie nach PATDPA (Quelle: Blatt für Patent-, Muster- und Zeichenwesen, jeweils Nr. 3 der Jahrgänge 1982 bis 1985)

Jahr	Offizielle Angaben (nach Anmeldejahr)	PATDPA (nach Anmeldejahr)	Differenz in Prozent
1981	46579	43150	- 7 %
1982	47826	40185	-16 %
1983	47103	39095	-17 %
1984	45209	38762	-14 %

Tabelle 3.2-2: Beispielhafter Ausdruck für PATDPA-Dokumente, hier beruhend auf einer EPA-Anmeldung

```
AN    159909645 PATDPA;  ED  841004; EW  8440
SN    EP83901116.0W;        UP  841004
TI    (A ) MAGNETISCHE KOHLENWASSERSTOFFTEILCHEN ALS TRAEGER FUER
      AFFINITAETSSCHEIDUNGSZWECKE ZUM BEISPIEL ZELLSCHEIDUNG.
IN
INC   SCHROEDER, Ulf (*SE 223 68 Lund)
      BORREBAECK, Carl (*SE 222 48 Lund)
PA
PAC   Borrebaeck, Carl (*SE Lund)
PAT   Natuerliche Person
AG    derzeit kein Vertreter bestellt
SO    Patentblatt 104 (1984) Heft 40, EP A  Euro-PCT Anmeldung
NTA   820329: FFRD (32) Erstes Prioritaetsdatum
      830325: ADRW (86) Euro-PCT Anmeldung mit DE Benennung
NTR   831013: ADWD (87) Publ. der WO Anmeldung in deutscher Sprache
NTL   840829: AOR  (87) Publ. der EP Anmeldung mit DE Benennung
DT    P
LA    English
PIT   EP AW Europaeische (PCT) Anmeldung mit DE Ben.
PI    EP 116550     A  840829              (10) letzte Hauptpublikation
AI    EP 83-901116  AW 830325 ADR          (86) EP Anm. mit DE Ben.
      WO 83-SE106   A  830325 ADW          (86) WO Anm. mit DE Best.
PRAI  SE 82-1972    A  820329 CP   F       (32) Unions-Prioritaet
DS    R AT; R BE; R CH; R DE; R FR; R GB; R LI; R LU; R NL
OS    CA 100(9):64503G
IC
ICM   (4I3) C12N005-00                     (511) IPC Hauptklasse
ICS   (4I3) C12N011-10                     (512) IPC Nebenklasse
      (4I3) C12Q001-00                     (512) IPC Nebenklasse
      (4T3) C07KX                          (512) IPC Nebenklasse
ICSO  (3N4) C07G007-00                     (512) IPC Nebenklasse
FST   AFFINITAET; AFFINITAETSSCHEIDUNGSZWECK; BEISPIEL; KOHLE;
      KOHLENWASSERSTOFF; KOHLENWASSERSTOFFTEILCHEN; MAGNETISCH; SCHEIDUNG;
      STOFF; TEILCHEN; WASSER; WASSERSTOFF; ZELLE; ZELLSCHEIDUNG; ZWECK
FA    INC; PAC; DS; ICS; ICSO
```

halten, wohl aber alle publizierten DPA-Anmeldungen. Ab etwa Mitte 1988 sollen über PATDPA alle publizierten EPA- und DPA-Anmeldungen ab 1968 abrufbar sein.

Die Datenstruktur von PATDPA geht aus den beispielhaften Ausdrucken für eine DPA- und EPA-Anmeldung gemäß Tabellen 3.2-2 hervor. Die Konzeption von PATDPA ist - auch im Vergleich zu anderen Patentdatenbanken - gut durchdacht. Als besonders positiv ist hervorzuheben, daß für alle Anmeldungen, also auch Inlandsanmeldungen, zwingend ein Prioritätsfeld (PRAI) vorgesehen ist. Das für Patentanalysen markanteste Datum kann also mit einem einheitlichen Befehl für alle Schrifttypen angesprochen werden. Die bei PATDPA verwendete Retrieval-Sprache erlaubt dabei auch in einfacher Weise eine Definition von Zeiträumen. Keineswegs selbstverständlich ist es auch, daß im Prioritätsfeld sowie auch im Anmeldefeld (AI) eine einheitliche Kodierung nach der Anmeldenummer durchgeführt wurde. Dieses ist besonders wichtig, weil beispielsweise beim EPA ein Dokument eine von der Anmeldenummer abweichende Erteilungsnummer zugewiesen bekommt und nach der Patenterteilung das zugehörige nationale Patent für die Bundesrepublik eine weitere Kodierung erhält.

Daß trotz der günstigen Feldaufteilung die Recherchen in der Regel schwieriger als z. B. bei PATSEARCH sind, hängt mit der komplexen Rechtssituation bei bundesdeutschen Patenten zusammen. So ist ein westdeutsches Patent über folgende Wege zu erhalten:

- eine nationale Anmeldung beim DPA,
- eine europäische Anmeldung mit der Bundesrepublik als Benennungsland,
- eine Anmeldung nach der sogenannten Patent Cooperation Treaty (PCT) mit Benennung der Bundesrepublik,
- eine PCT-Anmeldung mit dem EPA als Prüfungsamt und der Benennung der Bundesrepublik im Rahmen der europäischen Anmeldung (EURO-PCT-Anmeldung).

Es wirkt sich dabei als zusätzlich erschwerend aus, daß das deutsche und das europäische Prüfungsverfahren parallel laufen können und sich der Anmelder erst bei einer Erteilung beider Patente für eines von beiden entscheiden muß. Alle diese Möglichkeiten mußten in PATDPA in geeigneter Weise kodiert werden, was für einen Erstbenutzer von PATDPA zu einer verwirrenden Vielfalt von Kürzeln führt, aber kaum einfacher zu lösen ist, wenn für den Kenner der Zugang zur vollständigen Information erhalten bleiben soll. Es bedarf daher einer gewissen Einarbeitungszeit, um bei Recherchen zu eindeutig definierten Aus-

Tabelle 3.2-3: Beispielhafter Ausdruck für PATDPA-Dokumente, hier beruhend auf einer DPA-Anmeldung

```
AN    160039822 PATDPA;  ED  841018; EW  8442
SN    DE3338759.1;       UP  841018
TI    (C1) Verfahren zum stabilen Binden von proteinischen Antigenen oder
      Allergenen an feste Traeger
IN
INC   Brenna, Oreste (*IT Mailand/Milano)
      Falasiani, Paolo (*IT Mailand/Milano)
PA
PAC   Laboratorio Farmaceutico Lofarma S.a.s. (*IT Mailand/Milano)
PAT   Juristische Person
AG    Diehl, P. 'Dipl.-Ing., PAT.-ANW.' (1000 Berlin)
SO    Patentblatt 104 (1984) Heft 42, DE C1 Patent-Schrift, 1. Veroeff.
NTA   830513: FFRD (32) Erstes Prioritaetsdatum
      831021: ADP  (22) DE Patent-Anmelde-Datum
NTL   841018: PG   (45) DE Patent-Erteilung
      841018: SRP  (56) Such-Ers. d. Pruef-Verf. gem. Paragr. 44
DT    P
LA    German
PIT   PS EF DE Patent-Schrift, 1. Veroeff., Einspr.-Frist 3 Mon.
PI    DE 3338759     C1 841018 OPP        (10) mit Einspr.-Frist
AI    DE 83-3338759  A  831021 ADP        (22) DE Patent Anmeldung
      EP 84-830146   A  840510 ADRF       (35) EP Anm.ohne DE Ben.
PRAI  IT 83-21108    A  830513 CP   F     (32) Unions-Prioritaet
DS    R AT; R BE; R CH; R GB; R LI; R LU; R NL
FIN   DE 3338759     C1 841018 PG         (45) DE Patent Erteilung
      EP 131546      A2 850116 ADRF       (35) EP Offenl.ohne DE Ben.
RE
REF   DE 2522484     A         SRP        (56) Entgegenhaltung (Par.44)
REN   (SRP) Methods in Enzymology, Vol. 44, 1976, S. 851-852
      (SRP) Keller, R. - Fischer, E. - Schlingmann, M.: Chem.Ind., 34,
      August 1982, S. 524-528
IC
ICM   (4T3) C07KX                         (511) IPC Hauptklasse
ICMO  (3N4) C07G007-00                    (511) IPC Hauptklasse
ICS   (4I3) C12N011-08                    (512) IPC Nebenklasse
      (4T3) G01N033-53                    (512) IPC Nebenklasse
      (4I3) C08J007-12                    (512) IPC Nebenklasse
      (4I3) C08L025-04                    (512) IPC Nebenklasse
      (4I3) C08F008-28                    (512) IPC Nebenklasse
ICSO  (3N4) G01N033-54                    (512) IPC Nebenklasse
AB    (C1) Verfahren zum stabilen Binden von Antigenen oder Allergenen an
      einen Traeger aus Polystyrol, wobei ein polyfunktioneller Aldehyd
      mit der festen Phase des Polystyrols zur Reaktion gebracht wird, die
      feste Phase zur Entfernung des Aldehydueberschusses gewaschen wird,
      die so behandelte feste Phase mit den Antigenen oder den Allergenen
      ausgebruetet wird, und die Bindung zwischen dem Aldehyd und den
      Antigenen oder den Allergenen mit Natrium-Bor-Hydrid oder,
      Natrium-Zyan-Borhydrid stabilisiert wird.
PST   ALDEHYD; ALDEHYDUEBERSCHUSS; ALLERGEN; ANTIGEN; AUSBRUETEN;
      BEHANDELN; BEHANDLUNG; BINDE; BINDEN; BINDUNG; BOR; BORHYDRID;
      BRINGEN; ENTFERNUNG; FEST; HYDRID; NATRIUM; PHASE; POLYFUNKTIONELL;
      POLYSTYROL; PROTEINISCH; REAGIEREN; REAKTION; STABIL; STABILISATION;
      STABILISIEREN; STABILISIERUNG; UEBERSCHUSS; VERFAHREN; WASCHEN; ZYAN
FA    INC; PAC; AG; AB; DS; ICMO; ICS; ICSO; REF; REN
```

gangsdatenmengen zu gelangen. Für den ungeübten Benutzer ist die Redundanz sehr hilfreich, daß neben den reinen Suchfeldern unter den Kürzeln NTA und NTL die wichtigsten Daten einer Anmeldung noch einmal mit einem kurzen erläuternden Text zusammengestellt sind.

Derzeit ist PATDPA allerdings noch mit einer Reihe von Aufbauproblemen behaftet. So fehlen bei einzelnen Patentschriften ganze Suchfelder, die eigentlich obligatorisch sind. Im Rahmen dieses Projekts führte insbesondere das gelegentliche Fehlen des Prioritätsfeldes zu inkonsistenten Ergebnissen. Infolgedessen mußte ein besonderes Rechnerprogramm zum Auffinden und zur Rekonstruktion fehlender Prioritätszeilen geschrieben werden, wobei dann noch zusätzlich eine manuelle Nachkorrektur erforderlich war. Diese Fehler sind aber bei den neueren Daten weitgehend eliminiert, und auch bei älteren Schriften werden sie durch die regelmäßige Fortschreibung der Daten schrittweise bereinigt.

Lästig ist schließlich auch, daß viele Erläuterungstexte unzutreffend sind, wobei allerdings mit einer gewissen patentrechtlichen Sachkenntnis der tatsächliche Sachverhalt meist rekonstruierbar ist. Zu diesen Fehlinformationen gehört beispielsweise der Hinweis auf einen "Internationalen Search-Report" im Zusammenhang mit europäischen oder deutschen Anmeldungen, obwohl es nur bei PCT-Anmeldungen einen internationalen Recherchenbericht gibt. Bei europäischen Schriften kommt es auch vor, daß einerseits eine Anmeldung ohne Benennung der Bundesrepublik, andererseits aber unter einem späteren Datum eine Patenterteilung mit Wirkung für die Bundesrepublik ausgewiesen wird, was sich gegenseitig ausschließt. In der vollständigen Datenbankversion ab dem Jahr 1968, die schon in Betrieb ist, aber vom Hersteller derzeit noch getestet wird, werden derartige Mängel wohl beseitigt sein.

Ein weiteres Problem ist schließlich die Mehrfachbesetzung des Anmeldefeldes, falls es zu einer Prioritätsanmeldung verschiedene Folgeanmeldungen gegeben hat (vgl. AI-Feld in den Tabellen 3.2-2 und 3.2-3). So ist es zwar im Grundsatz nachdrücklich zu begrüßen, daß in PATDPA relativ ausführliche Hinweise auf Parallel-Anmeldungen zu einem Patentdokument zu finden sind, doch führt die Mehrfachbesetzung des Anmeldefeldes bei Recherchen zu kaum noch interpretierbaren Schnittmengen.

Positiv zu erwähnen ist die Möglichkeit, daß in PATDPA nicht nur nach dem Prioritätsland, sondern auch nach der Nationalität des Erfinders gesucht werden kann. Denn bei statistischen Patentanalysen ist es üblich, die Länderordnung nach der Erfinderadresse vorzunehmen, um beispielsweise im Falle von transnationalen Unternehmen eine klare Zuordnung der Herkunft einer Erfindung zu erhalten. Die Erfassung der Nationalität der Erfinder ist aber - was nicht an der Datenbank liegt - bei der statistischen Analyse von DPA-Anmeldungen nicht vollständig realisierbar, weil nach dem deutschen im Gegensatz zum amerikanischen Recht die Möglichkeit besteht, die Nichtnennung des Erfinders zu beantragen. Etwa fünf Prozent der DPA-Anmeldungen können daher mit Hilfe der Erfinderadresse nicht erfaßt werden. Bei Recherchen auf der Basis von Prioritätsländern werden demgegenüber die deutschen Erfindungen um etwa fünf Prozent auf Kosten von anderen Nationalitäten überbewertet, weil einige Ausländer direkt beim DPA anmelden und somit eine deutsche Priorität erhalten. Der methodisch beste Weg ist die Kombination aus beidem, nämlich eine Recherche auf der Basis der Erfindernationalität und eine ergänzende Recherche, bei der Schriften ohne Angabe des Erfinders aufgrund des Prioritätslandes zugeordnet werden. Die Auffindung der Ergänzungsmenge ist mit PATDPA leicht möglich, weil über das FA-Feld ("field availability") die Existenz der Erfinderangabe geprüft werden kann, was bei anderen Datenbanken in der Regel nicht der Fall ist.

Im Hinblick auf europäische Schriften wurde bereits in Abschnitt 2.3.6 erwähnt, daß die im Recherchen- bzw. Prüfungsverfahren zitierten Entgegenhaltungen in PATDPA nicht aufgenommen sind. Dadurch wird der Wert der Datenbank für Patentanalysen zwar nicht in Frage gestellt, aber doch wesentlich vermindert; jedenfalls sind europäische Zitatanalysen unmöglich.

Ein weiterer Mangel bei der Erfassung von europäischen Dokumenten, auf den der Datenbankbetreiber keinen Einfluß hat, ist das dort fehlende Abstract (AB-Feld), wodurch die Effizienz einer Stichwort-Recherche erheblich eingeschränkt ist. Denn häufig sind die Titel von Patentschriften so gefaßt, daß sie auf den zentralen Inhalt der Schriften keine Schlüsse zulassen. Im Falle von europäischen Anmeldungen mit deutscher Priorität wird infolgedessen bei Recherchen in PATDPA nach Stichworten häufig nur das deutsche Dokument gefunden. Sollen bei Patentanalysen von deutschen und europäischen Anmeldungen mit einfachen Befehlen Doppelzählungen weitgehend ausgeschlossen werden, dürfen daher deutsche Anmeldungen mit europäischer Nachanmeldung nicht unterdrückt

werden, sondern es müssen umgekehrt europäische Anmeldungen mit deutscher Priorität ausgesondert werden. Dieses Verfahren führt allerdings bei einem Ländervergleich zu einer Überbewertung deutscher gegenüber europäischen Anmeldungen.

Die Erfassung von Abstracts europäischer Anmeldungen scheitert gegenwärtig daran, daß nach dem europäischen Patentgesetz eine dreisprachige Fassung des Abstracts nicht erforderlich ist. Eine entsprechende Übersetzung der Patentansprüche ist erst nach der Patenterteilung vorgeschrieben. Diesbezügliche Änderungen der Verfahrensvorschrift wären dringend erforderlich und stellten auch für den Anmelder keine unzumutbare Mehrbelastung dar.

Im Rahmen des vorliegenden Projektes wurde für die gemeinsame Betrachtung deutscher und europäischer Patentanmeldungen ein Rechner-Programm entwickelt, welches durch den Vergleich von Prioritätsnummern Doppelzählungen identifiziert und unterdrückt. Auch bei dieser Methode ist aber eine Überbewertung von DPA-Anmeldungen gegenüber EPA nicht zu verhindern; diese Überrepräsentanz ändert allerdings die Rangfolgen im Ländervergleich nicht. Im übrigen gibt es als ausgleichende Tendenz auch eine gewisse Überbewertung von EPA-Anmeldungen, da bei der Offenlegung die Bundesrepublik in einzelnen Fällen nur vorsorglich als Zielstaat benannt ist, und nach der Patenterteilung keine Umwandlung in ein nationales deutsches Patent erfolgt.

Durch das fehlende Abstract bei europäischen Schriften werden die besonders günstigen Möglichkeiten einer Stichwortsuche, die vom Aufbau der Datenbank PATDPA her gegeben sind, nur für DPA-Anmeldungen nutzbar. Denn PATDPA enthält im PST-Feld sogenannte "passat terms", die durch eine automatische Zerlegung der im Titel und Abstract vorkommenden, für die deutsche Sprache typischen, Komposita gebildet worden sind. Hier kommt es zwar in einzelnen Fällen zu Sinnentstellungen, doch wird in der Regel eine Stichwortrecherche wesentlich vereinfacht und effektiviert. Da somit beispielsweise mit dem Stichwort "Roboter" auch "Schweißroboter" oder "Industrieroboter" gefunden werden, fällt die bei PATDPA nicht gegebene Möglichkeit einer Links-Maskierung nicht besonders ins Gewicht. Dennoch wäre für fortgeschrittene Versionen der Retrieval-Sprache eine entsprechende Erweiterung der Suchmöglichkeiten wünschenswert.

Im Vergleich zu PERGAMON ist die Soft- und Hardware bei PATDPA wesentlich effizienter, so daß die Systemantworten auf Suchbefehle nur in Ausnahmefällen

länger als eine halbe Minute benötigen. Nachteilig für patentstatistische Analysen ist aber der Einbau von automatischen Systemgrenzen, wonach es maximal 99 Suchschritte und höchstens eine Gesamtmenge von einer Million identifizierter Schriften geben kann. Beide Grenzen werden bei patentanalytischen Untersuchungen in kürzester Zeit erreicht, so daß eine Recherche in eine Vielzahl von Einzelsegmenten zerlegt werden muß, in denen bestimmte Suchabfolgen immer wieder neu generiert werden müssen.

Derzeit gibt es bei PATDPA noch keinerlei Möglichkeiten einer statistischen Aufbereitung von Suchergebnissen. Hier ist für die Zukunft eine diesbezügliche Verbesserung vorgesehen; doch soll die geplante Statistik-Software die Analysemöglichkeiten, wie sie bei PERGAMON schon jetzt gegeben sind, allenfalls in Ansätzen erreichen. Somit wird man für Patentanalysen in PATDPA bis auf weiteres noch auf eigene Software-Entwicklungen zurückgreifen müssen.

In diesem Projekt wurden im Hinblick auf eine statistische Auswertung alle Datenfelder der ermittelten Schriften - bis auf das Abstract und die passat terms - in maschinenlesbare Dateien übertragen, wobei die Datenübertragung trotz der Verwendung hoher Übertragungsraten (2.400 Baud) Tage in Anspruch nahm. Im Rahmen der Untersuchungen haben sich aber einige wenige Suchfelder herauskristallisiert, die für Patentanalysen ausreichen, so daß für zukünftige Untersuchungen der Aufwand beim Datentransfer deutlich verringert werden kann. Dabei handelt es sich um folgende Schlüsselfelder:

SN Aktenzeichen
TI Titel
INC Erfinder (aktueller Stand)
PAC Anmelder/Inhaber (aktueller Stand)
PRAI Prioritäts-Information
REP Referierte Patente
REN Referierte Nicht-Patent-Literatur
ICM Internationale Klassifikation, Hauptklasse (aktueller Stand)
ICS Internationale Klassifikation, Nebenklassen (aktueller Stand)
FA Verfügbare Datenfelder.

Solange die vereinzelten Datenlücken im Prioritätsfeld noch nicht beseitigt sind, wird im übrigen noch das NTA- und NTL-Feld benötigt, um das Prioritätsdatum rekonstruieren zu können.

In Abschnitt 2.1.2 wurde bereits ausgeführt, daß die Daten von deutschen und europäischen Patenten spätestens nach 18 Monaten ab Prioritätsdatum für die Öffentlichkeit zugänglich sind. Tatsächlich gibt es aber in der Praxis geringfügige Zeitverzögerungen, die bei Patentanalysen zu beachten sind. Bei PATDPA werden die DPA-Anmeldungen zeitgleich mit dem offiziellen Publikationstermin in den Datenbestand aufgenommen. Doch liegt dieser Termin in der Regel nicht genau bei 18 Monaten, sondern verzögert sich um etwa eine Woche. In einem Falle wurde aus nicht nachvollziehbaren Gründen eine Verzögerung von 2 1/4 Monaten festgestellt. Bei EPA-Anmeldungen gibt es offensichtlich Koordinationsprobleme zwischen dem Datenbankhersteller und dem EPA, so daß EPA-Daten erst mit einer Verzögerung von fünf bis sechs Wochen in PATDPA aufgenommen werden.

Während derartige Zeitverzögerungen noch in Kauf genommen werden können und auch bei anderen Datenbanken auftreten, ist es ein gravierendes Problem von PATDPA, daß PCT-Anmeldungen nicht bei Offenlegung, sondern erst beim Übergang in die nationale bzw. regionale Phase im Datenbestand erscheinen. Bei der Eingabe der Daten in PATDPA werden also nicht die PCT-Daten von der dafür zuständigen Organisation, der WIPO, übernommen, sondern es wird abgewartet, bis die PCT-Anmeldung offziell an das DPA oder EPA weitergeleitet worden ist. Je nach Verfahrensweg erfolgt die Übergabe der PCT-Anmeldung an die nachfolgenden Patentämter derzeit nach 20 bis 25 Monaten. Im Falle einer sogenannten Euro-PCT-Anmeldung gibt es dann zusätzlich die oben erwähnte Verzögerung bei Schriften des EPA, so daß der Datenbestand in PATDPA erst 26 1/2 Monate nach Priorität wirklich vollständig ist. Dieses Problem wird sich ab 1988 noch verschärfen, da nach den neuesten PCT-Bestimmungen dann die Überleitung in die nationale Phase bis auf 30 Monate verschoben werden kann.

Eine genaue Recherche in PATDPA zum Zwecke des Ländervergleichs ist vor Ablauf der genannten PCT-Fristen methodisch nicht vertretbar, da der Anteil von PCT-Anmeldungen bei Ausländern derzeit bei etwa 13 v. H. liegt und steigende Tendenz aufweist. Mit Verlängerung der Überleitungsfrist auf 30 Monate wird die Bedeutung von PCT-Anmeldungen noch deutlich zunehmen, da sich auf diesem Wege auch die Risikoentscheidung für Auslandsanmeldungen entsprechend verschiebt und sich somit für den Anmelder erhebliche Vorteile ergeben (Bartels 1983). Im übrigen ist der Anteil von PCT-Anmeldungen aufgeschlüsselt nach Ländern und Technikfeldern nicht gleichverteilt und damit nicht vorhersehbar. Im Falle des Technikfelds Industrieroboter liegt im Prioritätsjahr 1984 der

Anteil von PCT-Anmeldungen für Japan bei 37 % und für die USA bei 11 %, während es im Gebiet der Laser 3 % für Japan und 36 % für die USA sind. Aufgrund der genannten Probleme können für diese Studie (Abschluß der Datenerhebung August 1987) nur Anmeldungen bis zum Prioritätsjahr 1984 berücksichtigt werden. Aus der Sicht der Patentstatistik und sicherlich auch der patentrechtlich orientierten Benutzer ist es in jedem Fall ein dringendes Anliegen, daß die PCT-Daten schon bei ihrer Erstveröffentlichung in den Datenbestand von PATDPA aufgenommen werden. Daß dieses möglich ist, zeigt das Beispiel der Datenbank PATSEARCH, die alle die USA betreffenden PCT-Anmeldungen direkt von der WIPO übernimmt. Nach der Auskunft von Fachleuten scheitert die Aufnahme von WIPO-Daten in PATDPA derzeit daran, daß viele PCT-Titel zunächst nur englischsprachig vorliegen und somit das Prinzip einer reinen Deutschsprachigkeit von PATDPA durchbrochen wäre. Angesichts der Verlängerung der PCT-Fristen auf 30 Monate ist das Sprachproblem neben dem Problem mangelnder Aktualität von PATDPA aber sicherlich von nachgeordneter Bedeutung.

3.3 INPADOC (PERGAMON/ORBIT)

Angesichts der Inkompatibilität hinsichtlich der Datenstruktur und der Retrieval-Sprache unterschiedlicher Datenbanken scheint es sich anzubieten, Recherchen bei nationalen Patentämtern einheitlich mit INPADOC- Daten durchzuführen. Mehrere Hosts bieten Informationen über aktuelle Neueingänge bei INPADOC (Wien), beispielsweise für die letzten 15 Wochen, an. Der Host PERGAMON (London) verfügt seit neuestem über den kompletten INPADOC-Datensatz, der für die wichtigsten Patentämter im Jahre 1968 beginnt, für die meisten anderen Länder im Jahre 1973, nicht mehr. Vielmehr bietet seit Herbst 1987 der Host DIALOG (Santa Monica) die kompletten INPADOC-Daten on line an. Insgesamt sind im INPADOC-Datensatz rund 13 Mio. Patentdokumente erfaßt. Trotz der ungewöhnlichen Breite der INPADOC-Daten ist die Eignung für Patentanalysen sehr eingeschränkt. Zunächst einmal umfassen sie nicht das Abstract eines Patentdokumentes, so daß Stichwort-Recherchen nur auf der Basis des Anmeldungstitels mit den oben bereits erwähnten erheblichen Nachteilen möglich sind. Darüberhinaus ist kein Feld für die in Prüfungsverfahren entgegengehaltenen Schriften vorgesehen, womit auch eine Zitatanalyse nicht durchführbar ist.

Das entscheidende Argument gegen die Durchführung von INPADOC-Recherchen im online-Verfahren ist aber ein unmittelbares Resultat der enormen Datenfülle bei INPADOC. Bei der für Patentanalysen notwendigen Definition von Grundmen-

gen ist es, wie bereits in Abschnitt 3.1 am Beispiel von PATSEARCH erläutert, unvermeidlich, mehrfach größere Datenmengen logisch miteinander zu verknüpfen. Bei Versuchsrecherchen mit INPADOC-Daten ergaben sich dabei für einen einzigen Suchschritt nicht selten Antwortzeiten von mehr als 15 Minuten, so daß von einer weiteren Nutzung abgesehen wurde. Solange hier keine effizientere Soft- und Hardware zur Verfügung steht, bleibt derzeit nur der vom Ifo-Institut gewählte, sehr kostenintensive Weg des Überspielens kompletter INPADOC-Datensätze sowie des Entwickelns einer entsprechenden eigenen Software.

Tabelle 3.3-1: Übersicht über die mittleren Volumina der verwendeten Datenbanken um das Prioritätsjahr 1982 ("ED" bezeichnet EPA(DE) oder DPA, also alle Patente mit Schutzwirkung in der Bundesrepublik Deutschland) (Quellen: ISI, Faust 1986, Faust 1987)

Patentamt	ED	USPTO	ED+USPTO	WELT (Prioritäten mit Auslandsanmeldung	WELT (alle Anmeldungen auch mehrfach)
Land der Schutzwirkung	DE	US	DE+US	je nachdem	je nachdem
Datenbank	PATDPA	PATSEARCH	ISI	Ifo	INPADOC
Mittleres Patent-Volumen pro Jahr	64000	67000	130000	65000	700000
Anteil der fünf größten OECD-Länder	84 %	89 %	87 %	81 %	76 %

An dieser Stelle ist eine kurze Übersicht über die Volumina der verwendeten Datenbanken angebracht. Dies kann anhand von Tabelle 3.3-1 geschehen. Dabei bezeichnet "ED" die Zahl der Patente mit Schutzrechten in der Bundesrepublik Deutschland, also EPA-Anmeldungen mit Benennung DE und DPA-Anmeldungen. Der Vergleich zeigt zunächst, daß die Ifo-Kopie der INPADOC-Daten etwa halb so viele Prioritäten mit mindestens einer Auslandsanmeldung enthält wie die vom ISI benutzten kombinierten Datenbanken Patentschriften. Läßt man das Kriterium der einfachen Auslandsanmeldung fallen und berücksichtigt auch alle Inlandsanmeldungen, dann weist INPADOC ein jährliches Volumen von ca. 700 000

Schriften nach. Der Unterschied liegt aber nicht im Einschluß kleinerer Volkswirtschaften bei INPADOC - wie zu vermuten wäre -, da die fünf großen OECD-Länder jeweils um oder über 80 % der jeweiligen Patentschriftenmenge besitzen. Vielmehr dominieren japanische Inlandsanmeldungen mit über 200 000 pro Jahr; ferner beziehen sich bei INPADOC viele Auslandsanmeldungen auf dieselbe Erfindung. Tabelle 3.3-2 gibt an, daß für die in dieser Untersuchung betrachtete Stichprobe forschungsintensiver Technikfelder im Durchschnitt mehr als 5 (gleichlautende) Auslandsanmeldungen erfolgen - mit Ausnahme Japans, das mit geringen Multiplizitäten deutlich aus dem Rahmen fällt. Die ebenfalls in der Tabelle angegebene Zahlen für alle INPADOC-Anmeldungen bestätigen dieses Ergebnis, wonach Japan bei der vergleichenden Zählung von Auslandsanmeldungen unterrepräsentiert ist.

Tabelle 3.3-2: Multiplizität der weltweiten Zahl der Auslandsanmeldungen auf forschungsintensiven Technikfeldern von 1970 bis 1984 (Quelle: ISI, Faust 1987)

Erfinderland	US	JP	DE	FR	GB	Welt
Industrieroboter	5,7	3,6	5,4	6,1	5,4	5,1
Laser	5,2	2,9	4,7	5,2	4,4	4,6
Solarzellen	6,0	3,1	4,9	5,2	5,2	5,0
Immob. Enzyme	9,4	4,8	12,1	9,1	10,5	8,6
Stichprobe forschungs-intensiver Patent-schriften	5,8	3,3	5,6	5,6	5,5	5,2
Zum Vergleich: Alle INPADOC-Anmeldungen aus 1972	4,8	2,9	4,7	kA	kA	kA
und 1984	7,1	3,6	6,7	kA	kA	kA

Da solche (mehrfachen) Auslandsanmeldungen jedoch bezüglich ihres technischen Inhalts auch in jeweils einer Inlandsanmeldung (Priorität) abgebildet sind und die Prioritäten ohne Auslandsanmeldung ein wesentliches Qualitätskriterium nicht erfüllen (vgl. Abschnitt 2.3.2), ist die vom ISI verwendete Datenbasis trotz des großen Volumens von INPADOC technologisch weitgehend äquiva-

lent. Mit dem ISI-Verfahren werden einige nicht US-amerikanische und nicht westdeutsche Erfindungen übersehen, die weder am USPTO noch am DPA, noch am EPA mit Benennung DE angemeldet werden, also etwa schwedische Patente, die zwar in Norwegen, Frankreich oder Großbritannien, aber weder in den USA noch in Westdeutschland geschützt werden.

3.4 WPI/L (QUESTEL)

Die Datenbanken WPI und WPIL (Sammelbezeichnung WPI/L) des Herstellers Derwent, London, wird von den Hosts SDC, DIALOG (beide USA) und auch Télésystèmes QUESTEL (Paris) angeboten. Der Host QUESTEL ist für Patentanalysen dabei besonders geeignet, weil dieser ähnlich wie PERGAMON eine Online-Statistik anbietet. Im Gegensatz zu PERGAMON verfügt QUESTEL über eine sehr effektive Software, wodurch die Systemantworten auch bei größeren Suchfeldern sehr schnell ausgeführt werden. Darüber hinaus erlaubt der Statistikbefehl "MEMSORT" eine sehr exakte Definition der zu untersuchenden Felder bzw. Unterfelder, so daß unbeabsichtigte Doppelzählungen, wie sie bei PERGAMON manchmal vorkommen, zuverlässig ausschließbar sind. Der Datenbestand von WPI/L umfaßt Patentanmeldungen aus 32 nationalen oder regionalen Patentämtern, ist also fast ebenso umfangreich wie der von INPADOC. Die Anmeldungen sind dabei zu Patentfamilien zusammengefaßt; d. h. bei jeder Prioritätsanmeldung ist verzeichnet, zu welchen Auslandsanmeldungen sie geführt hat, während letztere nicht mehr an anderer Stelle ausgewiesen werden. Die Datenbank WPI/L ist in Fachkreisen - insbesondere auch bei industriellen Anwendern - sehr geschätzt, da der Hersteller Derwent zu jeder Anmeldung von technischen Fachleuten ein eigenes, englischsprachiges Abstract erstellen läßt, wodurch Stichwortsuchen in der Regel effizienter als in anderen Datenbanken sind. Trotz dieses zusätzlichen Aufwandes ist der Datenbestand 20 bis 20 1/2 Monate nach dem Prioritätsdatum komplett, was auch für PCT-Anmeldungen gilt. Eine weitere Besonderheit von WPI/L ist die Angabe von EPA- und PCT- Prüferzitaten, soweit sie sich auf Patentschriften beziehen. Die Zitate nationaler Prüfungsämter fehlen dagegen.

Von diesen Vorbedingungen her scheint die Datenbank WPI/L in geradezu idealer Weise für patentstatistische Analysen geeignet zu sein. Eine Suche nach US-Patenten ist in WIP/L allerdings nicht unproblematisch, weil dort lediglich die internationalen, nicht aber die nationalen US-amerikanischen Klassen verzeichnet sind. Das entscheidende Problem bei Recherchen mit WPI/L

an nationalen Patentämtern besteht aber darin, daß bei der Strukturierung der Daten nach Patentfamilien nicht mehr erkennbar ist, ob für eine Auslandsanmeldung eine oder mehrere Prioritäten beansprucht wurden. So erscheinen beispielsweise in WPI/L japanische oder amerikanische Anmeldungen am DPA mit Mehrfachprioritäten als mehrere getrennnte Patentfamilien, die jeweils den einzelnen Prioritäten zugeordnet sind. Daraus resultiert für US-Anmeldungen am deutschen Markt eine Überbewertung von rund dreißig Prozent, während es im Falle japanischer Anmeldungen knapp elf Prozent sind. Insofern bedarf es noch weiterer methodischer Vorarbeiten, ehe WPI/L für ländervergleichende Analysen einsetzbar ist. Im Rahmen dieses Projekts unterblieben Arbeiten mit WPI/L.

3.5 PATENT CITATION INDICATORS (CHI-RESEARCH)

Die US-Firma "CHI Research-Computer Horizons Inc." ist ein Consulting-Institut für Wissenschafts- und Technikindikatoren in Haddon Heights, nahe Philadelphia, im Bundesstaat New Jersey. Sie beschäftigt sich seit 1968 mit der Output-Messung von Forschung und Entwicklung und hat u.a. alle seit 1972 publizierten Literatur- und Zitatdaten für den "Science Indicators"-Bericht der National Science Foundation (NSF) erarbeitet. Die Datenverarbeitungsanlage des CHI-Instituts umfaßt unter anderem die derzeit etwa 700 000 US-Patente (Frontseite) seit 1975. Institutsintern wertet man alle Patentschriften nach Eingang bezüglich der darin befindlichen Entgegenhaltungen (Prüferzitate auf US-Patente, fremde Patente und sonstige Literatur) aus. Die US-Patentzitate werden hernach systematisch abgelegt (derzeit mehr als 4 Mio. US-Patentzitate). Damit stellt die Zitatdatenbank von CHI die einzige ihrer Art dar - ein Weltmonopol.

Der wesentliche Unterschied der CHI-Datenbank etwa zu PATDPA besteht darin, daß US-Patente nach den Gesichtspunkten wie oft, von wem und wann sie später zitiert werden, maschinell zugänglich sind. Der umgekehrte Zugang zur technologischen Verknüpfung zwischen Patentschriften mit der Frage, welche (früheren) Patente eine neue Schrift zitiert, ist mit PATDPA für DPA-Patente ähnlich wie für das USPTO möglich (siehe Abschnitt 2.3.6 und 3.2). Die zitierten deutschen Schriften werden aber nicht gesondert erfaßt wie bei CHI.

Die Vorzüge und die Anwendungsbreite der CHI-Patentzitat-Datenbank sind mehrfach publiziert worden (siehe kürzlich z. B. Narin, Noma, Perry 1985 oder Na-

rin 1987). Sie ist dem Online-Betrieb nicht zugänglich. Vielmehr werden Recherchen vom Personal des CHI-Instituts nach Spezifikation des Auftraggebers ausgeführt, so auch im vorliegenden Projekt. Zwar ist dem ISI angeboten worden, gemäß speziellen Konditionen die CHI-Patentdatenbank im Leasing zu benutzen; davon wurde jedoch jedenfalls für dieses Projekt kein Gebrauch gemacht. Hierfür waren finanzielle Gesichtspunkte nicht ausschlaggebend. Vielmehr entspricht die CHI-Software nicht den internationalen Standards, sondern ist aus guten Gründen komplex und in hohem Maße auf die speziellen Einsatzzwecke der Datenbank zugeschnitten. Ein Leihbetrieb erforderte daher die Beschäftigung einer von CHI geschulten Bedienungsperson, was sich erst bei häufiger Nutzung, jedoch nicht bei einmaliger Anwendung, rentiert.

Mit der Firma CHI Research wurde vereinbart, die Analysen auf Patente der Erteilungsjahrgänge 1975 bis 1985 zu begrenzen. Da die Zitat-Datenbank von CHI Research auf Erteilungsjahren aufgebaut ist, wurde zunächst eine Aufbereitung der Ergebnisse nach Anmeldejahren nicht erörtert. Viele Ergebnisse der US-Recherchen des FhG-ISI sind deshalb - etwa bei der Aggregation von Klassen oder der Ermittlung der wichtigsten Patentanmelder - nach Erteilungsjahren aufbereitet, um eine Vergleichbarkeit mit der Zitatanalyse zu ermöglichen.

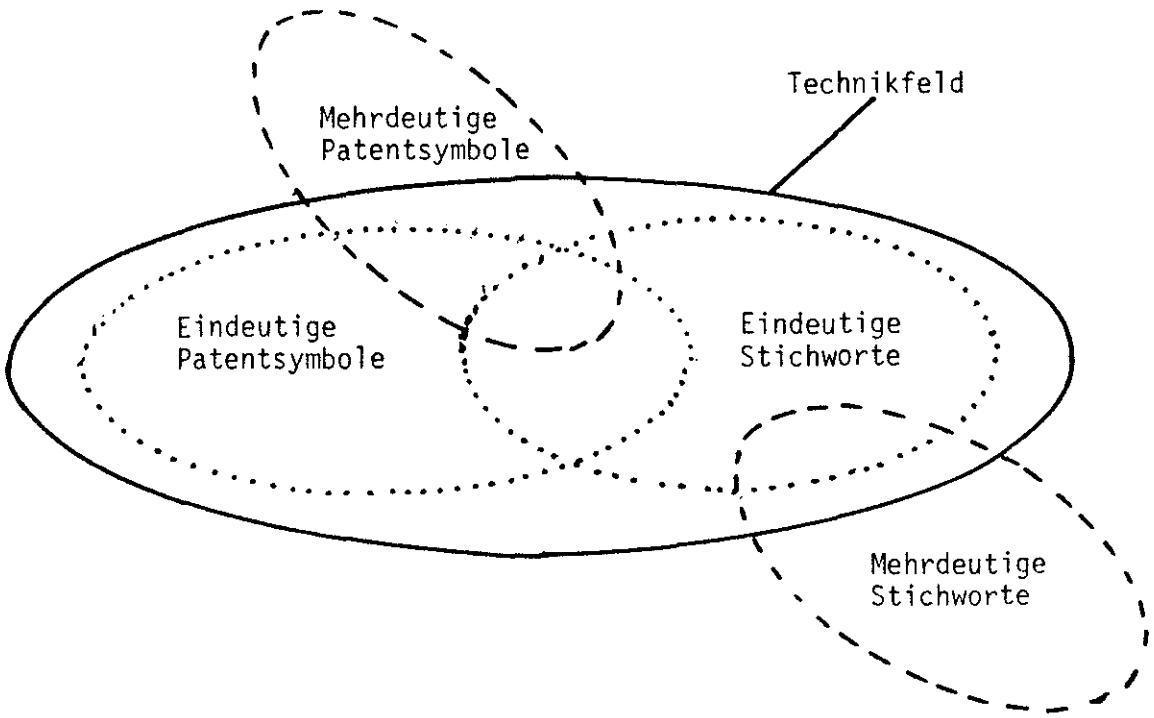
4. RECHERCHENSTRATEGIEN FÜR PATENTANALYSEN

4.1 Recherchengrundsätze

Der Begriff "Patentrecherche" wird üblicherweise mit manuellen Recherchen assoziiert, weil bei schutzrechtlichen Problemen - etwa bei Prüfungs-, Einspruchs- oder Nichtigkeitsverfahren - ein sorgfältiger Merkmalsvergleich erforderlich ist. Datenbankrecherchen können daher für die üblichen Anwendungszwecke zwar zur Eingrenzung möglicher Patentschriften dienen; die eigentliche Auswertung muß hingegen nach wie vor manuell erfolgen. Ein besonderes Charakteristikum von schutzrechtsorientierten Recherchen ist schließlich der Versuch, geeignete Schriften - z.B. als Einspruchsmaterial - auch dann noch aufzuspüren, wenn sie unter ungewöhnlichen oder gar falschen Symbolen der Patentklassifikation eingeordnet sind; d. h. manuelle Recherchen sind in der Regel sehr extensiv angelegt. Im Hinblick auf Patentanalysen, die zukünftige industrielle Entwicklungen abzuschätzen gestatten, müssen für Recherchen in vielen Punkten andere Kriterien gelten, da die großen Datenmengen sowohl automatisch erfaßbar als auch automatisch auswertbar sein sollen. Ohne die explizite Verdrängung manueller Verfahren auf Spezialfragen wären solche Patentanalysen für den praktischen Einsatz nicht geeignet.

Volkswirtschaftlich motivierte patentanalytische Recherchen, die im folgenden "makroanalytisch" genannt werden, sind - ebenso wie schutzrechtsorientierte - darauf ausgerichtet, die für das jeweils zu analysierende Technikfeld relevanten Schriften möglichst vollständig zu identifizieren. Bei Schutzrechts-Recherchen kann dabei die Ausgangsdatenmenge tendenziell zu groß gewählt werden, da bei der anschließenden personalen Inspektion ungeeignete Schriften wieder wegfallen. Im Falle von makroanalytischen Patentanalysen muß dagegen die maschinelle Suchstrategie von vornherein so eingeschränkt werden, daß die erfaßten Dokumente mit sehr hoher Wahrscheinlichkeit auch tatsächlich dem beabsichtigten Technikfeld zugehören. Dabei ist bewußt in Kauf zu nehmen, daß die eine oder andere relevante Schrift nicht erfaßt wird. Denn bei einer zu weit gefaßten Recherchenstrategie ist die Gefahr zu groß, daß das Analyseergebnis durch nicht zugehörige Untermengen beträchtlich verfälscht wird. Aus statistischer Sicht ist es jedenfalls eher zu vertreten, eine zwar geringfügig eingeschränkte, dafür aber inhaltlich weitestgehend zutreffende Stichprobe zu untersuchen, auch dann, wenn deren Repräsentation im Vergleich zur Grundgesamtheit nur grob abgeschätzt werden kann.

Abbildung 4.1-1: Schematische Darstellung der Erfaßbarkeit eines Technikfeldes in Abhängigkeit von der patentstatistischen Recherchenstrategie



Der zugrundeliegende Sachverhalt ist in Abbildung 4.1-1 graphisch veranschaulicht: Die Menge der Schriften, die mit eindeutigen Stichworten und eindeutigen Patentsymbolen erfaßt werden kann, ist etwas kleiner als die Gesamtmenge des gesuchten Technikfeldes. Durch mehrdeutige Kriterien können zwar noch zusätzliche relevante Dokumente ermittelt werden, doch entsteht gleichzeitig eine potentiell große Fehlermenge, die auf maschinellem Wege nicht wieder eliminierbar wäre. Als einfache Grundregel läßt sich somit formulieren, daß Recherchenstrategien für makroanalytische Zwecke stets "auf der sicheren Seite" konzipiert werden müssen. Verfolgt man diese eher restriktive Recherchenstrategie, so ist trotz der beschriebenen Unsicherheiten damit zu rechnen, daß die makroökonomisch wesentlichen Tendenzen eines Technikfeldes und also ganzer technischer Entwicklungslinien auf die zu untersuchende Menge von Patentschriften richtig abgebildet werden.

4.2 Recherchen auf der Basis von Patentklassifikationen

4.2.1 Internationale Patentklassifikation (IPC)

Das wichtigste Hilfsmittel jeder Patentrecherche ist die Patentklassifikation, wobei für nahezu alle Staaten die Internationale Klassifikation (IPC) maßgeblich ist, die auch beim DPA im Jahre 1975 bindend eingeführt wurde. Wie bereits im Abschnitt 2.3.5 näher erläutert, sind in der IPC als feinste Gliederungsstufe Haupt- und Untergruppen vorgesehen, von denen es insgesamt 58.440 gibt (Molewski 1986, 5). Die IPC-Klassen sind überwiegend funktions-, in einzelnen Fällen aber auch anwendungsorientiert.

Bei einer konkreten Anwendung der IPC für Technik-Recherchen zeigt sich, daß ihre Funktionsorientierung in vielen Fällen sehr abstrakt ist, was am Beispiel der Photovoltaik näher erläutert werden soll. In Tabelle 4.2-1 ist die Feinaufteilung der Gruppe H01L 31 wiedergegeben, welche die auf Licht bzw. andere Strahlung ansprechenden Halbleiterbauelemente umfaßt. Damit sind in dieser Gruppe nicht nur Solarzellen, sondern auch z. B. Photoelemente für meßtechnische Zwecke enthalten. Dieses mag aus der Sicht eines theoretischen Physikers oder Didaktikers als optimal erscheinen, weil ein physikalisches Prinzip - der von A. Einstein 1917 entdeckte photoelektrische Effekt - zum Ordnungsprinzip erhoben wurde, und auch aus der eines Patentprüfers sinnvoll sein, da Solar- und Photozellen ähnliche bauliche Merkmale aufweisen können. Aus der Sicht der patentanalytischen Recherche ergibt sich dagegen das Problem, die Solarzellen - also einen Bereich der Energietechnik - in zutreffender Weise von den Photozellen - also dem Bereich der Meßtechnik - abzugrenzen. So sind nur in den Untergruppen H01L 31/04 und 31/06 ausschließlich Solarzellen eingeordnet, während in H01L 31/00, 31/02 und 31/18 neben Solarzellen auch andere lichtempfindliche Halbleiterbauelemente bzw. diesbezügliche Herstellungsverfahren enthalten sind.

Neben der zu geringen Disaggregation innerhalb der genannten Untergruppen besteht auch das umgekehrte Zuordnungsproblem, daß Solarzellen beispielsweise auch unter H01L 25, also in einer anderen Gruppe, eingeordnet sein können, wenn sie baulich mit anderen Elementen vereint sind, wobei wiederum keine scharfe Trennung von anderen Halbleiterelementen möglich ist. Für integrierte Schaltungen von lichtempfindlichen Halbleiter-Bauelementen gibt es schließlich die Untergruppe H01L 27/14; in der neuesten Ausgabe der IPC können unter

Tabelle 4.2-1: Funktionsorientierung der IPC am Beispiel der IPC-Hauptgruppe H01L 31 (Quelle: DPA 1984, Bd. 8)

31/00	**Halbleiterbauelemente, die auf Infrarot-Strahlung, Licht, elektromagnetische Strahlung kürzerer Wellenlänge als sichtbares Licht oder Korpuskularstrahlung ansprechen und entweder für die Umwandlung der Energie einer derartigen Strahlung in elektrische Energie oder für die Steuerung elektrischer Energie durch eine derartige Strahlung eingerichtet sind; Verfahren oder Vorrichtungen, die für die Herstellung oder Behandlung dieser Halbleiterbauelemente oder von Teilen hiervon charakteristisch sind; Einzelheiten dieser Halbleiterbauelemente** (Bauelemente, die aus einer Mehrzahl von in oder auf einem gemeinsamen Substrat ausgebildeten Festkörperschaltungselementen bestehen, ausgenommen bauliche Vereinigungen von strahlungsempfindlichen Schaltungselementen mit einer oder mehreren elektrischen Lichtquellen, 27/00; Sonnenkollektoren, soweit die Dacheindeckung betroffen ist, E04 D 13/18; Erzeugung von Wärme unter Verwendung von Sonnenwärme F24 J 2/00; Messen von Röntgenstrahlung, Gammastrahlung, Teilchenstrahlung oder kosmischer Strahlung mit Halbleiterelektroden G01 T 1/24, mit Widerstandsdetektoren G01 T 1/26; Messen von Neutronenstrahlung mit Halbleiter-Detektoren G01 T 3/08; Verbindungen für Lichtleiter mit opto-elektronischen Bauelementen G02 B 6/42; Energiegewinnung aus radioaktiven Quellen G21 H) [2]
31/02	. Einzelheiten [2]
31/04	. die für die Energie-Umwandlung eingerichtet sind [2]
31/06	. . gekennzeichnet durch wenigstens eine Potentialsprung-Sperrschicht oder Oberflächensperrschicht [2]
31/08	. in denen die Strahlung den Stromfluß durch das Bauelement steuert, z. B. Photowiderstände [2]
31/10	. . gekennzeichnet durch wenigstens eine Potentialsprung-Sperrschicht oder Oberflächensperrschicht, z. B. Phototransistoren [2]
31/12	. baulich vereinigt, z. B. in oder auf einem gemeinsamen Substrat ausgebildet, mit einer oder mehreren Lichtquellen, z. B. elektrolumineszierenden Lichtquellen, und elektrisch oder optisch mit ihnen gekoppelt (Verstärker mit elektrolumineszierendem Bauelement und Photozelle H03 F 17/00; elektrolumineszierende Lichtquellen **an sich** H05 B 33/00) [2]
31/14	. . mit Steuerung der Lichtquelle oder -quellen durch das auf Strahlung ansprechende Halbleiterbauelement, z. B. Bildwandler, Bildverstärker, Bildspeicher [2]
31/16	. . mit Steuerung des auf Strahlung ansprechenden Halbleiterbauelements durch die Lichtquelle oder -quellen [2]
31/18	. Verfahren oder Vorrichtungen, die für die Herstellung oder Behandlung dieser Bauelemente oder von Teilen hiervon charakteristisch sind (hierfür nicht charakteristisch 21/00) [2]

dem Symbol H02N 6/00 schließlich noch "Generatoren, in denen Lichtstrahlung direkt in elektrische Energie umgewandelt wird" klassifiziert werden. Das Technikfeld "Photovoltaik" ist also nicht an einem Punkt konzentriert, sondern auf verschiedene Stellen der IPC verteilt. Aufgrund der sehr abstrakten Terminologie bei der Definition der einzelnen Gruppen bzw. Untergruppen ist dabei offenbar selbst für Patentprüfer nicht immer eindeutig gegeben, welche Einordnung für die jeweilige Erfindung am besten zutrifft, wie stichprobenartige Untersuchungen in den vier Technikfeldern des Projekts gezeigt haben. Dieses bedeutet nicht, daß es in der IPC keine eindeutigen Regeln der Klassenzuordnung gäbe; doch sind diese bei der Anwendung im konkreten Einzelfall so kompliziert, daß Mißdeutungen kaum vermeidbar sind. Im Hinblick auf Einzelheiten zu den Klassifikationsregeln sei hier auf Molewski (1986) sowie auf DPA (1984, Band 9) verwiesen.

Ein grundsätzliches Problem der IPC besteht darin, daß sie nur mit einem relativ großen Zeitverzug an die technische Entwicklung angepaßt werden kann. Diese "Trägheit" der IPC ist darauf zurückzuführen, daß Änderungen nur im Rahmen internationaler Vereinbarungen möglich sind, die einen entsprechend langen Abstimmungsprozeß benötigen. Revisionen der IPC werden daher nur alle 5 Jahre durchgeführt. Gegenwärtig liegt die 4. Ausgabe der IPC vor, die bis Ende 1989 gültig ist.

Angesichts der großen Revisionszeiträume können gerade die für Patentanalysen interessanten Zukunftstechnologien, also junge Technologien mit hohen Inventionsraten, auf der Basis der IPC oft nur zum Teil verfolgt werden. Ein besonders krasses Beispiel ist die Gentechnologie, für die in der derzeitigen Fassung der IPC letztlich nur eine einzige Gruppe (C12N 15/00) vorgesehen ist. Zu dieser Langsamkeit bei der Anpassung an neue Technikentwicklungen kommt offensichtlich eine Neigung hinzu, einmal festgelegte Klassen beizubehalten und im Falle von neuen Entwicklungstendenzen nur halbherzig zu erweitern. Ein Beispiel ist die Unterklasse B25J für Manipulatoren, welche in Tabelle 4.2-2 wiedergegeben ist und schon seit der ersten Ausgabe der IPC existiert. Die Industrieroboter sind dabei als "programmgesteuerte Manipulatoren" in der Gruppe B25J 9 explizit erfaßt. Zwar ist es sicher zutreffend, daß Industrieroboter als automatische, frei programmierbare Manipulatoren definiert werden können (Grupp, et al. 1987, S. 305ff). Dennoch wäre beim heutigen Stand der technischen Entwicklung eine schärfere Abgrenzung zwischen normalen Manipulatoren, also manuell geführten Handhabungsgeräten, und Indu-

Tabelle 4.2-2: Beispiel für historisch gewachsene Abgrenzungen: Unterklasse B25J der IPC für Roboter und Manipulatoren (Quelle: DPA 1984, Bd. 2)

B 25 J MANIPULATOREN; MIT MANIPULIEREINRICHTUNGEN AUSGESTATTETE RÄUME (Manipulatoren im Zusammenhang mit Walzwerken B 21 B 39/20; Manipulatoren im Zusammenhang mit Schmiedemaschinen B 21 J 13/10; Krane B 66 C; Manipulatoren besonders ausgebildetet für oder im Zusammenhang mit Kernreaktoren G 21 C)

Anmerkung:

In dieser Unterklasse wird der folgende Begriff mit der angegebenen Bedeutung verwendet:
- „Manipulator" umfaßt Haltewerkzeuge, Vorrichtungen oder Maschinen mit einem Greif- oder Arbeitskopf, der eine wirkliche Bewegung im Raume und eine Änderung der Richtungseinstellung vornehmen kann, wobei diese wirkliche Bewegung und Änderung der Richtungseinstellung durch Fernsteuerungsmittel erfolgen kann.

1/00 Räumlich von Hand einstellbare Manipulatoren (mit Phantom-Nachfolgesteuerung 3/00; Mikromanipulatoren 7/00)
1/02 . mit Lenkergetriebe oder biegsam
1/04 . steif, z. B. Warengreifer für Lagerregale
1/06 . mit Scherenspreizgetriebe
1/08 . beweglich in einer Wand gehaltert
1/10 . . Schieber- und Schwenkzapfenhalterungen hierfür
1/12 . mit Vorrichtungen zum Befestigungen an einer Tragsäule

3/00 Manipulatoren mit Phantom-Nachfolgesteuerung, d. h. sowohl die steuernde als auch die gesteuerte Baugruppe führen übereinstimmende räumliche Bewegungen aus
3/02 . mit einem Lenkerparallelogrammgetriebe zwischen den Geber- und Empfänger-Baugruppen (Pantographen B 43 L 13/00)
3/04 . mit Servomechanismen (durch Servomechanismen betätigte Köpfe **an sich** 15/02)

5/00 Auf Rädern oder Fahrzeugen montierte Manipulatoren (1/00 hat Vorrang; programmgesteuerte Manipulatoren 9/00)
5/02 . auf einer Führungsbahn laufend
5/04 . . wobei der Führungsweg zusätzlich bewegt wird, z. B. nach Art einer wandernden Kranbrücke
5/06 . Manipulatoren, ausgestattet mit einem Steuerstand für die Bedienungsperson

7/00 Mikromanipulatoren

9/00 Programmgesteuerte Manipulatoren
9/02 . gekennzeichnet durch die Bewegung der Arme, z. B. Linearbewegungen (9/06 hat Vorrang)
9/04 . . durch Drehung wenigstens eines Armes, ohne Berücksichtigung der Bewegungen des Werkzeugträgers, z. B. Bewegungen in Zylinder-oder Polarkoordinaten
9/06 . gekennzeichnet durch mehrgelenkige Arme
9/08 . gekennzeichnet durch Baukastensystem
9/10 . gekennzeichnet durch Mittel zum Positionieren der Manipulatorelemente
9/12 . . elektrisch
9/14 . . hydraulisch oder pneumatisch
9/16 . Programmsteuerungen (Programmsteuerungen allgemein G 05 B 19/00, z. B. numerische Programmsteuerungen G 05 B 19/18)
9/18 . . elektrisch
9/20 . . hydraulisch oder pneumatisch
9/22 . . Aufzeichnungs- oder Wiedergabe-Systeme (allgemein G 05 B 19/42)

11/00 Anderweitig nicht vorgesehene Manipulatoren

***13/00 Steuerungen für Manipulatoren** (Programmsteuerungen 9/16; Steuerungen allgemein G 05)*
13/02 . durch Handgriff betätigte Steuereinrichtungen
13/04 . durch Fußhebel betätigte Steuereinrichtungen
13/06 . Steuerstände, z. B. Schaltpulte, Schalttafeln
13/08 . mit Sensoren, z. B. optische oder Berührungs-Sensoren

15/00 Greifköpfe
15/02 . mit Servomechanismen betätigt
15/04 . mit Vorkehrung für ein ferngesteuertes Abnehmen oder Auswechseln des Kopfes oder von dessen Teilen
15/06 . mit durch Vakuum oder magnetisch betätigten Spannmitteln
15/08 . mit Greiffingern (15/02, 15/04 haben Vorrang)
15/10 . . mit mindestens drei Fingern
15/12 . . mit gelenkigen Fingern

17/00 Gelenkverbindungen
17/02 . Gelenkverbindungen nach Art eines Handgelenkes

18/00 Arme
18/02 . ausfahrbar
18/04 . . drehbeweglich
18/06 . gelenkig

19/00 Zubehör, hergerichtet für Manipulatoren, z. B. zum Überwachen, zum Beobachten; Sicherheitsvorrichtungen in Verbindung mit oder besonders ausgelegt zur Verwendung bei Manipulatoren (Sicherheitsvorrichtungen allgemein F 16 P; Strahlungsschutz allgemein G 21 F)
19/02 . Sensoren
19/04 . . optisch
19/06 . Sicherheitseinrichtungen

21/00 Räume mit Manipuliervorrichtungen (bauliche Merkmale der Halterung des Manipulators in der Wand 1/08)
21/02 . Mit Handschuhen ausgestattete Laborierkästen, d. h. Räume für das Durchführen von Manipulationen durch Handschuhe tragende Personen, wobei die Handschuhe an den Kastenwänden fest angebracht sind; Handschuhe hierfür

strierobotern wünschenswert. Denn bei der derzeitigen Klassifikation sind in den Gruppen B25J 5 sowie 11 bis 19 Bauelemente von Manipulatoren, Industrieroboternund teilweise auch Teleoperatoren gemeinsam eingeordnet. Vom Anmeldevolumen her steht das Symbol B25J heute de facto nicht mehr für Manipulatoren, sondern für Industrieroboter. Nur am Rande sei hier vermerkt, daß in der aktuellen Fassung des "Stich- und Schlagwörterverzeichnisses zur internationalen Patentklassifikation" unter dem Stichwort "Industrieroboter" ausschließlich auf die Gruppe B25J 9 hingewiesen wird, die damit also zwar die "Manipulatoren", nicht aber die anderen Bestandteile (Steuerung, Sensoren etc.) des Roboters trifft.

Ein zusätzliches Problem der regelmäßigen Revisionen der IPC besteht für den Rechercheur darin, daß er bei weiter zurückreichenden Recherchen mit Hilfe von Konkordanzen mögliche, das jeweilige Technikgebiet betreffende Klassifikationsänderungen zurückverfolgen muß. Denn es ist keine Reklassifikation älterer Patentdokumente vorgesehen.

Neben einer Einordnung in eine Hauptklasse, mit welcher gleichzeitig die Prüfungsabteilung des jeweiligen Patentamtes festgelegt wird, erhält ein Patentdokument in der Regel auch eine oder mehrere Nebenklassen, welche sich auf Teilaspekte des Hauptanspruches und vor allem auf einzelne Nebenansprüche beziehen. Aus diesen Sekundärklassifikationen ergeben sich bei patentanalytischen Recherchen wichtige inhaltliche Zusatzinformationen über die Strukturen eines Technikfeldes. In der Praxis richtet sich die Vergabe von Sekundärklassifikationen vorrangig danach, ob ein bestimmtes Dokument für den Prüfungsstoff einer Prüfungsabteilung relevant ist. Das Informationsbedürfnis der Öffentlichkeit spielt dagegen nur eine untergeordnete Rolle. So werden z.B. Programmsteuerungen, die für Industrieroboter geeignet sind, nicht selten unter dem Symbol G05B 19 eingruppiert, ohne daß es einen Querverweis zur eigentlichen Roboterunterklasse B25J gibt. In Zukunft soll in Form der sogenannten Doppelstrich-Klassifikation das Informationsbedürfnis der Öffentlichkeit stärker berücksichtigt werden (Molewski 1986, 21ff.), was nachdrücklich zu begrüßen ist. Allerdings beruht auch die Doppelstrich-Klassifikation ("Hybrid-System") auf der IPC, so daß auch in Zukunft die der IPC eigenen Unschärfen bestehen bleiben.

Tabelle 4.2-3: US-Patentklassen 2 bis 66 angeordnet nach aufsteigender Nummer (Quelle: USPTO/TAF, 1987; Stichtag: Dezember 1986)

CLASS NUMBER	TITLE
2	Apparel
4	Baths, Closets, Sinks and Spittoons
5	Beds
6	Bee Culture
7	Compound Tools
8	Bleaching and Dyeing; Fluid Treatment and Chemical Modification of Textiles and Fibers
10	Bolt, Nail, Nut, Rivet and Screw Making
12	Boot and Shoe Making
14	Bridges
15	Brushing, Scrubbing and General Cleaning
16	Miscellaneous Hardware
17	Butchering
19	Textiles, Fiber Preparation
23	Chemistry, Analytical and Physical Processes
24	Buckles, Buttons, Clasps, Etc.
26	Textiles, Cloth Finishing
27	Undertaking
28	Textiles, Manufacturing
29	Metal Working
30	Cutlery
33	Geometrical Instruments
34	Drying and Gas or Vapor Contact with Solids
36	Boots, Shoes and Leggings
37	Excavating
38	Textiles, Ironing or Smoothing
40	Card, Picture and Sign Exhibiting
42	Firearms
43	Fishing, Trapping and Vermin Destroying
44	Fuel and Igniting Devices
47	Plant Husbandry
48	Gas, Heating and Illuminating
49	Movable or Removable Closures
51	Abrading
52	Static Structures, e.g., Buildings
53	Package Making
54	Harness
55	Gas Separation
56	Harvesters
57	Textiles, Spinning, Twisting and Twining
59	Chain, Staple and Horsehoe Making
60	Power Plants
62	Refrigeration
63	Jewelry
65	Glass Manufacturing
66	Textiles, Knitting

4.2.2 US-Klassifikation (USPOC)

Im vorliegenden Projekt konnten im Rahmen von US-Recherchen lehrreiche Erfahrungen in der praktischen Anwendung der "United States Patent Office Classification (USPOC)" gewonnen werden. Im Abschnitt 2.3.5 wird darauf hingewiesen, daß die US-Klassen allein nach ihrem Entstehungszeitpunkt und nicht nach inhaltlichen Kriterien geordnet sind. Dieser Sachverhalt sei an dieser Stelle anhand eines in Tabelle 4.2-3 wiedergegebenen Ausschnitts der US-Klassifikation demonstriert. Wie aus der Tabelle leicht ersichtlich wird, ist die USPOC als Ordnungsschema für die inhaltliche Aufbereitung von Patentanalysen weitgehend ungeeignet. Nicht einmal auf der Ebene der "subclasses", der feinsten Gliederungsstufe der USPOC, ist die Gliederungshierarchie unmittelbar aus dem Klassifikationssymbol ersichtlich, sondern nur aus einer durch Punkte angedeuteten Hierarchieebene. Dieser Aufbau der Unterklassifikation ist in Tabelle 4.2-4 am Beispiel der Photovoltaik dargestellt.

Ein wesentlicher Vorteil der US-Klassifikation ist dagegen die sehr feine Unterteilung mit insgesamt 112.400 Symbolen (Molewski 1986, 4), womit sie doppelt so fein wie die IPC ist.

Aus der chronologischen Entstehung ist ohne weiteres verständlich, daß die Titel der Klassen und Unterklassen sehr viel stärker auf historische Technikentwicklungen ausgerichtet sind, als es bei der IPC der Fall ist. Dieser Sachverhalt sei am Beispiel der Photovoltaik erläutert, deren zentrale Einordnung in der US-Klassifikation aus Tabelle 4.2-4 ersichtlich ist. Den zwei sehr weit gefaßten Photovoltaik-Untergruppen nach der IPC (vgl. Tab. 4.2-1) entsprechen in der US-Klassifikation insgesamt 22 sehr präzise definierte Unterklassen. Unter dem Oberbegriff "Photoelektric" (243) beziehen sich dabei alle nachfolgenden Unterklassen - mit Ausnahme der Unterklasse 253 und 254 - ausschließlich auf die Photovoltaik, also die Erzeugung elektrischer Energie aus Sonnenlicht. Charakteristisch für die Konzeption der USPOC ist dabei, daß für neue Felder eine ausschließlich an fachlichen Gesichtspunkten orientierte Vergabe von Unterklassen unabhängig von deren quantitativer Besetzung erfolgt, womit die Systematik relativ lange ihre Gültigkeit behält. Bei der IPC kommt es demgegenüber sehr viel häufiger zu "Nachbesserungen", die sich nach der beobachteten Anmeldehäufigkeit richten.

Tabelle 4.2-4: Hierarchiesystem und Bestimmungsschärfe der USPOC am Beispiel der Unterklassen 243 bis 265 der Hauptklasse 136 der USPOC (Quelle: USPTO 1984)

243	PHOTOELECTRIC
244	.Panel or array
245	..Lightweight and collapsible or foldable
246	..With concentrator, orientator, reflector, or cooling means
247	...Fluorescent concentrator
248	...Hybrid conversion system
249	..Monolithic semiconductor
250	..Particulate or spherical semiconductor
251	..Encapsulated or with housing
252	.Cells
253	..Radioactive, ionic, or thermo photo
254	..Photoemissive, capacitive, magnetic, or ferroelectric
255	..Schottky, graded doping, plural junction or special junction geometry
256	..Contact, coating, or surface geometry
257	...Luminescent layer or optical filter
258	..Polycrystalline or amorphous semiconductor
259	..With concentrator, housing, cooling means, or encapsulated
260	..Cadmium containing
261	..Silicon or germanium containing
262	..Gallium containing
263	..Organic active material containing
264	..Selenium or tellurium containing
265	..Copper, lead, or zinc containing

Obwohl die Disaggregation der USPOC befriedigend weit reicht, enthält sie ähnlich wie die IPC Mehrdeutigkeiten: Solarzellen sind nicht nur in der Klasse 136 (Batteries, Thermoelectric, and Photoelectric), sondern auch in den Klassen 29 (Metal Working), 250 (Radiant Energy) und 357 (Active Solid State Devices, e.g., Transistors, Solid State Diodes) aufzufinden. Im USPTO ist es aber üblich, in sehr ausführlicher Weise Nebenklassen zu vergeben, die gezielt auch als Information für den Anwender gedacht sind. Infolgedessen kann mit Hilfe der in Tabelle 4.2-4 wiedergegebenen Symbole der größte Teil der Photovoltaik-Patente problemlos aufgefunden werden.

Die Anwenderorientierung der US-Klassifikation zeigt sich auch darin, daß spezielle Klassen und Unterklassen für Querbezüge vorgesehen sind. Ein besonders markantes Beispiel ist die in Tabelle 4.2-5 aufgeführte Klasse 901 für Industrieroboter, die ausschließlich als Sekundärklasse verwendet wird. Diese Klasse wurde vom USPTO eingeführt, um das sehr heterogene Technikfeld der Roboter, das Sensoren, Programmsteuerungen, Elektroantriebe, Gelenke und anderes umfaßt, für den Rechercheur unter einem einzigen Symbol zugreifbar zu machen. Ein zweiter Fall, in dem das USPTO eine solche Sammelklasse eingeführt hat, ist das Symbol 935 für die Gentechnik.

Tabelle 4.2-5: Beispiel für eine Sammelklasse, hier die Klasse 901 der USPOC für Industrieroboter (Quelle: USPTO 1984)

1	MOBILE ROBOT
2	ARM MOTION CONTROLLER
3	.Teaching system
4	..Manual lead through
5	..Machine driven lead through
6	.Communication with another machine
7	..Conveyor
8	..Robot
9	.Closed loop (sensor feedback controls arm movement)
10	..Sensor physically contacts and follows work contour
11	.Mechanically actuated present limit
12	..Cam
13	..Limit switch
14	ARM MOVEMENT (SPATIAL)
15	.Jointed arm
16	.Cartesian (X-Y-Z arm)
17	.Cylindrical
18	.Spherical
19	DRIVE SYSTEM FOR ARM
20	.With provision for altering speed of driven element
21	.Flaccid drive element
22	.Fluid motor
23	.Electric motor
24	..Stepper motor
25	.Gearing
26	..Including bevel gear
27	ARM PART
28	.Joint
29	..Wrist
30	END EFFECTOR
31	.Gripping jaw
32	..Servo-actuated
33	...Tactile sensor
34	...Force feedback
35	...Proximity
36	..Actuating means
37	...Fluid motor
38	...Electric motor
39	..Jaw structure
40	.Vacuum or mangetic
41	.Tool
42	..Welding
43	..Spray painting or coating
44	.Inspection
45	.Compliance
46	SENSING DEVICE
47	.Optical
48	COUNTERBALANCE
49	PROTECTIVE DEVICE
50	MISCELLANEOUS

Neben solchen offiziellen Referenzklassen werden viele Patentschriften auch unter Symbolen in den Datenbanken geführt, die von den zuständigen Prüfern inoffiziell vergeben worden sind. So werden manche Subklassen durch angehängte Buchstaben weiter aufgegliedert, oder es werden unter dem Kürzel "DIG" für "Digest" weitere Referenzklassen eingeführt. Diese inoffiziellen Symbole sind im "Manual of Classification" des USPTO einsehbar und über Datenbanken recherchierbar.

Ein letzter Vorteil der US-Klassifikation ist die sehr schnelle Anpassung an die Technikentwicklung. Da eine Einigung für Revisionen nur auf nationaler Ebene erzielt werden muß, können diese im Abstand von wenigen Monaten vorgenommen werden. Um die mit derart häufigen Revisionen verbundenen Konkordanzprobleme für Rechercheure zu beseitigen, werden in Datenbanken für US-Patente Reklassifizierungen auch rückwirkend vorgenommen, so daß Recherchen nach dem jeweils aktuellsten Stand der Klassifikation problemlos durchgeführt werden können. Junge Technikgebiete, die in ihrer Entstehungsphase nur unscharf klassifiziert waren, erhalten auf diese Weise nachträglich eine Zuordnung, die dem neuesten Kenntnisstand entspricht.

4.2.3 Andere Klassifikationen (ECLA, Derwent)

Da - wie oben ausgeführt - die Anpassung der IPC an die technische Entwicklung nur mit erheblichen Verzögerungen erfolgt, ordnen die Patentämter ihre Dokumente häufig nach eigenen internen "Prüferklassen". So benutzt beispielsweise das EPA anstelle der 58.440 Klassifikationsstellen der IPC eine an die IPC angelehnte Klassifikation mit insgesamt etwa 82.000 Stellen (Molewski 1986, 4). Eine Einordnung des Prüfstoffs des EPA, der Patentdokumente aus 17 Ländern umfaßt, nach der "European Classification (ECLA)" ist neuerdings über die Datenbank EDOC des Hosts QUESTEL (Paris) auch für die Öffentlichkeit zugänglich. Allerdings sind dort zu den einzelnen Schriften nur die Dokumentnummern und Klassifikationen verzeichnet, nicht aber die Titel, Abstracts, Erfinder, Anmelder oder Entgegenhaltungen. Von daher eignet sich EDOC nicht für die mit Stichworten unterstützten, technikspezifischen Recherchen, wie es in der vorliegenden Studie der Fall ist. Geht es dagegen um eine automatisierte Suche ausschließlich auf der Basis von Patentsymbolen - etwa, um Technikfelder mit starken Wachstumsraten zu ermitteln -, so ist EDOC anderen Datenbanken sicherlich überlegen, die ausschließlich über die offiziellen IPC-Symbole verfügen. Ein besonderer Vorteil von EDOC hinsichtlich derartiger symbolbezogener Suchen ist die rückwirkende Reklassifikation aller Dokumente, die von Revisionen der ECLA betroffen sind.

Auch der Hersteller Derwent hat für die in WPI/L enthaltenen Dokumene eine eigene Klassifikation eingeführt, die ähnlich wie die USPOC stark anwenderorientiert ist. Allerdings umfaßt sie auf der feinsten Gliederungsstufe nur 135 Klassen, so daß auf dieser Basis keine vertieften Recherchen durchführbar sind. Im Bereich der Chemie und der Elektrotechnik hat Derwent zusätzlich so-

genannte "Manual Codes" eingeführt, die aber ebenfalls nur 3300 bzw. 2300 Stellen umfassen. Diese Gliederungen sind somit zwar für die schutzrechtsorientierte Profilsuche von Großfirmen geeignet, nicht jedoch für die präzise Definition von Produkten oder Technikfeldern.

4.3 Stichwort-Recherchen

Während bei US-Recherchen die Mehrzahl der für ein Technikfeld relevanten Dokumente allein auf der Basis von Klassifikationssymbolen ermittelt werden kann, sind für Patentanalysen beim DPA oder EPA aufgrund der genannten Eigenschaften der IPC ergänzende Stichwort-Recherchen unerläßlich. Stichwort-Recherchen bergen aber die große Gefahr, daß durch eine unbedachte Auswahl der Suchworte eine statistisch erhebliche Menge von unzutreffenden Schriften ermittelt wird (vgl. schematische Abb. 4.1-1).

Die Festlegung von Stichworten bedarf daher eines mehrstufigen Vorgehens, bei welchem als erster Schritt in einer fachlichen Diskussion mit Sachkennern alle für ein Technikfeld relevanten Entwicklungslinien mit denkbaren Stichworten qualifiziert werden. Im vorliegenden Projekt wurde der vorteilhafte Umstand genutzt, daß die zu untersuchenden Technikfelder von der Fraunhofer-Gesellschaft in ihren verschiedenen Instituten bearbeitet werden, so daß die fachliche Unterstützung durch Kollegen der FhG leicht zu organisieren war. In einem zweiten Schritt muß dann ausführlich erörtert werden, ob die einzelnen Stichworte zur Ermittlung von ausschließlich relevanten Schriften führen oder ob sie zu weit zielen. So wird beispielsweise bei immobilisierten Enzymen häufig von einer "Bindung des Enzyms an einen Träger" gesprochen. Dennoch ist die Kombination "Enzym" und "Bindung" bzw. "binden" für Stichwort-Recherchen untauglich, weil in der Chemie sehr häufig von "chemischen Bindungen" die Rede ist. Außer "immobilisierten Enzymen" werden mit dem genannten Stichwortpaar daher vor allem sonstige Enzyme erfaßt, weil in den entsprechenden Patentschriften im Abstract allemal irgendwo das Wort "Bindung" vorkommt. Sind im Rahmen der fachlichen Diskussion offensichtlich "sichere" Stichworte festgelegt worden, empfiehlt sich dennoch in einem dritten Schritt die Durchführung von Stichproben-Recherchen mit anschließender Überprüfung der aufgefundenen Schriften, um nicht erkannten Fehlerquellen vorzubeugen, bevor die eigentliche umfangreichere Recherche beginnt.

Soweit die geschilderten Maßnahmen gegen die genannten Gefahren konsequent beachtet werden, ist die Stichwort-Recherche ein wichtiges Hilfsmittel zur Definition von Technikfeldern. Neben reinen Stichwort-Recherchen mit einzelnen Suchworten oder Suchwortkombinationen ist es besonders hilfreich, in einem Suchbefehl Klassifikationen und Stichworte miteinander zu verknüpfen. Damit können in vielen Fällen die oben beschriebenen Unschärfen der IPC zu einem großen Teil ausgeglichen werden. So ist beispielsweise für das Technikfeld "Solarzellen" eine Suche allein unter dem Stichwort "Solar" mit Rechts-Maskierung nicht sinnvoll, da außer Solarzellen oder Solarbatterien auch die Stichworte "Solarkollektor" oder gar "Solarium", "Solarisation", "Solaröl", "Solarplexus", "Solarimeter" usw. erfaßt werden. In logischer "UND"-Verknüpfung mit der Unterklasse H01L (Halbleiter) können mit diesem Suchwort dagegen viele Photovoltaik-Anmeldungen identifiziert werden, die nicht unter H01L 31/04 oder 31/06 (vgl. Tabelle 4.2-1) in der Haupt- oder Nebenklasse eingruppiert sind.

4.4 Beispiele für makroanalytische Recherchenstrategien

Im folgenden werden die Recherchenstrategien für die vier ausgewählten Technikfelder dieses Projekts dokumentiert und einzelne Aspekte erläutert, die im Rahmen der obigen allgemeinen Ausführungen noch nicht angesprochen wurden.

4.4.1 Industrieroboter

Wie bereits in Abschnitt 4.2.1 näher erläutert wurde, sind unter dem IPC-Symbol B25J derzeit überwiegend Industrieroboter eingeordnet. Um aber einen zu großen Suchfehler durch die Einbeziehung von Manipulatoren, Teleoperatoren, Laborierkästen u.ä. auszuschließen, konnten nur die Gruppen B25J 9 sowie 15 bis 19 für die Recherchen herangezogen werden (vgl. Tabellen 4.2-2 und 4.4-1). Durch das sehr "starke" Stichwort "Roboter" ließ sich aber die Menge der identifizierten Dokumente noch einmal um 50 % erhöhen. Die Gefahr, durch das Stichwort "Roboter" auch anthropogene Schaustücke aufzufinden, ist zwar vorhanden, aber statistisch nicht relevant, da letztlich nur gewerblich nutzbare Erfindungen zum Patent angemeldet werden. Aus statistischer Sicht fällt dagegen die Einbeziehung von Spielzeug-Robotern ins Gewicht, weshalb die Recherche durch Elimination des IPC-Symbols A63H (Spielzeuge, z. B. Kreisel, Puppen, Reifen, Baukästen) korrigiert werden mußte.

Auch bei den US-Recherchen für das Technikfeld "Industrieroboter" wurden zunächst die in Tabelle 4.4-1 aufgelisteten IPC-Symbole benutzt (vgl. Tabelle 4.4-2). Hier hat sich aber - wie auch bei den drei anderen Technikfeldern - gezeigt, daß eine Suche mit Hilfe von USPOC-Symbolen sehr viel effektiver ist und die IPC-Recherche nur in Ausnahmefällen zusätzliche Ergebnisse zeitigt. So genügen bei US-Recherchen letztlich die bereits in Abschnitt 4.2.2 erwähnte Klasse 901 (vgl. auch Tabelle 4.2-5) und das Stichwort "ROBOT" in Rechts-Maskierung, um die relevante Ausgangsmenge für Patentanalysen zu definieren. Auch hier müssen aber über die USPOC-Symbole D21, 273 und 446 wiederum Spielzeuge ausgeschlossen werden. Als Randaspekt sei erwähnt, daß Spielzeuge nicht nur durch das Stichwort "ROBOT" in die Suchmenge gerieten, sondern vereinzelt auch durch eine fälschliche Vergabe der Klasse 901.

Außer der Klasse 901 wurden keine weiteren USPOC-Symbole für die peripheren Teile ohne Bezüge zu Robotern - etwa für Arme, Greifer, Sensoren oder Programmsteuerungen - benutzt, da die hierbei auftretenden Fehlermengen zu groß gewesen wären.

Im Hinblick auf Zusammenhänge zwischen Patentindikatoren und Wirtschaftsdaten (siehe Abschnitt 9.3) erwies es sich als sinnvoll, die Patentanmeldungen ohne Roboter-Programmsteuerungen (aber mit der mechanischen Peripherie; sog. eingeschränkte Variante) auszuweisen. Die entsprechenden Suchstrategien sind in den Tabellen 4.4-1 und 4.4-2 ebenfalls dokumentiert.

Tabelle 4.4-1: Suchstrategie für das Technikfeld "Industrieroboter" für DPA- und EPA-Recherchen (* bedeutet Rechts-Trunkierung)

Basismenge (Variante inklusive Peripherie)

1) IPC-Symbole in Haupt- oder Nebenklasse:
   - B25J 009
   - B25J 015
   - B25J 017
   - B25J 018
   - B25J 019

2) Stichworte:
   - ROBOTER*

3) Vereinigung aller Teilmengen aus 1) und 2)

4) Ausschluß des IPC-Symbols A63H als Haupt- oder Nebenklasse

Eingeschränkte Variante ohne Programmsteuerungen aber mit mechanischer Peripherie

1) IPC-Symbole in Haupt- oder Nebenklasse:
   - B25J 009/00 bis /14
   - B25J 015 bis 019 (siehe Basismenge)

2) Stichworte:
   "ROBOTER" unter Ausschluß der IPC-Symbole G05 oder G06 als Haupt- oder Nebenklasse

3) Vereinigung der Teilmengen aus 1) und 2)

4) Ausschluß des IPC-Symbols A63H als Haupt- oder Nebenklasse

Tabelle 4.4-2: Suchstrategie für das Technikfeld "Industrieroboter" für US-Recherchen (*bedeutet Rechts-Trunkierung)

Basismenge (Variante inklusive Peripherie)

1) IPC-Symbole wie in Tabelle 4.4-1

2) USPOC-Symbole in Nebenklasse:
   - 901

3) Stichworte:
   - ROBOT*

4) Vereinigung aller Teilmengen aus 1), 2) und 3)

5) Ausschluß von IPC-Symbol A63H und von den USPOC-Symbolen D21,273 oder 446 als Haupt- oder Nebenklassen

Eingeschränkte Variante (ohne Programmsteuerungen aber mit mechanischer Peripherie)

1) Stichwort "ROBOT*" oder USPOC-Symbol 901 in Nebenklasse

2) USPOC-Symbol 364 als Haupt- oder Nebenklasse

3) Menge 1) unter Ausschluß des USPOC-Symbols 364 als Haupt- oder Nebenklasse

4) Ausschluß von IPC-Symbol A63H und von den USPOC-Symbolen D21, 273 oder 446 als Haupt- oder Nebenklassen

4.4.2 Laser

Die ersten Laser wurden zu Anfang der 60er Jahre gebaut, so daß es sich im Vergleich zu den drei anderen Technologiefeldern um ein relativ altes Gebiet handelt. Von daher gibt es in der IPC unter dem Symbol H01S eine recht feine Aufgliederung hinsichtlich der Laserstrahlquellen. Das Pendant in der USPOC ist die Klasse 372. Die zukünftigen Entwicklungschancen der Lasertechnik hängen aber nicht allein von Verbesserungen der Laserstrahlquellen ab. Entschei-

dend für einen kommerziellen Erfolg der Laser ist vielmehr auch die Erschließung und Fortentwicklung von Anwendungsbereichen, die gerade hier außergewöhnlich vielfältig sind.

Hinsichtlich der Laser-Anwendungen gibt es zunächst einmal den Weg einer Identifikation durch Patentsymbole. Hier existieren aber in der IPC nur wenige "scharfe" Symbole wie z. B. die Gruppe B23K 26 (Werkstückbearbeitung durch Laser) und die Untergruppe G01C 19/64 (Laser-Gyrometer). Bei anderen wichtigen Anwendungsbereichen, z. B. den elektrochirurgischen Geräten, den Entfernungs- und Geschwindigkeitsmessern, optischen Aufzeichnungs- bzw. Wiedergabeeinrichtungen usw. sind dagegen die Laser mit alternativen Technologien vermischt. Die USPOC weist demgegenüber eine Fülle von scharf abgegrenzten Einzelsymbolen für Laseranwendungen auf (vgl. Tabellen 4.4-3 und 4.4-4). Um alle diese Symbole trotz des unübersichtlichen Aufbaus der US-Klassifikation überhaupt auffinden zu können, wurde die Datenbank CLAIMS/CLASS des Hosts DIALOG (Santa Monica, USA) genutzt, in welcher die jeweils aktuellste Version des "Manual of Classification" gespeichert ist. Inzwischen bietet auch der Host STN unter der Bezeichnung IFIREF eine entsprechende Datenbank an. Durch eine Stichwortrecherche lassen sich hier schnell relevante Klassen bzw. Unterklassen feststellen.

Eine ähnliche Symbol-Recherche läßt sich für die IPC mit der Datenbank INPI4 des Hosts QUESTEL (Paris) durchführen. Aufgrund der erwähnten technikferneren Diktion der IPC ist aber die Suche weniger effizient als in der USPOC.

Entscheidend für die Suchstrategie sowohl von IPC- als auch USPOC-Dokumenten ist das überaus starke Suchwort "Laser", welches bei einer diesbezüglichen Patentanmeldung im Titel oder Abstract kaum zu umgehen ist. Gegenüber einer reinen Stichwort-Recherche konnten durch Klassifikationssymbole lediglich etwa 15 % an zusätzlichen Dokumenten identifiziert werden. Eine Recherche mit dem Stichwort "Laser" wirft das Problem auf, daß neben industriellen Anwendungen auch Diskotheken-Beleuchtungen oder andere Bühnengeräte in die Ausgangsmenge für die nachfolgende Patentanalyse gelangen. Dieses kann ohne weiteres in Kauf genommen werden, da mit Hilfe der in Abschnitt 2.3.5 erläuterten Untersektions-Analyse die Anteile derartiger Anwendungen a posteriori leicht identifizierbar sind.

Für die Korrelation mit Wirtschaftsdaten (siehe Abschnitt 9.4) erwies es sich als sinnvoll, gesonderte Untermengen für Halbleiterlaser und andere Laserstrahlquellen zu bilden. Die entsprechenden Suchstrategien sind in den Tabellen 4.4-3 und 4.4-4 zusätzlich ausgewiesen. Im Falle der Halbleiterlaser wurden unter anderem die Stichworte "Glasfaser" oder "optische Faser" als typische Anwendungsfälle in die Recherche aufgenommen.

Tabelle 4.4-3: Suchstrategie für das Technikfeld "Laser" für DPA- und EPA-Recherchen (* bedeutet Rechts-Trunkierung)

Basismenge (alle Lasertypen inklusive Anwendungen)

1) IPC-Symbole in Haupt- oder Nebenklasse:

- H01S 003
- H01S 004
- B23K 026
- G01C 019/64
- G01N 021/39
- G02B 027/48

2) Stichworte:
- LASER*

3) Vereinigung aller Teilmengen aus 1) und 2)

Untermenge "Laserstrahlquellen ohne Halbleiterlaser"

1) IPC-Symbol H01S 003

2) IPC-Symbole in Haupt- oder Nebenklasse:
- H01S 003/096, /103, /133, /18 oder /19

3) Stichworte:
- HALBLEITERLASER
- DIODENLASER

4) Stichwort:

Fortsetzung Tabelle 4.4-3:

- GLASFASER .UND. LASER
- OPTISCHE FASER .UND. LASER

5) Vereinigung der Teilmengen aus 2), 3) und 4)

6) Restmenge aus 1) ohne 5)

Untermenge "Halbleiterdiodenlaser"

Durchschnitt von H01S mit der Teilmenge 5) aus der obigen Untermenge "Laserstrahlquellen"

Untermenge "Laser inklusive Anwendungen ohne Halbleiterlaser"

Basismenge ohne Teilmenge 5) aus der Untermenge "Laserstrahlquellen"

Tabelle 4.4-4: Suchstrategie für das Technikfeld "Laser" für US-Recherchen (*bedeutet Rechts-Trunktierung)

Basismenge (alle Lasertypen inklusive Anwendungen)

1) IPC-Symbole wie Tabelle 4.4-3

2) USPOC-Symbole in Haupt- oder Nebenklasse:
- 73/432L
- 156/272.8
- 209/579
- 219/121FS und /121L*
- 252/647
- 283/86
- 307/429
- 340/557
- 346/76L
- 350/3.8
- 362/259
- 372

Fortsetzung Tabelle 4.4-4

- 376/122 und /326
- 430/945
- 455/609 bis 611

3) USPOC-Symbole in Nebenklasse:
- 33/DIG 21
- 148/DIG 90 bis 95 und /DIG 153
- 156/DIG 80
- 204/DIG 11

4) Stichworte:
LASER*

5) Vereinigung aller Teilmengen aus 1), 2), 3) und 4)

Unterteilmenge "Laserstrahlquellen ohne Halbleiterlaser"

1) USPOC-Symbole in Haupt- oder Nebenklasse:
- 372

2) USPOC-Symbole in Haupt- oder Nebenklasse:
-372/6, /43 bis /50 und /75

3) Stichworte:
- SEMICONDUCTOR LASER*
- DIODE LASER*

4) Stichworte:
- OPTIC* .UND. LASER*
- GLASS .UND. LASER*

in unmittelbarer Nebeneinanderstellung mit
- FIBER* .OR. FIBRE*

5) Vereinigung der Teilmengen aus 2), 3) und 4)

6) Restmenge aus 1) ohne 5)

Untermenge "Halbleiterdiodenlaser"

Durchschnitt der Teilmenge 1) mit der Teilmenge 5) in der obigen Untermenge "Laserstrahlquellen"

Untermenge "Laser inklusive Anwendungen ohne Halbleiterlaser"

Basismenge ohne Teilmenge 5) aus der Untermenge "Laserstrahlquellen"

4.4.3 Immobilisierte Enzyme

Hinsichtlich des Technikfeldes der "immobilisierten Enzyme" weisen die IPC und die USPOC eine ähnlich feine Untergliederung auf (IPC: Gruppen C12N 11/00 bis 11/18, USPOC: 435/174 bis 182; vgl. auch Tabellen 4.4-5 und 4.4-6). Allerdings wurde das genannte IPC-Symbol für immobilisierte Enzyme erst in der dritten Ausgabe der IPC, d. h. zum 1.1.1980, eingeführt. Alle früheren Anmeldungen sind in den Unterklassen C07G oder C12D zusammen mit sonstigen Enzym-Anmeldungen eingeordnet. Da Reklassifikationen von Anmeldungen noch bis zur Patenterteilung möglich sind, können in Einzelfällen auch Anmeldungen von 1977 oder 1978 schon in der neuen Gruppe eingeordnet sein. Es existiert somit eine Übergangsphase, die allenfalls mit Hilfe einer manuellen Auswertung genauer quantifizierbar wäre. Diese Klassifikationsänderung kann auch durch eine ergänzende Stichwort-Recherche nur bedingt ausgeglichen werden, weil mit den in den Tabellen 4.4-5 und 4.4-6 aufgeführten Stichwort-Strategien nur ein Teil der relevanten Schriften erfaßbar ist. Anhand von Stichproben zeigte sich, daß zwar bei der Mehrzahl der Anmeldungen im Titel oder Abstract die übergreifende Bezeichnung "ENZYM" auftaucht; doch wird oftmals nur die chemische Bezeichnung verwendet. Hier wäre die Möglichkeit einer Links-Maskierung hilfreich, da die Bezeichnungen für Enzym-Verbindungen stets mit "-ase" enden (z.B. Acylase, Isomerase); diese ist aber weder bei PATSEARCH noch bei PATDPA gegeben. Mit Hilfe des in den meisten Datenbanken vorhandenen EXPAND-Kommandos könnten dann zunächst alle Begriffe mit "-ase" aufgelistet und die unzutreffenden aussortiert werden.

Insgesamt gesehen ist die Stichwort-Recherche zu immobilisierten Enzymen im Vergleich zu den drei anderen Technikfeldern unpräziser, obwohl die Zahl der verwendeten Stichworte erheblich eingeschränkt wurde. Trotz der Fehlermöglichkeiten, die bei den Stichworten "FIXIERUNG", "TRÄGER", "SUPPORT",

"CARRIER", "ENTRAP" usw. nicht in jedem Falle auszuschließen sind, wurde dennoch auf eine entsprechende Recherche nicht verzichtet, um auch von den zentralen Patentsymbolen nicht erfaßte Anwendungen immobilisierter Enzyme erschließen zu können. Im Ergebnis brachte die Stichwort-Recherche gegenüber der Symbolsuche im Falle des USPTO ca. 25 %, für das DPA bzw. EPA ca. 13 % zusätzliche Dokumente.

Ein sehr interessantes Teilgebiet der immobilisierten Enzyme sind mit Enzymen arbeitende Biosensoren. Die USPOC besitzt hierfür die spezielle Unterklasse 435/817, deren Analyse zu sehr fruchtbaren Ergebnissen führt. In der IPC gibt es dazu kein Äquivalent, weshalb hilfsweise die unter den Punkten 5) und 6) in der Tabelle 4.4-5 angegebene Suchstrategie entworfen wurde. Darin bezieht sich die Gruppe G01N 27 auf das Analysieren von Stoffen auf der Basis elektrochemischer Größen; die Untergruppen 30 bzw. 40 bezeichnen Elektroden bzw. Elektroden mit halbdurchlässigen Membranen. C12N 9 ist die allgemeine Gruppe für Enzyme. Die genannte Strategie führte aber nur auf zehn Schriften, so daß eine statistisch sinnvolle Analyse nicht möglich war.

Für die Korrelation mit Wirtschaftsdaten (siehe Abschnitt 9.5) erwies es sich als sinnvoll, die Suche auf den Bereich aller Enzyme, allerdings unter Ausschluß von Anwendungen, auszudehnen. Die entsprechenden Suchstrategien sind in den Tabellen 4.4-5 und 4.4-6 zusätzlich ausgewiesen.

Tabelle 4.4-5: Suchstrategie für das Technikfeld "Immobilisierte Enzyme" für DPA- und EPA-Recherchen (*bedeutet Rechts-Trunkierung)

Basismenge (nur immobilisierte Enzyme inklusive Biosensoren)

1) IPC-Symbole in Haupt- oder Nebenklasse:
   -C12N 011

2) Stichworte:
   - ENZYM
   - KOENZYM*
   - COENZYM*
   - MULTIENZYM*
   - BIOKATALY*

Fortsetzung Tabelle 4.4-5

- MIKROBENZELLE*
- MIKROBIELLE* .UND. ZELLE*

3) Stichworte:
- IMMOBIL*
- FIXIER*
- TRÄGER*
- MEMBRANREAKTOR*

4) Logische UND-Verknüpfung der Teilmengen aus 2) und 3)

5) IPC-Symbole zu Biosensoren:
- G01N 027/30
- G01N 027/40

6) Logische UND-Verknüpfung der Teilmenge aus 5) mit Stichwort ENZYM* oder IPC-Symbol C12N 009

7) Vereinigung aller Teilmengen aus 1), 4) und 6)

Obermenge (inklusive freier Enzyme)

1) IPC-Symbole
- C12N 009
- C12N 011

Untermenge "Enzym-Biosensoren"

1) Teilmenge 6 (siehe oben)

Tabelle 4.4-6: Suchstrategie für das Technikfeld "Immobilisierte Enzyme" für US-Recherchen (*bedeutet Rechts-Trunkierung)

Basismenge (nur immobilisierte Enzyme inklusive Enzym-Biosensoren)

1) IPC-Symbole wie in Tabelle 4.4-5

2) USPOC-Symbole in Haupt- oder Nebenklasse
- 435/174 bis 182
- 435/817

3) Stichworte:
- ENZYM*
- COENZYM*
- MULTIENZYM*

4) Stichworte:
- IMMOBIL*
- SUPPORT*
- CARRIER*
- ENTRAP*
- TRAP*
- FIX*

5) Logische UND-Verknüpfung der Teilmengen aus 3) und 4)

6) Vereinigung aller Teilmengen aus 1), 2) und 5)

Obermenge "Enzyme" (inklusive freier Enzyme)

1) USPOC-Symbole
- 435/94 bis /99
- 435/174 bis /221
- 435/230 bis /234
- 435/264 bis /265

Untermenge "Enzym-Biosensoren"

1) USPOC-Symbol
- 435/817

4.4.4 Solarzellen

Die Probleme einer Recherche hinsichtlich des Technikfeldes Photovoltaik sind bereits in den Abschnitten 4.2.1 und 4.2.2 diskutiert worden. An dieser Stelle sei lediglich ergänzt, daß bei der Stichwortrecherche die wenig fachgerechten Ausdrücke "Solarbatterie" oder "Sonnenbatterie" benutzt wurden (vgl. Tabellen 4.4-7 und 4.4-8), weil sie in Anmeldungen sehr häufig als Synonym für "Solarzellen" auftreten. Bei Stichproben-Untersuchungen wurden keine fehlerhaft ermittelten Schriften entdeckt. Ebenso könnten die Stichworte "Photovolt" oder "Fotovolt" eine Fehlerquelle darstellen, da auch in Photoelementen für meßtechnische Zwecke Photospannungen auftreten. Hier hat sich aber der Begriff "Photovoltaik" für die Energieerzeugung aus Sonnenlicht als Fachbegriff so stark durchgesetzt, daß nur einzelne, statistisch nicht relevante Fehlidentifikationen auftreten.

Um einen Zusammenhang des Feldes mit Wirtschaftsdaten untersuchen zu können, erwies es sich als sinnvoll, eine Menge aller photosensitiven Halbleiterbauelemente zu bilden, die sowohl Solarzellen als auch Photozellen umfaßt, wobei Anwendungen aber ausgeschlossen sein sollten. Diese besondere Suchstrategie ist ebenfalls in den Tabellen 4.4-7 und 4.4-8 ausgewiesen.

Tabelle 4.4-7: Suchstrategie für das Technikfeld "Solarzellen" für DPA- und EPA-Recherchen (*bedeutet Rechts-Trunkierung)

Basismenge (nur Solarzellen zur Energiegewinnung)

1) IPC-Symbole in Haupt- oder Nebenklasse:
   - H01L 031/04
   - H01L 031/06
   - H02N 006

2) Stichworte:
   - SOLARZELLE*
   - SOLARBATTERIE*
   - SONNENZELLE*
   - SONNENBATTERIE*
   - PHOTOVOLT*
   - FOTOVOLT*

Fortsetzung Tabelle 4.4-7

3) Logische UND-Verknüpfung des IPC-Symbols H01L mit den Stichworten SOLAR* oder SONNE*

4) Vereinigung aller Teilmengen aus 1), 2) oder 3)

Obermenge "Photosensitive Halbleiter-Bauelemente" (inklusive Solarzellen)

1) IPC-Symbole in Haupt- oder Nebenklasse:
H01L 031/00 bis /10 und /18

Tabelle 4.4-8: Suchstrategie für das Technikfeld "Solarzellen" für US-Recherchen (* bedeutet Rechts-Trunkierung)

Basismenge (nur Solarzellen zur Energiegewinnung)

1) IPC-Symbole wie in Tabelle 4.4-7

2) USPOC-Symbole in Haupt- oder Nebenklasse:
- 136/243 bis 265 außer 253 und 254

3) Stichworte:
- SOLAR*
- PHOTOVOLTAIC*

4) Stichworte:
- CELL*
- BATTER*

5) Logische UND-Verknüpfung der Teilmengen aus 3) und 4)

6) Vereinigung aller Teilmengen aus 1), 2) und 5)

Fortsetzung Tabelle 4.4-8

Obermenge "Photosensitive Halbleiter-Bauelemente" (inklusive Solarzellen)

1) USPOC-Symbole in Haupt- oder Nebenklasse:
   - 29/572
   - 136/243, 249, 250, 252 und 255 bis 265
   - 338/15 bis 19
   - 357/19 und 29 bis 31

4.5 Abschließende Betrachtungen zur Recherchenstrategie

Beim konkreten Entwurf von Recherchenstrategien in ausgewählten Technikfeldern hat sich insgesamt gezeigt, daß die USPOC in der Regel effizienter als die IPC ist und die Ermittlung weitgehend fehlerfreier Ausgangsmengen für Patentanalysen vereinfacht. Mit Hilfe von sorgfältig erarbeiteten, ergänzenden Stichwort-Recherchen lassen sich aber die Mängel der IPC in den meisten Fällen weitgehend ausgleichen. Aus der Sicht der Patentanalysen stellt die für die IPC beabsichtigte Einführung eines Hybrid-Systems (vgl. Abschnitt 4.2.1) eine Verbesserung dar. Ferner wäre es wesentlich effektiver, wenn das Abstract nicht vom Anmelder, sondern von einem Patentprüfer anhand eines vorgegebenen Thesaurus formuliert würde.

Da eine umfassende manuelle Recherche den Zeit- und Kostenrahmen des vorliegenden Projektes überschritten hätte, können keine präzisen quantitativen Angaben hinsichtlich der Vollständigkeit der ermittelten Schriften getroffen werden. Im Rahmen der Kooperation mit der Firma CHI Research wurde aber die Qualität der benutzten Suchstrategien in eindrucksvoller Weise bestätigt. CHI Research hat ein Rechnerprogramm mit der Bezeichnung "Multi-Dimensional Technology Searching (MTS)" entwickelt, welches anhand einer vorgegebenen Ausgangsmenge von Patentschriften die technisch verwandten Dokumente identifiziert. Kriterium für die Bestimmung benachbarter Patente sind die in der Ausgangsmenge am häufigsten erwähnten Klassen und Stichworte; weiterhin werden die am häufigsten zitierten Schriften integriert. Auf diese Weise wurden die vom FhG-ISI mit Hilfe von PATSEARCH ermittelten und dann für das CHI-Identifikationsprogramm vorgegebenen Grundmengen etwa auf das Zehnfache erweitert. Eine manuelle Kontrolle der Titel und Klassen dieser Schriften zeigte sehr schnell, daß eine derartige, automatisch generierte Recherchenstrategie den

Rahmen des jeweils zu untersuchenden Technikfeldes weit überschreitet und nur bei der Identifikation von alternativen Konkurrenztechnologien hilfreich sein kann. So werden anhand des MTS-Kriteriums beispielsweise bei den immobilisierten Enzymen viele sonstige Enzym-Schriften ermittelt; das Technikfeld der Industrieroboter wird auf Sensoren, Programmsteuerungen, Greifer oder Elektroantriebe erweitert, die nicht auf Roboter bezogen sind. Anhand der umfangreichen Listen des MTS-Programms wurden lediglich einige wenige relevante Patentschriften zusätzlich entdeckt, die an unzutreffender Stelle eingruppiert waren. Das sehr aufwendige Verfahren einer manuellen Überprüfung mehrerer tausend US-Patente führte letztlich nur zu geringfügigen Korrekturen der Suchstrategien.

5. EXEMPLARISCHE ANALYSE AUSGEWÄHLTER FORSCHUNGSINTENSIVER TECHNIKFELDER

Nach den methodischen Betrachtungen der Abschnitte 1 bis 4 werden im folgenden Kapitel die Ergebnisse der Patentanalysen für die vier ausgewählten Technikfelder detailliert dokumentiert. Die Darstellung und Interpretation beschränken sich dabei weitgehend auf die Aussagen, die aus den verschiedenen Patentindikatoren unmittelbar abgeleitet werden können. Die Zusammenschau mit anderen Indikatoren ist den nachfolgenden Abschnitten 6 bis 10 vorbehalten.

5.1 Industrieroboter

5.1.1 Deutsche, amerikanische und internationale Zeitreihen

Um einen ersten Überblick über die Erfindungsaktivitäten in einem Technikfeld zu erhalten, ist es sinnvoll, die Patentanmeldezahlen der betrachteten Länder in den letzten Jahren zu vergleichen. Aufschlußreich ist dabei nicht nur die Untersuchung der gegenwärtigen Anmeldungen, sondern auch die Analyse eines längeren Zeitraumes, da sich hierin das gesamte Potential der derzeitig nutzbaren Schutzrechte widerspiegelt (vgl. Abschnitt 2.3.1).

Anmeldungen am deutschen und amerikanischen Patentamt

Tabelle 5.1-1 gibt die bei den US-Recherchen für das Technikfeld "Industrieroboter" ermittelten Länderrangfolgen für den ganzen Untersuchungszeitraum der Erteilungsjahre 1975 bis 1985 wieder. Es ist offensichtlich, daß die absoluten Patenterteilungszahlen für die Vereinigten Staaten einen Inländervorteil enthalten und nicht einer proportionalen technologischen Position entsprechen. Bei den übrigen Staaten ergibt sich eine deutliche Spitzenstellung Japans; es folgen die Bundesrepublik und Frankreich, die auf etwa gleichem Niveau liegen.

In Tabelle 5.1-2 ist die entsprechende Rangfolge für DPA- und EPA-Anmeldungen (ED) - unter Ausschluß von Doppelzählungen - für die Prioritätsjahre 1981 bis 1984 aufgeführt, wobei im Vergleich zur US-Liste der Untersuchungszeitraum kürzer, aber auch aktueller ist. Bei den ED-Anmeldungen steht die Bundesrepublik aufgrund des Inländervorteils an erster Stelle. Bei den übrigen Ländern zeigt sich eine Überlegenheit Japans gegenüber den Vereinigten Staaten. Auffällig ist des weiteren im Vergleich zu den US-Daten die Stärke von Schweden

und Großbritannien, was auf Präferenzen hinsichtlich des westdeutschen Marktes schließen läßt. An anderer Stelle (Schmoch, Grupp 1986, 78f) wurden die DPA und EPA-Anmeldungen getrennt ausgewiesen. Wegen der noch andauernden Umstellungsphase vor allem überseeischer Anmelder von DPA nach EPA mit Schutzwirkung in der Bundesrepublik sind derartige getrennte Listen kaum aussagefähig. Allerdings ist bei EPA-Anmeldungen der Heimvorteil der Bundesrepublik gegenüber anderen europäischen Ländern egalisiert (vgl. außerdem Tabellen 2.1-5 und 2.1-6).

Tabelle 5.1-1: Industrieroboter - Länderrangfolge für USPTO-Patente im Erteilungszeitraum 1975 bis 1985 (in durchschnittlichen Erteilungen pro Jahr)

36.0	UNITED STATES
15.8	JAPAN
4.4	GERMANY, FEDERAL
4.2	FRANCE
2.3	SWEDEN
1.8	ITALY
1.5	UNITED KINGDOM
1.3	CANADA

Tabelle 5.1-2: Industrieroboter - Länderrangfolge für ED-Anmeldungen in den Prioritätsjahren 1981 bis 1984 (in durchschnittlichen Anmeldungen pro Jahr)

61.3	BUNDESREPUBLIK
50.3	JAPAN
25.0	VEREINIGTE STAATEN
9.3	SCHWEDEN
8.8	FRANKREICH
7.3	GROSSBRITANNIEN
3.8	ITALIEN
2.5	DEUTSCHE DEM. REP.
1.5	SCHWEIZ
1.3	OESTERREICH
1.3	KANADA

Um einen detaillierten Einblick in das Technikfeld zu erhalten, zeigt Abbildung 5.1-1 die USPTO-Zeitreihen für Roboter-Patente aus den Ländern Japan, USA und Bundesrepublik nach Prioritätsjahren. Die Abbildung 5.1-2 zeigt die entsprechenden Zeitreihen der Anmeldungen für den bundesdeutschen Markt.

Abbildung 5.1-1: Industrieroboter - US-Patenterteilungen 1973 bis 1982 nach Prioritätsjahren

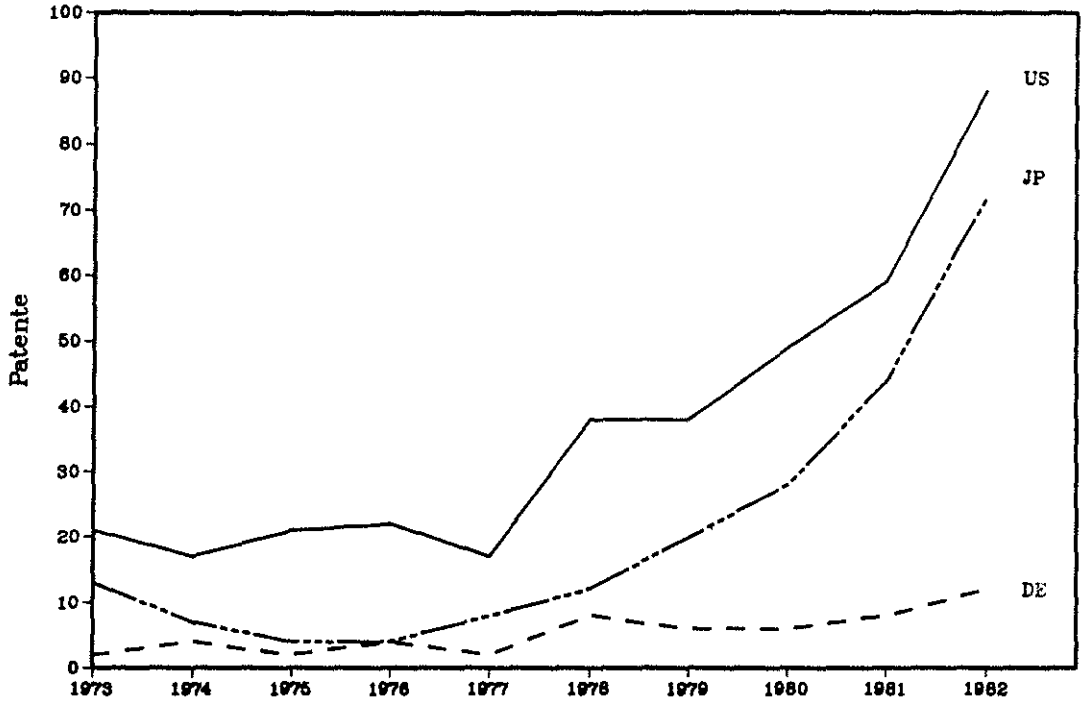
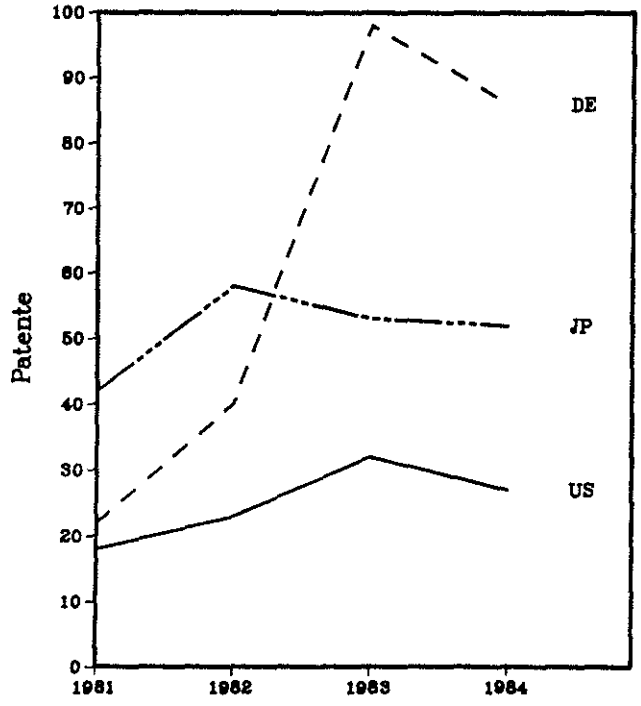


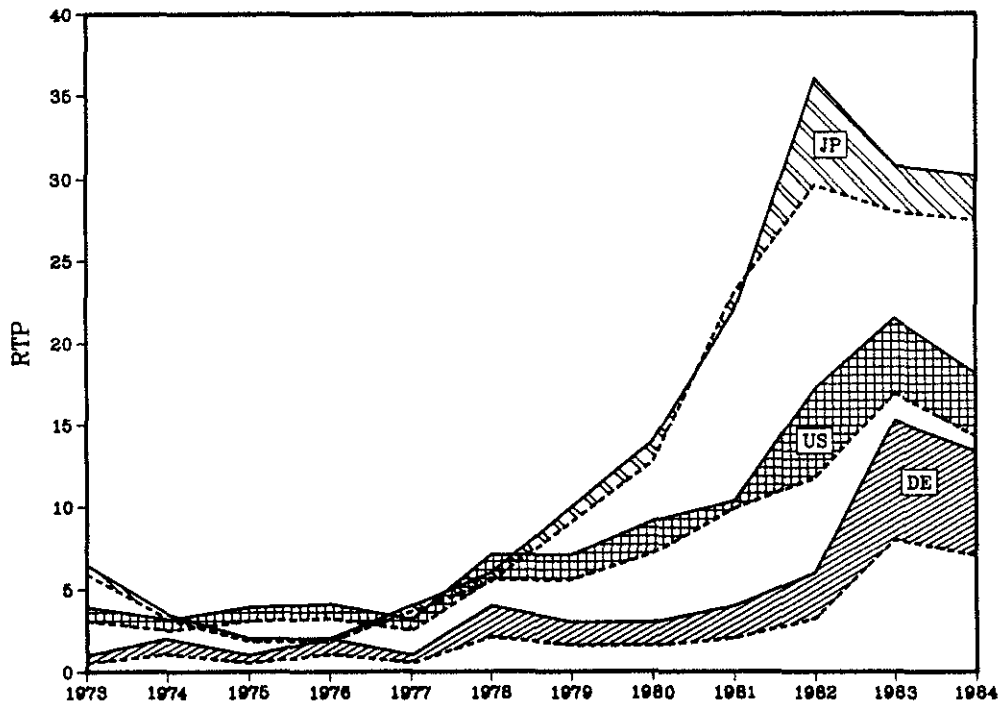
Abbildung 5.1-2: Industrieroboter - Anmeldungen 1981 bis 1984 für den westdeutschen Markt nach Prioritätsjahren



Relative technologische Position und Patentpotential

Aufgrund des Heimvorteils der USA bzw. der Bundesrepublik lassen sich aus den Abbildungen 5.1-1 und 5.1-2 zwar die Trendverläufe der Anmeldeaktivitäten ablesen, doch ist ein direkter Ländervergleich nur sehr bedingt möglich. Aus diesem Grunde wurden zusätzlich die relativen technologischen Positionen (RTP-Indikator) für den Zeitraum 1973 bis 1984 nach den in Abschnitt 2.3.2 eingeführten Formeln berechnet. Für die Bestimmung des Heimvorteils, der Patentvolumina und der Marktpräferenzen stand dabei zwischen den amerikanischen und den deutschen Daten lediglich der Überschneidungszeitraum von 1981 bis 1982 zur Verfügung, obwohl die US-Daten für 1983 im speziellen Falle der Roboter relativ vollständig zu sein scheinen. Für die RTP-Berechnung sollte aber aus methodischer Sicht für alle Vergleichstechnologien derselbe Überschneidungszeitraum 1981/82 zugrundegelegt werden.

Abbildung 5.1-3: Industrieroboter - Relative technologische Position (RTP-Indikator) 1973 bis 1984 nach Prioritätsjahren



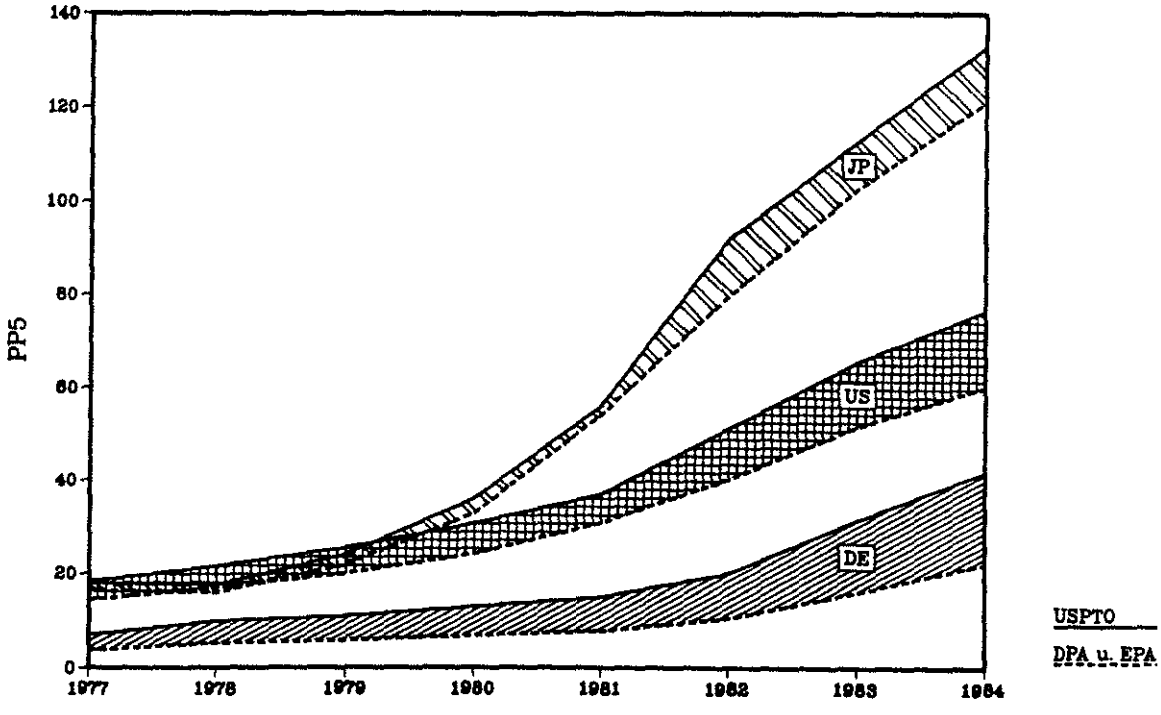
Gegenüber den vorhergehenden Diagrammen fällt ins Auge, daß der Verlauf für die einzelnen Länder nicht jeweils mit einem einzigen Graphen, sondern mit einer Minimal- und einer Maximalkurve dargestellt ist. Die Bandbreite entspricht dabei den in Tabelle 2.3-1 zusammengestellten Präferenzen, worin sich

neben den in Abschnitt 2.3.2 diskutierten Einflußfaktoren unter anderem auch die aus dem kurzen Überschneidungszeitraum resultierenden Unsicherheiten niederschlagen. Insgesamt gesehen sind die Bandbreiten nicht zu breit, so daß sich zu jedem Zeitpunkt nach 1978 klare Aussagen zur Länderrangfolge treffen lassen.

Entsprechend Abbildung 5.1-3 beginnen alle drei Vergleichsländer Mitte der 70er Jahre auf einem relativ niedrigen Ausgangsniveau. In den Folgejahren sind aus Japan sehr starke Steigerungsraten zu verzeichnen, wobei aber das Anmeldevolumen auch aus den USA und der Bundesrepublik deutlich zunimmt. Besonders erwähnenswert ist die Tatsache, daß die RTP-Werte der Bundesrepublik trotz ihrer kleineren Volkswirtschaft bei den Industrierobotern in den letzten Jahren nahe an die Patentposition der USA heranreichen.

Die japanische Führungsstellung sollte nicht voreilig mit der Begründung abgetan werden, daß die Patentieraktivitäten im Jahre 1982 ihr Maximum überschritten haben. Denn das Niveau ist nach wie vor sehr hoch und es ist denkbar, daß zentrale Bereiche der Robotertechnik inzwischen vollständig mit Schutzrechten besetzt und daher weitere Zuwächse nicht mehr möglich sind.

Abbildung 5.1-4: Industrieroboter - Fünf-Jahres-Patentpotentiale (PP5-Indikator) 1977 bis 1984 nach Prioritätsjahren



Diese Interpretation wird durch Abbildung 5.1-4 gestützt, in welcher für die drei Vergleichsländer die Fünf-Jahres-Patentpotentiale (PP5) der RTP-Werte aufgetragen sind. Entsprechend den Ausführungen in Abschnitt 2.3.2 sind dabei in einem Wert die Summe der RTP-Indikatorwerte des jeweiligen Referenzjahres sowie der vier vorausgehenden Jahre erfaßt, so daß die Zeitreihen erst im Jahre 1977 beginnen können. Gegenüber Abbildung 5.1-3 hat die Darstellung des Patentpotentials den Vorteil, daß kurzfristige jährliche Schwankungen ausgeglichen werden und somit der Gesamttrend besser sichtbar wird. Im speziellen Fall Japans zeigt sich die Trendumkehr ab 1982 zunächst nur in einem weniger steilen Anstieg des unverändert hohen Patentpotentials. Erst wenn sich der in Abbildung 5.1-3 abzeichnende Trend dauerhaft fortsetzen sollte, wird es zu einem entsprechenden Absinken der PP5-Werte kommen. Insgesamt scheint der PP5-Indikator gegenüber den RTP-Werten wegen des zeitlichen Anhaltens der Schutzwirkung die Situation im Sinne einer technologischen Stärke adäquater abzubilden, womit allerdings die Darstellung der RTP-Werte zur Beurteilung kurzfristiger Einflüsse nicht überflüssig wird.

Beispielhaft für alle vier Technikgebiete sollen anhand der Industrieroboter die Volumenunterschiede zwischen dem amerikanischen und dem deutschen Patentmarkt verdeutlicht werden. In den USA erreichten japanische Erfinder für die Prioritätsjahre 1981 und 1982 zusammen 116 Patente, was unter der Annahme einer Erteilungsquote von 65 % (vgl. Abschnitt 2.1.1) auf eine Ausgangsmenge von ca. 178 Patentanmeldungen führt. Dem stehen gerade 100 Anmeldungen für den bundesdeutschen Bereich gegenüber, womit sich das Anmeldevolumen an den beiden Patentämtern um den Faktor 1,8 unterscheidet. Hierbei ist allerdings zu beachten, daß gerade Japan generell eine große Patentierneigung zugunsten des US-Marktes besitzt (vgl. Tabelle 2.1-8). Der genannte Volumenunterschied bezüglich der Roboter ist für Japans Technologie durchaus normal, so daß der technikspezifische Präferenzwert PPA nahe Null liegt (vgl. Tabelle 2.3-1). Bezogen auf alle Anmeldungen von Ausländern der Jahre 1981 und 1982 unterscheidet sich das Volumen des bundesdeutschen und des amerikanischen Patentmarktes nur um den Faktor 1,2. Da die Präferenzwerte bundesdeutscher Roboter-Anmeldungen deutlich über denen der USA und Japans liegen, ist davon auszugehen, daß nicht Ungenauigkeiten in der Suchstrategie o.dgl. ursächlich sind, sondern Marktpräferenzen westdeutscher Unternehmen zugunsten der USA (vgl. Tabelle 2.3-1 und Abbildung 5.1-3).

Internationale Zeitreihen

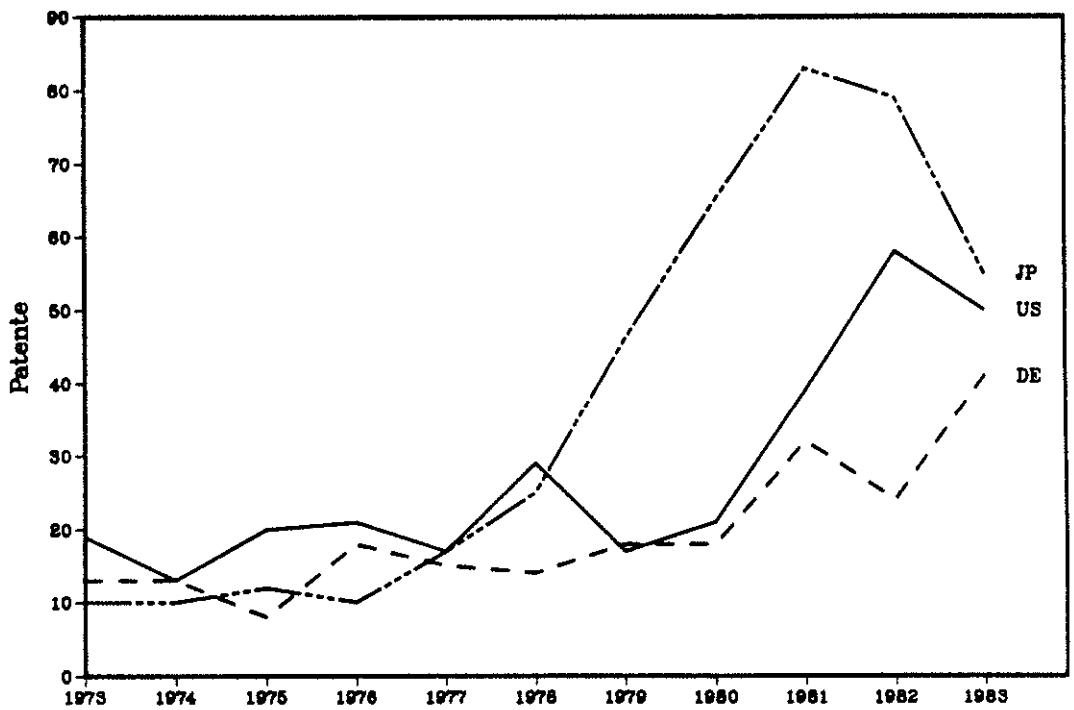
Bei der Generierung von Zeitreihen auf der Basis von INPADOC-Daten ergibt sich das Problem einer sinnvollen Abgrenzung der Technikfelder, weil nur eine Recherche mit Hilfe von IPC-Patentsymbolen, nicht aber Stichworten im Abstract möglich ist. Wie in Abschnitt 4.2 gezeigt wird, ist aber eine IPC-Recherche ohne abstützende Stichworte in vielen Fällen unvollständig und mit Unschärfen verbunden. Die INPADOC-Daten für die vorliegende Studie wurden Ende März 1986 vom Ifo-Institut für Wirtschaftsforschung, München, erzeugt, so daß unter der Voraussetzung einer Offenlegungsfrist von 18 Monaten (trifft für US-Anmeldungen nicht zu) tragfähige Aussagen bis zum Prioritätsjahr 1983 möglich sein müßten.

Im Falle der Industrieroboter stellte sich für die INPADOC-Recherchen die Frage, ob dieses Technikfeld durch die in Tabelle 4.4-1 unter Punkt 1 angegebenen Patentsymbole in ausreichender Weise erfaßt wird. Denn durch das Stichwort "Roboter" konnte eine statistisch bedeutende Zusatzmenge identifiziert werden, die allerdings zum großen Teil wiederum der Unterklasse B25J zuzuordnen war (vgl. Abschnitt 4.4.1). Von daher wurde für die INPADOC-Recherchen die ganze Unterklasse B25J gewählt. Gewisse Unschärfen sind hier vor allem für die Mitte der 70er Jahre anzunehmen, weil zu diesem Zeitpunkt Anmeldungen für nicht frei programmierbare Manipulatoren noch eine gewisse Rolle spielten.

Abbildung 5.1-5 zeigt die mit Abbildung 5.1-3 vergleichbaren Länder-Zeitreihen für die Prioritätsjahre 1973 bis 1983. Gezählt wurden dabei alle Prioritätsanmeldungen, die zu mindestens einer Auslandsanmeldung geführt haben (vgl. Abschnitt 2.2). Durch die INPADOC-Daten wird der in Abbildung 5.1-3 für repräsentative Patentämter ermittelte Trend grundsätzlich bestätigt. Bei einem detaillierten Vergleich zeigen sich allerdings deutliche Abweichungen, die zweifellos zu einem großen Teil auf die unterschiedliche Definition der Ausgangsmengen zurückzuführen sind. Dazu gehören beispielsweise die Anmeldungsspitze der USA und der Einbruch der Bundesrepublik für das Prioritätsjahr 1982 nach den INPADOC-Recherchen. Die Zeitverläufe für die USA und die Bundesrepublik zeigen in Abbildung 5.1-5 in Einzeljahren häufiger markantere jährliche Abweichungen vom Trend, was offensichtlich auf die ausschließliche Suche mit IPC-Symbolen zurückzuführen ist. Das heißt - eine stetige Entwicklung der Robotertechnologie vorausgesetzt -, daß sich veränderte Gewohnhei-

ten an einem oder einigen Patentämtern bei der Zuordnung zu einem bestimmten IPC-Symbol als vermeintliche Schwankung in der Technikentwicklung äußern, ein Effekt, der durch unterstützende Stichwortrecherchen deutlich "gedämpft" werden kann. Über weitere Ursachen, beispielsweise Veränderungen der Wechselkurse, können hier nur Vermutungen angestellt werden; jedenfalls spielen bei INPADOC-Daten andere Zielpatentämter als USPTO, DPA und EPA eine wesentliche, hier nicht genau erkennbare Rolle.

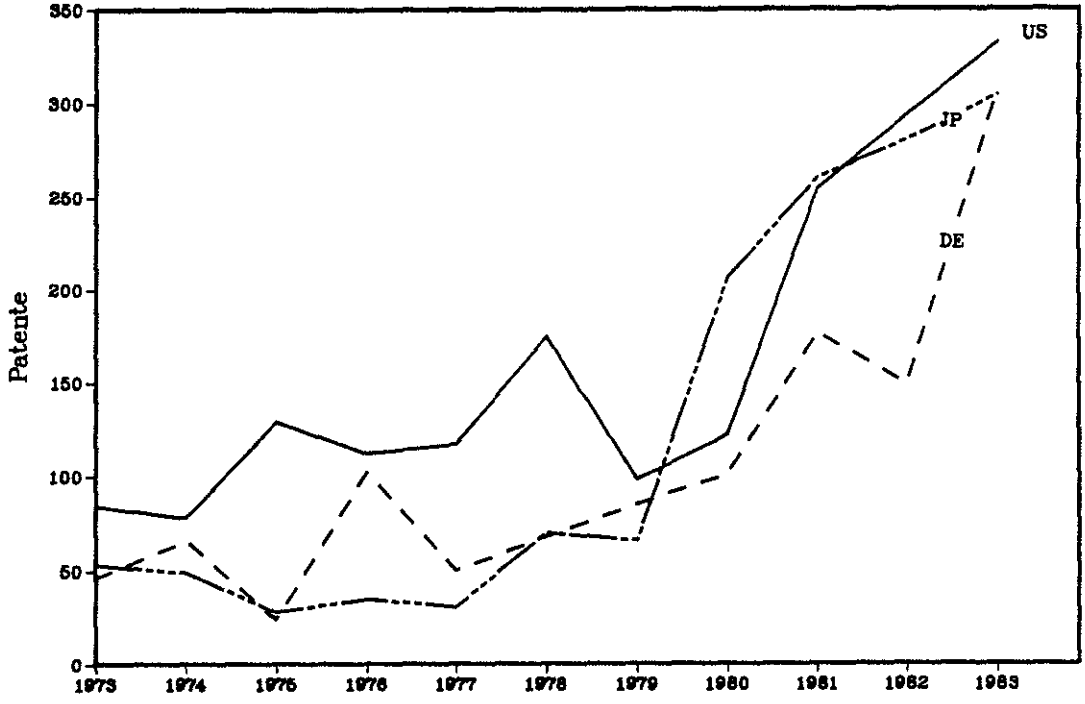
Abbildung 5.1-5: Industrieroboter - Patentschriften 1973 bis 1983 weltweit mit mindestens einer Auslandsanmeldung nach Prioritätsjahren



Auffällig ist schließlich, daß sowohl die US- als auch die ED-Daten für Japan im Jahre 1982 ein Maximum besitzen (vgl. Abbildungen 5.1-1 und 5.1-2), welches sich bei den INPADOC-Daten bereits ein Jahr früher zeigt. Der durch die RTP-Werte noch für das Jahr 1983 ausgewiesene deutliche Vorsprung Japans ist bei den INPADOC-Daten kaum noch erkennbar. In die japanische INPADOC-Zeitreihe gehen viele Prioritäten ein, die lediglich zu einer einzigen US-Nachanmeldung geführt haben. Da es beim USPTO keine feste Frist für die Offenlegung gibt (vgl. Abschnitt 2.1.1), sind deshalb für Japan die Prioritätsjahre 1982 und 1983 nur unvollständig erfaßt. Die in Abbildung 5.1-1 zugrundegelegten USPTO-Daten wurden dagegen ein Jahr später recherchiert und dürften deshalb

wegen der zögerlichen Bekanntgabe von Erfindungen in den USA die Zahl derartiger japanischer Prioritäten aus 1982 und 1983 noch deutlich erhöht haben - woraus die festgestellte Verschiebung des Anmeldemaximums nach 1982 zwingend folgt. Dasselbe gilt für die einheimischen US-Anmeldungen. Eine ähnliche Unterbewertung der Bundesrepublik durch die INPADOC-Zahlen in den Jahren 1982 und 1983 ist unwahrscheinlich und auch nicht erkennbar, weil sich deren Auslandsanmeldungen regelmäßig auch auf europäische Nachbarstaaten und nicht ausschließlich auf den US-Markt richten, so daß die strikte Offenlegung nach eineinhalb Jahren vollständig erfolgt.

Abbildung 5.1-6: Industrieroboter - Summe aller Auslandsanmeldungen 1973 bis 1983 weltweit nach Prioritätsjahren



Bei den INPADOC-Analysen läßt sich neben den Prioritäten mit Auslandsanmeldungen auch jeweils die Summe aller weltweit getätigten Auslandsanmeldungen leicht ermitteln. Da die Zahl der Auslandsanmeldungen je Priorität ein möglicher Qualitätsmaßstab für Patentanmeldungen ist (vgl. z.B. Faust, Schedl 1984), wurden derartige Zeitreihen in den vorliegenden Indikatorenvergleich mit aufgenommen. Das entsprechende Diagramm nach Abbildung 5.1-6 führt zu einer Gleichbewertung der USA, Japans und der Bundesrepublik. Dieser offensichtliche Widerspruch zu den vorhergehenden Analysen kann durch die Konzentration japanischer Auslandsanmeldungen auf nur wenige Länder (knapp 4,

siehe Tabelle 3.3-2) erklärt werden, wohingegen amerikanische und bundesdeutsche Auslandsanmeldungen in durchschnittlich 5 bis 6 Ländern eingereicht werden. Aus dieser Patentstrategie Japans, die nicht nur bei den Industrieobotern zu beobachten ist, sind Rückschlüsse auf eine geringere Qualität der japanischen Anmeldungen methodisch nicht ableitbar, so daß bei den übrigen Technikfeldern auf die Darstellung aller Auslandsanmeldungen verzichtet wird.

Die INPADOC-Resultate belegen in eindrucksvoller Weise die Unzulässigkeit eines Ländervergleichs auf der Basis von Inlandsanmeldungen. Für den Prioritätszeitraum 1970 bis 1983 steht die Zahl der Inlandsanmeldungen in der Unterklasse B25J ("Manipulatoren") für die Bundesrepublik, die USA und Japan im Verhältnis 1 : 1,3 : 13,1. Wird dagegen der Qualitätsmaßstab von mindestens einer Auslandsanmeldung je Priorität eingeführt, beträgt diese Relation 1 : 1,6 : 1,7. Für japanische Inlandsanmeldungen bedeutet das im Hinblick auf einen Ländervergleich eine Überhöhung um den Faktor 8. Insofern werden in dieser Arbeit die mit Hilfe von INPADOC ebenfalls ermittelten weltweiten Zeitreihen für Inlandsanmeldungen nicht weiter analysiert.

Patentanteile

Als weitere Möglichkeit zu einer qualitätserhöhenden Aufbereitung der Anmeldezahlen ist in Tabelle 5.1-3 der relative Patentanteil (RPA-Indikator) für das USPTO berechnet worden. Gemäß der in Abschnitt 2.3.2 eingeführten Definition wird durch den RPA-Indikator ermittelt, ob ein Land auf einem speziellen Technologiebereich im Verhältnis zum Gesamtgebiet der Technik über- oder unterproportional aktiv ist und gleichzeitig, wie seine Position relativ zur Gesamtheit der konkurrierenden Länder ist. Nach Tabelle 5.1-3 sind die Industrieroboter ein Schwerpunktbereich japanischer, französicher, italienischer und schwedischer Erfindungen, während bei den USA und insbesondere bei der Bundesrepublik und Großbritannien dieses Technikfeld unterproportional vertreten ist.

In Tabelle 5.1-3 ist der Erteilungszeitraum 1975 bis 1985 in drei Phasen aufgeteilt, um den zeitlichen Verlauf erfassen zu können. Der Trend ist allerdings mit Vorsicht zu interpretieren, da Veränderungen des RPA-Indikators nicht nur durch eine Veränderung der Aktivitäten in dem jeweiligen Technikfeld, sondern auch bei den Gesamtanmeldungen für alle Gebiete der Technik verursacht sein können. Entsprechend Tabelle 2.1-3 hat sich diesbezüglich der

Anteil von US-amerikanischen Erfindungen beim USPTO im Betrachtungszeitraum verringert, während der Anteil japanischer Erfindungen um etwa gleich viele Prozentpunkte gestiegen ist. Der im zeitlichen Verlauf absinkende RPA-Indikator Japans für Roboterpatente ist daher in erster Linie durch einen Anstieg der Gesamtpatentzahlen Japans beim USPTO zu erklären, während umgekehrt der leichte Anstieg der USA auf den Abfall der Gesamtaktivitäten zurückzuführen ist. Für beide Länder gilt also, daß die Roboteraktivitäten unabhängig vom Trend im gesamten Patentwesen verlaufen.

Tabelle 5.1-3: Industrieroboter - Mittlerer relativer Patentanteil RPA am USPTO und Trend für ausgewählte OECD-Länder nach Erteilungsjahren

	MITTL. RPA	TREND		
LAND	75-85	75-78	79-82	83-85
US	-21.	-31.	-4.	-14.
JP	56.	101.	33.	36.
DE	-42.	-4.	-46.	-48.
FR	54.	63.	79.	46.
GB	-59.	-461.	-10.	-49.
IT	74.	-5.	98.	75.
CA	-5.	-58.	-59.	23.
SE	108.	185.	114.	109.

In Tabelle 5.1-4 sind die RPA-Zahlen für den westdeutschen Markt aufgeführt. Angesichts der Tatsache, daß der USPTO-Erteilungszeitraum 1983 bis 1985 in etwa mit dem ED-Prioritätszeitraum 1981 bis 1982 vergleichbar ist, ergibt sich eine relativ gute Übereinstimmung zwischen den deutschen und den US-amerikanischen RPA-Berechnungen, so daß zumindest für das Technikfeld der Roboter der theoretisch zu erwartende Inländernachteil in den RPA offenbar nicht eingeht. Entsprechend Tabelle 2.1-7 verändern sich bei den ED-Gesamtanmeldungen die Länderanteile im zeitlichen Verlauf nur geringfügig, so daß beispielsweise der Anstieg der Bundesrepublik als echter Zuwachs an Erfindungsaktivitäten interpretiert werden kann. Auch das Absinken japanischer Patentanmeldungen zwischen 1981 und 1984 spiegelt sich im RPA-Indikatorwert deutlich wider.

Tabelle 5.1-4: Industrieroboter - Mittlerer relativer Patentanteil RPA am westdeutschen Markt und Trend für ausgewählte OECD-Länder nach Prioritätsjahren

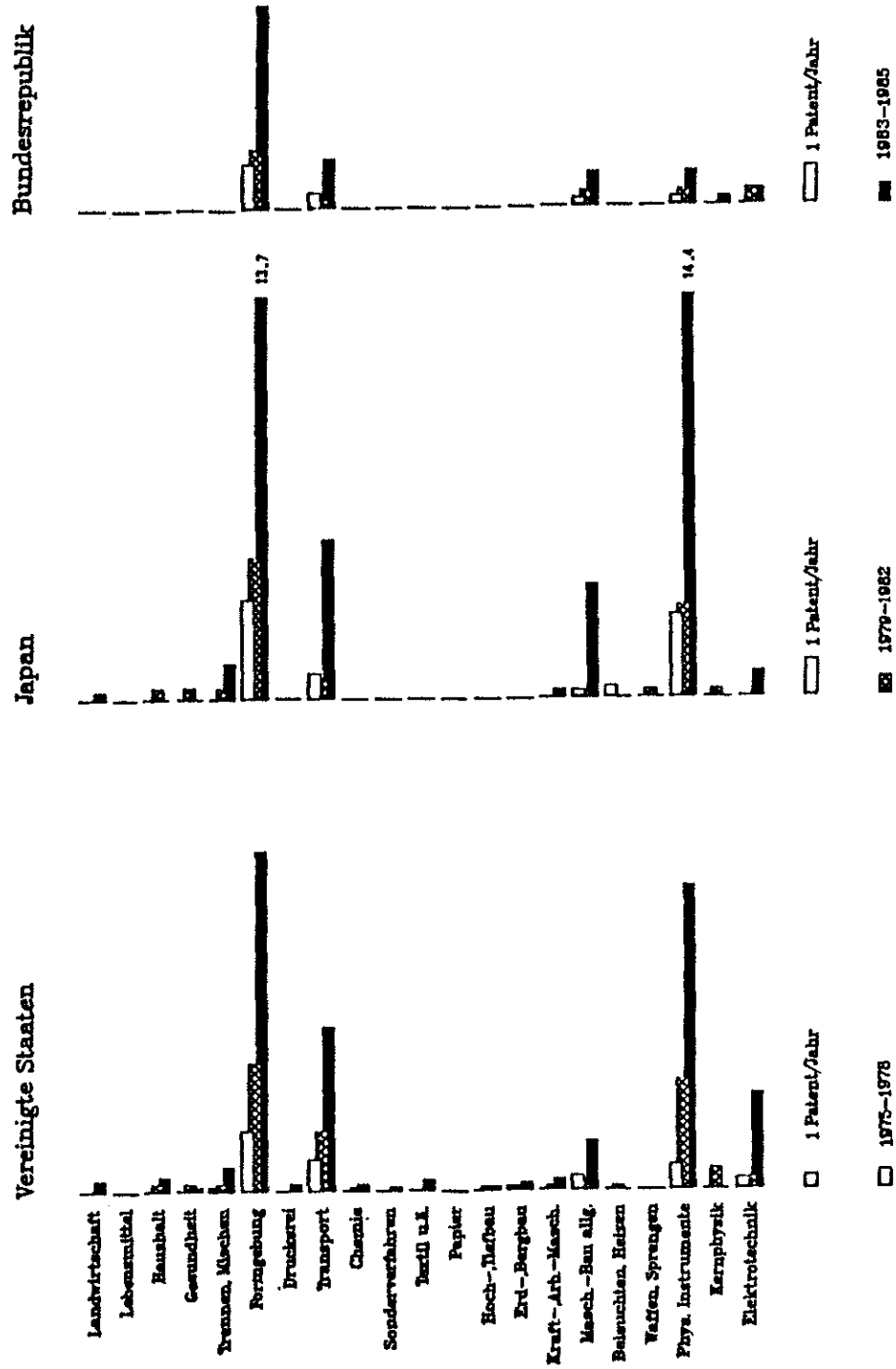
	MITTL. RPA	TREND	
LAND	81-84	81-82	83-84
US	-25.	-20.	-29.
JP	75.	98.	57.
DE	-15.	-65.	10.
FR	-3.	29.	-27.
GB	-38.	-16.	-49.
SE	125.	135.	125.

Besonders auffällig ist in den Tabellen 5.1-3 und 5.1-4 der sehr hohe Patentanteil Schwedens, wodurch die Stellung dieses Landes sehr viel stärker als in den Tabellen 5.1-1 und 5.1-2 hervorgehoben wird. Offensichtlich zeigt sich in dem sehr hohen RPA-Wert das Bemühen von schwedischen Unternehmen, die Entwicklungsaktivitäten auf einige wenige Spezialbereiche, wie z.B. die Industrieroboter, zu konzentrieren (sog. Nischenstrategie). Auf der Basis einer Länderrangfolge nach absoluten Zahlen ist eine derartige Schwerpunktbildung kaum zu erkennen, so daß sich die RPA-Berechnung im Hinblick auf derartige Zusatzinformationen als sehr aussagekräftig erweist.

5.1.2 Analyse der Patentklassen und technologische Diffusion

Die Abbildung 5.1-7 zeigt für die drei Länder USA, Japan und Bundesrepublik die Aufgliederung des Technikfeldes der Industrieroboter nach IPC-Untersektionen (vergleiche Abschnitt 2.3.5) für das USPTO, wobei der Erteilungszeitraum 1975 bis 1985 wiederum in drei Phasen aufgegliedert ist. Um einen Vergleich der ersten beiden Vier-Jahres-Zeiträume mit dem abschließenden Drei-Jahres-Zeitraum zu ermöglichen, werden die durchschnittlichen Zahlen pro Jahr angegeben. Im Hinblick auf einen Ländervergleich wurde der Darstellungsmaßstab für amerikanische Patente beim USPTO - wie im folgenden auch für deutsche Anmeldungen beim DPA bzw. EPA - entsprechend der Heimvorteilskorrektur verschieden gewählt; er ist im Bild angegeben. Um die Belegung auch weniger stark besetzter Untersektionen gut sichtbar wiedergeben zu können, wurden die großen Säulen gegebenenfalls abgebrochen; ihre Größe ist in diesem Falle durch Zahlenangaben dargestellt.

Abbildung 5.1-7: Industrieroboter - Patentklassenanalyse für die Erfinderländer USA, Japan und Bundesrepublik am US-Markt 1975 bis 1985 nach Erteilungszeiträumen



Da die Titel der Untersektionen nur einen ersten Anhaltspunkt für die im speziellen Einzelfall dahinterstehenden Technologien geben können (vgl. Abschnitt 2.3.5), wird im folgenden eine genauere inhaltliche Aufschlüsselung vorgenommen.

In Abbildungen 5.1-7 fällt bei allen drei Ländern die Konzentration von Anmeldungen in der Untersektion "Formgebung" auf. Dieses läßt sich unmittelbar durch Zuordnungen zu den Unterklassen für Manipulatoren (B25J) und für das Schweißen (B23K) erklären. Die USA und vor allem Japan weisen im Gegensatz zur Bundesrepublik zusätzlich eine Patenthäufung in der Untersektion "Physikalische Instrumente" auf. Hierbei handelt es sich im wesentlichen um Steuer- und Regelsysteme (G05B) sowie Digitalrechner (inkl. Software) (G06F). Der Vorsprung Japans und auch der USA gegenüber der Bundesrepublik beruht somit maßgeblich auf Erfindungen in dieser Untersektion. Es läßt sich zwar einwenden, daß westdeutsche Anmelder vom deutschen bzw. europäischen Patentrecht her mit einer Patentierung von Software nicht vertraut sind und daher auch in den USA keine entsprechenden Patente anmelden. Die Überlegenheit der USA und Japans in diesem Bereich ist aber so groß, daß eine solche Erklärung nur eine marginale Bedeutung hat. Kritisch für die Robotertechnik in der Bundesrepublik ist vor allem die Tatsache, daß insbesondere Japan den Vorsprung auf dem Gebiet der Steuer-, Regel- und Rechnersysteme für Industrieroboter deutlich ausbauen konnte.

Bei Zuordnungen zum Bereich "Transport" handelt es sich in den meisten Fällen um den Einsatz von Robotern in Kombination mit Fördervorrichtungen, beispielsweise für das Umsetzen von Werkstücken aus Lagervorrichtungen auf Transportbänder oder dergleichen. Hier könnte eine inhaltliche Überschneidung des Robotergebiets mit einfachen "Pick-and-place"-Manipulatoren vorliegen, die gerade in der japanischen Literatur häufig ebenfalls als Roboter bezeichnet werden (Grupp, Hohmeyer, Kollert, Legler 1987, 305f).

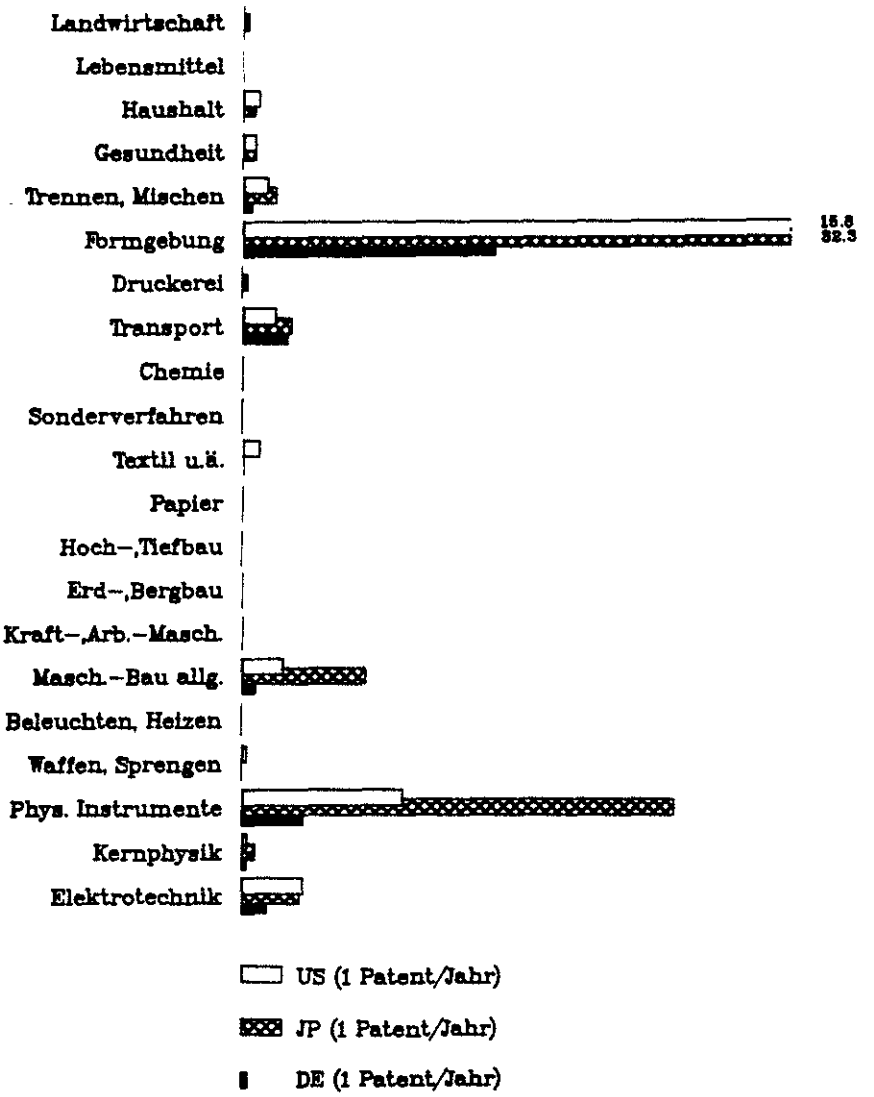
In der Untersektion "Allgemeiner Maschinenbau" sind überwiegend für Roboter konzipierte Getriebe, aber auch Lager oder hydraulische bzw. pneumatische Stellorgane zu finden. Auch in diesem Bereich weist Japan für die Erteilungsjahre 1983 bis 1985 einen hohen Zuwachs auf.

In der Untersektion "Trennen, Mischen" sind ausschließlich Patente der Klasse "Versprühen oder Zerstäuben, Aufbringen von Flüssigkeiten auf Oberflächen

(B05)", also Lackier-Roboter, identifiziert worden. Von westdeutschen Erfindern liegt keine einzige Anmeldung vor.

Insgesamt konnten bei Stichproben nur wenige Mängel bei der Recherche oder der Konkordanz von USPOC- zu IPC-Klassen festgestellt werden. Bei auf den ersten Blick scheinbar unzutreffenden Untersektionszuordnungen wie z. B. zu "Haushalt" handelt es sich in der Regel um Roboteranwendungen wie z. B. die Herstellung von Oberbekleidung (A41D) oder Möbeln (A47).

Abbildung 5.1-8: Industrieroboter - Patentklassenanalyse für die Erfinderländer USA, Japan und Bundesrepublik am bundesdeutschen Markt im Prioritätszeitraum 1981 bis 1984

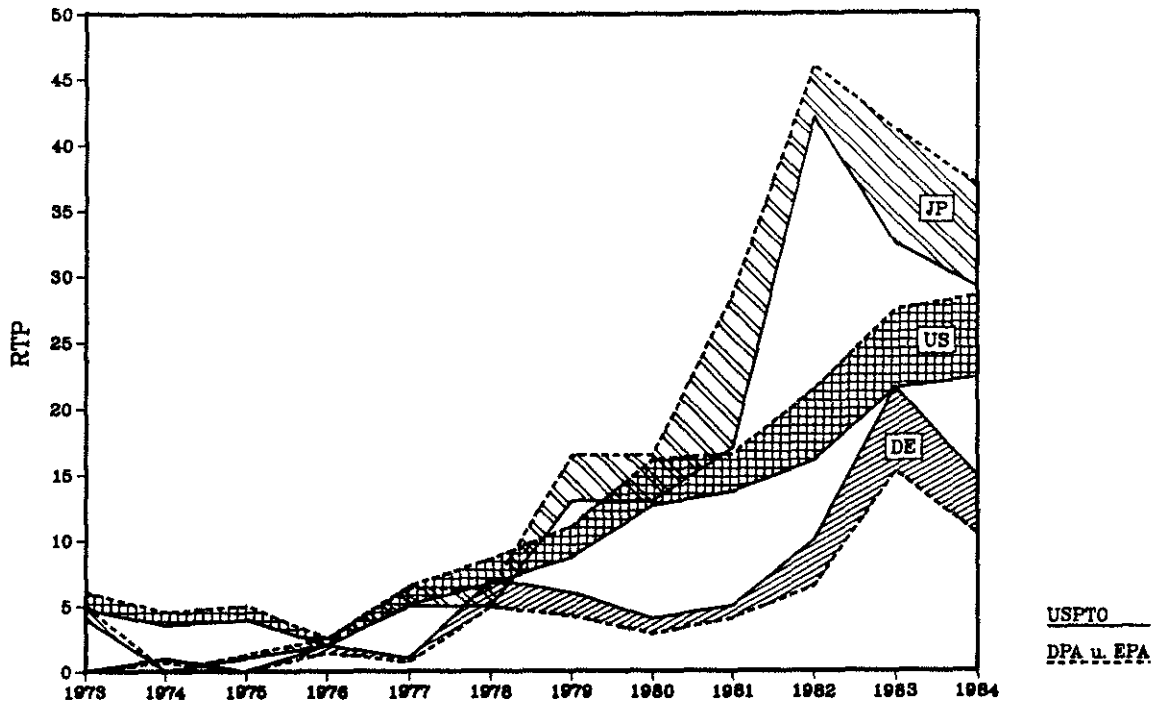


Die Abbildung 5.1-8 zeigt für ED-Anmeldungen der Prioritätsjahre 1981 bis 1984 ähnliche Diagramme wie die Abbildung 5.1-7. Dabei wurde der Zeitraum 1981 bis 1984 nicht unterteilt, sondern es wurden statt dessen die drei Vergleichsländer unmittelbar in einem Diagramm gegenübergestellt. Die Auswertung wurde zunächst auf der Basis von Haupt- und Nebenklassen durchgeführt. Allerdings sind bei allen vier Technikfeldern die Unterschiede gegenüber einer alleinigen Analyse der Hauptklassen gering. Entgegen den Erwartungen wird insbesondere die Diffusion einer Technologie in spezielle Anwendungsbereiche durch eine Berücksichtigung der Nebenklassen nur geringfügig besser erfaßt. Das heißt, Nebenklassen geben nur in wenigen Fällen fachliche Querverweise auf von der Hauptklasse abweichende Untersektionen. Insofern führt auch eine Berechnung der Nebenklassenhäufigkeiten zu keiner tragfähigen Aussage über die Anwendungsbreite in dem jeweiligen Technikfeld (vgl. Schmoch, Grupp 1986, 89).

Die Diagramme für die ED-Anmeldungen bestätigen insgesamt die Ergebnisse für das USPTO. Es zeigt sich insgesamt wieder die Überlegenheit Japans im Bereich der Steuer- und Regelsysteme. Die Besetzung der entsprechenden Untersektion "Physikalische Instrumente" ist aber im Vergleich zu den US-amerikanischen Daten etwas geringer, was vermutlich auf die eingeschränkte Patentierfähigkeit von Software beim Deutschen bzw. Europäischen Patentamt zurückzuführen ist.

Aus fachlicher Sicht ist es sinnvoll, die Robotergeräte und ihre mechanische Peripherie unabhängig von den Programmsteuerungen zu betrachten. Da die Klassenanalyse einen erheblichen Anteil der Patente zu Steuerungen am gesamten Robotergebiet ausweist, ist in Abbildung 5.1-9 der RTP-Indikator nur für die mechanische Robotertechnologie ("Eingeschränkte" Recherchenstrategie gemäß Tabelle 4.4-1) aufgezeichnet. Hier zeigt sich gegenüber Abbildung 5.1-3 zwar eine insgesamt ähnliche Konstellation, doch ist gerade in den letzten Jahren der zahlenmäßige Vorsprung Japans bezüglich der Robotermechanik deutlich geringer. Der noch ausgewiesene Rückstand der Bundesrepublik gegenüber den USA und Japan beruht zum großen Teil auf einer starken strategischen Patentierpräferenz dieser Länder für den westdeutschen Markt, was nicht unbedingt mit einer technischen Überlegenheit gleichzusetzen ist. Dieser Punkt wird in Abschnitt 8.2 näher diskutiert.

Abbildung 5.1-9: Industrierobotermechanik - Relative technologische Position (RTP-Indikator) 1973 bis 1984 nach Prioritätsjahren



Insgesamt ergeben sich aus der inhaltlichen Aufschlüsselung des Technikfeldes "Industrieroboter" nach IPC-Untersektionen im Vergleich zur Betrachtung der summierten Anmeldezahlen entsprechend Abbildung 5.1-3 wichtige Zusatzinformationen. Mit der Disaggregation eines technischen Gebiets nach Untersektionen entfällt aber nicht die Analyse nach Klassen bzw. Unterklassen, da die Abgrenzung der Untersektionen relativ allgemein gefaßt ist. Da aber in den Diagrammen 5.1-7 und 5.1-8 bereits wesentliche Trends vorgezeichnet sind, genügt die nachfolgende inhaltliche Detailauswertung einiger weniger Patentsymbole. Eine genauere Aufschlüsselung schwach besetzter Untersektionen wird nach dieser Aufbereitungsmethode in der Praxis oft nicht erforderlich sein; doch können gerade kleine, stark anwachsende Teilgebiete die häufig übersehenen besonders zukunftsträchtigen Schlüsselerfindungen enthalten. Die erhebliche Reduzierung des Analyseaufwandes zeigt sich beispielsweise bei den ED-Anmeldungen der Bundesrepublik, für die bei der Haupt- und Nebenklassenanalyse insgesamt 135 IPC-Hauptgruppen auftreten. Durch die Aggregation nach Untersektionen wird die Aufmerksamkeit auf etwa 10 bis 15 Gebiete gerichtet, die sich für eine Einschätzung der wesentlichen Entwicklungstrends als ausreichend erweisen.

5.1.3 Zitatanalyse und internationaler Technologietransfer

Bei der Zitatanalyse werden im folgenden zunächst die Untersuchungsergebnisse der Firma CHI Research mit US-Daten erläutert. Diesen Analysen lagen dieselben Patente wie bei der obigen Untersuchung der Erteilungszahlen und IPC-Klassen zugrunde. Die Definition der Stichprobe für die US-Zitatanalysen erfolgte Mitte 1986 durch das FhG-ISI, die Datenerhebung bei CHI Research im August 1986.

Abbildung 5.1-10: Industrieroboter - Zahl der Verweise auf US-Patente nach zitiertem Herkunftsland des Erfinders und Erteilungsjahr 1975 bis 1983

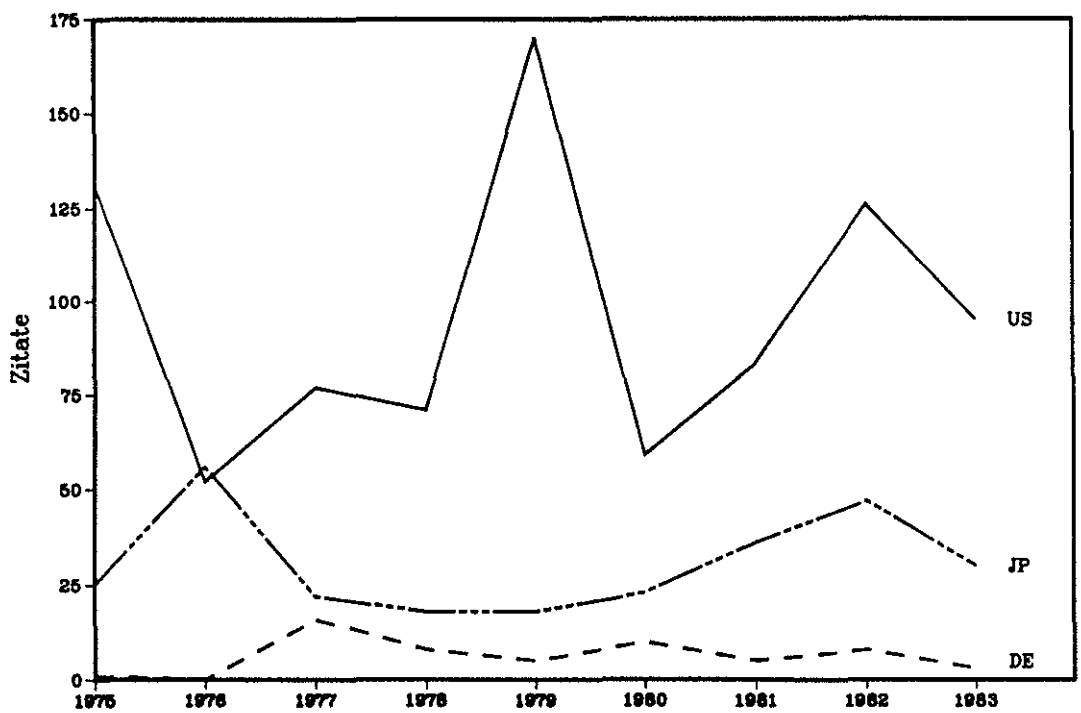
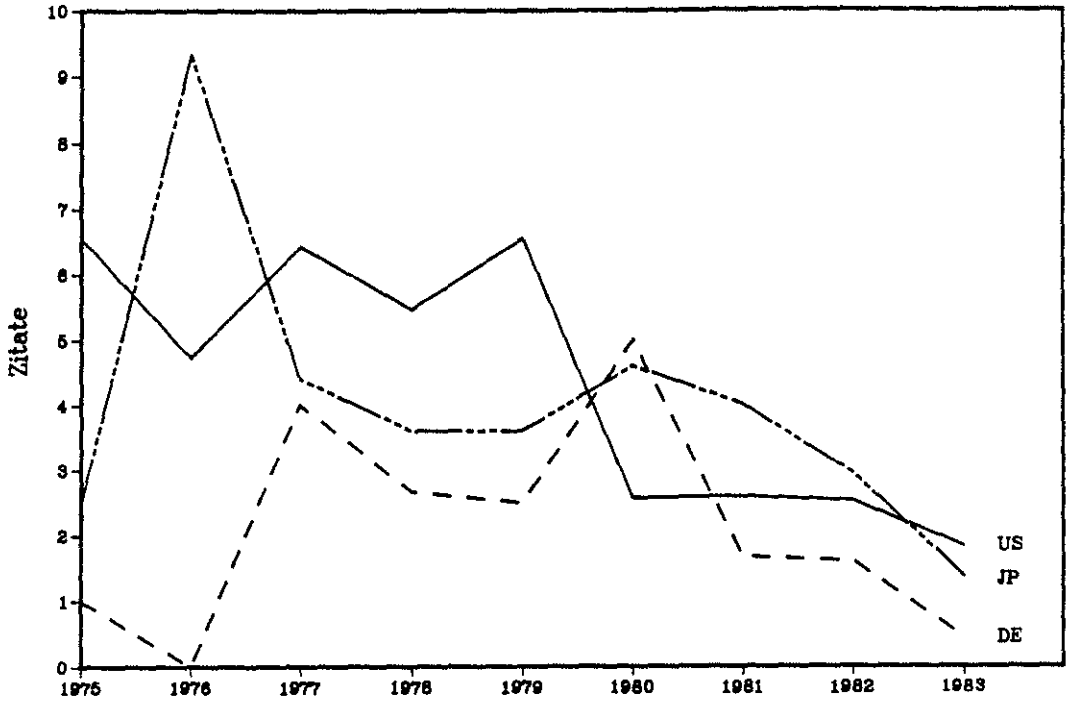


Abbildung 5.1-10 zeigt - nach der Systematik der CHI-Datenbank in einer Aufschlüsselung nach Erteilungsjahren - die Gesamtzahl der Zitate, welche die Roboter-Patente der einzelnen Länder später insgesamt enthalten haben. Abbildung 5.1-10 erweist sich aber als wenig anschaulich, da nicht deutlich wird, inwieweit die ausgewiesenen Zitathäufigkeiten auf die Zahl der Patente oder aber der Zitate zurückzuführen sind. Beispielsweise bleibt die Interpretation der Maxima der USA für 1975, 1979 und 1982 offen.

Abbildung 5.1-11: Industrieroboter - Mittlere Zahl der Verweise auf US-Patente nach zitiertem Herkunftsland des Erfinders und Erteilungsjahr 1975 bis 1983

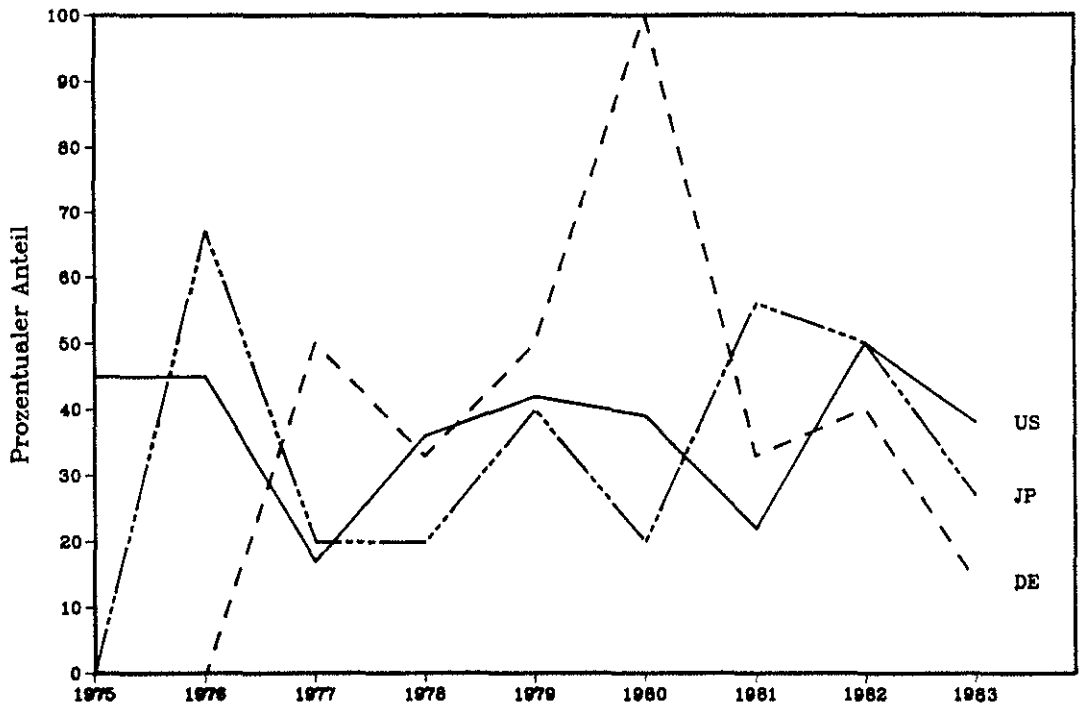


Vorteilhafter ist die Darstellung der mittleren Zitathäufigkeit wie in Abbildung 5.1-11 (mittlere Zahl der Zitate auf je ein Patent), die in den einzelnen Jahren erreicht worden ist. Bei dieser Form der Aufbereitung ist erkennbar, daß die Zahl der Zitate auf je ein Patent für alle Länder nur bei älteren Schriften bis etwa zum Erteilungsjahr 1979 ein hohes Niveau erreicht hat und bei neueren Jahrgängen entsprechend abfällt. Allerdings ist bis zum Erteilungsjahr 1982 die ausgewiesene Zitathäufigkeit noch so hoch, so daß eine Verwertung im Rahmen eines Ländervergleichs - wenn auch mit Vorbehalten - als noch zulässig erscheint. Unter der in Abschnitt 2.1.1 erläuterten Prämisse, daß das Erteilungsjahr 1982 in etwa ein Abbild des Anmeldejahres 1980 bzw. des Prioritätsjahres 1979 ist, ergibt sich zwischen dem Zeitpunkt der Zitatanalyse (1986) und dem Prioritätsjahr (Erfindungsjahr) der auswertbaren Patente ein Mindestzeitabstand von etwa 7 Jahren. Damit bestätigen sich entsprechende Überlegungen des Abschnittes 2.3.6.

Im übrigen ist an dieser Stelle kritisch anzumerken, daß eine Aufbereitung der Zitatanalyse nach Prioritätsjahren aussagekräftiger und zuverlässiger gewesen wäre.

Insgesamt läßt sich aus Abbildung 5.1-11 für die Erteilungsjahre 1975 bis 1979 eine leichte Höherbewertung von US-amerikanischen gegenüber japanischen Patenten ablesen, während sich ab dem Erteilungsjahr 1980 umgekehrt ein gewisser japanischer Vorsprung abzeichnet. Die Zitatgewichtung deutscher Roboter-Patente weist von Jahr zu Jahr starke Unterschiede auf, liegt aber im generellen Trend etwas niedriger als bei den USA und Japan. Die statistische Qualität der Zitatanalyse hinsichtlich der deutschen Patente muß allerdings in Zweifel gestellt werden, weil in den Erteilungsjahren 1975 bis 1985 in der Regel nur vier Patente, maximal 5 Patente pro Jahr vorliegen (vgl. Tabelle 5.1-1).

Abbildung 5.1-12: Industrieroboter - Prozentualer Anteil höchstzitierter Patente (oberes 10 % - Perzentil pro Klasse) an allen Patenten des zitierten Landes nach Erteilungsjahr 1975 bis 1983



In Abbildung 5.1-12 ist schließlich dargestellt, wieviel Prozent der Roboter-Patente eines Landes dem oberen Zehntel der am meisten zitierten Patente der zugehörigen US-Patentklasse anzurechnen sind. Diese Auswertung ist bei der vorliegenden Recherche, die auch mit Stichworten arbeitet, insofern problematisch, als je nach Hauptklasse - z. B. Manipulatoren oder aber Regelsysteme - jeweils verschiedene US-Klassen als Bezugsbasis herangezogen werden. Dabei

hängt die Möglichkeit, in die obersten zehn Prozent der meistzitierten Patente zu gelangen, auch vom Umfang und der inhaltlichen Besetzung der übrigen Unterklassen ab. Nach dem Bewertungskriterium der Abbildung 5.1-11 wie auch der Abbildung 5.1-12 liegen die USA, Japan und die Bundesrepublik im gesamten Untersuchungszeitraum etwa auf demselben Niveau. Die in dem Diagramm an einer Stelle ausgewiesenen 100 Prozent belegen zwar die besondere technologische Qualität der jeweiligen Patente; jedoch kann sich ein solcher Wert nur bei einem niedrigeren Stichprobenumfang ergeben.

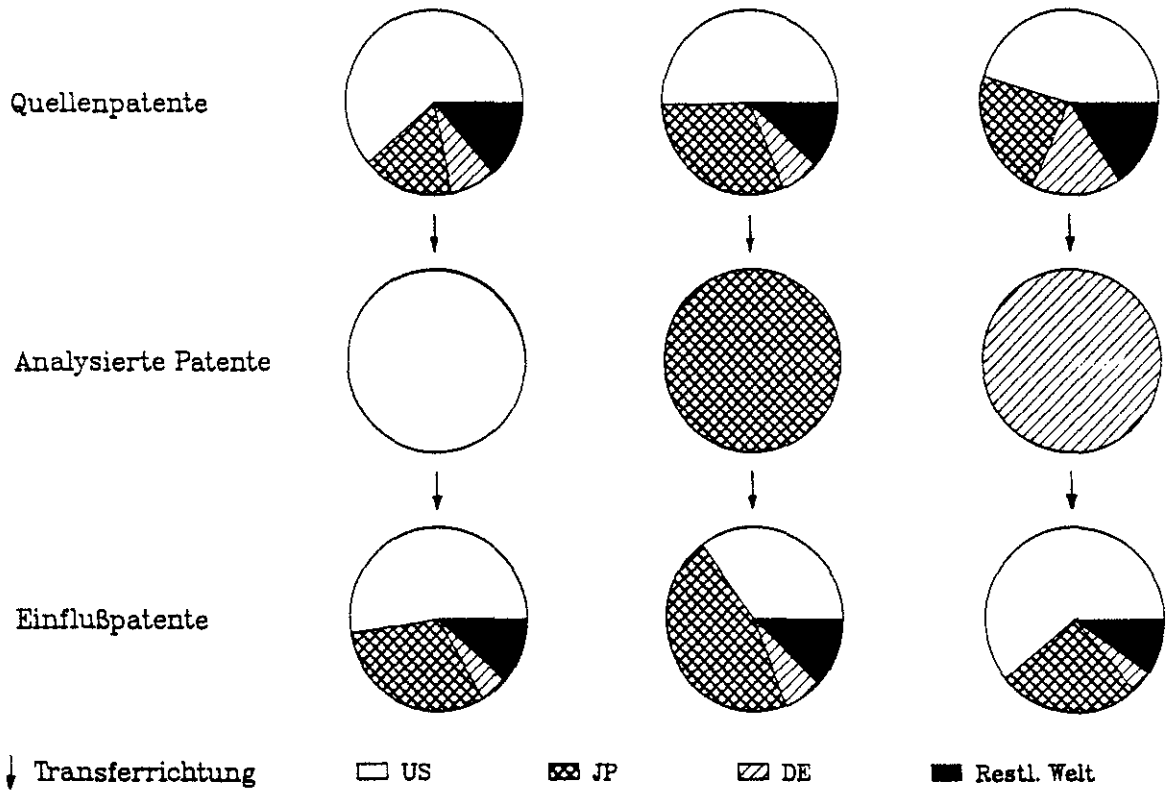
Insgesamt ergeben sich aus den in den Abbildungen 5.1-10, 5.1-11 und 5.1-12 zusammengestellten Zitatanalysen nur wenige Informationen, die über die einfache Zeitreihendarstellung nach Abbildung 5.1-1 hinausgehen. Auf der hochaggregierten Ebene von Ländervergleichen kompensieren sich offensichtlich die unterschiedlichen Zitathäufigkeiten qualitativ hoch- und minderwertiger Patente gegenseitig so stark, daß letztlich nur ein wenig aussagefähiger Mittelwert übrig bleibt. Dementgegen gibt die Berücksichtigung des eingesetzten Humankapitals (Teamgröße; vgl. Tabelle 2.3-3) als Qualitätsmaß auf der aggregierten Ebene Hinweise zur vergleichenden Bewertung der Anmeldezahlen: bezüglich der Robotertechnik sind die japanischen Teams auffallend klein, so daß die großen Anmeldezahlen deutlich relativiert werden. Dies deckt sich mit der technometrischen Beurteilung (vgl. Abschnitt 8.2).

Die sich in Abbildungen 5.1-11 und 5.1-12 abzeichnenden Vorteile Japans für die Erteilungsjahre 1980 bis 82 können allenfalls als Beleg dafür dienen, daß die japanischen Roboter-Patente in den USA etwa gleichwertig mit denen der USA sind. Denn die Zahlen für die USA beziehen sich auf sämtliche Inlandsanmeldungen für Roboter, nicht nur auf die US-Auslandspatente. Bei einer Auswahl von US-Patenten, die auch zu Auslandsanmeldungen geführt haben, dürfte die Zahl der Zitate pro Patent in signifikanter Weise ansteigen; das heißt, bei Zitatanalysen ist ein Inlandsnachteil zu berücksichtigen, der aber quantitativ schwer abschätzbar ist.

Neben der Ermittlung der Zitathäufigkeiten läßt die Datenbank von CHI Research auch die Aufschlüsselung von Zitatverflechtungen zu. So kann zu einem Ausgangsdatensatz von Patenten, wie er in diesem Fall durch die Recherche nach Tabelle 4.4-2 für Roboter definiert wird, bestimmt werden, welche Patente von den Schriften der Ausgangsmenge zitiert werden. Entsprechend dem da-

hinterstehenden Wissensfluß, also Technologietransfer, werden die zitierten und damit älteren Schriften im folgenden als "Quellenpatente" bezeichnet. Umgekehrt lassen sich auch die Patente ermitteln, die später Schriften der Ausgangsmenge zitieren. Diese jüngeren, zitierenden Patente sollen "Einflußpatente" heißen.

Abbildung 5.1-13: Industrieroboter - Internationaler Technologietransfer analysiert auf der Basis von Patenten am USPTO für den Erteilungszeitraum 1975 bis 1985



Im Rahmen des Projektes wurden nach der Nationalität der Erfinder der Ausgangspatente geordnete Listen der Anmelder von Quellen- und Einflußpatente erstellt (vgl. Abschnitt 5.1.4). Diese Listen finden sich anderswo (Schmoch, Grupp 1986) und werden hier nicht wiederholt. In einem weiteren Aufbereitungsschritt wurde dann die Nationalität der Anmelderfirmen auf manuellem Wege unter Hinzuziehung einschlägiger Verzeichnisse über Kapitalbesitz und -verflechtung bestimmt, wobei im Falle einiger kleinerer Firmen nicht immer eine zweifelsfreie Zuordnung möglich war. Eine Reihe von Patentschriften vor 1975 und alle Schriften vor 1970 sind schließlich in der Datenbank von CHI nicht enthalten, so daß in diesen Fällen kein Anmelder identifiziert werden

konnte. Das Ergebnis der Gesamtauswertung beinhaltet infolge dessen eine gewisse Fehlerwahrscheinlichkeit, ist aber hinsichtlich der Aussagen zum Technologietransfer so prägnant, daß deren Validität gewährleistet ist.

Abbildung 5.1-13 zeigt jeweils für die US-Roboter-Patente der drei Vergleichsländer die nationale Zuordnung der Quellen- und Einflußpatente. Die Patente der "restlichen Welt" sind dabei bis auf wenige Ausnahmen europäischer Herkunft. Bei der Bewertung der Zahlen ist zu berücksichtigen, daß westdeutsche Patente in der Gesamtstichprobe nur einen Anteil von 6 v.H. haben, während es bei den USA 51 v.H. und bei Japan 24 v.H. sind. Für die Analyse des internationalen Technologietransfers sind vor allem die Zahlen von Interesse, die von dieser Verteilung abweichen.

Bei einer Betrachtung der Ergebnisse für amerikanische und japanische Roboter-Patente fällt zunächst auf, daß in beiden Fällen der amerikanische Anteil bei den Quellenpatenten sehr hoch ist, die Entwicklung also stark von amerikanischer Technologie bestimmt wird. Bezüglich der Einflußpatente werden dagegen sowohl japanische als auch amerikanische Schriften stark von japanischer Technologie befruchtet, worin sich eine starke gegenseitige Konkurrenz, aber auch Abhängigkeit dokumentiert. Patente der bundesdeutschen Stichprobe greifen weniger ausgeprägt als die Vergleichsländer auf amerikanische Quellenpatente und statt dessen mehr auf ihre eigene und europäische Technologie zurück. Bei den Einflußpatenten zeigt sich ein deutlicher Technologietransfer zu US-amerikanischen Anmeldern hin, zweifellos ein Zeichen für die Qualität deutscher Erfindungen.

Wie in Abschnitt 2.3.6 näher erläutert, beziehen sich die Zitatanalysen für den westdeutschen Markt lediglich auf DPA-Anmeldungen; wegen des Fehlens der Zitate in den auf die Bundesrepublik zielenden EPA-Anmeldungen in der verwendeten Datenbank PATDPA ist ein sinnvoller Ländervergleich nicht möglich. Die folgenden Ergebnisse sollen daher nur die Durchführbarkeit der Zitatanalyse für das DPA demonstrieren, sind aber bezüglich des bundesdeutschen Patentmarkts unvollständig. Gemäß Tabelle 5.1-5 gab es in den Jahren 1981 bis 1984 für die Industrieroboter insgesamt 321 DPA-Anmeldungen aus den drei Vergleichsländern, bei denen aber nur 78 mal ein Prüfungsergebnis vorliegt. Bei einer Interpretation der niedrigen Prüfungsquote ist zu bedenken, daß theoretisch für alle erfaßten Schriften ein Prüfungsergebnis vorliegen könnte, da bei sofortiger Stellung eines Prüfungsantrags zusammen mit Einreichung der

Anmeldung das Prüfungsergebnis beim DPA in der Regel spätestens bei der Erstpublikation vorliegt. Die für die Bundesrepublik errechnete Prüfungsquote von 25 % deutet daher auf ein nur mittleres Interesse der DPA-Anmelder an einer Patenterteilung hin. Bei der vorhandenen Datengrundlage kann allerdings nicht beurteilt werden, inwieweit die Prüfungsquote beim DPA durch parallel laufende Prüfungsverfahren beim EPA beeinflußt wird.

Tabelle 5.1-5: Industrieroboter - Basiszahlen für eine Zitatanalyse beim DPA für die Prioritätsjahre 1981 bis 1984

ERFINDERLAND	DE	US	JP	SUMME
ANMELDEZAHL	229	31	61	321
GEPRUEFTE ANMELDUNGEN	64	0	14	78
PRUEFUNGS-QUOTE	0.28	0.00	0.23	0.24
PATENT-ZITATE	179	0	38	217
PATENTZIT. PRO PATENT	2.80	0.00	2.71	2.78
LITERATUR-ZITATE	47	0	7	54
LIT.-ZIT. PRO PATENT	0.73	0.00	0.50	0.69
LITERATUR-ZITATQUOTE	0.21	0.00	0.16	0.20

Bezogen auf alle geprüften Anmeldungen für Industrieroboter beträgt gemäß Tabelle 5.1-5 der Anteil der Literaturzitate an allen Zitaten etwa 20 %. Diese Quote muß daran gemessen werden, daß im Durchschnitt 10 bis 15 % der Entgegenhaltungen beim DPA auf Nichtpatent-Literatur beruhen (Greif 1982, 54f). Demnach liegt die Wissenschaftsbindung von Roboterentwicklungen nur geringfügig über dem Durchschnittswert (vgl. Abschnitt 2.3.6).

Im Hinblick auf eine Analyse von Zitierhäufungen bei bestimmten Patentanmeldungen erweist sich bei den Industrierobotern die Datenbasis als zu eng. Es können lediglich drei DPA-Anmeldungen identifiziert werden, die später zwei Zitate erhalten haben. Alle übrigen Entgegenhaltungen werden nur einmal genannt. Eine höhere Zitierhäufung ist auch kaum zu erwarten, da nur Zitate aus

der in Tabelle 5.1-5 beschriebenen Ausgangsmenge gezählt werden. Bei den US-Zitatanalysen von CHI Research werden dagegen sämtliche Zitate auf der Basis aller US-Patente gezählt, so daß auch aus Nachbarbereichen stammende Zitate auf Roboter-Patente mit erfaßt sind. Eine vergleichbare Analyse ist mangels einer geeigneten Datenbank bei DPA-Patenten nicht durchführbar.

Als weitere Möglichkeit der Auswertung von DPA-Zitaten kann das Alter der Entgegenhaltungen relativ zum Prioritätsdatum der jeweiligen Anmeldung berechnet werden. Bei Patentzitaten kann das Alter von DPA- und US-amerikanischen Schriften anhand der Patentnummer zumindest annähernd bestimmt werden, denn bei deutschen Patentschriften ab dem Jahre 1968 läßt sich das Anmeldejahr unmittelbar aus der Patentnummer errechnen (Anmeldejahr = die ersten beiden Ziffern plus 50). Damit ergibt sich bei ausländischen Anmeldern allerdings ein Fehler von einem Jahr hinsichtlich des Prioritätsdatums. Die US-Patentnummern richten sich nach den Erteilungsjahren, so daß ein Rückschluß auf das Prioritätsjahr zumindest in einer ersten Näherung möglich ist (Prioritätsjahr = Erteilungsjahr minus 2). Bei der Nicht-Patentliteratur ist dagegen in PATDPA stets das Veröffentlichungsjahr ausgewiesen und auch in einfacher Weise auf automatischem Wege identifizierbar. Insgesamt ist die Berechnung des Alters der zitierten Schriften nicht immer exakt, doch für eine Demonstration der Möglichkeiten von Patentanalysen hinreichend. Nicht berücksichtigt werden Verweise über mehr als zwölf Jahre und Verweise auf andere als DPA- und USPTO-Patente wegen mangelnder Zuordnungsmöglichkeit zu konkreten Jahrgängen.

Abbildung 5.1-14 zeigt die entsprechenden Berechnungsergebnisse für westdeutsche Patentanmeldungen des Technikfeldes Industrieroboter. Danach ist eine Häufung von Entgegenhaltungen im Altersbereich von zwei bis fünf Jahren festzustellen, was auf eine relativ schnelle Technikentwicklung schließen läßt. Dieses Ergebnis wird grundsätzlich, wenn auch weniger akzentuiert, durch ähnliche Berechnungen der Firma CHI Research für die US-Daten bestätigt, welche in Abbildung 5.1-15 für alle drei Vergleichsländer aufgezeichnet sind. Die dortigen Zahlen beziehen sich auf den Erteilungszeitraum 1975 bis 1985. Berücksichtigt werden nur US-Patentzitate, wobei deren Alter auf der Basis der Erteilungsjahre der zu vergleichenden Schriften berechnet ist. Ein markantes Ergebnis der Abbildung 5.1-15 ist die raschere Technikentwicklung in Roboter-Erfindungen aus Japan, was die dynamische Stellung dieses Landes im Bereich der Industrieroboter unterstreicht.

Abbildung 5.1-13: Industrieroboter - Alter der Verweise von DPA-Anmeldungen westdeutscher Erfinder aus den Jahren 1981 bis 1984 auf USPTO- und DPA-Patente sowie auf Literaturstellen

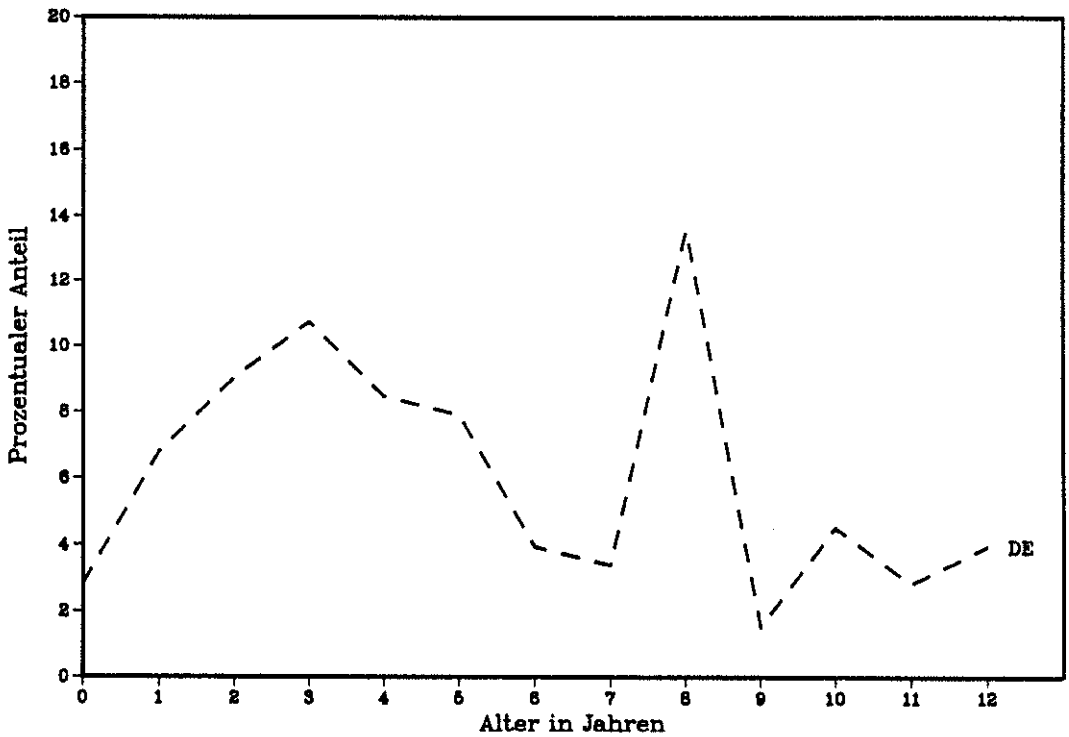
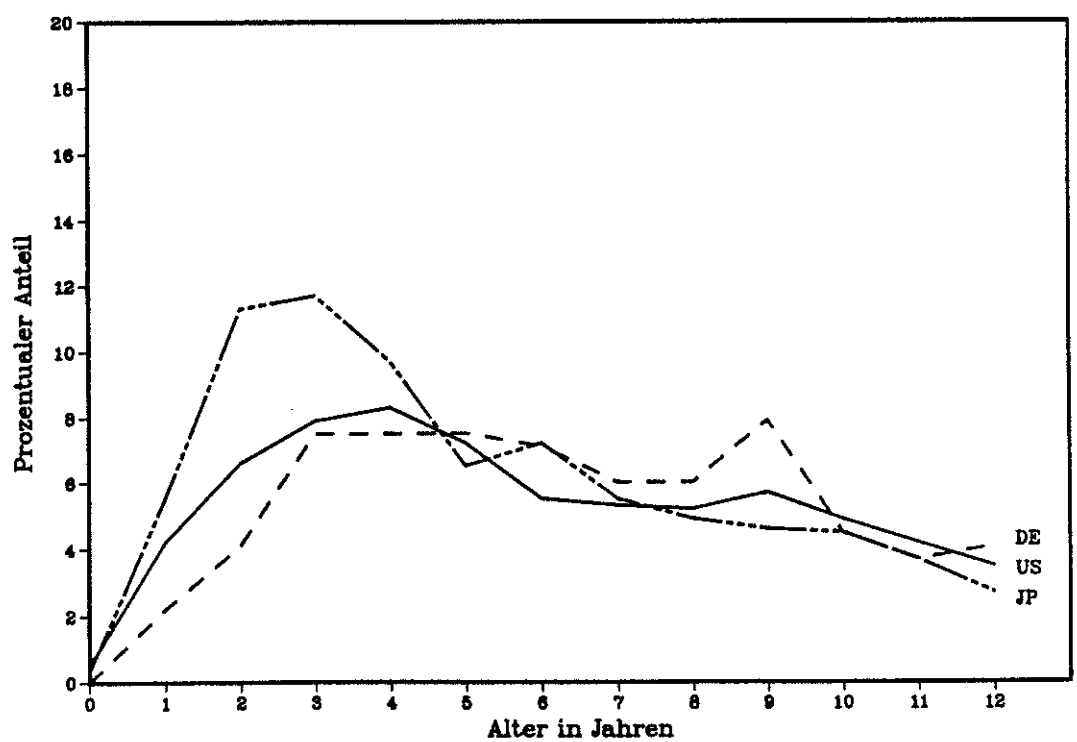


Abbildung 5.1-14: Industrieroboter - Alter der Verweise von USPTO-Patenten 1975 bis 1985 auf USPTO-Patente nach Nationalität der zitierenden Schrift



5.1.4 Anmelderanalyse

Bei der Anmelderanalyse sind - soweit adressenspezifisch möglich - die Qualitätsmaße für Patentanmeldungen zu berücksichtigen. Daher erfolgt die Betrachtung der Anmelder getrennt nach Patent- und Zitathäufigkeit.

Anmelder nach Patenthäufigkeit

In den Tabellen 5.1-6 bis 5.1-8 sind für die drei Vergleichländer USA, Japan und Bundesrepublik die größten Anmelder beim USPTO für den Erteilungszeitraum 1975 bis 1985 aufgeführt. Aus Platzgründen werden jeweils nur etwa die fünfzehn größten Anmelder genannt. Vollständigere Listen finden sich bei Grupp, Schmoch (1986). Für jedes Land ist außerdem eine Zuordnung aller Anmelder zu verschiedenen Typen zusammengestellt. Diese Typisierung bezieht sich auf alle Anmelder und nicht nur auf die vorstehend benannten Top-Unternehmen. Darin ist unter der Kategorie "No Assignee" die Zahl der Einzelerfinder (Erfinder ist Inhaber) aufgeführt. Die Bezeichnung "US Individual" ist für den Fall eingeführt, daß einzelne Privatpersonen als Anmelder auftreten, die nicht selbst der Erfinder sind. Juristische Personen sind - abgesehen von Regierungsstellen - stets als "Corporation" geführt, auch wenn es sich um Forschungsinstitute oder Universitäten handelt. Da die Erfindernationalität für einen Eintrag in Tab. 5.1-6 den Ausschlag gibt, tritt die Kategorie "Non-US Corporation" bezüglich der Anmelder auch bei US-Patenten auf.

Bei den US-Anmeldern am USPTO ist selbstverständlich eine hohe Zahl von Einzelerfindern ausgewiesen. Doch kann die von verschiedener Seite geäußerte Meinung nicht bestätigt werden, der Inländervorteil könne allein durch eine Elimination der Einzelerfinder-Patente (nämlich etwa 16 % aller Patente) beseitigt werden. Denn auch dann wäre die Zahl der US-Anmeldungen immer noch überproportional hoch (vgl. Abbildungen 5.1-1 und 5.1-3).

Während bei den USA an der Spitze der Anmelderliste mehrere große Konzerne zu finden sind, ist im Falle Japans eine starke Konzentration auf die beiden Unternehmen Fanuc und Hitachi festzustellen. Bei beiden Ländern ist neben den Großfirmen eine Vielzahl von kleinen und mittleren Betrieben im Bereich der Industrieroboter tätig, was angesichts der inhaltlichen Vielfalt dieses Technikfeldes auch zu erwarten war. Bei den westdeutschen Anmeldern tritt neben

Kuka keine Firma in herausragender Weise in Erscheinung. Auffällig ist hier die in Relation zur Gesamtzahl der Patente hohe Zahl von Einzelerfindern bzw. Privatpersonen als Anmelder in den USA.

Tabelle 5.1-6: Industrieroboter - Rangliste (TOP 17) der Anmelder mit US-Erfindern am USPTO und Anmeldertypen im Erteilungszeitraum 1975 bis 1985

26	WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP
17	General Electric Company
17	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION
13	UNIMATION INC
12	CINCINNATI MILACRON INC
11	GENERAL MOTORS CORPORATION
10	THE CHARLES STARK DRAPER LABORATORY INC
9	Nordson Corporation
6	USA NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION
5	LITTON SYSTEMS INC
5	SECRETARY OF THE AIR FORCE, THE NAVY OR THE ARMY
4	AT&T Bell Laboratories
4	Caterpillar Tractor Co
4	Lord Corporation
4	PPG Industries Inc
4	Robotic Vision Systems Inc
4	Thermwood Corporation

65	No Assignee
2	Non-US Corporation
311	US Corporation
12	US Government
5	US Individual

Tabelle 5.1-7: Industrieroboter - Rangliste (TOP 16) der Anmelder mit japanischen Erfindern am USPTO und Anmeldertypen im Erteilungszeitraum 1975 bis 1985

33	Fujitsu Fanuc Limited
21	HITACHI LTD
11	Fanuc Ltd
9	Tokico Ltd
5	Agency of Industrial Science & Technology
5	Ministry of International Trade and Indust
5	Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha
4	KABUSHIKI KAISHA DAINI SEIKOSHA
4	MITSUBISHI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA
4	Nissan Motor Company Limited
4	Shin Meiwa Industry Co Ltd
4	TOYODA KOKI KABUSHIKI KAISHA
3	KABUSHIKI KAISHA KOMATSU SEISAKUSHO
3	Kabushiki Kaisha Sankyo Seiki Seisakusho
3	Kabushiki Kaisha Toyota Chuo Kenkyusho
3	Motoda Denshi Kogyo Kabushiki Kaisha

6	No Assignee
161	Non-US Corporation
4	Non-US Government
1	Non-US Individual
2	US Corporation

Tabelle 5.1-8: Industrieroboter - Rangliste (TOP 31) der Anmelder mit westdeutschen Erfindern am USPTO und Anmeldertypen im Erteilungszeitraum 1975 bis 1985

5	Kuka Schweissanlagen & Roboter GmbH
3	MESSERSCHMITT-BOLKOW-BLOHM GESELLSCHAFT MIT BESCHRANKTER H
2	Deutsche Gesellschaft fur Wiederaufarbeitung von Kernbrenn
2	Fraunhofer-Gesellschaft zur Forderung der angewandten Fors
2	Industrie-Werke Karlsruhe Augsburg Aktiengesellschaft
2	Pfaff Industriemaschinenfabrik GmbH
1	BELL MASCHINENFABRIK AG
1	Binder Karl-Franz
1	Carl Cloos Schweisstechnik GmbH
1	Colortronic Reinhard & Co KG
1	Dango & Dienenthal Maschinenbau GmbH
1	Deutsche Gesellschaft etc
1	FIRMA CARL FREUDENBERG
1	G H Pfaff Pietzsch Industrieroboter
1	GEORG MULLER KUGELLAGERFABRIK K G
1	Gesellschaft fur digitale Automation mbH
1	Gildemeister AG
1	H A SCHLATTER AG
1	HAGENUK VORMALS NEUFELDT & KUHNKE GMBH
1	ITO PATENT-AG
1	Johannes Heidenhain GmbH
1	KELLER & KNAPPICH AUGSBURG ZWEIGNEIDERLASSUNG DER INDUSTRI
1	Kraftwerk Union Aktiengesellschaft
1	L Schuler GmbH
1	Maho Werkzeugmaschinenbau Babel & Co
1	Maschinenfabrik Hasenclever Gesellschaft mit beschrankter
1	Maschinenfabrik Niehoff KG
1	Muhr und Bender
1	Texas Instruments Deutschland GmbH
1	WALTER REIS
1	Zahnradfabrik Friedrichshafen AG

5	No Assignee
39	Non-US Corporation
2	Non-US Individual

In den Tabellen 5.1-9 bis 5.1-11 sind diejenigen Anmelder zusammengestellt, die im Prioritätszeitraum 1981 bis 1984 beim DPA bzw. EPA (mit Benennung DE) mindestens zwei Anmeldungen im Bereich der Industrieroboter eingereicht haben. Trotz des unterschiedlichen Bezugszeitraumes finden sich im oberen Teil der Listen für Japan und die USA im wesentlichen dieselben Firmen wie beim USPTO wieder, wobei in Einzelfällen allerdings die Rangfolge leicht geändert ist. Bei einer näheren Untersuchung des Verhaltens japanischer und amerikanischer Anmelder zeigt sich im übrigen, daß die einzelnen Firmen alle ihre Anmeldungen entweder nur beim DPA oder aber nur beim EPA einreichen. Dieser Sachverhalt untermauert die bereits in Abschnitt 2.1.2 aufgestellte Annahme, daß im Falle der Überseeländer USA und Japan die Erfindungshöhe bzw. der kommerzielle Wert einer Patentanmeldung bei der Entscheidung für das DPA oder EPA keine Rolle spielen. In der noch nicht abgeschlossenen Einführungsphase

des EPA dürfte bei vielen Firmen das gewohnheitsmäßige Festhalten an bekannten Anmeldeverfahren bzw. Patentanwälten ausschlaggebend sein. Der beschriebene Sachverhalt konnte in identischer Weise auch bei den anderen drei Technikfeldern beobachtet werden.

Bei den Anmeldern für bundesdeutsche Erfindungen fällt auf, daß die drei größten Anmelder-Firmen am westdeutschen Markt (Siemens, Manutec und Daimler Benz) keinerlei Patente in den USA besitzen. Hier liegt offenbar aus marktstrategischen Gründen eine bewußte Beschränkung auf Europa vor. Der rechnerische Inlandsvorteil beruht in diesem Falle entgegen den Erwartungen also nicht nur auf Anmeldungen von Privatpersonen und kleinen Firmen, für die aus finanziellen oder organisatorischen Gründen ein Einstieg in den US-Markt nicht in Frage kommt.

Tabelle 5.1-9: Industrieroboter - Rangliste (TOP 15) der ED-Anmelder mit US-Erfindern im Prioritätszeitraum 1981 bis 1984

13	Westinghouse Electric Corp. (*US Pittsburgh, Pa.)
9	Unimation Inc. (*US Danbury, Conn.)
7	International Business Machines Corp. (*US Armonk, N.Y.)
6	American Telephone and Telegraph Co. (*US New York, N.Y.)
5	Cincinnati Milacron Inc. (*US Cincinnati, Ohio)
4	General Electric Co. (*US Schenectady, N.Y.)
3	American Robot Corp. (*US Pittsburgh, Pa.)
3	IDIN identisch mit Erfinder
3	Nordson Corp. (*US Amherst, Ohio)
2	Barry Wright Corp. (*US Newton Lower Falls, Mass.)
2	Gerber Scientific Inc. (*US South Windsor, Conn.)
2	Sine Products Co. (*US Mt. Clemens, Mich.)
2	The Charles Stark Draper Laboratory Inc. (*US Cambridge, Mass.)
2	United States Robots Inc. (*US 19428 Conshohocken, Pa.)
2	Zymark Corp. (*US Hopkinton, Mass.)

Tabelle 5.1-10: Industrieroboter - Rangliste (TOP 17) der ED-Anmelder mit japanischen Erfindern im Prioritätszeitraum 1981 bis 1984

56	Fanuc Ltd. (*JP Hino, Tokio/Tokyo, Oshino, Yamanashi, Yamana)
35	Hitachi Ltd. (*JP Tokio/Tokyo)
11	IDIN identisch mit Erfinder
7	Kabushiki Kaisha Sankyo Seiki Seisakusho (*JP Nagano)
7	Mitsubishi Denki K.K. (*JP Tokio/Tokyo)
7	Tokico Ltd. (*JP Kawasaki, Kanagawa)
6	Kabushiki Kaisha Toshiba, Kawasaki (*JP Kanagawa)
6	Nissan Motor Co. Ltd. (*JP Yokohama, Kanagawa)
5	Honda Giken Kogyo K.K. (*JP Tokio/Tokyo)
5	Matsushita Electric Industrial Co. Ltd. (*JP Kadoma, Osaka)
4	Kabushiki Kaisha Kobe Seiko Sho (*JP Kobe)
3	Fuji Yusoki Kogyo K.K. (*JP Onoda, Yamaguchi)
3	Fujitsu Ltd. (*JP Kawasaki, Kanagawa)
3	Kabushiki Kaisha Komatsu Seisakusho (*JP Tokio/Tokyo)
3	Kabushiki Kaisha Yaskawa Denki Seisakusho, Kitakyushu (*JP Fukuok
3	Sumitomo Electric Industries Ltd. (*JP Osaka)
3	Tokyo Shibaura Denki K.K. (*JP Kawasaki, Kanagawa)

Tabelle 5.1-11: Industrieroboter - Rangliste (TOP 15) der ED-Anmelder mit bundesdeutschen Erfindern im Prioritätszeitraum 1981 bis 1984

41	IDIN identisch mit Erfinder
34	Siemens AG (*DE 1000 Berlin und 8000 Muenchen)
30	Manutec Gesellschaft fuer Automatisierungs- und Handhabungssysteme
13	Fraunhofer-Gesellschaft zur Foerderung der angewandten Forschung
11	Daimler-Benz AG (*DE 7000 Stuttgart)
8	KUKA Schweissanlagen + Roboter GmbH (*DE 8900 Augsburg)
6	GdA Gesellschaft fuer digitale Automation mbH (*DE 8000 Muenchen)
6	Robert Bosch GmbH (*DE 7000 Stuttgart)
5	Messerschmitt-Boelkow-Blohm GmbH (*DE 8000 Muenchen)
4	Blohm + Voss AG (*DE 2000 Hamburg)
4	Zahnradfabrik Friedrichshafen AG (*DE 7990 Friedrichshafen)
3	Bayerische Motoren Werke AG (*DE 8000 Muenchen)
3	Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt fuer Luft- und Raumfah
3	Jungheinrich Unternehmensverwaltung KG (*DE 2000 Hamburg)
3	Messer Griesheim GmbH (*DE 6000 Frankfurt)

Dieser Sachverhalt hat für die Beurteilung der technologischen Stärke der Bundesrepublik im Bereich der Industrieroboter nachhaltige Konsequenzen; denn die drei genannten Firmen stellen immerhin rund 30 % der bundesdeutschen ED-Anmeldungen. Damit erweist sich das USPTO in diesem Falle für Firmenanalysen nicht als repräsentatives Patentamt, obwohl nach nominellen Anmeldezahlen die Bundesrepublik dort relativ stärker aktiv ist (vgl. Abb. 5.1-1 und entsprechend 5.1-3).

Anmelder nach Zitathäufigkeit

Bei der Aufstellung von Anmelder-Rangfolgen liegt es nahe, diese nicht nach der Zahl der Anmeldungen, sondern nach der der insgesamt erhaltenen Zitate vorzunehmen, um so ein zusätzliches Qualitätskriterium einzuführen. In den Tabellen 5.1-12 bis 5.1-14 sind die entsprechenden Ergebnisse für das Technikfeld der Industrieroboter wiedergegeben. Sie beziehen sich auf die gleiche Stichprobe, auf der auch die Tabellen 5.1-6 bis 5.1-8 beruhen, und sind daher mit diesen vergleichbar. Es ergibt sich eine wesentlich veränderte Rangfolge für die Patent-Zitat-Stärke amerikanischer Firmen gemäß Tabelle 5.1-12, die Unimation und Cincinnati Milacron auf den vorderen Plätzen sieht, während Westinghouse auf Rang 5 verdrängt wird und General Electric überhaupt nicht mehr unter den zehn stärksten Anmeldern erscheint (vgl. die Reihung nach Patentaktivität in Tabelle 5.1-6 oder auch 5.1-9). Bei japanischen Anmeldern ändert sich dagegen die Rangfolge der Patent-Zitat-Stärke gegenüber der Patentanmeldungsaktivität nur unwesentlich (vgl. Tabellen 5.1-13 mit 5.1-7 oder auch 5.1-10). In der bundesdeutschen Anmelderliste mit Zitatbewertung nach Tabelle 5.1-14 treten fast ausschließlich Firmen auf, die nur ein einziges

Patent in den USA besitzen. Hieraus allein sollten aufgrund der niedrigen Erteilungszahlen für die einzelnen Firmen aber keine Qualitätseinstufungen abgeleitet werden.

Tabelle 5.1-12: Industrieroboter - Patent-Zitat-Stärke US-amerikanischer Patentinhaber (Zahl der insgesamt erhaltenen Zitate) am USPTO 1975 bis 1985

Zahl der erhaltenen Zitate	Anmelder
118	Unimation, Inc.
96	Cincinnati Milacron, Inc.
48	Bendix Corporation
44	International Business Machines Corp.
30	Westinghouse Electric Corp.
25	Charles Stark Draper Laboratory, Inc.
22	General Motors Corp.
17	Nordson Corporation
11	General Dynamics Corp.
9	Litton Systems, Inc.

Die Änderungen in der Rangfolge aufgrund der Zitatanalyse bestätigen in den meisten Fällen die Einschätzungen, die im Rahmen des Technometrieprojektes (Grupp, Hohmeyer, Legler, Kollert 1987) gewonnen werden konnten. Das heißt, die Zitatstärke erweist sich zumindest bei größeren Anmeldern, die genügend hohe Anmeldezahlen (Stichprobenumfang) aufweisen, als geeignetes Qualitätsmaß für ihre technologische Stärke. Dieses gilt nicht nur für den Bereich der Industrieroboter, sondern auch für die anderen drei Technologiefelder.

Bezüglich der Teamgröße ist - wie im Abschnitt 2.3.4 vorweggenommen - zu bemerken, daß im Gebiet der Roboter unter allen bundesdeutschen Anmeldern die Entwicklungsgruppen bei der Firma Robert Bosch besonders groß sind. Die besonders zitatschwache Firma Westinghouse Electric hat durchschnittlich größere Teams als die zitatstarken Konkurrenzfirmen Unimation und Cincinatti Milacron.

Tabelle 5.1-13: Industrieroboter - Patent-Zitat-Stärke japanischer Patentinhaber (Zahl der insgesamt erhaltenen Zitate) am USPTO 1975 bis 1985

Zahl der erhaltenen Zitate	Anmelder
38	Fujitsu Fanuc Limited
33	Hitachi, Ltd.
21	Tokico Ltd.
10	No Assignee
9	Mitsubishi Jukogyo Kabushiki Kaisha
8	Toyoda Koki Kabushiki Kaisha
8	Shiroyama Kogyo Co., Ltd.
7	Agency of Industrial Science & Technology
6	Daikin Kogyo Col, Ltd.
4	Shin Meiwa Industry Co., Ltd.

Tabelle 5.1-14: Industrieroboter - Patent-Zitat-Stärke bundesdeutscher Patentinhaber (Zahl der insgesamt erhaltenen Zitate) am USPTO 1975 bis 1985

Zahl der erhaltenen Zitate	Anmelder
8	ITO Patent-AG
6	Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.
6	Hagenuk vormals Neufeldt & Kuhnke GmbH
5	No Assignee
5	Texas Instruments Deutschland GmbH
5	Keller & Knappich Augsburg Zweigniederlassung
4	Carl Cloos Schweißtechnik GmbH
3	G.H. Pfaff Pietzsch Industrieroboter
2	Industrie-Werke Karlsruhe Augsburg AG

5.2 Laser

Wie die einzelnen Tabellen und Abbildungen zustandekommen und was sie aussagen, ist in den Abschnitten 2.3 und 4 grundsätzlich erklärt und in Abschnitt 5.1 für Industrieroboter ausführlich dargestellt. In diesem Abschnitt werden nur noch Besonderheiten des Lasergebiets angesprochen und ansonsten keine methodischen Erläuterungen mehr gegeben. Abschnitte, Tabellen und Zeichnungen sind - gegebenenfalls mit begründeten Ausnahmen - hier wie im Roboterabschnitt gleich bezeichnet, so daß das Parallellesen erleichtert wird.

5.2.1 Deutsche, amerikanische und internationale Zeitreihen

Anmeldungen am deutschen und amerikanischen Patentamt

In Tabelle 5.2-1 ist für das Technikfeld "Laser" die Länderrangfolge auf der Basis von USPTO-Patenten für den Untersuchungszeitraum 1975 bis 1985 wiedergegeben. Demnach liegen die japanischen Patenterteilungszahlen erheblich über den deutschen. Die Patentzahlen von Frankreich, Großbritannien und Kanada bewegen sich dagegen deutlich unterhalb des bundesdeutschen Niveaus. Die US-amerikanischen Zahlen fallen aufgrund des Inländervorteils aus der Betrachtung heraus.

Tabelle 5.2-1: Laser - Länderrangfolge für USPTO-Patente im Erteilungszeitraum 1975 bis 1985 (in durchschnittlichen Erteilungen pro Jahr)

411.3	UNITED STATES
71.1	JAPAN
35.6	FR GERMANY
20.5	FRANCE
17.4	UNITED KINGDOM
10.1	CANADA
9.1	NETHERLANDS
6.8	SWITZERLAND
4.2	SWEDEN

Die Länderrangfolge am westdeutschen Markt für den Prioritätszeitraum 1981 bis 1984 (vgl. Tabelle 5.2-2) deckt sich im wesentlichen - abgesehen vom veränderten Inlandsvorteil - mit den Ergebnissen am USPTO. Am bundesdeutschen Markt liegen die Vereinigten Staaten etwas über den Anmeldezahlen von Japan. Das Erscheinen Italiens auf der ED-Liste ist auf einen Spätstart dieses Lan-

des im Bereich der Lasertechnologie zurückzuführen, der auch bei den jüngeren Erteilungen am USPTO zu beobachten ist, aber im Zehn-Jahres-Durchschnitt (vgl. Tabelle 5.2-1) noch nicht sichtbar wird.

Tabelle 5.2-2: Laser - Länderrangfolge für ED-Anmeldungen in den Prioritätsjahren 1981 bis 1984 (in durchschnittlichen Anmeldungen pro Jahr)

174.0	BUNDESREPUBLIK
102.0	VEREINIGTE STAATEN
90.0	JAPAN
22.8	GROSSBRITANNIEN
21.3	FRANKREICH
10.3	ITALIEN
7.8	DEUTSCHE DEM. REP.
6.8	NIEDERLANDE
5.3	SOWJETUNION
4.8	SCHWEIZ
3.5	SCHWEDEN
3.3	BELGIEN
2.3	AUSTRALIEN
1.8	KANADA

Abbildung 5.2-1: Laser - US-Patenterteilungen 1973 bis 1982 nach Prioritätsjahren

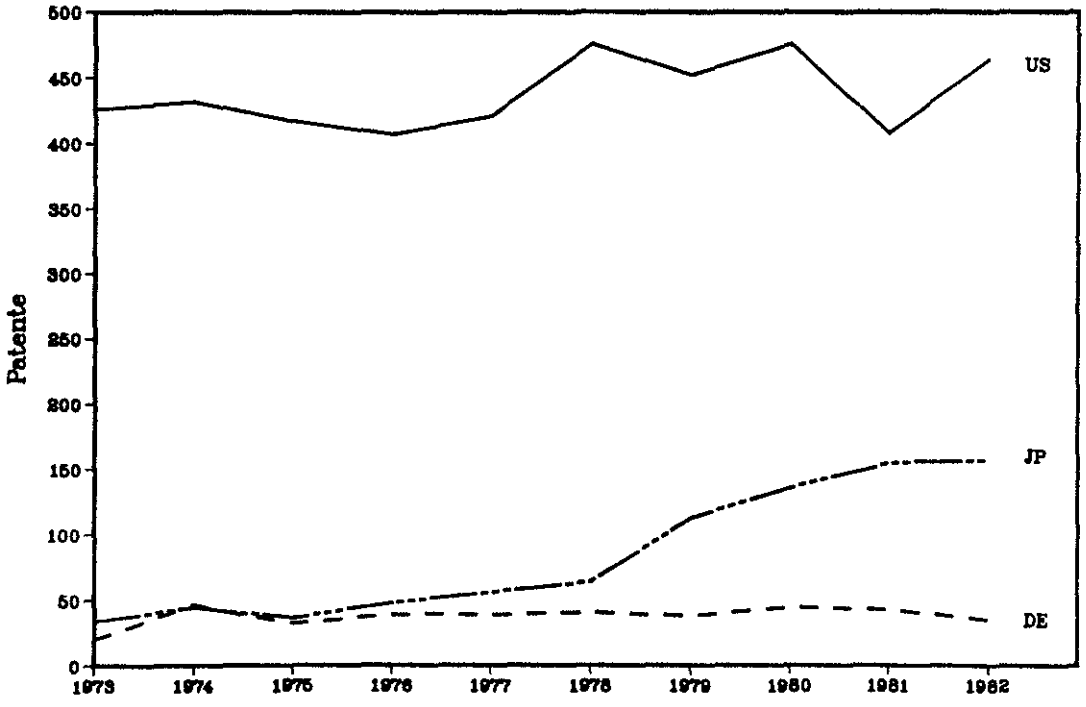


Abbildung 5.2-2: Laser - Anmeldungen 1981 bis 1984 für den westdeutschen Markt nach Prioritätsjahren

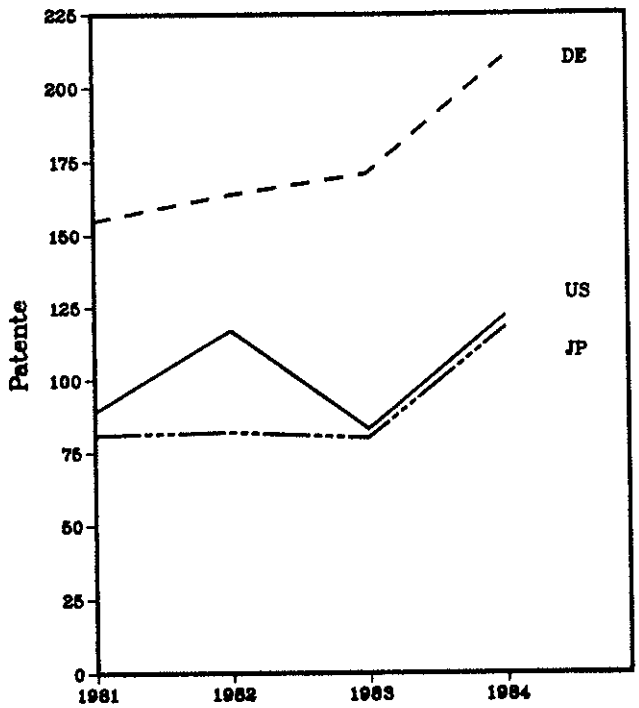


Abbildung 5.2-1 zeigt für das Technikgebiet der Laser die Zeitreihen für die am USPTO erteilten Patente für die Prioritätsjahre 1973 bis 1982. Abbildung 5.2-2 zeigt die entsprechenden Zeitreihen für die Jahre 1981 bis 1984 auf der Basis der Anmeldungen für den bundesdeutschen Markt.

Relative technologische Position und Patentpotential

In Abbildung 5.2-3 sind Laser analog zur Abbildung 5.1-3 für Industrieroboter zu RTP-Zeitreihen kombiniert. Demnach befinden sich die Vereinigten Staaten in der Lasertechnik für den gesamten Untersuchungszeitraum auf einem gleichbleibenden, sehr hohen Niveau. Die Zahl der Patenterteilungen bzw. -anmeldungen der Bundesrepublik liegt im Vergleich zu den USA deutlich niedriger. Im Zeitverlauf ist ein schwacher, jedoch kontinuierlicher Anstieg der Anmeldezahlen pro Jahr zu verzeichnen. Hinsichtlich der japanischen Patente ist in den ersten Jahren ein Gleichstand zwischen der Bundesrepublik und Japan festzustellen. In der zweiten Hälfte der siebziger Jahre ist für japanische Erfindungen dann ein sehr starker Aufwärtstrend zu verzeichnen, so daß Mitte der achtziger Jahre das amerikanische Niveau erreicht ist. Zu berücksichtigen ist bei Abbildung 5.2-3, daß die breitesten Suchstrategien nach den Tabellen

Abbildung 5.2-3: Laser - Relative technologische Position (RTP-Indikator) 1973 bis 1984 nach Prioritätsjahren

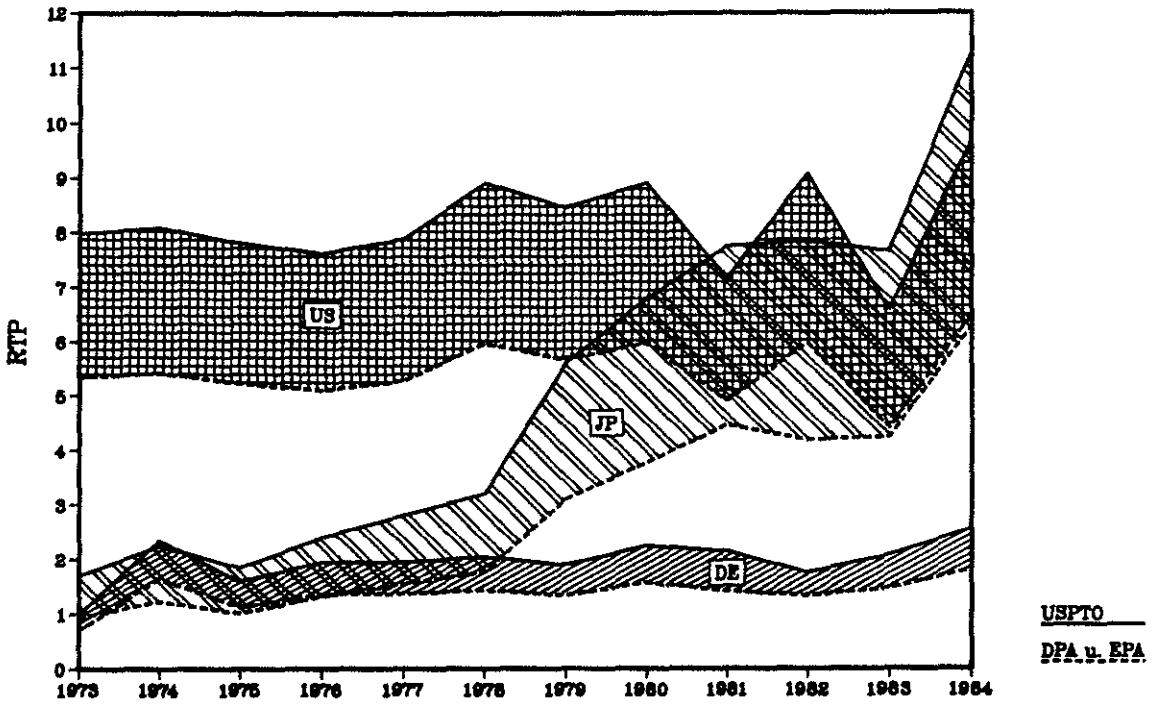
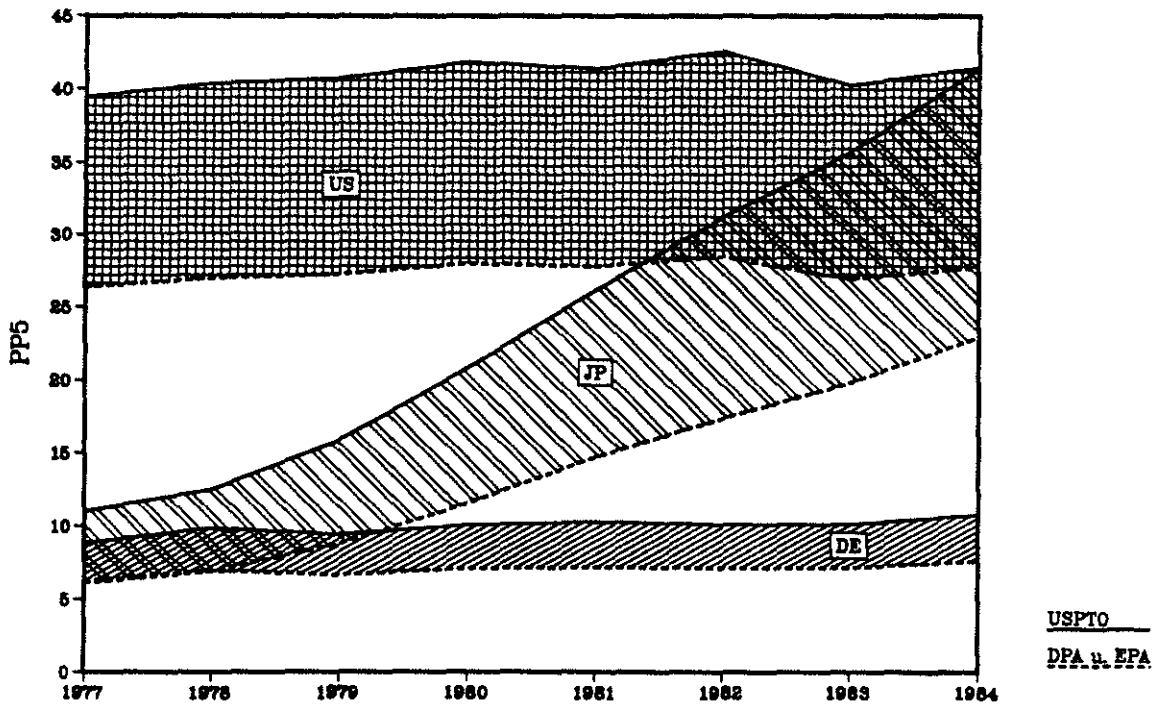


Abbildung 5.2-4: Laser - Fünf-Jahres-Patentpotentiale (PP5-Indikator) 1977 bis 1984 nach Prioritätsjahren



4.4-3 und 4.4-4 zugrunde liegen, bei denen auch die verschiedenartigsten Anwendungsfälle der Lasertechnik erfaßt sind.

In Abbildung 5.2-3 fällt neben den allgemeinen Trendverläufen die sehr große Bandbreite der RTP-Werte für amerikanische und japanische Laser-Erfindungen auf. Dieser Gesichtspunkt wird in Abschnitt 5.2.4 im Zusammenhang mit der Anmelderanalyse näher diskutiert werden.

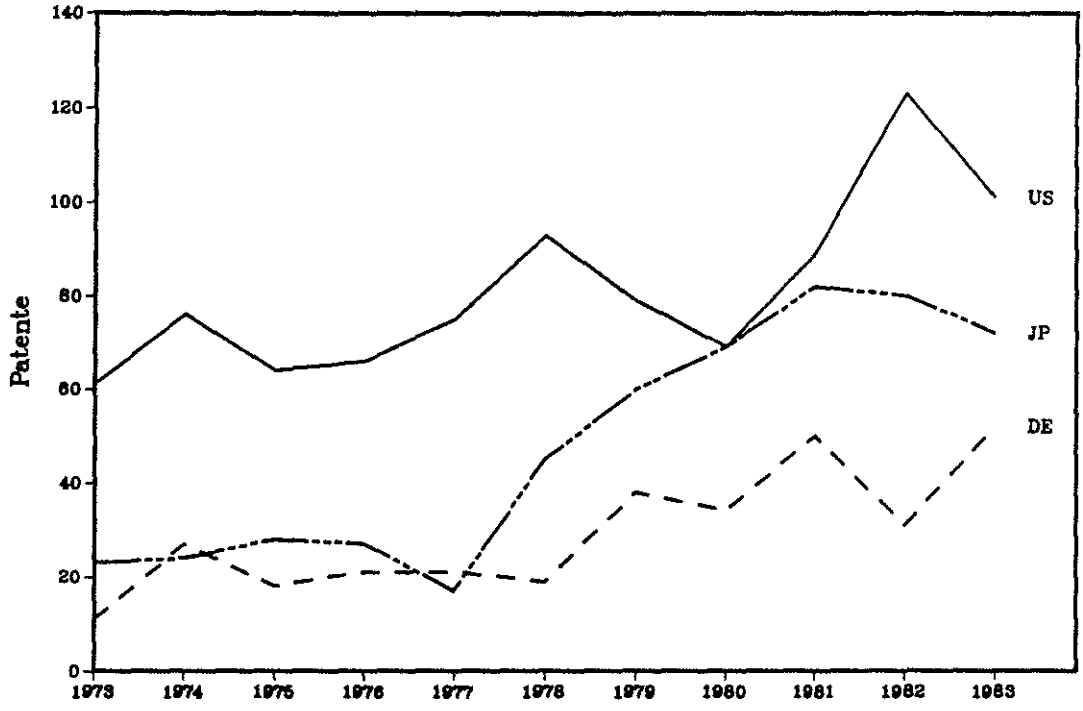
An dem Verlauf der Fünf-Jahres-Potentiale gemäß Abbildung 5.2-4 wird deutlich, daß Japan trotz der verstärkten Aktivität auf dem Lasergebiet seit Ende der 70er Jahre die technologische Stärke der USA allenfalls erreicht, aber noch nicht übertroffen haben, weil der gewerbliche Rechtsschutz einige Jahre anhält und daher auch ein schnelles Aufholen vor dem Hintergrund der Bestände an Schutzrechten zu sehen ist.

Internationale Zeitreihen

Wie schon beim Technikfeld der Industrieroboter stellt sich bei den Lasern die Frage einer geeigneten Auswahl von IPC-Patentsymbolen für die INPADOC-Recherchen. Um sowohl Patentanmeldungen für Laserstrahlquellen als auch Laseranwendungen erfassen zu können, wurde eine Recherche auf der Basis der unter Punkt 1 der Tabelle 4.4-3 aufgeführten IPC-Symbole durchgeführt (vgl. Abschnitt 4.4.2), womit allerdings eine Reihe nur durch eine Stichwortsuche auffindbarer Anwendungen nicht erfaßt werden konnte.

Trotz der eingeschränkten Definition der Grundmenge weisen die in Abbildung 5.2-5 dargestellten Zeitreihen der INPADOC-Daten im Gesamttrend eine relativ große Ähnlichkeit zur Abbildung 5.2-3 auf. Wie schon bei den INPADOC-Daten für die Industrieroboter sind aber die jährlichen Schwankungen der Anmeldezahlen größer als bei einer mit Stichworten abgestützten Recherche bei nationalen bzw. regionalen Patentämtern, was insbesondere für die deutschen Patentanmeldungen gilt. Insgesamt gesehen ist nach den INPADOC-Recherchen der Abstand zwischen der Bundesrepublik und den Vereinigten Staaten deutlich geringer als bei den Recherchen auf der Basis von repräsentativen Patentämtern gemäß Abbildung 5.2-3. Der Aufstieg Japans nach 1977 ist weniger akzentuiert, ein Gleichziehen Japans mit den USA zeichnet sich nicht ab. Hier könnte wieder eine Unterbewertung japanischer Patente in den Jahren 1982 und 1983 aufgrund der Nichterfassung von diesbezüglichen Auslandsanmeldungen nur in den USA vorliegen.

Abbildung 5.2-5: Laser - Patentschriften 1973 bis 1983 weltweit mit mindestens einer Auslandsanmeldung nach Prioritätsjahren



Auch für US-amerikanische Prioritäten ist eine relative Unterbewertung zu vermuten, weil in diesem Falle nur Anmeldungen außerhalb des US-Marktes gezählt werden. Die INPADOC-Graphen entsprechen am aktuellen Rand jedenfalls eher den ED-Verläufen in Abbildung 5.2-3 als den USPTO-Kurven. Dieser Effekt ist vermutlich der entscheidende Grund für die Verringerung des Abstandes zwischen den USA und der Bundesrepublik.

Patentanteile

In den Tabellen 5.2-3 und 5.2-4 sind - den Tabellen 5.1-3 und 5.1-4 entsprechend - die Ergebnisse der RPA-Berechnungen für den amerikanischen und bundesdeutschen Markt zusammengestellt. Der negative mittlere RPA Japans beim USPTO ist eine Folge der sehr hohen Zahl amerikanischer Inlandsanmeldungen. Der vergleichsweise hohe japanische RPA auf dem westdeutschen Markt weist daher nicht auf entsprechende Marktpräferenzen Japans, sondern auf ein vergleichsweise hohes amerikanisches Inlandsniveau bei gleichzeitigem niedrigen Niveau amerikanischer Auslandsaktivitäten hin. Nach Tabelle 2.3-1 gibt es sogar umgekehrt eine japanische Präferenz für den US-Markt. Interessant ist in jedem Falle, daß das Gebiet der Laser in Japan noch Mitte der 70er Jahre eine

untergeordnete Rolle spielte, jetzt aber überdurchschnittliche Aktivitäten zu verzeichnen sind.

Tabelle 5.2-3: Laser - Mittlerer relativer Patentanteil RPA am USPTO und Trend für ausgewählte OECD-Länder nach Erteilungsjahren

	MITTL. RPA	TREND		
LAND	75-85	75-78	79-82	83-85
US	12.	18.	14.	6.
JP	-4.	-34.	-21.	15.
DE	-43.	-46.	-42.	-42.
FR	2.	-4.	17.	-10.
GB	-28.	-52.	-17.	-11.
CA	-9.	-26.	3.	-3.
NL	33.	-52.	67.	43.
SE	-41.	-45.	-33.	-30.
CH	-55.	-59.	-37.	-69.
IT	-54.	-155.	-53.	-7.

Tabelle 5.2-4: Laser - Mittlerer relativer Patentanteil RPA am westdeutschen Markt und Trend für ausgewählte OECD-Länder und die DDR nach Prioritätsländern

	MITTL. RPA	TREND	
LAND	81-84	81-82	83-84
US	20.	28.	12.
JP	35.	34.	36.
DE	-8.	-14.	-1.
FR	-13.	5.	-33.
GB	-15.	-6.	-23.
IT	1.	-23.	18.
DD	70.	41.	89.

Auch bei der Bundesrepublik gibt es trotz niedriger RPA-Werte eine Präferenz für den US-Markt. An Tabelle 5.2-4 werden schließlich recht gut der Spätstart Italiens sowie Schwerpunktaktivitäten der DDR auf dem Lasergebiet deutlich. Für die USA zeichnet sich sowohl für USPTO-Patente als auch ED-Anmeldungen ein leichtes Nachlassen der Entwicklungsanstrengungen im Bereich der Laser-

technik ab - allerdings bei einem unverändert hohen Niveau. Beim Vergleich der USPTO- und ED-Zahlen zeigt sich im übrigen bei den USA und der Bundesrepublik wechselseitig der in Abschnitt 2.3.2 diskutierte Inlandsnachteil bei der RPA-Berechnung für hochwertige Technologien.

5.2.2 Analyse der Patentklassen und technologische Diffusion

Die Abbildung 5.2-6 zeigt für die drei Vergleichsländer die Aufschlüsselung des Lasergebietes nach IPC-Untersektionen auf der Basis von Patenterteilungen am USPTO, wobei der Untersuchungszeitraum 1975 bis 1985 in drei Intervalle geteilt ist. Gegebenenfalls wurden die großen Aktivitätsgebiete abgeschnitten. Grundsätzlich fällt zunächst einmal auf, daß sich zwar bei allen drei Ländern die Erfindungen in den Untersektionen "Elektrotechnik" sowie "Physikalische Instrumente" etwa zu gleichen Teilen konzentrieren, aber das Spektrum der Lasertechnik insgesamt wesentlich diffuser als etwa dasjenige der Robotertechnik ist. Die entsprechende Untersektionsanalyse für ED-Daten führt entsprechend Abbildung 5.2-7 zu einem ähnlichen Bild. Punktuelle Unterschiede können einerseits als technikspezifische Marktpräferenzen, andererseits aufgrund der höheren Aktualität der ED-Daten auch als Trendverschiebungen interpretiert werden.

Im Falle der Untersektion "Physikalische Instrumente" und der Sektion "Elektrotechnik" sind feinere Aufgliederungen nach IPC-Klassen und Unterklassen erforderlich, weil innerhalb der genannten Bereiche zwischen den Vergleichsländern deutliche Strukturunterschiede bestehen.

Tabelle 5.2-5 zeigt die Situation in der Sektion Elektrotechnik, wobei aus technikspezifischen Gründen die Zuordnung teils nach Klassen, teils nach Unterklassen erfolgt ist. Erwartungsgemäß liegt für alle Länder der Schwerpunkt bei den Laserstrahlquellen (H01S). Als Besonderheit ist aber die Konzentration japanischer Laseranmeldungen bei der Halbleitertechnik (H01L) zu erwähnen, die am USPTO am deutlichsten hervortritt. Es handelt sich dabei um die Herstellung von Materialien für Halbleiterlaser und vor allem um die Bearbeitung von Halbleitern mit Hilfe von Lasern. Japanische Anmeldungen sind dagegen bei den Entladungsröhren (H01J), also Gaslasern, im Vergleich zu den USA und der Bundesrepublik nur schwach vertreten.

Abbildung 5.2-6: Laser - Patentklassenanalyse für die Erfinderländer USA, Japan und Bundesrepublik am US-Markt 1975 bis 1985 nach Erteilungszeiträumen

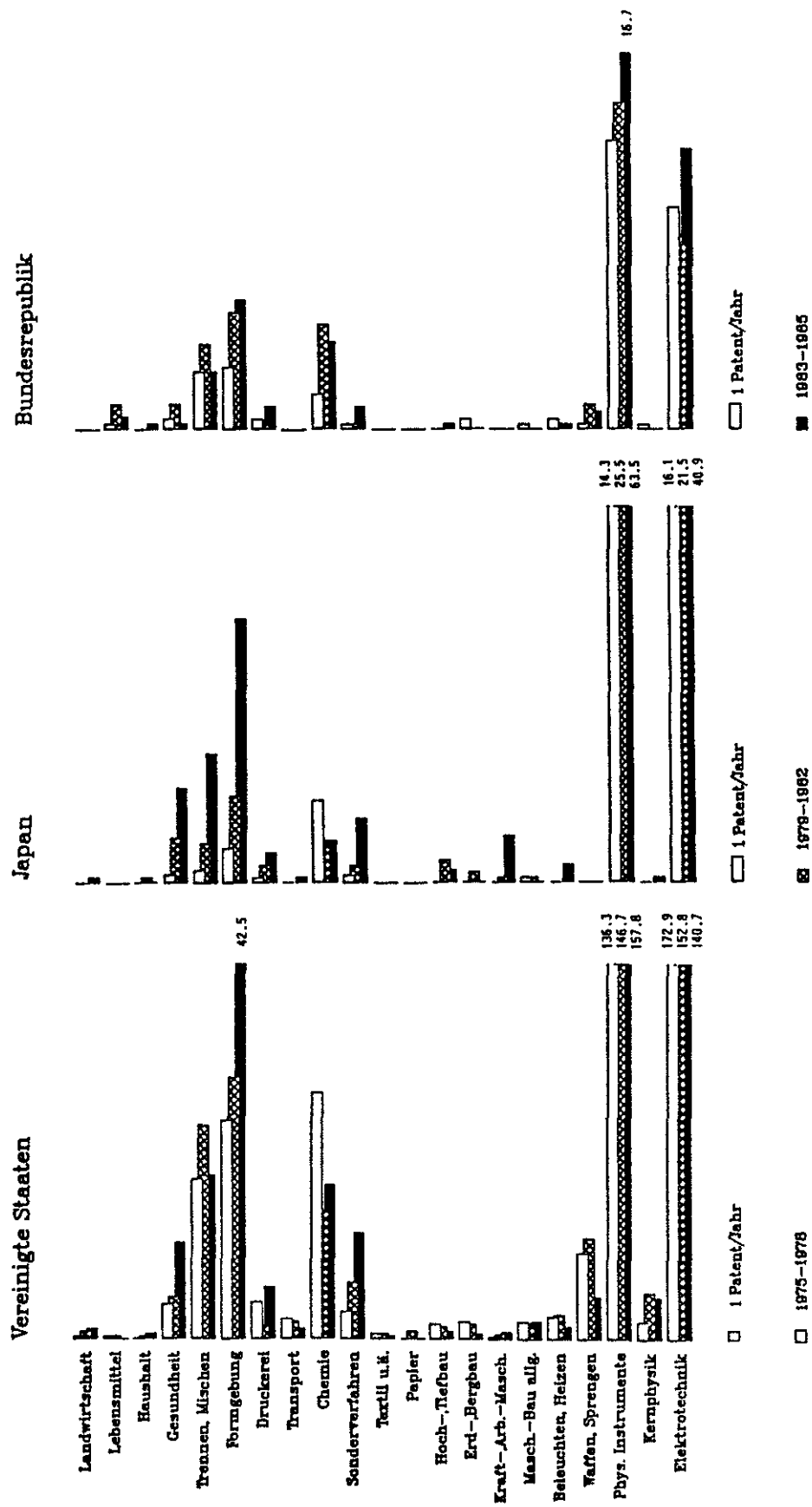
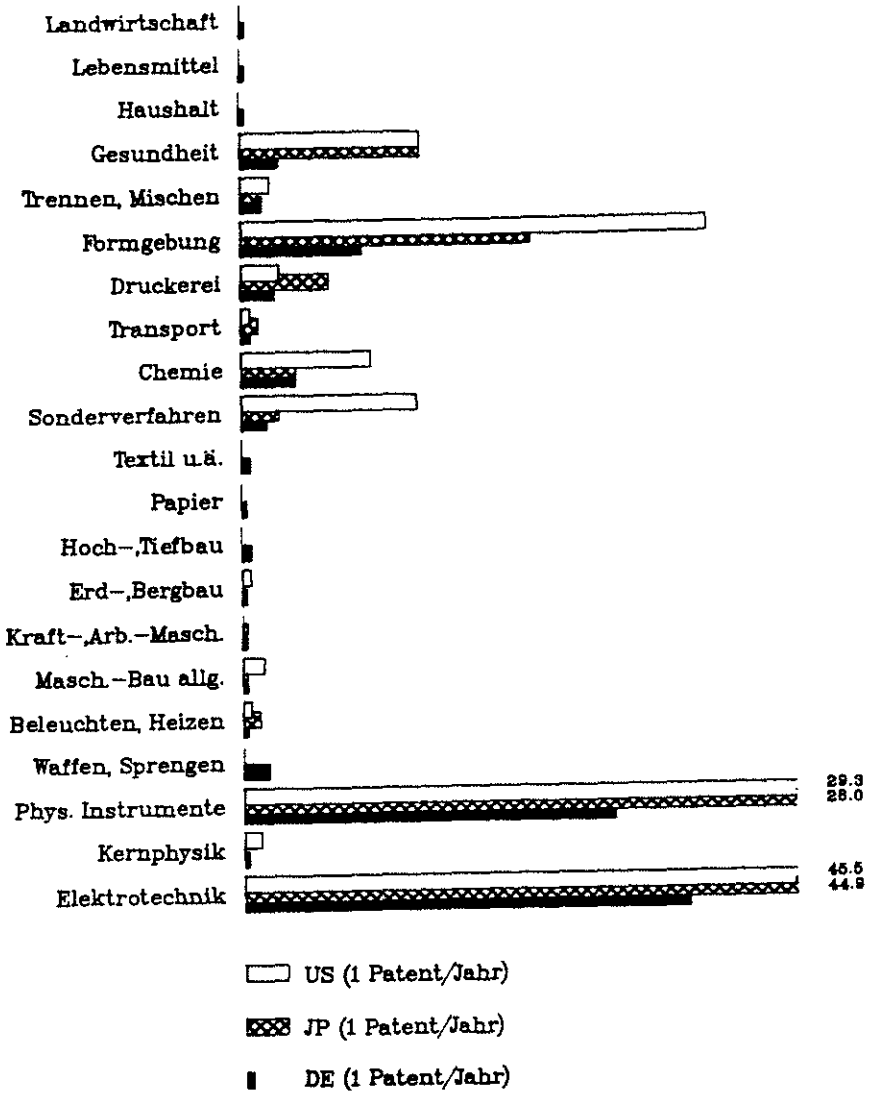


Abbildung 5.2-7: Laser - Patentklassenanalyse für die Erfinderländer USA, Japan und Bundesrepublik am bundesdeutschen Markt im Prioritätszeitraum 1981 bis 1984



Eine zusätzliche Feinrecherche auf Gruppenebene ergibt, daß 58 v.H. aller japanischen USPTO-Anmeldungen für Laserstrahlquellen (H01S) und 69 v.H. aller ED-Anmeldungen ebenfalls Halbleiterlaser betreffen. Die USA kommen demgegenüber nur auf 18 bzw. 21 v.H. (USPTO bzw. ED) und die Bundesrepublik auf 7 bzw. 30 v.H. Da Laserdioden hinsichtlich der Kosten, der Größe und des Einsatzzweckes in einer völlig anderen Kategorie einzuordnen sind als die sonstigen Laserstrahlquellen, wurde eine spezielle Recherche für "Laser inkl. Anwendungen ohne Halbleiterlaser" (vgl. Tabellen 4.4-3 und 4.4-4) durchgeführt, deren Ergebnis (RTP-Indikator) in Abbildung 5.2-8 dargestellt ist. Bei Ausklammerung der Halbleiterlaser zeigt sich gegenüber Abbildung 5.2-3 vor

allem eine deutliche Rückstufung Japans gegenüber den USA und der Bundesrepublik, wobei bei letzterer sich auch die Position gegenüber den USA verbessert hat.

Tabelle 5.2-5: Belegung von IPC-Klassen und Unterklassen in der Sektion "Elektrotechnik" am USPTO (Erteilungsjahre 1983 bis 1985) und am DPA/EPA (ED, Prioritätsjahre 1981 bis 1984) in Prozent

IPC-Klasse bzw. -Unterklasse	Erfinderland und Anmeldepatentamt US		JP		DE		
	USPTO	ED	USPTO	ED	USPTO	ED	Inhalt
H01J	8,9	4,4	2,2	0,9	12,5	3,4	Entladungsröhren
H01L	20,0	16,9	34,3	22,1	12,5	17,9	Halbleiter
H01S	56,3	71,0	41,7	64,7	60,4	57,8	Laserstrahlquellen
H04	9,3	3,6	16,0	8,9	10,4	9,3	Nachrichtentechnik
Sonstige	5,5	4,1	5,8	3,4	4,2	11,6	-
Gesamtsektion	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	Elektrotechnik

Betrachtet man die Laserstrahlquellen ohne Halbleiterlaser entsprechend den in den Tabellen 4.4-3 und 4.4-4 dokumentierten Suchstrategien, zeigt sich im Verlauf der RTP-Werte gemäß Abbildung 5.2-9 eine völlig andere Situation als in Abbildung 5.2-3. Japan und die Bundesrepublik liegen im gesamten Untersuchungszeitraum auf etwa gleichem Niveau und bei den USA ist ein kontinuierliches Absinken der Anmeldezahlen zu verzeichnen. Beachtenswert ist schließlich die amerikanische und japanische Präferenz für den deutschen Markt, deren Gründe im Abschnitt 8.3 näher diskutiert werden.

Abbildung 5.2-8: Laser inklusive Anwendungen ohne Halbleiterlaser - Relative technologische Position (RTP-Indikator) 1973 bis 1984 nach Prioritätsjahren

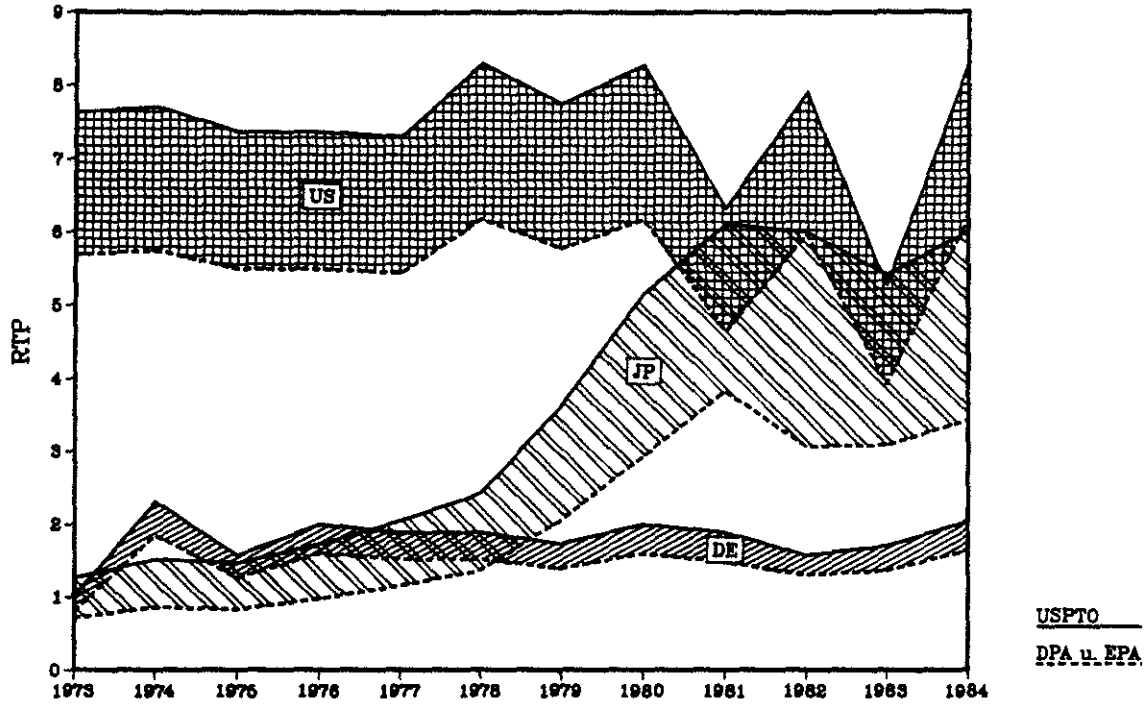


Abbildung 5.2-9: Laserstrahlquellen ohne Halbleiterlaser - Relative technologische Position (RTP-Indikator) 1973 bis 1984 nach Prioritätsjahren

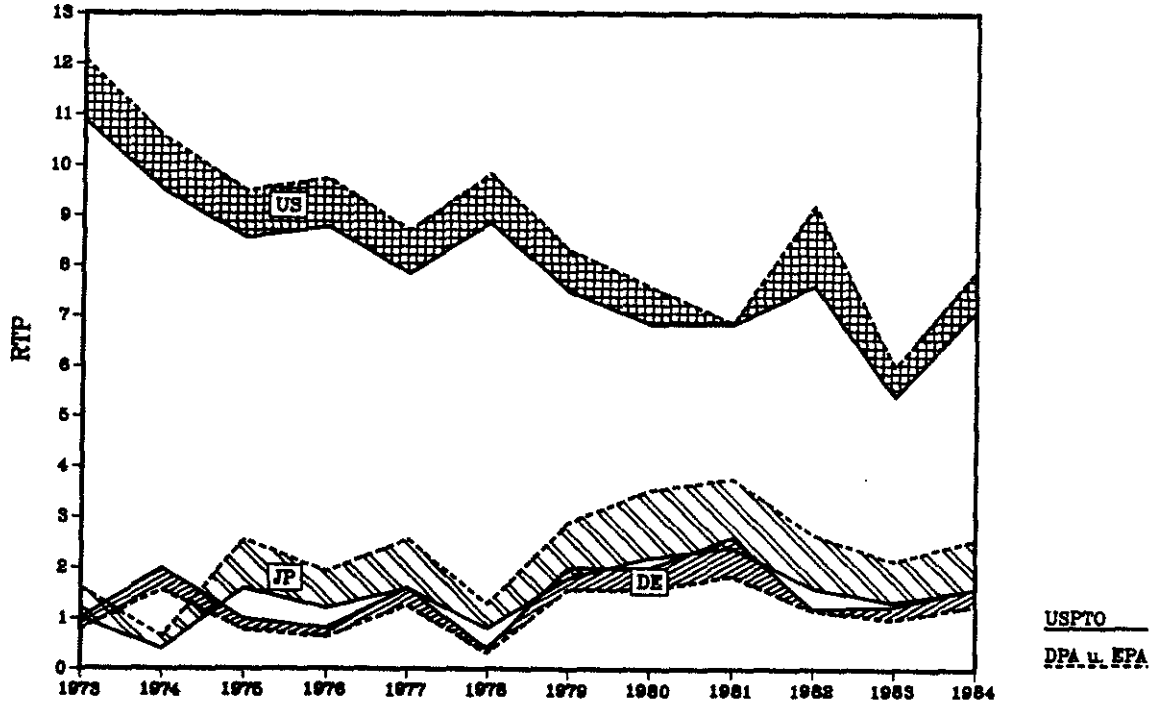


Tabelle 5.2-6 gibt eine Aufschlüsselung der Untersektion "Physikalische Instrumente" nach IPC-Klassen wieder. Demnach bildet der Bereich "Messen, Prüfen (G01)" - z. B. die Längen-, Geschwindigkeits- oder Entfernungsmessung - einen Schwerpunkt amerikanischer und vor allem westdeutscher Aktivitäten. Demgegenüber liegt ein spezielles Gewicht japanischer Anmeldungen bei der Informationsspeicherung (G11), womit im wesentlichen der Bereich der Unterhaltungselektronik angesprochen ist. Die japanische Stärke bei den graphischen Verfahren (G03) bezieht sich weniger auf die Holographie als vielmehr auf die Kopier- und Druckertechnik. Bei den optischen Systemen (G02) gibt es bei den westdeutschen Anmeldungen einen auffällig hohen Anteil von Erfindungen zu Lichtleitern, also Glasfasern.

Tabelle 5.2-6: Belegung der IPC-Klassen der Untersektion "Physikalische Instrumente" am USPTO (Erteilungsjahre 1983 bis 1985) und am DPA/EPA (ED, Prioritätsjahre 1981 bis 1984) in Prozent

IPC-Klasse	Erfinderland und Anmeldepatentamt						
	US		JP		DE		
	USPTO	ED	USPTO	ED	USPTO	ED	Inhalt
G01	47,8	46,7	39,6	27,2	62,5	63,7	Messen, Prüfen
G02	23,0	17,2	12,5	19,8	16,3	15,9	Optische Systeme
G03	10,4	8,4	14,4	15,7	6,3	6,8	Elektrographie Hologr. u.ä.
G06	4,2	5,4	1,1	6,9	2,5	1,3	Datenverarbeitung
G011	9,7	11,1	28,9	27,2	2,5	3,7	Informationsspeicherung
Sonstige	4,9	11,2	3,5	3,4	4,2	11,6	-
Gesamtsektion	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	Elektrotechnik

Die bei allen drei Ländern relativ stark vertretene Untersektion "Formgebung" bezieht sich in erster Linie auf das Laserschweißen (Unterklasse B23K). Die zahlreichen Patente im Bereich "Trennen, Mischen" richten sich bei den USA und Japan vornehmlich auf "Verfahren zum Aufbringen von Flüssigkeiten auf Oberflächen (B05D)", bei der Bundesrepulik auf "Physikalische oder chemische Trenn-Verfahren (B01D)". Im ersten Fall sind offenbar Verfahren zur Bearbei-

tung von Halbleitern angesprochen; die "Trennverfahren" beziehen sich auf die Aufbereitung von Gasen, was auf die Laser-Isotopentrennung (von Uran) hinauslaufen dürfte (vgl. auch Abschnitt 2.3.1 zur Geschichte dieser Patente). Bei allen drei Staaten fällt allerdings in der ED-Analyse auf, daß die Untersektion "Trennen, Mischen" deutlich schwächer als bei den USPTO-Daten belegt ist; die ED-Daten entsprechen zeitlich dem letzten Zeitraum der USPTO-Erhebung, der ebenfalls rückäufig ist. Die Laser-Isotopentrennung von Uran ist in der Tat inzwischen technologisch etabliert (wenn auch noch nicht kommerzialisiert), die auf Plutonium spezialisierten Verfahren werden wegen des Atomwaffen-Sperrvertrags wohl geheimgehalten.

Die Untersektion "Chemie" beinhaltet bei den USA und Japan vornehmlich die "Glasherstellung und -behandlung (C03C)", während bei der Bundesrepublik als häufigste Unterklasse "Heterozyklische Verbindungen (C07D)" auftreten, worunter Lösungsmittel für Farbstoffe von Farbstoff-Lasern fallen. Die Unterklasse "Glasherstellung und -behandlung (C03C)" kann auf Stäbe für Glaslaser für die Fusionsforschung oder aber auf die Beschriftung von Gläsern mittels Lasern zielen. Diese Entwicklungsaktivitäten sind offenbar abgeschwächt oder in Europa nicht geschützt.

Unter "Sonderverfahren" wird für Japan und die Bundesrepublik vor allem das "Beschichten metallischer Werkstoffe (C23C)" genannt; bei den USA sind es "Verfahren für die elektrolytische Herstellung von Überzügen (C25D)" sowie das "Züchten von Einkristallen (C30B)".

Der Vollständigkeit halber sei schließlich erwähnt, daß im Bereich Gesundheit erwartungsgemäß die Unterklasse "Chirurgie (A61B)", also Laser-Skalpelle, ophtalmologische Laser etc., angesprochen ist.

Insgesamt ergibt sich aus der Analyse der Untersektionen und Klassen ein sehr differenziertes Bild der Lasertechnik. Dieses Ergebnis konnte nur erzielt werden, weil die grundliegende Suchstrategie breit angelegt und nicht sofort auf Spezialbereiche wie die Laserstrahlquellen beschränkt wurde. Im Hinblick auf einen Vergleich der technologischen Stärke ist allerdings genau zu prüfen, welche Teilbereiche sinnvoll untersucht werden können. Die allgemeine Darstellung nach Abbildung 5.2-3 ergibt ein jedenfalls wenig aussagefähiges Resultat, weil letztlich verschiedenartige Technologien zusammengefaßt werden.

5.2.3 Zitatanalyse und internationaler Technologietransfer

Im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojektes wurde die Firma CHI Research lediglich mit einer aktuellen Zitatanalyse der Technikfelder "Industrieroboter", "Immobilisierte Enzyme" sowie "Solarzellen" beauftragt. Bei einer zusätzlichen Untersuchung der Laser, bei welchen für den Erteilungszeitraum von 1975 bis 1985 beim USPTO rund 7000 Patente registriert sind, wäre der vorgegebene Kostenrahmen überschritten worden. Allerdings liegt für dieses Technikfeld eine Studie von CHI Research für das "Schwedische Zentralamt für technische Entwicklung (STU)" aus dem Jahre 1985 vor (Granberg 1986). Hierin werden auf der Basis von Zitierungsanalysen die Laserpatente der Länder Schweden, Bundesrepublik und Japan für den Zeitraum 1975 bis 1981 miteinander verglichen, so daß für den vorliegenden Zusammenhang mit einem leicht eingeschränkten zeitlichen Rahmen eine Betrachtung der Bundesrepublik und Japans, aber nicht der Vereinigten Staaten möglich ist.

In der genannten Untersuchung wird weitgehend die gleiche Recherchenstrategie verwendet, wie sie in Tab. 4.4-4 aufgelistet ist (Narin, Carpenter 1985, 3ff). Aufgrund der sehr extensiven Benutzung von USPOC-Patentsymbolen werden allerdings bei der FhG-ISI-Recherche knapp 10 % mehr Schriften identifiziert, was allerdings auf die statistischen Gesamttrends nur einen geringen Einfluß haben dürfte.

Abbildung 5.2-10: Laser - Zahl der Verweise auf US-Patente nach zitiertem Herkunftsland des Erfinders und Erteilungsjahr 1975 bis 1981

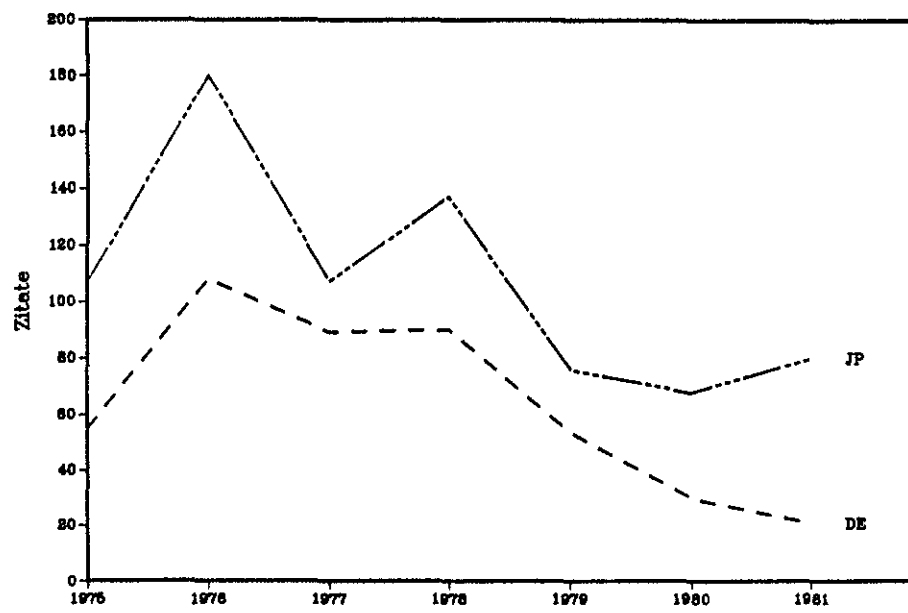
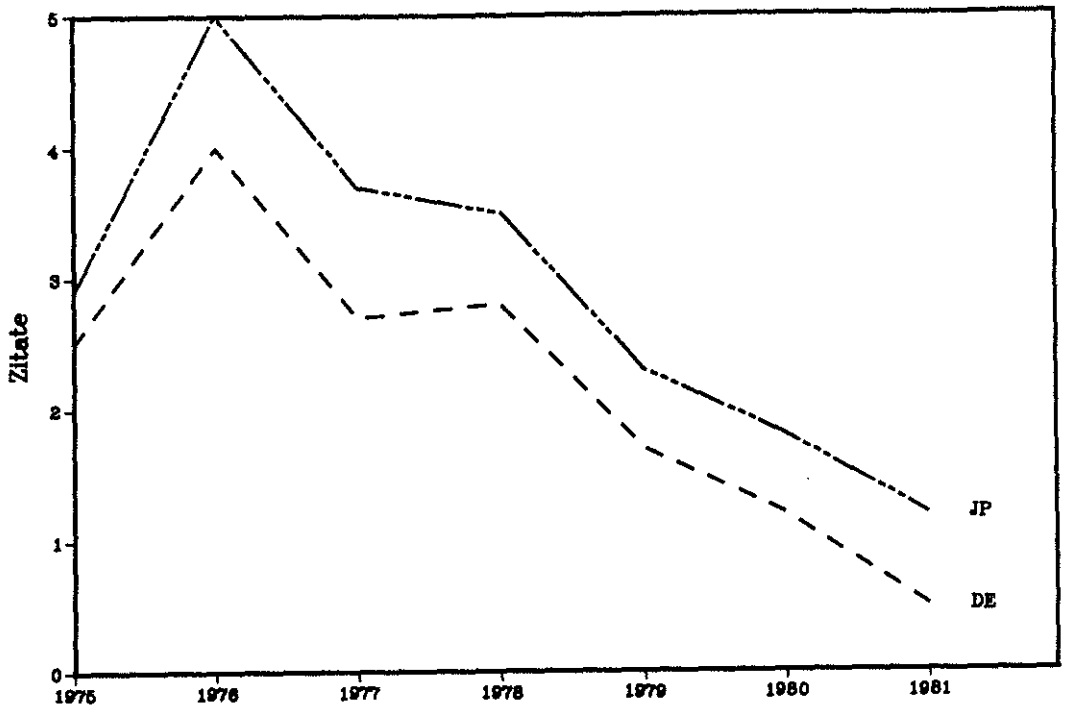


Abbildung 5.2-11: Laser - Mittlere Zahl der Verweise auf US-Patente nach zitiertem Herkunftsland des Erfinders und Erteilungsjahr 1975 bis 1981



In den Abbildungen 5.2-10 und 5.2-11 sind für die Erteilungsjahre 1975 bis 1981 für die Bundesrepublik und Japan die zitierten Patentzahlen am USPTO und die durchschnittlichen Zitatzahlen pro Patent gegenübergestellt. Sie entsprechen den Abbildungen 5.1-10 und 5.1-11 bei Roboterpatenten. Es zeigt sich für alle Vergleichsjahre, daß die Zitathäufigkeiten bezogen auf je ein Patent bei japanischen Erfindungen um etwa 25 bis 35 % über den bundesdeutschen Werten liegen. Die japanischen Patente sind somit den deutschen hinsichtlich ihres Einflusses auf die technische Entwicklung offenbar leicht überlegen. Zur selben Schlußfolgerung gelangt man, wenn nur die zwanzig pro Jahr höchstzitierten Patente dieser beiden Länder betrachtet werden: Im Erteilungszeitraum 1975 bis 1980 sind darunter 42 % aller japanischen, aber nur 34 % aller westdeutschen Patente (Granberg 1986, 16).

Diese Ergebnisse der Zitierungsanalyse widersprechen allerdings ein Stück weit denen der Teamgrößenuntersuchung nach Tabelle 2.3-2, wonach die japanischen Erfindungen gemessen an der Zahl der Patentanmeldungen eher überbewertet sind. Eine Erklärung könnte darin zu suchen sein, daß sich die US-Zahlen für Japan zu einem großen Teil auf Laseranwendungen beziehen, während am bundesdeutschen Markt die Laserstrahlquellen einen japanischen Schwerpunkt bil-

den (vgl. Tabelle 5.2-5). Gerade letztere sind vermutlich defensiver Natur gegenüber der westdeutschen Laser-Technologie, wie in Abschnitt 8.3 näher dargelegt wird und daher eventuell mit geringerem Humankapitaleinsatz entwikkelt worden.

In Abbildung 5.2-12 sind die Technologietransferflüsse aufgezeichnet, die sich für japanische und westdeutsche Laser-Patente am USPTO ergeben. Bei den Quellenpatenten zeigt sich bei beiden Vergleichsländern eine durchaus normale Verteilung, bei der einerseits durch die hohe quantitative Präsenz der amerikanischen Anmeldungen am USPTO ein hoher US-Anteil und andererseits ein deutlicher Bezug auf eigene Technologie zu beobachten ist. Bei den Einflußpatenten fällt dagegen eine starke Anlehnung der Japaner an eigene Entwicklungen auf, die offenbar von den Konkurrenzländern nicht so stark übernommen werden. Bundesdeutsche Patente stehen dagegen offensichtlich in einer ausgeprägten technologischen Konkurrenz und werden auch Ausländern häufig entgegengehalten.

Abbildung 5.2-12: Laser - Internationaler Technologietransfer analysiert auf der Basis von Patenten am USPTO für den Erteilungszeitraum 1975 bis 1981

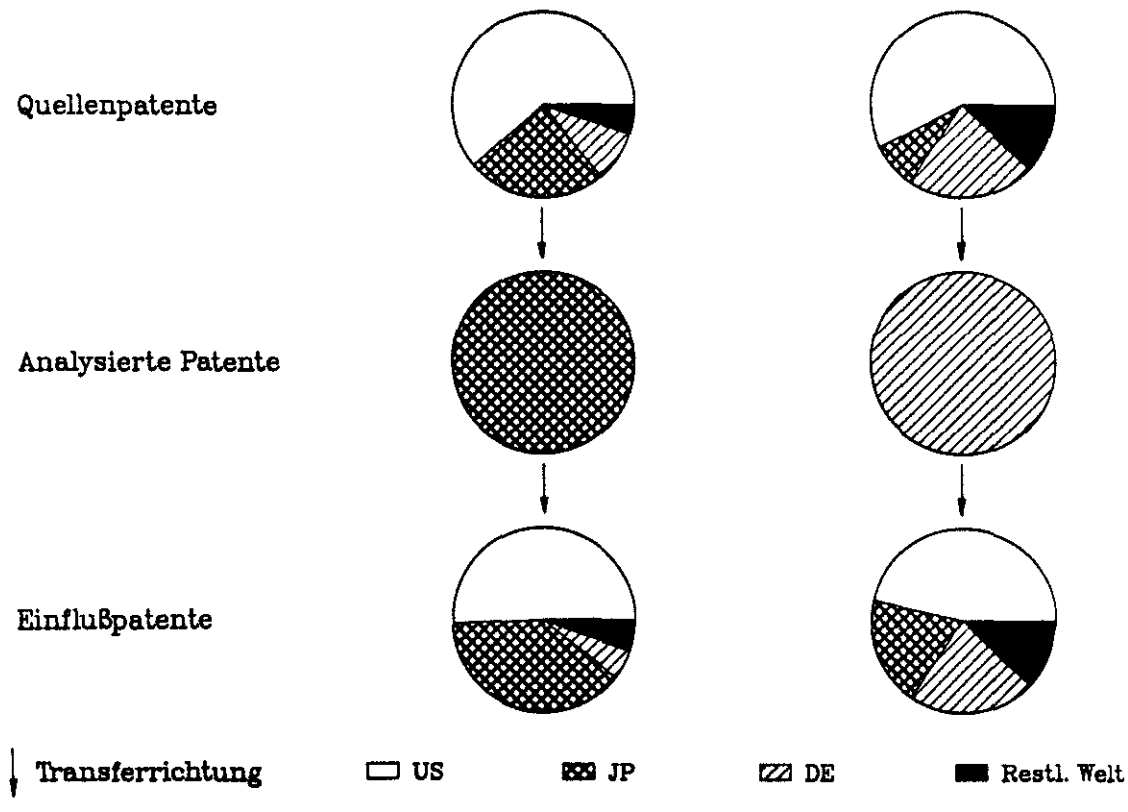


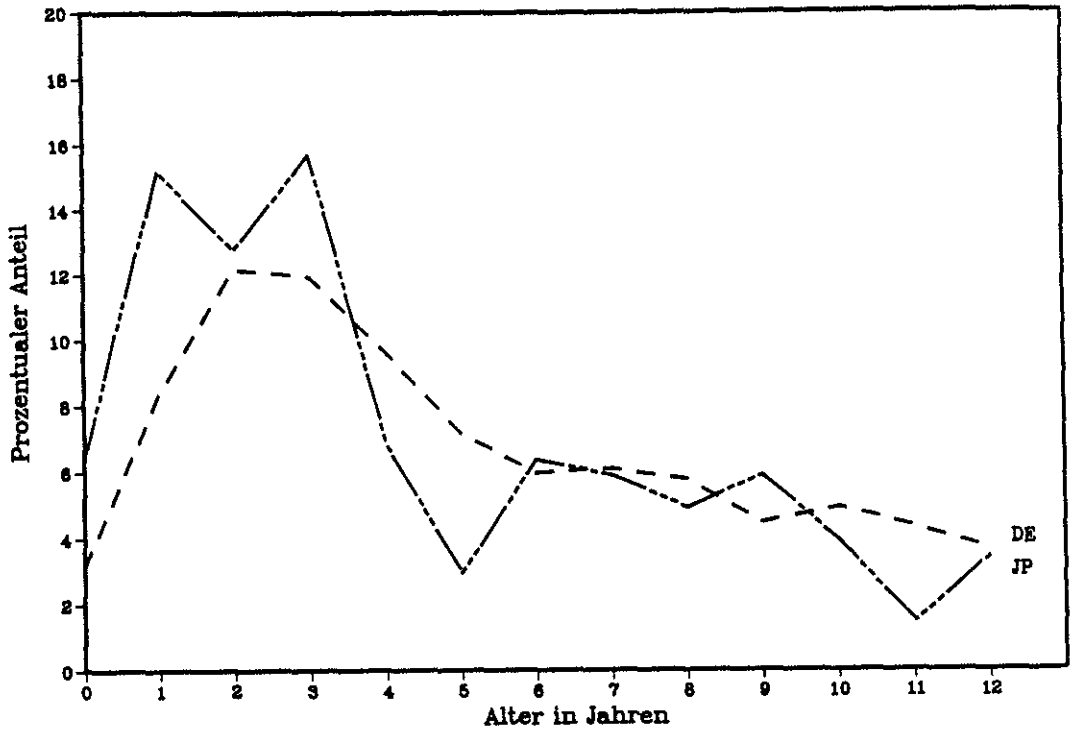
Tabelle 5.2-7: Laser - Basisdaten für eine Zitatanalyse beim DPA für die Prioritätsjahre 1981 bis 1984

ERFINDERLAND	DE	US	JP	SUMME
ANMELDEZAHL	667	168	209	1044
GEPRUEFTE ANMELDUNGEN	248	4	44	296
PRUEFUNGS-QUOTE	0.37	0.02	0.21	0.28
PATENT-ZITATE	752	6	183	941
PATENTZIT. PRO PATENT	3.03	1.50	4.16	3.18
LITERATUR-ZITATE	254	1	62	317
LIT.-ZIT. PRO PATENT	1.02	0.25	1.41	1.07
LITERATUR-ZITATQUOTE	0.25	0.14	0.25	0.25

Tabelle 5.2-7 gibt eine Übersicht über die Basisdaten der Laser-Zitatanalyse beim DPA. Mit insgesamt 296 geprüften Anmeldungen ist die Datenbasis wesentlich breiter als bei den Industrierobotern (vgl. Tabelle 5.1-5). Die Prüfungsquote von 37 % für die Anmeldungen einheimischer Erfinder liegt hoch, so daß offensichtlich ein großes kommerzielles Interesse an der Lasertechnik besteht. Auch der Anteil der Literaturzitate an allen Zitaten erreicht für die Bundesrepublik und Japan mit 25 % ein überdurchschnittliches Niveau, was auf eine nach wie vor starke Wissenschaftsbindung der vergleichsweise alten Lasertechnik hinweist. Die hohe Literaturabhängigkeit ist auch deshalb erstaunlich, weil in der betrachteten Ausgangsmenge der Schriften auch industrielle Laseranwendungen wie z. B. das Laserschweißen eingeschlossen sind.

Abbildung 5.2-13 (entspricht Abbildung 5.1-14) zeigt die Altersverteilungen der zitierten Schriften. Demnach werden in Prüfungsverfahren für Laser relativ gleichmäßig sowohl junge als auch ältere Schriften entgegengehalten, wobei bis zur Abbruchsgrenze von 12 Jahren nur ein sehr langsamer Rückgang der Zitatfrequenz zu beobachten ist. Dennoch gibt es eine signifikante Zitathäufung im Zeitbereich von 1 bis 3 Jahren, was - auch im Vergleich zur Robotertechnik - ein äußerst hohes Entwicklungstempo der Lasertechnik belegt.

Abbildung 5.2-13: Laser - Alter der Verweise von DPA-Anmeldungen aus den Jahren 1981 bis 1984 auf USPTO- und DPA-Patente sowie auf Literaturstellen nach den Erfinderländern DE und JP



Aufgrund der im Vergleich zum Gebiet der Industrieroboter hohen Ausgangsmenge können bei den Lasern insgesamt acht DPA-Anmeldungen identifiziert werden, die drei bzw. vier Zitate erhalten haben. Sechs dieser Schriften stammen aus den Anmeldejahren 1979 bis 1981, die beiden anderen aus 1972 bzw. 1977. Damit bestätigen sich die Überlegungen aus Abschnitt 2.3.6, wonach bei Zitatanalysen auf der Basis von DPA-Schriften eine hohe Aktualität erreicht werden kann. Bei den US-Zitatanalysen liegen - bei einem etwa gleichen Zeitpunkt der Untersuchung - deutliche Zitathäufungen erst ab dem Prioritätsjahr 1978 vor (vgl. Abschnitt 5.1.13).

5.2.4 Anmelderanalyse

Anmelder nach Patenthäufigkeit

In den Tabellen 5.2-8 bis 5.2-13 sind - analog zu den Tabellen 5.1-6 bis 5.1-11 im Roboterabschnitt - die größten Laser-Anmelder für den amerikanischen und den westdeutschen Markt aufgeführt. Bei den Vereinigten Staaten fällt bezüglich der USPTO-Patente der sehr hohe Anteil der amerikanischen Regierung

auf, wobei Anmeldungen durch wehrtechnische Institutionen im Vordergrund stehen. Bei Verwendung der Datenbank PATSEARCH ist es bei statistischen Analysen nicht möglich, zwischen Heer, Marine und Luftwaffe zu differenzieren, da mit der angebotenen Software lediglich einzeilige Anmelder-Identifikationen erfaßt werden können, die Bezeichnung von staatlichen Organisationen sich aber regelmäßig erst in der zweiten Zeile unterscheidet. (Die verkürzte einzeilige Darstellung staatlicher Institutionen in den entsprechenden Tabellen dieser Arbeit ist nachträglich auf manuellem Wege vorgenommen worden.) Nach einem stichprobenartigen Ausdruck der vollen Institutionsbezeichnungen ist aber davon auszugehen, daß Heer, Marine und Luftwaffe bei den Laserpatenten etwa im Verhältnis 40:30:30 vertreten sind. Dieser hohe Anteil der Wehrtechnik ist insofern erstaunlich, als nach Paragraph 181 des US-Patentgesetzes - genauso wie beim deutschen Patentgesetz - Geheimanmeldungen möglich sind. Offensichtlich resultiert in den USA aus der wehrtechnischen Laser-Forschung eine Reihe von Nutzungsmöglichkeiten, die zivil oder militärisch kommerzialisiert werden können (vgl. auch die relativ geringe Besetzung der Untersektion "Waffen, Sprengen" in Abbildung 5.2-6). Bei einem Vergleich mit der Anmelderliste für den bundesdeutschen Markt zeigt sich allerdings, daß unter den größten Anmeldern der US-Regierung lediglich noch das "Department of Energy" mit gerade noch fünf Anmeldungen (in Tabelle 5.2-11 nicht mehr enthalten, entspricht 1,2 % aller ED-Anmeldungen) vertreten ist. Die Laser-Patente aus dem wehrtechnischen Bereich und auch aus dem der Raumfahrt, die immerhin rund 20 v.H. aller amerikanischen Laser-Inlandsanmeldungen ausmachen, sind also beim DPA bzw. EPA nicht mehr präsent. Insofern ist davon auszugehen, daß die in Abbildung 5.2-3 hervortretende deutliche Präferenz der amerikanischen Anmelder für ihren Inlandsmarkt im wesentlichen auf regierungseigene Stellen zurückzuführen ist.

Im Hinblick auf die privaten US-Anmelder im Bereich der Lasertechnik zeigen die Tabellen 5.2-8 und 5.2-11 für den amerikanischen bzw. westdeutschen Markt eine etwa gleiche Struktur, wobei allerdings die Rangfolge in einigen Fällen voneinander abweicht. Beispielsweise fehlt Bell in Europa, führt aber die firmeneigenen Laserpatente in den USA an. (Hierbei ist aber zu beachten, daß die Bell Laboratories eng mit der AT&T kooperieren, die in Europa den dritten Rang unter den US-Firmen einnimmt.) Die in Europa dominante Firma Western Electric fehlt am USPTO auf den vorderen Rängen (dort nur fünf Patentierungen). Insgesamt gibt es eine Reihe von größeren US-Firmen, die auf dem Laser-Gebiet miteinander konkurrieren.

Tabelle 5.2-8: Laser- Rangliste (TOP 17) der Anmelder mit US-Erfindern am USPTO und Anmeldertypen im Erteilungszeitraum 1983 bis 1985

172	USA Secretary of the Army, the Navy or the Air Force
53	Bell Telephone Laboratories Incorporated
47	United Technologies Corporation
46	USA Department of Energy
39	Xerox Corporation
32	RCA Corporation
32	International Business Machines Corporation
28	Westinghouse Electric Corp
26	General Electric Company
23	Burroughs Corporation
23	USA National Aeronautic and Space Administration
20	Rockwell International Corporation
17	Eastman Kodak Company
17	Texas Instruments Incorporated
16	Honeywell Inc
16	Hughes Aircraft Company
16	The Singer Company

125	No Assignee
9	Non-US Corporation
876	US Corporation
247	US Government
4	US Individual

Tabelle 5.2-9: Laser - Rangliste (TOP 14) der Anmelder mit japanischen Erfindern am USPTO und Anmeldertypen im Erteilungszeitraum 1983 bis 1985

51	Hitachi Ltd
51	Tokyo Shibaura Denki Kabushiki Kaisha
30	Fuji Photo Film Co Ltd
27	Matsushita Electric Industrial Co Ltd
23	Canon Kabushiki Kaisha
20	Olympus Optical Co Ltd
16	Fujitsu Limited
12	Kokusai Denshin Denwa Kabushiki Kaisha
12	Mitsubishi Denki Kabushiki Kaisha
11	Sumitomo Electric Industries Ltd
10	Nippon Electric Co Ltd
9	Agency of Industrial Science & Technology
8	Asahi Kogaku Kogyo Kabushiki Kaisha
7	Ricoh Company Ltd

5	No Assignee
386	Non-US Corporation
7	Non-US Government
3	US Corporation

Tabelle 5.2-10: Laser - Rangliste der Anmelder (TOP 19) mit westdeutschen Erfindern am USPTO und Anmeldertypen im Erteilungszeitraum 1983 bis 1985

26	Siemens Aktiengesellschaft
9	Messerschmitt Boelkow Blohm Gesellschaft mit Beschraenkter
7	Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH
6	Bayer Aktiengesellschaft
5	Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt fur Luft- und Raumf
4	Kraftwerk Union Aktiengesellschaft
4	Precitronic Gesellschaft fur Feinmechanik und Electronic mbH
3	Carl-Zeiss-Stiftung
3	GAO Gesellschaft fur Automation und Organisation mbH
3	Krautkramer-Branson Inc
3	Max-Planck-Gesellschaft Zur Foerderung Der Wissenschaften
3	U S Philips Corporation
3	W C Heraeus GmbH
2	BASF Aktiengesellschaft
2	Hoechst Aktiengesellschaft
2	Honeywell Inc
2	Kernforschungsanlage Julich Gesellschaft mit beschrankter
2	Lambda Physik Gesellschaft zur Herstellung von Lasern mbH
2	Teldix GmbH

15	No Assignee
100	Non-US Corporation
1	Non-US Government
2	Non-US Individual
11	US Corporation

Tabelle 5.2-11: Laser - Rangliste (TOP 15) der ED-Anmelder mit US-Erfindern im Prioritätszeitraum 1981 bis 1984

21	IDIN identisch mit Erfinder
18	Western Electric Co. Inc. (*US New York, N.Y.)
17	Westinghouse Electric Corp. (*US Pittsburgh, Pa.)
16	American Telephone and Telegraph Co. (*US New York, N.Y.)
16	General Electric Co. (*US Schenectady, N.Y.)
16	Honeywell Inc. (*US Minneapolis, Minn.)
16	Hughes Aircraft Co. (*US El Segundo, Los Angeles, Culver City, Calif)
15	The Board of Trustees of the Leland Stanford Junior University
14	The Singer Co. (*US Stamford, Conn.)
12	International Business Machines Corp. (*US Armonk, N.Y.)
12	Litton Systems Inc. (*US Beverly Hills, Calif.)
9	Allied Corp. (*US Morristown, N.J.)
9	Xerox Corp. (*US Rochester, N.Y.)
8	Drexler Technology Corp. (*US Palo Alto, Calif.)
8	RCA Corp. (*US New York, N.Y.)

Bei den japanischen Anmeldern ist gemäß den Tabellen 5.2-9 und 5.2-12 bei den Lasern eine geringere Firmenkonzentration als bei den Robotern zu beobachten. Als Besonderheit ist anzumerken, daß die auf dem US-Markt sehr aktive Firma "Tokyo Shibaura Denki" in der ED-Liste vergleichsweise niedrigere Anmeldezahlen aufweist.

Bei den deutschen Laseranmeldern in den USA und in der Bundesrepublik hat die Siemens AG eine überragende Stellung; d. h. im Gegensatz zu den Industriero-

botern gibt es bei diesem Unternehmen bei Lasern keine einseitig auf die Bundesrepublik gerichtete Marktpräferenz. Auf den Plätzen zwei und drei folgen mit großem Abstand die Firmen Messerschmitt-Bölkow-Blohm sowie die Licentia-Patent-Verwaltungs-GmbH (also AEG) (vgl. Tabellen 5.2-10 und 5.2-13).

Tabelle 5.2-12: Laser - Rangliste (TOP 14) der ED-Anmelder mit japanischen Erfindern im Prioritätszeitraum 1981 bis 1984

57	Hitachi Ltd. (*JP Tokio/Tokyo)
41	Sharp K.K. (*JP Osaka)
28	Mitsubishi Denki K.K. (*JP Tokio/Tokyo)
24	Canon K.K. (*JP Tokio/Tokyo)
19	Sumitomo Electric Industries Ltd. (*JP Osaka)
17	Olympus Optical Co. Ltd. (*JP Tokio/Tokyo)
13	Kabushiki Kaisha Toshiba, Kawasaki (*JP Kanagawa)
13	NEC Corp. (*JP Tokio/Tokyo)
12	Sony Corp. (*JP Tokio/Tokyo)
10	Tokyo Shibaura Denki K.K. (*JP Kawasaki, Kanagawa)
8	Fujitsu Ltd. (*JP Kawasaki, Kanagawa)
7	Fuji Photo Film Co. Ltd. (*JP Minami-ashigara, Kanagawa)
7	Matsushita Electric Industrial Co. Ltd. (*JP Kadoma, Osaka)
6	Kawasaki Steel Corp. (*JP Kobe, Hyogo)

Tabelle 5.2-13: Laser - Rangliste (TOP 21) der ED-Anmelder mit westdeutschen Erfindern im Prioritätszeitraum 1981 bis 1984

113	Siemens AG (*DE 1000 Berlin und 8000 Muenchen)
85	IDIN identisch mit Erfinder
49	Messerschmitt-Boelkow-Blohm GmbH (*DE 8012 Ottobrunn)
32	Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH (*DE 6000 Frankfurt)
17	Eltro GmbH (*DE Gesellschaft fuer Strahlungstechnik, 6900
16	Standard Elektrik Lorenz AG (*DE 7000 Stuttgart)
14	Fa. Carl Zeiss (*DE 7920 Heidenheim)
13	Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt fuer Luft- und Raumfahrt
12	BASF AG (*DE 6700 Ludwigshafen)
12	Fraunhofer-Gesellschaft zur Foerderung der angewandten Forschung
12	Kraftwerk Union AG (*DE 4330 Muelheim)
11	W.C. Heraeus GmbH (*DE 6450 Hanau)
9	Max-Planck-Gesellschaft zur Foerderung der Wissenschaften e.V.
9	Messer Griesheim GmbH (*DE 6000 Frankfurt)
9	Philips Patentverwaltung GmbH (*DE 2000 Hamburg)
8	ANT Nachrichtentechnik GmbH (*DE 7150 Backnang)
8	Bayer AG (*DE 5090 Leverkusen)
8	Daimler-Benz AG (*DE 7000 Stuttgart)
8	Erwin Sick GmbH Optik-Elektronik (*DE 7808 Waldkirch)
8	Heinrich-Hertz-Institut fuer Nachrichtentechnik Berlin GmbH
8	Telefunken electronic GmbH (*DE 7100 Heilbronn)

Anmelder nach Zitathäufigkeit

Als abschließende Möglichkeit der Anmelderanalyse sind in Tabellen 5.2-14 und 5.2-15 diejenigen westdeutschen und japanischen Patentinhaber aufgelistet, die mindestens zwei hochzitierte Laser-Patente besitzen. Als "hochzitiert"

werden dabei diejenigen Patente gewertet, die bei einem Vergleich der Bundesrepublik und Japans in einem Erteilungsjahr zu den zwanzig am häufigsten zitierten Patenten gehören. Bei einem Vergleich von Tabelle 5.2-13 mit 5.2-15 für die bundesdeutschen Anmelder bestätigt sich die Spitzenposition von Siemens. Angesichts der geringen Anmeldezahlen der übrigen deutschen Firmen haben dagegen die Ergebnisse von Tabelle 5.2-15 für die Bundesrepublik ansonsten eher zufälligen Charakter (Granberg 1986, 30). Für Japan wird durch Tabelle 5.2-14 dagegen die USPTO-Rangfolge nach Anmeldezahlen (Tabelle 5.2-9) im wesentlichen bestätigt, womit sich das Qualitätskriterium der Auslandsanmeldung in diesem Falle als hinreichend erweist. Allerdings weichen die Zitatfrequenzen einzelner Unternehmen erheblich von ihrem Anmeldevolumen ab: Tokyo Shibaura fällt bezüglich dieses Qualitätsmaßes erheblich zurück, Nippon Electric (NEC) nimmt dagegen mit relativ wenigen Patenten eine Spitzenposition ein.

Tabelle 5.2-14: Laser - Patent-Zitat-Stärke japanischer Patentinhaber (Zahl der insgesamt erhaltenen höchstzitierten Zitate) am USPTO 1975 bis 1981

Zahl der höchstzitierten Patente	Anmelder
12	Hitachi
11	Fuji Photo Film
11	NEC
9	Matsushita El.
7	Canon
5	Toshiba
4	Mitsubishi El.
4	Sony
3	Hoya Glass Works
2	Hagiwara
2	Nippon Kagaku
2	Nippon Selfoc
2	NTT

Tabelle 5.2-15: Laser - Patent-Zitat-Stärke westdeutscher Patentinhaber (Zahl der insgesamt erhaltenen höchstzitierten Zitate) am USPTO 1975 bis 1981

Zahl der höchst-zitierten Patente	Anmelder
17	Siemens
3	Jenaer Glasw. Schott
3	Fa. Dr. Joh. Heidenheim
3	Krautkramer-Branson
3	Licentia Pat.verw. GmbH
2	Gebr. Eickhoff M.u.E.
2	Richard Wolf GmbH
2	TED Bildplatten AG
2	Winkler und Dünnebier

5.3 Immobilisierte Enzyme

Wie die einzelnen Tabellen und Abbildungen dieses Abschnitts zustandekommen und was sie aussagen, ist in den Abschnitten 2.3 und 4 grundsätzlich erklärt und im Abschnitt 5.1 für Industrieroboter detailliert dargestellt. In diesem Abschnitt werden nur die Besonderheiten des Enzymgebiets angesprochen und ansonsten keine methodischen Erläuterungen mehr gegeben. Abschnitte, Tabellen und Zeichnungen sind zum Zwecke des Parallellesens soweit wie möglich mit den gleichen Titeln wie in den anderen Technikfeldern bezeichnet.

Für dieses Technikgebiet liegen zwei publizierte Patentanalysen vor, von denen eine (Johnson 1979) wegen ihres Alters kaum noch brauchbar ist. Die neuere Arbeit (OTAF 1983), die US-Patente bis zum Anmeldejahr 1979 analysiert, bezieht sich nur auf die Unterklassen 174 bis 182 der Klasse 435 der USPOC und deckt, insbesondere weil eine unterstützende Stichwortrecherche fehlt, damit das Gebiet der immobilisierten Enzyme nicht adäquat ab (vgl. Tabelle 4.4-6).

5.3.1 Deutsche, amerikanische und internationale Zeitreihen

Anmeldungen am deutschen und amerikanischen Patentamt

Die Situation für das Technikfeld der immobilisierten Enzyme soll zunächst anhand einer Darstellung der diesbezüglichen Länderrangfolgen charakterisiert werden.

Tabelle 5.3-1 zeigt die Patentsituation in den USA im Erteilungszeitraum 1975 bis 1985, wobei die USA wegen des Inländervorteils erwartungsgemäß herausragen. Unter den Ausländern besitzt Japan auch für dieses Technikfeld eine führende Position, worauf gemessen in absoluten Patenterteilungszahlen die Bundesrepublik und Großbritannien und mit einem gewissen Abstand Frankreich folgen.

Die Vergleichsliste für den westdeutschen Markt nach Tabelle 5.3-2 zeigt ähnliche Strukturen, wobei aber für Frankreich und Großbritannien in diesem Fall gleiche Größenordnungen ausgewiesen werden und Länder des RGW prominenter als in den USA vertreten sind. Die Vereinigten Staaten besitzen unter den Auslandsanmeldern in der Bundesrepublik auch gegenüber Japan eine deutliche

Tabelle 5.3-1: Immobilisierte Enzyme - Länderrangfolge für USPTO-Patente im Erteilungszeitraum 1975 bis 1985 (in durchschnittlichen Erteilungen pro Jahr)

36.4	UNITED STATES
14.2	JAPAN
5.9	FR GERMANY
5.3	UNITED KINGDOM
3.2	FRANCE
2.0	SWEDEN
1.7	SWITZERLAND
1.1	ITALY
1.0	CANADA
0.9	ISRAEL
0.8	NETHERLANDS
0.7	CZECHOSLOVAKIA
0.6	DENMARK
0.5	HUNGARY

Tabelle 5.3-2: Immobilisierte Enzyme - Länderrangfolge für ED-Anmeldungen in den Prioritätsjahren 1981 bis 1984 (in durchschnittlichen Anmeldungen pro Jahr)

19.5	BUNDESREPUBLIK
16.3	VEREINIGTE STAATEN
10.0	JAPAN
2.3	FRANKREICH
2.3	GROSSBRITANNIEN
1.5	TSCHECHOSLOWAKEI
1.5	DEUTSCHE DEM. REP.
1.5	ITALIEN
1.5	SCHWEDEN
1.0	DAENEMARK
0.8	BELGIEN
0.8	KANADA
0.8	UNGARN
0.5	SCHWEIZ
0.5	ISRAEL
0.5	NIEDERLANDE
0.5	SUEDAFRIKA

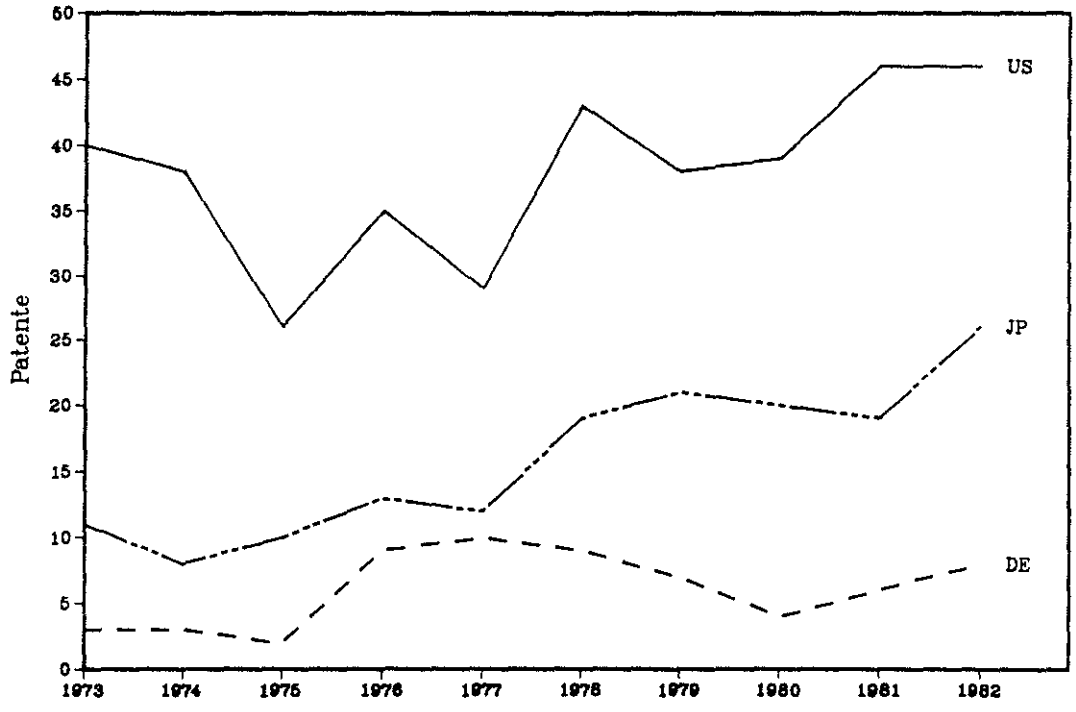
Spitzenposition.

Ein technisch interessanter Teilbereich der immobilisierten Enzyme ist das Gebiet der Enzym-Biosensoren; diesem Teilgebiet werden deshalb in dieser Studie einige Detailuntersuchungen gewidmet. Tabelle 5.3-3 zeigt für Biosensoren die Länderrangfolge am USPTO. Als markantes Ergebnis ist hier zu verzeichnen, daß die Bundesrepublik und Großbritannien in den USA kein einziges Patent für

Tabelle 5.3-3: Biosensoren - Länderrangfolge für USPTO-Patente im Erteilungszeitraum 1970 bis 1985 (insgesamt erfolgte Erteilungen)

33	UNITED STATES
24	JAPAN
4	FRANCE
3	SWITZERLAND
2	HUNGARY
2	SWEDEN
1	SOUTH AFRICA
1	AUSTRIA

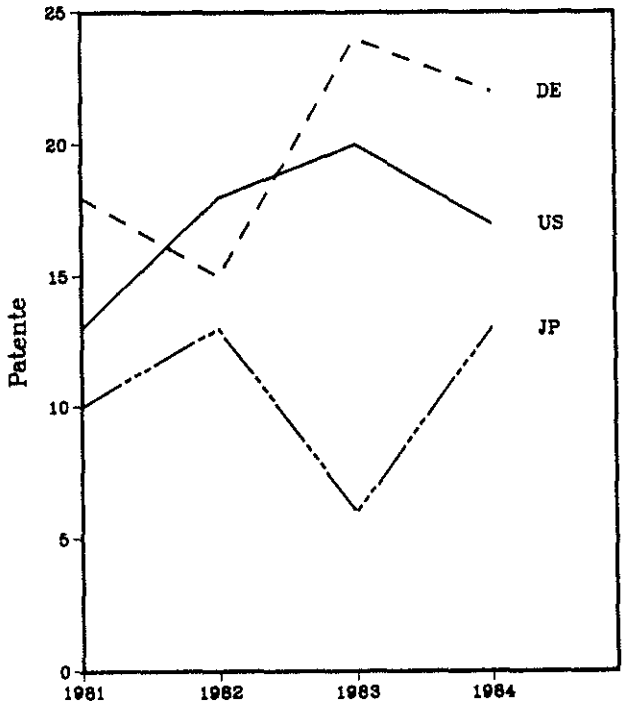
Abbildung 5.3-1: Immobilisierte Enzyme - US-Patenterteilungen 1973 bis 1982 nach Prioritätsjahren



Enzym-Biosensoren erworben haben, so daß hier mit großer Wahrscheinlichkeit Defizite oder - was nie ganz auszuschließen ist - eine selektive Geheimhaltungsstrategie in der technologischen Entwicklung dieser Länder vorliegen.

Die Abbildungen 5.3-1 und 5.3-2 zeigen den zeitlichen Verlauf der Patenterteilungen bzw. -anmeldungen nach Prioritätsjahren für den amerikanischen und deutschen Markt.

Abbildung 5.3-2: Immobilisierte Enzyme - Anmeldungen 1981 bis 1984 für den westdeutschen Markt nach Prioritätsjahren

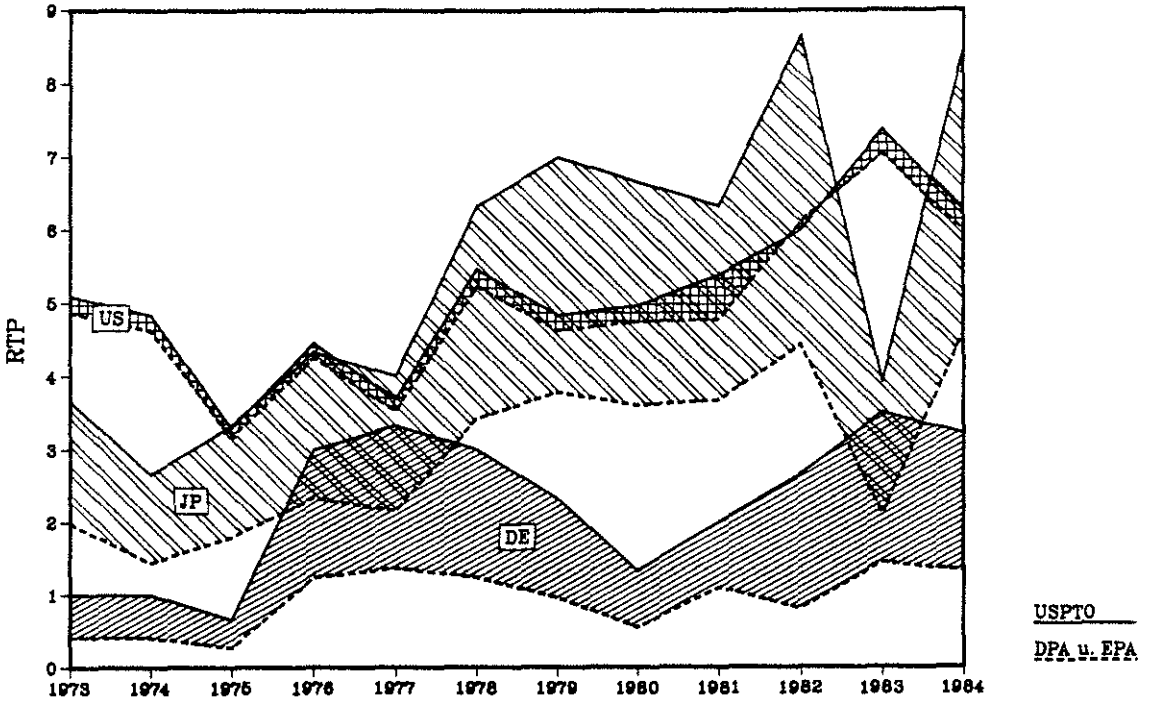


Relative technologische Position und Patentpotential

Die Patent- bzw. Anmeldezahlen der Abbildungen 5.3-1 und 5.3-2 sind in Abbildung 5.3-3 zu RTP-Zeitreihen kombiniert. Demnach beginnen die USA Anfang der siebziger Jahre auf einem vergleichsweise hohen Niveau, das aber bis zum Beginn der achtziger Jahre in etwa konstant bleibt. Erst zur Mitte der achtziger Jahre hin zeichnet sich ein stärkerer Entwicklungsschub ab, der aber schon 1983 wieder seinen Höhepunkt überschritten hat. In der erwähnten früheren Patentanalyse (OTAF 1983), die das Technikgebiet ungünstig abgrenzt, ergibt sich ein ganz anderer Trend: dort nimmt die Patentaktivität der US-Anmelder seit 1973 kontinuierlich ab. Die zur US-Technik gehörenden Patentsymbole mit Zuwächsen, die insbesondere in Anwendungsbereichen der Enzymtechnik liegen, sind mithin übersehen worden.

Die japanischen Entwicklungsanstrengungen auf dem Technikfeld "Immobilisierte Enzyme" nehmen mit mittleren, gleichmäßigen Steigerungsraten zu, so daß Ende der siebziger Jahre das US-Niveau erreicht wird. In der anschließenden Phase stagniert aber abgesehen von Schwankungen die Zahl der jährlichen Patenterteilungen bzw. -anmeldungen.

Abbildung 5.3-3: Relative technologische Position (RTP-Indikator) 1973 bis 1984 nach Prioritätsjahren



Die Bundesrepublik weist ein relativ niedriges Ausgangsniveau auf. Durch vermehrte Patentieraktivitäten in der zweiten Hälfte der siebziger Jahre kann jedoch kurzzeitig ein Anschluß an die japanischen Patentzahlen erreicht werden. Ab 1977 läßt das deutsche Interesse am Bereich der immobilisierten Enzyme spürbar nach; in den achtziger Jahren steigt dann die Zahl der Patentanmeldungen wieder an.

Angesichts der verschiedenen Auf- und Abwärtsbewegungen bei den Patentzahlen der Vergleichsländer ist es schwer, allein anhand von Abbildung 5.3-3 eindeutige Aussagen hinsichtlich einer Rangfolge zu treffen. In einer solchen Situation ist die Bildung der Patentpotentiale entsprechend Abbildung 5.3-4 besonders hilfreich, wonach sich eine deutliche dritte Position für die Bundesrepublik ergibt. Im Falle der USA und Japans zeigt sich in etwa ein Gleichstand, wobei allerdings offen bleibt, inwieweit die hohen RTP-Werte Japans auf dem US-Markt lediglich eine kommerziell motivierte Marktpräferenz oder aber eine reale technologische Stärke wiederspiegeln. Gemessen an der Situation auf dem westdeutschen Markt gibt es jedenfalls einen deutlichen Vorsprung der USA.

Abbildung 5.3-4: Immobilisierte Enzyme - Fünf-Jahres-Patentpotentiale (PP5-Indikator) 1977 bis 1984 nach Prioritätsjahren

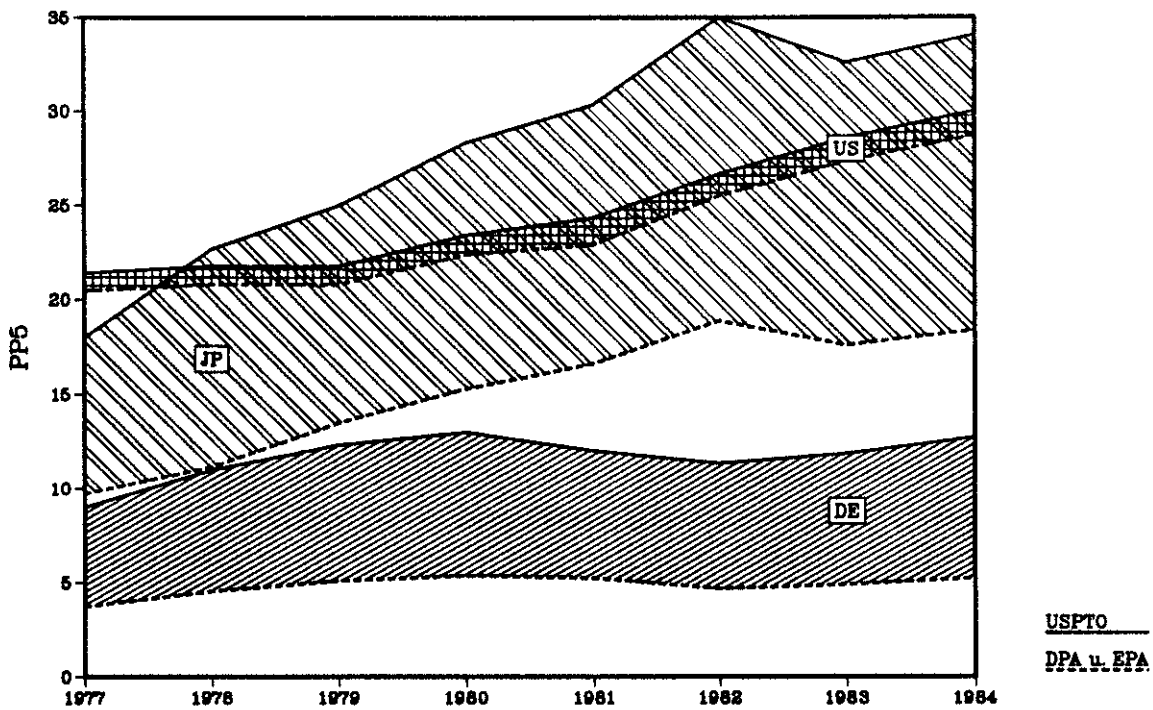
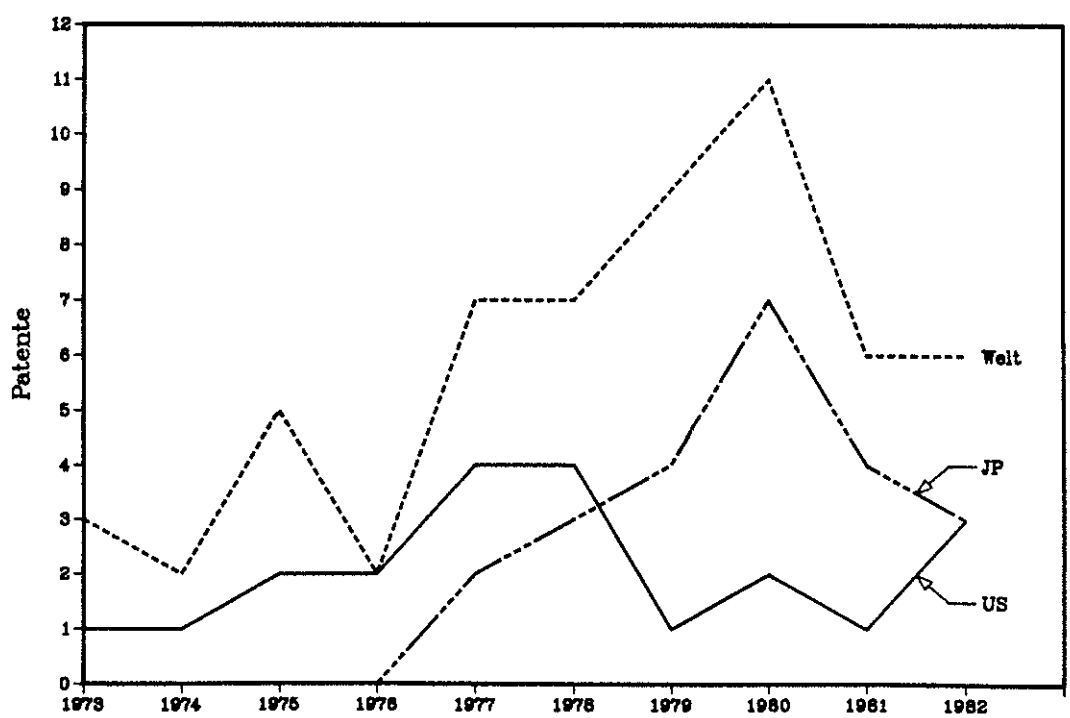


Abbildung 5.3-5: Enzym-Biosensoren - US-Patenterteilungen 1973 bis 1982 nach Prioritätsjahren



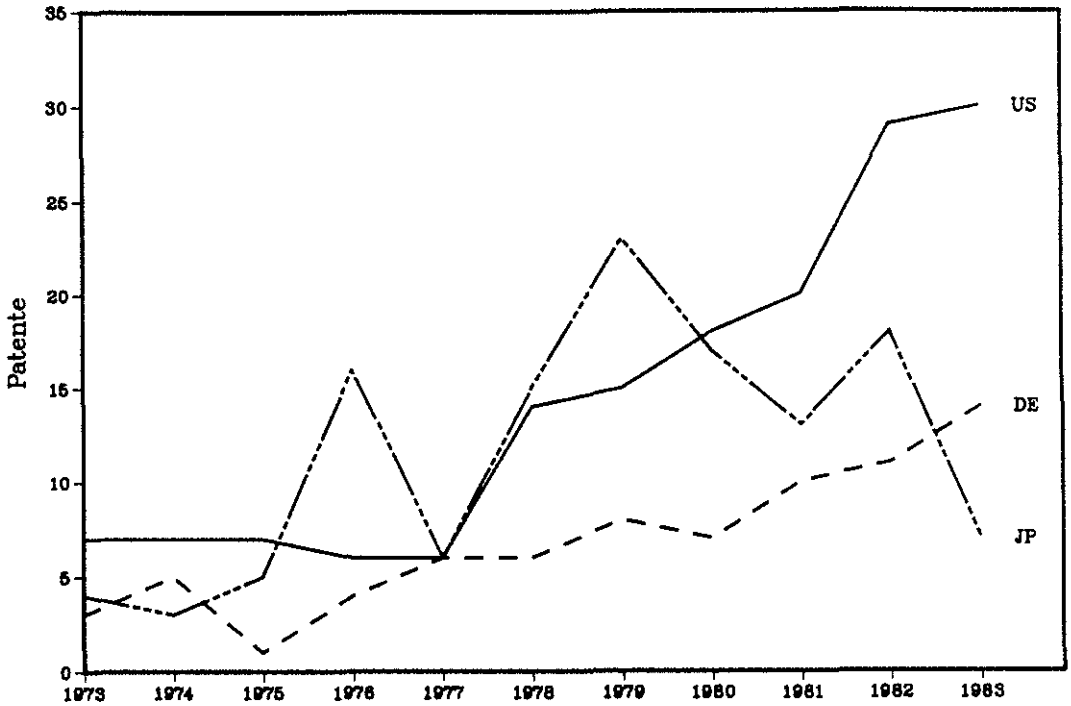
In Abbildung 5.3-5 ist für den oben bereits angesprochenen Teilbereich der Enzym-Biosensoren die Entwicklung am USPTO nachgezeichnet. Obwohl die jährlichen Anmeldezahlen für diesen Forschungsbereich sehr niedrig liegen und somit die statistische Aussage des Diagramms im Detail sicher anfechtbar ist, zeigen sich doch interessante Trends. Demnach gibt es bis zum Jahre 1978 ansteigende Entwicklungsanstrengungen der USA, die dann aber bis zum Jahre 1981 wieder bis auf einzelne Patente zurückgehen. Die Japaner melden erst im Jahre 1977 ihre ersten Biosensor-Erfindungen und zeigen danach einen starken Aufwärtstrend, wobei die jährlichen Erteilungszahlen über denen der USA liegen. In den Jahren 1981 und 1982 ist allerdings auch für Japan ein Abfall zu verzeichnen. Der zeitliche Verlauf aller Biosensor-Patente am USPTO ergibt sich fast vollständig aus einer Summation der Anmeldungen der USA und Japans. Alle anderen Länder spielen hier offensichtlich eine völlig untergeordnete Rolle (vgl. auch Tabelle 5.3-3).

Internationale Zeitreihen

Für INPADOC-Recherchen liegen bei den immobilisierten Enzymen insofern günstige Bedingungen vor, als dieses Technikgebiet mit Hilfe des IPC-Symbols C12N11 relativ vollständig erfaßt werden kann. Andererseits existiert diese Hauptgruppe erst ab 1980, so daß allenfalls für Prioritäten ab etwa 1978 mit statistisch zuverlässigen Ergebnissen gerechnet werden kann. Die in Abbildung 5.3-6 für die früheren Jahre ausgewiesenen Patentanmeldungen wurden entweder erst nach 1979 erteilt oder beruhen auf rückwirkenden Reklassifikationen einzelner nationaler Patentämter.

Zwischen den RTP-Verläufen nach Abbildung 5.3-3 und den INPADOC-Zahlen besteht erwartungsgemäß erst ab 1978 eine gewisse Ähnlichkeit, wobei sich allerdings auch danach im Detail erhebliche Unterschiede zeigen. So wird bei den INPADOC-Untersuchungen die japanische Zeitreihe - wie schon bei den Technikfeldern Roboter und Laser - offensichtlich für die Jahre 1982 und 1983 im Vergleich zur Bundesrepublik unterbewertet, wobei wieder eine unvollständige Erfassung von Auslandsanmeldungen für den US-Markt anzunehmen ist. Darüber hinaus wird das Maximum der japanischen Patentanmeldungen im Jahre 1979 in Abbildung 5.3-6 stark akzentuiert. Dieses ist insofern überraschend, als nach den oben diskutierten Präferenzen der US-Markt hinsichtlich seines Gesamtvolumens einen prägenden Einfluß auf die Zahl der japanischen Prioritäten mit

Abbildung 5.3-6: Immobilisierte Enzyme - Patentschriften 1973 bis 1983 weltweit mit mindestens einer Auslandsanmeldung nach Prioritätsjahren



Auslandsanmeldungen haben müßte. Den Einbruch japanischer Aktivitäten im Jahr 1983 diagnostizieren die internationalen Erhebungen ebenso wie der RTP-Indikator.

Patentanteile

Die Aktivitäts-Berechnung (RPA-Indikator) für das USPTO nach Tabelle 5.3-4 (entspricht der Tabelle 5.1-3) liefert weitere Interpretationshilfen für die oben diskutierten Zeitreihen. Die nicht dominierende Stellung der USA bei den immobilisierten Enzymen korreliert mit einem negativen RPA-Wert, während bei den japanischen Erfindern mit einem positiven Wert auch hier ein überdurchschnittliches Engagement belegt wird. Die zunächst steigende und dann wieder fallende Tendenz in der Bundesrepublik spiegelt sich auch in dem entsprechenden RPA-Verlauf wider (vgl. Abbildung 5.3-2). Die hohen RPA-Werte für Schweden und insbesondere Dänemark deuten auf eine entsprechende Konzentration der Entwicklungsanstrengungen dieser Länder hin. Gerade in diesen Fällen liefert der RPA-Indikator - oder besser Aktivitätsindex - wichtige Zusatzinformatio-

Tabelle 5.3-4: Immobilisierte Enzyme - Mittlerer relativer Patentanteil RPA am USPTO und Trend für ausgewählte OECD-Länder nach Erteilungsjahren

	MITTL. RPA	TREND		
LAND	75-85	75-78	79-82	83-85
US	-23.	-27.	-20.	-18.
JP	42.	41.	44.	33.
DE	-15.	-33.	10.	-37.
FR	23.	25.	30.	15.
GB	60.	83.	36.	64.
NL	4.	-26.	-7.	35.
DK	115.	188.	109.	-461.
CH	18.	40.	17.	-6.
SE	93.	118.	54.	109.

Tabelle 5.3-5: Immobilisierte Enzyme - Mittlerer relativer Patentanteil RPA am westdeutschen Markt und Trend für ausgewählte Länder nach Prioritätsjahren

	MITTL. RPA	TREND	
LAND	81-84	81-82	83-84
US	37.	37.	37.
JP	15.	36.	-8.
DE	-27.	-43.	-13.
FR	-39.	-25.	-54.
GB	-48.	-86.	-22.
NL	-52.	-49.	-56.
DK	159.	157.	160.
CH	-114.	-113.	-115.
SE	49.	46.	53.
IT	11.	43.	-32.
CS	264.	219.	298.
DD	102.	68.	125.

nen, da diese relativ kleinen Länder anhand einer Länderrangliste nach absoluten Zahlen, wie z. B. nach Tabelle 5.3-1, keine besondere Beachtung gefunden hätten.

Bei der RPA-Berechnung für den bundesdeutschen Markt nach Tabelle 5.3-5 werden die Ergebnisse von Tabelle 5.3-4 im wesentlichen bestätigt. Auffällig ist

aber der im Vergleich zu den USPTO-Daten hohe RPA-Wert der Vereinigten Staaten, der die Hypothese eines RPA-Heimnachteils für forschungsintensive Technikfelder stützt (vl. Abschnitt 2.3.2). Im Falle der Bundesrepublik zeigt sich ein solcher Effekt bei der Gegenüberstellung der in etwa vergleichbaren Erteilungsjahre 1983 bis 1985 am USPTO und der Prioritätsjahre 1981 und 1982 im Inland nur andeutungsweise. Die Tschechoslowakei und die DDR haben ausgeprägte Schwerpunkte in der Enzymtechnologie.

5.3.2 Analyse der Patentklassen und technologische Diffusion

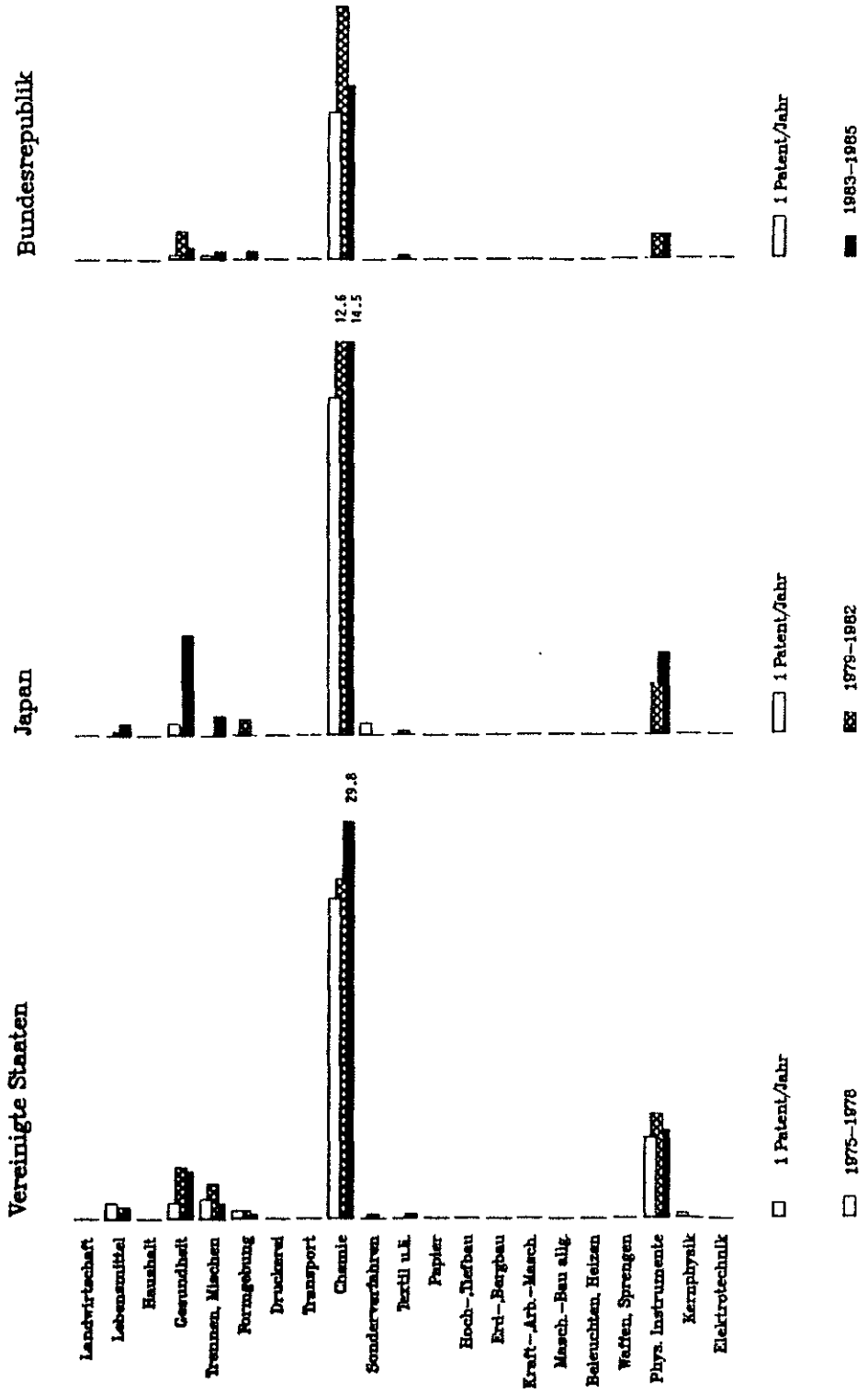
Die Abbildungen 5.3-7 und 5.3-8, die den Abbildungen 5.1-7 und 5.1-8 methodisch entsprechen, zeigen für die drei Vergleichsländer die Belegung der IPC-Untersektionen für den amerikanischen bzw. bundesdeutschen Markt. Insgesamt gibt es bei allen Ländern eine starke Konzentration auf den Hauptbereich der Chemie, während sich mögliche Diffusionsbereiche der immobilisierten Enzymtechnik in der Vergabe der Patentsymbole nur schwach widerspiegeln (vgl. auch Grupp, Hohmeyer, Schmoch 1987a).

In der Untersektion "Chemie" treten neben der Hauptgruppe für immobilisierte Enzyme (C12N11) vor allem "Chemische Verfahren unter Verwendung von Enzymen (C12P)", "Meß- oder Untersuchungsverfahren unter Einbeziehung von Enzymen (C12Q)" sowie "Proteine unbekannter Konsistenz (C07KX)" auf. Bemerkenswert ist eine führende Rolle der USA für Meß- und Untersuchungsverfahren.

Als weiterer wichtiger Anwendungsbereich tritt bei allen Ländern in verschiedener Ausprägung die Untersektion "Gesundheit" in Erscheinung. Es handelt sich dabei im wesentlichen um "Arzneimittel, die Eiweißstoffe enthalten (A61K 37)". In diesem Untersektor liegen - gemessen nach der Zahl der Patente bzw. Anmeldungen - Japan und die USA etwa gleich, wogegen das Niveau der Bundesrepublik deutlich niedriger ist.

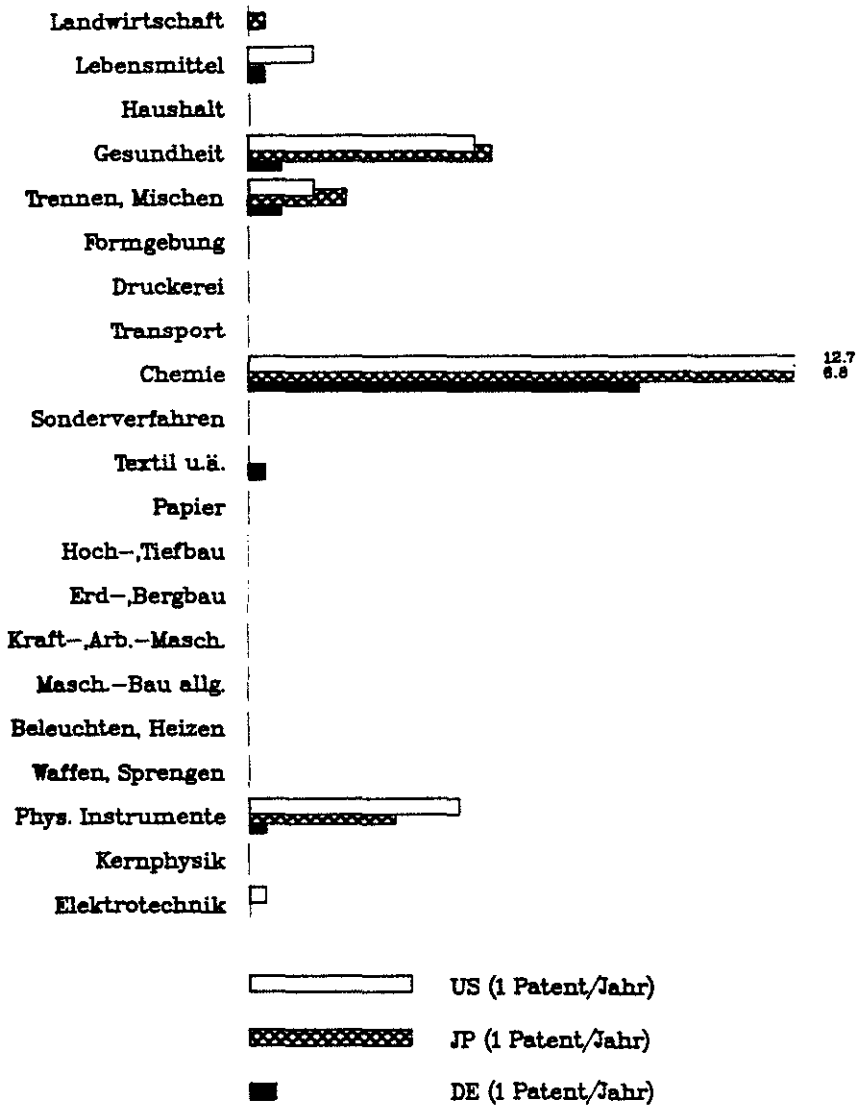
Sodann wird für die USA und Japan die Untersektion "Physikalische Instrumente" herausgestellt, die bei der Bundesrepublik praktisch keine Rolle spielt. Die Zuordnungen bei den USA und Japan verteilen sich hier etwa gleichmäßig auf die Hauptgruppen "Stoffanalysen durch Anwendung elektrischer Mittel (G01N 27)" und "Spezifische Methoden der Stoffanalysen (G01N 33)". In der erstgenannten Hauptgruppe sind die bereits oben angesprochenen Enzym-Biosensoren eingeordnet, in der zweiten Hauptgruppe geht es im wesentlichen um me-

Abbildung 5.3-7: Immobilisierte Enzyme - Patentklassenanalyse für die Erfinderländer USA, Japan und Bundesrepublik am US-Markt 1975 bis 1985 nach Erteilungszeiträumen



dizinische Untersuchungsverfahren. Die wenigen Nennungen für die Bundesrepublik beziehen sich auf diese letzte Hauptgruppe. Bei einer Addition der Patente mit den erwähnten Klassifikationen G01N 33 und C12Q kristallisiert sich eine führende Rolle der USA im Bereich der Analyseverfahren mit immobilisierten Enzymen heraus. In dem speziellen Bereich der Enzym-Biosensoren hat dagegen Japan in jüngster Zeit einen Vorsprung.

Abbildung 5.3-8: Immobilisierte Enzyme - Patentklassenanalyse für die Erfinderländer USA, Japan und Bundesrepublik am bundesdeutschen Markt im Prioritätszeitraum 1981 bis 1984



Bei den übrigen schwächer besetzten Untersektionen werden im folgenden nur kurz die am häufigsten genannten Unterklassen bzw. -gruppen aufgezählt, um eine gewisse inhaltliche Vorstellung zu vermitteln. Bei den Lebensmitteln verteilen sich die Nennungen auf die verschiedensten Anwendungen vom Konservieren bis hin zu den Butterersatzstoffen und Molkereierzeugnissen. Bei den wenigen Nennungen für die Untersektion "Textil" handelt es sich z. B. um Verfahren zum Kräuseln oder Bleichen von Naturfasern (D02G oder D06M).

Die Patente der Untersektion "Trennen, Mischen" beziehen sich auf spezielle chemische oder physikalische Verfahren z. B. zur Bindung von Enzymen an Träger (B01J 19). Dasselbe gilt für die vereinzelt ausgewiesenen Nennungen unter "Sonderverfahren". Die Patentanmeldungen im Bereich "Formgebung" betreffen die Ausbildung des Trägers für immobilisierte Enzyme (z. B. Schichtkörper (B32B)).

Offenbar ist die Abbildung des Technikfeldes der immobilisierten Enzyme auf die Patentklassifikationen relativ zu anderen Technologien so eindeutig, daß es sich nicht lohnt, bei der Klassenanalyse zwischen dem USPTO und dem Patentmarkt der Bundesrepublik zu differenzieren. Dies ist wohl auch auf die geringe Diffusion der Enzymtechnologie außerhalb der Chemie zurückzuführen. (Vgl. die gleichartigen Abbildungen 5.3-7 und 5.3-8)

5.3.3 Zitatanalyse und internationaler Technologietransfer

Abbildung 5.3-9 zur Zitatanalyse bei immobilisierten Enzymen entspricht methodisch Abbildung 5.1-11 für Roboter. Anhand der mittleren Zahl der Zitate pro Patent wird deutlich, daß Japan im Verlauf des Untersuchungszeitraums nicht nur bei den absoluten Anmeldezahlen, sondern offensichtlich auch in bezug auf die Qualität der Anmeldungen einen Anschluß an die USA erreichen konnte. Die Bundesrepublik liegt insgesamt auf demselben Niveau wie die Vergleichsländer, wobei aufgrund des geringeren Stichprobenumfangs stärkere jährliche Schwankungen auftreten. Interessant ist hier, daß die relativ hohe Zahl von Anmeldungen aus der Bundesrepublik in den Prioritätsjahren 1977 und 1978, die in etwa den Erteilungsjahren 1980 und 1981 entsprechen, zumindest 1980 mit einer relativ moderaten Zitatquote zusammenfällt. Möglicherweise war hier in qualitativer Hinsicht eine Durchsetzung am US-Markt nicht erreichbar.

Abbildung 5.3-9: Immobilisierte Enzyme - Mittlere Zahl der Verweise auf US-Patente nach zitiertem Herkunftsland des Erfinders und Erteilungsjahr 1975 bis 1983

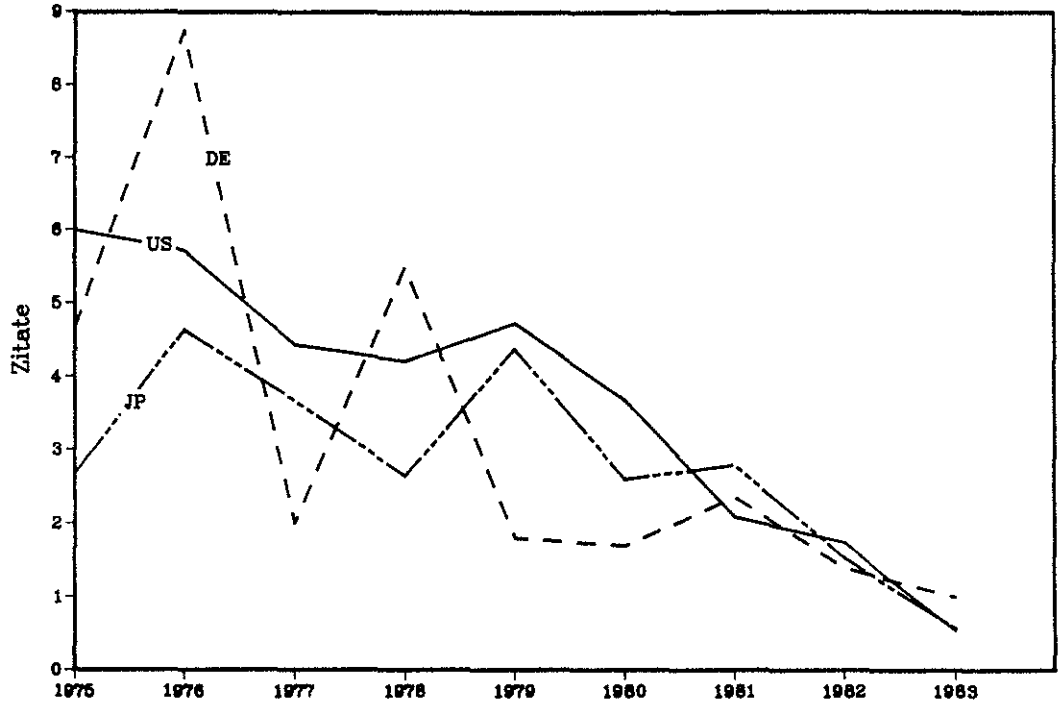
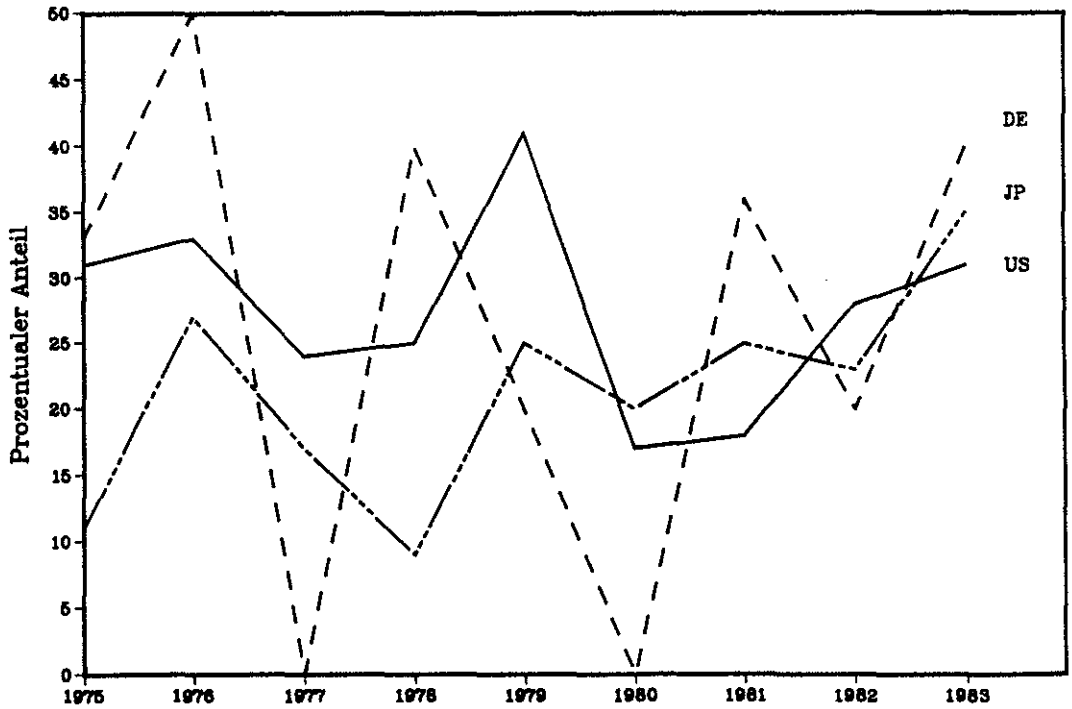
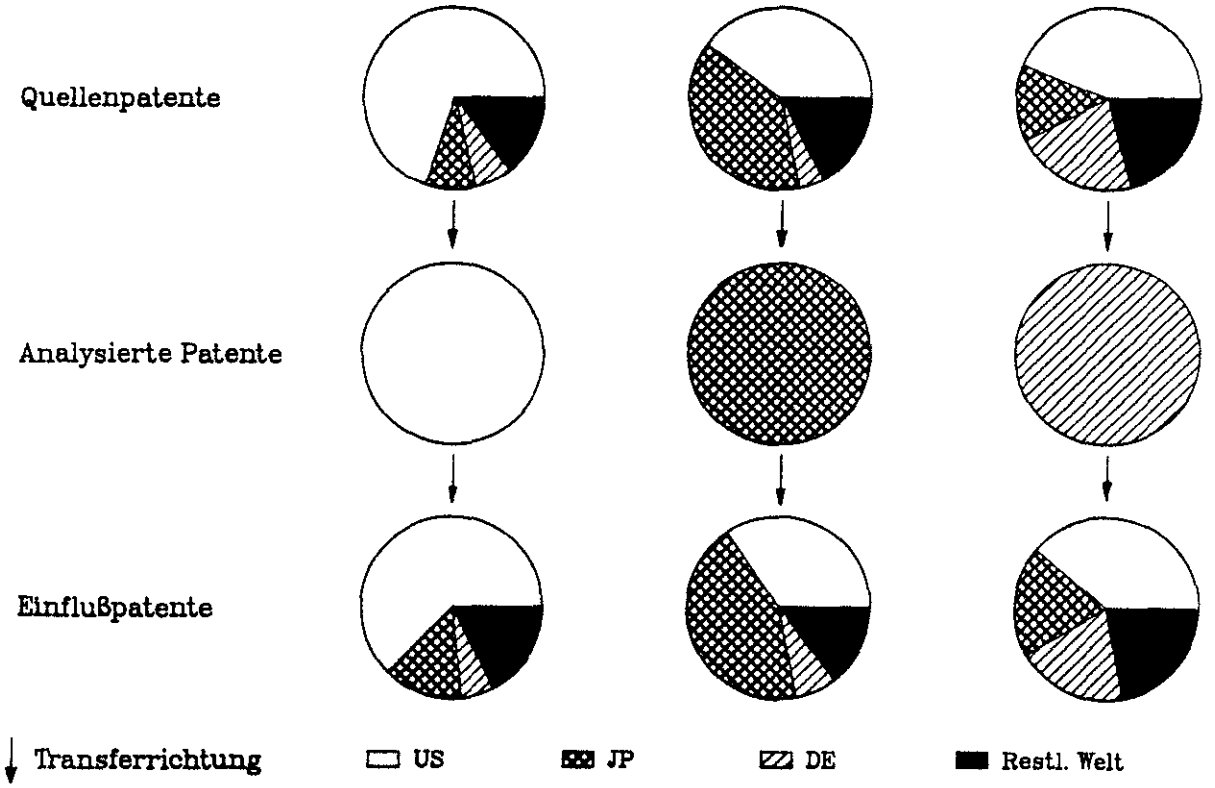


Abbildung 5.3-10: Immobilisierte Enzyme - Prozentualer Anteil höchstzitierter Patente (oberes 10 %-Perzentil pro Klasse) an allen Patenten des zitierten Landes nach Erteilungsjahren 1975 bis 1983



Die Abbildung 5.3-10 zeigt die jährlichen Prozentanteile derjenigen Patente, die zu dem oberen Zehntel der meistzitierten Patente einer US-Klasse gehören. Da das Gebiet der immobilisierten Enzyme fachlich relativ homogen und im Kernbereich der US-Klasse 435 zugeordnet ist, ist die Top-Perzentil-Analyse sicherlich aussagefähiger als im Falle der Industrieroboter. Es zeigt sich in der Tat eine recht gute Korrelation mit Abbildung 5.3-9, so daß sich in inhaltlicher Hinsicht keine neuen Schlußfolgerungen ergeben. Allerdings treten bei dieser Analyseform die Unstetigkeiten bei kleinen Stichproben noch deutlicher zu Tage. Die Summenwerte über den gesamten Betrachtungszeitraum von 1975 bis 1983 betragen 27 v.H. für die USA, 25 v.H. für die Bundesrepublik und 23 v.H. für Japan.

Abbildung 5.3-11: Immobilisierte Enzyme - Internationaler Technologietransfer analysiert auf der Basis von Patenten am USPTO für den Erteilungszeitrum 1975 bis 1985



Trotz des bei der Zitatanalyse zu erwartenden Heimnachteils liegen die USA somit insgesamt auf dem ersten Rang. Die gute Position der Bundesrepublik kann aufgrund des größeren Stichprobenumfangs beim Summenwert als statistisch fundiert betrachtet werden. Diese Ergebnisse werden durch die Teamgrößenanalyse nach Tabelle 2.3-2, die sich allerdings auf aktuellere Patentanmeldungen

bezieht, nur bedingt bestätigt. Während die Bundesrepublik und Japan jeweils überdurchschnittliche Teamgrößen aufweisen und somit wie bei der Zitatanalyse etwa auf gleichem Niveau liegen dürften, ist der entsprechende Wert für die USA durchschnittlich und nicht auffallend hoch. Hier können allerdings Einflüsse wie die geringe Präsenz der Firma Corning Glass Works auf dem deutschen Markt sowie der unterschiedliche Bezugszeitraum eine Rolle spielen.

Zur Beurteilung der Abbildung 5.3-11 zum Technologietransfer ist vorab festzuhalten, daß die USA bei der analysierten Gesamtstichprobe einen Anteil von 49,2 v.H. haben; bei Japan sind es 18,5 v.H. und bei der Bundesrepublik 7,6 v.H. Der Anteil der sonstigen europäischen Anmelder ist mit 24,7 % zumindest für ein forschungsintensives Technikfeld vergleichsweise hoch. Gemessen an diesen Grunddaten ergibt sich aus Abbildung 5.3-11, daß jedes der drei Vergleichsländer sehr stark auf eigener Technologie aufbaut, was sich sowohl aus den Quellen- als auch aus den Einflußpatenten ablesen läßt. Die internationale Vernetzung der Technologie ist bei den immobilisierten Enzymen also offenbar deutlich geringer, als es in anderen Bereichen der Spitzentechnik der Fall ist.

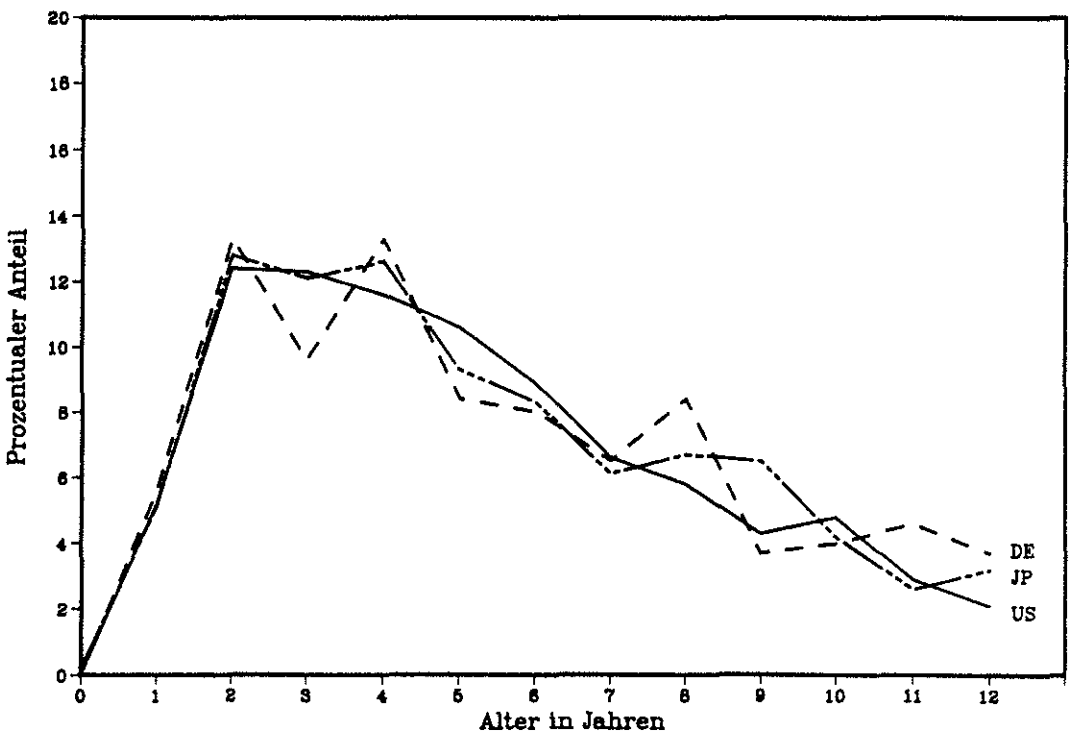
Tabelle 5.3-6: Immobilisierte Enzyme - Basiszahlen für eine Zitatanalyse beim DPA für die Prioritätsjahre 1981 bis 1984

ERFINDERLAND	DE	US	JP	SUMME
ANMELDEZAHL	76	18	21	115
GEPRUEFTE ANMELDUNGEN	6	1	1	8
PRUEFUNGS-QUOTE	0.08	0.06	0.05	0.07
PATENT-ZITATE	54	0	0	54
PATENTZIT. PRO PATENT	9.00	0.00	0.00	6.75
LITERATUR-ZITATE	7	0	2	9
LIT.-ZIT. PRO PATENT	1.17	0.00	2.00	1.13
LITERATUR-ZITATQUOTE	0.11	0.00	1.00	0.14

Beim DPA wurden im Bereich der immobilisierten Enzyme für Patentanmeldungen der Prioritätsjahre 1981 bis 1984 lediglich acht Prüfungsanträge gestellt, so daß eine statistisch aussagefähige Zitatanalyse nicht möglich ist (vgl. Tabelle 5.3-6). Immerhin läßt die sehr niedrige Prüfungsquote bei westdeutschen Erfindungen von nur 8 % darauf schließen, daß derzeit das kommerzielle Interesse an den immobilisierten Enzymen - beziehungsweise die Einschätzung der Durchsetzbarkeit von Schutzrechtsansprüchen - gering ist. Spielt hier die Sperrfunktion der Patentanmeldung eine Rolle?

Aufgrund der schmalen statistischen Basis beim DPA wird der Zeitverzug zwischen Patentanmeldung und Entgegenhaltung nur für das USPTO wiedergegeben (Abbildung 5.3-12). Hier zeigt sich eine Häufung bei Schriften mit einem Alter von zwei bis vier Jahren, wobei keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Vergleichsländern feststellbar sind. Das Fortschrittstempo liegt damit auf dem Niveau der anderen Technologiefelder (vgl. Abbildungen 5.1-15 und 5.2-13).

Abbildung 5.3-13: Immobilisierte Enzyme - Alter der Verweise von USPTO-Patenten 1975 bis 1985 auf USPTO-Patente nach Nationalität der zitierenden Schrift



5.3.4 Anmelderanalyse

Anmelder nach Patenthäufigkeit

Die Tabellen 5.3-7 bis 5.3-12 zeigen für die drei Vergleichsländer die größten Anmelder im Technikfeld "Immobilisierte Enzyme" auf dem amerikanischen bzw. westdeutschen Markt und entsprechen methodisch den Tabellen 5.1-6 bis 5.1-11 für Roboter.

Sowohl für japanische als auch für amerikanische Anmelder weisen die Listen für den bundesdeutschen wie den amerikanischen Markt hinsichtlich der ausgewiesenen Anmelder große Ähnlichkeit auf. Doch gibt es offensichtlich bei einzelnen Anmeldern auch dezidierte Marktpräferenzen für die alte oder die neue Welt. Beispiele sind die Konzentration von Miles auf den deutschen bzw. europäischen Markt und umgekehrt von Corning Glass Works auf den amerikanischen Markt (vgl. Tabelle 5.3-7 und 5.3-10). Bei japanischen Patenten fällt die Dominanz von Tanabe Seiyaku in den USA auf (Tabelle 5.3-8). In der Bundesrepublik fällt dagegen keine japanische Firma auf (Tabelle 5.3-11), auch Tanabe Seiyaku nicht.

Tabelle 5.3-7: Immobilisierte Enzyme - Rangliste (TOP 16) der Anmelder mit US-Erfindern am USPTO und Anmeldertypen im Erteilungszeitraum 1975 bis 1985

27	CORNING GLASS WORKS
22	UOP INC
20	MILES LABORATORIES INC
14	W R GRACE & CO
10	THE UNITED STATES OF AMERICA AS REPRESENTED BY THE SECRETARY OF AGRICULTURE
9	STANDARD BRANDS INCORPORATED
8	E R Squibb & Sons Inc
8	TECHNICON INSTRUMENTS CORPORATION
7	CPC INTERNATIONAL INC
7	PURDUE RESEARCH FOUNDATION
7	Suva Company
6	Damon Corporation
6	OWENS-ILLINOIS INC
6	R J REYNOLDS TOBACCO COMPANY
5	EXXON RESEARCH AND ENGINEERING COMPANY
5	The Dow Chemical Company

43	No Assignee
2	Non-US Corporation
340	US Corporation
14	US Government
1	US Individual

Tabelle 5.3-8: Immobilisierte Enzyme - Rangliste (TOP 16) der Anmelder mit japanischen Erfindern am USPTO und Anmeldertypen im Erteilungszeitraum 1975 bis 1985

16	TANABE SEIYAKU CO LTD
8	AGENCY OF INDUSTRIAL SCIENCE & TECHNOLOGY
7	CPC INTERNATIONAL INC
6	Ajinomoto Company Incorporated
6	Japan Atomic Energy Research Institute
6	Matsushita Electric Industrial Co Ltd
6	TAKEDA CHEMICAL INDUSTRIES LTD
5	Nitto Chemical Industry Co Ltd
5	SUMITOMO CHEMICAL COMPANY LIMITED
5	TOYO JOZO KABUSHIKI KAISHA
4	ASAHI KASEI KOGYO KABUSHIKI KAISHA
4	Fuji Electric Company Ltd
4	Hitachi Ltd
4	Kureha Kagaku Kogyo Kabushiki Kaisha
4	MITSUBISHI CHEMICAL INDUSTRIES LTD
4	SEIKAGAKU KOGYO CO LTD

1	(Part Interest)
2	No Assignee
135	Non-US Corporation
8	Non-US Government
2	Non-US Individual
8	US Corporation

Tabelle 5.3-9: Immobilisierte Enzyme - Rangliste (TOP 26) der Anmelder mit westdeutschen Erfindern am USPTO und Anmeldertypen im Erteilungszeitraum 1987 bis 1985

12	BAYER AKTIENGESELLSCHAFT
12	BOEHRINGER MANNHEIM GMBH
6	Rohm GmbH Chemische Fabrik
5	BASF Aktiengesellschaft
2	BEHRINGWERKE AKTIENGESELLSCHAFT
2	Dynamit Nobel Aktiengesellschaft
2	Kali-Chemie Aktiengesellschaft
2	Max-Planck-Gesellschaft
1	AGFA-Gevaert A G
1	BIOTEST-SERUM-INSTITUT GMBH
1	BOEHRINGER INGELHEIM GMBH
1	Byk-Mallinckrodt Chemische Produkte GmbH
1	Chandon Investment Planning Ltd
1	DEGUSSA AG
1	DR EDWARD FRESENIUS CHEMISCH-PHARMAZEUTISCHE INDUSTRIEKG AF
1	Fraunhofer-Gesellschaft
1	Gambro Dialysatoren KG
1	Gesellschaft fur biotechnologische forschung mbH (GBF)
1	Kernforschungsanlage Julich Gesellschaft mit beschrankter Ha
1	Linde Aktiengesellschaft
1	MEDAC Gesellschaft fur Klinishce Spezialpraparate mbH
1	Oscobal AG
1	President and Fellows of Harvard College
1	Schering Aktiengesellschaft
1	THE UNITED STATES OF AMERICA AS REPRESENTED BY THE SECRETARY
1	Universal Gesellschaft fur Umwelttechnik mbH

1	No Assignee
62	Non-US Corporation
1	US Corporation
1	US Government

Tabelle 5.3-10: Immobilisierte Enzyme - Rangliste (TOP 11) der ED-Anmelder mit US-Erfindern im Prioritätszeitraum 1981 bis 1984

7	Miles Laboratories Inc. (*US Elkhart, Ind.)
5	IDIN identisch mit Erfinder
4	Damon Biotech Inc. (*US Needham Heights, Mass.)
3	Corning Glass Works, Corning (*US N.Y.)
3	Genex Corp. (*US Rockville, Md.)
3	Owens-Illinois Inc. (*US Toledo, Ohio)
3	UOP Inc. (*US Des Plaines, Ill.)
2	Bio-Response Inc. (*US Wilton, Conn.)
2	Nabisco Brands Inc. (*US New York, N.Y., Parsippany, N.J)
2	PPG Industries Inc. (*US Pittsburgh, Pa.)
2	The Board of Trustees of the Leland Stanford Junior University

Tabelle 5.3-11: Immobilisierte Enzyme - Rangliste (TOP 11) der ED-Anmelder mit japanischen Erfindern im Prioritätszeitraum 1981 bis 1984

3	Japan Synthetic Rubber Co. Ltd. (*JP Tokio/Tokyo)
3	Tanabe Seiyaku Co. Ltd. (*JP Osaka)
2	Hitachi Ltd. (*JP Tokio/Tokyo)
2	Kao Corp. (*JP Tokio/Tokyo)
2	Mochida Pharmaceutical Co. Ltd. (*JP Tokio/Tokyo)
2	Nihon Chemical Research K.K. (*JP Kobe, Hyogo)
2	Nippon Oil Co. Ltd. (*JP Tokio/Tokyo)
2	Olympus Optical Co. Ltd. (*JP Tokio/Tokyo)
2	Otsuka Pharmaceutical Co. Ltd. (*JP Tokio/Tokyo)
2	Takeda Chemical Industries Ltd. (*JP Osaka)
2	Unitika Ltd. (*JP Amagasaki, Hyogo)

Bei westdeutschen Anmeldern überrascht die hohe Zahl von Anmeldungen der Firma Boehringer Mannheim GmbH in den USA (Tabelle 5.3-9). Noch bemerkenswerter ist aber das völlige Fehlen von Patenten der Firma Hoechst auf dem US-Markt, deren Inventionen in der Bundesrepublik eine ausgeprägte Führungsrolle besitzen. Jedoch haben amerikanische Erfinder zwei Patente für die amerikanische Hoechst-Tochter erwirkt (in Tabelle 5.3-7 nicht ausgewiesen). Bayer ist hier wie dort stark engagiert. Trotz des Fehlens einer großen Firma wie Hoechst gibt es insgesamt bei den immobilisierten Enzymen eine starke westdeutsche Präferenz für den US-Markt (vgl. Tabelle 2.3-1).

Tabelle 5.3-12: Immobilisierte Enzyme - Rangliste (TOP 30) der ED-Anmelder mit bundesdeutschen Erfindern im Prioritätszeitraum 1981 bis 1984

12	Bayer AG (*DE 5090 Leverkusen)
12	Hoechst AG (*DE 6230 Frankfurt)
8	IDIN identisch mit Erfinder
7	Roehm GmbH (*DE 6100 Darmstadt)
4	BASF AG (*DE 6700 Ludwigshafen)
3	Fraunhofer-Gesellschaft zur Foerderung der angewandten Forschung
3	Schering AG (*DE 1000 Berlin und 4709 Bergkamen)
2	Behringwerke AG (*DE 3550 Marburg)
2	Boehringer Ingelheim KG (*DE 6507 Ingelheim)
2	Boehringer Mannheim GmbH (*DE 6800 Mannheim)
2	Kernforschungsanlage Juelich GmbH (*DE 5170 Juelich)
2	Linde AG (*DE 6200 Wiesbaden)
2	Sueddeutsche Zucker AG (*DE 6800 Mannheim)
1	ABL GmbH Analysen-Bio- und Labortechnik (*DE 5231 Forstmehren)
1	Akzo GmbH (*DE 5600 Wuppertal)
1	B. Braun Melsungen AG (*DE 3508 Melsungen)
1	Battelle-Institut e.V. (*DE 6000 Frankfurt)
1	Bayerische Versuchs- und Lehrbrennerei TU Muenchen - Weihenstepha
1	Byk-Mallinckrodt Chemische Produkte GmbH (*DE 6057 Dietzenbach)
1	Degussa AG (*DE 6000 Frankfurt)
1	Fischer Recycling GmbH u. Co KG (*DE 7980 Ravensburg)
1	Haarmann & Reimer GmbH (*DE 3450 Holzminden)
1	Henkel KGaA (*DE 4000 Duesseldorf)
1	Hennig Berlin GmbH Chemie- und Pharmawerk (*DE 1000 Berlin)
1	Kali-Chemie AG (*DE 3000 Hannover)
1	Klitzing, Lebrecht von 'Dr.' (*DE 2406 Stockelsdorf)
1	Macherey-Nagel & Co (*DE Chemikalienhandel, 5160 Dueren)
1	Max-Planck-Gesellschaft zur Foerderung der Wissenschaften e.V.
1	Tiltscher, Helmut 'Prof.Dipl.-Chem.Dr.rer.nat.habil.'
1	Wagner, Fritz 'Prof. Dr.' (*DE 3300 Braunschweig)

Anmelder nach Zitathäufigkeit

Bei der Aufstellung einer Anmelder-Rangordnung nach der Zahl der Zitate auf Enzym-Patente wird bei den USA und Japan die Einordnung nach der Zahl der Patente im wesentlichen bestätigt (vgl. Tabellen 5.3-7 und 5.3-8 mit 5.3-13 und 5.3-14). Bemerkenswert ist allerdings die relative Aufwertung von Corning Glass Works durch die Zitatanalyse und umgekehrt eine Abwertung von Tanabe Seiyaku. Im Falle der bundesdeutschen Enzym-Hersteller hat nach der Zitatbewertung Boehringer Mannheim GmbH gegenüber Bayer eine dezidierte Spitzenstellung (vgl. Tabellen 5.3-9 und 5.3-15), ein Sachverhalt, der sich aus der Anmeldestatistik in den USA nicht ergibt.

Tabelle 5.3-13: Immobilisierte Enzyme - Patent-Zitat-Stärke US-amerikanischer Patentinhaber (Zahl der insgesamt erhaltenen Zitate) am USPTO 1975 bis 1985

Zahl der erhaltenen Zitate	Anmelder
84	Corning Glass Works
44	UOP Inc.
38	W.R. Grace & Co.
36	Miles Laboratories, Inc.
29	USA Secretary of Agriculture
29	Standard Brands Incorporated
29	R.J. Reynolds Tobacco Co.
22	Owen-Illinois, Inc.
21	Technicon Instruments Corp.
20	CPC International, Inc.

Tabelle 5.3-14: Immobilisierte Enzyme - Patent-Zitat-Stärke japanischer Patentinhaber (Zahl der insgesamt erhaltenen Zitate) am USPTO 1975 bis 1985

Zahl der erhaltenen Zitate	Anmelder
39	Tanabe Seiyaku Co., Ltd
24	Agency of Industrial Science & Technology
17	CPC International, Inc.
16	Takeda Chemical Industries, Ltd.
13	Japan Atomic Energy Research Institute
12	Mitsubishi Chemical Industries, Ltd.
10	Ajinimoto Co., Inc.
10	Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.
10	Sumitomo Chemical Co., Ltd.
6	Toyo Jozo Co., Ltd.

Tabelle 5.3-15: Immobilisierte Enzyme - Patent-Zitat-Stärke bundesdeutscher Patentinhaber (Zahl der insgesamt erhaltenen Zitate) am USPTO 1975 bis 1985

Zahl der erhaltenen Zitate	Anmelder
41	Boehringer Mannheim GmbH
21	Bayer AG
14	Roehm GmbH
8	Behring-Werke AG
7	BASF Aktiengesellschaft
6	Max Planck Gesellschaft
1	Dynamit Nobel AG

5.4 Solarzellen

Wie die einzelnen Tabellen und Abbildungen dieses Abschnitts zustandekommen und was sie aussagen, ist in den Abschnitten 2.3 und 4 grundsätzlich und in Abschnitt 5.1 detailliert für Roboter erklärt. In diesem Abschnitt werden nur die Besonderheiten bei Solarzellen angesprochen und ansonsten keine methodischen Erläuterungen mehr angeboten (vgl. 5.1). Abschnitte, Tabellen und Zeichnungen sind zum Zwecke des Parallellesens soweit wie möglich gleich wie in den anderen Technikfeldern bezeichnet.

5.4.1 Deutsche, amerikanische und internationale Zeitreihen

Anmeldungen am deutschen und amerikanischen Patentamt

Im Technikfeld "Solarzellen" sind als wesentliche ausländische Anmelder beim USPTO lediglich Japan und die Bundesrepublik und eventuell noch Frankreich zu nennen (vgl. Tabelle 5.4-1). Aus den Verhältnissen am bundesdeutschen Markt,

Tabelle 5.4-1: Solarzellen - Länderrangfolge für USPTO-Patente im Erteilungszeitraum 1975 bis 1985 (in durchschnittlichen Erteilungen pro Jahr)

121.6	UNITED STATES
12.5	JAPAN
11.0	FR GERMANY
6.5	FRANCE
2.2	UNITED KINGDOM
2.1	CANADA

Tabelle 5.4-2: Solarzellen - Länderrangfolge für ED-Anmeldungen in den Prioritätsjahren 1981 bis 1984 (in durchschnittlichen Anmeldungen pro Jahr)

59.5	BUNDESREPUBLIK
25.8	VEREINIGTE STAATEN
16.8	JAPAN
1.3	FRANKREICH
1.0	GROSSBRITANNIEN
1.0	ITALIEN
0.8	AUSTRALIEN
0.8	SPANIEN
0.5	DEUTSCHE DEM. REP.
0.5	NIEDERLANDE
0.5	SOWJETUNION

Abbildung 5.4-1: Solarzellen - US-Patenterteilungen 1973 bis 1982 nach Prioritätsjahren

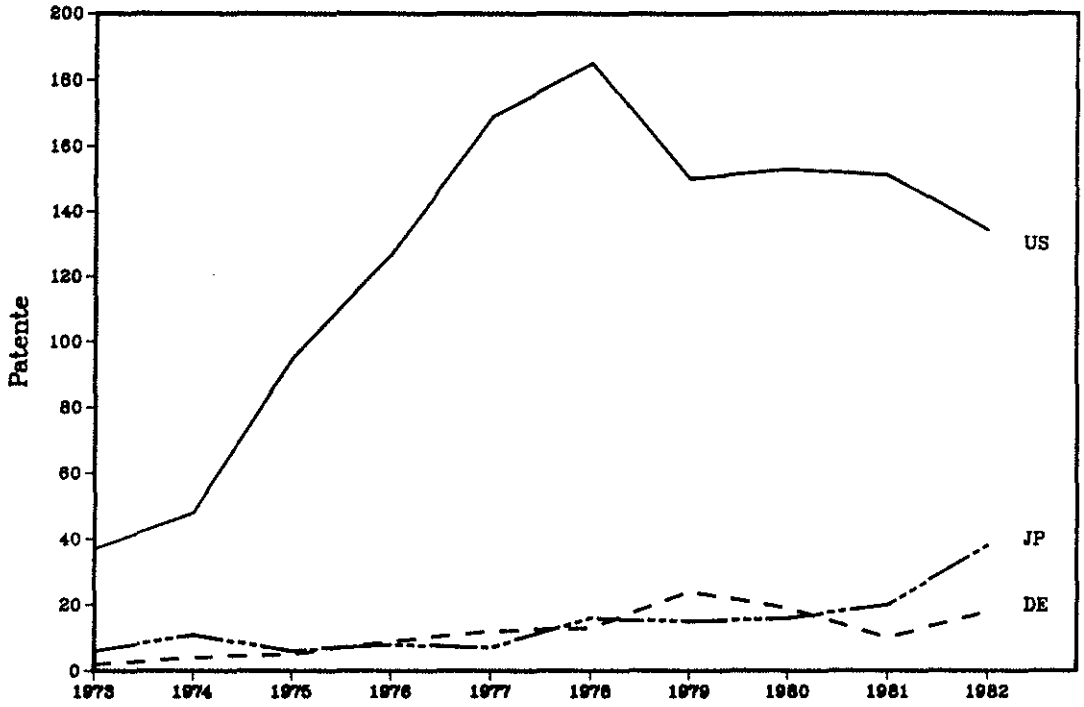
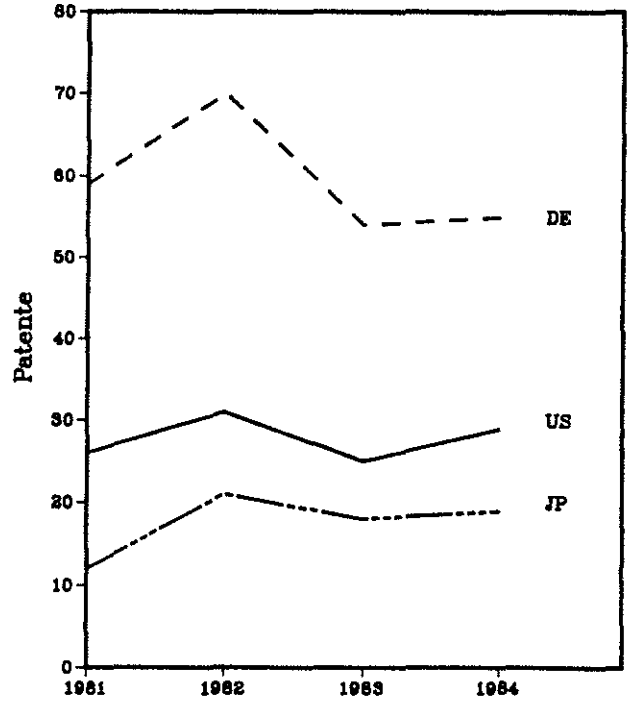


Abbildung 5.4-2: Solarzellen - Anmeldungen 1981 bis 1984 für den westdeutschen Markt nach Prioritätsjahren



die in Tabelle 5.4-2 dargestellt sind, ergibt sich eine gute Stellung der Vereinigten Staaten gegenüber den Vergleichsländern. Erstaunlicherweise ist der Vorsprung Frankreichs gegenüber Großbritannien bei ED-Anmeldungen anders als in den Vereinigten Staaten nur gering. Offensichtlich sind die französischen Hersteller auf den US-Markt hin orientiert. Die Abbildungen 5.4-1 und 5.4-2 geben den zeitlichen Verlauf von USPTO- bzw. ED-Patentanmeldungen nach Prioritätsjahren wieder.

Relative technologische Position und Patentpotential

In Abbildung 5.4-3 sind die Patenterteilungen bzw. -anmeldungen aus den Abbildungen 5.4-1 und 5.4-2 zu RTP-Zeitreihen kombiniert. Demnach beginnen alle drei Vergleichsländer auf einem relativ niedrigen Ausgangsniveau, wobei die USA seit 1974 wohl im Gefolge des ersten Ölpreisschubs bis zum Jahre 1978 sehr starke Zuwachsraten zu verzeichnen haben. Danach sinken bei den USA die Patentzahlen ein Stück weit ab und stagnieren auf relativ hohem Niveau. Als interessantes Detail ist zu vermerken, daß die US-Anmeldungen beim USPTO von 1981 auf 1982 deutlich zurückgehen, während bei den DPA/EPA-Anmeldungen 1982 noch einmal eine Anmeldungsspitze zu verzeichnen ist.

Abbildung 5.4-3: Solarzellen - Relative technologische Position (RTP-Indikator) 1973 bis 1984 nach Prioritätsjahren

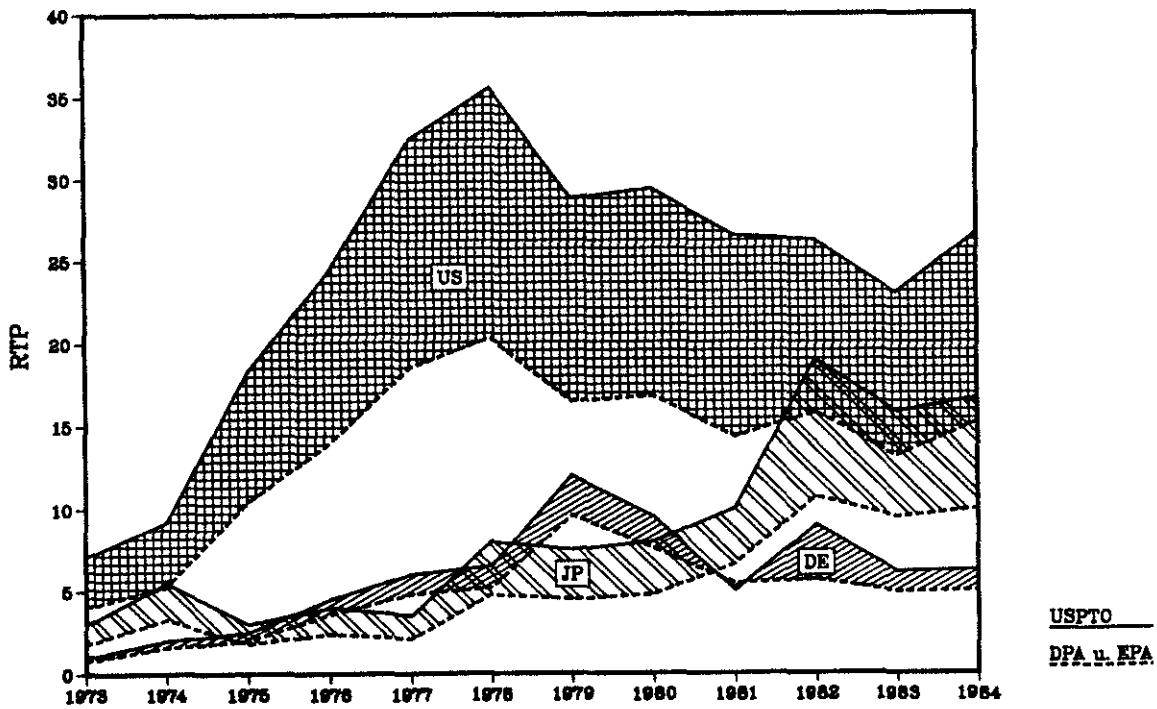
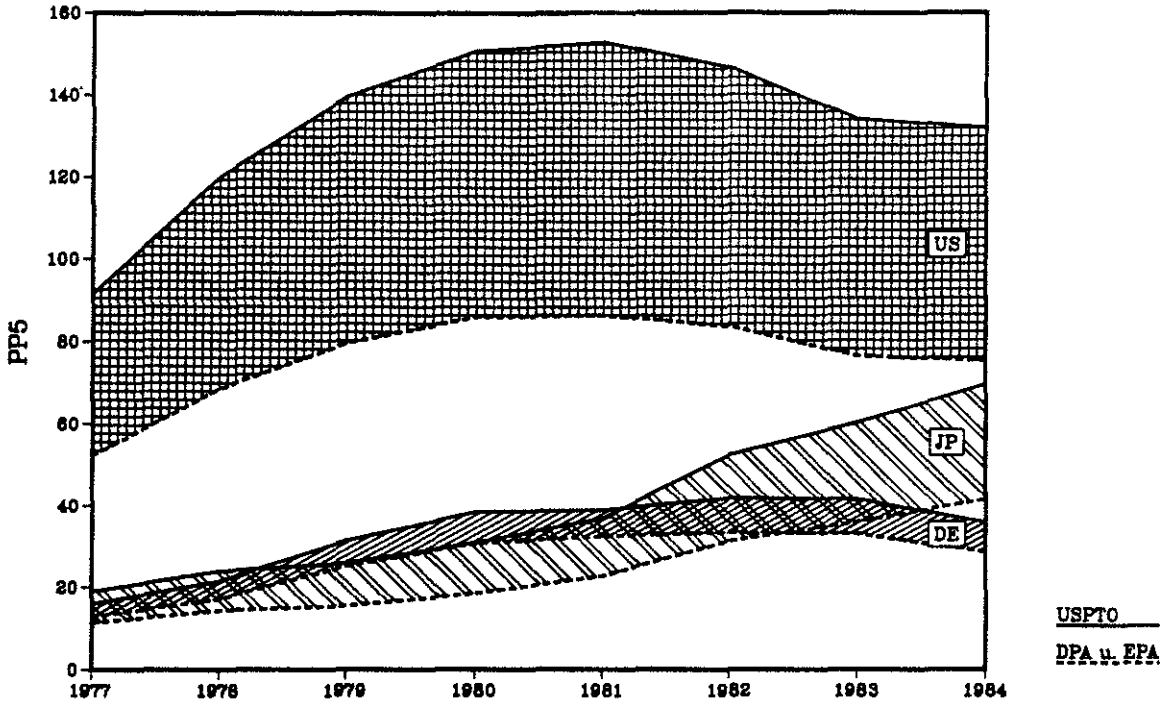


Abbildung 5.4-4: Solarzellen - Fünf-Jahres-Patentpotentiale (PP5-Indikator) 1977 bis 1984 nach Prioritätsjahren



Nach Abbildung 5.4-3 weisen Japan und die Bundesrepublik in den 70er Jahren mittlere Zuwachsraten auf und liegen etwa auf gleichem Niveau. Im Jahre des zweiten Ölpreisschubs - 1979 - ergibt sich für die Bundesrepublik ein Maximum am USPTO, wonach dann aber die Zahlen auf das Niveau von 1976 wieder zurückgehen und auf dieser Höhe stagnieren. Die Zahl der japanischen Erfindungen steigt demgegenüber auch in den achtziger Jahren noch weiter an, so daß sich nunmehr ein deutlicher Vorsprung gegenüber der Bundesrepublik herauskristallisiert.

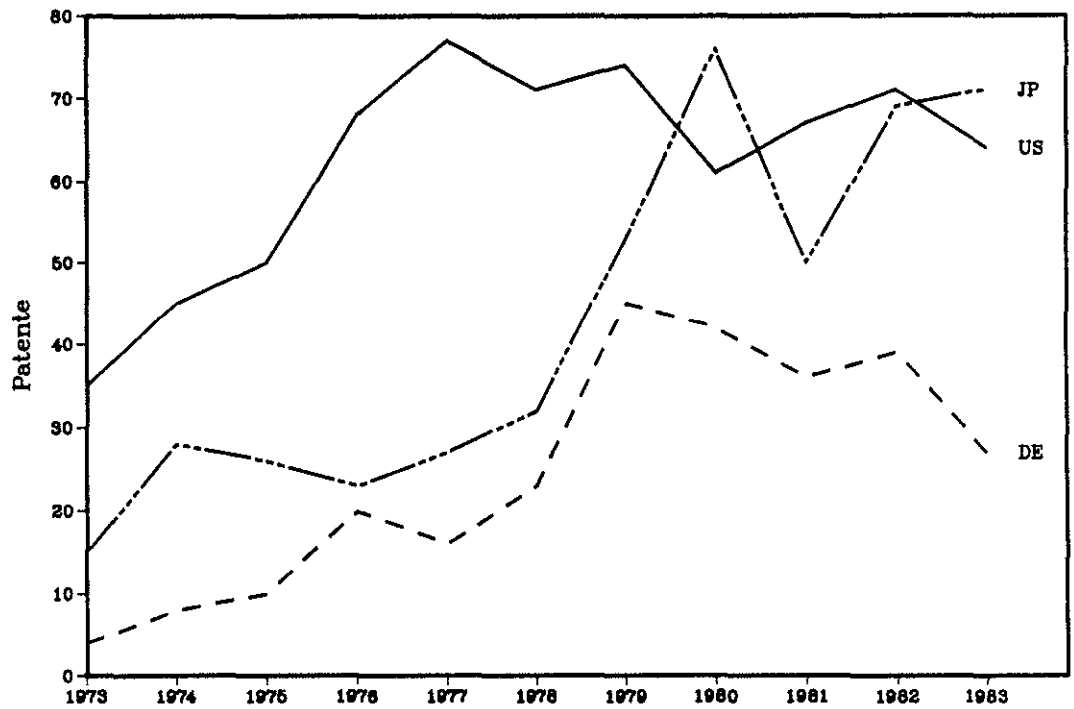
Berechnet man aus den Summen der RTP-Werte das Patentpotential (PP5-Indikator), zeigt sich insgesamt eine eindeutige Führungsposition der Vereinigten Staaten, d. h., der sich bei den RTP-Werten abzeichnende Anschluß Japans an die USA wird bezogen auf die noch bestehenden Schutzrechte nicht erreicht. Des weiteren ist auch der Vorsprung Japans gegenüber der Bundesrepublik weniger ausgeprägt.

Internationale Zeitreihen

Im Falle der Solarzellen ist eine geeignete Auswahl von IPC-Symbolen für die

INPADOC-Recherchen relativ problematisch. Eine Beschränkung auf die Symbole H01L 31/04 und 31/06, unter denen ausschließlich Photovoltaik-Anmeldungen eingeordnet sind, würde das Gebiet in kaum vertretbarer Weise verkürzen; eine Hinzunahme von möglichen, aber nicht vollständig zur Technologie gehörenden Patentklassen birgt demgegenüber die Gefahr von nicht abschätzbaren Fehlermengen (vgl. Abschnitt 4.4.4). Als Kompromiß wurden neben den Symbolen H01L 31/04 und 31/06 noch die Gruppen 31/00, 31/02 und 31/18 berücksichtigt, die nach Stichprobenuntersuchungen zumindest überwiegend Photovoltaik-Anmeldungen enthalten.

Abbildung 5.4-5: Solarzellen - Patentschriften 1973 bis 1983 weltweit mit mindestens einer Auslandsanmeldung nach Prioritätsjahren



Auf der Grundlage der genannten Datenbasis ergab sich bei den INPADOC-Recherchen für Prioritäten mit mindestens einer Auslandsanmeldung der in Abb. 5.4-5 dargestellte zeitliche Verlauf. Betrachtet man hier die einzelnen Länder für sich, gibt es zu den Zeitreihen nach Abbildung 5.4-3 durchaus eine Ähnlichkeit. Die auffälligste Abweichung bei den INPADOC-Recherchen ist die japanische Anmeldungsspitze für das Jahr 1980, die beim USPTO keine Entsprechung findet. Hinsichtlich der Rangfolge scheinen die INPADOC-Daten für Japan eher die Situation am amerikanischen, diejenigen für die USA die Verhältnisse am europäischen Markt widerzuspiegeln. Gegenüber den Ergebnissen der anderen

Technologiefelder ist es überraschend, daß die INPADOC-Daten für Japan einen Anstieg für 1983 anzeigen, während sich aus den RTP-Werten ein Abfall ergibt. In diesem Falle gibt es offenbar für Japan keine Unterbewertung aktueller Daten aufgrund der Vorliebe für die USA.

Patentanteile

Auch beim Technikfeld "Solarzellen" erweisen sich die RPA-Werte nach Tabelle 5.4-3 und 5.4-4, die methodisch den Tabellen 5.1-3 und 5.1-4 für Industrieroboter entsprechen, als aufschlußreicher ergänzender Indikator. An ihnen wird deutlich, daß zu Beginn des Untersuchungszeitraumes das Engagement der Bundesrepublik und Japans im Bereich der Photovoltaik relativ niedrig war, während die Forschungsanstrengungen der USA schon über dem Durchschnitt lagen. Inzwischen haben sich offensichtlich die japanischen und deutschen Inventionsanstrengungen verstärkt und, bezogen auf die sonstigen Erfindungsaktivitäten der jeweiligen Länder, das Niveau der USA erreicht (Tabelle 5.4-4).

Bei der RPA-Berechnung wird das Ergebnis der Tabellen 5.4-1 und 5.4-2 bestätigt, wonach die Anmeldeaktivitäten Frankreichs in den USA überproportional sind, während sie in bezug auf den westdeutschen Markt deutlich unter dem Durchschnitt liegen.

Tabelle 5.4-3: Solarzellen - Mittlerer relativer Patentanteil RPA am USPTO und Trend für ausgewählte OECD-Länder nach Erteilungsjahren

	MITTL. RPA	TREND		
LAND	75-85	75-78	79-82	83-85
US	23.	26.	25.	22.
JP	-15.	-46.	-77.	-27.
DE	-28.	-102.	-27.	4.
FR	19.	29.	18.	14.
GB	-103.	-96.	-130.	-70.
CA	-33.	-52.	-21.	-19.

Tabelle 5.4-4: Solarzellen - Mittlerer relativer Patentanteil RPA am westdeutschen Markt und Trend für ausgewählte OECD-Länder nach Prioritätsjahren

	MITTL. RPA	TREND	
LAND	81-84	81-82	83-84
US	28.	31.	25.
JP	13.	5.	22.
DE	28.	26.	29.
FR	-136.	-114.	-169.
GB	-186.	-193.	-178.

5.4.2 Analyse der Patentklassen und technologische Diffusion

Bei einer Analyse der IPC-Untersektionen für das Technikfeld "Solarzellen" gemäß den Abbildungen 5.4-6 und 5.4-7 zeigt sich erwartungsgemäß eine Häufung von Klassifizierungen im Bereich der Elektrotechnik und hier wiederum in der Hauptgruppe H01L 31 ("Halbleiterbauelemente"). Ansonsten liegt bei allen Staaten eine überraschend hohe Diversifikation bei der inhaltlichen Zuordnung von Photovoltaik-Anmeldungen vor, obwohl doch die Stromerzeugung aus Sonnenlicht a priori - etwa verglichen mit Enzymen oder Lasern - recht eng begrenzte technische Nutzungsmöglichkeiten eröffnet, nämlich die Stromerzeugung.

Für die Vereinigten Staaten ist bei USPTO-Patenten eine zweite Dominanz in der Untersektion "Beleuchten, Heizen" festzustellen (vgl. Abbildung 5.4-6), wobei es sich überwiegend um Benennungen der Unterklasse F24J handelt, in der typischerweise wärme-, aber nicht stromerzeugende Sonnenkollektoren eingeordnet werden. Stichprobenuntersuchungen haben aber gezeigt, daß es sich nicht um Fehlidentifikationen handelt, sondern um sogenannte Hybridsysteme aus Solarzellen und Sonnenkollektoren. Eine weitere Stärke der USA sowohl auf dem amerikanischen als auch dem westdeutschen Markt ist der Bereich der Sonderverfahren, unter dem in erster Linie das "Chemische Beschichten metallischer Werkstoffe (C23C 16 und 18)" sowie das "Züchten von Einkristallen (C30B)", also Verfahren zur Herstellung von Solarzellen, geführt sind.

Bei den USA und Japan zeigt sich in den Diagrammen für den deutschen und amerikanischen Markt im Vergleich zur Bundesrepublik eine stärkere Ausprägung der Untersektion "Physikalische Instrumente". Dabei tritt die Unterklasse

Abbildung 5.4-6: Solargeneratoren - Patentklassenanalyse für die Erfinderländer USA, Japan und Bundesrepublik am US-Markt 1975 bis 1985 nach Erteilungszeiträumen

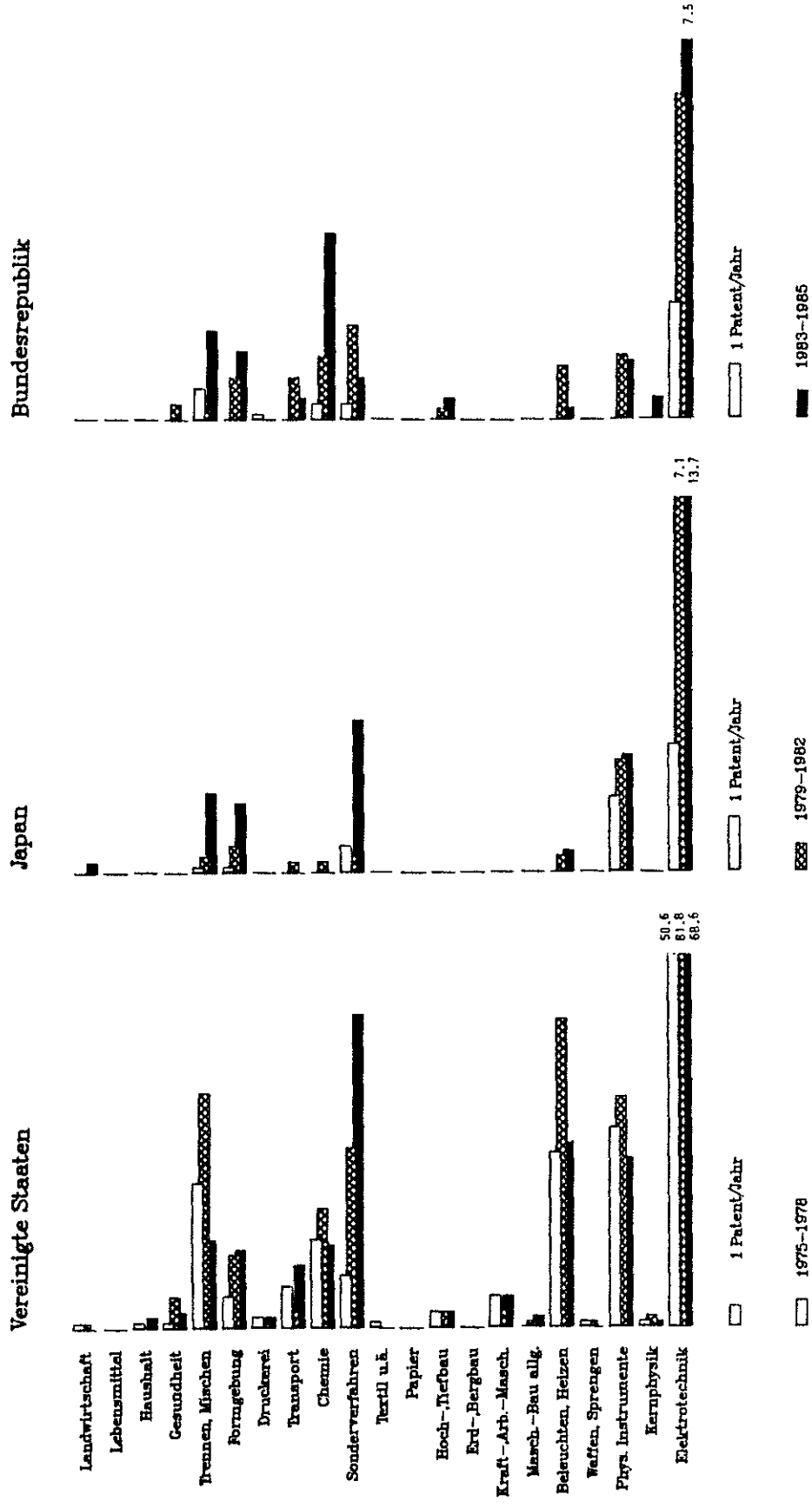
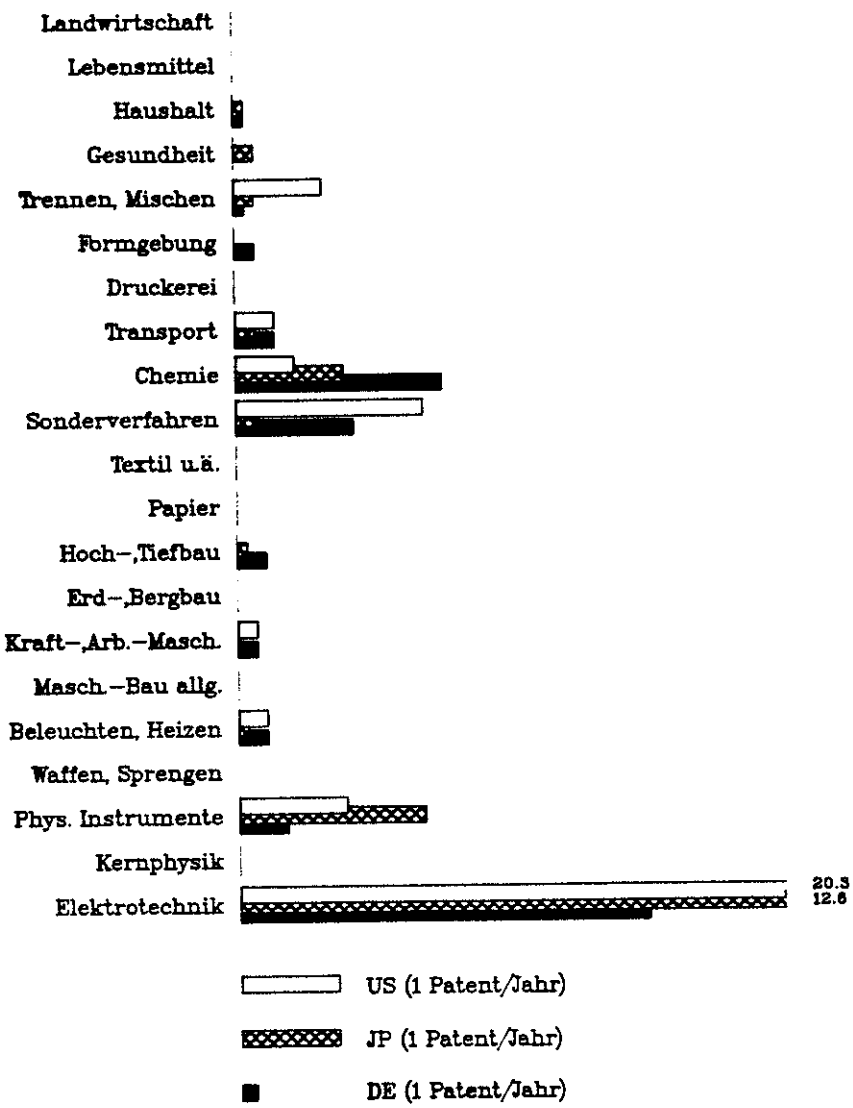


Abbildung 5.4-7: Solargeneratoren - Patentklassenanalyse für die Erfinderländer USA, Japan und Bundesrepublik am bundesdeutschen Markt im Prioritätszeitraum 1981 bis 1984



"Messen der Lichtintensität (G01J)" besonders häufig in Erscheinung. Bei einer stichprobenartigen Prüfung wurden zwar einige Fehlidentifikationen, nämlich Photozellen, festgestellt; doch handelt es sich im Regelfall um Lichtmessungen im Zusammenhang mit der Regelung von Solarzellen-Anlagen. Ansonsten sind unter "Physikalische Instrumente" weitere Meß- und Regelverfahren zusammengefaßt, im Falle von Japan aber auch die "Anordnung von elektrischen Stromquellen in Uhren (G04C 10)".

Wie schon bei den Lasern zeigt sich bei der Photovoltaik für das USPTO bei allen drei Vergleichsländern eine sehr häufige Klassifikation in der Unter-

sektion "Trennen, Mischen" und hier speziell in der Unterklasse "Sprüh- und Zerstäubungsvorrichtungen (B05B)". In diesem Falle dürfte es sich im wesentlichen um die Oberflächenbehandlung von Halbleitern handeln, so daß in der Regel eine Zuordnung zur Halbleiter-Unterklasse H01L zutreffender wäre. Auf diese Annahme deutet jedenfalls die relativ schwache Besetzung dieses Bereichs bei ED-Anmeldungen hin. Eine ähnliche Situation dürfte bei Zuordnungen zur "Formgebung" vorliegen, die sich im allgemeinen auf die Unterklasse "Schichtkörper (B32B)" beziehen.

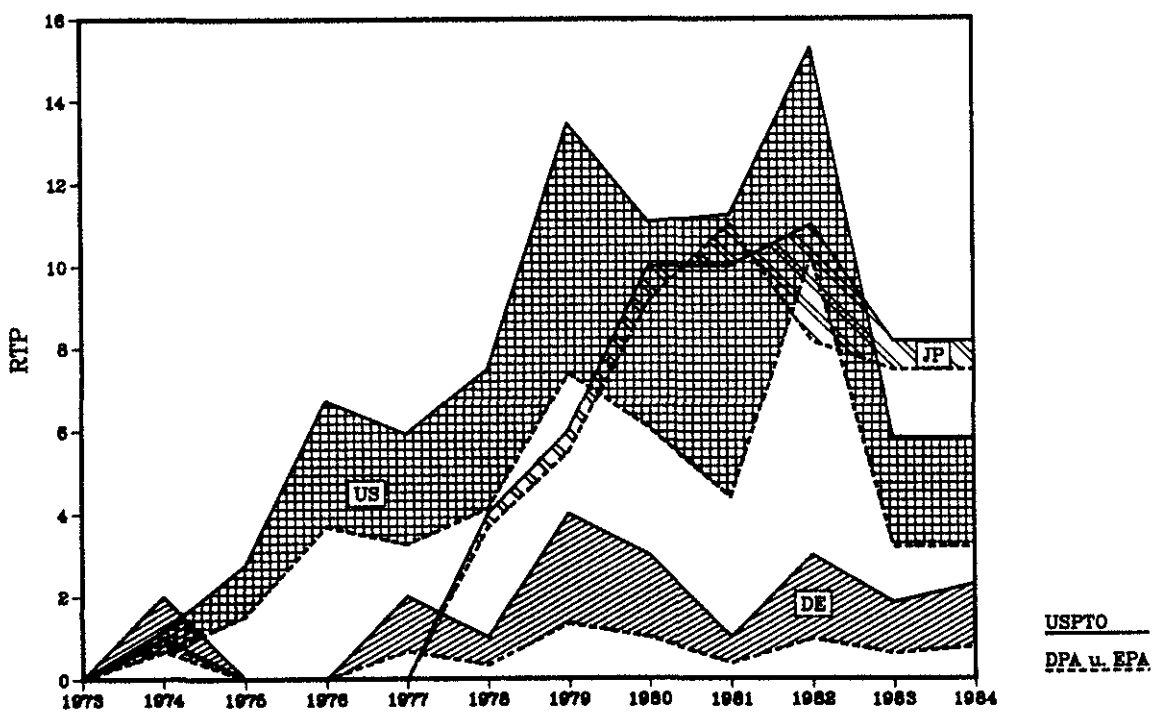
Eine besondere Stärke der Bundesrepublik ist die Untersektion "Chemie" mit der Hauptgruppe "Silizium-Verbindungen (C01B 31)", also die Herstellung von Substraten für Solarzellen.

Bei den im Technikfeld "Solarzellen" durchgeführten Stichwort-Recherchen (vgl. Tabellen 4.4-7 und 4.4-8) wurden neben dem eigentlichen technischen Kernbereich der Herstellung von Solarzellen auch einige kommerziell unterschiedlich bedeutende Anwendungen in den verschiedensten Untersektionen identifiziert. Diese betreffen z. B. das Wiederaufladen von Taschenlampen (F21C in der Untersektion "Beleuchten, Heizen") oder den Betrieb von Wasserpumpen mit photovoltaischer Energie (A01G, F04B in den Untersektionen "Landwirtschaft" und "Arbeitsmaschinen"). Dabei ist besonders zu vermerken, daß sich Erfindungen der Untersektion "Transport" in der Mehrheit auf Anwendungen für die Raumfahrt (B64G) beziehen. In quantitativer Hinsicht spielen diese verschiedenen Photovoltaik-Anwendungen insgesamt nur eine untergeordnete Rolle, so daß in den Zeitreihen nach Abb. 5.4-3 vor allem die Trends bei der Solarzellen-Entwicklung erfaßt sind.

Bei einem Vergleich der Ergebnisse des Technometrieprojektes mit denen der Patentklassenanalyse wurde beim Technikfeld der Solarzellen deutlich, daß die standardmäßig durchgeführte Disaggregierung bis zur Hauptgruppenebene nicht zur Erfassung wesentlicher technischer Entwicklungslinien ausreicht. Denn im Kernbereich der Solarzellenherstellung, der Unterklasse H01L für Halbleiter, sind die Hauptgruppenbezeichnungen sehr allgemein gefaßt. Typische Beispiele sind die "Verfahren oder Geräte für die Herstellung von Halbleitern (H01L 21)" oder "Einzelheiten von Halbleitern (H01L 23)". Die für dieses Gebiet interessanten Differenzierungen zwischen monokristallinen, polykristallinen oder amorphen Solarzellen traten somit nicht in Erscheinung. Auch eine auf Untergruppenebene durchgeführte Feinrecherche hätte hier keine klaren Ergeb-

nisse gebracht, da z. B. die "physikalische Ablagerung von Halbleitermaterialien auf einem Substrat, z. B. Aufdampfen im Vakuum (H01L 21/203)" sowohl kristalline als auch amorphe Solarzellen betreffen kann. Für einen Vergleich der Patentanalyse mit den Technometriedaten (Abschnitt 8.5) blieb daher nur der Weg, den zukunftsträchtigen Bereich der amorphen Solarzellen und der Dünnschichttechnik mit Hilfe von Stichworten aus dem Gesamtfeld zu isolieren. Das Ergebnis dieser Teilanalyse ist in Abbildung 5.4-8 dargestellt. Die dort sichtbaren jährlichen Schwankungen und recht großen Bandbreiten sind einerseits auf den geringen Stichprobenumfang dieses noch kleinen Forschungsgebietes zurückzuführen (z. B. im Jahre 1982 knapp 30 Patentanmeldungen bezüglich ED und 55 am USPTO), andererseits auch auf die unvollständige Erfassung von Patenten, die mit einer reinen Stichwortanalyse stets verbunden ist. Dennoch sind die RTP-Verläufe noch so klar unterschieden, daß eine entsprechende Darstellung sich lohnt.

Abbildung 5.4-8: Dünne und amorphe Solarzellen - Relative technologische Position (RTP-Indikator) 1973 bis 1984 nach Prioritätsjahren



Gegenüber Abbildung 5.4-3 zeigt sich deutlich, daß es sich um jüngere Technologieentwicklungen handelt, da die Aktivitätsmaxima vergleichsweise spät auftreten. Die Position Japans im Bereich dieser modernen Gebiete, die derzeit erst eine kleine Teilmenge des Gesamtfeldes der Solarzellen bilden, ist sehr

stark, so daß sich ein Überholen der USA abzeichnet.

Abbildung 5.4-9: Solargeneratoren - Mittlere Zahl der Verweise auf US-Patente nach zitiertem Herkunftsland des Erfinders und Erteilungsjahr 1975 bis 1983

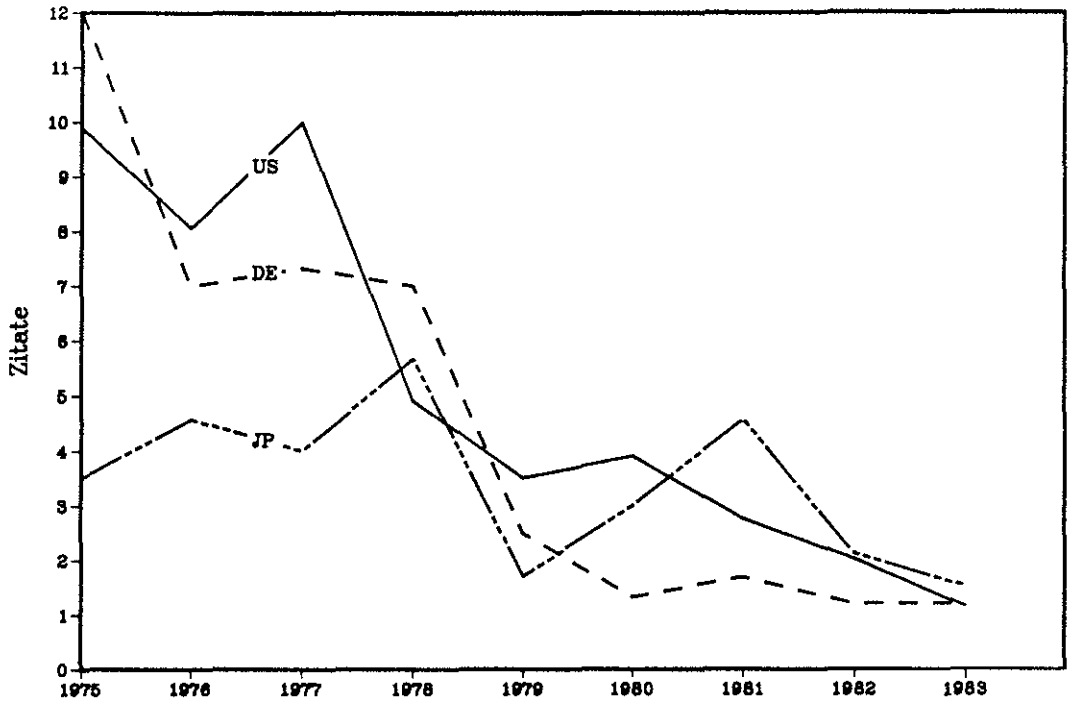
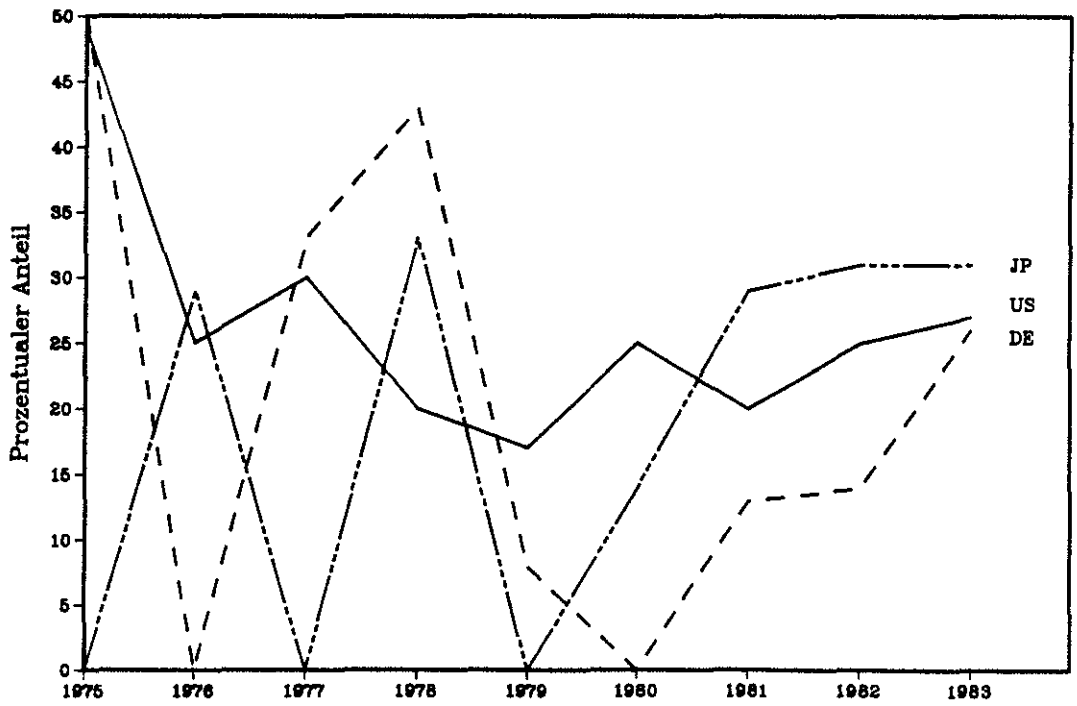


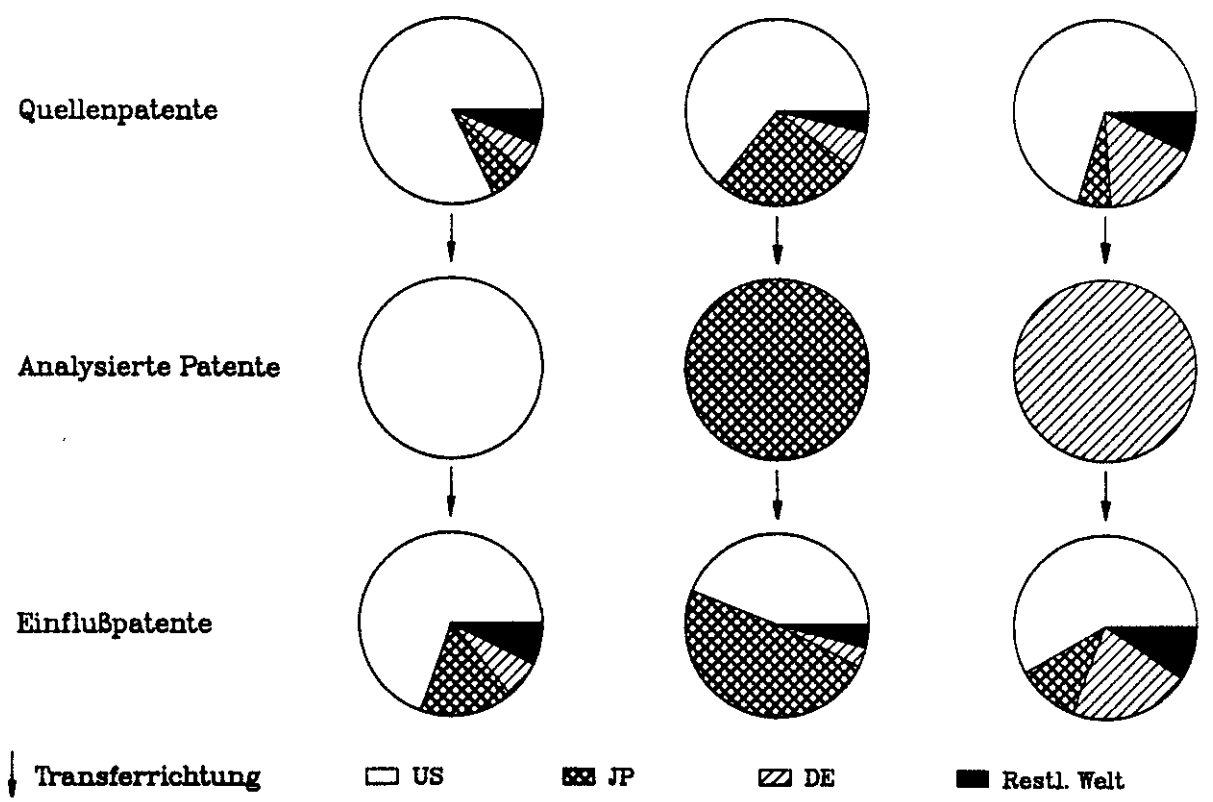
Abbildung 5.4-10: Solargeneratoren - Prozentualer Anteil höchstzitierter Patente (oberes 10 % - Perzentil pro Klasse) an allen Patenten des zitierten Landes nach Erteilungsjahren 1975 bis 1983



5.4.3 Zitatanalyse und internationaler Technologietransfer

Die Ergebnisse der USPTO-Zitatanalyse sind in den Abbildungen 5.4-9 und 5.4-10, die methodisch den Abbildungen 5.1-11 und 5.1-12 entsprechen, zusammengestellt. Die Zahl der Zitate pro Patent für bundesdeutsche und amerikanische Photovoltaik-Erfindungen zu Beginn des Untersuchungszeitraumes ist hoch, während bei Japan ein deutlicher Rückstand vorliegt (vgl. Abbildung 5.4-11). In den Erteilungsjahren 1980 bis 1983 hat Japan dann den Anschluß an die USA erreicht, wohingegen bei der Bundesrepublik die Zitatquote deutlich absinkt. Auch hier tritt - wie bei den immobilisierten Enzymen - das Phänomen auf, daß bei einer quantitativen Anmeldungsspitze der Bundesrepublik im Erteilungsjahr 1981, welches in etwa dem Prioritätsjahr 1979 entspricht, die Zitatquote relativ niedrig liegt, also offensichtlich ein technischer Durchbruch nicht erreicht werden konnte. Die Ergebnisse für den Prozentanteil von höchstziierten Patenten im oberen Zehntel der zugeordneten USPOC-Klasse (Abbildung 5.4-10)

Abbildung 5.4-11: Solarzellen - Internationaler Technologietransfer analysiert auf der Basis von Patenten am USPTO für den Erteilungszeitraum 1975 bis 1985



bestätigen die obigen Aussagen zu den Zitatquoten. Aufgrund niedriger absoluter Anmeldezahlen - häufig weniger als zehn Patente pro Jahr und Land - weisen vor allem die Reihen höchstzitierter Patente für die Bundesrepublik und Japan allerdings erhebliche Schwankungen auf, so daß letztlich nur Aussagen für größere Zeiträume methodisch vertretbar sind. Für den gesamten Untersuchungszeitraum liegt die Quote der höchstzitierten Patente für die USA bei 24 v.H., für Japan und die Bundesrepublik bei 20 bzw. 18 v.H. Trotz eines Zitatquoten-Heimnachteils gibt es somit offensichtlich eine führende Stellung der USA hinsichtlich der Qualität der Patente. Dieses Ergebnis wird durch die Teamgrößenanalyse nach Tabelle 2.3-2 nicht bestätigt, die allenfalls einen gewissen Vorsprung Japans beim Einsatz von Entwicklungspersonal nahelegt. Allerdings ergibt sich aus den aktuellen 82er und 83er Werten der US-Zitatanalyse ein Gleichstand der Vergleichsländer.

Bei der Untersuchung der Technologietransferflüsse nach Abbildung 5.4-11 zeigt sich bei den Quellenpatenten eine ausgeprägte amerikanische Dominanz, was angesichts der erheblichen und frühen Patentaktivitäten der USA in den 70er Jahren durchaus den Erwartungen entspricht. Bei den Einflußpatenten zeigt sich vor allem bei Japan, aber auch der Bundesrepublik ein zunehmendes

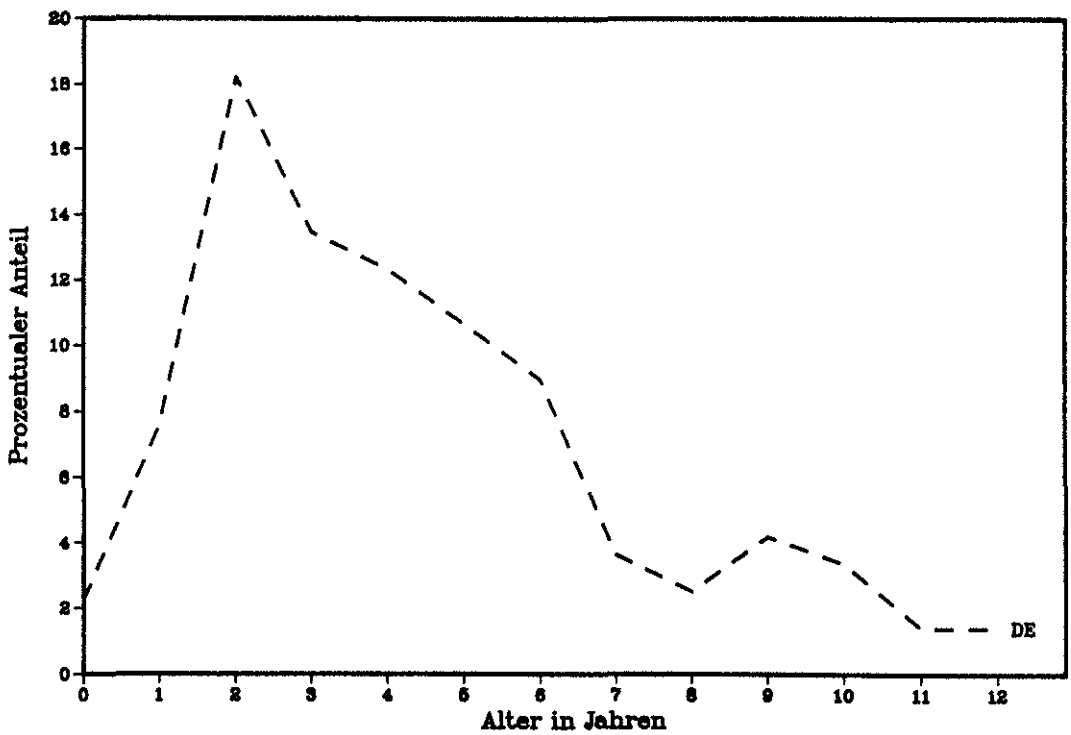
Tabelle 5.4-5: Solarzellen - Basiszahlen für eine Zitatanalyse beim DPA für die Prioritätsjahre 1981 bis 1984

ERFINDERLAND	DE	US	JP	SUMME
ANMELDEZAHL	230	35	45	310
GEPRUEFTE ANMELDUNGEN	65	0	5	70
PRUEFUNGS-QUOTE	0.28	0.00	0.11	0.23
PATENT-ZITATE	345	0	24	369
PATENTZIT. PRO PATENT	5.31	0.00	4.80	5.27
LITERATUR-ZITATE	82	0	19	101
LIT.-ZIT. PRO PATENT	1.26	0.00	3.80	1.44
LITERATUR-ZITATQUOTE	0.19	0.00	0.44	0.21

Aufbauen auf eigener Technologie; d. h. die Abhängigkeit von den USA hat sich deutlich reduziert.

Bei der Zitatanalyse für DPA-Anmeldungen konnten insgesamt 70 geprüfte Anmeldungen ausgewertet werden (vgl. Tabelle 5.4-5). Die Prüfungsquote liegt mit 28 % für westdeutsche Anmelder relativ hoch, was trotz der sich in Abbildung 5.4-3 abzeichnenden Stagnation der Anmeldezahlen auf ein weiterhin bestehendes kommerzielles Interesse bei geringer gewordener Inventionshäufigkeit schließen läßt. Die Literaturzitatquote bei bundesdeutschen Erfindungen liegt mit 19 % nur wenig über den Durchschnittswerten, wonach die Wissenschaftsbindung offensichtlich weniger ausgeprägt als beispielsweise im Bereich der Laser ist.

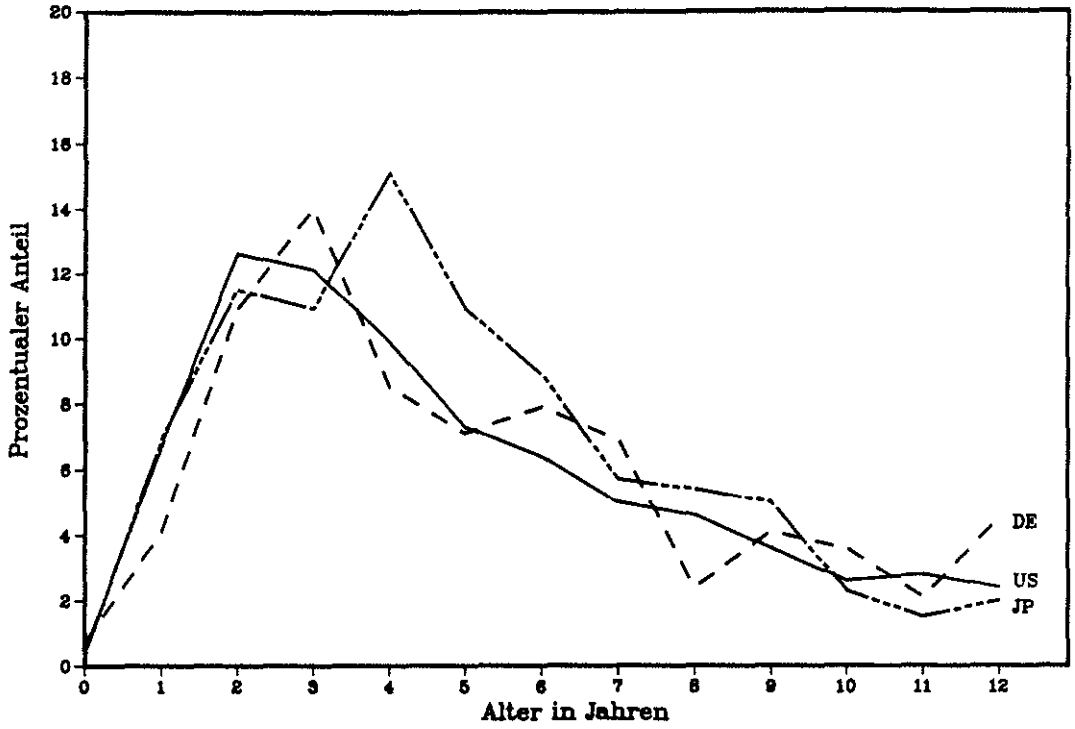
Abbildung 5.4-12: Solarzellen - Alter der Verweise von DPA-Anmeldungen westdeutscher Erfinder aus den Jahren 1981 bis 1984 auf USPTO- und DPA-Patente sowie auf Literaturstellen



Die Altersverteilung der beim DPA zitierten Schriften zeigt eine Häufung im Bereich von 1 bis 4 Jahren und hier insbesondere bei zwei Jahren, womit im Technikfeld "Solarzellen" offensichtlich ein ungewöhnlich hohes Tempo der technischen Entwicklung vorliegt (vgl. Abbildung 5.4-12). Dieses wird auch durch einen dezidierten Abfall der Altersverteilung unterstrichen. Dieses Er-

gebnis für DPA-Anmeldungen wird durch die entsprechende Abbildung 5.4-13 für USPTO-Erteilungen bestätigt. Beim dort möglichen Ländervergleich zeigt sich hinsichtlich des Entwicklungstempos ein leichter Rückstand japanischer gegenüber westdeutschen und amerikanischen Erfindungen ab.

Abbildung 5.4-13: Solarzellen - Alter der Verweise von USPTO-Patenten 1975 bis 1985 auf USPTO-Patente nach Nationalität der zitierenden Schrift



Trotz der geringen Zahl von Ausgangspatenten können beim DPA sieben deutsche Anmeldungen ermittelt werden, die mehr als zwei Zitate erhalten haben. Eine Anmeldung der Firma Siemens aus dem Jahre 1980, ein Verfahren zum Herstellen von großflächigen Siliziumkörpern für Solarzellen, kann sogar 13 Zitate auf sich vereinigen. An diesem Beispiel wird - wie schon bei den Lasern - eindrucksvoll demonstriert, daß Zitatanalysen auf der Basis von deutschen und europäischen Patentanmeldungen einen sehr hohen Aktualitätsgrad erreichen können und somit für frühe Prognosen von Technikentwicklungen geeignet sind.

5.4.4 Anmelderanalyse

Anmelder nach Patenthäufigkeit

Die größten Anmelder für das Technikfeld "Solarzellen" sind in den Tabellen 5.4-6 bis 5.4-11 aufgeführt. Das Technikfeld hat ungewöhnlich viele Einzelerfinder (bei US-Anmeldungen am USPTO kommt auf je 3,5 Firmenpatente ein Einzelerfinder-Patent, für Roboter dagegen auf je 5; entsprechendes gilt für bundesdeutsche ED-Anmeldungen: Solarzellen 4,8 : 1 oder Roboter 6,2 : 1). Ob dies eine Folge der Mobilisierung der Bevölkerung für neue Energiequellen ist, kann hier nicht untersucht werden. Bei den amerikanischen Anmeldern zeigt sich auf dem US-Markt ferner ein sehr hohes Engagement von Regierungsinstitutionen, die rund 9 % aller Anmelder ausmachen. An erster Stelle stehen dabei Patente von wehrtechnischen Einrichtungen, bei denen der überwiegende Teil von seiten der Luftwaffe stammt. Unmittelbar danach folgen in etwa

Tabelle 5.4-6: Solargeneratoren - Rangliste (TOP 17) der Anmelder mit US-Erfindern am USPTO und Anmeldertypen im Erteilungszeitraum 1975 bis 1985

78	RCA CORPORATION
52	EXXON RESEARCH & ENGINEERING CO
44	ATLANTIC RICHFIELD COMPANY
44	Energy Conversion Devices Inc
44	THE UNITED STATES OF AMERICA AS REPRESENTED BY THE SECRETARY OF THE AIR FORCE, THE ARMY OR THE NAVY
42	THE UNITED STATES OF AMERICA AS REPRESENTED BY THE UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY
39	THE UNITED STATES OF AMERICA AS REPRESENTED BY THE ADMINISTRATOR OF THE NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION
38	SOLAREX CORPORATION
32	MOTOROLA INC
30	BELL TELEPHONE LABORATORIES INCORPORATED
29	MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY
20	MOBIL TYCO SOLAR ENERGY CORPORATION
19	INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION
19	PHOTON POWER INC
18	HUGHES AIRCRAFT COMPANY
18	TEXAS INSTRUMENTS INCORPORATED
18	The University of Delaware
3	(Part Interest)
264	No Assignee
2	Non-US Corporation
1	Non-US Government
934	US Corporation
126	US Government
11	US Individual

Tabelle 5.4-7: Solargeneratoren - Rangliste (TOP 19) der Anmelder mit japanischen Erfindern am USPTO und Anmeldertypen im Erteilungszeitraum 1975 bis 1985

10	Hitachi Ltd
9	SHARP KABUSHIKI KAISHA
7	AGENCY OF INDUSTRIAL SCIENCE & TECHNOLOGY
7	CANON KABUSHIKI KAISHA
6	CITIZEN WATCH COMPANY LIMITED
6	KABUSHIKI KAISHA SUWA SEIKOSHA
6	MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO LTD
5	FUTABA DENSHI KOGYO KABUSHIKI KAISHA
5	NIPPON ELECTRIC COMPANY LTD
4	Asahi Kasei Kogyo Kabushiki Kaisha
4	Kanegafuchi Kagaku Kogyo Kabushiki Kaisha
4	Sanyo Electric Co Ltd
4	Tokyo Shibaura Denki Kabushiki Kaisha
3	OMRON TATEISI ELECTRONICS CO LTD
3	Semiconductor Energy Laboratory Co Ltd
2	Fuji Electric Company Ltd
2	Ministry of International Trade & Indust
2	MINOLTA CAMERA KABUSHIKI KAISHA
2	SONY CORPORATION

19	No Assignee
108	Non-US Corporation
7	Non-US Government
2	Non-US Individual
2	US Corporation

Tabelle 5.4-8: Solargeneratoren - Rangliste (TOP 12) der Anmelder mit westdeutschen Erfindern am USPTO und Anmeldertypen im Erteilungszeitraum 1975 bis 1985

32	SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
13	LICENTIA PATENT-VERWALTUNGS-G M B H
12	MESSERSCHMITT-BOLKOW-BLOHM GMBH
10	BASF Aktiengesellschaft
6	Heliotronic Forschungs-und Entwicklungsgesellschaft fur Sola
5	Bayer Aktiengesellschaft
3	WACKER-CHEMITRONIC GESELLSCHAFT FUR ELEKTRONIK-GRUNDSTOFFE M
2	Bloss Werner
2	DOW CORNING CORPORATION
2	FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FORDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCH
2	MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FORDERUNG DER WISSENSCHAFTEN E V
2	Telefunken Electronic GmbH

8	No Assignee
107	Non-US Corporation
2	Non-US Individual
4	US Corporation

Tabelle 5.4-9: Solargeneratoren - Rangliste (TOP 12) der ED-Anmelder mit US-Erfindern im Prioritätszeitraum 1981 bis 1984

24	Energy Conversion Devices Inc. (*US Troy, Mich.)
12	Exxon Research and Engineering Co. (*US Florham Park, N.J.)
7	RCA Corp. (*US New York, N.Y.)
6	Chevron Research Co. (*US San Francisco, Calif.)
5	Mobil Solar Energy Corp. (*US Waltham, Mass.)
4	IDIN identisch mit Erfinder
3	The Standard Oil Co. (*US Cleveland, Ohio)
2	Atlantic Richfield Co. (*US Los Angeles, Calif.)
2	Hughes Aircraft Co. (*US El Segundo, Calif.)
2	Solarex Corp. (*US Rockville, Md.)
2	Texas Instruments Inc. (*US Dallas, Tex.)
2	Varian Associates Inc. (*US Palo Alto, Calif.)

Tabelle 5.4-10: Solargeneratoren - Rangliste (TOP 14) der ED-Anmelder mit japanischen Erfindern im Prioritätszeitraum 1981 bis 1984

7	Hitachi Ltd. (*JP Tokio/Tokyo)
6	Kanegafuchi Kagaku Kogyo K.K. (*JP Osaka)
6	Mitsubishi Denki K.K. (*JP Tokio/Tokyo)
5	Canon K.K. (*JP Tokio/Tokyo)
5	Sharp K.K. (*JP Osaka)
4	Konishiroku Photo Industry Co. Ltd. (*JP Tokio/Tokyo)
3	Fuji Electric Co. Ltd. (*JP Kawasaki, Kanagawa)
3	Kyocera Corp. (*JP Kyoto)
2	Director General of Agency of Industrial Science and Technology
2	Matsushita Electric Industrial Co. Ltd. (*JP Kadoma, Osaka)
2	Mitsui Toatsu Chemicals Inc. (*JP Tokio/Tokyo)
2	Taiyo Yuden K. K. (*JP Tokio/Tokyo)
2	Tokyo Shibaura Denki K.K. (*JP Kawasaki, Kanagawa)

Tabelle 5.4-11: Solargeneratoren - Rangliste (TOP 18) der ED-Anmelder mit bundesdeutschen Erfindern im Prioritätszeitraum 1981 bis 1984

55	Siemens AG (*DE 1000 Berlin und 8000 Muenchen)
49	IDIN identisch mit Erfinder
25	BASF AG (*DE 6700 Ludwigshafen)
19	Licentia Patent-Verwaltungs-GmbH (*DE 6000 Frankfurt)
12	Messerschmitt-Boelkow-Blohm GmbH (*DE 8012 Ottobrunn)
10	Telefunken electronic GmbH (*DE 7100 Heilbronn, 6000 Frankfurt)
6	Bayer AG (*DE 5090 Leverkusen)
5	Battelle-Institut e.V. (*DE 6000 Frankfurt)
5	Nukem GmbH (*DE 6450 Hanau)
4	Fraunhofer-Gesellschaft zur Foerderung der angewandten Forschung
4	Imchemie Kunststoff GmbH (*DE 5632 Wermelskirchen)
4	Standard Elektrik Lorenz AG (*DE 7000 Stuttgart)
3	Heliotronic Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft fuer
3	M.A.N. Maschinenfabrik Augsburg-Nuernberg AG (*DE 8000 Muenchen)
2	BM CHEMIE Kunststoff GmbH (*DE 5678 Wermelskirchen)
2	Deutsche Forschungs- und Versuchsanstalt fuer Luft- und Raumfahrt
2	Hahn-Meitner-Institut fuer Kernforschung Berlin GmbH (*DE 1000
2	Koethe, Hans Kurt 'Dr.-Ing.' (*DE 6233 Kelkheim)
2	Mitsubishi Electric Corp. (*JP Tokio/Tokyo)

gleicher Größenordnung das Department of Energy sowie die Raumfahrt-Behörden. Auf dem westdeutschen Markt ist dagegen nur eine einzige Anmeldung der US-Regierung (Department of Energy) zu finden, womit die Zeitreihe für die Auslandsanmeldungen der Vereinigten Staaten in Europa in Abbildung 5.4-2 um knapp 10 % unter der wahren technologischen Stärke liegen dürfte. Hier stellt sich allerdings die grundsätzliche Frage, inwieweit technologisches Know-how, das offensichtlich auf dem Weltmarkt nicht kommerzialisiert werden soll, als technologische Stärke interpretierbar ist. Auch bei den INPADOC-Recherchen werden die Erfindungen von staatlicher Seite nicht berücksichtigt, weil nur Prioritäten mit nachfolgenden Auslandsanmeldungen gezählt werden, woraus sich die erwähnte weitgehende Entsprechung der ED-Werte mit den INPADOC-Zahlen erklärt. Angesichts der starken staatlichen Förderung der Photovoltaik-Forschung in den USA ist es wahrscheinlich, daß der scharfe Abbruch der amerikanischen Steigerungsraten beim USPTO im Jahre 1979 auf eine Nivellierung bzw. Reduzierung staatlicher Förderungsprogramme zurückzuführen ist.

Bei den japanischen Patenten sind die Firmenlisten für den bundesdeutschen und amerikanischen Markt auch hinsichtlich der Rangfolge weitgehend identisch. Als augenfällige Ausnahme erweist sich die Firma Mitsubishi Denki, welche in den USA lediglich mit einer einzigen Anmeldung vertreten ist (in Tabelle 5.4-7 nicht ausgewiesen), während sie in der Bundesrepublik eine führende Patentposition innehat.

Bei den bundesdeutschen Anmeldern sind wie im Falle Japans die Listen für USPTO- bzw. ED-Anmeldungen annähernd gleich, wobei der Firma Siemens eine herausragende Bedeutung zukommt. Als Besonderheit ist das Auftreten der japanischen Firma Mitsubishi Electric in Zusammenhang mit der Anmeldung eines deutschen Erfinders zu vermerken (Tabelle 5.4-11).

Anmelder nach Zitathäufigkeit

Eine Auflistung der nach Zitaten gewichteten Photovoltaik-Patente der USA nach Tabelle 5.4-12 korrigiert in manchen Punkten die Resultate der Tabelle 5.4-6. Insbesondere erscheinen Exxon, Atlantic Richfield und Energy Conversion Devices nicht mehr auf vorderen Rängen, und das MIT sowie Motorola erfahren eine Aufwertung. Diese Korrekturen der Rangfolge decken sich weitgehend mit den Erfahrungen des Technometrieprojektes, womit die Effizienz von

Zitatanalysen auf Firmenebene erneut bekräftigt. Die Zitatbewertung japanischer Solarzellen-Patente nach Tabelle 5.4-13 bestätigt im wesentlichen die Rangfolge nach Patentzahlen entsprechend Tabelle 5.4-7.

Tabelle 5.4-12: Solargeneratoren - Patent-Zitat-Stärke US-amerikanischer Patentinhaber (Zahl der insgesamt erhaltenen Zitate) am USPTO 1975 bis 1985

Zahl der erhaltenen Zitate	Anmelder
385	RCA Corp.
133	Massachusetts Institute Technology
109	Motorola, Inc.
104	Exxon Research & Engineering Co.
102	Solarex Corporation
102	Bell Telephone Laboratories, Inc.
102	USA Department of Energy
83	USA National Aeronautic & Space Administ
81	USA Secretary of the Army, the Navy, or the Air Force
67	Atlantic Richfield Company

Im Falle der Bundesrepublik erhält Licentia/AEG durch die Zitatgewichtung nach Tabelle 5.4-14 gegenüber Siemens sogar einen leichten Vorsprung, obwohl die nominelle Zahl der Patente nur etwas mehr als ein Drittel der Siemens-Patentanmeldungen ausmacht (vgl. Tabelle 5.4-8). Hierbei ist zu berücksichtigen, daß die genannten Firmen kommerziell in verschiedenen Bereichen, nämlich einmal den monokristallinen (Siemens) und einmal den polykristallinen Zellen (AEG) engagiert sind. Bemerkenswert ist im übrigen die sehr hohe Bewertung der Fraunhofer-Gesellschaft bei der Gewichtung nach erhaltenen Zitaten, die auf der sehr häufigen Zitierung eines im Jahre 1978 erteilten Patentes beruht. An diesem Beispiel wird deutlich, daß die Tabellen 5.4-12 bis 5.4-14 nicht ohne Berücksichtigung der jeweiligen Patentaktivitäten interpretiert werden dürfen, da einzelne extrem häufig zitierten Patente in Verbindung mit ansonsten niedrigen Patentzahlen pro Anmelder zu erheblichen Verschiebungen in der Rangfolge führen können.

Tabelle 5.4-13: Solargeneratoren - Patent-Zitat-Stärke japanischer Patentinhaber (Zahl der insgesamt erhaltenen Zitate) am USPTO 1975 bis 1985

Zahl der erhaltenen Zitate	Anmelder
26	Sharp Kabushiki Kaisha
26	Kabushiki Kaisha Suma Seikosha
26	Hitachi, Ltd.
22	Sanyo Electric Co., Ltd.
18	Futaba Denshi Kogyo K.K.
12	Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.
11	Omron Tateisi Elektronics Co.
10	Agency of Industrial Science & Technology
8	Citizen Watch Co., Ltd.
5	Canon Kabushiki Kaisha

Tabelle 5.4-14: Solargeneratoren - Patent-Zitat-Stärke bundesdeutscher Patentinhaber (Zahl der insgesamt erhaltenen Zitate) am USPTO 1975 bis 1985

Zahl der erhaltenen Zitate	Anmelder
50	Licentia Patent - Verwaltungs- GmbH
40	Siemens AG
25	Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.
23	Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH
12	Wacker-Chemitronic GmbH
12	No Assignee
7	Max Planck Gesellschaft
4	Heliotronic Forschungs- und Entwicklungs GmbH
1	Bloss; Werner H.
1	BASF Aktiengesellschaft

5.5 Synoptische Betrachtung ausgewählter Patentinformationen

Mit folgender Tabelle 5.5-1 wird versucht, die wichtigsten Daten aus dem Abschnitt 5 einander gegenüberzustellen. Die jeweils aktuellsten Zahlen für

- die relative technologische Position,
- das Patentpotential,
- die Veränderungstendenz der technologischen Position,
- die Patentieraktivität,
- die Marktpräferenz,
- die Zitierungsfrequenz (am USPTO),
- die Zitierungsmassierung (am USPTO),
- die Entwicklungsdynamik,
- die Humankapitalintensität der Erfindungen,
- die Prüfungsquote (am DPA),
- die Wissenschaftsbindung,
- die Beteiligung von Einzelerfindern und
- die Beteiligung von Regierungsinstitutionen

werden im Dreiländervergleich aufgeführt. Betrachtet wird jeweils das Gesamtgebiet der Technik. Die Tabelle bietet über das in den Abschnitten 5.1 bis 5.4 bereits Festgestellte hinaus kaum zusätzliche Informationen. Insofern braucht sie nicht kommentiert zu werden. Im Quervergleich zwischen den Technologien lassen sich aber landes- und technikspezifische Auffälligkeiten eher entdecken.

Zwei Trendeinschätzungen sind in die Aufstellung der streng definierten Indikatoren eingefügt worden. Dies ist eine

- Tendenzeinschätzung der technologischen Position und die
- Einschätzung der Entwicklungsdynamik, gemessen am Häufigkeitsbereich in der Altersverteilung der zitierten Schriften.

Diese beiden dynamischen Indikatoren sind im mathematischen Sinn nicht definiert. Hier wurde der Augenschein der entsprechenden - streng definierten - Kurvenverläufe verwendet, um ungefähre Angaben formulieren zu können.

Tabelle 5.5-1: Synopse ausgewählter aktueller Patentindikatoren im Dreiländervergleich

INDIKATOR	VEREINIGTE STAATEN VON AMERIKA			
TECHNOLOGIE	Industrie-roboter	Laser	Immobili-sierte Enzyme	Solar-gene-ratoren
1 Relative technologische Position 1984 (RTP; Index DE (1973)=1)	14-18	6-10	6-6	15-27
2 Fünf-Jahres-Patentpotential 1984 (PP5; Index DE (1973)=1)	60-76	28-41	29-30	75-132
3 Tendenz in der technologischen Position	0	0	0	-
4 Relative Patenterteilungsaktivität in den USA 1983 bis 1985 (RPA)	-14	+6	-18	+22
5 Relative Patentanmeldeaktivität im Bundesgebiet 1981 bis 1984 (RPA)	-25	+20	+37	+28
6 Strategische Marktpräferenz für die USA (PPA)	+13	+39	+ 4	+56
7 Mittlere Zitierfrequenz pro Patent am USPTO 1978 bis 1981	4,3	?	3,7	3,8
8 Massierung in den höchstzitierten Patenten am USPTO 1978 bis 1981 in v.H.	39	?	27	24
9 Entwicklungsdynamik (Alter der zitierten Schriften)	3-5	?	2-4	2
10 Humankapitalintensität der Erfindungen (Teamgröße)	1,8	1,9	2,0	1,9
11 Prüfungsquote (am DPA in v.H.)	0	2	6	0
12 Wissenschaftsbindung (Literaturzitatquote am DPA in v.H.)	kA	kA	kA	kA
13 Beteiligung von Einzelerfindern (am USPTO in v.H.)	17	10	11	20
14 Beteiligung von Einzelerfindern (am bundesdeutschen Patentmarkt in v.H.)	3	5	9	4
15 Beteiligung von Regierungsinstitutionen (am USPTO in v.H.)	3	20	4	9

kA = aus Gründen zu kleiner Stichprobe keine Angabe

Tabelle 5.5-1: Fortsetzung

JAPAN				BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND			
Industrie-roboter	Laser	Immobi-lisierte Enzyme	Solar-generato-ren	Industrie-roboter	Laser	Immobi-lisierte Enzyme	Solar-generato-ren
27-30	6-11	5-8	10-17	7-13	2-3	1-3	5-6
121-133	23-41	18-34	42-70	22-42	8-11	5-13	29-36
0	+	0	0	0	+	+	-
+36	+15	+33	-27	-48	-42	-37	+4
+75	+35	+15	+13	-15	- 8	-27	+28
+8	+59	+61	+86	+47	+34	+89	+22
4,0	2,8	3,1	3,7	3,0	2,1	2,9	3,1
34	?	25	20	36	?	23	18
2-3	1	2-4	4	2-6	2	2-4	2-3
2,5	2,6	3,4	3,4	1,8	1,9	2,6	2,0
23	21	5	11	28	37	8	28
kA	25	kA	kA	21	27	kA	19
4	1	1	14	11	12	2	7
5	1	0	0	16	12	12	21
1	2	5	5	0	1	0	0

? = Angaben nicht erhoben

6. SYNOPTISCHE BETRACHTUNG VON PATENTINDIKATOREN UND FORSCHUNGSBUDGETS

Gemäß der grundlegenden Hypothese dieser Arbeit, daß nämlich Patente einerseits den Ertrag angewandter Forschung und Entwicklung, andererseits aber auch gleichzeitig strategische Marktinteressen der anmeldenden Unternehmen dokumentieren (vgl. Abschnitt 1), ist es naheliegend, die in Abschnitt 5 dargelegten diversen Patentindikatoren den jeweiligen FuE-Aufwandszahlen gegenüberzustellen. Zwar stellte Griliches fest, daß es schwierig sei, Patentzahlen als einen Output-Index für FuE-Aktivitäten zu gebrauchen (Griliches 1987, 31), aber das von ihm zugrundegelegte Datenmaterial differenziert weder nach Branchen noch nach Technologien, so daß die Übertragbarkeit der Skepsis auf die ausgewählten Gebiete in dieser Arbeit zunächst nicht gerechtfertigt erscheint.

Umgekehrt geht Greif (1987, 101ff) davon aus, daß eine kausale Beziehung zwischen dem FuE-Aufwand (der FuE-Intensität) und dem Ausmaß an erfinderischer Tätigkeit besteht, denn Erfindungen seien üblicherweise das Resultat erfolgreicher FuE-Aktivitäten. Soete und Wyatt (1983) wiesen für fünf Patentämter nach, daß der nationale FuE-Aufwand pro Kopf der Bevölkerung mit der Zahl der Auslandspatente korreliert. Pavitt (1982) verwies zusätzlich darauf, daß die Innovationstätigkeit großer Firmen möglicherweise von der Patentstatistik, während diejenigen mittelgroßer Firmen mit einem Jahresumsatz von weniger als 100 Mio. US$ von der FuE-Statistik unterschätzt wird. Die zuletzt genannten Arbeiten stützen sich auf aggregiertes Zahlenmaterial auf der Ebene von Wirtschaftsbranchen.

Nachdem in der vorliegenden Arbeit eine Reihe von Patentindikatoren für ausgewählte Technologien berechnet wurden, kann die Frage des zeitgleichen Korrelierens bzw. Vorlaufens der Forschungsaufwandsstatistik vor der Patentstatistik erneut angegangen werden. Dazu werden im nachfolgenden Abschnitt die Datenverfügbarkeit von technikspezifischen FuE-Aufwendungen erläutert und sodann Regressionsrechnungen im Bereich der Photovoltaik dargestellt. Eine Synopse von FuE-Budgets und Patentindikatoren für alle Gebiete von Forschung und Technik schließt sich an, wobei nicht nach Branchen, sondern nach der Forschungsintensität differenziert wird.

Wenn man den gleichen Begriff "Technologieintensität" sowohl synonym zur FuE-Intensität, also zu einer Aufwandsgröße, als auch synonym zur Patentintensi-

tät (Patente pro Wertschöpfung eines Wirtschaftszweigs), also zu einer Ertragsgröße, gebraucht, kommt man nicht umhin, feststellen zu müssen, daß die beiden Technologieintensitäten substantiell verschieden sind (Soete 1987, 101) und zu unterschiedlichen Resultaten führen. Die Verwendung des Begriffs Technologieintensität unterbleibt daher in dieser Arbeit.

6.1 Datenverfügbarkeit von technikspezifischen FuE-Aufwendungen

Verschiedene nationale und internationale Organisationen geben Forschungsstatistiken heraus, die nicht immer widerspruchsfrei sind. Zu nennen sind etwa die National Science Foundation (NSF), das Statistics Bureau der Management and Coordination Agency in Tokyo, der Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft, das Bundesministerium für Forschung und Technologie und andere. Im supranationalen Bereich ist vor allem die OECD mit ihrer "Scientific, Technological and Industrial Indicators Division (STIID)" zu erwähnen. Alle diese Organisationen stellen mehr oder weniger hoch aggregierte Zahlen zur Verfügung, die - soweit es sich um nationale Angaben handelt - in der Regel nicht ohne weiteres vergleichbar sind.

Die Detailanalyse der FuE-Förderung bereitet darüber hinaus noch weitere Schwierigkeiten. So ließ beispielsweise das Bundesministerium für Forschung und Technologie im Jahre 1985 drei technikspezifische Detailuntersuchungen anfertigen, die neben einer Globalanalyse jeweils ein Gebiet der Technik in einem Land näher untersuchten. Die Ergebnisse lassen sich für die vorliegende Arbeit nicht verwenden, weil entweder das detailliert untersuchte Land oder die Technologie keine Entsprechung zu diesem Bericht haben. Die technikspezifischen Budgetuntersuchungen behandelten im einzelnen

- die Lasertechnologie in Frankreich (Seide et al. 1985),
- die Biotechnologie in Großbritannien (Norman et al. 1986) und
- die Materialforschung in den Vereinigten Staaten (Blüm et al. 1985).

Jede dieser Untersuchungen kostete etwa ein Viertel bis die Hälfte der vorliegenden Arbeit, so daß ohne weiteres klar wird, daß im Rahmen dieser Untersuchung die Forschungsbudgets für vier Technologien und drei Länder nicht detailliert erhoben werden konnten. Zudem enthalten die genannten Untersuchungen nur die öffentlichen Forschungsbudgets und klammern die industriefinanzierte FuE aus. Zur Beurteilung des Patentertrags, der überproportional aus der Industrie und weniger aus öffentlichen Labors stammt (siehe Abschnitt 5),

wären aber ohnehin die gesamtwirtschaftlichen FuE-Aufwendungen erforderlich gewesen.

Im Rahmen der begrenzten Möglichkeiten dieser Untersuchung konnte daher nur eine Technologie und ein Land näher betrachtet werden. Es ist dies die Photovoltaik in der Bundesrepublik Deutschland.

Aufgrund von Aussagen in verschiedenen Expertengesprächen ist stark zu vermuten, daß in der Bundesrepublik kein FuE-Projekt im Bereich der terrestrischen Photovoltaik unternommen wird, das vollständig von der Industrie finanziert wird und nicht mindestens eine kleine öffentliche Beteiligung aufweist (Grupp, Hohmeyer, Schmoch 1987, 25). Daher wurden die Kosten aller in den Förderungskatalogen des BMFT enthaltenen diesbezüglichen FuE-Projekte erfaßt und über die öffentlichen Förderungsquoten (Projektleitung Energieforschung PLE, verschiedene Jahrgänge) auf die industriellen Finanzierungsanteile für die Jahre 1974 bis 1986 hochgerechnet. Die Finanzierungsanteile durch die Kommission der Europäischen Gemeinschaften wurden nicht in Betracht gezogen. Indirekte Hilfen für die Installation von Solaranlagen (wie etwa nach § 4a des Investitionszulagengesetzes u. a.) werden nicht als FuE-Aufwendungen verstanden und folglich ebenfalls vernachlässigt. Die Ergebnisse der Budgeterhebung für die bundesdeutsche Photovoltaikforschung werden im nächsten Abschnitt dargelegt.

Neben der einzeltechnologischen Fragestellung ist die Klärung der Forschungsintensität von patentierfähigen Bereichen der Technik interessant. Im Bereich der Wirtschafts-, insbesondere der Außenhandelsstatistik sind verschiedene Listen mit forschungsintensiven Produkten in Gebrauch (vgl. Grupp, Legler 1987, 68ff). Ohne auf die Details einzugehen, erscheinen die sogenannten NIW-Listen am besten geeignet, um den Außenhandel treffsicher zu beschreiben. Vorteilhaft ist insbesondere, daß diese den forschungsintensiven Sektor nochmals zweiteilen und zwischen Spitzenprodukten und Produkten der gehobenen Gebrauchstechnologie unterscheiden (Grupp, Legler 1987, 67ff). Demnach liegen bei den Produktgruppen der Spitzentechnik die Aufwendungen für FuE über 8 % des Umsatzes, bei der gehobenen Gebrauchstechnologie zwischen 3 und 8 % des Umsatzes. Produktgruppen mit einem Forschungsaufwand unterhalb von 3 % werden als sonstige Gebrauchstechnologie bezeichnet.

Tabelle 6.1-1 erläutert diesen Sachverhalt anhand der FuE-Aufwendungen in den USA, Japan und der Bundesrepublik Deutschland nach Industriezweigen um das Jahr 1983. Man erkennt, daß die USA bei der Spitzentechnik gegenüber den beiden Vergleichsländern die höchste FuE-Intensität erreichen. Der relative Schwerpunkt für gehobene Gebrauchstechnik liegt in der Bundesrepublik, Japan führt bei den umsatzbezogenen FuE-Aufwendungen des Jahres 1983 die Liste bei den sonstigen Gebrauchstechniken an. Die oben gegebene quantitative Definition bezieht sich auf Produktgruppen und ist in der sektorbezogenen Abgrenzung nach Tabelle 6.1-1 nicht mehr durchgängig zu erkennen.

Zu welchen der in Tabelle 6.1-1 ausgewiesenen Wirtschaftszweigen die in dieser Untersuchung näher betrachteten vier Technologien gehören, steht nicht eindeutig fest. Es gehören die Hersteller der

- Laserstrahlquellen und Lasergeräte zur Elektronik, Nachrichtentechnik oder Elektrotechnik oder aber zur Luft- und Raumfahrt, zum Maschinenbau oder zu den optischen Instrumenten,
- Solargeneratoren zur Luft- und Raumfahrt, Elektrotechnik, Elektronik oder in den USA zur Ölbranche; die Materialherstellung ist in der Chemie angesiedelt,
- Enzyme zur Chemie oder Pharmazeutischen Industrie,
- Roboter zum Maschinenbau, vor allem periphere Teile aber auch zur Elektronik, zu den Instrumenten oder zur EDV.

Trotz dieser Vielfalt und den Einordnungsproblemen von Mischkonzernen in traditionelle Industriezweige wird aber deutlich, daß die vier ausgewählten Technologien in forschungsintensiven Branchen produziert werden, wenn darunter - wie üblich - die Hersteller von Spitzentechnik und gehobener Gebrauchstechnik verstanden werden (siehe etwa Grupp, Legler 1987, 45ff).

Die Forschungsintensitäten können sich nur langsam verändern, bedenkt man, welche riesigen und weitverzweigten industriellen und öffentlichen Strukturen dahinter stehen. Tabelle 6.1-2 verdeutlicht dies für den Anfang der achtziger Jahre. Die Zahlen für 1983 sind der Tabelle 6.1-1 entnommen, die entsprechenden Angaben für 1980 stammen - nach Transponieren auf die hier verwendeten FuE-Intensitätsklasen - von Grupp und Legler (1987, 29). Insgesamt ergibt sich aus Tabelle 6.1-2 ein länderübergreifender Trend zu einer forschungsintensiveren Gesamtwirtschaft, die vor allem die sonstige Gebrauchstechnik

Tabelle 6.1-1: FuE-Aufwendungen in v.H. des Umsatzes nach Industriezweigen in ausgewählten Ländern um das Jahr 1983 (Quelle: NIW, ISI)

Sektor	US	JP	DE
Luft- und Raumfahrt	19	1	17
Büromaschinen, EDV	14	4	7
Pharmazeutische Industrie	13	8	8
Nachrichtentechnik, Elektronik	11	5	6*)
Spitzentechnik	14	5	8
Optik, Uhren, Instrumente	8	5	3
Elektrotechnik	5	3	6*)
Automobilindustrie	3	2	3
Chemische Industrie	2	3	4
Musik-, Spiel-, Sportwaren	2	1	1
Maschinenbau	1	2	3
Gehobene Gebrauchstechnik	2,9	2,5	3,3
Schiffbau u. sonst. Fahrzeuge	0,5	3,7	1,3
Kunststoff-, Gummiverarbeitung	1,4	1,0	1,2
Nichteisenmetalle	1,2	1,4	0,7
Feinkeramik, Glas etc.	1,0	1,3	0,9
Eisen- und Stahlindustrie	1,0	1,2	1,0
Mineralölverarbeitung	1,2	0,3	0,2
Metallverarbeitung	0,6	0,7	1,0
Nahrungs- und Genußmittel	0,3	0,4	0,2
Papier- und Druckindustrie	0,4	0,2	0,2
Holzindustrie	0,3	0,3	0,4
Textilindustrie	0,1	0,4	0,2
Sonstige Gebrauchstechnik	0,7	0,8	0,6
Verarbeitende Industrie insgesamt	3,0	1,8	2,2

*) Beide Angaben nicht getrennt ausgewiesen

Tabelle 6.1-2: Vergleich der FuE-Aufwendungen Japans, der Vereinigten Staaten und der Bundesrepublik Deutschland in drei Intensitätsklassen bezogen auf die Umsätze 1980 und 1983 in v.H. (Quellen: NIW, ISI)

Intensitätsstufe	US		JP		DE	
	1980	1983	1980	1983	1980	1983
Spitzentechnik	20	14	7	5	12	8
Gehobene Gebrauchstechnik	3,1	2,9	2,7	2,5	3,3	3,3
Sonstige Gebrauchstechnik	0,5	0,7	0,4	0,8	0,5	0,6
Verarbeitete Industriewaren insgesamt	2,6	3,0	1,6	1,8	2,1	2,2

stärkt. Wegen gewachsener Umsätze geht die Forschungsintensität im kleinen Sektor der Spitzentechnik bei nicht sinkenden FuE-Aufwendungen zurück.

Aufgrund einer Konkordanz der amerikanischen Patentklassifikation zur amerikanischen Wirtschaftsstatistik gelingt es, die am USPTO angemeldeten Patente getrennt nach Erfinderländern den Kategorien Spitzentechnik, gehobene und sonstige Gebrauchstechnik zuzuordnen. Mit Hilfe dieser Konkordanzen (USPTO/TAF 1987) kann daher im übernächsten Abschnitt 6.3 der Frage nachgegangen werden, ob die nationalen Akzentsetzungen bezüglich FuE-Budget sich im Patentaufkommen äußern. Die entsprechende Betrachtung bezieht sich auf alle Gebiete der Technik, also nicht nur auf die hier näher untersuchten Teilbereiche.

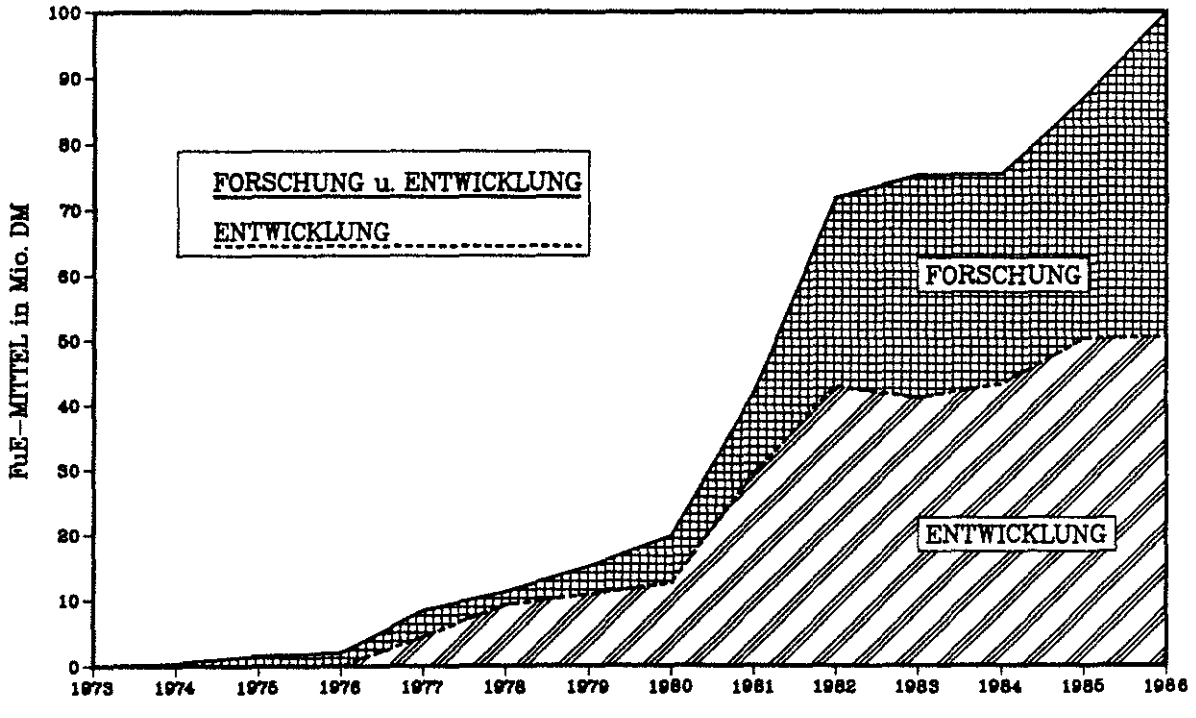
6.2 FuE-Aufwendungen für die Photovoltaik

Abbildung 6.2-1 veranschaulicht den zeitlichen Verlauf der jährlichen FuE-Aufwendungen für die terrestrische Photovoltaik in der Bundesrepublik Deutschland. Neben der Beobachtung eines etappenweisen Anwachsens der Forschungsanstrengungen nach den beiden Ölpreisschüben 1973 und 1979 erkennt man einen weiteren Anstieg der Aufwendungen seit 1984. Dies geht im wesentlichen auf eine Umstrukturierung innerhalb des öffentlichen Etats für Solarenergie zugunsten der Photovoltaik zurück, denn "entsprechend der Bedeutung der Pho-

tovoltaik in den nächsten Jahren" seien die Forschungsanstrengungen fortzusetzen und zu intensivieren (BMFT 1985, 2).

Neben der Betrachtung des Budgets insgesamt ist die Zerlegung in ein gesondertes Forschungs- und ein Entwicklungsbudget (Abbildung 6.2-1) interessant. Dazu wurden die Kurzfassungen aller Photovoltaikprojekte (Projektleitung Energieforschung PLE, verschiedene Jahrgänge) danach klassifiziert, ob es sich bei den Projekten um Forschung (d. h. Grundlagen- und Anwendungsforschung) oder Entwicklung (d. h. Entwicklung, Prototypkonstruktion, Tests und dgl.) handelte. Die Abbildung weist darauf hin, daß bald nach Beginn der Forschungsphase eine intensive Entwicklungsphase einsetzte, wie es zu erwarten war. In den achtziger Jahren mußte jedoch erneut die Forschung verstärkt werden, während die Entwicklungsausgaben seit 1982 stagnierten. Es hatte sich nämlich herausgestellt, daß für eine Vermarktung von photovoltaischen Zellen und Moduln weitere Kostenreduktionen angestrebt werden mußten; diese ließen sich aber nicht mit kleineren Verbesserungsinnovationen und ökonomischen Skaleneffekten erreichen, sondern allein durch Basisinnovationen bei den Materialien (Jäger 1986).

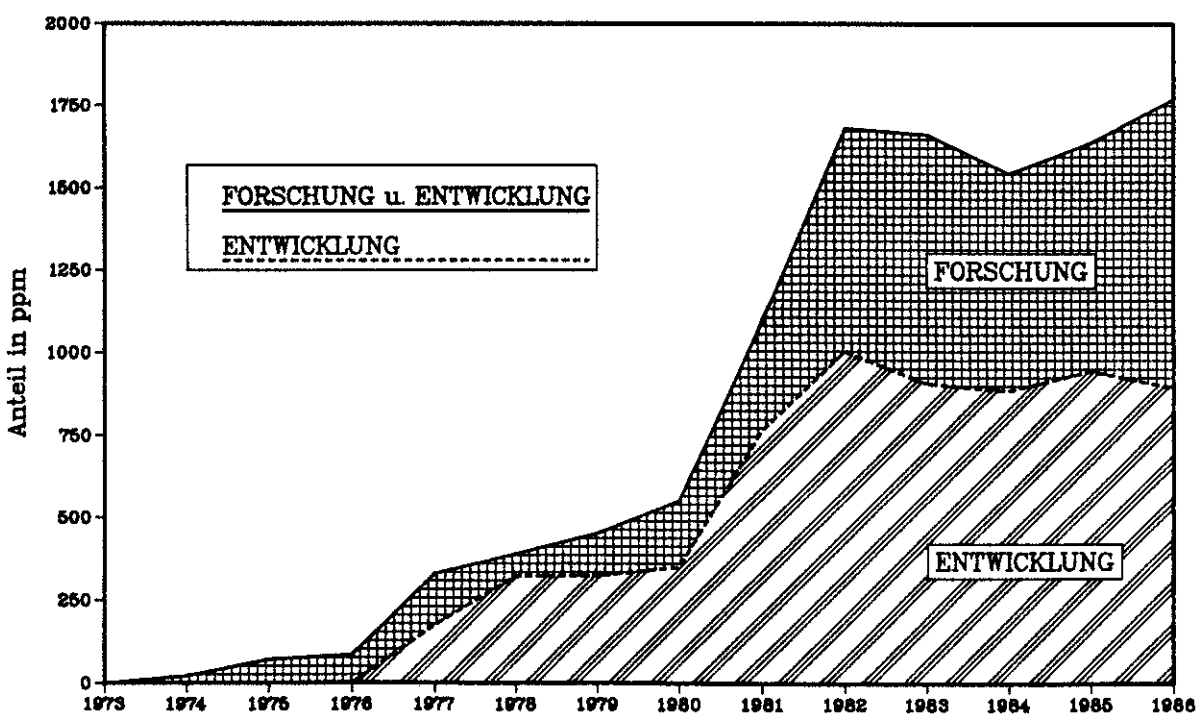
Abbildung 6.2-1: Jährliche FuE-Aufwendungen für terrestrische Photovoltaik in der Bundesrepublik Deutschland aus öffentlichen und privaten Quellen 1973 bis 1986



Verstärkte Materialforschung war die Antwort der westdeutschen FuE-Einrichtungen. Der technikspezifische Budgetindikator zeichnet dieses in Phasen verlaufende FuE-Geschehen quantitativ nach.

Abbildung 6.2-1 stellt das FuE-Budget in laufenden Preisen dar. Daneben ist aber auch die Frage relevant, ob die Photovoltaikforschung im gleichen Maße mit der Forschung insgesamt angewachsen ist oder ob sie relativ dazu zurückbleibt. Daher gibt Abbildung 6.2-2 wieder, welche Quote am nationalen Forschungsbudget die Photovoltaik einnimmt. Aus dieser Darstellung ergibt sich erneut eine Verstärkung der Forschungstätigkeit nach den Ölpreisschüben. Allerdings ist die Interpretation der Aktivitäten in den achtziger Jahren eine andere: Gemessen an den insgesamt steigenden Forschungsaufwendungen für alle Gebiete von Wissenschaft und Technik sind die relativen Aufwendungen für die Entwicklung der Solargeneratoren seit 1982 leicht rückläufig, für die Forschung bleiben sie etwa auf gleichem Niveau. Das heißt, die oben dargestellten Zuwächse entsprechen der Verstärkung der Forschung in anderen Gebieten und stellen in den achtziger Jahren keine überproportionale Besonderheit dar.

Abbildung 6.2-2: Jährliche FuE-Aufwendungen für terrestrische Photovoltaik in der Bundesrepublik Deutschland bezogen auf die öffentlichen und privaten Forschungsausgaben insgesamt (Anteil der FuE für Photovoltaik in ppm) 1973-1986 (Quelle: OECD, ISI)



Die Photovoltaikbudgets für die Bundesrepublik Deutschland wurden regressionsanalytisch auf einen Zusammenhang mit den Patentanmeldungen der Bundesrepublik im In- und Ausland getestet. Dabei wurden beide Bandgrenzen des RTP-Indikators jeweils für sich genommen. In der multiplen Regression wurde jeweils ein verschieden langer Vorlauf des FuE-Budgets vor der Patentanmeldung zugelassen.

Im Ergebnis zeigte sich, daß für den gesamten Beobachtungszeitraum 1973 bis 1984 keine signifikante Relation zwischen der relativen technologischen Position RTP bundesdeutscher Patentanmelder und dem absoluten FuE-Budget für Photovoltaik besteht. Diese quantitative Feststellung ist unmittelbar den Abbildungen zu entnehmen, denn die relative technologische Position bei Solarzellenpatenten sinkt seit 1979, während das absolute FuE-Budget weiter steigt. Trotz fortlaufender Mehraufwendungen für die Photovoltaikforschung geht die Patentaktivität seit Beginn der achtziger Jahre zurück. Auch wenn man statt dem möglicherweise wenig patentrelevanten Forschungsbudget nur die Ausgaben für Entwicklungsprojekte nimmt, ergibt sich keine signifikante Korrelation. Wird der Untersuchungszeitraum für die Regressionsanalyse aber auf die Jahre 1973 bis 1979 verkürzt, so werden in beiden Fällen hochsignifikante positive Korrelationen gefunden (Irrtumswahrscheinlichkeit jeweils kleiner als 1 %; kein zeitlicher Vorlauf der FuE-Variablen).

Neben der Korrelation absoluter Größen könnte die Akzentsetzung innerhalb des gesamten Forschungshaushalts mit dem jeweiligen Ertrag korrelieren. Daher wurden auch die relativen Forschungsaufwendungen in der Photovoltaik gemessen am nationalen Gesamtbudget in Verbindung zu Patentdaten gebracht. In diesem Fall ist jedoch die Patentaktivität im Gebiet der Solarzellen im Verhältnis zu der in allen Gebieten der Technik relevant, weshalb für den regressionsanalytischen Ansatz auch die Solarpatentanmeldungen nunmehr auf alle Anmeldungen normiert werden. Wegen der Eröffnung des EPA werden hierfür nur die Daten des amerikanischen Patentamts verwendet, so daß für diese Regression zusätzlich das Qualitätsmaß der Auslandsanmeldung erfüllt wird, aber nur der Prioritätszeitraum 1973 bis 1982 berücksichtigt werden kann. In diesem Falle ergaben sich hochsignifikante Korrelationen für einen Vorlauf des FuE-Budgets von zwei Jahren (Signifikanzniveau bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,3 %). Es darf daher gefolgert werden, daß eine Verstärkung der Forschungsaktivität in der Photovoltaik neben allen anderen Forschungen auch die Patentaktivität auf diesem Gebiet neben allen anderen Gebieten nach etwa zwei

Jahren erhöht. Interessant dabei ist, daß nicht nur der Anteil der Entwicklungsprojekte patentrelevant wird. Bildet man die Regression nur für denjenigen Teil der Aufwendungen, die sich auf die Entwicklung der Solarzellentechnik richten, so ergibt sich aber ein signifikanter kürzerer Vorlauf des Entwicklungsbudgets von nunmehr einem Jahr (signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,2 %).

Das korrelierte Vorlaufen des FuE-Budgets vor der Inventionstätigkeit um ein bis zwei Jahre überrascht im Grundsatz nicht, denn auch Greif (1987, 105) stellte dies für alle Gebiete der bundesdeutschen Forschung und Entwicklung bereits fest. Zusätzlich kann aus der vorliegenden Untersuchung aber entnommen werden, daß der Zusammenhang offenbar auch für ein einzelnes Gebiet der Technik gilt. Außerdem sind im vorliegenden Fall Auslandspatente als Qualitätsmaß genommen worden, während Greif seine Rechnungen auf die Erfindungstätigkeit im Inland stützte. Auch zeigte sich bei Greif, daß nur zeitliche Veränderungsraten korrelieren, aber nicht die absoluten Größen selbst.

Vergleicht man die Ergebnisse der Regressionsanalyse der absoluten mit den relativen Größen, so könnte der Eindruck entstehen, daß letztere über einen längeren Zeitraum (bis 1982) als erstere (bis 1979) korrelieren. Dies wäre jedoch eine Täuschung, denn bei ein- bis zweijährigem Vorlauf des FuE-Budgets ist dessen starkes Ansteigen nach 1980 bei ausbleibendem Ansteigen der Patentieraktivität nicht mehr in den Regressionsdaten enthalten und muß daher auch nicht durch externen Eingriff ausgeblendet werden. Insgesamt wird der Schluß nahegelegt, daß die verstärkten FuE-Aktivitäten auf dem westdeutschen Photovoltaiksektor seit 1981 keinen entsprechenden Effekt auf den Patentertrag gehabt haben wie in den siebziger Jahren. Dies könnte damit zu tun haben, daß die neueren FuE-Gegenstände weniger patentierfähig sind als zuvor (z.B. grundlagenorientiert) oder dem wissenschaftlichen Nacharbeiten anderswo bekannter Technologie gedient haben und damit a priori dem weltweiten Neuheitsprinzip, das über Patenterwerb entscheidet, nicht genügen können. Auch könnte der einstmals offene Schutzrechtsmarkt im Sinne des Potentialcharakters des Patents (vgl. Abschnitt 2.3.1) nunmehr gesättigt sein, was aber wegen des Übergangs von der kristallinen zur amorphen Technologie wenig wahrscheinlich ist.

6.3 Synopse von FuE-Budget- und Patentindikatoren

Das amerikanische Patentamt hat eine Konkordanz zwischen der USPOC und 55 Produktfeldern auf der Basis der Standard Industrial Classification (SIC) erstellt. Die Konkordanz beruht auf einer Zuordnung der einzelnen USPOC-Unterklassen und ist daher relativ genau. Allerdings läßt sich die Zuordnung nicht auf wenigen Seiten darlegen, da es 112400 derartiger Symbole gibt. Die Zuordnung erfolgt am USPTO daher maschinell und ist nur verbal zu beschreiben, wie Tabelle 6.3-1 zeigt. Die Zuordnung zwischen SIC und USPOC ist nach Angaben des USPTO nicht perfekt, aber für die hier verfolgten Zwecke sicherlich ausreichend genau. Die SIC-Produktgruppen können ihrerseits den FuE-Intensitätsklassen nach Tabelle 6.1-1 zugeordnet werden, so daß sich insgesamt die Gegenüberstellung gemäß Tabelle 6.3-1 ergibt. Die Gegenüberstellung des SIC mit den NIW-Listen forschungsintensiver Produkte kann hier nicht im einzelnen ausgeführt werden; sie ist einer späteren Publikation vorbehalten. Die dabei auftretenden Abgrenzungsprobleme sind unvermeidlich und entsprechen denen, die Soete (1987, 128) angibt. Mit Hilfe dieser mehrfachen Zuordnungen gelingt es, die Patentaktivität am USPTO nach den drei Intensitätsklassen zu verfolgen. (Eine bundesdeutsche Konkordanz zwischen der IPC und der Systematik der Wirtschaftszeige steht kurz vor ihrer Vollendung.)

Die Konkordanz berücksichtigt ferner, daß einige Patentunterklassen mehreren Produktfeldern zugeordnet werden können und rechnet die entsprechenden Patente fraktioniert zu. (Fällt eine Unterklasse in z. B. drei Produktgebiete, so wird jedes Patent aus dieser Unterklasse in jedem des in Frage kommenden SIC-Feldes zu einem Drittel gezählt.) Die entsprechende nach Ländern gegliederte Statistik wird für jedes Jahr erstellt; wegen der vor allem in den kleinen Patentklassen starken jährlichen Schwankungen der Anmeldezahlen wurden für die nachfolgende Analyse jeweils Dreijahreszeiträume gebildet. Die Zuordnung zu den Zeiträumen geschieht nach dem Anmeldedatum der Patente, das dem Erfindungszeitpunkt wesentlich näher kommt als das Erteilungsdatum (im übrigen vgl. Abschnitt 2.1.1). Als geeigneter Indikator erscheint der RTA- oder RPA-Indikator, der die entsprechenden Patentaktivitäten im Ländervergleich gut wiedergibt.

Tabelle 6.3-1: Konkordanz zwischen der Forschungsintensität, der US-Wirtschaftsstatistik und der US-Patentklassifikation (Quellen: TAF/USPTO, ISI)

FuE-Intensitäts-klasse	Benennung	Standard Industrial Classification (SIC)
Spitzentechnik (FuE-Aufwand größer 8 v.H. des Umsatzes)	Pharmazeutika	283
	Turbinen etc.	351
	Büromaschinen etc.	357
	Generatoren, Steuergeräte etc.	362
	Nachrichtentechnik, Elektronik	366, 367
	Raumfahrt, Geschosse	376
	Waffen ohne Raketen	348, 3795
	Luftfahrt	372
Gehobene Gebrauchs-technik (FuE-Aufwand zwischen 3 und 8 v.H. des Umsatzes)	Anorganische Chemie	281
	Kunststoffe und Kunstharze	282
	Farben und Lacke	285
	Sonstige Chemikalien	289
	Kautschuk etc.	30
	Bergbaumaschinen etc.	353
	Metallverarbeitende Geräte	354
	Allgemeiner Maschinenbau	356
	Kältetechnik etc.	358
	Sonstige nichtelektrische Geräte	359
	Elektrische Haushaltsgeräte	363
	Sonstige elektrische Geräte	369
	Radio, Fernsehen	365
	Kraftfahrzeuge und -teile	371
	Wissenschaftliche Instrumente	38 (ohne 3825)
Sonstige Gebrauchs-technik (FuE-Aufwand unter 3 v.H. des Umsatzes)	Ernährung etc.	20
	Textilien	22
	Seife, Kosmetik, Parfüme	284
	Gerberei, Holzchemie etc.	286
	Agrarchemie	287
	Mineralöl- und Erdgasverarbeitung	13, 29
	Stein, Glas, Beton etc.	32
	Eisenmetallerzeugung	331, 332, 3399, 3462
	Nichteisenmetalle	333-336, 339 (ohne 3399), 3463
	Verarbeitete Metallprodukte	34 (ohne 3462, 3463, 348)
	Farm- und Gartengeräte	352
	Diverse Maschinen	355
	Elektrizitätsübertragung und -verteilung	361, 3825
	Elektrisches Licht und dgl.	364
	Schiffbau und -reparatur	373
	Eisenbahn	374
	Krafträder, Fahrräder	375
	Sonstige Transporttechnik	379 (ohne 3795)
	Nichtzuzuordnende Patente	-

Abbildung 6.3-1: Patentaktivitäten (RPA-Indikator) am USPTO nach FuE-Intensitäten in den Anmeldejahren 1975-1983 im Dreiländervergleich

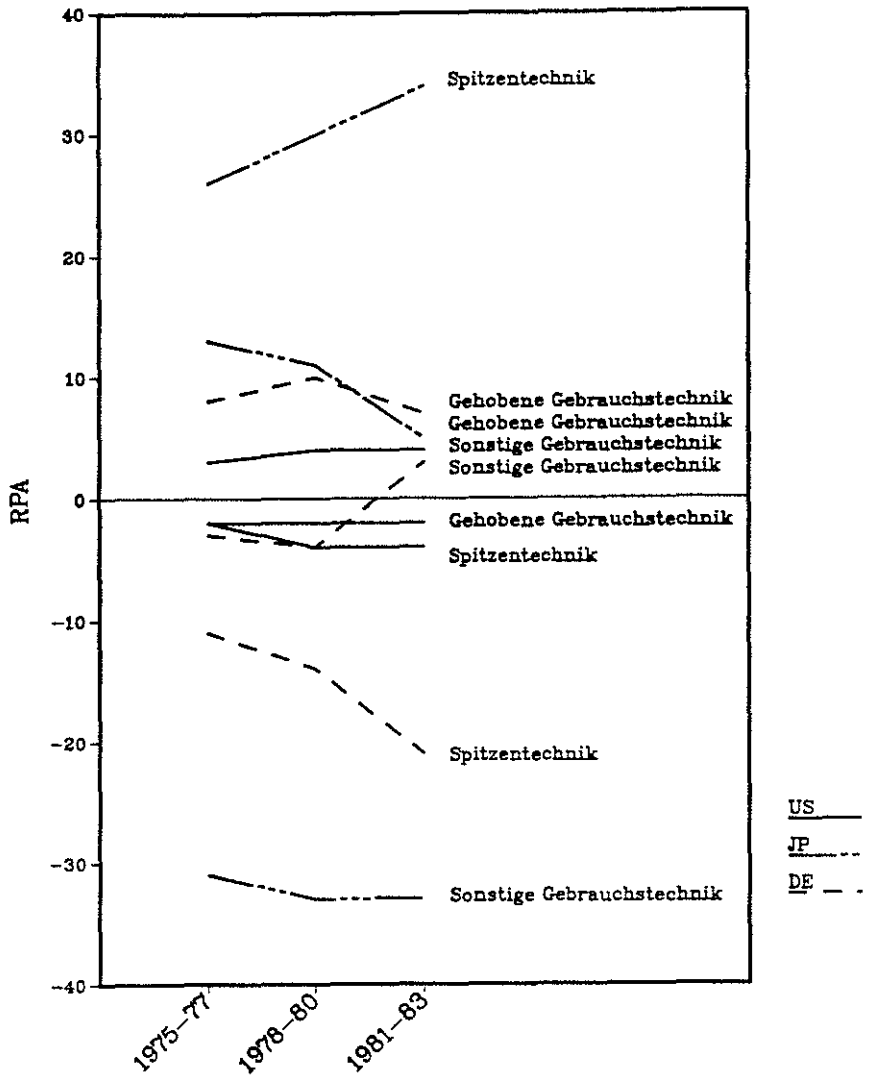


Abbildung 6.3-1 zeigt das Ergebnis der Analyse: Japan verfolgt seit Mitte der siebziger Jahre eine ausgeprägte Patentieraktivität im Bereich der Spitzentechnologien und läßt den großen Bereich der sonstigen Gebrauchstechnik fast völlig außer acht. Bezüglich der gehobenen Gebrauchstechnik unterscheiden sich die Patentaktivitäten der Bundesrepublik Deutschland und Japans in den Vereinigten Staaten nur unwesentlich; die Aktivitäten japanischer Unternehmen scheinen eher zurückzugehen, was eine unmittelbare Folge davon ist, daß sie im Bereich der Spitzentechnik deutlich und stetig zunehmen. Die Patentieraktivitäten bundesdeutscher Unternehmen in den Vereinigten Staaten gehen im Bereich der Spitzentechnik von einer ohnehin nicht ausgeprägten Position weiter zurück. In jüngster Zeit zielen die Schutzrechte offenbar verstärkt auf den Bereich der sonstigen Gebrauchstechnik hin, wo inzwischen eine überproportio-

nale Aktivität zu verzeichnen ist, die diejenige der einheimischen US-Firmen nahezu erreicht. Amerikanische Anmelder zeigen kein so ausgeprägtes Profil bezüglich der Forschungsintensität ihrer Erfindungen, was vor allem damit zusammenhängt, daß der einheimische Schutzrechtsmarkt in jedem Falle und in allen Bereichen wichtig ist. So überrascht es nicht besonders, daß sich die einheimischen Anmelder überproportional um den Bereich der sonstigen Gebrauchstechnik kümmern, während die Bereiche der gehobenen Gebrauchstechnik und der Spitzentechnik vor allem deshalb unterdurchschnittlich abschneiden, weil hier die Zahl wirtschaftlich nicht relevanter Patentanmeldungen kleiner sein dürfte als im Bereich der sonstigen Technik. Ein Blick auf Tabelle 6.3-2 verdeutlicht die Größenverhältnisse.

Tabelle 6.3-2: Aufteilung des US-Patentvolumens nach FuE-Intensitäten der Wirtschaft im Prioritätszeitraum 1975 bis 1983 in tausend Patenten (bzw. Prozent)
(Quellen: TAF/USPTO, ISI

Industrielles Charakteristikum	US	JP	DE	Andere Länder	Welt
Spitzentechnik	66 (57)	21 (18)	9 (8)	19 (17)	114 (100)
Gehobene Gebrauchstechnik	135 (59)	33 (14)	23 (10)	41 (18)	231 (100)
Sonstige Gebrauchstechnik	144 (62)	22 (9)	21 (9)	45 (19)	232 (100)
Summe	345 (60)	76 (13)	52 (9)	103 (18)	576 (100)

Die Tabelle zeigt, daß die Zahl der US-Patente amerikanischer Erfinder im Bereich der Spitzentechnik trotz der ungünstigen Relativbewertung nach Abbildung 6.3-1 die japanischer Erfinder um mehr als das dreifache übersteigt. Bei der sonstigen Gebrauchstechnik sind US-Erfinder wegen selektiver Enthaltsamkeit seitens Japans aber mehr als sechsmal aktiver, was nur bedeutet, daß aus Übersee eher hochwertige Technik zum USPTO gelangt. Damit ist belegt, daß der RPA-Indikator für inländische Anmelder einen nominellen Nachteil dem Hoch-

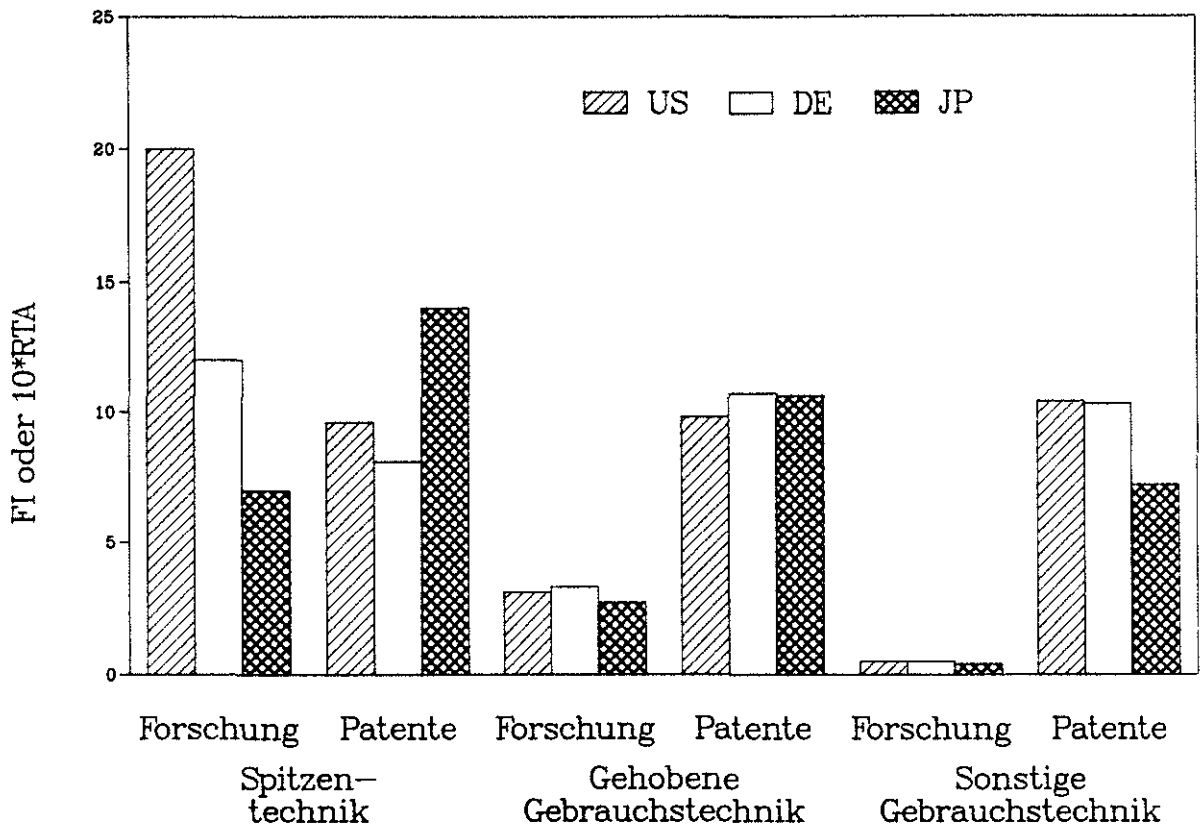
technologiebereich zuweist, was in Abschnitt 2.3.2 behauptet wurde.

Stellt man die Patentaktivitäten nach FuE-Intensitätsklassen den Forschungsbudgets nach Tabelle 6.1-2 mit einem zeitlichen Versatz gegenüber, so tritt die Marktstrategie der betrachteten Volkswirtschaften noch deutlicher hervor. Aus Abbildung 6.3-2 wird ersichtlich, in welchen Fällen sich die Rangfolge der Forschungsintensität und die Rangfolge der Patentaktivität am US-Markt nicht entsprechen: Dies trifft für Japan bei der Spitzentechnik zu, wo eine gezielte Patentstrategie japanischer Anmelder in den Vereinigten Staaten zu diagnostizieren ist, dem im Gegenzug dazu ein klares Vernachlässigen der sonstigen Gebrauchstechnologien entspricht. Abbildung 6.3-2 verdeutlicht insgesamt, daß die Patentieraktivität an einem einzigen Patentamt ohne Kenntnis anderer als der an diesem Amt gegebenen Marktpräferenzen kein guter Output-Indikator für angewandte Forschung und Entwicklung ist. Die Abbildung macht auch deutlich, daß die ausgezeichneten Patentpositionen japanischer Unternehmen in den für die vorliegende Untersuchung ausgewählten vier forschungsintensiven Technologien nicht sehr überraschend ist. Nach Abbildung 6.3-2 war geradezu zu erwarten, daß sich dann, wenn eine begrenzte Auswahl nur im Bereich der Spitzentechnologie erfolgt, ein überproportionales Engagement japanischer Erfinder und Unternehmen einstellt.

Mit Hilfe der Konkordanzliste nach Tabelle 6.3-1 lassen sich die japanischen Stärken im Bereich der Spitzentechnik noch genauer angeben: Ohne Bedeutung sind japanische Anmeldungen bei Waffen, Geschossen und in der Raumfahrt. Im pharmazeutischen Bereich sind nur mäßige Anstrengungen zu verzeichnen. Überproportional (RPA größer als +30) richtet sich das japanische Engagement innerhalb der Spitzentechniken auf die Nachrichtentechnik, die Elektronik, elektrische Steuergeräte und die Luftfahrt. An der Spitze der Auslandsaktivitäten japanischer Unternehmen in den USA stehen Motoren und Turbinen (RPA-Wert +49) sowie Büromaschinen und Datenverarbeitung (RPA-Wert +65).

Eine entsprechende Profilanalyse bundesdeutscher Aktivitäten im Bereich der Spitzentechnik am US-Patentamt ergibt das folgende: Stark unterproportional schneiden die Büromaschinen und die EDV sowie die Nachrichtentechnik und die Elektronik ab (RPA-Wert kleiner als -40). Etwa ausgeglichen ist das Gebiet der elektrischen Steuergeräte, Generatoren und dergleichen sowie der pharmazeutischen Erzeugnisse und der Raumfahrt. Überdurchschnittliche Aktivitäten deutscher Unternehmen innerhalb der Spitzentechnologien (RPA-Wert größer als

Abbildung 6.3-2: Gegenüberstellung von Forschungsintensitäten und Patentaktivitäten am US-Patentamt unterteilt nach FuE-Intensitätsklassen im Dreiländervergleich für den Anfang der achtziger Jahre (FuE-Intensitäten von 1980, RTA-Indikator für den Zeitraum 1981 bis 1983; Quellen: ISI, NIW, USPTO/TAF)



+20) sind bei Motoren und Turbinen sowie in der Luftfahrt zu verzeichnen. An der Spitze der entsprechenden Aktivitäten liegen die verteidigungsbezogenen Erfindungen (RTA-Wert +47).

Für die Vereinigten Staaten ergibt sich ein deutlich unterdurchschnittliches Patentierverhalten im Bereich der Spitzentechnik nur bei Motoren und Turbinen (RPA-Wert -25). Knapp unterdurchschnittlich liegen die Aktivitäten im Bereich der Pharmazeutika, bei Generatoren, elektrischen Steuergeräten, Büromaschinen, EDV und in der Luftfahrt. Durchschnittliche Aktivitäten verzeichnet der

Bereich der Nachrichtentechnik und der Elektronik, während die verteidigungsbezogenen Aktivitäten (RTA-Wert +11) und die Raumfahrt (RCA-Wert +22) herausragen.

Gewisse Entsprechungen zwischen den Stärken und Schwächen auf dem Schutzrechtsmarkt in den Vereinigten Staaten und den branchenbezogenen Forschungsaufwendungen (vgl. Tabelle 6.1-1) sind unverkennbar; da sich jedoch die vorhandenen Daten für die sektoralen Forschungsaktivitäten und die auf die Wirtschaftsstatistik bezogenen Patentaktivitäten selten genau entsprechen, unterbleibt eine Gegenüberstellung auf Branchenebene. Hierzu siehe ausführlich Soete (1987).

7. SYNOPTISCHE BETRACHTUNG VON PATENTINDIKATOREN UND WISSENSCHAFTSINDIKATOREN (PUBLIKATIONSSTATISTIKEN)

Forschungsergebnisse, die nicht patentierfähig sind (z. B. Formeln, das Aufwerfen neuer Forschungsfragen, Ergebnisse aus der Grundlagenforschung und dergleichen) werden üblicherweise nur in der wissenschaftlichen Literatur publiziert. Patentierfähige Forschungsergebnisse dürfen dementgegen - mit gewissen Unterschieden von Land zu Land wegen der unterschiedlichen Patentgesetzgebung - vor der Patentanmeldung nicht publiziert werden, weil dies für das Patent neuheitsschädlich wäre. In manchen Ländern wird der Begriff "publizieren" sehr weit gefaßt, so daß gegebenenfalls auch bereits Vorträge bzw. Vortragsmanuskripte und Konferenzbeiträge darunter fallen. Publikationsstatistiken können daher nicht früher als Patentstatistiken Auskunft über neue Entwicklungen in Forschung und Technik geben, aber im allgemeinen ist die redaktionelle Bearbeitungszeit wichtiger wissenschaftlicher Zeitschriften (Periode zwischen Einreichen des Beitrags, Begutachtungsverfahren und Publikationsdatum) kürzer als die Offenlegungsfrist bei Patentanmeldungen (18 Monate). Allerdings kann der Entstehungszeitpunkt des publizierten Forschungsergebnisses nicht gut terminiert werden, weil Datenbanken den Einreichungstermin nicht ausweisen. Bei patentierten Forschungsergebnissen ist hingegen das Prioritätsdatum ohne weiteres feststellbar. Sofern maschinelle Auswertungsverfahren für die Publikationsstatistik verwendet werden, ist zusätzlich noch das Vorliegen vollständiger Datenbestände abzuwarten. In der Regel sind bei den großen bekannten Literaturdatenbanken die Publikationen eines Jahrganges im Herbst des folgenden Jahres komplett (siehe etwa Grupp 1987, 35). Setzt man für die redaktionelle Bearbeitungszeit mindestens ein halbes Jahr an, so können Literaturstatistiken allenfalls drei Monate früher als Patentstatistiken erstellt werden, wenn man jeweils den Entstehungszeitpunkt des Forschungsergebnisses miteinander vergleicht (Datum der Einreichung einer Publikation bzw. Prioritätsdatum).

Der Wert der Publikationsstatistik zusätzlich zur Patentstatistik liegt also - sofern es um die Frühindikatorfunktion geht (vgl. Abschnitt 1) - nicht in einem Vorlaufen vor der Patentstatistik, sondern im Einschluß von nicht patentierbaren Forschungsergebnissen. Damit wird die Literaturstatistik insbesondere zum Studium der Vorgänge in der Grundlagenforschung interessant. Aber am Informationsmedium "Wissenschaftliche Publikation" partizipieren - entgegen einem häufig gehörten Vorurteil - auch die forschend tätigen Personen

aus den Unternehmen. In einer der bedeutendsten Literaturdatenbanken, dem Science Citation Index (SCI), stammen jährlich etwa 50.000 Publikationen von Institutionen mit Erwerbscharakter (Unternehmen). Dies entspricht etwa 10 % des Bestands dieser Datenbank (Coward 1987a, 3). Die durchaus respektable Industriequote hat mehrere Gründe: Zum einen tragen publizier- aber nicht patentierfähige Ergebnisse häufig nicht den Stempel der Firmenvertraulichkeit, zum anderen dienen sie der wissenschaftlichen Karriere des Forschers sowie dem Image der Firma. Schließlich ist die eigene Publikationstätigkeit auch ein Erfordernis, um an international renommierten Konferenzen und Tagungen teilnehmen zu können. In modernen Gebieten der Technik mit wirtschaftlichem Interesse ist die Beteiligung von Autoren aus der Industrie am Publikationsgeschehen noch wesentlich größer: Beispielsweise wurde für den Bereich der Glasfasertechnik gefunden, daß im Jahrzehnt zwischen 1973 und 1984 56 % aller Publikationen aus der Bundesrepulik auf Firmen entfallen, nur 30 % auf akademische Einrichtungen und 14 % auf unabhängige Forschungsinstitute. Für dieselbe Technik und denselben Zeitraum ergab sich für Japan sogar, daß 76 % aller Publikationen von Unternehmen stammen (Granberg 1987).

7.1 Stand der Bibliometrieforschung

Eine stattliche Menge an publizierten Forschungsarbeiten setzt sich mit den Mechanismen des Publikationsgeschehens auseinander (als Beispiele seien genannt Gordon 1984 und Weingart, Winterhager 1984). Insbesondere widmen sich viele Arbeiten der Frage des Zitierens von wissenschaftlicher Literatur in wissenschaftlicher Literatur (z. B. Cronin 1984 und Frost 1979). Im Vergleich zur Analyse der Zitate in Patenten ist die Menge der einschlägigen Literatur, die sich mit dem Publizieren und Zitieren von Literatur befaßt, ungleich viel größer, so daß von daher der Stand der Bibliometrieforschung günstiger als der Wissensstand in der Patentanalyse zu beurteilen ist.

Dennoch ist das Gebiet der Bibliometrie oder "Scientometrie" oder "Wissenschaftsmessung" noch im Stadium der Bestandsaufnahme, d.h. der Sammlung unterschiedlicher methodischer Ansätze zur Messung von Phänomenen der Wissenschaftsentwicklung. Es wird auch beklagt, daß die teilweise noch vordergründige Suche nach adäquaten Kennziffern der Wissenschaftsentwicklung tendenziell mit der Vernachlässigung theoretisch-konzeptioneller Überlegungen in der scientometrischen Forschung verbunden sei (Otto 1982, 52).

Eine der bedeutendsten Datenbanken für Literaturstatistiken ist der schon erwähnte Science Citation Index (SCI) oft in Verbindung mit dem Social Sciences Citation Index (SSCI). Die Datenbank SCI wird in den Vereinigten Staaten vom Institute for Scientific Information hergestellt und ist on line z.B. über den Datenhost DIMDI (Köln) zugänglich (unter der Bezeichnung "SCISEARCH"). Der SCI enthält Veröffentlichungen aus allen Gebieten der Medizin, der Naturwissenschaften und der Technik und wertet 4.500 Zeitschriften aus. Derzeit enthält die Datenbank in der bei der US-Firma Computer Horizons angebotenen Version ca. 3 Mio. Veröffentlichungen. Der SCI wurde ursprünglich für bibliographische Zwecke entwickelt mit dem Ziel, dem tätigen Fachwissenschaftler den raschen Informationszugriff auf diejenigen Arbeiten zu erleichtern, die er benötigt, bzw. die seine Arbeiten zitieren. Makroanalytische Ansätze standen zunächst nicht im Zentrum des Interesses.

In Europa ist außerdem die britische Datenbank INSPEC (Information Services for the Physics and Engineering Communities) interessant, welche die weltweit erscheinende Literatur in den Sachgebieten der Physik, Elektrotechnik, Elektronik, Regelungstechnik und Rechentechnik enthält (die in dieser Arbeit betrachteten vier ausgewählten Technologien mit Ausnahme der Enzymtechnik gehören hierzu). INSPEC umfaßt ungefähr 2500 Zeitschriften, Berichte, Konferenzbeiträge und Bücher. Insgesamt sind 2 Mio. Literaturhinweise gespeichert. Die Datenbank ist in der Bundesrepublik über das Fachinformationszentrum Karlsruhe on line zugänglich. Für Recherchen ist eine spezielle Klassifikation erstellt worden, welche die Forschungsgebiete gliedert. Das Auffinden der Klassifikationssymbole wird durch einen Stichwort-Thesaurus erleichtert. Die Datenbank INSPEC bietet sich immer dann an, wenn ein zu untersuchendes Gebiet fachlich vollständig darin enthalten ist.

Die beiden erwähnten Datenbanken enthalten selbstverständlich nicht alle Zeitschriften der jeweiligen Fachgebiete. Es ist aber zu beachten, daß gemäß den Untersuchungen von S.C. Bradford die internationale Publikationstätigkeit auf wenige Zeitschriften konzentriert wird. Bradford und andere belegten, daß die Erfassung aller entscheidenden Publikationen bereits dann gewährleistet ist, wenn die Sichtung auf die profiliertesten Zeitschriften eines Fachgebiets begrenzt wird (Otto 1982, 67). Die Qualität einer Datenbank läuft also letztlich darauf hinaus, ob die für das jeweilige Gebiet zentralen Zeitschriften erfaßt sind.

Insgesamt mag der Stand der Bibliometrieforschung wie folgt beschrieben werden: bibliometrische Methoden sind heutzutage gut etabliert, aber bezüglich einiger Aspekte noch nicht genügend validiert. Die verfügbaren Literaturdatenbanken können als genügend vollständig angesehen werden, sofern Grundlagenforschung oder reine Forschung betroffen ist. Allerdings scheinen einige schwer zu quantifizierende Lücken im Datenbestand bezüglich gewisser Gebiete der Anwendungsforschung und der Technik zu bestehen, deren Ausmaß man jeweils nur retrospektiv und unter Zuhilfenahme von anderen Informationsquellen beurteilen kann. Aufgrund dieser Situation ist in der Regel die Überprüfung bibliometrischer Statistiken und Ergebnisse durch das betroffene Forschungs- und Entwicklungspersonal im jeweiligen Fachgebiet erforderlich (Grupp 1987, 34, Moed u.a. 1987, 97ff).

In der Bibliometrie sind inzwischen kompliziertere Maße als die einfachen Publikationshäufigkeiten eingeführt worden (gemeint sind hier vor allem Zitierhäufigkeiten und Ko-Zitierung; vgl. Weingart u.a. 1987 für den deutschen Sprachraum). Da der einfachen Publikationsstatistik zweifellos der Mangel anhaftet, daß gezielte "Vielschreiberei" von einzelnen Autoren oder Institutionen nach dem Motto "publish or perish" die Erhebungen verzerren kann, könnte die davon unabhängige Zitierungsrate den Charakter eines Qualitätsmaßes in der Bibliometrie annehmen. Allerdings messen auch Zitierindikatoren den Ertrag der wissenschaftlichen Tätigkeit nicht verzerrungsfrei. Eine gründliche Auseinandersetzung mit dem Wert von Zitieranalysen kann hier nicht geleistet werden, so daß die wesentlichen Aspekte nur stichwortartig referiert werden.

Die Zitierfrequenz ist sicherlich von vielen Faktoren abhängig. Dazu gehören (Otto 1982, 56ff)

- das Ansehen des Autors,
- die Verfügbarkeit eines Artikels, die abhängig ist von seiner bibliographischen Form,
- die Attraktivität des Arbeitsgebietes,
- der Inhalt des Artikels,
- der Umfang des Bibliotheksbestandes am Ort des Zitatnehmers etc.

Dem Problem der "Vielschreiberei" in der Publikationsstatistik entspricht das Problem der Selbstzitierung in der Zitierstatistik. Selbstzitierungen sind einerseits unumgänglich, da wegen der hohen Spezialisierung und Differenzierung in der gegenwärtigen Wissenschaftsentwicklung oft nur auf die eigenen Publikationen oder die Veröffentlichungen der näheren Mitarbeiter aufgebaut

werden kann. Andererseits sind Selbstzitierungen ein geeigneter Weg, um Zitierraten zu manipulieren (Otto 1982, 70).

Einschlägige Forschung der Leidener Gruppe (Moed u.a. 1983, 1985) hat einen anderen wichtigen Sachverhalt gezeigt: die schiefe Verteilung der Zitate über die Zeit. Ein großer Teil der wissenschaftlichen Publikationen wird demnach nie oder sehr wenig zitiert und nur auf einen kleinen Teil der Publikationen wird häufig und über längere Zeiträume zurückgegriffen. Die Zitathäufung kann kurz nach Erscheinen der Arbeit liegen; es ist aber auch beobachtbar, daß Verweise auf eine Publikation erst Jahre verspätet einsetzen. Die Wahl einer angemessenen Zeitspanne ist daher für die Validität vergleichender bibliometrischer Untersuchungen in verschiedenen Forschungsgebieten kritisch (siehe etwa Grupp 1987, 34, Moed u.a. 1985).

Trotz dieser Einwände können Zitiermaße das Auftreten eines neuen Forschungsgebiets ankündigen, sind also für die Früherkennung geeignet. Das Anfangsstadium der Entwicklung eines Gebiets, mit dem sich erst wenige Wissenschaftler beschäftigen, kann durch eine hohe Selbstzitierungsrate sowie stark auftretende Koautorenschaft gekennzeichnet sein (Otto 1982, 80). Für prognostische Zwecke scheint daher besonders die Ko-Zitierung geeignet zu sein. Schon in den sechziger Jahren wurde der Begriff der aktiven Forschungsfront geprägt. Übernimmt man die Anfang der siebziger Jahre in den USA und auch der Sowjetunion gebildeten Begriffe, dann ist eine Forschungsfront durch das gemeinsame Zitieren ("Ko-Zitieren") von Paaren von wissenschaftlichen Publikationen definiert. Die Methode der Ko-Zitierung eröffnet den Weg zu einer systematischen Erforschung der Fachstrukturen der Wissenschaft einschließlich der inneren Struktur der Fachgebiete und ihrer Beziehungen zueinander (Otto 1982, 81 und 85). Damit können ein tieferes Verständnis für den Mechanismus bei der Entwicklung (insbesondere neuer) wissenschaftlicher Disziplinen erreicht und die Strukturen der informalen Kommunikation in der Wissenschaft dem Studium zugänglich gemacht werden. Für die konkrete Durchführung von Ko-Zitierungsanalysen kommt nur der SCI sowie der SSCI in Frage. Natürlich bleibt auch bei der Ko-Zitierungsanalyse das Verhältnis von Quantität und Qualität ein Stück weit offen, weshalb Analysen nicht auf formale quantitative Vergleiche beschränkt bleiben dürfen.

7.2 Verfügbarkeit von fachspezifischen bibliometrischen Indikatoren

Für die Bundesrepublik Deutschland und das Jahr 1984 liegen zwei Ko-Zitierungsanalysen vor (Weingart u.a. 1987 und Coward 1987b). Beide beruhen auf dem SCI in Verbindung mit dem SSCI, unterscheiden sich aber im Rechenverfahren, mit dem kozitierte Arbeiten zu Clustern zusammengefügt werden. An dieser Stelle können diese Arbeiten weder gewürdigt noch im einzelnen wiedergegeben werden. Deshalb wird mit Tabelle 7.2-1 das Ergebnis der Untersuchungen nur sehr aggregiert und verallgemeinert dargestellt. Die Größe der jeweiligen Cluster und damit ihre Zahl ist jeweils unterschiedlich.

Tabelle 7.2-1: Gegenüberstellung der disziplinären Verteilung überdurchschnittlich aktiver Forschungsfronten in der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 1984 nach den Analysen des Universitätsschwerpunkts Wissenschaftsforschung der Universität Bielefeld (SWF) und von Stanford Research International (SRI) (Quellen: Weingart u.a. 1987, 90 und Coward 1987b, 4)

Disziplin	SWF	SRI
alle überdurchschnittlich aktiven Forschungsfronten	77	344
desgleichen in %	100	100
davon Biomedizin	40,3	29,1
Biologie	6,5	9,3
Physik und Ingenieurwissenschaften	27,3	26,5
Chemie	16,5	20,6
Mathematik und Informatik	5,2	9,6
Geowissenschaften	2,6	3,2
Sozialwissenschaften	1,3	1,7

Man erkennt aus Tabelle 7.2-1, daß die Lokalisierung überdurchschnittlich aktiver bundesdeutscher Forschungsfronten in den sieben ausgewählten Wissenschaften sehr unterschiedlich ausfällt, so daß die Präzision der gegebenen Zahlen eine zu große Genauigkeit vortäuscht. Allerdings ist die Rangfolge der Disziplinen mit starker bundesdeutscher Beteiligung in etwa die gleiche: an der Spitze liegen jeweils die Biomedizin, die Physik inklusive der Ingenieur-

wissenschaften und die Chemie. (Der Spearman-Rangkorrelationskoeffizient zwischen den Rangordnungen nach SWF bzw. SRI ist mit 0,96 sehr hoch.) Die geringere Zahl der SWF-Cluster läßt das Spezialisierungsmuster der bundesdeutschen Forschung offenbar deutlicher hervortreten. Andererseits haben auf der disaggregierten Ebene die Listen der Forschungsfronten mit besonders starker nationaler Beteiligung keine erkennbare Entsprechung (Weingart u.a., 159ff und Coward 1987b, 8ff).

Die in der Bibliometrie üblichen Maße sind die nationale Aktivität, welche die Zahl der Publikationen (oder Zitierungen in einer Forschungsfront etc.) in einem Land bezogen auf die entsprechende Zahl aller Länder angibt, also in der hier verwendeten Notation

$$NA(i,j) = Z(i,j) \; / \; \Sigma_i Z(i,j),$$

wobei Z(i,j) die Zahl der Publikationen (Zitierungen in der Forschungsfront etc.) des Landes i im Forschungsgebiet j bezeichnet. Da die Repräsentation der einzelnen Länder im SCI bzw. SSCI zum Teil aus sprachlichen Gründen unterschiedlich ist, wird ferner die international vergleichbare Aktivität IA herangezogen. Es gilt

$$IA(i,j) = 100 \ln \left(Z(i,j) \; / \Sigma_j Z(i,j)\right) \; / \; \left(\Sigma_i Z(i,j) \; / \Sigma_{i,j} Z(i,j)\right)$$

mit den oben eingeführten Symbolen. Der IA-Indikator entspricht in seiner Konstruktion exakt dem RPA-Indikator in der Patentstatistik und ist daher aus strukturellen Gründen mit jenem gut vergleichbar. Der Indikator mißt die in einem Forschungsgebiet festgestellte Aktivität eines Landes im Vergleich zur durchschnittlichen Aktivität dieses Landes in allen Gebieten der Forschung und stellt daher komparative Vorteile oder Nachteile in dem ausgewählten Gebiet heraus. Andere Bezeichnungen und Notationen als die hier gewählten sind üblich; es handelt sich in den verschiedenen Arbeiten aber jeweils um dieselben Indikatoren. Daneben ist es wichtig, die Repräsentation eines Forschungsgebiets in der jeweiligen Datenbank zu kennen. Diese kann sich von Fachgebiet zu Fachgebiet erheblich unterscheiden (siehe etwa Grupp 1987, 22 und dort gegebene Quellen). Unter den in folgendem vermerkten Repräsentationsgraden soll der Anteil der zu einem Fachgebiet gehörenden Publikationen oder Forschungsfronten unter allen in der jeweiligen Disaggregationsstufe ausgewiesenen Publikationen oder Fronten verstanden werden.

In den folgenden Abschnitten wird eine Gegenüberstellung bibliometrischer und patentstatistischer Indikatoren versucht. Im Rahmen dieser Arbeit konnten dabei bibliometrische Indikatoren nicht selbst erhoben werden. Eine Literaturdurchsicht hat gezeigt, daß mit Ausnahme des Gebiets der Laser keine bibliometrischen Analysen vorliegen, die auf die hier gewählten Fachgebiete zugeordnet wären. Allerdings ermöglicht der Datenbestand der SWF-Gruppe (Weingart u.a. 1987), die im Ko-Zitierungsmodell enthaltenen Forschungsfronten, die sich auf die ausgewählten Technologien beziehen, näher zu betrachten und die oben angegebenen Maße zu bilden. Unveröffentlichte Publikationsstatistiken zum Gebiet der Industrieroboter wurden vom Styrelsen för Teknisk Utveckling, Stockholm, zur Verfügung gestellt.

Zum Zwecke der Gegenüberstellung hat die SWF-Gruppe die entsprechenden Ko-Zitierungsdaten extrahiert. Die Suchstrategie war dabei die folgende:

- Aus aggregierten Listen von Forschungsfronten wurden vermittels der verbalen Bezeichnung der entsprechenden Cluster diejenigen Forschungsfronten lokalisiert, in denen sich mutmaßlich zugehörige Forschungsgebiete befinden,
- diese wurden auf der disaggregierten Ebene mit den zugehörigen Autoren und Überschriften der Publikationen ausgegeben und nach Durchsicht von Fachleuten den hier betrachteten vier Technologien zugeordnet,
- schließlich wurde mit Stichwörtern im Datenbestand nach weiteren Clustern gefahndet, die in Zweifelsfällen ebenfalls durch personale Inspektion von Experten sortiert wurden.

Tabelle 7.2-2: Repräsentationsgrad von Forschungsfronten und Publikationen im Datenbestand der SWF-Gruppe
(Quelle: Winterhager 1987)

Forschungsgebiet	Zahl der Forschungs-fronten	Repräsentations-grad der Forschungs-fronten in Promille	Repräsentations-grad der Publikationen in Promille
Laserforschung	92	9,7	9,6
Photovoltaik-forschung	14	1,5	2,4
Roboterforschung	6	0,63	0,35
Enzymforschung	5	0,53	0,65

Im Falle der Enzymforschung erwies sich dieses Vorgehen als nicht ausreichend, so daß zusätzlich bereits bekannte Autoren und Publikationen vorgegeben und im Datenbestand der SWF-Gruppe gesucht wurden. Trotz dieser zusätzlichen Suche hinterläßt der Datenbestand bezüglich der Enzymforschung einen unvollständigen Eindruck. Ob sich dieses Defizit auf die im SCI befindlichen Journale zurückführen läßt oder ob es ein Ergebnis der Clusterbildung ist, konnte nicht geklärt werden. Tabelle 7.2-2 gibt die Zahl der hierdurch aufgefundenen Forschungsfronten im Datenbestand der SWF-Gruppe und die Repräsentation des jeweiligen Gebiets - hier auch bezogen auf die Anzahl der Publikationen - wieder. Einige Publikationen werden hierbei wie auch später mehrfach gezählt, weil wegen der nationalen Zuordnung der Autoren nach Postanschriften bei internationalen Koproduktionen eine Anrechnung bei verschiedenen Ländern erfolgt. Eine fraktionierte Zurechnung wäre sicherlich günstiger (wie etwa in Abschnitt 6.3).

Man entnimmt daraus eine sehr gute Repräsentation der international weit verbreiteten Laserforschung sowie der solaren Energieforschung. Das Gebiet der Roboter, ein ingenieurwissenschaftliches Forschungsgebiet, ist - wie andere ingenieurwissenschaftliche Fächer ebenfalls - defizitär. Hier spielen wohl Publikationen in der Landessprache sowie bevorzugte wissenschaftliche Journale, die nicht zum Datenbestand des SCI gehören, eine ausschlaggebende Rolle. Die geringe Repräsentation des an sich internationalisierten chemischen Forschungsgebiets der Enzymtechnologie ist dagegen schwerer verständlich.

In den folgenden Abschnitten wird eine Gegenüberstellung der bibliometrischen Indikatoren und der Patentindikatoren fachspezifisch versucht.

7.3 Roboterforschung und -technik

Im Datenbestand der SWF-Gruppe konnten sechs Forschungsfronten in der zum Bereich der Robotertechnik gehörenden Literatur des Jahres 1984 gefunden werden. Die darin enthaltenen Forschungsarbeiten beziehen sich überwiegend auf die Peripherie eines Roboters wie etwa auf die Steuerung von Manipulatoren, das Design des Arbeitsraums von Robotern, die Modellierung des "Gesichtsfeldes" von Bildsensoren, die Planung kollisionsfreier Robotersysteme und dergleichen. Bildverarbeitung, Mustererkennung und die dazugehörige allgemeine Datenverarbeitung machen den Schwerpunkt der aufgefundenen Forschungsarbeiten aus. Einige der aufgefundenen Forschungsfronten enthalten in der Mehrzahl Pu-

blikationen, die sich nicht auf Roboter beziehen (z.B. Expertensysteme und künstliche Intelligenz). Zur Roboterliteratur im engeren Sinne müssen vier Forschungsfronten gerechnet werden.

Da die bibliometrischen Indikatoren im wesentlichen für die Roboterperipherie stehen, sind sie mit den Patentindikatoren für das Gesamtgebiet zu vergleichen und gerade nicht mit der eingeschränkten Variante, welche die Steuerungen ausnimmt (vgl. Abschnitt 4.4.1). Aufgrund der Struktur der Indikatoren ist des weiteren der RTP-Indikator dem NA-Indikator und der RPA-Indikator dem IA-Indikator gegenüberzustellen. Ein Zeitverzug zwischen den beiden Indikatortypen ist gemäß Abschnitt 7.1 nicht zu unterstellen. Tabelle 7.3-1 stellt die nationale Publikationsaktivität der relativen technologischen Position gegenüber. Es ist weder von den Zahlenwerten, noch von den Rangpositionen her eine Entsprechung zu erkennen. Gegenüber der internationalen Patentieraktivität sind die Vereinigten Staaten in der Literatur überrepräsentiert und Japan unterrepräsentiert.

Tabelle 7.3-1: Gegenüberstellung von Ko-Zitierungs- und Patentindikatoren auf dem Gebiet der Roboterforschung und -technik in den Vereinigten Staaten, Japan und der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 1984
(Quelle: SWF, ISI)

	Nationale Publikations-aktivität (weite Definition)	Nationale Publikations-aktivität (enge Definition)	Relative technologische Position
Herkunftsland	NA-Indikator in %	NA-Indikator in %	RTP-Indikator
US	65	70	15 - 18
JP	3,5	2,9	27 - 31
DE	4,9	6,4	7 - 14

Die Zahlen in Tabelle 7.3-1 beziehen sich auf die nominellen Aktivitäten im genannten Gebiet. Bezieht man diese Aktivitäten jeweils auf die Publizier- bzw. Patentieraktivität in allen Gebieten der Forschung und Technik, dann erhält man die Gegenüberstellung der Tabelle 7.3-2. Auch hier ist nach Zahlenwerten und Rangposition keine Entsprechung zu erkennen. Wiederum wird deut-

lich, daß Japans Publikationsaktivitäten unterdurchschnittlich und die der Vereinigten Staaten überdurchschnittlich repräsentiert sind. Das oben bereits Festgestellte gilt also auch für die relativen Aktivitäten auf dem Robotergebiet im Vergleich zu allen anderen Gebieten.

Auf dem Gebiet der Roboterforschung und -technik zeigen Ko-Zitierungs- und Patentindikatoren in völlig verschiedene Richtungen. Dies mag aber daran liegen, daß im Datenbestand der SWF-Gruppe aus welchen Gründen auch immer Publikationen aus dem Bereich der Roboterforschung unterrepräsentiert sind. Die widersprüchlichen Aussagen in den Indikatoren könnten auf den mangelnden Repräsentationsgrad in der Publikationsdatenbank zurückgehen.

Tabelle 7.3-2: Gegenüberstellung von Ko-Zitierungs- und Patentindikatoren auf dem Robotergebiet bezogen auf alle Gebiete von Forschung und Technik in den Vereinigten Staaten, Japan und der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 1984 (Quelle: SWF, ISI)

	International vergleichbare Publikations-aktivität (weite Definition)	International vergleichbare Publikations-aktivität (enge Definition)	Relativer Patentanteil
Herkunftsland	IA-Indikator in %	IA-Indikator in %	RPA-Indikator
US	+ 33	+ 40	- 26
JP	- 43	- 64	+ 49
DE	- 1	+ 26	+ 11

Neben den Ko-Zitierungsdaten können unveröffentlichte Zeitreihen der Publikationstätigkeit auf dem Gebiet der Roboterforschung verwendet werden. Diese Daten für die Bundesrepublik und Japan (nicht die USA) wurden vom Styrelsen för Teknisk Utveckling zur Verfügung gestellt (Friborg 1986). Sie beruhen auf einer Erhebung in der Datenbank INSPEC, die fachlich einschlägig ist. Es wurde eine enge und eine weite Recherchenstrategie verwendet: die enge Version enthält nur Veröffentlichungen mit ausdrücklichem Bezug auf Industrieroboter inklusive ihrer Steuergeräte und Instrumente, der Steuersoftware oder der Roboter-Programmiersprachen. Die weite Version verzichtet auf den ausdrücklichen Bezug zu Robotern und umfaßt die gesamte Automatentheorie, die Kontroll-

theorie, die Mustererkennung, die Bildverarbeitung und die künstliche Intelligenz. Abbildungen 7.3-1 und 7.3-2 geben das Anwachsen der Publikationen mit japanischen bzw. westdeutschen Autoren zwischen 1973 und 1985 wieder.

Man sieht die außerordentlich große Publikationstätigkeit westdeutscher Autoren auf dem unmittelbar auf Industrieroboter bezogenen Gebiet (Abbildung 7.3-1), die den Aktivitäten japanischer Autoren gleichkommt, obwohl die Forschungsinfrastruktur Japans die der Bundesrepublik deutlich übertrifft. Umgekehrt ergibt sich im Volumen der Publikationen zur Automatisierungs- und Intelligenzforschung im weiteren Sinn ein Unterschied um das Dreifache, der sich aber seit 1973 nicht vergrößert hat (Abbildung 7.3-2).

Abbildung 7.3-1: Publikationen auf dem Gebiet der Industrieroboter (enge Version) aus Japan und der Bundesrepublik Deutschland 1973 bis 1985 (Quellen: Friborg, ISI)

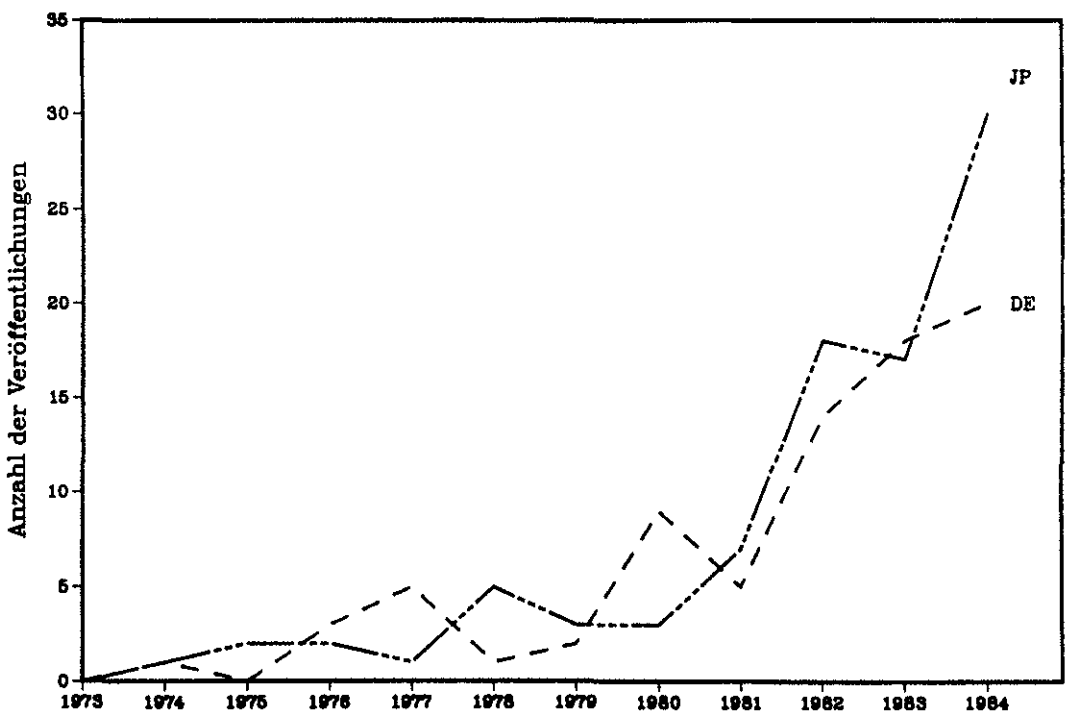
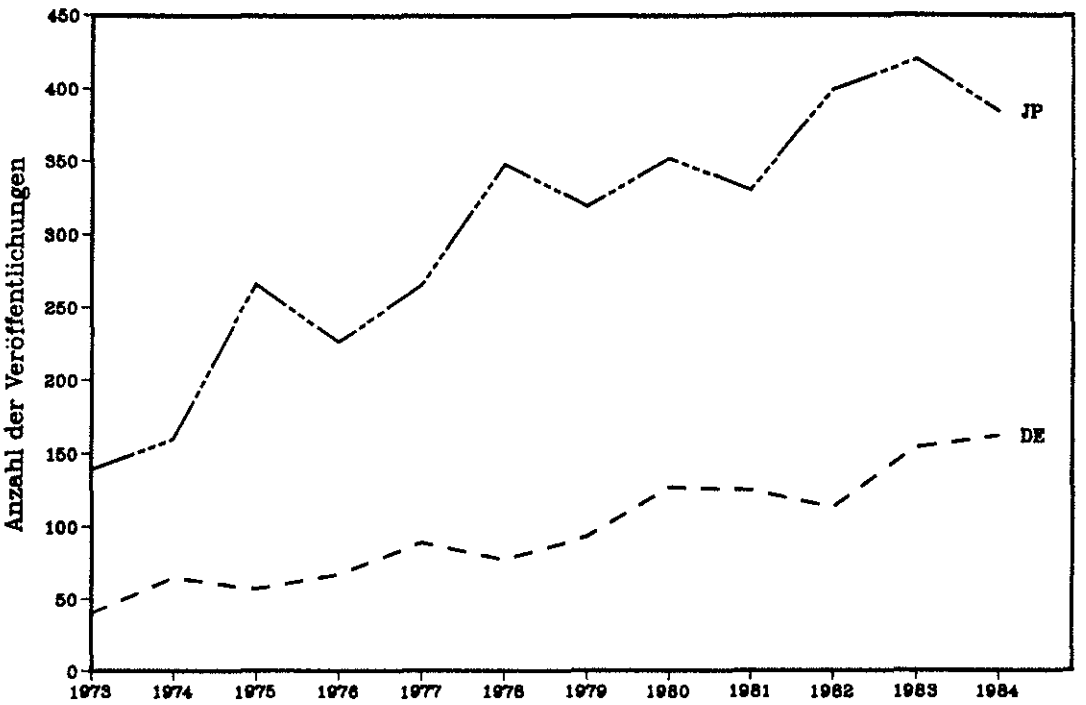


Abbildung 7.3-2: Publikationen auf dem Gebiet der Automatisierungs- und Intelligenzforschung (Roboter im weiteren Sinne) aus Japan und der Bundesrepublik Deutschland 1973 bis 1985 (Quellen: Friborg, ISI)



Die Publikationsstatistik nach INSPEC läßt sich regressionsanalytisch gut mit der Patentstatistik (RTP-Indikator) koppeln, um die Parallelität der beiden Ertragsindikatoren für FuE zu überprüfen. Angemessen ist patentseitig nur die Gesamtstatistik (inklusive Roboterperipherie), da keine der beiden Versionen der Publikationsstatistik nur die Robotermechanik enthält. Läßt man in einer multiplen Regression verschiedene Zeitverzüge zu, so kann gleichzeitig die zeitliche Korrelation der beiden Ertragsindikatoren empirisch überprüft werden (vgl. Abschnitt 7.1).

Tabelle 7.3-3: Ergebnis der Regressionsanalysen zwischen der Publikations- und der Patentstatistik auf dem Gebiet der Roboter

Regressionsvariablen	Japan	Bundesrepublik
Enge Version (nur Industrieroboter)	++++	++++
Weite Version (Automatisierung und künstliche Intelligenz)	+++	+++

hoch signifikant (1 %): +++, höchst signifikant (0,05 %): ++++

Läßt man ein Vorlaufen der Patentstatistik um 0 bis 2 Jahre oder ihr Nachhinken um 0 bis 2 Jahre zu, dürfte der a priori zu erwartende Zeitverzug wohl nicht unzulässig eingeschränkt sein. Tabelle 7.3-3 gibt zunächst die Güte der Korrelation für den optimalen Zeitverzug wieder. Die enge Version korreliert für beide Länder höchst signifikant (Irrtumswahrscheinlichkeit besser als 0,05 %) mit dem Patentindikator, die weite Version hoch signifikant (Irrtumswahrscheinlichkeit besser als 1 %). Welche Zeitverzüge sich jeweils ergeben, zeigt Tabelle 7.3-4, die belegt, daß - wenn überhaupt - der Patentindikator den Ertrag von FuE eher anzeigt als der Publikationsindikator. Lediglich im Falle der engen Version und der westdeutschen Daten ist ein Voreilen des Publikationsindikators bis zu einem Jahr mit den Daten ebenso gut verträglich wie die Zeitgleichheit.

Die Analyse zeigt insgesamt, daß die Datenbankwahl sensitiv für die Qualität der Literaturstatistik ist, denn der auf dem SCI beruhende Datensatz der SWF-Gruppe berücksichtigt offenbar die nichtamerikanische Roboterforschung nur unzureichend. Wählt man eine geeignete spezialisierte Datenbank aus, wie in diesem Fall INSPEC, läßt sich die gute Korrelation von Patent- und Literaturindikatoren nachweisen.

Tabelle 7.3-4: Zeitlicher Vorlauf der Patentvariablen vor den Publikationsvariablen

Regressionsvariablen	Japan	Bundesrepublik Deutschland
Enge Version (Patente vor Publikationen)	2 Jahre	0 Jahre
Weite Version (Patente vor Publikationen)	0 Jahre	2 Jahre
Enge Version (Publikationen vor Patenten)	0 Jahre	0 oder 1 Jahr
Weite Version (Publikationen vor Patenten)	0 Jahre	0 Jahre

7.4 Laserforschung und -technik

Die Repräsentation der Laserforschung in der Literaturdatenbank der SWF-Gruppe ist gut; alle wesentlichen Forschungsgebiete sind enthalten. Sehr viele Publikationen beziehen sich auf die Verwendung von Lasergeräten in der nichtphysikalischen Forschung, z.B. in der Medizinforschung, im Bereich der Mikrobearbeitung, in der physikalischen Chemie, der Neurochirurgie und im Bereich der Lasersicherheitsforschung, d.h. der gesundheitsschädlichen Effekte auf der Haut und im Auge. Ferner beziehen sich die Anwendungen auf die Halbleiterphysik und die angewandte Physik, auf die Augenheilkunde, die Bronchial- und Gastromedizin, die Spektroskopie, die Isotopentrennung und viele andere Anwendungsgebiete. Es ist nicht möglich, diejenigen Forschungsfronten, die sich mit der Laserforschung selbst beschäftigen, von denjenigen Forschungsgebieten, bei denen Laser eingesetzt werden, zu trennen, weil die Trennlinien häufig innerhalb der Forschungsfronten verlaufen. Obwohl bezüglich der Patentindikatoren eine solche Aufteilung erfolgreich durchgeführt werden konnte, sind mithin die Patentindikatoren für alle Laserpatente gegenüberzustellen. Auch ist eine der Patentstatistik entsprechende Auftrennung nach den Typen der Laserstrahlquellen in der Literaturdatenbank nicht möglich.

Tabelle 7.4-1: Gegenüberstellung von Ko-Zitierungs- und Patentindikatoren auf dem Lasergebiet in den Vereinigten Staaten, Japan und der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 1984 (Quellen: SWF, ISI)

	Nationale Publikationsaktivität (weite Definition)	Nationale Publikationsaktivität (enge Definition)	Relative technologische Position
Herkunftsland	NA-Indikator in %	NA-Indikator in %	RPA-Indikator
US	47	46	6 - 10
JP	8,0	8,6	6 - 11
DE	6,6	5,7	2 - 3

Eine Reihe von Forschungsfronten enthält laserbezogene Publikationen in der Minderzahl neben anderen Arbeiten. Daher wird eine enge und eine weite Definition des Gebiets der Laserforschung verwendet. Die entsprechenden Indikatoren können den Tabellen 7.4-1 (Indikatoren in nominellen Größen) und 7.4-2 (Indikatoren bezogen auf alle Gebiete der Forschung und Technik) entnommen werden.

Tabelle 7.4-1 gibt die höhere Aktivität japanischer Forschungsinstitute und Unternehmen sowohl bei Publikationen wie auch bei Patenten gegenüber der Bundesrepublik gleichsinnig wieder. Allerdings ist die Publikationstätigkeit amerikanischer Autoren gemessen am Patentindikator unverhältnismäßig hoch. Interessant ist auch die Beobachtung, daß bundesdeutsche Forscher sich offenbar stärker an denjenigen Forschungsfronten beteiligen, die zum Gebiet der Laserforschung eher peripher sind (bessere Indikatorwerte bei Zugrundelegung der weiten Definition), während japanische Forscher sich verstärkt den Zentralgebieten widmen. Bezüglich der Vereinigten Staaten ist keine derartige Schwerpunktsetzung erkennbar.

Tabelle 7.4-2: Gegenüberstellung von Ko-Zitierungs- und Patentindikatoren auf dem Lasergebiet bezogen auf alle Gebiete von Forschung und Technik in den Vereinigten Staaten, Japan und der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 1984
(Quellen: SWF, ISI)

	International vergleichbare Publikations-aktivität (weite Definition)	International vergleichbare Publikations-aktivität (enge Definition)	Relativer Patentanteil
Herkunftsland	IA-Indikator in %	IA-Indikator in %	RPA-Indikator
US	- 1	- 3	+ 2
JP	+ 39	+ 46	+ 37
DE	+ 28	+ 13	+ 2

Wie Tabelle 7.4-2 ausweist, sind die auf jeweils alle Gebiete von Forschung und Technik bezogenen Indikatoren in guter Übereinstimmung. Relativ zu anderen Gebieten entwickelt Japan unter den hier betrachteten drei Ländern die stärksten Aktivitäten sowohl in der Laserforschung wie auch bei patentierfähigen Erfindungen. Die Publikationsaktivitäten amerikanischer Forscher sind durchschnittlich, während bundesdeutsche Aktivitäten in der Laserforschung überdurchschnittlich - hier wiederum vor allem in den peripheren Gebieten - sind. Bezüglich der Laserforschung und -technik zeigen mithin Forschungs- und Technikindikatoren in dieselbe Richtung.

Zur Laserforschung liegt eine bibliometrische Untersuchung von Granberg (1986) vor. Die Untersuchung enthält eine einfache Publikationsstatistik beruhend auf der Literaturdatenbank INSPEC, vergleicht allerdings die Bundesrepulik und Japan mit Schweden. Vergleichbare Daten für die Vereinigten Staaten können daraus nicht entnommen werden. Da die Analyse nach institutionellen Sektoren und nach Laserforschung und Laseranwendungen unterscheidet, können daraus zusätzliche Vergleichsmomente zur Patentstatistik gewonnen werden. Unter Laserforschung werden Publikationen verstanden, die sich mit den grundsätzlichen Effekten des kohärenten Lichts sowie den verschiedenen Typen von Laserstrahlquellen beschäftigen, unter Laseranwendungen werden Forschungsarbeiten in allen Gebieten verstanden, soweit sie ein Lasergerät einsetzen.

Sowohl in der Bundesrepublik wie auch in Japan stammen etwa die Hälfte aller Publikationen aus dem akademischen Bereich. Die Publikationen von Unternehmen machen in Japan etwa 30 % aus und überlassen den hochschulfreien Institutionen ohne Erwerbszweck nur einen kleinen Rest. In der Bundesrepublik ist die Industrie dagegen auf dem Lasergebiet nur mit etwa 15 % aller Publikationen vertreten, die hochschulfreien Institutionen ohne Erwerbszweck produzieren etwa 1/3 der Veröffentlichungen (Granberg 1986, 22). Mit diesen Angaben wird verständlich, warum Japans Position bei Patenten prägnanter ausgeprägt ist als bei Publikationen (vgl. Tabelle 7.4-2). Dies ist vermutlich auf die höhere Patentierneigung - vor allem was Auslandspatente angeht - der auf dem Lasergebiet arbeitenden Forscher im Bereich der Unternehmen zurückzuführen. Grenzt man unter allen Publikationen nur diejenigen aus, deren Autoren in Wirtschaftsunternehmen ansässig sind, bekommt man eine sehr gute Übereinstimmung der Ranglisten bezüglich des Publikationsvolumens und der Patentierung einzelner Firmen (vgl. Abbildung 7.4-1). Diejenigen Firmen in der Bundesrepublik und in Japan, die bezüglich beider Indikatoren in die Gruppe der aktivsten zehn Unternehmen gehören, sind weitgehend identisch. Selbst die Rangfolge der jeweils zehn Firmen hat eine gute Entsprechung. Publikation und Patentierung in Unternehmen scheint Hand in Hand zu gehen.

Nimmt man jeweils alle Publikationen bzw. Patente zusammen, ist die Entsprechung nicht annähernd so gut. Daraus muß man schließen, daß die Publikations- und die Patentierneigung sich in Hochschulinstituten und Institutionen ohne Erwerbscharakter deutlicher unterscheidet als in Wirtschaftsunternehmen. Letztlich folgt daraus, daß die institutionelle Verankerung eines bestimmten Forschungsgebiets den einen oder anderen Indikator zu einer geeigneteren Meßgröße macht.

Abschließend werden die nominellen Publikationsraten im Zeitraum 1982 bis 1984 der relativen technologischen Position in diesem Zeitraum gegenübergestellt, jeweils getrennt für den Bereich der Laserforschung bzw. -technik und den der Anwendungen. Das Ergebnis zeigt Tabelle 7.4-3. Dem Gebiet der Laserforschung ohne Anwendungen wurde dabei der Patentindikator für Laserstrahlquellen zugeordnet. Man erkennt in der Tabelle, daß bei den Publikationen beide Länder ihre Forschungsaktivitäten nicht auf das Gebiet der eigentlichen Laserforschung konzentrieren. Die relative technologische Position bundesdeutscher Patentanmelder entspricht diesem Ergebnis, während die Patentaktivitäten japanischer Anmelder sich sogar sehr stark auf Anwendungen richten.

Abbildung 7.4-1: Gegenüberstellung von Publikationen (1973-1984, links im Bild) und US-Patenten (1975-1983, rechts im Bild) aus Wirtschaftsunternehmen auf dem Lasergebiet in Japan und der Bundesrepublik (Quelle: Granberg 1986, 27)

WEST GERMANY (top 10)

Siemens (60)	Siemens (45)
AEG Telefunken (43)	MBB (18)
Philips GmbH (11)	Krautkramer-Branson (14)
Zeiss (Oberk.) (9)	Bayer (10)
Standard Elektrik Lorenz (7)	Erwin Sick GmbH (8)
MBB (6)	Kraftwerk Union (8)
Lambda Physik GmbH (4)	Licentia Patentverw. GmbH (8)
Bosch (4)	Hauni-Werke Korber & Co. (7)
Messer Griesheim (3)	Hoechst (7)
Disa Elektronik (2)	U.S. Philips Corp. (5)
(Note: there are six additional sources at the two-paper level; one of them, Kraftwerk Union, is also among the top ten on the pat.list.)	
---	---

JAPAN (top 10)

NTT (378)	Hitachi (64)
Hitachi (111)	NEC (44)
NEC (109)	Fuji Photo Film (41)
Fujitsu (97)	Matsushita El. (37)
Mitsubishi El. (51)	Canon (28)
Masushita El. (41)	Toshiba (27)
NHK (26)	Fujitsu (15)
Kokusai Denshin Denwa (24)	Mitsubishi El. (14)
Toshiba (22)	Olympus Optical (13)
Sharp (13)	NTT (12)

Dies ist bezüglich der Publikationstätigkeit nicht in gleichem Maß zu beobachten.

Insgesamt zeigt die Gegenüberstellung von Patent- und Publikationsindikatoren auf dem Gebiet der Laserforschung und -technik, daß sich bei genügender Repräsentation der Publikationen in der jeweils verwendeten Literaturdatenbank eine gute allgemeine Entsprechung ergibt. In der Zusammenschau der beiden Indikatortypen lassen sich darüber hinaus interessante und der Interpretation zugängliche Besonderheiten des Forschungssystems erkennen: so scheint eine starke Verankerung eines Forschungsgebiets in der gewerblichen Wirtschaft zu vermehrter Patentaktivität insgesamt und zu einer Konzentration auf Anwendungsgebiete zu führen. Je nachdem, welche Forschungsstrukturen in einem zu

Tabelle 7.4-3: Zerlegung der auf Laser bezogenen Publikations- bzw. Patentaktivität nach Kerngebiet bzw. Anwendungen in der Bundesrepublik und Japan im Zeitraum 1982 bis 1984 (Quellen: Granberg 1986, 34, ISI)

Herkunftsland	Gebiet	Nominelle Publikationsrate in Stück	Relative technologische Position (RTP)
DE	Laser ohne Anwendungen	219	1 - 2
	Laseranwendungen	369	1 - 3
JP	Laser ohne Anwendungen	623	1 - 3
	Laser-Anwendungen	913	4 - 11

analysierendem Land vorliegen, läßt mithin die Bibliometrie oder die Patentstatistik eine vollständigere Erfassung des Forschungs- und Entwicklungsgeschehens erwarten. Es empfiehlt sich von daher, die internationale Verankerung eines Forschungsgebiets und ihre nationalen Besonderheiten zu beachten.

7.5 Enzymforschung und -technik

Die fünf Forschungsfronten im Datenbestand des SWF, die zum Gebiet der immobilisierten Enzyme gehören, treffen bezüglich ihres Inhalts das in Frage stehende Gebiet gut, so daß eine weite und eine enge Variante nicht zu erwägen sind. Die Forschungsfronten behandeln im einzelnen die Äthanolproduktion durch immobilisierte Zellen, die Immobilisierung von Glucose-Isomerase und von anderen Enzymen, die enzymatische Fermentation sowie die Herstellung von Hydrogenase und Oxidase-Enzymen. Damit sind relevante Teilbereiche des Gebiets gut erfaßt, aber die Entsprechung mit dem Gesamtgebiet ist unbefriedigend wie auch die Zahl der Forschungsfronten. Insbesondere fehlen Forschungsfronten zu Enzymsensoren, Fermentern, Enzymreaktoren und dgl.

Tabelle 7.5-1 verdeutlicht die Gegenüberstellung des Ko-Zitierungs- und des Patentindikators. Die geringen Aktivitäten bundesdeutscher Institutionen im Dreiländervergleich werden bei beiden Indikatoren deutlich. Die Vereinigten Staaten sind bezüglich der Publikationsaktivität wieder überrepräsentiert, was für den Schutzrechtssektor nicht gilt.

Tabelle 7.5-1: Gegenüberstellung von Ko-Zitierungs- und Patentindikator auf dem Enzymgebiet in den Vereinigten Staaten, Japan und der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 1984 (Quellen: SWF, ISI)

	Nationale Publikationsaktivität	Relative technologische Position
Herkunftsland	NA-Indikator in %	RTP-Indikator
US	24	6 - 7
JP	12	5 - 8
DE	3,0	2 - 3

Tabelle 7.5-2 macht dagegen deutlich, daß die Aktivitäten auf dem Enzymgebiet bezogen auf alle Gebiete von Forschung und Technik anders zu bewerten sind: unterdurchschnittliche Aktivitäten in der Bundesrepublik diagnostiziert sowohl die Publikations- wie auch die Patentstatistik. Auf dem Enzymgebiet scheinen aber die japanischen Aktivitäten stärker bei der Publikation von Forschungsergebnissen zu liegen als bei der Patentierung. Amerikanische In-

stitutionen schneiden dagegen bei der Veröffentlichungstätigkeit unterdurchschnittlich ab, lassen aber eine sehr starke Patentaktivität erkennen. Die Patentierneigung auf dem Gebiet der immobilisierten Enzyme wird von wenigen großen Chemiefirmen geprägt. Ohne Kenntnis der institutionellen Anteile bezüglich der Publikationen sind daher weitergehende Schlußfolgerungen nicht angebracht. Zudem ist die Repräsentation der Literaturdaten in der entsprechenden Datenbank ungenügend, so daß sich vertiefte Analysen ohnehin verbieten; darauf deuten auch die drastisch niedrigen Publikationsaktivitäten der westdeutschen, aber vor allem der US-amerikanischen Forscher hin.

Tabelle 7.5-2: Gegenüberstellung von Ko-Zitierungs- und Patentindikatoren auf dem Enzymgebiet bezogen auf alle Gebiete von Forschung und Technik in den Vereinigten Staaten, Japan und der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 1984 (Quellen: SWF, ISI)

	International vergleichbare Publikationsaktivität	Relativer Patentanteil
Herkunftsland	IA-Indikator in %	RPA-Indikator
US	- 66	+ 40
JP	+ 77	- 6
DE	- 50	- 16

7.6 Photovoltaikforschung und -technik

Das Gebiet der Photovoltaikforschung ist im Datenbestand der SWF-Gruppe gut repräsentiert. Die insgesamt 14 Forschungsfronten leuchten alle wichtigen Gebiete der Photovoltaik aus, also die Siliziumherstellung, das amorphe Silizium sowie andere Dünnschichttechniken, das kristalline Silizium sowie Hochleistungssolarzellen für die Raumfahrt. Auffallend ist die starke Repräsentanz der Forschungen auf dem Gebiet des amorphen Siliziums und der Dünnschichtzellen, auf die sieben von 14 Forschungsfronten entfallen. Alle Forschungsfronten enthalten einige Arbeiten, die andere als photovoltaische Anwendungen von Silizium betreffen, diese sind jeweils aber in der Minderzahl. Daher ist es nicht angebracht, eine enge und eine weite Variante zu definie-

ren. Vielmehr ist wegen der entsprechenden Zerlegung der Patentdaten eine Betrachtung der Photovoltaikforschung insgesamt sowie des Bereichs der dünnen und amorphen Zellen interessant. Eine entsprechende Zerlegung wird auch für die Publikationsdaten durchgeführt.

Tabelle 7.6-1: Gegenüberstellung der Ko-Zitierungs- und Patentindikatoren auf dem Gebiet der Photovoltaik in den Vereinigten Staaten, Japan und der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 1984 (Quellen: SWF, ISI)

	Nationale Publikations-aktivität (Gesamt-gebiet)	Relative technolo-gische Stärke (Gesamt-gebiet)	Nationale Publikations-aktivität (amorphe und dünne Zellen)	Relative technolo-gische Stärke (amorphe und dünne Zellen
Herkunftsland	NA-Indikator in %	RTP-Indikator	NA-Indikator in %	RTP-Indikator
US	38	15 - 27	41	3 - 6
JP	16	10 - 17	23	7 - 8
DE	6,1	5 - 6	6,5	1 - 2

Tabelle 7.6-1 stellt die nominellen Indikatorwerte gegenüber. Man erkennt amerikanische Dominanz bei einer mittleren Position Japans und einer dritten Position der Bundesrepublik im Gesamtgebiet der Photovoltaik sowohl aus dem Publikations- wie auch aus dem Patentindikator. Rangordnung wie Indikatorwerte entsprechen sich sehr gut. Für die amorphen und dünnen Zellen kehrt sich die Reihenfolge um: hier liegt bei der Patentaktivität Japan vor den USA, während sich dies aus den Veröffentlichungen nicht ergibt. Erneut liegt der Fall vor, daß Amerikas Aktivitäten in der Publikationsstatistik überschätzt werden. Zwar ist der Vorsprung japanischer Erfinder nicht sehr ausgeprägt, jedoch ist ein Verhältnis von 1:2 bezüglich der Publikationen wohl kaum realistisch.

Tabelle 7.6-2 zeigt erneut die deutlichere Akzentsetzung japanischer Patentier- und Publikationstätigkeit auf dem Gebiet der amorphen und dünnen Zellen

im Vergleich zu allen Gebieten der Forschung und Technik, läßt aber diesbezüglich die US- und die westdeutschen Indikatoren vertauscht erscheinen. Alle Vergleichsländer sind überdurchschnittlich am Patentgeschehen im Gesamtgebiet beteiligt, so daß nur die etwas verhaltene Publikationsaktivität amerikanischer Autoren und die selektiv schwache Position der Bundesrepublik nur bei amorphen und dünnen Zellen und nur bezüglich der Patente festzustellen ist. Insgesamt ist die Entsprechung von Publikations- und Patentstatistik auf dem Gebiet der Photovoltaik bezüglich der nominellen Aktivitäten gut und verdeutlicht insbesondere die starke Akzentsetzung auf amorphe und dünne Zellen in Japan.

Tabelle 7.6-2: Gegenüberstellung von Ko-Zitierungs- und Patentindikatoren auf dem Gebiet der Photovoltaik bezogen auf alle Gebiete von Forschung und Technik in den Vereinigten Staaten, Japan und der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 1984 (Quellen: SWF, ISI)

	Internationale vergleichbare Publikationsaktivität (Gesamtgebiet)	Relativer Patentanteil (Gesamtgebiet)	Internationale vergleichbare Publikationsaktivität (amorphe und dünne Zellen)	Relativer Patentanteil (amorphe und dünne Zellen
Herkunftsland	IA-Indikator	RPA-Indikator	IA-Indikator	RPA-Indikator
US	- 20	+ 28	- 14	+ 1
JP	+ 110	+ 23	+ 145	+ 107
DE	+ 20	+ 27	+ 27	- 24

7.7 Synopse von Wissenschafts- und Patentindikatoren

In der Zusammenschau der vier Technikgebiete zeigt sich, daß immer dann, wenn die Repräsentation der Literaturdaten in der Datenbank gut ist (Laser, Photovoltaik bei der Ko-Zitierung, Laser und Roboter in INSPEC), die bibliometrischen und die patentstatistischen Indikatoren insgesamt in dieselbe Richtung zeigen. Allerdings ist die Entsprechung in keinem Fall vollständig, so daß aus der parallelen Betrachtung des jeweils anderen Indikators zusätzliche Informationen abgeleitet werden können. Schneider (1983, 152) hat das Phänomen

beobachtet, daß Patentinhaber in ihren wissenschaftlichen Publikationen diese nicht zitieren, so daß das von ihnen bearbeitete Gesamtprojekt sich erst aus den beiden "reißschlußartig" zusammengefügten Informationsquellen erkennen läßt. Als wesentliche Einflußgröße auf die Publikations- bzw. Patentierneigung hat sich der sektorale Anteil der verschiedenen nationalen Forschungs- und Wissenschaftsorganisationen erwiesen. Ist die gewerbliche Wirtschaft mit merklichen Anteilen an der FuE auf dem entsprechenden Gebiet beteiligt, scheinen Patentindikatoren das Geschehen besser einzufangen als die aus der Literatur abgeleiteten Daten. Im Falle der Laserforschung können Unterschiede in der Rangordnung beim Patentieren und Publizieren mit den unterschiedlichen institutionellen Anteilen in den betrachteten zwei Ländern erklärt werden. Auch fachliche Schwerpunkte in der Forschungs- und Entwicklungstätigkeit wurden aus der Zusammenschau von Patentindikatoren und Publikationsstatistiken abgeleitet.

Obwohl aus grundsätzlichen Erwägungen heraus die Publikations- wie die Patentstatistik das Geschehen im Bereich von FuE etwa zeitgleich wiedergeben, ergab sich bei der empirischen Überprüfung auf dem Robotergebiet eher ein Vorlaufen des Patent- vor dem Literaturindikator. An der weiteren Aufklärung dieser Frage können Ko-Zitierungsanalysen nicht ansetzen, solange sie keine größeren Zeiträume überdecken. Mit einfachen Publikations- und Zitierungsindikatoren sind solche Zeitreihen wesentlich leichter und kostengünstiger als über die Ko-Zitierungsanalyse zu erstellen, jedoch liegen entsprechende Untersuchungen bezogen auf die vier hier betrachteten Technologien zur Zeit nur für Roboter vor. Die bibliometrische Analyse von Granberg (1986) enthält Literaturdaten zur Laserforschung nur in Dreijahreszeiträumen, so daß eine Regression mit Patentdaten wegen der Nichtvergleichbarkeit der Zeitreihen nicht möglich ist. Zudem fehlen bei Granberg Erhebungen für die Vereinigten Staaten.

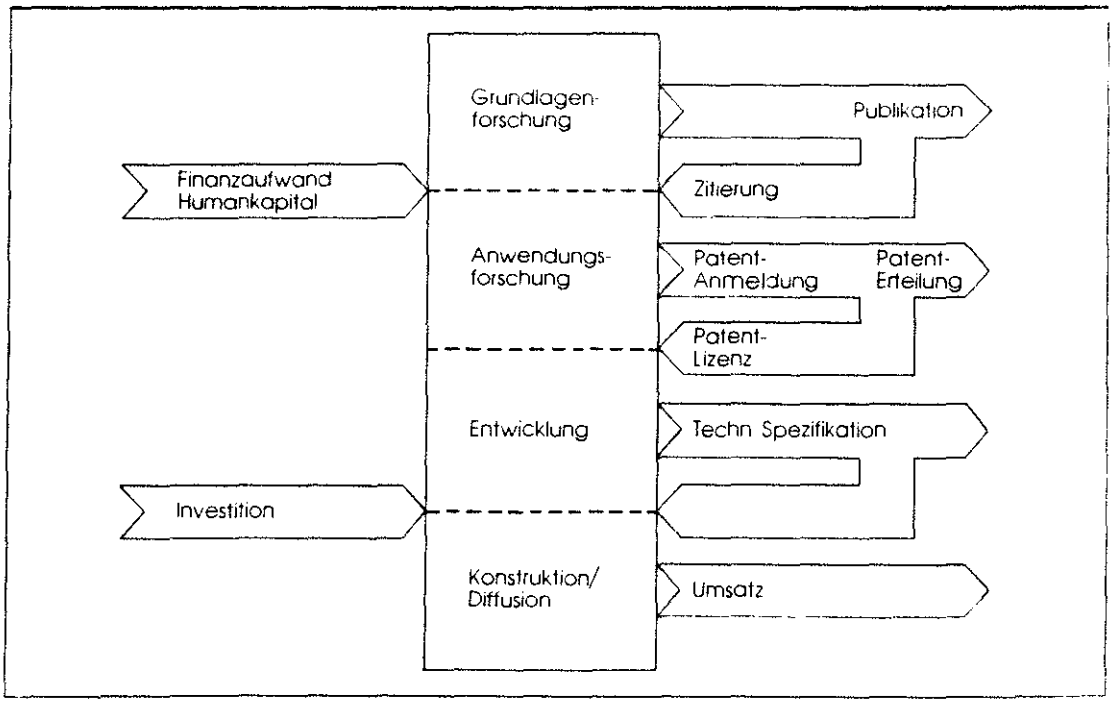
Eine alle Fachgebiete von Wissenschaft und Technik übergreifende Literaturstatistik wurde von verschiedenen Autoren vorgelegt (z.B. auch von Weingart u.a. 1987, 22 ff.). Eine Konkordanz zur Patentklassifikation, die also die Patentklassifikation nach Wissensgebieten ordnet, ist den Autoren nicht bekannt. Die amerikanische Patentklassifikation ist für ein solches Vorhaben grundsätzlich nicht geeignet, da die Anordnung der Patentsymbole weder hierarchisch ist noch verwandte Gebiete berücksichtigt (vgl. Abschnitt 4.2.2). Die internationale Klassifikation wäre wohl geeignet, da sie Gebiete wie die

Chemie oder die Physik in Form von Sektionen schon enthält. Allerdings wären die Biochemie aus der Sektion Chemie herauszulösen und andere Neuordnungen vorzunehmen, um zu einer den Wissenschaftsgebieten entsprechenden Einteilung zu kommen (wie man sie etwa der Tabelle 7.1-1 entnehmen kann). Aus diesem Grunde muß eine Gegenüberstellung von Patentindikatoren und Literaturindikatoren für alle Gebiete der Forschung und Technik an dieser Stelle unterbleiben. Es wäre aber sicherlich reizvoll, ähnlich wie im Falle der FuE-Budgets eine entsprechende Globaleinschätzung zu erhalten. Auch hier besteht noch weiterer Forschungsbedarf.

8. SYNOPTISCHE BETRACHTUNG VON PATENT- UND TECHNIKINDIKATOREN

Die bisher hauptsächlich verwendeten Indikatoren zur Beobachtung von FuE beschränken sich im wesentlichen auf Budgetzahlen und FuE-Personalstatistiken. Mit Publikations- und Patentanalysen wurde in den letzten Jahren vor allem in angelsächsischen Ländern zunehmend versucht, aussagefähige Indikatoren für FuE-Erträge einzuführen - die umfangreiche Patentanalyse in dieser Arbeit ist ein weiterer Beitrag hierzu. Auf der Marktergebnisseite beschränkten sich bisherige Untersuchungen im wesentlichen auf die Erfassung von Indikatoren für Produktion, Umsatz oder Außenhandel (vgl. auch Abschnitt 9 dieser Arbeit). Dabei bleiben Interpretationsspielräume über die Ursachen von Erfolg oder Mißerfolg offen; dies gilt auch hinsichtlich der Rolle des technischen Fortschritts in den gehandelten Produkten bzw. den darin enthaltenen Produktionsverfahren. Was neben den erwähnten Indikatoren am meisten fehlt, sind technische Indikatoren, die die Spezifikation neuer Produkte und Produktionsprozesse beschreiben. Diese Lücke wird augenfällig, wenn man die innovationsgerichteten Vorgänge z.B. in vier Stadien einteilt (vereinfacht nach Freeman 1982, 8 f). Abbildung 8-1 verdeutlicht die Zuordnung von geeigneten Indikatoren zu FuE-Stadien.

Abbildung 8-1: Grobe Einteilung der Indikatoren für den Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationsprozeß (Quellen: Freeman 1982, Grupp u.a. 1987, 14)



Diese Indikatoren aus technischen Spezifikationen sind weltweit am wenigsten in Gebrauch. Zwar sind in den 70er und 80er Jahren über 20 technologische Modelle publiziert worden, welche jedoch entweder nicht nach nationaler Herkunft der Produkte differenzieren, lediglich auf historische, aber nicht aktuelle Daten zurückgreifen oder andere als technische Variablen enthalten (z.B. Schattenpreise u. dgl.) und damit technische und ökonomische Informationen mischen (Grupp, Hohmeyer 1988). Diese Lücke in der quantitativen Technikforschung hat das Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung veranlaßt, in den vergangenen Jahren mit Nachdruck ein Meßverfahren zu entwickeln und anzuwenden, das technische Standards direkt zu vergleichen erlaubt ("technometrisches Verfahren"). Im Vergleich zu Wettbewerbsindikatoren müssen technische Indikatoren noch als Frühindikatoren angesehen werden, insofern als das Erstellen von Blaupausen, Prototypen oder Nullserien, deren technische Spezifikationen man erfassen kann, dem Markterfolg oder -mißerfolg vorangeht.

8.1 Technometrische Methodik und Ergebnisse

Der Begriff "Technometrie" ist doppelsinnig: Zum einen wurde er analog zu den Wortbildungen "Ökonometrie" und "Bibliometrie" gewählt und meint das Messen der Technik, zum anderen ist damit eine spezielle Metrik im mathematischen Sinn angesprochen, die für die Verarbeitung von technischen Spezifikationen gebraucht wird (Grupp, Hohmeyer 1986 und Grupp u.a. 1987).

Technische Indikatoren sind aggregierte Zahlen, die aus den technischen Spezifikationen eines Produkts oder eines Prozesses, also aus verschiedenen physikalischen Einheiten, zusammengesetzt werden. Das Kompositionsverfahren ist an anderer Stelle erläutert (Grupp, Hohmeyer 1986). Das Einzelelement des Indikators ist die technische Kenngröße. Wenn der beschriebene Prozeß oder das Produkt gleichzeitig verschiedenen Zwecken dienen können, für welche die einzelnen Kenngrößen verschieden wichtig sind, müssen Funktional-Charakteristiken oder gewichtete Prioritäten eingeführt werden.

Während die technischen Spezifikationen diskrete naturwissenschaftliche Größen enthalten und somit intersubjektiv überprüfbar sind, enthält die Prioritätsliste individuelle oder kollektive Bewertungen zum Zweck des Produkts oder des Prozesses und kann daher nicht objektiv sein. Auch ein Verzicht auf eine Prioritätssetzung innerhalb der Kenngrößen würde Objektivität nicht her-

stellen, da in diesem Fall immer noch strittig sein kann, ob eine Kenngröße überhaupt erfaßt wird oder nicht. Technische Indikatoren beruhen daher zu einem gewissen Grad auf Expertenurteil. Dieser Umstand ist aber nicht als Mangel des Indikators anzusehen, da FuE-Indikatoren allemal sachkundig überprüft bzw. interpretiert werden müssen. Daß der technometrische Indikator auch subjektive Momente enthält, macht seine besondere Qualität aus. Ein vollständiger Widerspruch des quantitativen Ergebnisses mit Expertenurteilen ist nicht denkbar.

Die Kenngrößen und Daten werden gemäß der Technometrie-Methodik durch Befragungen einheimischer und ausländischer Experten erhoben. Ferner werden schriftlich angeforderte Angaben der Hersteller und Messebroschüren einbezogen. Wann immer möglich, können Produktdatenbanken benutzt werden.

Als nationaler Standard wird der jeweils höchste technische Standard unter den einheimischen Firmen genommen. Die Metrik ist durch eine Umrechnungsvorschrift definiert (Grupp, Hohmeyer 1986, 126 f) und transponiert die ursprünglichen Spezifikationsdaten in ihren jeweiligen naturwissenschaftlichen oder technischen Maßeinheiten in das dimensionslose Zahlenintervall zwischen 0 und 1. Die Metrik erhält die ordinale Rangordnung der ursprünglichen Zahlen, wenn keine Aggregation stattfindet. Mit Hilfe der Metrik können jedoch beliebige Summenbildungen erfolgen; dabei erhalten diejenigen Kenngrößen ein größeres Gewicht, bei denen internationale Disparitäten stärker ausgeprägt sind.

Das technometrische Verfahren hat sich - unter Beachtung des Umstands, daß es erst kürzlich erarbeitet wurde - in verschiedener Weise bereits bewährt. Mit großer Detaillierungstiefe wurde es auf sechs technologische Gebiete angewendet. Es sind dies

- gentechnisch hergestellte Arzneimittel,
- immobilisierte Enzyme,
- Solargeneratoren,
- Laserstrahlquellen,
- Sensoren und
- Industrieroboter.

Die in vorliegendem Patentbericht untersuchten vier Gebiete wurden mit voller Absicht auch nach dem Gesichtspunkt ausgewählt, daß technometrische Daten hierzu vorliegen. Verglichen wurden jeweils die technologischen Standards in

den Vereinigten Staaten, Japan und der Bundesrepublik sowie von Fall zu Fall in weiteren europäischen Ländern bzw. in Kanada. Darüber hinaus fand das technometrische Modell Verwendung bei der Zusammenstellung und Auswertung von über 5.000 Kenngrößen, die 43 verschiedene Produktgruppen aus allen Wirtschaftsbranchen betreffen (Grupp, Hohmeyer 1986).

Trotz der Bewährung des Modells dürfen bei der Interpretation der Ergebnisse die Grenzen des Untersuchungsansatzes, die Auswahlprobleme bei den Kenngrößen sowie eine teilweise eingeschränkte Datenverfügbarkeit nicht in Vergessenheit geraten. Die Verschränkung von Experten-Interviews mit dem formalen Zahlengerüst der Technometrie beinhaltet aber einen gewissen Zwang zu quantitativen Darstellungen und stellt gleichzeitig einen gewissen Schutz vor einer grundsätzlich anderen Einschätzung durch die Experten etwa aufgrund von Mißverständnissen dar. Ein wesentlicher Nutzen wird von den Autoren der technometrischen Methode darin gesehen, daß zusätzlich zu den qualitativen und subjektiven Einschätzungen in durchaus sensiblen Bereichen der Spitzentechnik, der formale Rahmen der Methodik bei der Erhebung technischer Standards eine Versachlichung garantiert und eine Konzentration auf das wesentliche sicherstellt.

In den nachfolgenden Abschnitten werden die technometrischen Indikatoren und Einschätzungen in einen Zusammenhang mit den Patentindikatoren für die vier ausgewählten technischen Gebiete gebracht. Die technischen Indikatoren sind ohne Ausnahme der Arbeit von Grupp, Hohmeyer, Kollert und Legler (1987) entnommen. Da der technische Indikator keine Relativbeurteilung gegenüber allen Gebieten der Technik enthält, sondern vielmehr die Länderstandards nur für das jeweilige Gebiet in Beziehung setzt, scheidet der RPA-Indikator als Vergleichsmaß aus. Durch die Begrenzung des technometrischen Indikators auf das Zahlenintervall zwischen 0 und 1 kann auch kein sinnvoller Vergleich mit tatsächlichen Patentanmelde- oder Erteilungszahlen erfolgen. Vielmehr bedeutet die Bindung an ein festes Zahlenintervall eine Indizierung mit 0 als Ausgangspunkt. Der adäquate Patentindikator ist daher der ebenfalls (allerdings auf 1) indizierte Indikator RTP für die technologische Position. Daß der RTP-Indikator nur innerhalb einer Bandbreite anzugeben ist, stört hierbei nicht, sondern verdeutlicht die Interpretationsspielräume bezüglich der Qualität von Patenten und die Interessengebundenheit der Anmelder an Märkte in zutreffender Weise. Bezieht man den Patentindikator auf das Prioritätsdatum, das dem Zeitpunkt der Erfindung am nächsten liegt, dann lassen sich wegen den in Ab-

schnitt 2.1.2 gegebenen Gründen derzeit Daten bis zum Prioritätsjahr 1985 angeben. Die technischen Indikatoren beziehen sich auf das Jahr 1986. Da die Vermarktung einer neuen Erfindung nach einigen wenigen Jahren beginnt (vgl. Abschnitt 2.1.1 und den folgenden Abschnitt 9), erscheint ein Vorlauf der zu betrachtenden Patentdaten von 2 Jahren als angemessen. Da gegenwärtig für technometrische Indikatoren keine Zeitreihen vorliegen, kann die Gegenüberstellung also nur für die beiden Einzeljahre 1984 bzw. 1986 erfolgen.

Für die Ausgestaltung eines technisch hochwertigen Produktes sind aber nicht nur die kürzlich erfolgten Erfindungen und Innovationen bedeutsam, sondern auch die bereits etablierte ältere Technologie. Deshalb ist es a priori erforderlich, den Gesamtschatz an technologischem Know-how zu berücksichtigen. Aus diesem Grunde erfolgt die Gegenüberstellung des technometrischen Indikators auch mit dem Patentindikator für das technologische Potential (PP5-Indikator), der den indizierten Summationskurven der Patentanmeldezahlen entspricht. Für den PP5-Indikator wurde der Zeitraum 1980 bis 1984 gewählt.

8.2 Robotertechnik

Der technometrische Indikator für Industrieroboter läßt einen sehr guten bundesdeutschen Stand hinsichtlich der Mechanik der Industrieroboter erkennen. Deutsche Geräte sind diesbezüglich wegen eines soliden Maschinenbau-Know-hows im Vorteil. Amerikanische Geräte schneiden insofern bei Präzisionskenngrößen häufig eher schlecht ab, für japanische Geräte gilt dies nicht im gleichen Maße. Einen bundesdeutschen Rückstand gibt es bei Robotersteuerungen; in allen Anwendungsfällen, in denen die Steuerung wichtig wird (Bahnschweißen, Montage), schneiden daher amerikanische Geräte besser ab. Bei Bahnschweiß-Robotern herrscht auf hohem technischen Niveau ein Patt. Alle betrachteten Länder und Schweden haben gleich gute und ähnlich hohe Spezifikationen. Bei den Montage-Robotern, einem Bereich, für den hohe Zuwachsraten prognostiziert werden, dominieren die Amerikaner technologisch den Bereich kleiner Lasten. Mit dem Direktantrieb ist eine zentrale Schlüsseltechnologie für das Robotergebiet realisiert worden. Im Mittellastbereich weisen aber bundesdeutsche Geräte insgesamt bessere Standards auf, so daß der amerikanische Vorsprung relativiert wird (Grupp u.a. 1987, 305ff).

Tabelle 8.2-1 gibt die technometrischen Indikatorwerte K* im einzelnen an. Man entnimmt den Zahlen die relative Überlegenheit bundesdeutscher mechani-

scher Technik ("Industrieroboter ohne Steuerung"). Schließt man die Peripherie, vor allem die Steuerungen, in die Betrachtung ein, dann wird der hohe Indikatorwert US-amerikanischer Technik deutlich. Die relative technologische Position gibt die technologischen Standards im Verhältnis zwischen der Bundesrepublik und den Vereinigten Staaten ungefähr richtig wieder. Japanische Unternehmen besitzen eine überaus hohe Zahl von Auslandspatenten, die keine Entsprechung bei den technologischen Standards finden. Auch im Patentpotential des letzten Jahrzehnts ergeben sich entsprechende Verhältnisse. Bei den Industrierobotern ohne Steuerung ist die Übereinstimmung zwischen technometrischem und patentstatistischen Indikatoren nicht so gut. Nicht nur werden erneut japanische Patente überbewertet, sondern auch deutsche Patente sind im Bereich der Robotermechanik - gemessen am Leistungsstand - unterrepräsentiert.

Tabelle 8.2-1: Gegenüberstellung von technometrischem und patentstatistischen Indikatoren für die Robotertechnik in den Vereinigten Staaten, Japan und der Bundesrepublik bezogen auf die Jahre 1986 bzw. 1984

Technologie	Herkunftsland	Technometrischer Indikator K* (1986)	Relative technologische Position RTP (1984)	Patentpotential PP5 (1980-1984)
Industrieroboter inklusive Peripherie	US	0,84	14 - 18	60 - 76
	JP	0,79	27 - 30	121 - 133
	DE	0,78	7 - 13	22 - 42
Industrieroboter ohne Steuerung	US	0,81	22 - 28	86 - 110
	JP	0,77	29 - 37	133 - 169
	DE	0,82	10 - 15	39 - 55

Die Gegenüberstellung technometrischer und patentstatistischer Daten legt eine Interpretation der hohen Anmeldezahlen aus Japan nahe, gemäß der die außerordentlich verstärkten Bemühungen japanischer Roboterhersteller um Patenterwerb in den Vereinigten Staaten sich nicht entsprechend fulminant in den realisierten und gehandelten Produkten niedergeschlagen haben. Diese In-

terpretation wird gestützt durch den Umstand, daß die Patentaktivitäten japanischer Erfinder seit 1982 leicht rückläufig sind; jedenfalls hat sich der enorme Anstieg der Vorperiode nicht fortgesetzt. Hier könnte sich eine marktbezogenere und realistischere Einschätzung der Robotertechnik äußern, die auch vom japanischen Patentamt bestätigt wird (Yamaguchi 1987). Im übrigen deutet auch die geringe mittlere Größe der Entwicklungsteams darauf hin, daß die japanischen Roboterpatente überbewertet sind (vgl. Tabelle 2.3-2 in Abschnitt 2.3.4).

Die Unterbewertung der bundesdeutschen Patentzahlen - bezogen auf den in Produkten realisierten Stand der Technik - dürfte vermutlich damit zusammenhängen, daß das mechanische Know-how der Hersteller (Präzision, Steifigkeit, Robustheit, Abstimmung der Komponenten u. dgl.) seit geraumer Zeit patentfrei ist, nicht nur mit der Robotertechnik zu tun hat und teilweise gar nicht patentierfähig zu sein braucht. Insoweit schlagen sich in der Qualität der Produkte die neuen Inventionen im Bereich der Mechanik nur zu einem Teil nieder. Anders ist dies sicherlich für Steuerungs-, Kontroll- und allgemein periphere Einrichtungen. Hier ist zu beachten, daß Patentschutz für Software in den Vereinigten Staaten leichter zu erlangen ist, so daß tendentiell bundesdeutsche Hersteller bezüglich ihrer Prioritäten am Deutschen Patentamt am kürzeren Hebel sitzen. Insgesamt ist die Übereinstimmung technometrischer und patentstatistischer Indikatoren nicht vollständig unbefriedigend und kann - wie gezeigt - in einer wechselseitigen Interpretation noch verbessert werden.

8.3 Lasertechnik

Der technometrische Indikator für die Laserstrahlquellen weist im Querschnitt der betrachteten Typen auf einen deutlich zu erkennenden Vorsprung der technischen Standards in den Vereinigten Staaten hin. In der Bundesrepublik ist bei einigen Typen ein technischer Stand erreicht worden, der die amerikanischen Standards in einigen Fällen übertrifft oder ihnen gleichkommt, in einigen anderen Fällen nur wenig nachsteht. Von einer generellen technologischen Unterlegenheit westdeutscher gegenüber japanischen Produkten kann zur Zeit keine Rede sein.

Auf dem Gebiet der Halbleiter-Diodenlaser, die für die optische Kommunikation eingesetzt werden können, lassen japanische und amerikanische Spezifikationen die deutschen Standards weit hinter sich. Von daher liegt eine gesonderte Be-

trachtung der Laserstrahlquellen ohne die Diodenlaser nahe. Auch bei den Lasergeräten für verschiedene Anwendungszwecke in der Fertigung und der Medizin liegen bundesdeutsche Spezifikationen günstig. Die Indikatorwerte gibt Tabelle 8.3-1 wieder. Da in der technometrischen Untersuchung (Grupp u.a. 1987, 161 ff) nur die Laserstrahlquellen und nicht komplexere Geräte, die einen Laser enthalten, betrachtet wurden, gibt es keine entsprechenden Vergleichszahlen für die Patentrecherchenstrategie "Laser inklusive Anwendungen". Lediglich die Werte für die Halbleiterdiodenlaser sowie die Laserstrahlquellen ohne Laserdioden können gegenübergestellt werden.

Tabelle 8.3-1: Gegenüberstellung von technometrischem mit patentstatistischen Indikatoren für die Lasertechnik in den Vereinigten Staaten, Japan und der Bundesrepublik Deutschland bezogen auf die Jahre 1986 bzw. 1984

Technologie	Herkunftsland	Technometrischer Indikator K* (1986)	Relative technologische Position RTP (1984)	Patentpotential PP5 (1980-1984)
Halbleiterdiodenlaser	US	0,89	10 - 13	44 - 60
	JP	0,80	26 - 47	91 - 168
	DE	0,68	3 - 5	10 - 15
Laserstrahlquellen ohne Laserdioden	US	0,87	7 - 8	34 - 37
	JP	0,54	2 - 3	9 - 15
	DE	0,72	1 - 2	7 - 9

An den Zahlen der Tabelle 8.3-1 ist zunächst bemerkenswert, daß japanische Unternehmen in den letzten Jahren eine sehr starke Patentposition bei Diodenlasern erreicht haben, die diejenige Amerikas übertrifft. Allerdings ist der Bestand an älteren Patenten in der Hand amerikanischer Unternehmen größer, so daß das Patentpotential Japans das Amerikas noch nicht so deutlich übertrifft. Der Rückstand deutscher Halbleiterlasertechnik äußert sich auch im technischen Indikatorwert, während die US-Standards diesbezüglich noch dominieren. Dies gilt aber gemäß der technometrischen Untersuchung nicht für diejenigen Dioden, die für die Glasfaserkommunikation eingesetzt werden (Grupp u.a. 1987, 202) und auf die sich vermutlich die Mehrzahl der japanischen Patente richtet.

Was die "großen" Laserstrahlquellen (ohne Dioden) angeht, so werden die Positionen Japans und Amerikas sowohl beim technischen wie auch beim patentstatistischen Indikator einheitlich wiedergegeben. Bei den "großen" Strahlquellen ist das geringere Patentpotential japanischer Unternehmen besonders augenfällig. Bundesdeutsche Technikstandards liegen über denen japanischer Geräte, was aus der Patentposition nicht ersichtlich wird. Deutsche Patente sind diesbezüglich unterbewertet.

Die im Vergleich zu Japan geringe Patentaktivität westdeutscher Anmelder gibt zu zwei Spekulationen Anlaß: Einerseits kann daraus gefolgert werden, daß ein massives Aufholen Japans stattfindet, was sich in den gehandelten Produkten noch nicht niedergeschlagen hat. Insofern besteht die Gefahr, daß westdeutsche Hersteller gegenüber Japan technologisch zurückfallen. Andererseits müssen die regionalen Patentierpräferenzen beachtet werden: Wie sich aus Tabelle 2.3-1 in Abschnitt 2.3.2 ergibt, drängen alle patentierenden Unternehmen mit großer Präferenz auf den amerikanischen Markt. Dies gilt jedoch nicht für die Laserstrahlquellen ohne Dioden. Hier ist eine eindeutige Präferenz japanischer Hersteller und eine weniger klar ausgeprägte Präferenz amerikanischer Hersteller für den deutschen Markt erkennbar. Die westdeutschen Hersteller ihrerseits streben aber nach wie vor verstärkt nach Übersee. (Die RTP-Werte in den USA sind für Japan und die Bundesrepublik gleich (RTP=2), in Europa verschieden; vgl. Tabelle 8.3-1.) Diese auffälligen regionalen Präferenzen könnten ein Hinweis darauf sein, daß die starke bundesdeutsche Position bei Laserstrahlquellen (ohne Laserdioden) zu einer verstärkten Aktivität ausländischer Hersteller im Hinblick auf Sperrpatente veranlaßt hat. Sperrpatente spielen eine defensive Rolle in der Unternehmensstrategie und haben den Zweck, die Produktion der Konkurrenten am Produktionsort und nicht am Ort der Marktnachfrage zu unterbinden. Ohne die inhaltliche Analyse der Patente selbst muß diese Überlegung Spekulation bleiben; träfe sie zu, wäre die auffallende Diskrepanz zwischen moderaten Patentaktivitäten bei hohem technischen Standard bundesdeutscher Produkte erklärbar. Im übrigen sind auch auf dem Lasergebiet die FuE-Teams in Japan auffallend klein (vgl. Tabelle 2.3-2 in Abschnitt 2.3.4), was zumindest den geringeren Humankapitaleinsatz für diese Erfindungen belegt.

Im Falle der Lasertechnik zeigt sich, daß die Zusammenschau von technologischen Standards und Patentpositionen gute Übereinstimmung erbringt; die Erklärung von Abweichungen kann durch Gegenüberstellung dieser Größen ein Stück

weit gelingen. Jedenfalls können Hypothesen formuliert werden, die sich im Expertengespräch bzw. durch Studium der vollen Patentschriften weiter aufklären lassen.

8.4 Enzymtechnik

Bei den immobilisierten Biokatalysatoren (Enzymen) ist die Stellung bundesdeutscher Produkte technisch zwar relativ stark, reicht aber nicht ganz an das Niveau der Vereinigten Staaten und Japans heran. Neben Unternehmen in diesen Ländern hat vor allem ein dänisches Unternehmen eine starke Stellung. In der Bundesrepublik werden ausgezeichnete Katalysatoreigenschaften erzielt; auch die verwendete Prozeßtechnik bei der Herstellung, Immobilisierung und Aufreinigung der Katalysatoren ist gut, wenn sie auch teilweise das Niveau in den USA und in Dänemark nicht erreicht. Beim Einsatz der Katalysatoren dominiert aber Japan. Sowohl bundesdeutsche Unternehmen wie auch amerikanische fallen etwas zurück. Überraschend sind bundesdeutsche Firmen im Bereich der Enzymsensoren, einem vielleicht unterschätzten Markt, nicht präsent. Bei Biosensoren liegen japanische Spezifikationen noch vor denen amerikanischer; die DDR-Anmelder spielen eine wichtige Rolle. Die technometrischen Indikatorwerte sind in Tabelle 8.4-1 wiedergegeben. Da die internationale Patentklassifikation eine Recherche nur nach Enzymsensoren nicht erlaubt, beziehen sich die entsprechenden Patentindikatoren lediglich auf eine Erhebung am amerikanischen Patentamt.

Die Übereinstimmung der Rangpositionen wie auch der Zahlenwerte ist perfekt. Der Patentpotentialindikator reproduziert die Verhältnisse besser als der RTP-Indikator. Es ist zu beachten, daß die amerikanischen Chemiefirmen sehr gleichmäßig am amerikanischen und deutschen bzw. europäischen Amt patentieren, so daß die relative technologische Position keine Varianz zeigt. Die Präferenzen japanischer Unternehmen streuen dagegen, so daß bezüglich der technologischen Position eine Bandbreite der Unsicherheit zu unterstellen ist. Auch für die Enzymsensoren ergibt sich nach Zahlen und Rangfolgen eine eineindeutige Entsprechung.

Da die Entsprechung zwischen technometrischem und patentstatistischen Indikatoren auf dem Gebiet der immobilisierten Enzyme hervorragend ist, scheint kein Spielraum für Interpretationen zu bleiben. Daraus darf aber nicht gefolgert werden, daß einer der Indikatoren von vornherein entbehrlich ist, denn

Tabelle 8.4-1: Gegenüberstellung von technometrischem und patentstatistischen Indikatoren für die Enzymtechnologie in den Vereinigten Staaten, Japan und der Bundesrepublik Deutschland bezogen auf das Jahr 1986 bzw. 1984 (für Sensoren 1982)

Technologie	Herkunftsland	Technometrischer Indikator K* (1986)	Relative technologische Position RTP (1984)	Patentpotential PP5 (1980-1984)
Immobilisierte Enzyme	US	0,75	6	29 - 30
	JP	0,71	5 - 8	18 - 34
	DE	0,65	1 - 3	5 - 13
Enzymsensoren	US	0,40	3+)	11+)
	JP	0,74	3+)	21+)
	DE	0	0+)	0+)

+) Nur USPTO im Jahre 1982 bzw. 1978 bis 1982, keine deutschen oder europäischen Patentanmeldungen berücksichtigt

am Beginn einer entsprechenden Untersuchung kann die Übereinstimmung zweier Indikatoren nicht prognostiziert werden (vgl. die obigen Beispiele der Laser- und der Robotertechnik). Ferner hat die technometrische Analyse den starken Hinweis auf das Teilgebiet der Enzymsensoren erbracht, ohne welchen vermutlich eine patentstatistische Analyse nur für Enzymsensoren gar nicht begonnen worden wäre. Unter allen auf die immobilisierten Enzyme bezogenen Patenten spielen die Sensorpatente nur eine sehr untergeordnete Rolle (deutlich weniger als ein Zehntel des Patentaufkommens), so daß die besonderen Verhältnisse bezüglich der Enzymsensorpatente im Gesamtgebiet nicht erkennbar sind.

8.5 Photovoltaik

Aus der Betrachtung der Technometrie-Indikatoren für Solarzellen und -moduln läßt sich insgesamt ablesen, daß bundesdeutsche Produkte und Technologien mit der Entwicklung in den USA und Japan nicht mithalten können. Japan weist vor allem bei polykristallinem und amorphem Silizium die besten Werte auf; die USA haben einige Stärken bei speziellen Verfahren. Nur im Bereich kristallinen Siliziums haben bundesdeutsche Hersteller etwa einen Gleichstand zu den Konkurrenzländern erreicht. Ob deutsche Firmen, die verstärkt eine Zusammen-

arbeit mit den USA anstreben, die japanische Herausforderung auf dem Wachstumsgebiet des amorphen Siliziums technologisch bestehen können, ist momentan nicht abzusehen. Dabei mögen deutsche Firmen vom technologischen Niveau her durchaus stark sein; letztlich zählen für einen Erfolg dieser Technologie aber Kostengünstigkeit und damit die kommerzielle Realisierung des technologischen Wissens. Da die Datenerhebung nach dem Technometrieverfahren sich auf Produkte stützt, die zumindest seit kurzem am Markt sind, können die technologischen Spezifikationen von Laborstücken und nicht kommerzialisierten Prototypen nicht beurteilt werden. Es ist ferner zu vermuten, daß konkurrierende Unternehmen im Ausland produktverbessernde Verfahrensschritte in ihre Fertigung aufgenommen haben und dennoch im Preiswettbewerb bestehen, weil interne Subventionierung vorliegt. Die Photovoltaik-Industrie wird in allen Vergleichsländern stark subventioniert. Auch dies könnte darauf hindeuten, daß der bundesdeutsche Technikstand besser ist, als ein Studium der kommerzialisierten Technologie erkennen läßt. In Tabelle 8.5-1 sind die entsprechenden Zahlenangaben zu finden. Sowohl für den technometrischen wie auch für die patentstatistischen Indikatoren ist eine Zerlegung des Gesamtgebiets nach kristallinen, amorphen und sonstigen Dünnschichtzellen möglich. Allerdings muß festgestellt werden, daß die Summe aus kristalliner Siliziumtechnologie und amorpher Technologie nicht das Gesamtgebiet ausmacht, da eine Reihe anderer Materialien und Verfahren hinzukommen.

Wie die Indikatorwerte in Tabelle 8.5-1 verdeutlichen, sind die Rangpositionen der untersuchten Länder in jedem Indikatorsatz gleichartig abgebildet. Insofern ist die Parallelität der Aussage perfekt. Allerdings liegen die technologischen Standards der USA und Japans so eng beieinander, daß die nominellen Unterschiede im Patentaufkommen etwas überzeichnet erscheinen. Vermutlich sind US-Patente deshalb etwas überbewertet, weil sich eine Reihe von Forschungsinstitutionen daran beteiligen, die keine kommerziellen Absichten hegen. Die diesen Institutionen zuzuordnende technologische Kompetenz schlägt sich daher nicht in Produkten nieder und beeinflußt entsprechend den technometrischen Indikator nicht. Bei den amerikanischen Anmeldern zeigte sich auf dem US-Markt ein sehr hohes Engagement von Regierungsinstitutionen, nämlich wehrtechnischer Einrichtungen, insbesondere der Luftwaffe, des Department of Energy sowie von Raumfahrtbehörden. In Japan dagegen scheint der Humankapitaleinsatz in der Solarzellenentwicklung besonders hoch zu sein (vgl. Tabelle 2.3-2 in Abschnitt 2.3.4), so daß den japanischen Patenten möglicherweise ein größerer Wert zukommt.

Tabelle 8.5-1: Gegenüberstellung von technometrischem und patentstatistischen Indikatoren für die Photovoltaik in den Vereinigten Staaten, Japan und der Bundesrepublik Deutschland bezogen auf die Jahre 1986 bzw. 1984

Technologie	Herkunftsland	Technometrischer Indikator K* (1986)	Relative technologische Position RTP (1984)	Patentpotential PP5 (1980-1984)
Solargeneratoren insgesamt	US	0,73	15 - 27	75 - 132
	JP	0,72	10 - 17	42 - 70
	DE	0,53	5 - 6	29 - 36
Kristalline Solargeneratoren	US	0,73	9 - 17	38 - 71
	JP	0,71	4 - 8	16 - 32
	DE	0,60	3	18 - 19
Amorphe und Dünnschichtzellen	US	0,77	3 - 6	27 - 49
	JP	0,75	7 - 8	43 - 47
	DE	0,25	1 - 2	4 - 11

Die insgesamt sehr gute Übereinstimmung des technischen mit den patentstatistischen Indikatoren ist erstaunlich, denn der technometrische Indikator enthält ausschließlich Spezifikationswerte für terrestrische Solargeneratoren. In der Patentstatistik sind hingegen auch orbitale Anwendungen enthalten und lassen sich dort nicht eliminieren. Denn orbitale und terrestrische Anwendungen unterscheiden sich weder in der Technologie noch in dem Bestimmungszweck, Strom zu erzeugen, sondern lediglich im Hinblick auf die Herstellungskosten, die im Falle der Luft- und Raumfahrt nicht mit alternativen Stromerzeugungstechnologien konkurrieren müssen.

Die Übereinstimmung der Indikatorsätze macht keinen der Indikatoren überflüssig, denn bereits bei den Fragen der Abgrenzung und der Suchstrategie sind Synergismen möglich. Beispielsweise geht die Trennung des Gesamtgebiets in kristalline Siliziumgeneratoren und amorphe bzw. Dünnschichtzellen auf den in der Technometrie-Untersuchung angefallenen Expertenrat zurück. Von der Patentklassifikation aus gesehen bietet sich diese Teilung nicht unbedingt an

und wäre ohne die entsprechenden Hinweise aus den unterschiedlichen Technometrie-Indikatorwerten nicht durchgeführt worden. Die möglichen Synergismen zwischen verschiedenen Indikatorsätzen beziehen sich also nicht nur auf die Gleichartigkeit der Ergebnisse, sondern auf gegenseitige Hilfsfunktionen bei Abgrenzung und Erfassung der zugrunde liegenden Technologie.

8.6 Synopse von Technik- und Patentindikatoren

Auf einzeltechnologischem Gebiet wurden in den oben dargestellten vier Beispielfällen verschiedene synergistische Effekte zwischen technometrischen und patentstatistischen Indikatoren festgestellt:

- Gleichartigkeit der Ergebnisse,
- Diskrepanzen in den Ergebnissen, die einer Interpretation zugeführt werden müssen und können,
- gegenseitige Hilfsfunktionen bei Abgrenzungsfragen im Hinblick auf die zu untersuchenden Technologien,
- Einbeziehung von Expertenrat in die Patentrecherchenstrategie,
- Vergleich des technologischen Potentials mit den kommerzialisierten Technologien und
- Identifikation von auffälligem Präferenzverhalten der patentierenden Unternehmen.

In welchen Fällen eine Gleichartigkeit der Ergebnisse vorliegt, wird mit Tabelle 8.6-1 zusammenfassend verdeutlicht. Demnach ist die Übereinstimmung in mehreren Fällen perfekt (immobilisierte Enzyme, Enzymsensoren und Solargeneratoren insgesamt), in anderen Fällen passen die Rangfolgen zueinander, aber die quantitativen Verhältnisse sind überzeichnet (kristalline Solargeneratoren, amorphe und Dünnschichtzellen). Eine teilweise Entsprechung ist bezüglich der Laserstrahlquellen festzustellen, wo bundesdeutsche Patente offenbar unterbewertet werden oder - was gleichbedeutend ist - die Vereinigten Staaten und Japan Sperrpatente in der Bundesrepublik anstreben, deren Funktion nicht primär in der Technologie, sondern in der Marktstrategie begründet ist. Auch die japanischen Roboterpatente sind überbewertet, wobei sich allerdings in den letzten Jahren ein Auslaufen des Patentbooms andeutet. Ohne Parallelität sind die Indikatoren bezüglich der mechanischen Robotertechnologie, wo sich die Vermutung aufdrängt, daß eine qualitativ hochstehende Robotermechanik nicht wesentlich auf neuen Inventionen begründet ist, sondern vielmehr in einer länger zurückreichenden Tradition im Bereich der Fertigung zu suchen ist.

Die entsprechenden Technolgien und das Know-how dürften inzwischen patentfrei sein und sich deshalb in den neueren Aktivitäten nicht widerspiegeln.

Die Gleichartigkeit der Ergebnisse im Sinne einer Regression kann derzeit nicht gezeigt werden, da Zeitreihen für technometrische Indikatoren nicht vorliegen. Zeitreihenkorrelationen wären aber äußerst interessant, weil mit solchen Untersuchungen die Frage geklärt werden könnte, ob für den technologischen Standard eher die momentane (RTP-Indikator) oder die kumulative (PP5-

Tabelle 8.6-1: Synopse des technometrischen und der patentstatistischen Indikatoren bezüglich der vier ausgewählten Technologien (verglichen werden der technometrische Indikator K* mit der relativen technologischen Patentposition RTP in Verbindung mit dem Patentpotential PP5)

Technologie	Übereinstimmungen	Abweichungen
Industrieroboter inklusive Peripherie	US, DE: ja	JP-Patente überbewertet
Industrieroboter ohne Steuerung	nein	JP-Patente überbewertet und DE-Patente unterbewertet
Halbleiterdiodenlaser	DE: ja	JP-Patente überbewertet
Laserstrahlquellen ohne Laserdioden	US, JP: ja	DE-Patente unterbewertet
Immobilisierte Enzyme	ja	keine
Enzymsensoren	ja	keine
Solargeneratoren insgesamt	ja	keine
Kristalline Solargeneratoren	ja	US-Patente vielleicht etwas überbewertet
Amorphe und Dünnschichtzellen	ja	US-Patente nach 1982 niedrig; Potentialkurve eher adäquat

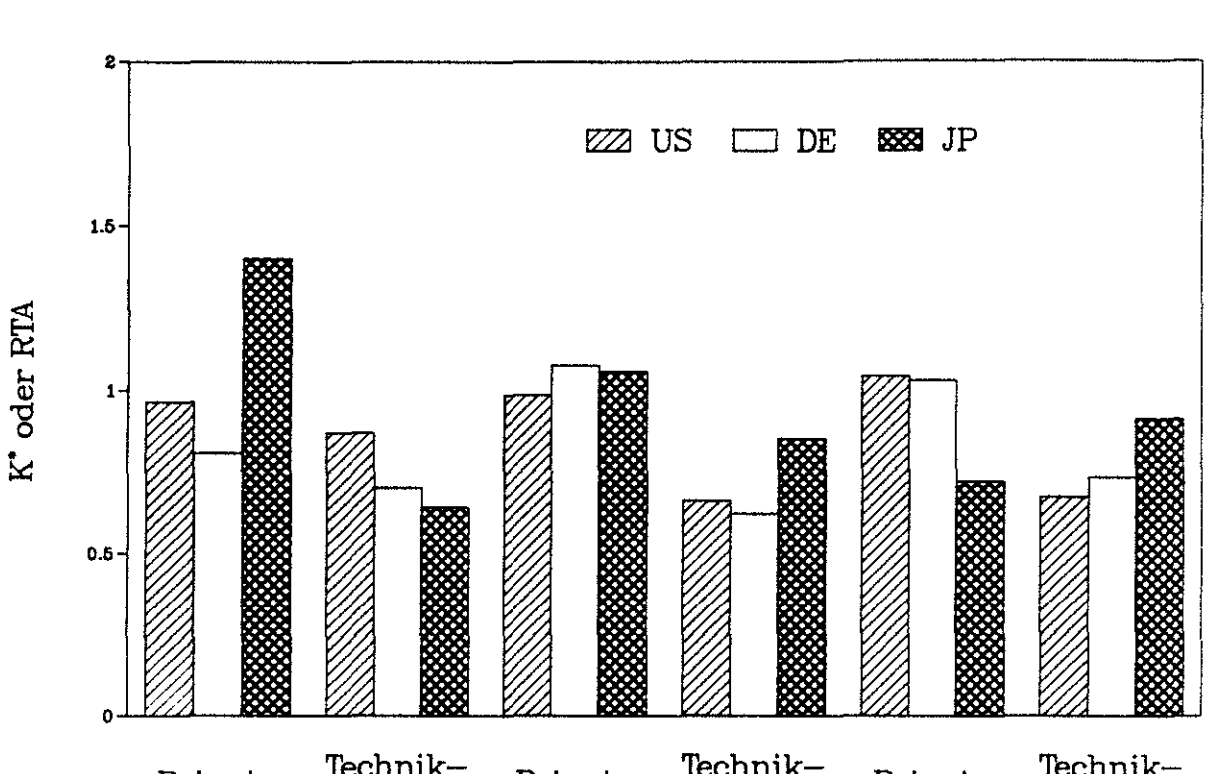
Indikator) Patentaktivität ausschlaggebend ist. Die punktuellen Betrachtungen im Jahre 1984 bzw. 1986 lassen es durchaus für möglich erscheinen, daß das Patentpotential eine größere Rolle bei der Beurteilung der heutigen technologischen Standards spielt. Könnte diese Aussage erhärtet werden, würde das Argument gestützt werden, daß zurückgehende jährliche Patentieraktivitäten kein Zeichen von technologischer Schwäche sein müssen.

Aufgrund des vorliegenden Datenmaterials ist es möglich, Patent- und Technikindikatoren für alle Gebiete der Technik und alle Produkte der Volkswirtschaft zu betrachten. Ein entsprechender technometrischer Datensatz für das Jahr 1982 liegt vor (Grupp, Hohmeyer 1986), ebenso wie eine Aufteilung der Patentaktivität am amerikanischen Patentamt nach dem industriellen Charakteristikum der Forschungsintensität (vgl. Abschn. 6., insbesondere Tabellen 6.1-1, 6.3-1 und Abb. 6.3-1). Entsprechend den dortigen Ausführungen können die über 5.000 technischen Spezifikationswerte (s. etwa Grupp u.a. 1987, 32), die auf eine japanische Untersuchung zurückgehen, nach dem industriellen Kriterium der Forschungsintensität in drei Intensitätsstufen gruppiert werden (die Zuordnungsmatrix findet sich in Grupp, Legler 1987, 94). Die Gegenüberstellung der so gruppierten Technikindikatoren mit dem Patentindikator RTA für den Zeitraum 1981 bis 1983 erfolgt in Abbildung 8.6-1.

Die Abbildung 8.6-1 zeigt zunächst wenig Parallelität. Insbesondere bezüglich der Kategorie "Sonstige Gebrauchstechnik" erscheinen Patent- und Technikindikator genau gegenläufig. Allerdings ist hier zu beachten, daß die hohen technologischen Standards japanischer Produkte möglicherweise am heimischen Patentamt geschützt sind, aber nicht im Ausland. Umgekehrt gilt für die Spitzentechnik, daß die sehr starken Aktivitäten japanischer Anmelder in den Vereinigten Staaten jedenfalls bis 1982 sich nicht in entsprechenden Erfolgen im Bereich gehandelter Produkte niedergeschlagen haben. Im übrigen ist trotz der Konkordanzlisten zwischen Technikstandards und Forschungsintensität (in Grupp, Legler 1987, 94) nicht zu klären gewesen, inwieweit in der japanischen Untersuchung (JATES/AIST 1982), aus der die Technikdaten stammen, überhaupt patentierfähige Technologien betrachtet wurden. Zwar sind die ausgewählten ca. 5.500 technischen Kenngrößen im einzelnen bekannt, nicht bekannt ist jedoch, in welchem Umfang jede der Kenngrößen geschützt oder schützbar ist.

Im übrigen ist anzumerken, daß die RTA-Patentindikatoren für die USA am USPTO in keinem Fall sehr von dem Durchschnittswert (RTA=1) abweichen können (In-

Abbildung 8.6-1: Gegenüberstellung von Patentaktivitäten am US-Patentamt und Technikstandards unterteilt nach FuE-Intensitätsklassen im Dreiländervergleich für den Anfang der 80er Jahre (FuE-Intensitäten von 1980, RTA-Indikator für den Zeitraum 1981 - 1983, Technometrieindikator K* für 1982) (Quellen: ISI, JATES/AIST)



landsnachteil; vgl. Abschnitt 6.3) und insbesondere im Bereich der Spitzentechnik aus Normierungsgründen zu niedrig ausfallen (vgl. Tabelle 6.3-2): die US-Patentposition fällt in Wirklichkeit stärker aus, als Abbildung 8.6-1 erkennen läßt.

Dennoch muß festgestellt werden, daß sich die überraschend gute Übereinstimmung zwischen Technikindikatoren und Patentindikatoren für einzelne Technologien fast völlig verliert, wenn man über alle Gebiete der Technik aggregiert. Die Zuordnungsprobleme sind dann offenbar derart gravierend, daß die Bezüge zwischen dem Inhalt der Patentschriften und den technologischen Standards verloren gehen. Dies führt zur Schlußfolgerung, daß synoptische Betrachtungen

zwischen technischen Spezifikationen und Patenten nur bei genauer Entsprechung im Hinblick auf ausgewählte Technologien als sinnvoll anzusehen sind. Die Datenaggregate sind nicht mehr interpretierbar.

9. SYNOPTISCHE BETRACHTUNG VON PATENTINDIKATOREN UND WIRTSCHAFTSDATEN

Gemäß der grundlegenden Hypothese dieser Untersuchung dokumentieren Patente einerseits den Ertrag angewandter Forschung und Entwicklung, andererseits aber auch gleichzeitig strategische Interessen der anmeldenden Unternehmen. Konsequenterweise werden in diesem Abschnitt Zusammenhänge zwischen patent- und wirtschaftsstatistischen Indikatoren untersucht. Für den am Markterfolg eines neuen Produkts interessierten Beobachter dürfte darüber hinaus besonders die Frage relevant sein, ob bei genügender Disaggregierung patentstatistische Signale bezüglich einer bevorstehenden Veränderung der Wettbewerbsposition erhalten werden können.

Die nachfolgenden Überlegungen basieren im wesentlichen auf den wirtschaftstheoretischen Ansätzen Schumpeters (1911, 99ff). Demnach werden in einem Land mit hohen Aufwendungen an finanziellen und personellen Ressourcen für innovationsgerichtete Aktivitäten die Wettbewerbspositionen von Produkten und Prozessen steigen. Relativ hohe Patentaktivitäten im In- und Ausland müßten demnach zu einer verbesserten Wettbewerbsposition führen. Wie die Wettbewerbsposition gemessen werden kann, wird unten im einzelnen dargestellt. Soweit derartige Zusammenhänge gezeigt werden können, müssen Patentindikatoren als valide Frühindikatoren für internationale Markterfolge angesehen werden.

Umgekehrt wird in der Literatur gelegentlich festgestellt, daß Untersuchungen zu strukturellen Marktverschiebungen und zum technologischen Wandel, die ausschließlich auf ökonomischen Überlegungen basieren, unbefriedigend bleiben. So stellte beispielsweise Martino (1982, 82) fest, daß die Erklärungskraft ökonomischer Modelle gewöhnlich anstiege, wenn technologische Indikatoren in die ökonomischen Modelle eingefügt würden. Das bedeutet, daß eine Zusammenschau von patentstatistischen und wirtschaftsstatistischen Indikatoren nicht nur der Validierung der Patentstatistik dient, sondern die ökonomische Analyse vor allem auch im Hinblick auf prognostische Fragestellungen bereichert. In diesem Sinne dient eine Vereinigung von patentanalytischen und ökonomischen Überlegungen verschiedenen Zwecken gleichzeitig.

9.1 Möglichkeiten der Bewertung von Patentindikatoren durch ökonomische Größen

Die ökonomischen Größen für den Fortschritt einer Gesellschaft, die einge-

führt sind, reflektieren wesentliche Komponenten der FuE-Tätigkeit nicht. Die direkten Erfolge der Raumfahrtforschung, der Verteidigungsforschung, aber auch der Gesundheitsforschung werden in Produktivitätsstatistiken nicht entdeckbar sein. Ob die Mondlandung als eine erfolgreiche FuE-Tätigkeit oder als ein Mißerfolg betrachtet wird, ist für das Bruttosozialprodukt belanglos. Ebenso macht sich in ökonomischen Größen nicht bemerkbar, ob die in den achtziger Jahren verstärkte Rüstungsforschung zu mehr nationaler Sicherheit führen wird oder nicht - was das Erfolgskriterium für derartige FuE wäre (Griliches 1987, 32). Deshalb sind aggregierte Untersuchungen der ökonomischen Effekte von Inventions- und Innovationstätigkeit relativ problematisch. "Produktive" und "unproduktive" Bereiche der gesamtwirtschaftlichen FuE werden dabei in nicht näher bekannter Weise vermischt. Für Betrachtungen in ausgewählten engen Bereichen der Technik gilt dieses Argument zwar im Prinzip immer noch (Lasergeräte werden für zivile wie militärische Anwendungen konstruiert), aber in weitaus geringerem Maße. Außerdem läßt sich gegebenenfalls sogar eine Fallunterscheidung bezüglich des zu erwartenden zivilen Markteffekts treffen: Photovoltaische Produkte für die Luft- und Raumfahrt unterscheiden sich bezüglich ihrer Herstellkosten von solchen für terrestrische Anwendungszwecke (vergleiche Abschnitt 8.5).

Trotz dieser Situation ist den Autoren dieses Berichts praktisch keine Arbeit bekannt, die versucht hätte, Patentindikatoren und Wirtschaftsindikatoren für ausgewählte Technologien miteinander in Verbindung zu bringen. Der Grund hierfür dürfte die erforderliche starke Disaggregierung der Statistiken sein, die einen entsprechend hohen Aufwand erfordert und beispielsweise für die Patentstatistik den Einsatz von Datenbanken zwingend macht. Nun sind derartige Datenbanken erst seit kurzem zugänglich, so daß das Fehlen entsprechender Analysen zumindest in den siebziger Jahren erklärbar ist. Als Ausnahme muß auf die Arbeit von Rothwell (1980) hingewiesen werden, der Korrelationen zwischen Exporten in die Vereinigten Staaten aus sechs Ländern und den Auslandspatentaktivitäten in den USA für den Bereich der Textilmaschinenindustrie nachgewiesen hat. Es handelt es sich dabei zwar nicht um eine homogene Technologie, aber doch um die Produkte und Patente eines einzelnen Wirtschaftszweigs. Im Ergebnis wird der Exporterfolg in die Vereinigten Staaten für diese Länder in einem beträchtlichen Maße aus der technologischen Position im Bereich der Textilmaschinen abgeleitet (Rothwell 1980, 129).

Auf gesamtwirtschaftlicher Ebene gibt es dagegen eine Reihe von Untersuchun-

gen zum Zusammenhang zwischen Patentindikatoren und Wirtschaftsdaten. Schiffel und Kitti (1978) zeigten regressionsanalytisch, daß das Patentierungsverhalten in den Vereinigten Staaten stärker mit den Exporten in die Vereinigten Staaten als mit den Inlandspatenten der anmeldenden Länder korreliert. Pavitt und Soete (1980) zeigten auf Branchenebene ebenfalls, daß die Zahl der US-Auslandspatente mit dem Export in die Vereinigten Staaten korreliert. Allerdings werden signifikante Resultate nur für diejenigen Wirtschaftszweige erhalten, die technologieintensiv sind. Dieser Feststellung widerspricht Basberg (1983), der keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Patentaktivität norwegischer Anmelder in den Vereinigten Staaten und dem Export von Norwegen in die USA feststellte. Soete (1987, 108ff) belegt sowohl positiv wie negativ signifikante Korrelationen zwischen der Patentaktivität in den USA und dem Außenhandelsindikator RCA (siehe Abschnitt 9.2) für 22 OECD-Länder. Die Autoren der vorliegenden Arbeit sowie Basberg (1987) führen diese Widersprüche wiederum darauf zurück, daß zu große Datenagglomerate gebildet wurden oder aufgrund mangelnder Datenverfügbarkeit werden mußten, so daß sich verschiedene Einflußgrößen in einer nicht identifizierbaren Weise überlagern. Die referierten Arbeiten können aber als Stimulanzien betrachtet werden, mit entsprechenden Analysen auf einzeltechnologischer Ebene fortzufahren.

Neu ist in dieser Arbeit auch die regressionsanalytische Untersuchung von Zeitreihen. Die referierten Publikationen beziehen sich entweder auf ein einzelnes Jahr (Querschnittsuntersuchungen) oder auf Mittelwerte für einen Zeitraum.

Wie lassen sich technologische Gebiete in der Wirtschaftsstatistik auffinden und abgrenzen? Während die Patentstellung eines Landes statistisch auf Technikebene gezeigt wurde, sind ökonomische Größen, wie zum Beispiel die Werte der inländischen Produktion und Einfuhr- bzw. Ausfuhrwerte, nur produktgruppen- oder branchenspezifisch, aber nicht auf Technikebene verfügbar. Eine ökonomische Bewertung patentstatistischer Ergebnisse setzt daher voraus, daß eine Verknüpfung technischer und ökonomischer Indikatoren gelingt, was auf eine Reklassifizierung der Patente im Hinblick auf die Wirtschaftsstatistik hinausläuft (siehe auch Basberg 1987, 137). Im folgenden soll deshalb die gegenwärtig hierzu verfügbare Datenbasis überprüft werden.

Vom Statistischen Bundesamt (1986) wird eine Systematik zu Verfügung gestellt, mit deren Hilfe die Ergebnisse der Produktions- und der Außenhandels-

statistik zusammengeführt werden können. Als Hilfsmittel dienen dabei das systematische Güterverzeichnis für Produktionsstatistiken (GP) und das siebenstellige Warenverzeichnis für die Außenhandelsstatistik (WA). Jedoch führen neben dem unterschiedlichen Aufbau beider Systeme ungleiche Gliederungskriterien beider Systematiken zu uneindeutigen Zuordnungen der Erzeugnisse bzw. Waren (vgl. Statistisches Bundesamt 1986). Bei vielen Einzelpositionen ist ein Vergleich beider Verzeichnisse nicht möglich. Ein System von Saldierungsnummern gestattet aber eine Gegenüberstellung in mehr oder weniger umfangreichen Gruppen von Erzeugnissen bzw. Waren. Gezeigt werden kann damit, welche GP-Nummer und welche WA-Nummer zu den einzelnen sechsstelligen Saldierungsnummern gehören, die jeweils vergleichbare GP- und WA-Nummern oder deren Summe umfassen. Die Definition der vier Analysefelder in der amtlichen Produktions- und Außenhandelsstatistik wird in den Abschnitten 9.3 bis 9.6 im einzelnen erläutert. Im folgenden Abschnitt werden zunächst Überlegungen wiedergegeben, welche Wirtschaftsindikatoren zweckmäßigerweise gebildet werden müssen.

9.2 Indikatoren für die Produktion und die internationale Wettbewerbsposition

Wegen der starken Disaggregation in den entsprechenden Statistiken, die für eine einzeltechnologische Betrachtungsweise erforderlich ist, sind Schwankungen der Zahlenwerte, Auslassungen u. dgl. zu erwarten. Die zu vergleichenden Zeitreihen sind im allgemeinen kurz (Anmeldungen am EPA liegen erst seit 1980 in einem statistisch verwertbaren Umfang vor; das Warenverzeichnis WA wird in der jetzigen Fassung seit 1978 geführt und im Jahr 1988 durch ein anderes System ersetzt und dergleichen mehr). Daher dürfen an die statistische Qualität entsprechender Auswertungen keine zu hohen Erwartungen gerichtet werden. Insbesondere sind komplexere Methoden der Ökonometrie beziehungsweise Feinheiten der Wirtschaftstheorie in diesem Zusammenhang und sofern konkrete Daten bearbeitet werden sollen, zurückzustellen. Im wesentlichen läuft eine Korrelationsuntersuchung deshalb auf multiple Regression von Zeitreihen hinaus.

Basberg (1983) merkte an, daß angesichts der Datenverfügbarkeit zur strengen Regressionsrechnung "impressionistic reasoning" kommen müsse. In anderem Zusammenhang wurde von "weak signals" bei der einzeltechnologischen Analyse gesprochen. Daher wird für die folgende Arbeit festgelegt, daß Korrelationen mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 1 % als "hochsignifikant" bezeichnet werden, solche mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 5 % als

"signifikant" und "weiche Signale" mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 10 % als "schwach signifikant". Das Problem der Autokorrelation, das bei der Betrachtung von Absolutzahlen besteht, kann dazu führen, daß zwei Zeitreihen aufgrund eines gemeinsamen ursächlichen Faktors wie etwa des Bevölkerungswachstums oder der Konjunkturzyklen sowie der Geldentwertung scheinbar korrelieren. Dem wird dadurch begegnet, daß nur Relativzahlen Verwendung finden sollen. Auf der Seite der Patentstatistik sind dies RPA- oder RTP-Indikator, die entweder auf alle Gebiete der Technik oder auf einen Index normiert sind, auf der Seite der ökonomischen Analyse sind dies ebenfalls relative Größen, die unten erläutert werden. Anders als bei Schiffel und Kitti (1978) und Pavitt und Soete (1980) wird ein zeitlicher Vorlauf des Patentindikators vor dem ökonomischen Indikator zugelassen. Wegen der Kürze der Zeitreihen ist allerdings ein Vorlauf der Patentstatistik um mehr als vier Jahre rechentechnisch nicht durchführbar, weil dann der Überschneidungszeitraum zu kurz wäre. Es ist aber auch aus allgemeinen Überlegungen heraus nicht anzunehmen, daß sich ein wirtschaftlicher Effekt der Erfindungstätigkeit erst nach mehr als vier Jahren einstellt. (Zum Beispiel geben Grupp und Legler (1987, 119ff) an, daß - für FuE-intensive Waren - die Forschungsaufwendungen mit dem Außenhandel bei einem Vorlauf von vier Jahren optimal korrelieren, so daß der Vorlauf des FuE-Ertrags, also der Patente, geringer sein müßte.) Im übrigen hat auch Basberg (1983, 229) einen Vorlauf der Patentdaten von bis zu vier Jahren in Betracht gezogen.

Wegen der größeren Disaggregierung und der höheren Aktualität der bundesdeutschen amtlichen Wirtschaftsstatistiken werden lediglich bilaterale Handelsbeziehungen beobachtet. Das Vorgehen, nur den Warenaustausch zwischen Ländern mit ähnlicher Faktorausstattung in Betracht zu ziehen, ist theoretisch angemessen (vgl. etwa Grupp, Hohmeyer, Kollert, Legler 1987, 47). Da die ökonomischen Indikatoren Relativindikatoren sein sollen, liegt es nahe, den Ausfuhrüberschuß (Ausfuhr-Einfuhr-Relation) bezüglich einer bestimmten Produktgruppe mit dem entsprechenden Wert für alle verarbeiteten Industriewaren zu normieren. Man erhält dabei die Meßziffer RCA (Revealed Comparative Advantage), die besonders in ihrer logarithmierten Formulierung eine geeignete Meßgröße darstellt (vgl. im übrigen Grupp, Legler 1987, 136ff). Weiterhin wird der Lieferanteil ausgewählter Industrieländer in die Bundesrepublik hinzugezogen. Diese Größe gibt relative Verschiebungen zwischen einzelnen Lieferländern an und ist daher vom Absolutwert frei. Neben die bilateralen RCA-Indikatoren wird der RCA-Wert gegenüber allen Ländern, mit denen die Bundesrepublik han-

delt, gestellt. Dies ersetzt zwar nicht einen Indikator für den gesamten Welthandel, aber angesichts der für disaggregierte Analysen weniger geeigneten internationalen Wirtschaftsstatistiken ist ein anderes Verfahren kaum praktikabel.

Wie die Aufzählung dieser Meßziffern bereits zeigt, ist der Begriff "internationale Wettbewerbsposition" oder gar "internationale Wettbewerbsfähigkeit" unbestimmt. Somit wäre es falsch, ein allgemeines und umfassendes Urteil über die internationale Wettbewerbsposition der westdeutschen Wirtschaft in einem bestimmten technologischen Gebiet abgeben zu wollen. Dieses kann es nicht geben; der Versuch allein wäre irreführend (Grupp, Legler 1987, 14). Vielmehr werden die oben erläuterten Meßziffern nebeneinandergestellt, um die mit dem Begriff Wettbewerbsposition verbundenen Interpretationsspielräume besser ausleuchten zu können.

Neben die Indikatoren für die internationale Wettbewerbsposition tritt noch die Produktionsstatistik, um die Verhältnisse am Binnenmarkt erfassen und darstellen zu können. Mangels eines geeigneten Kriteriums werden die Produktionswerte in nominellen Zahlen dargestellt, womit gegen das Erfordernis nach Relativgrößen verstoßen wird. Aber eine geeignete unanfechtbare Normierung liegt nicht auf der Hand; im übrigen spielen bei hochtechnologischen Produkten mit großen Zuwachsraten Einflußgrößen wie die Inflationsrate u. dgl. wahrscheinlich nur eine untergeordnete Rolle.

9.3 Robotertechnik als Produkt

Eine eindeutige Erfassung der vielen Komponenten des Technikfeldes Industrieroboter im System der GP- und WA-Nummern wird vom Statistischen Bundesamt zur Zeit noch nicht vorgenommen. Auch vom Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA), Fachzweig Montage- und Handhabungstechnik und Industrieroboter, gibt es hierzu lediglich einen groben statistischen Nachweis (vgl. das Statistische Handbuch für den Maschinenbau, VDMA 1986). Das System von Saldierungsnummern bei der Gegenüberstellung von GP und WA bringt es zudem mit sich, daß sehr oft ein zu hoher Erfassungsgrad gegeben ist, das heißt, daß Melde- oder Warennummern berücksichtigt sind, die auch andere Technikfelder betreffen. Andererseits können aber die interessierenden Melde- oder Warennummern auch zu klein sein.

Wie in Tabelle 9.3-1 gezeigt wird, sind die in Frage kommenden Melde- und Warennummern Bestandteil von vier Saldierungsnummern mit sehr heterogener Zusammensetzung. Nicht nur eine Gegenüberstellung ihrer Summe, sondern bereits von Teilsummen der jeweils vier identifizierten Nummern überschätzt den Beitrag der Industrieroboter.

Bereits in einer früheren Untersuchung (Grupp u. a. 1987, 351) wurde bezüglich der Industrieroboter festgestellt, daß in der Statistik des Bundesamtes keine genügende Disaggregierung erreicht wird. Die Industrieroboter werden eher nach Anwendungsfällen gemeldet und können deshalb bestimmten Warennummern der Außenhandelsstatistik zugerechnet werden. Ähnlich verhält es sich bei den Meldenummern der Produktionsstatistik.

Folgende Zuordnung der GP- und WA-Nummern wird vorgeschlagen und in der vorliegenden Untersuchung verwendet, um eine ökonomische Bewertung von Patentindikatoren bezüglich der Robotertechnik ins Auge fassen zu können (vgl. Tabelle 9.3-1):

- Montagemaschinen und -automaten (vgl. Saldierungsnummer 326400): GP 327953 und WA 8422879,
- Spritzpistolen, -geräte, -anlagen und u.a. Spritzlackierautomaten (vergl. Saldierungsnummern 322840 und 324310): GP 323145 und WA 8459832, nämlich Metallbearbeitungsmaschinen für die Oberflächenbehandlung,
- Widerstands-Schweißautomaten (vgl. Saldierungsnummer 362618): GP 363251 und WA 8511340, nämlich vollautomatische Schweißeinrichtungen zum Beispiel mit Widerstand arbeitend,
- Lichtbogen-Schweißautomaten (vgl. Saldierungsnummer 362618): GP 363255 und WA 8511320, nämlich vollautomatische Schweißeinrichtungen mit Lichtbogen oder Plasmastrahl arbeitend.

Der Zuordnung kann entnommen werden, daß die Gegenüberstellungen des Statistischen Bundesamtes mit zwei Ausnahmen übernommen wurden. Zum einen erfolgte die Zuordnung von Lackierrobotern nicht entsprechend den Gewohnheiten des Bundesamtes, sondern aufgrund von Angaben von Herstellern, und für Montageroboter wurde zusätzlich die "Manipulatoren, Zufuhr- und Entnahmegeräte und Roboter" (GP 327951) betrachtet. Diese GP-Nummer hat keine Entsprechung im WA.

Der Wert der Produktion in der Sparte "Montage- und Handhabungstechnik, Industrieroboter" lag nach Angaben des VDMA 1985 auf der Grundlage der amtlichen

Tabelle 9.3-1: Gegenüberstellung von ausgewählten Meldenummern des Güterverzeichnisses für Produktionsstatistiken (GP) mit Warennummern des Warenverzeichnisses für die Außenhandelsstatistik (WA) (Quelle: Statistisches Bundesamt 1986)

SALD-NR	Z	MELDE-NR	KURZBEZEICHNUNG (SL-GP-WA)
	D	WAREN-NR	
3264 00			AND MASCHBAUERZG D BRENNER ETC
	GP	3279 20	FAHRZEUGWASCHANLAGEN ETC
	GP	3279 31	KEHRMASCH ETC
	GP	3279 34	SPRUEHEXTRAKTIONSMASCH
	GP	3279 37	SCHEUERSAUGMASCH ETC
	GP	3279 51	MANIPULATOREN ROBOTER ETC
	GP	3279 53	MONTAGEMASCH U -AUTOMATEN
	GP	3279 55	HYDR AGGR U VENTILSTEUERG ETC
	GP	3279 59	AND MASCH U APP ANG
	GP	3279 80	ZUB ETC F 3279 11 B 3279 59
1 WA	8413	300	FEUERUNG F PULV F BRENNST GAS KOMB
1 WA	8413	500	MECHANISCHE FEUERUNGEN
1 WA	8416	100	AND KALANDER U WALZWERKE
5 WA	8416	990	ANC TEILE F AND KALANDER U WALZW
5 WA	8418	650	ANDERE ZENTRIFUGEN
5 WA	8421	030	WASSERSTRAHLREINIGER M HEIZVORR
5 WA	8421	050	AND WASSERSTRAHLREINIGER B 200 BAR
WA	8421	090	DAMPF- U AND SANDSTRAHLAPPARATE
1 WA	8421	950	AND MECH APP Z VERTEIL USW V FLUESS
1 WA	8422	879	AND MASCHINEN APPARATE U GERAETE
WA	8449	010	BETONVIBRATOREN DRUCKLUFTBETRIEBEN
WA	8449	199	AND HANDGEF DRUCKLUFTWERKZ -MASCH
WA	8449	904	TEILE F AND HANDG DRUCKLUFTWERKZ
WA	8456	598	MISCHMASCH USW F AND MIN STOFFE
WA	8456	709	AND MASCHINEN F AND MIN STOFFE
WA	8459	210	KERNREAKTOREN
WA	8459	270	TEILE F KERNREAKTOREN A STAHL FREIF
5 WA	8459	280	ANDERE TEILE FUER KERNREAKTOREN
1 WA	8459	870	AND MASCHINEN APP D TNR 8459
1 WA	8459	984	TEILE F MASCH APP F CHEM INDUSTRIE
WA	8459	988	TEILE F AND MASCH D TNR 8459
WA	8610	004	SIGNALGER USW F VERKWEGE N EL MECH
3626 18			LIEBIGE EL SCHWEISSGER
GP	3632 30		ZUSATZGER F SCHUTZGASVERF ETC
GP	3632 41		EL PUNKTSCHWEISSMASCH ETC
GP	3632 43		EL PUNKTSCHWEISSZANGEN ETC
GP	3632 51		EL WIDERST SCHWEISSAUTOMATEN
GP	3632 55		EL LICHTBOG SCHWEISSAUTOMATEN
GP	3632 60		AND EL METALLSCHWEISSGERAETE
GP	3632 79		AND KUNSTSTSCHWEISSMASCH ETC
WA	8501 110		ROTIERENDE UMFORMER Z SCHWEISSEN
WA	8511 320		SCHWEISSEINR VOLLAUTOM LICHTBOGEN
WA	8511 340		SCHWEISSEINR VOLLAUTOM WIDERSTAND
WA	8511 550		AND MASCH F WIDERSTANDSSCHWEISSEN
WA	8511 590		AND EL SCHWEISS- SCHNEIDM V METALL
1 WA	8511 602		HOCHFR-SCHWEISS- SCHNEIDM F AND ST

SALD-NR	Z	MELDE-NR	KURZBEZEICHNUNG (SL-GP-WA)
	D	WAREN-NR	
3243 10			APP MASCH U ANL F CHEM IND
	GP	3251 12	HOCHDRUCKREINIGER ETC
	GP	3251 13	MASCH ETC F D VORBEHANDLUNG
	GP	3251 17	MASCH Z LACKIEREN ETC
	GP	3251 18	AND MASCH ETC F OBERFLBEHANDL
	GP	3251 23	EINZAPP F STICKSTOFFHERST ETC
	GP	3251 24	AND EINZAPP ETC F ANORG CHEMIE
	GP	3251 25	APP Z HERST V LEIM LACK ETC
	GP	3251 26	EINZAPP Z FETT U OELHERST ETC
	GP	3251 28	AND EINZAPP ETC F ORG CHEMIE
	GP	3251 31	EINZAUTOKLAVEN F ALLG CHEM ZW
	GP	3251 32	FILTER -PRESSEN F ALLG CHEM ZW
	GP	3251 34	ZENTRIFUGEN F ALLG CHEM ZWECKE
	GP	3251 35	RUEHRWERKE ETC F ALLG CHEM ZW
	GP	3251 37	APP Z WAERMEBEHANDL V CHEM ST
	GP	3251 38	AND APP ETC F ALLGEM CHEM ZW
WA	8403	009	ANDERE GASERZEUGER
WA	8417	100	APP Z ERZ V WAREN D WNR 2851100
WA	8417	200	APPARATE F WAERMBEH USW F NUKLEAR ZW
WA	8417	840	AND WAERMBEH APP USW F CHEMISCHE IND
WA	8417	919	AND APP VOR Z WAERMEBEHANDLUNG
WA	8418	100	ZENTRIFUG USW Z TRENN V URAN-ISOTOP
WA	8418	400	ZENTRIFUGEN USW F AND NUKLEARE ZW
WA	8418	655	ZENTRIFUGEN F CHEM IND MEFF STAERKE
WA	8418	658	ANDERE ZENTRIFUGEN
WA	8419	794	APP Z FILTR V FLUESSIGK F CHEM IND
WA	8459	100	MASCH Z ERZ V WAREN D WNR 2851100
WA	8459	340	MASCHINEN APP F NUKLEARE ZWECKE
WA	8459	832	METALLBEARBMASCH F OBERFLBEHANDLUNG
WA	8459	873	MASCHINEN APP F SONST CHEM INDUSTR
3228 40			DRUCKLUFTGERAETE
GP	3231 04		ZUB ETC F DRUCKLUFTGER
GP	3231 41		KOMBI REIFENDRUCKPRUEFGER ETC
GP	3231 45		FARBSPRITZGERAETE U ANL ETC
GP	3231 49		AND DRUCKLUFTGERAETE ETC
WA	8421 079		SANDSTRAHLMASCH DRUCKL F AND ZWECKE
WA	8421 944		SPRITZPISTOLEN USW Z AUFTR V FARBEN
WA	8421 949		AND SPRITZPISTOLEN U DGL
WA	9024 110		GERAETE Z MESS REGUL PRUEFEINLUFTOR

Statistik bei rund 582 Mio. DM. Addiert man die noch nicht erfaßten Engineering- bzw. Softwareumsätze gemäß der Ermittlung der Fachgemeinschaft hinzu, dann beläuft sich der Wert auf 2,7 Mrd. DM. Allerdings umfaßt dieser Wert neben der Produktion von Montagemaschinen und -automaten (GP 327953) außerdem noch die nicht frei programmierbaren Manipulatoren sowie Zufuhr- und Entnahmegeräte und Roboter (GP 327951), aber nicht die Schweiß- und Lackierroboter.

Auch mit Hilfe dieser Statistik ist eine präzise Erhebung von Produktion und Außenhandel bei Industrierobotern nicht möglich, weil Roboter in der GP- und WA-Systematik immer unter anderen Geräten mit erfaßt werden. Möglich ist aber eine grobe Abschätzung ihres Anteils in der jeweiligen Warengruppe, weil Industrieroboter in den zu betrachtenden Warengruppen das Produkt mit dem höchsten Standardpreis sind, das heißt in der jeweiligen Warengruppe heben sie den durchschnittlichen Standardpreis an. Als durchschnittlicher Rechenwert für alle Industrieroboter kann von einem Einheitswert von etwa 150000 DM ausgegangen werden (dies gilt insbesondere für Schweiß- oder Lackierroboter, wobei aber komplette Roboter-Lackierstationen ca. 1 Mio. DM kosten; Montage-Knickarmroboter kosten etwa 100000 DM). Mit diesen Angaben läßt sich der Standardpreis (Einheitspreis pro Gewicht) für den Bezug durch Anwenderfirmen nach Durchsicht einschlägiger Katalogverzeichnisse (vergleiche Warnecke, Schraft 1987) für Punktschweißroboter auf etwa 200 DM/kg, für Lackier- und Bahnschweißroboter auf etwa 400 DM/kg und für Montageroboter auf etwa 500 DM/kg beziffern (Grupp u.a. 1987, 350).

Durch Vergleich mit diesen Standardpreisen ergibt sich für die ausgewählten WA-Nummern, daß die mittleren Standardpreise in den Warengruppen ohne Ausnahme niedriger sind als die geschätzten Einheitswerte der Industrieroboter. Es läßt sich aber feststellen, daß wahrscheinlich Bahnschweißroboter das Volumen der zugeordneten Warengruppe überwiegend ausmachen (zumindest bezüglich einiger Industrieländer). Im Falle der Punktschweiß- und Lackierroboter kann nicht davon ausgegangen werden, daß sie die jeweilige Warengruppe dominieren. Sie sind jedoch merklich darin enthalten. Dagegen ist die Zuordnung von Montagerobotern zu der Warengruppe für andere Maschinen, Apparate und Geräte sehr fragwürdig, da sie nur unter vielen anderen Produkten miterfaßt werden (vgl. auch Grupp u. a. 1987, 358).

Entsprechend kann bezüglich des GP verfahren werden. Die Einheitswerte (in DM/kg bzw. DM/Stück) aus den Daten des Statistischen Bundesamtes stellten

sich sowohl für Montagemaschinen und -automaten (GP 327953) als auch für Spritzpistolen etc. (GP 323145) als deutlich niedriger als die geschätzten Einheitswerte für Montageroboter bzw. Lackierroboter heraus. Industrieroboter dürften folglich in diesen Meldenummern nicht sehr stark vertreten sein. Der mittlere Standardpreis für Manipulatoren, Zufuhr- und Entnahmegeräte und Roboter (GP 327951) liegt aber bedeutend höher als derjenige der oben genannten Meldenummer (GP 327953), so daß der hierin enthaltene Anteil an Robotern höher als dort sein dürfte. Die Bahnschweißroboter spielen in der Meldenummer für Lichtbogen-Schweißautomaten (GP 363255) ebenfalls keine dominierende Rolle, während die Punktschweißroboter wahrscheinlich überwiegend zum Volumen der Widerstands-Schweißautomaten (GP 363251) beitragen dürften. Der aus der amtlichen Statistik ableitbare Einheitswert pro Stück für die Gesamtzahl der Produkte, die in dieser Meldenummer enthalten sind, liegt im letzteren Falle sogar um ca. 16 % (1985) höher als der Schätzwert für diese Industrieroboter.

Als Fazit für Industrieroboter ergibt sich, daß die für die Statistik des Statistischen Bundesamtes nach Anwendungsfällen gemeldeten Waren- bzw. Meldenummern nur gelegentlich den hier gewählten Anwendungsfällen voll entsprechen. Quantitative Feststellungen sind daher nur unter Vorbehalten möglich; die vier ausgewählten WA- bzw. die fünf GP-Nummern sind aller Vermutung nach umfassender als gewünscht. Zu beachten ist aber auch, daß einige Roboter bzw. ihre Teile in ganz anderen als den genannten Nummern gemeldet werden können. Mit Sicherheit kann daher nicht gesagt werden, daß der sich als Summe der fünf betrachteten GP-Nummern ergebende Produktionswert von rund 1,48 Mrd. DM für 1986 sowie die Summe der vier Ein- bzw. Ausfuhrwerte von rund 220 Mio. DM bzw. knapp 700 Mio. DM die entsprechenden Werte nur für Industrieroboter übertreffen. Sie könnten sehr wohl - aber nicht sehr wahrscheinlich - auch zu klein sein (vgl. Tabelle 9.3-2).

Ferner spielen bei Industrierobotern Engineering bzw. Software eine große Rolle, was in der amtlichen Statistik zur Zeit noch nicht berücksichtigt ist. Es ist ferner zu vermuten, daß führende Hersteller in der Bundesrepublik (z.B. das Volkswagenwerk) kaum Industrieroboter verkaufen, da das Werk selbst der größte Abnehmer der eigenen Geräte, die sehr anwendungsspezifisch entwikkelt wurden, ist und auch der Export nur für branchengleiche Firmen von Bedeutung wäre, was wiederum die Preisgabe von fertigungstechnischem Know-how bedeuten würde. Allerdings bietet das Volkswagenwerk seine Roboter in Katalogen mit Angabe der Spezifikationen an.

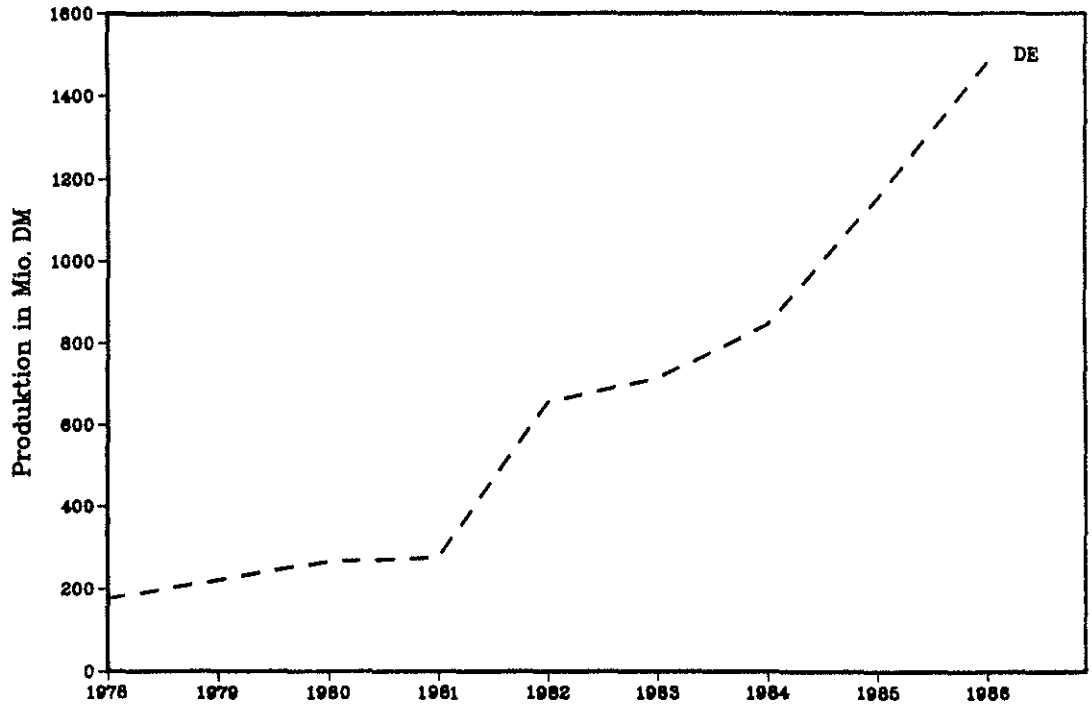
Tabelle 9.3-2: Versuch der Zuordnung der Industrieroboter zu Warennummern der Außenhandelsstatistik und Meldenummern der Produktionsstatistik für die Bundesrepublik Deutschland 1986 in Mio. DM (Quellen: Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 3.1, und Fachserie 7, Reihe 2)

Außenhandel Warennummer u.-benennung	Einfuhr	Ausfuhr	Inlandsproduktion Produktionswert	Meldenummer u. -benennung	Konkordanz zur Patentstatistik
WA 8422879: And. Maschinen, Apparate u. Geräte (inkl.Montageautomaten)	68,1	354,9	488,9 256,0	GP 327951: Manipulatoren, Zufuhr u. Entnahmeger., Roboter GP 327953: Montagemaschinen u. -automaten	WA und GP jeweils zu umfassend
WA 8459832: Metallbearbeitungsmaschinen für Oberflächenbehandlung (u.a. Lackierroboter)	26,7	117,2	384,5	GP 323145: Spritzpistolen, -geräte u. -anlagen für Farbe Leim u.a. (inkl. Spritzlackierautomaten)	WA und GP jeweils zu umfassend
WA 8511320: Schweißeinrichtungen vollautomatisch mit Lichtbogen (inkl. Bahnschweißroboter)	39,6	101,9	86,8	GP 363255: Lichtbogenschweißautomaten	WA etwa passend, GP zu umfassend
WA 8511340: Schweißeinrichtungen vollautomatisch mit Widerstand (inkl. Punktschweißroboter)	85,9	124,1	262,3	GP 363251: Widerstandsschweißautomaten	WA zu umfassend GP passend, eher zu klein
Summe	220,2	698,1	1478,5	"Industrieroboter"	WA und GP eher zu umfassend

Insgesamt werden die nachfolgend dargelegten Berechnungen von der Hoffnung getragen, daß die unterschiedliche gute Entsprechung der einzelnen Nummern sich durch Zusammenfassung der jeweiligen Waren- bzw. Meldenummern ein Stück weit ausgleicht, denn es werden bezogen auf die Industrieroboter sowohl zu enge als auch zu weite Produktgruppen berücksichtigt.

Abbildung 9.3-1 veranschaulicht die Zunahme der Inlandsproduktion für Roboter und ähnliche Geräte in der Abgrenzung der Tabelle 9.3-2. Man erkennt daraus, daß sich die Zunahme im Produktionswert in den achtziger Jahren beschleunigt hat und steil nach oben zeigt. Dieser Trend gilt für Industrieroboter im engen Sinne ebenfalls, wie man aus den produzierten Stückzahlen errechnen kann, so daß der Produktionswert in Abbildung 9.3-1 um einen unbekannten Betrag zu groß sein mag, der Trend aber die Verhältnisse für Industrieroboter vermutlich richtig wiedergibt.

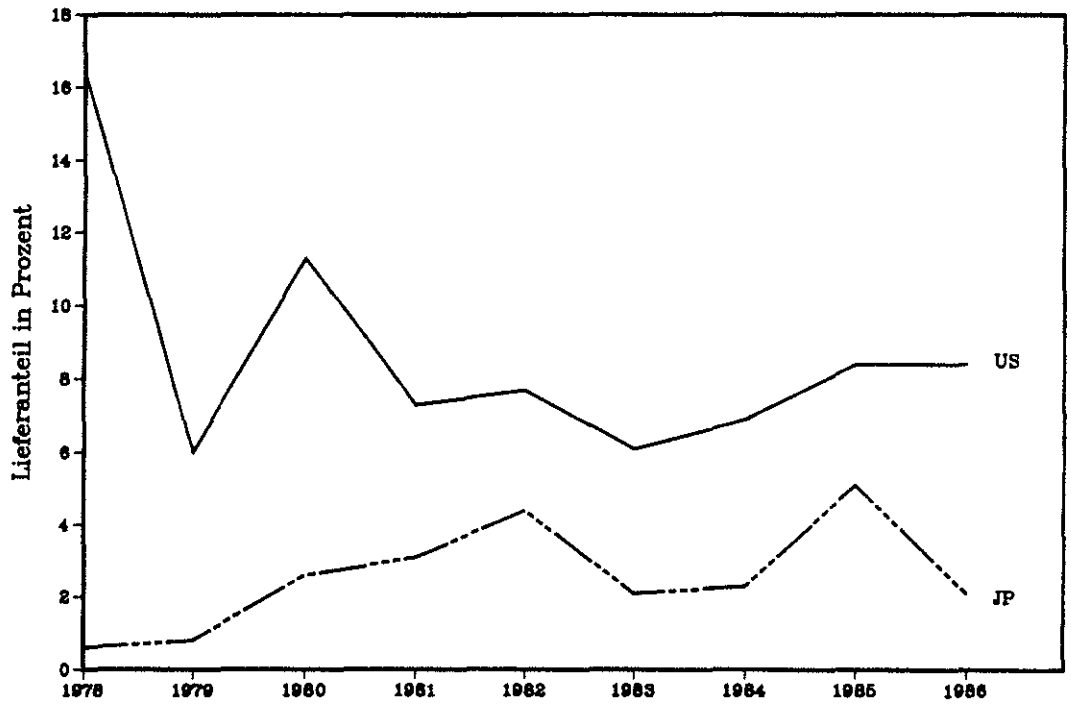
Abbildung 9.3-1: Inlandsproduktion von Industrierobotern und ähnlichen Geräten in der Bundesrepublik Deutschland 1978 bis 1986 in Mio. DM



Die Abhängigkeit von Lieferungen aus den Vereinigten Staaten und Japan ist nicht sehr bedeutend und beträgt im jahresdurchschnittlichen Mittel ca. 3 bzw. ca. 8 % (Abbildung 9.3-2). Zwar traten Schwankungen und ein Aufwärts- bzw. Abwärtstrend für Japan und die Vereinigten Staaten in den siebziger Jahren auf, in den achtziger Jahren ist jedoch kein auffälliger Trend zu verzeichnen.

Sowohl gegenüber Japan wie auch gegenüber den Vereinigten Staaten hat die westdeutsche Wirtschaft in den achtziger Jahren bei Industrierobotern und vergleichbaren Geräten einen Ausfuhrüberschuß erzielt. Derjenige gegenüber

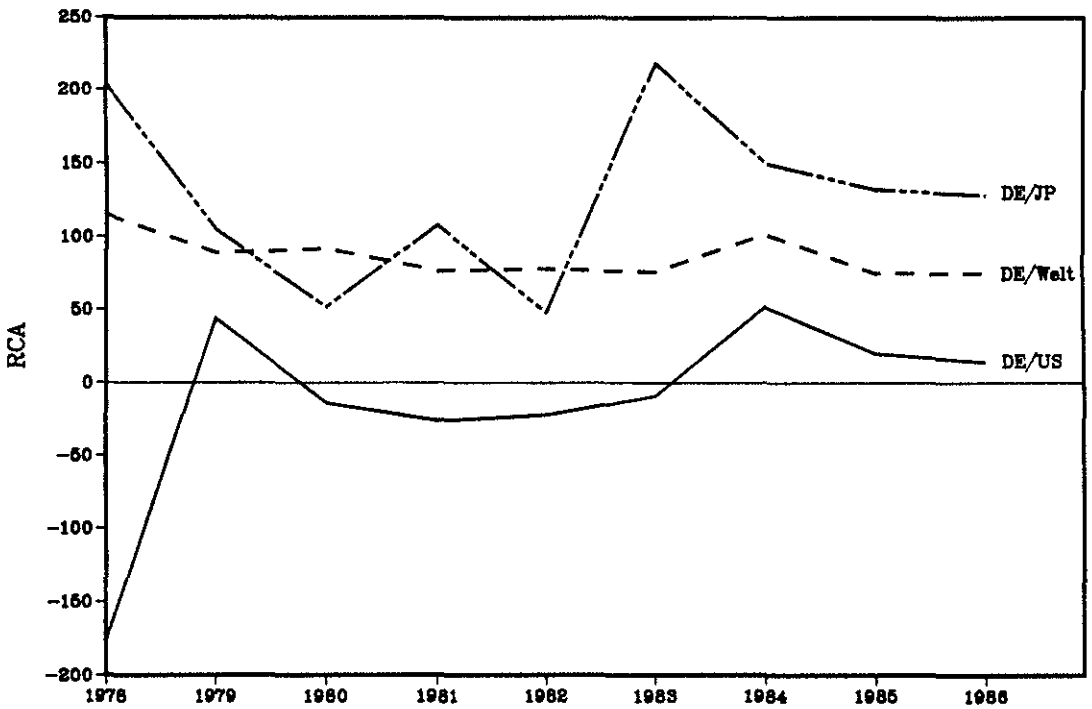
Abbildung 9.3-2: Lieferanteile von Industrierobotern und vergleichbaren Geräten aus den Vereinigten Staaten und Japan in die Bundesrepublik Deutschland 1978 bis 1986 in %



allen Ländern war jedoch deutlich höher, woraus zu schließen ist, daß wesentliche Anteile der Ausfuhren in europäische Länder gingen. Im Abschnitt 9.1 wurde dargelegt, weshalb der Ausfuhrüberschuß bei einer bestimmten Produkt-

gruppe auf den Durchschnitt bei allen Industriewaren zu beziehen ist, um die Spezialisierung des bundesdeutschen Außenhandels besser darstellen zu können. Daher werden mit Abbildung 9.3-3 die RCA-Indikatoren angegeben. Der RCA-Indikator mißt den Ausfuhrüberschuß der betrachteten Warengruppe gegenüber dem Durchschnitt der Industriewaren. Abbildung 9.3-3 zeigt, daß der Ausfuhrüberschuß gegenüber den Vereinigten Staaten etwa durchschnittlich ist, mit leichten Vorteilen in den letzten Jahren. Da gegenüber Japan insgesamt ein starker Einfuhrüberschuß besteht, ergibt sich bei Industrierobotern und ähnlichen Geräten ein sehr deutlich positiver RCA-Indikatorwert, der insbesondere seit 1983 auffallend hoch liegt, höher jedenfalls als die im Zeittrend kaum veränderte Kurve für den RCA-Indikator gegenüber allen Ländern.

Abbildung 9.3-3: RCA-Indikator für den Außenhandel der Bundesrepublik Deutschland gegenüber der ganzen Welt sowie bilateral gegenüber den Vereinigten Staaten und Japan mit Industrierobotern und verwandten Geräten 1978 bis 1986



Die verschiedenen ökonomischen Indikatoren wurden regressionsanalytisch mit jeweils geeigneten Patentindikatoren auf Zusammenhänge untersucht, wobei ein bis zu 4 Jahre reichender zeitlicher Vorlauf des Patentindikators zugelassen war. Es sollte erstens geklärt werden, ob, und zweitens mit welchem Zeitverzug die Wirtschaft auf eine veränderte Patenttätigkeit reagiert. Dazu wurden sieben Zusammenhänge regressionsanalytisch überprüft:

- der Inlandsproduktionswert mit der relativen technologischen Postition der Bundesrepublik Deutschland (RTP-Indikator),
- die Spezialisierung bei der Patentaktivität (RPA-Indikator am US-Patentamt) mit der Spezialisierung des Außenhandels gegenüber allen Ländern (RCA-Indikator),
- das Verhältnis der Patentpositionen der Bundesrepublik und der USA mit dem bilateralen RCA-Indikator für diese Länder,
- dasselbe gegenüber Japan,
- der Lieferanteil LA aus den Vereinigten Staaten in die Bundesrepublik mit dem Verhältnis der relativen technologischen Positionen der USA und der Bundesrepublik,
- dasselbe für Japan,
- das Verhältnis der Lieferanteile aus den USA und Japan mit dem Verhältnis der technologischen Positionen dieser Länder.

Tabelle 9.3-3: Ergebnis der Regressionsanalyse zwischen Patent- und Wirtschaftsindikatoren auf dem Gebiet der Industrieroboter

Regressionsvariablen	Alle Roboterpatente	Roboterpatente ohne Steuerung
Produktion, RTP(DE)	+	++
RCA(DE/Welt), RPA(DE)	0	+
RCA(DE/US), RTP(DE/US)	++	+++
RCA(DE/JP), RTP(DE/JP)	-	-
LA(US), RTP(US/DE)	-	-
LA(JP), RTP(JP/DE)	-	-
LA(US/JP), RTP(US/JP)	+++	++

hoch signifikant: +++, signifikant: ++, schwach signifikant: +,
nicht signifikant: -, nicht untersucht: 0

Es wurde jeweils die Patentstatistik für alle Roboterpatente und diejenigen ohne die Steuerungen verwendet. Bezüglich der RTP-Indikatoren wurden beide Bandgrenzen beachtet, was aber einen kaum merklichen Einfluß auf das Ergebnis hatte. In Tabelle 9.3-3 ist das Ergebnis der Regressionsanalyse verdeutlicht, wobei die Terminologie des Abschnitts 9.1 bezüglich der Signifikanz verwendet wird. Das Ergebnis ist insgesamt etwas enttäuschend, allerdings zeigt sich sowohl für die Produktion wie auch für den Außenhandel - mit Ausnahme Japans - ein jeweils signifikantes Ergebnis. Lediglich die Lieferanteile scheinen nicht auf die Patentaktivität zu reagieren, wobei aber zu beachten ist, daß in die Lieferanteile Wechselkursschwankungen eingehen, was für die RCA-Indikatoren näherungsweise nicht der Fall ist. Ferner entnimmt man der Regressionsanalyse, daß die "mechanische Komponente" der Industrieroboterpatente besser als alle Roboterpatente korrelieren, was insofern nicht erstaunlich ist, als in den ökonomischen Kategorien der Anteil der Steuergeräte u. dgl. offen bleiben muß. Berücksichtigt man die Abgrenzungsprobleme in den Wirtschaftsstatistiken, so ist das Ergebnis überraschend gut und legt nahe, daß trotz der zu umfassenden ökonomischen Kategorien wenigstens die Dynamik des Verhaltens von den Industrierobotern wesentlich bestimmt wird.

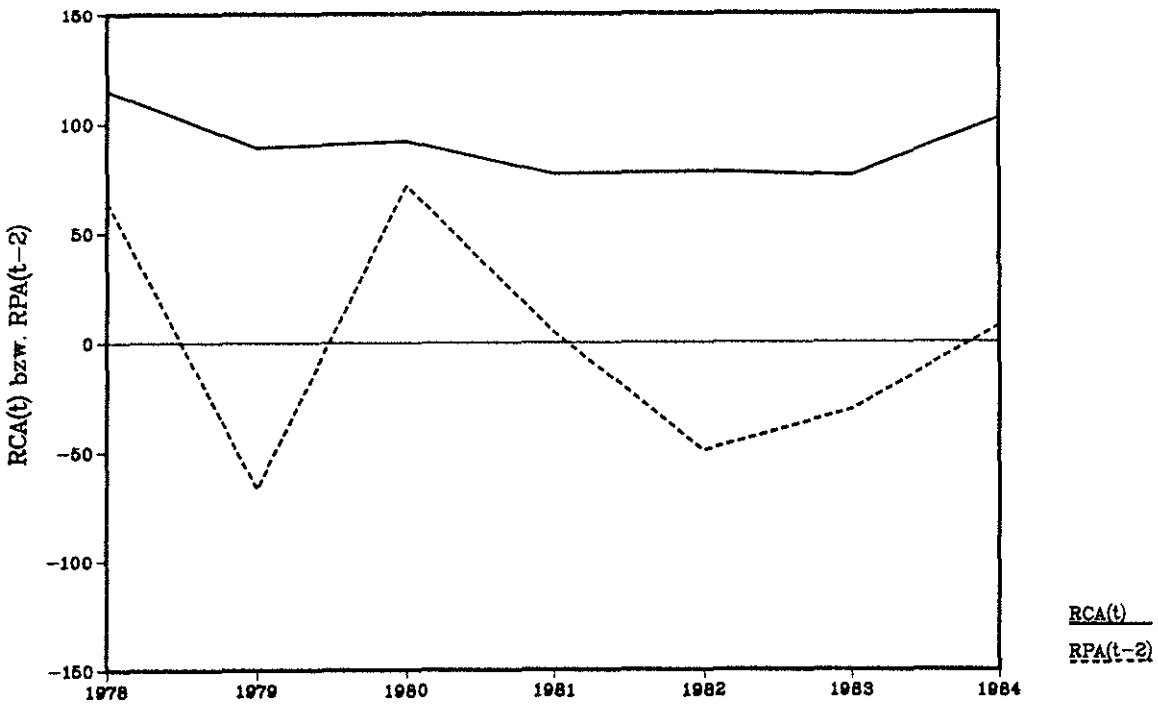
In Tabelle 9.3-3 ist das Ergebnis für jeweils denjenigen Zusammenhang zwischen der Wirtschafts- und der Patentstatistik angegeben, für den der Zeitvorlauf optimal war. Tabelle 9.3-4 gibt entsprechend an, welche zeitlichen Zusammenhänge die Regressionsanalyse ergeben hat. Man erkennt kein einheitliches Muster, sondern sieht lediglich, daß - sofern Korrelationen überhaupt bestehen - ein Vorlauf der Patentstatistik von eins bis vier Jahren jeweils gut verträglich ist. Zeitgleichheit zwischen den Statistiken ergibt sich allerdings in keinem Fall. Die Spezialisierung des Außenhandels deutet auf einen zeitlichen Vorlauf der Patentaktivität vor den internationalen Marktergebnissen von zwei Jahren hin.

Abbildung 9.3-4 läßt trotz der großen Schwankungen im Patentindikator 1979 und 1980 - für den administrative Vorgänge verursachend sein könnten - stellvertretend für die anderen Korrelationen erkennen, von welcher Qualität die Regressionen sind. In der Abbildung sind die beiden Kurven um zwei Jahre versetzt, was sich als Optimum ergeben hatte. Außenhandelsindikator und Patentindikator nehmen um die Jahrzehntwende einen geringfügigen aber unverkennbaren Abwärtstrend. Der Patentindikator verweist seit 1980 auf einen Anstieg, der sich 1983 auch im Außenhandel mit Industrierobotern und ähnlichen Geräten

Tabelle 9.3-4: Zeitlicher Vorlauf der Erfindungstätigkeit vor Produktion und internationalem Marktergebnis auf dem Gebiet der Industrieroboter

Regressionsvariablen	Alle Roboterpatente	Roboterpatente ohne Steuerung
Produktion, RTP(DE)	1-4 Jahre	1-4 Jahre
RCA(DE/Welt), RPA(DE)	-	2 Jahre
RCA(DE/US), RTP(DE/US)	1 Jahr	1 Jahr
LA(US/JP), RTP(US/JP)	2 Jahre	4 Jahre

Abbildung 9.3-4: Korrelation zwischen der Spezialisierung der Patentaktivität (RPA) der Bundesrepublik Deutschland und der Spezialisierung im Außenhandel (RCA) auf dem Gebiet der Industrieroboter mit einem zeitlichen Vorlauf des Patentindikators von zwei Jahren



einstellt. Die großen Schwankungen verdeutlichen, welche Schwierigkeiten regressionsanalytischen Ergebnissen entgegenstehen, wenn man wie in der vorliegenden Arbeit tief disaggregiert und damit beträchtliche Datenoszillationen von Jahr zu Jahr in Kauf nehmen muß. Dennoch haben die Autoren dieses Berichts absichtlich auf eine Glättung oder andere Zahlenmanipulationen verzichtet, um die regressionsanalytischen Zusammenhänge möglichst rein zu erhalten. Auch vor dem Hintergrund dieser Überlegung kann der Zusammenhang zwischen dem Voreilen der Patentstatistik (um ca. 2 Jahre) zufriedenstellend gezeigt werden. Auf dem Gebiet der Industrieroboter stellen Patentindikatoren - sorgfältig gewichtet und recherchiert - einen Frühindikator für Produktion und internationalen Markterfolg dar.

9.4 Lasertechnik als Produkt

Auf der tiefstmöglichen Disaggregationsstufe des Warenverzeichnisses für die Außenhandelsstatistik wird für Laser lediglich eine Warengruppe genannt (WA 9013200; vgl. Saldierungsnummer 362708 in Tabelle 9.4-1). Diodenlaser sind darin aber nicht enthalten. Seit 1986 werden die Leuchtdioden an anderer Stelle zwar gesondert erfaßt, aber darin sind die Laserdioden nicht getrennt ausgewiesen; sie machen zahlen- und wertmäßig nur einen geringen Teil der Warengruppe aus (Grupp u. a. 1987, 221).

Tabelle 9.4-1: Gegenüberstellung von ausgewählten Meldenummern des Güterverzeichnisses für Produktionsstatistiken (GP) mit Warennummern des Warenverzeichnisses für die Außenhandelsstatistik (WA) (Quelle: Statistisches Bundesamt 1986)

SALD-NR	Z MELDE-NR O WAREN-NR	KURZBEZEICHNUNG (SL-GP-WA)
3627 08		UEBRIGE PHYSIKAL ETC GER
	GP 3633 09	ZUB F ELEKTROCHEM GER ETC
	GP 3633 50	ELEKTROSTATISCHE GER ETC
	GP 3633 61	IND HOCHFREQUENZGENERATOREN
	GP 3633 70	ULTRASCHALL SCHWINGGERAETE
	GP 3633 91	LASERGER (LASERSTRAHLERZEUG)
	GP 3633 98	AND EL PHYSIKAL GER ETC
1	WA 8418 510	ZENTRIFUGEN U FILTER F ZIV LUFTFZ
	WA 8418 882	LUFTFILTER ELEKTROSTATISCHE
	WA 8522 512	MITTEL-HOCHFREQU-INDGENERATOREN
	WA 8522 532	APPARATE GERAETE F ELEKTROLYSE
	WA 8522 550	TEILCHENBESCHLEUNIGER
	WA 8522 890	AND TEILE F GERAETE D TNR 8522
3715 08		UEBRIGE OPTISCHE ERZG
	GP 3712 10	UNGEFASSTE OPT ELEMENTE ETC
	GP 3712 50	GEFASSTE OPT ELEMENTE ETC
	GP 3719 08	ZUB ETC F AND OPT GER
	GP 3719 80	AND OPTISCHE GER ETC
	WA 9001 030	OPT ELEMENTE UNGEFASST F ZIVLUFTFAH
	WA 9001 200	AND OPTISCHE ELEMENTE NICHT GEFASST
	WA 9001 300	POLARISIERENDE STOFFE ALS FOL PLATT
	WA 9002 010	OPTISCHE ELEMENTE GEFASST F ZIVLUFT
	WA 9002 992	OPTISCHE ELEMENTE FUER MIKROSKOPE
	WA 9002 999	AND OPT ELEMENTE (ZB F FERNSEHKAM)
	WA 9013 200	LASER AUSGENOMMEN LASERDIODEN
	WA 9013 809	AND OPT INSTRUMENTE APPARATE GER
1	WA 9025 800	TEILE ZUB F PHYS CHEM UNTERSUCH GER

Während Außenhandelswerte somit für Laserdioden nur ungenau analysiert werden können, lassen sich die patentstatistischen Ergebnisse für die anderen Laserstrahlerzeuger gut interpretieren. Bezüglich der Produktionsstatistik herrschen entsprechende Verhältnisse: Unter der Bezeichnung "Lasergeräte (Laserstrahlerzeuger)" werden sie getrennt ausgewiesen (GP 363391), das heißt, die gewünschte Disaggregierung wird auch hier erreicht. Der Produktionswert für Laserstrahlquellen betrug 1986 rund 108 Mio. DM (vgl. Tabelle 9.4-2). Diodenlaser können auch aus der Produktionsstatistik nicht in der gewünschten Eindeutigkeit entnommen werden.

Tabelle 9.4-2: Versuch der Zuordnung der Laser zu Warennummern der Außenhandelsstatistik und Meldenummern der Produktionsstatistik für die Bundesrepublik Deutschland 1986 in Mio. DM (Quellen: Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 3.1, und Fachserie 7, Reihe 2)

Außenhandel Warennummer u. -benennung	Einfuhr	Ausfuhr	Inlandsproduktion Produktionswert	Meldenummer u. -benennung	Konkordanz zur Patentstatistik
WA 9013200: Laser ausgenommen Laserdioden	96,3	121,0	108,0	GP 363391 Lasergeräte (Laserstrahlerzeuger)	WA und GP bez. aller Laser ohne Diodenlaser voll befriedigend

Eine Betrachtung der Zahlenwerte in Tabelle 9.4-2 zeigt einen zu geringen Produktionswert. Da der Außenhandel sowohl bei Einfuhr wie bei Ausfuhr über der Produktion liegt, müssen trotz der hervorragenden Entsprechung in der Beschreibung der Nummern unterschiedliche Zuordnungen oder Erfassungsgrade vorliegen. Dabei ist zu beachten, daß die Außenhandelsstatistik einer Totalerfassung der Handelsströme durch Behörden gleichkommt, während die Produktionsstatistik auf Angaben des produzierenden Gewerbes beruht und einen kleineren Berichtskreis umfaßt. Trotz der definitorischen Klarheit in den verschiedenen Wirtschaftsstatistiken sind also auch hier einige Fragezeichen bezüglich der Konkordanzen zur Patentstatistik sowie zwischen Außenhandel und Produktion angebracht.

Abbildung 9.4-1: Inlandsproduktion von Lasern ohne Diodenlaser in der Bundesrepublik Deutschland 1982 bis 1986 in Mio. DM

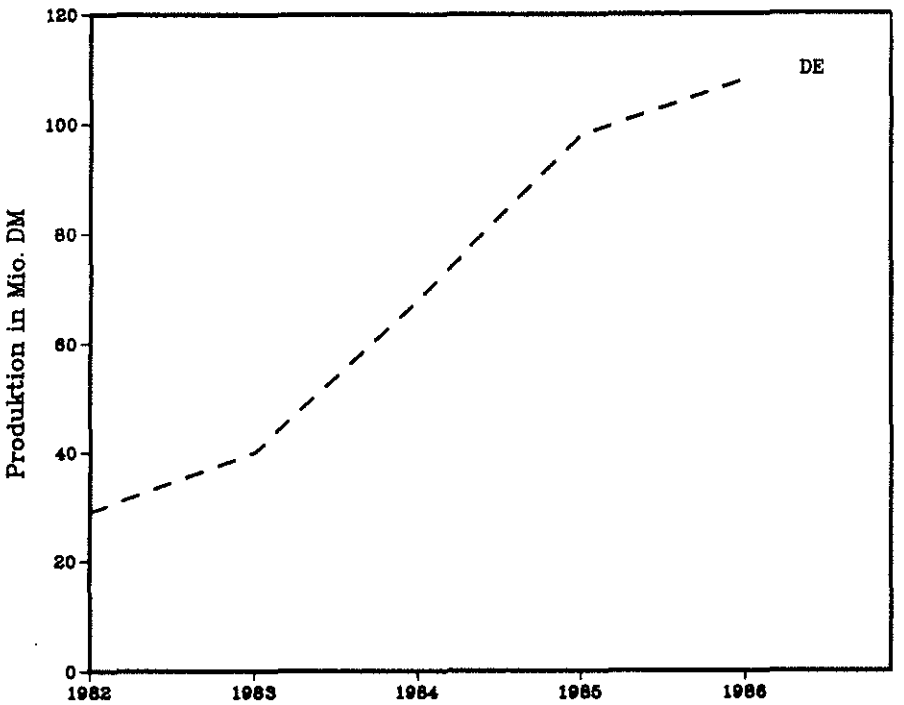


Abbildung 9.4-1 zeigt den Trend der Laserproduktion in der Bundesrepublik seit 1982. In den Jahren davor war eine andere Abgrenzung der Produktionsstatistik gültig, die eine Entnahme entsprechender Zahlen für die Laserproduktion nicht zuläßt. Die zu betrachtende Zeitreihe umfaßt in diesem Technikgebiet also nur 5 Jahre. Die außerordentlich starke Zunahme der Laserproduktion seit 1982 ist unverkennbar. Sie ist 1986 mehr als 3 mal so hoch wie 1982. Allerdings scheint sich im Jahr 1986 nunmehr eine leichte Sättigung anzudeuten.

Der Abbildung 9.4-2 entnimmt man eine außerordentlich starke Importabhängigkeit von den Vereinigten Staaten auf dem Gebiet der Laserstrahlquellen. So kamen 1978 rund 80 % der Einfuhren von dort. Der Trend weist trotz aller Schwankungen eindeutig nach unten: Im Jahr 1986 ist der Anteil der Vereinigten Staaten auf 60 % aller Lieferungen gefallen. Japan spielte viele Jahre als Lieferant von Laserstrahlquellen praktisch keine Rolle. Seit 1983 weist der Trend aber nach oben, so daß sich 1986 ein Lieferanteil von nunmehr fast

5 % ergeben hat. Abbildung 9.4-3 veranschaulicht den Ausfuhrüberschuß, wiederum bezogen auf den Durchschnitt bei allen verarbeiteten Industriewaren. Der RCA-Indikator läßt eine stetige Verbesserung der bundesdeutschen Position gegenüber allen Ländern erkennen. Bis 1984 bestand ein Importüberschuß, der inzwischen soweit abgebaut werden konnte, daß sich nunmehr ein Ausfuhrüberschuß errechnet, der dem Durchschnitt bei allen Industriewaren fast entspricht.

Wie schon am Lieferanteil zu erkennen war, besteht bei den Importen der Bundesrepublik im Bereich der Laser eine Präferenz für Produkte aus den Vereinigten Staaten. Zwar hat sich die bilaterale Situation bis 1983 tendenziell etwas gemildert; seitdem zeigt der Trend - bei stetig zurückgehendem Lieferanteil - insgesamt wieder abwärts. Das Außenhandelsergebnis gegenüber Japan ist blendend. Aber auch hier hat sich die ausgezeichnete Position seit 1983 etwas abgeschwächt. Dennoch besteht auch im Jahr 1986 ein exorbitanter Ausfuhrüberschuß, der fast das Zweieinhalbfache des Imports aus diesem Land ausmacht.

Abbildung 9.4-2: Lieferanteile von Laserstrahlquellen aus den Vereinigten Staaten und Japan in die Bundesrepublik Deutschland 1978 bis 1986 in %

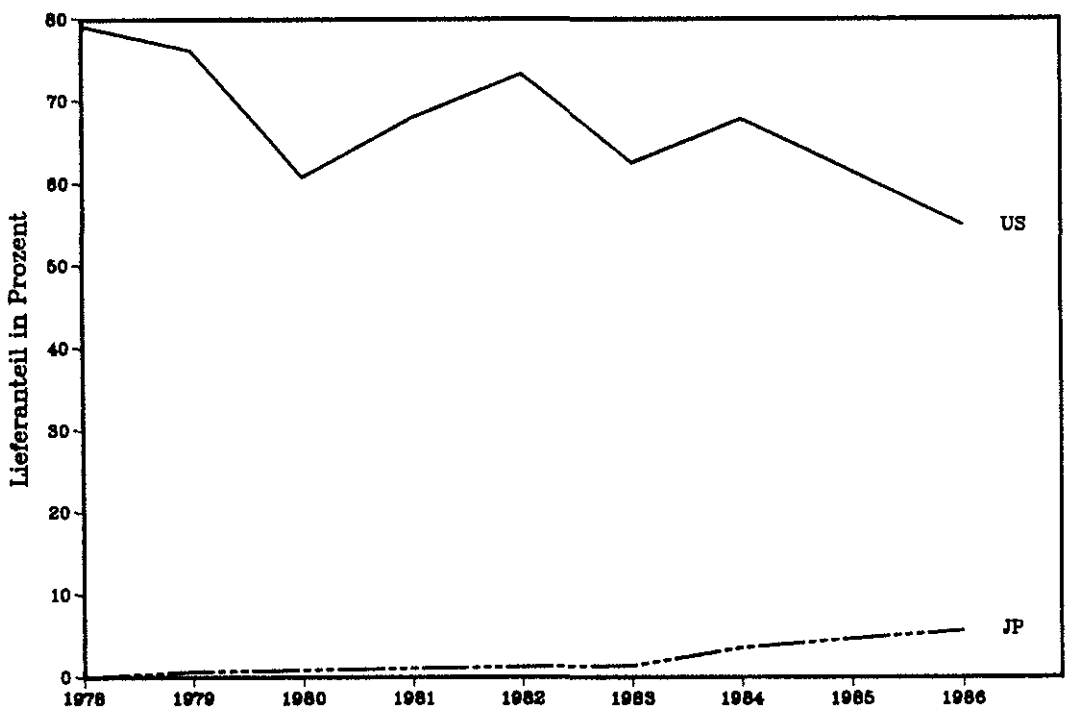
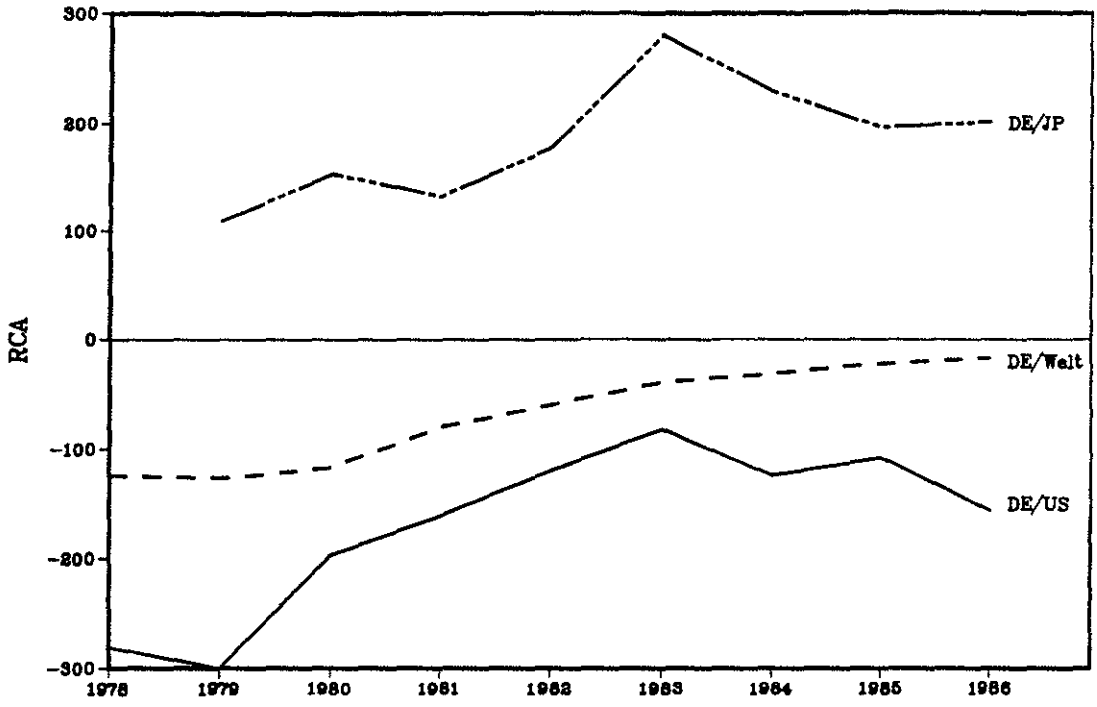


Abbildung 9.4-3: RCA-Indikator für den Außenhandel der Bundesrepublik Deutschland gegenüber der ganzen Welt sowie bilateral gegenüber den Vereinigten Staaten und Japan mit Laserstrahlquellen 1978 bis 1986



Regressionsanalytisch wurden die gleichen Zusammenhänge wie für das Robotergebiet untersucht. Welche Wirtschaftsindikatoren und welche Patentindikatoren im einzelnen gegenübergestellt wurden, ergibt sich aus Abschnitt 9.3 und aus Tabelle 9.4-3. Auf der Seite der Patentstatistik wurden einmal Patente für Laserstrahlquellen ohne Halbleiterdiodenlaser aber mit Lasergeräten berücksichtigt, das andere Mal nur die Laserstrahlquellen ohne Diodenlaser. Die letztgenannte Kategorie sollte den ökonomischen Abgrenzungen genau entsprechen, so daß a priori eine Regression mit allen Laserpatenten inklusive der Anwendungen auch hätte unterbleiben können. In einem Fall wurde jedoch auch diesbezüglich eine signifikante Korrelation gefunden. Tabelle 9.4-3 zeigt die Ergebnisse der Regressionsanalyse. Bezüglich der Produktion ist wegen der Kürze der Zeitreihe keine Aussage möglich.

Bezüglich des Außenhandels liegt bei fast allen Indikatoren eine Korrelation

vor. Nur der Lieferanteil aus den Vereinigten Staaten steht offenbar nicht im Zusammenhang mit der Patentieraktivität. Der Lieferanteil aus Japan wird überraschenderweise nicht von der Patentieraktivität bei Laserstrahlquellen, sondern von der bei allen Laserpatenten beeinflußt, so daß man hier annehmen muß, daß die spezifischen Stärken japanischer Gerätehersteller und mögliche diesbezügliche unscharfe Abgrenzungen in den Wirtschaftsstatistiken die Ursache für diesen Zusammenhang sein können. Insgesamt ist das Ergebnis der Regressionsanalyse voll befriedigend und deutet auf ein deutliches Muster hin: Der internationale wettbewerbliche Erfolg in einem forschungsintensiven Gebiet wie der Lasertechnik hängt stark mit der vorausgehenden Erfindungstätigkeit zusammen.

Tabelle 9.4-3: Ergebnis der Regressionsanalyse zwischen Patent- und Wirtschaftsindikatoren auf dem Gebiet der Laserstrahlquellen

Regressions-variablen	Alle Laserpatente ohne Dioden	Laserstrahlquellen ohne Diodenlaser
Produktion, RTP(DE)	0	0
RCA(DE/Welt), RPA(DE)	0	++
RCA(DE/US), RTP(DE/US)	-	++
RCA(DE/JP), RTP(DE/JP)	-	++
LA(US), RTP(US/DE)	-	-
LA(JP), RTP(JP/DE)	+++	-
LA(US/JP), RTP(US/JP)	-	+

hoch signifikant: +++, signifikant: ++, schwach signifikant: +,
nicht signifikant: -, nicht untersucht: 0

Tabelle 9.4-4 gibt wiederum den zeitlichen Vorlauf der Patentstatistik vor der Wirtschaftsstatistik für das jeweils optimale Regressionsergebnis an. Anders als bei den Robotern zeigt sich hier von einer Ausnahme abgesehen ein schärfer abgegrenztes Zeitverhalten. Während man bei Industrierobotern von etwa zwei Jahren Vorlauf der Erfindungstätigkeit vor dem Marktergebnis ausgehen konnte, deuten die Zahlen im vorliegenden Fall darauf hin, daß dies bei Lasern - einem stark von der Hochschulforschung abhängigen Gebiet moderner Industrietechnik - eher drei Jahre sind. Dies ist nicht erstaunlich, zumal

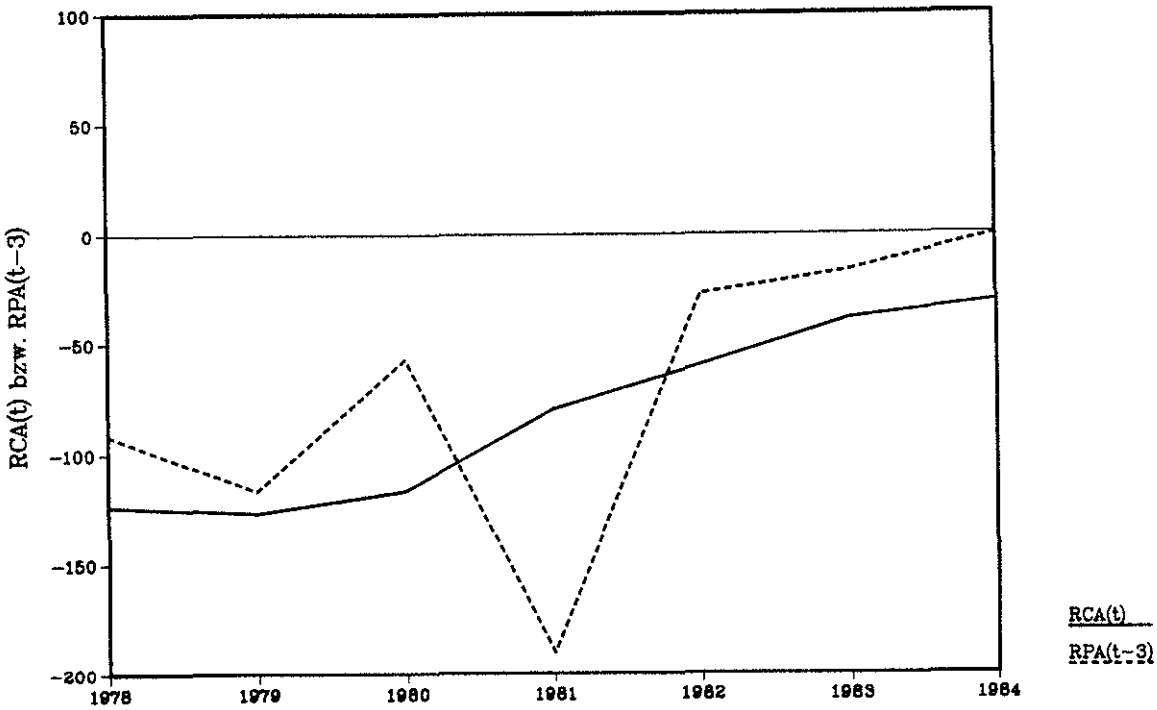
eine Reihe mittelständischer Firmen sowohl bei den Patenten wie im wirtschaftlichen Geschehen eine Rolle spielen, denen es möglicherweise nicht ohne weiteres gelingt, auf den überseeischen Märkten rasch Fuß zu fassen. Auch bei diesen Rechnungen war ein Vorlauf der Patentvariablen von bis zu vier Jahren zulässig. Es kann zuverlässig ausgeschlossen werden, daß Erfindungstätigkeit und Wirtschaftserfolg zeitgleich verlaufen.

Tabelle 9.4-4: Zeitlicher Vorlauf der Erfindungstätigkeit vor Produktion und internationalem Marktergebnis auf dem Gebiet der Laser

Regressions-variablen	Alle Laserpatente	Laserstrahlquellen
RCA(DE/Welt), RPA(DE)	-	2 - 3 Jahre
RCA(DE/US), RTP(DE/US)	-	2 - 3 Jahre
RCA(DE/JP), RTP(DE/JP)	-	3 - 4 Jahre
LA(JP), RTP(JP/DE)	4 Jahre	-
LA(US/JP), RTP(US/JP)	-	1 - 4 Jahre

Die regressionsanalytischen Rechnungen für das Lasergebiet ergeben überraschend klar, daß die Inventionstätigkeit mit dem späteren Wirtschaftserfolg zu tun hat und diesem etwa drei Jahre vorläuft. Deshalb kann gerade auf diesem technischen Gebiet eine sorgfältig ausgeklügelte Patentuntersuchung eine gute und zuverlässige Frühindikatorfunktion auf Dauer übernehmen. Stellvertretend für alle Korrelationen ist mit Abbildung 9.4-4 der Vorlauf der relativen Patentaktivität westdeutscher Anmelder am US-Patentamt vor dem RCA-Indikator für die Spezialisierung des Außenhandels gegenüber allen Ländern um drei Jahre veranschaulicht. Trotz der starken Schwankung in der Patentstatistik im Jahr 1981 ist die erst mäßige dann stärker werdende Aufwärtsbewegung bei beiden Indikatoren zu erkennen. Beachtet man, daß dies in der Patentstatistik drei Jahre eher entdeckt werden konnte, wird der Wert derartiger Analysen verdeutlicht. (Die beiden Kurven sind um drei Jahre gegeneinander versetzt.)

Abbildung 9.4-4: Korrelation zwischen der Spezialisierung der Patentaktivität (RPA) der Bundesrepublik Deutschland und der Spezialisierung im Außenhandel (RCA) auf dem Gebiet der Laser mit einem zeitlichen Vorlauf des Patentindikators von drei Jahren



9.5 Enzymtechnik als Produkt

In der Gegenüberstellung von GP und WA des Statistischen Bundesamtes wird für Enzyme außer Kälberlab nur jeweils eine Waren- bzw. Meldenummer genannt (vgl. Tabelle 9.5-1, Saldierungsnummer 471200). Sowohl die Nummer in der Außenhandelsstatistik als auch diejenige in der Produktionsstatistik repräsentiert eine erheblich breitere Warenpalette als immobilisierte Enzyme, da sie dem Gewicht nach von den freien technischen Enzymen dominiert sind (vgl. Grupp u.a. 1987, 87). Die immobilisierten Enzyme sind aber teurer und nehmen daher wertmäßig einen verhältnismäßig größeren Anteil in der jeweiligen Waren- bzw. Meldenummer ein. Die in Tabelle 9.5-2 genannten Produktions- sowie Einfuhr-

Tabelle 9.5-1: Gegenüberstellung von ausgewählten Meldenummern des Güterverzeichnisses für Produktionsstatistiken (GP) mit Warennummern des Warenverzeichnisses für die Außenhandelsstatistik (WA) (Quelle: Statistisches Bundesamt 1986)

SALD-NR	Z MELDE-NR D WAREN-NR	KURZBEZEICHNUNG (SL-GP-WA)
4712 00		ENZYME OH LAB
	GP 4713 00	ENZYME OH LAB
	WA 3507 990	ANDERE ENZYME ALS LAB A N G

Tabelle 9.5-2: Versuch der Zuordnung der immobilisierten Biokatalysatoren zu Warennummern der Außenhandelsstatistik und Meldenummern der Produktionsstatistik für die Bundesrepublik Deutschland 1986 in Mio. DM (Quellen: Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 3.1, und Fachserie 7, Reihe 2)

Außenhandel			Inlandsproduktion		Konkordanz zur Patentstatistik
Warennummer u. -benennung	Einfuhr	Ausfuhr	Produktionswert	Meldenummer u. -benennung	
WA 3507990: Andere Enzyme als Lab, a.n.g.	100,6	164,6	68,9	GP 471300: Enzyme ohne Lab	Freie technische Enzyme eingeschlossen; zu umfassend

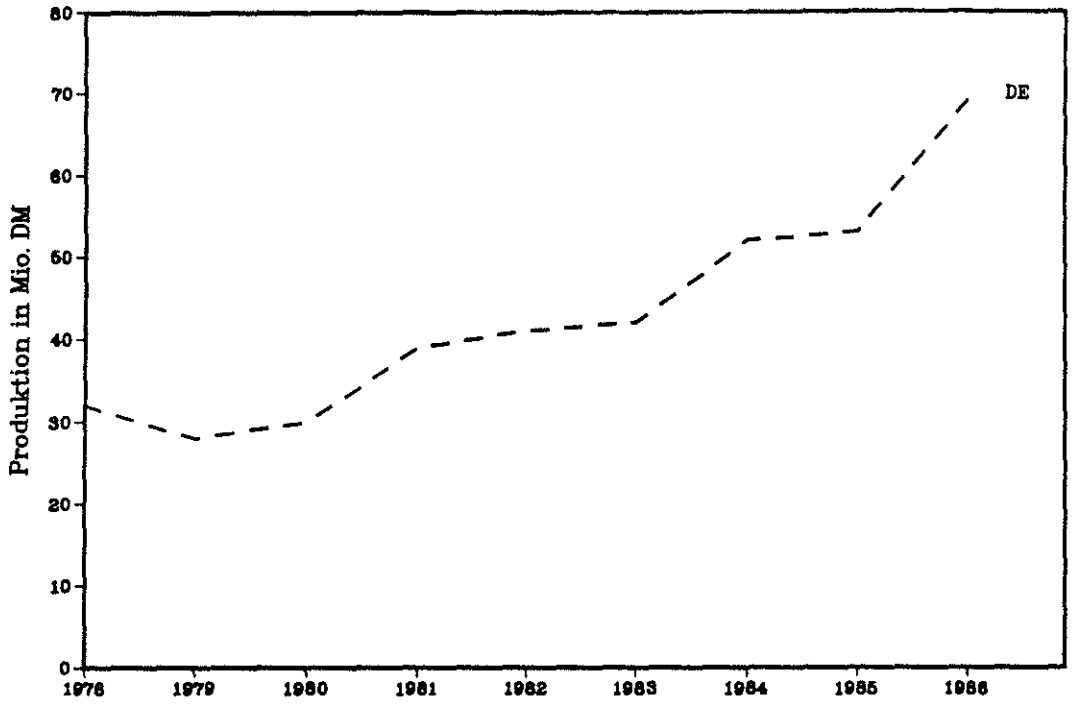
und Ausfuhrwerte lassen also ein Erkennen wichtiger Trends bei immobilisierten Biokatalysatoren nur ungenau zu, da die Statistik nicht differenziert genug ist. Ferner ist bedenklich, daß sich trotz der eindeutigen Entsprechung nur jeweils einer Ziffer im GP und einer Ziffer im WA (vgl. Tabelle 9.5-1) ergibt, daß die Produktion weit unterhalb der Einfuhr und der Ausfuhr liegt. Trotz der formal gleichen Abgrenzung in beiden Wirtschaftsstatistiken sind

also Fragezeichen bezüglich der Zuordnung anzubringen. Die Autoren haben diesbezüglich Aufklärung beim Statistischen Bundesamt erbeten, die aber bislang nicht gelungen ist, weil Stellungnahmen der Statistischen Landesämter noch ausstehen. Wiederum ist hervorzuheben, daß die Außenhandelsstatistik einer Totalerfassung gleichkommt, während die Produktionsstatistik auf einem kleineren Berichtskreis beruht. Kleine Betriebe unter 20 Beschäftigten werden in der Produktionsstatistik nicht erfaßt; ob dies allerdings zu Erklärung der Diskrepanz ausreicht, ist mehr als fraglich, da die Hersteller von immobilisierten Enzymen tendenziell Mittel- und Großbetriebe sind. Auch der Weiterverkauf der Importe an das Ausland kommt als Erklärung nicht in Frage, da die Abgrenzung von Ein- und Ausfuhr im WA nach den Kriterien der Herstellung bzw. des Verbrauchs erfolgt. Dem Bundesamt liegen aber noch nicht abgesicherte Hinweise vor, nach denen einige Unternehmen Enzyme unter der nicht zutreffenden GP-Nummer für "Sonstige Hilfsmittel" melden, so daß die WA-Statistik als zuverlässiger angesehen werden muß.

Mit Hilfe einiger graphischer Darstellungen wird nunmehr ein kurzer Überblick zur Stellung der Bundesrepublik Deutschland im internationalen Wettbewerb sowie über die Produktionstätigkeit im Beobachtungszeitraum 1978 bis 1986 gegeben. Abbildung 9.5-1 zeigt das deutliche Anwachsen des Produktionswerts, das sich seit 1985 noch einmal beschleunigt hat. Seit 1978 hat sich die Produktion mehr als verdoppelt (in laufenden Preisen). Ein Stagnieren bzw. reales Absinken des Produktionswertes kann nur im Ausgang der siebziger Jahre beobachtet werden.

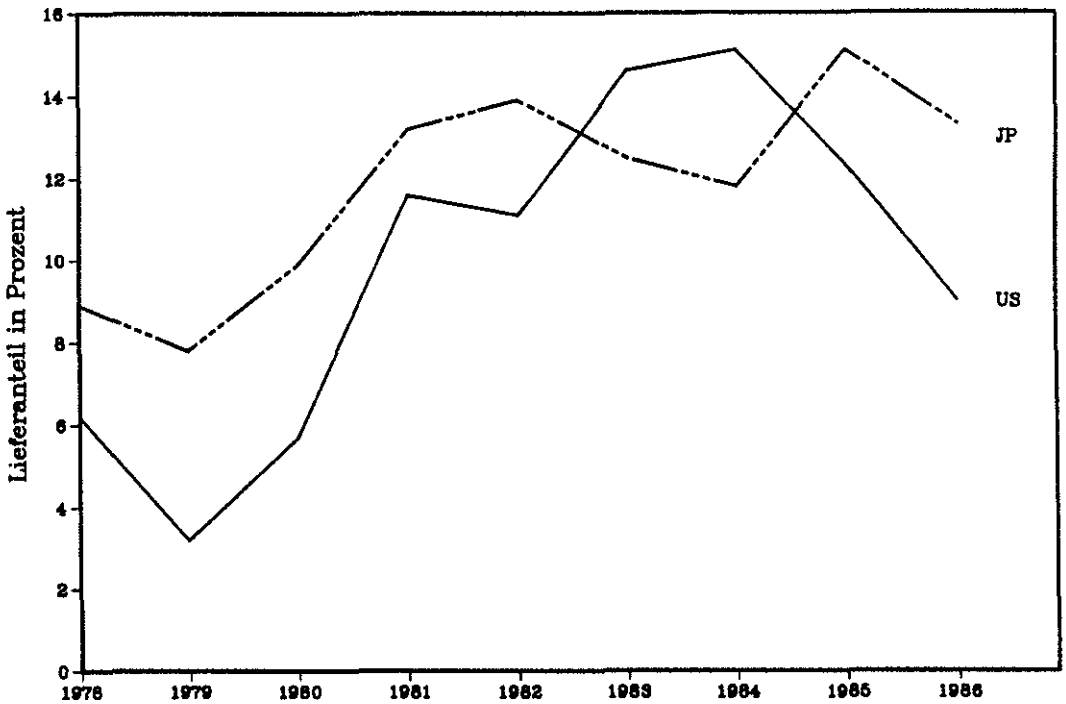
Eine Stagnation der Wirtschaftstätigkeit im Ausgang der siebziger Jahre kann auch aus den Lieferanteilen der Vereinigten Staaten und Japans in die Bundesrepublik abgelesen werden. Abbildung 9.5-2 verweist auf ein entsprechendes Absinken, das allerdings seit 1980 mehr als kompensiert wurde. Jeweils um bzw. über 10 % der technischen Enzyme, die in die Bundesrepublik eingeführt werden, stammen aus diesen beiden Ländern. Seit 1981 ist keine Verbesserung der Lieferposition dieser beiden Länder zu verzeichnen, vielmehr schwanken die Anteile um einige Prozent. Ob im Jahr 1986 ein Abwärtstrend begann, kann angesichts der Größe dieser Schwankung derzeit noch nicht beurteilt werden. Der hauptsächliche Lieferant technischer Enzyme ist Dänemark mit einem seit 1979 konstanten Lieferanteil von über 20 %. Das Unternehmen, das den Weltmarkt anführt, ist in Dänemark angesiedelt (Grupp u. a. 1987, 88).

Abbildung 9.5-1: Inlandsproduktion von technischen Enzymen ohne Lab in der Bundesrepublik Deutschland 1978 bis 1986 in Mio. DM



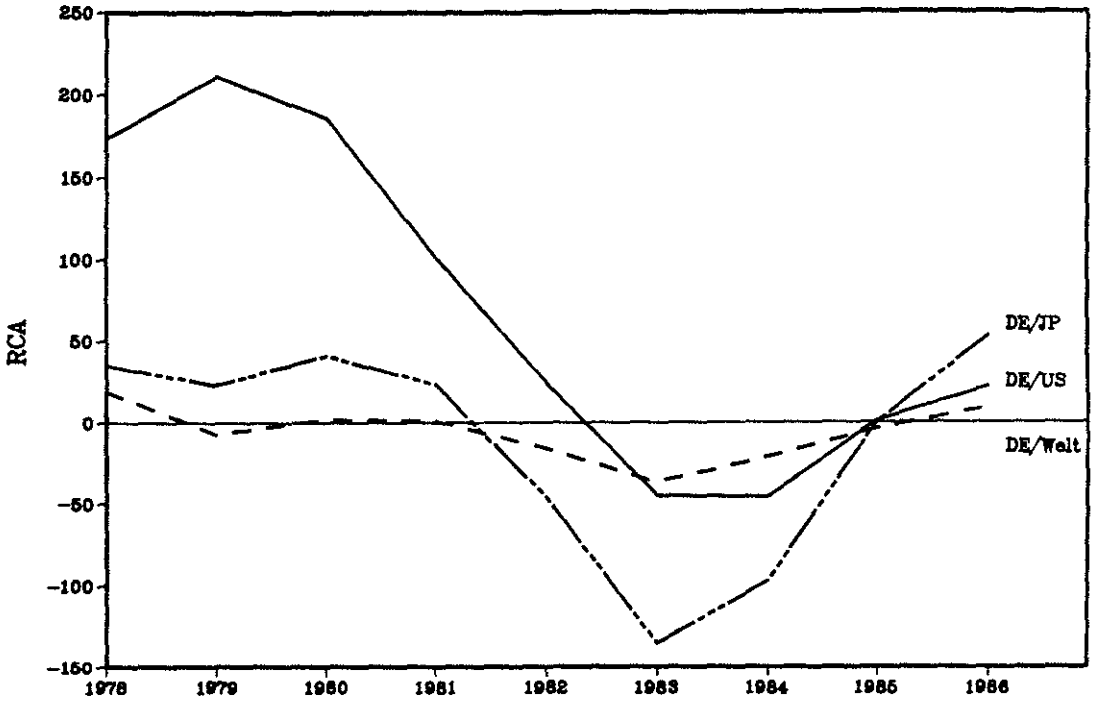
Die Ausfuhr-Einfuhr-Relationen zeigen seit 1978 einen ununterbrochenen Außenhandelsüberschuß bundesdeutscher Unternehmen mit leichten Spitzen in den Jahren 1978 und 1986 und einem Tiefpunkt im Jahr 1982. Was die bilateralen Verhältnisse angeht, so ist ein durchgehendes Defizit für den Handel der Bundesrepublik Deutschland mit Japan mit Hoch- und Tiefpunkten in den genannten Jahren zu beobachten. Bezüglich der Vereinigten Staaten bestand immer ein Ausfuhrüberschuß, der im Jahr 1979 exzellent war: mehr als das Zehnfache der Einfuhr wurde ausgeführt. Diese Position ist bis 1983 zunichte geworden, wo die Ausfuhren die Größe der Einfuhren erreichten; seitdem ist wieder eine Verbesserung zu verzeichnen, die im Jahre 1986 das Dreifache der Einfuhr betrug. Diese dramatischen Schwankungen sind vor dem Hintergrund etwa gleichbleibender Lieferanteile aus den Vereinigten Staaten zu verstehen (vgl. Abbildung 9.5-2), gehen also fast vollständig auf das Konto der Exporte bundesdeutscher Unternehmen.

Abbildung 9.5-2: Lieferanteile von technischen Enzymen aus den Vereinigten Staaten und Japan in die Bundesrepublik Deutschland 1978 bis 1986 in %



Mit Abbildung 9.5-3 wird erneut die relative internationale Wettbewerbsposition in der Enzymtechnik mit Hilfe der RCA-Indikatoren dargestellt. Weltweit sowie bilateral gegenüber den Vereinigten Staaten und Japan sind gemäß Abbildung 9.5-3 zeitlich die gleichen Hoch- und Tiefpunkte zu verzeichnen wie schon erwähnt. Deutlicher als bei der Betrachtung des Ausfuhrüberschusses kommt jedoch die relativ starke Stellung in der Enzymtechnik in den Jahren 1978 bis 1981 sowie der folgende Einbruch in den Jahren 1982 bis 1984 gegenüber den USA und Japan zum Ausdruck. Erst ab 1985 spielen die Enzyme wieder eine stärkere Rolle gegenüber allen sonstigen Exportgütern im bilateralen Handel mit den genannten Ländern sowie im Welthandel. Die Außenhandelsbilanz der Bundesrepublik in der Enzymtechnik ist jetzt ausgeglichen, was letztlich überwiegend auf die dem Wert nach dominierenden Handelsbeziehungen zwischen Dänemark und der Bundesrepublik zurückgeht. Leicht überdurchschnittliche Werte gegenüber dem sonstigen Export konnten erst wieder 1986 erreicht werden.

Abbildung 9.5-3: RCA-Indikator für den Außenhandel der Bundesrepublik Deutschland gegenüber der ganzen Welt sowie bilateral gegenüber den Vereinigten Staaten und Japan mit technischen Enzymen 1978 bis 1986



Um die Hypothese eines zeitlichen Voraneilens der Patentieraktivität vor der wirtschaftlichen Nutzung angesichts der eingangs dieses Abschnitts geschilderten Abgrenzungsproblematik besser abstützen zu können, wurde in diesem technischen Gebiet die Patentstatistik an die ökonomische Abgrenzung angepaßt. Das heißt, neben der Betrachtung der Patentindikatoren nur für immobilisierte Enzyme, die in Abschnitt 5.3 ausführlich dargelegt wurden, wurden auch Patentindikatoren für alle technischen Enzyme erhoben. Dies schließt neben den immobilisierten Biokatalysatoren die nicht trägerfixierten technischen Enzyme ein, die beispielsweise verunreinigten Flüssigkeiten in der Abfallwirtschaft zugesetzt werden können, um organische Problemstoffe zu beseitigen (etwa US-Patent 4 623 465).

Allerdings ist auch bei dieser Vorgehensweise nicht gewährleistet, daß die Patentdaten in ihrer Zusammensetzung den Wirtschaftsdaten entsprechen, weil der Zusatz "anderswo nicht genannt" immer noch auf einen Restgruppencharakter in der wirtschaftsstatistischen Abgrenzung schließen läßt, wo allerlei nicht zu klassifizierende Waren eingereiht werden können. Wie für Industrieroboter und Laser wurden auch für die Enzyme ausgewählte Einflußrichtungen der Patentieraktivität auf die Produktions- und Außenhandelsstatistik mit Hilfe einer Zeitreihenanalyse untersucht.

Tabelle 9.5-3: Ergebnis der Regressionsanalyse zwischen Patent- und Wirtschaftsindikatoren auf dem Gebiet der Enzymtechnik

Regressions-variablen	Alle Enzympatente	Immobilisierte Enzyme
Produktion, RTP(DE)	+	-
RCA(DE/Welt), RPA(DE)	-	-
RCA(DE/US), RTP(DE/US)	-	+++
RCA(DE/JP), RTP(DE/JP)	-	++
LA(US), RTP(US/DE)	++	+
LA(JP), RTP(JP/DE)	+	-
LA(US/JP), RTP(US/JP)	++	+

hoch signifikant: +++, signifikant: ++, schwach signifikant: +,
nicht signifikant: -, nicht untersucht: 0

Das Ergebnis der Regressionsanalysen wird mit Tabelle 9.5-3 zusammengefaßt. Demnach werden in der Zusammenschau aller Indikatoren positive Zusammenhänge dargelegt, die im Falle der Lieferanteile jeweils mit allen Enzympatenten erreicht werden, im Falle der RCA-Indikatoren mit den immobilisierten Enzymen. Dies ist insofern überraschend, als die ökonomische Kategorie eher auf das Gesamtgebiet paßt. Es scheint also so zu sein, daß der wirtschaftliche Vorteil (gemessen durch den RCA-Indikator) im wesentlichen von der Patentposition bei den industriell relevanteren immobilisierten Biokatalysatoren bestimmt wird. Bezüglich der Produktion im Inland liegen nur schwache Signale vor, die außerdem nur für alle Patente gelten. Der Außenhandel mit der ganzen Welt korreliert nicht, was wohl damit zu tun hat, daß er hauptsächlich von den bilateralen Beziehungen zu Dänemark bestimmt wird, so daß die Untersu-

chung der bilateralen Indikatoren bezogen auf Dänemark interessant wäre. (Im übrigen wird in diesem Fall immerhin eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 12 % erreicht, so daß zwar nach der Definition des Abschnitts 9.1 keine Signifikanz vorliegt. Wegen der Nähe zu der willkürlich gewählten Abschneidung für schwache Signifikanz bei 10 % Irrtumswahrscheinlichkeit könnte man jedoch auch von einer sehr schwachen Korrelation ausgehen.)

Tabelle 9.5-4: Zeitlicher Vorlauf der Erfindungstätigkeit vor Produktion und internationalem Marktergebnis auf dem Gebiet der Enzymtechnik

Regressionsvariablen	Alle Enzympatente	Immobilisierte Enzyme
Produktion, RTP(DE)	2 Jahre	-
RCA(DE/Welt), RPA(DE)	-	-
RCA(DE/US), RTP(DE/US)	-	2 Jahre
RCA(DE/JP), RTP(DE/JP)	-	3 Jahre
LA(US), RTP(US/DE)	1 - 2 Jahre	2 Jahre
LA(JP), RTP(JP/DE)	2 - 3 Jahre	-
LA(US/JP), RTP(US/JP)	1 Jahr	1 Jahr

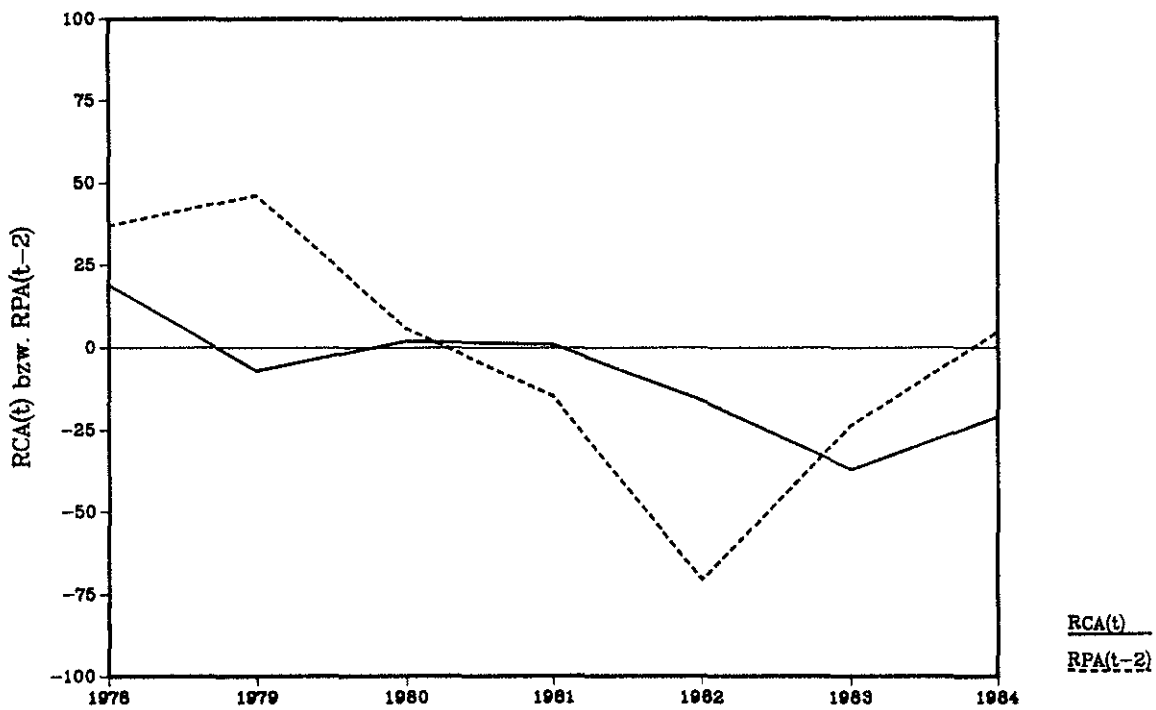
Zugelassen waren wiederum zeitliche Vorläufe der Patentindikatoren von bis zu 4 Jahren. In der Quersicht über alle Zusammenhänge wird ein zeitliches Vorauseilen der Patentaktivität von etwa 2 Jahren nahegelegt, das eher kürzer als länger zu sein scheint. Dies ist für ein Teilgebiet der Chemie durchaus überraschend, wo im allgemeinen von einer verzögerten wirtschaftlichen Nutzung wegen der bei vielen Anwendungsfällen bestehenden Genehmigungsverfahren für neue Stoffe ausgegangen wird. Im Vergleich mit den regressionsanalytischen Ergebnissen bezüglich der Lasertechnik scheint jedoch die kurzfristigere wirtschaftliche Nutzung bei Enzymen eindeutig zu sein (vgl. Tabelle 9.5-4 mit 9.4-4).

Abbildung 9.5-4 veranschaulicht stellvertretend für alle Korrelationen den am schwächsten ausgeprägten Verlauf: Der dargestellte Zusammenhang ist definitionsgemäß eigentlich schon nicht mehr signifikant, da eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 12 % besteht. Alle anderen Zusammenhänge sind deutlich besser ausgeprägt. Dennoch kann man aus Abbildung 9.5-4, in die das Optimum

des zeitlichen Voreilens des Patentindikators bereits eingearbeitet wurde, auch ohne Rechnung bildlich erkennen, daß ein Zusammenhang besteht: Beide Indikatoren zeigen mit einigen Schwankungen seit 1978 nach unten und erfuhren 1982 bzw. 1983 eine Trendwende nach oben.

Auch dieser schwach ausgeprägte korrelative Zusammenhang läßt also erkennen, daß mit Hilfe einer Beobachtung geeigneter Patentindikatoren sich eine Früherkennungsfunktion für den Weltmarkt ergibt. Der Zusammenhang in Abbildung 9.5-4 bezieht sich auf den Patentindikator nur für immobilisierte Enzyme.

Abbildung 9.5-4: Korrelation zwischen der Spezialisierung der Patentaktivität (RPA) der Bundesrepublik Deutschland und der Spezialisierung im Außenhandel (RCA) auf dem Gebiet der immobilisierten Enzyme mit einem zeitlichen Vorlauf des Patentindikators von zwei Jahren



9.6 Solargeneratoren als Produkt

Für photovoltaische Zellen und Moduln sind Außenhandelsstatistik und Patentstatistik erst ab 1986 kompatibel, da erst seit diesem Datum die Solarzellen in einer gesonderten WA-Nummer erfaßt werden. Bis 1985 wurden Solargeneratoren unter der WA-Nummer 8521400 ("Photozellen, einschl. Phototransistoren") geführt (vgl. Tabelle 9.6-1, Saldierungsnummer 364208). Die Solarzellen haben aber unter allen Photodioden vermutlich den niedrigsten Standardpreis, das heißt, sie waren in dieser Warengruppe im Gegensatz zu anderen Photodioden nur von geringer Bedeutung.

Tabelle 9.6-1: Gegenüberstellung von ausgewählten Meldenummern des Güterverzeichnisses für Produktionsstatistiken (GP) mit Warennummern des Warenverzeichnisses für die Außenhandelsstatistik (WA) (Quelle: Statistisches Bundesamt 1986)

SALD-NR	Z MELDE-NR D WAREN-NR		KURZBEZEICHNUNG (SL-GP-WA)
3642 08			UEBRIGE ELEKTRONENROEHREN ETC
	GP 3665 07		ZUB F ELEKTRONENROEHREN ETC
	GP 3665 08		ZUB F PIEZOEL BAUELEM ETC
	GP 3665 31		SENDEROEHREN
	GP 3665 39		AND ELEKTRONENROEHREN ETC
	GP 3665 50		PIEZOELEKTRISCHE BAUELEMENTE
	GP 3665 73	◉	OPTOELEKTRON HALBLEITERBAUELEM
	GP 3665 78		DIODEN U AND HALBLEITER
	GP 3665 90		SCHEIBEN (WAFER) ETC
	5 WA 8521 010		GLEICHRICHTERROEHREN
	WA 8521 020		BILDAUFNROEHREN F FERNSEHKAMERAS
	WA 8521 050		BILDWANDLER -VERSTAERKERROEHREN
	WA 8521 070		PHOTOVERVIELFACHERROEHREN
	WA 8521 190		PHOTOEMISSIONSROEHREN
	WA 8521 210		HOECHSTFREQUENZROEHREN
	WA 8521 282		SENDEROEHREN A N D
	WA 8521 289		AND ELEKTRONENROEHREN
	WA 8521 310	◉	SOLARZELLEN AUCH ALS MODULE OD TAFE
	WA 8521 350		PHOTODIODEN -TRANSISTOR -THYRIST US
	WA 8521 390		ANDERE PHOTOZELLEN
	WA 8521 450		PIEZOEL KRISTALLE GEFASST MONTIERT
	5 WA 8521 470		SCHEIBEN (WAFERS) N ZERSCHNITTEN
	WA 8521 540		LEUCHTDIODEN
	WA 8521 570		ANDERE DIODEN
	WA 8521 600		ANDERE HALBLEITER
	WA 8521 610		IC-CHIPS ANALOGE
	WA 8521 630		AND ANALOGE MONOL INTEGR SCHALT
	WA 8521 690		IC-CHIPS DIGITALE
	WA 8521 710		AND IC-SPEICHERBAUST MONOL DIGITAL
	WA 8521 730		ANDERE IC-MIKROPROZESSORBAUSTEINE
	WA 8521 760		AND INTEGR MONOL DIGIT SCHALTUNGEN
	WA 8521 780		HYBRIDE INTEGR ELTRON MIKROSCHALTG
	WA 8521 910		TEILE F ELEKTRONENROEHREN
	WA 8521 980		TEILE F PHOTOZELLEN HALBLEITER USW

Das systematische Güterverzeichnis für Produktionsstatistiken umfaßt unter der Nummer GP 366573 optoelektronische Halbleiterbauelemente. Vor allem Photodioden, -transistoren und Leuchtdioden, aber nicht die darin enthaltenen Solarzellen, tragen überwiegend zum Volumen dieser Warengruppe bei. Quantitative Feststellungen treffen somit auf Solarzellen kaum zu. Unter der Voraussetzung, daß die Zahlenwerte für Solarzellen aus dem Jahr 1986 auch für 1985 repräsentativ sind, wurden die mutmaßlichen Anteile der Solarzellen am Einfuhr- bzw. Ausfuhrvolumen von Photozellen näherungsweise errechnet. Bezüglich der Produktionsstatistik ist dies nicht möglich (vgl. Tabelle 9.6-2).

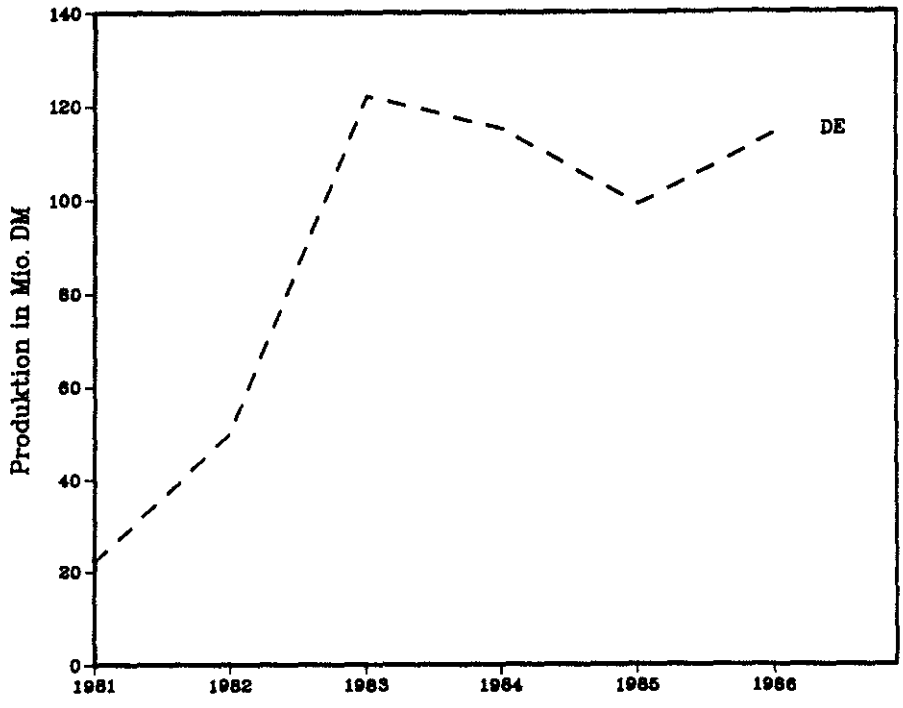
Tabelle 9.6-2: Versuch der Zuordnung der Solargeneratoren zu Warennummern der Außenhandelsstatistik und Meldenummern der Produktionsstatistik für die Bundesrepublik Deutschland in alter und neuer Abgrenzung 1985 und 1986 in Mio. DM (Quellen: Statistisches Bundesamt, Fachserie 4, Reihe 3.1, und Fachserie 7, Reihe 2)

	DE/Welt		DE/US		DE/JP	
	Einfuhr	Ausfuhr	Einfuhr	Ausfuhr	Einfuhr	Ausfuhr
Photozellen, Phototransistoren WA 8521400 1985	143,9	110,0	32,2	10,8	11,4	0,4
Solarzellen WA 8521310 1986	13,4	25,7	3,2	1,9	2,7	0
vermuteter wertmäßiger Anteil der Solarzellen unter allen Photozellen in Prozent	9	23	10	18	23	0
Inlandsproduktion optoelektronischer Halbleiterbauelemente (DE)						
GP 366573						
1985		99,5				
1986		114,5				

Generell läßt sich feststellen, daß aufgrund der zu weiten bisherigen WA-Abgrenzung für die einzelnen Länder ganz unterschiedliche Produktgruppen-Zusammensetzungen eine Rolle spielen. Demgemäß schwankt der Anteil der Solarzellen am jeweiligen Volumen der Photozellen zwischen 0 und 23 %. Dabei gelten für Ein- und Ausfuhr signifikante Anteilsunterschiede. Ein völlig inhomogenes Bild ergibt sich, wenn man die Anteile länderspezifisch betrachtet. Während sich für den Handel mit den USA in etwa das für den gesamten Handel geltende

Verhältnis eines doppelt so hohen Solarzellenanteils am Ausfuhrvolumen wie am Einfuhrvolumen ergibt, kehrt sich das Bild für den Handel mit Japan vollständig um. Bei der ohnehin geringen Ausfuhr an Photozellen nach Japan spielen Solarzellen keine Rolle mehr. Hingegen sind sie bei der Einfuhr aus Japan mit 23 % besonders stark vertreten.

Abbildung 9.6-1: Inlandsproduktion von optoelektronischen Halbleiterbauelementen einschließlich der Solarzellen in der Bundesrepublik Deutschland 1981 bis 1986 in Mio. DM



Für eine geringe Kompabilität der Außenhandelsstatistik mit der Produktionsstatistik spricht der für 1985 ermittelte Produktionswert von 99,5 Mio. DM, der - wie auch in den übrigen Technikgebieten außer bei Robotern - etwas unter dem Ausfuhrwert für 1985 von 110,0 Mio. DM liegt. Das Übersteigen des Ausfuhrwertes durch den Produktionswert läßt sich sicher nicht allein durch Bewertungsunterschiede oder als Folge der Auslassung von Betrieben mit weniger als 20 Beschäftigen im Berichtskreis für die Produktionsstatistik erklären. Daher sind die Schlußfolgerungen aus der Verknüpfung von Patentdaten und Wirtschaftsdaten nur unter den sich aus den oben angeführten Datenproblemen

ergebenden Vorbehalten zu interpretieren.

Der Verlauf des Produktionswertes ist in Abbildung 9.6-1 in der zu großen Abgrenzung dargestellt. Wegen einer Änderung der Systematik sind außerdem nur die Werte seit 1981 veranschaulicht. Man erkennt nach einem dramatischen Anstieg bis 1983 auf das Sechsfache seitdem ein Stagnieren, wobei der Produktionswert von 1986 dem von 1983 wieder entspricht. Daraus kann auf den Produktionswert von Solargeneratoren aber nicht geschlossen werden.

Der weltweite Ausfuhrüberschuß der Bundesrepublik für Photozellen inklusive Solarzellen weist über den Beobachtungszeitraum 1978 bis 1986 meist eine negative Tendenz auf. Ein hoher Ausfuhrüberschuß wurde 1979 erzielt. Einfuhrüberschüsse ergaben sich 1981 und 1983 bis 1985. Sie gelten für alle Photozellen. Im Jahr 1986 kann ein erheblicher Ausfuhrüberschuß nur für Solarzellen verzeichnet werden. Dieser Anstieg ist sicher nicht in erster Linie einer gegenüber den Vorjahren gesteigerten internationalen Wettbewerbsfähigkeit zuzuschreiben, sondern beruht auf der durch die neue Abgrenzung des WA-Verzeichnisses zum ersten Mal sichtbar gewordenen Wettbewerbsposition auf dem Gebiet der Solarzellen gegenüber dem umfassenderen Gebiet der Photozellen.

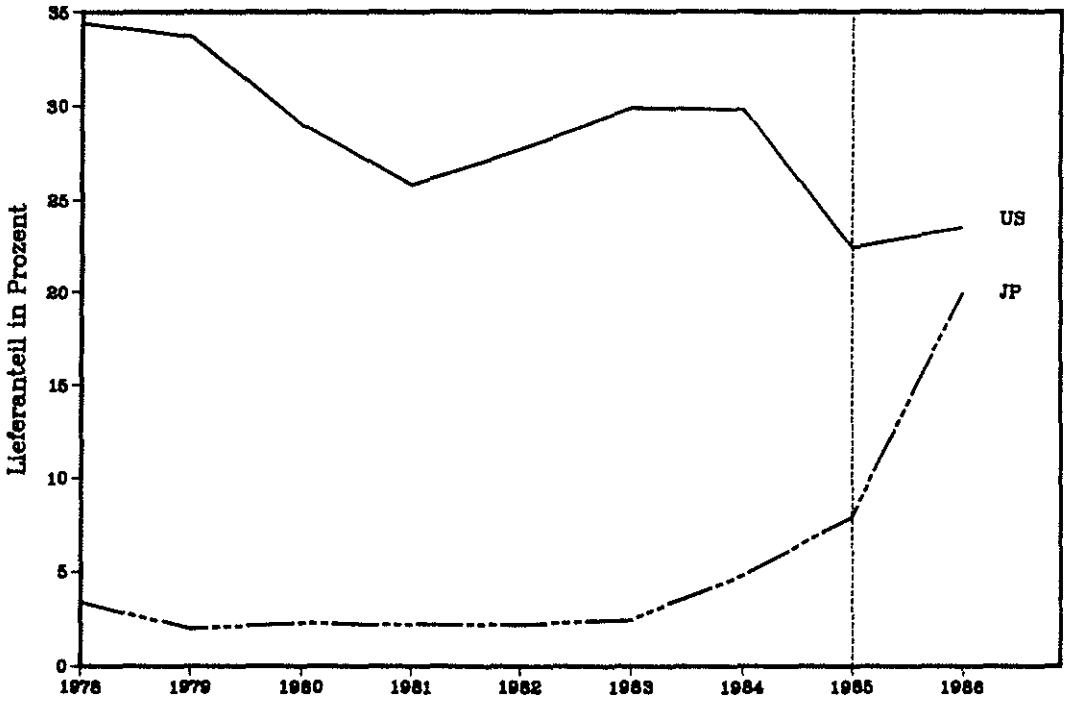
Gegenüber Japan konnte 1979 für alle Photozellen noch ein Ausfuhrüberschuß verzeichnet werden, der sich dann ab 1980 zu einem immer größer werdenden Defizit entwickelte. Dabei spielte ab 1982 die westdeutsche Ausfuhr eine immer geringere Rolle, während die Einfuhr aus Japan kräftig anwuchs. Ob dies allerdings den Entwicklungstrend des bilateralen Handels zwischen der Bundesrepublik und Japan mit Solarzellen richtig wiedergibt, ist zu bezweifeln. Vielmehr ist zu vermuten, daß Solarzellen bei der bundesdeutschen Ausfuhr nach Japan sich von Anfang an nicht durchsetzen konnten und die in den Jahren 1978 bis 1981 noch relativ ausgeglichene Handelsbilanz für Photozellen auf der deutschen Seite durch Photodioden oder "andere Photozellen" erreicht wurde. Diese Vermutung wird durch die nach der neuen WA-Abgrenzung für 1986 errechneten Einheitswerte von 269 DM/kg für Solarzellen (WA 8521 310), 1240 DM/kg für Photodioden (WA 8521 350) und 505 DM/kg für "andere Photozellen" (WA 8521 390) gestützt. Solarzellen sind die billigsten Photozellen bezogen auf ihr Gewicht. (Die vollständigen Zahlenreihen für den bilateralen Außenhandel finden sich in Grupp u. a. 1987, 155).

Im Handel mit den USA ergaben sich für den gesamten Beobachtungszeitraum Aus-

fuhrdefizite, die bis 1983 langsam zunahmen und sich dann über die Jahre 1983 bis 1985 leicht verringerten. 1986 hat sich die Ausfuhr-Einfuhr-Relation für die Bundesrepublik zwar nicht ausgeglichen, aber erheblich verbessert. Diese Verbesserung dürfte wiederum auf eine stärkere Wettbewerbsposition der Solarzellen gegenüber dem Gesamtgebiet der Photozellen im Handel mit den USA zurückzuführen sein.

Einen Vergleich der Wettbewerbspositionen Japans und der USA auf dem Gebiet der Photozellen inklusive der Solarzellen auf dem westdeutschen Markt ermöglicht Abbildung 9.6-2, in der die jeweiligen Lieferanteile der USA und Japans am deutschen Gesamteinfuhrvolumen von Photozellen oder Solarzellen über den Zeitraum 1978 bis 1986 dargestellt sind. Während die USA ausgehend von einem im Jahr 1978 sehr hohen Lieferanteil von 34,4 % einen im Durchschnitt rückläufigen Anteil (bis 22,4 % 1985) zu verzeichnen haben, verbessert sich Japans Anteil bis 1983 nur im Rahmen geringer Margen von 2 % bis 3,4 %. Danach kann Japan seinen Anteil bis auf knapp 8 % im Jahr 1985 ausbauen. Der scharfe Sprung für Japan im Jahr 1986 geht auf die veränderte Abgrenzung im WA zurück

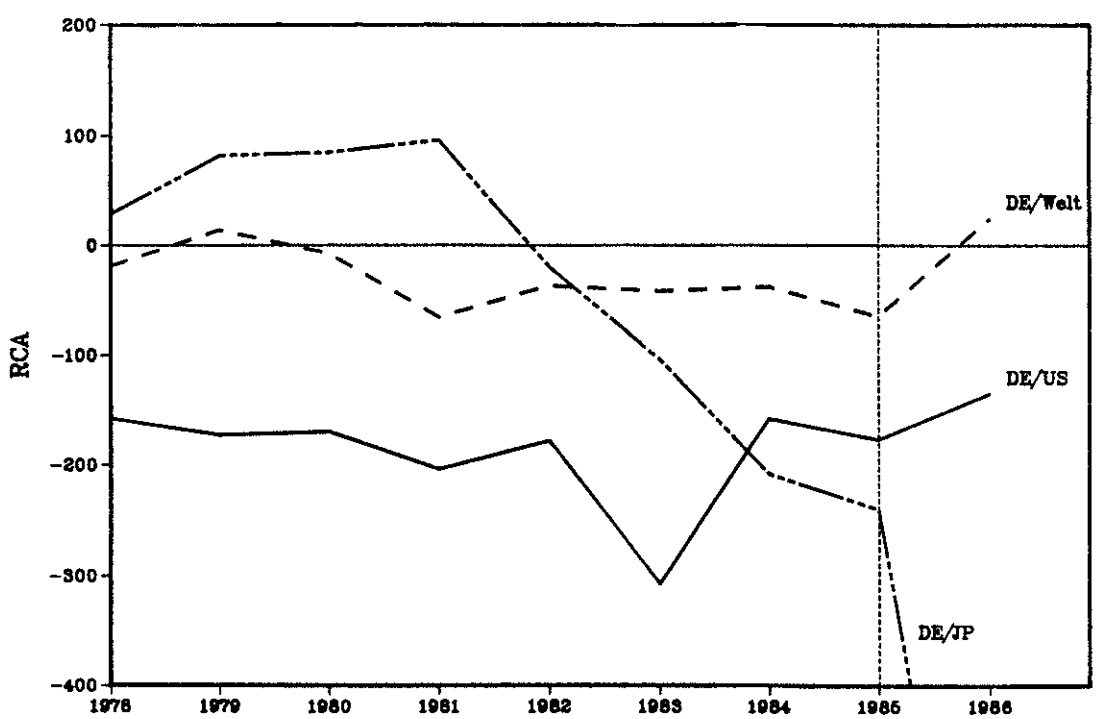
Abbildung 9.6-2: Lieferanteile von Photozellen 1978 bis 1985 und von Solarzellen 1986 aus den Vereinigten Staaten und Japan in die Bundesrepublik Deutschland in %



und ist auf die herausragende Stellung Japans auf dem enger definierten Gebiet der Solarzellen zurückzuführen. Japan erreicht 1986 mit einem Lieferanteil von 19,9 % für Solarzellen fast den Anteil der USA, der für Solarzellen 23,5 % beträgt und sich damit vom 1985er Wert für alle Photozellen kaum unterscheidet.

Auch in der RCA-Analyse (vgl. Abbildung 9.6-3) für den weltweiten Handel der Bundesrepublik sowie für den bilateralen Handel mit den USA und mit Japan spiegelt sich der Verlauf der oben geschilderten Ausfuhr-Einfuhr-Relationen wieder. Allerdings wird aus Abbildung 9.6-3 deutlich, daß, was den weltweiten Handel der Bundesrepublik betrifft, im Durchschnitt der Jahre die Photozellen keine herausragende Stellung unter den übrigen Ausfuhrgütern einnahmen. Lediglich 1979 ergab sich ein knapp positiver RCA-Wert. Erst in der WA-Abgrenzung von 1986 kann aufgrund des positiven RCA-Wertes die stärkere internationale Wettbewerbsposition für Solarzellen gegenüber den übrigen Photozellen aus der Bundesrepublik festgestellt werden.

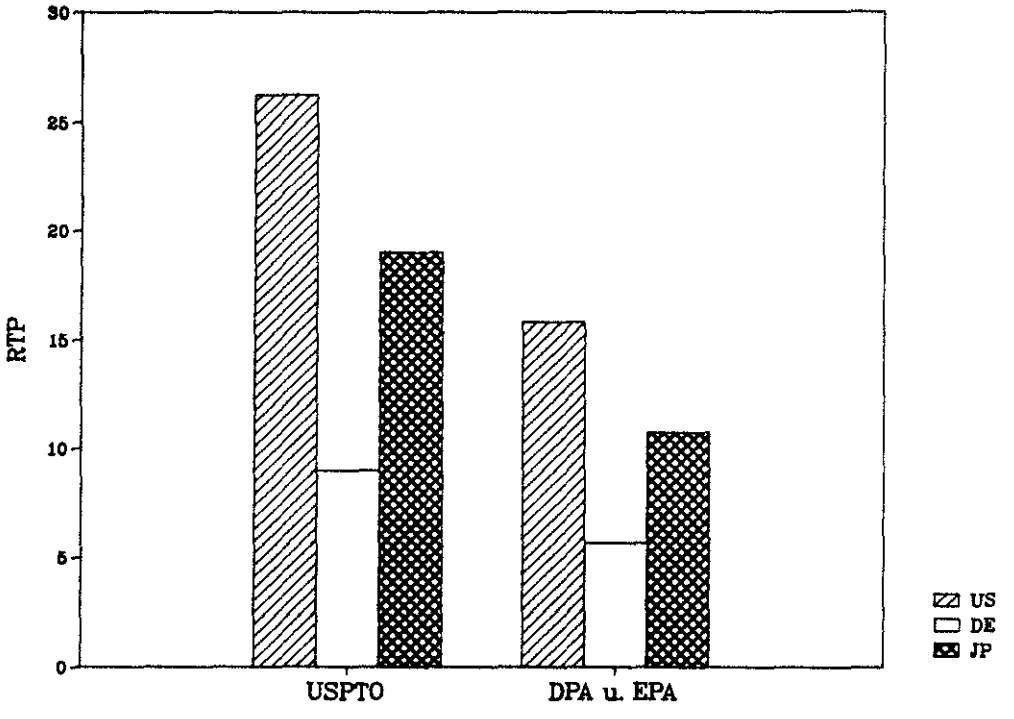
Abbildung 9.6-3: RCA-Indikator für den Außenhandel der Bundesrepublik Deutschland gegenüber der ganzen Welt sowie bilateral gegenüber den Vereinigten Staaten und Japan mit Photozellen 1978 bis 1985 und Solarzellen 1986



Im Handel mit Japan nehmen die Photozellen bis 1981 eine stärkere Position als die übrigen Exportgüter ein, sind aber seit 1982 nur noch schwach vertreten. 1986 ist der RCA-Wert aufgrund der nicht vorhandenen Ausfuhr von Solarzellen nach Japan nicht anzugeben.

Für den Handel mit den USA zeigt der über den Beobachtungszeitraum durchweg negative RCA-Wert, daß das Angebot an Photozellen für die USA im Verhältnis zu den übrigen Exportangeboten der Bundesrepublik nur von geringer Attraktivität ist. Geringfügig besser bezüglich des RCA-Wertes stehen die Solarzellen gemäß der WA-Abgrenzung von 1986 unter allen Photozellen da.

Abbildung 9.6-4: Relative technologische Position (RTP-Indikator) bei Solargeneratoren 1982 für die zwei Patentbestimmungsländer USA und Bundesrepublik Deutschland



Ein aussagekräftiger Vergleich der Produktionswerte mit den Zeitreihen der Patentstatistik erscheint aufgrund der mangelnden Datenkompatibilität nicht möglich. Lediglich die Außenhandelsdaten für Solarzellen aus dem Jahr 1986 können mit den Zahlen der Patentstatistik sinnvoll in Verbindung gebracht werden. Geht man von einem Vorauseilen der Patentieraktivität um vier Jahre gegenüber der Marktdurchsetzung aus, so erscheinen die RTP-Werte von 1982 für

eine punktuelle Gegenüberstellung mit den Außenhandelsergebnissen von 1986 geeignet (vgl. hierzu Abbildung 9.6-4; für andere Zeitvorläufe ergeben sich keine wesentlich veränderten Relationen).

Die USA liegen zwar mit ihren RTP-Werten sowohl für den US- als auch für den westdeutschen Markt an der Spitze, die RTP-Werte des an zweiter Stelle folgenden Japan sind jedoch gemessen an seiner gegenüber den USA geringeren Wirtschaftskraft beachtlich. An dritter Position liegt, wie aus den Wirtschaftsdaten zu erwarten war, die Bundesrepublik. Zwar ist die Datenbasis mit Außenhandelszahlen nur aus einem Beobachtungsjahr nicht ausreichend, um damit einen systematischen Zusammenhang zwischen Patentstatistik und Wirtschaftsstatistik zu begründen, aber immerhin ergibt sich aus den Patentaktivitäten der dem Jahr 1986 vorausgehenden vier Jahre kein Widerspruch zu den sich aus Lieferanteilen und RCA-Werten von 1986 ausdrückenden internationalen Marktverhältnissen.

Ein anderer Ansatz, trotz mangelnder Wirtschaftsdaten zu Regressionen zu kommen, besteht darin, die Patenterhebung über die Solargeneratoren hinaus auszuweiten und den ökonomischen Kategorien anzupassen. Aus diesem Grunde wurden Zeitreihen für RTP- und RTA-Indikator für Photozellen insgesamt erhoben. Hierin machen die Solarzellen nur einen kleinen Anteil aus. Obwohl von der verbalen Beschreibung der jeweiligen Kategorien her nunmehr eine gute Übereinstimmung zu den Wirtschaftsstatistiken gegeben sein sollte, ist die Abgrenzung im einzelnen doch nicht genau genug bekannt. Aus diesem Grunde kann nicht von vorneherein davon ausgegangen werden, daß nunmehr Übereinstimmung im Definitionsbereich der Patentanalyse und in den Kategorien der Wirtschaftsstatistik besteht.

Tabelle 9.6-3 zeigt das Ergebnis der Regressionsanalyse. Es wurden die gleichen Zusammenhänge auf Korrelation untersucht wie in den anderen Technikgebieten. Das Ergebnis insgesamt ist, wie zu erwarten war, etwas enttäuschend, indem eine hochsignifikante Korrelation lediglich für den Lieferanteil Japans in die Bundesrepublik gefunden wird. Schwach signifikant korrelieren noch der RCA-Indikator für den bilateralen Ausfuhrüberschuß zwischen der Bundesrepublik und Japan sowie das Verhältnis der Lieferanteile der Vereinigten Staaten und Japans in die Bundesrepublik. Offenbar sind alle bilateralen Wirtschaftsbeziehungen mit Japan in einen Zusammenhang mit Patentaktivitäten zu bringen, aber die Inlandsproduktion, der weltweite Handel der Bundesrepublik sowie die

bilateralen Beziehungen zu den Vereinigten Staaten nicht. Auch ist eine gute Anpassung der Patentrecherchen an die beiden vorgegebenen Wirtschaftskategorien nicht gleichzeitig möglich, denn die Produktionsstatistik betitelt die entsprechende Meldenummer mit "optoelektronische Halbleiterbauelemente", das Außenhandelsverzeichnis die entsprechende Kategorie mit "Photozellen und Phototransistoren". Insofern dürfte die Patentstatistik, die neben den Solarzellen nur alle Photozellen einbezieht, immer noch nicht hinreichend sein.

Tabelle 9.6-3: Ergebnis der Regressionsanalyse zwischen Patent- und Wirtschaftsindikatoren auf dem Gebiet der Photozellen

Regressionsvariablen	Alle Patente für Photozellen inklusive Solarzellen
Produktion, RTP(DE)	-
RCA(DE/Welt), RPA(DE)	-
RCA(DE/US), RTP(DE/US)	-
RCA(DE/JP), RTP(DE/JP)	+
LA(US), RTP(US/DE)	-
LA(JP), RTP(JP/DE)	+++
LA(US/JP), RTP(US/JP)	+

hoch signifikant: +++, signifikant: ++, schwach signifikant: +,
nicht signifikant: -, nicht untersucht: 0

Tabelle 9.6-4: Zeitlicher Vorlauf der Erfindungstätigkeit vor Produktion und internationalem Marktergebnis auf dem Gebiet der Photozellen

Regressionsvariablen	Alle Patente für Photozellen inklusive Solarzellen
RCA(DE/JP), RTP(DE/JP)	2 bis 4 Jahre
LA(JP), RTP(JP/DE)	2 Jahre
LA(US/JP), RTP(US/JP)	2 Jahre

Tabelle 9.6-4 zeigt für die drei signifikanten Korrelationen, welcher zeitli-

che Vorlauf sich daraus ergibt. Auch bei Photozellen läuft das Ergebnis darauf hinaus, daß Patentindikatoren zwei Jahre oder etwas mehr vorlaufen. Ob dies auch für Solarzellen gilt, kann nicht gesagt werden.

9.7 Synopse von Patent- und Wirtschaftsindikatoren

Die Überprüfung der verfügbaren wirtschaftsstatistischen Datenbasis ergab, daß gegenwärtig nur bei einzelnen Waren- bzw. Meldenummern eine adäquate Abgrenzung bezüglich technisch definierter Güter möglich ist. Um eine Verknüpfung technischer und ökonomischer Indikatoren zu ermöglichen, wurden die jeweils nächstliegenden Zuordnungen vorgenommen, die Gesamtheit der zu einer Saldierungsnummer gehörenden Ziffern also nicht beachtet. In zwei Fällen wurde die Patenterhebung so erweitert, daß sie etwas besser zu den gegebenen Wirtschaftsstatistiken paßt. Allerdings werden dann Aussagen über das eigentlich interessierende, hier vorgegebene Technikfeld nicht mehr möglich. Zurückgegriffen wurde auf die Gegenüberstellung der Systematiken des Statistischen Bundesamtes sowie wegen der Zuordnung zum Teil auf Angaben von Herstellerfirmen. Warum bei den einzelnen Waren- und Meldenummern von WA und GP erhebliche Unschärfen bestehen und warum insbesondere der Produktionswert häufig sowohl die Ein- wie auch die Ausfuhren deutlich unterschreitet, konnte nicht vollständig aufgeklärt werden. Aufgrund der Berechnungen der Standardpreise der technisch definierten Güter war es möglich, abzuschätzen, in welchem Umfang das in Frage stehende Produkt in einer zu groß definierten Produktgruppe vertreten ist.

Im einzelnen bleibt festzustellen, daß im Falle der Industrieroboter für die Bahnschweißroboter in der ausgewählten Warengruppe der Außenhandelssystematik ("Lichtbogen-Schweißautomaten") für einige Industrieländer sowie für die Punktschweißroboter im Güterverzeichnis für die Produktionsstatistik ("Widerstands-Schweißautomaten") eher noch die geringsten Zuordnungsschwierigkeiten gegeben sind. Bei den beiden anderen gewählten Roboter-Anwendungsfällen ist die Aussagefähigkeit ebenso begrenzt wie im Falle der Biokatalysatoren. Dagegen ist für Solarzellen (allerdings nur im WA und erst seit 1986) sowie für Laser (im GP und WA) die Kompatibilität zwischen Patentindikatoren und ökonomischen Indikatoren offenbar gegeben. Es ist zu erwarten, daß in der amtlichen Statistik in den nächsten Jahren eine weitere Disaggregierung der dargebotenen ökonomischen Daten erreicht wird, so daß zukünftige Analysen dieser Art tendenziell günstigere Voraussetzungen vorfinden werden.

Vor diesem Hintergrund ist es außerordentlich überraschend, daß eine große Zahl signifikanter Zusammenhänge auch für diejenigen Analysefälle gefunden wurde, für welche die Abgrenzung in Patent- und Wirtschaftsstatistik nicht gut in Übereinstimmung ist. Damit ist gezeigt worden, daß bei genügender Disaggregierung der Daten statistisch signifikante Zusammenhänge zwischen Patentindikatoren und Wirtschaftsindikatoren bestehen. Allerdings sind günstigerweise verschiedene Patent- und verschiedene Wirtschaftsindikatoren nebeneinander zu verwenden, weil einige nicht bekannte Störgrößen sowie zeitliche Schwankungen in der Datenbasis bei den jährlichen Angaben immer wieder den einen oder anderen Einzelindikator belasten. Wie Tabelle 9.7-1 zeigt, sind 10 der 45 Analysefälle schwach signifikant, 9 haben sich als signifikant und 5 als hochsignifikant herausgestellt. Insgesamt führten mehr als die Hälfte der Analysefälle zu einem signifikanten Ergebnis.

Tabelle 9.7-1: Gegenüberstellung der signifikanten Ergebnisse aus allen Analysefällen in den vier ausgewählten Technologiegebieten nach Regressoren (Patentindikatoren) oder Regressanden (Wirtschaftsindikatoren)

Regressoren bzw. Regressanden	Analyse-fälle	schwach signifikant	signifikant	hoch signifikant
RPA (DE)	5	2	1	0
RTP (DE)	5	2	1	0
RTP (DE/anderes Land)	28	3	5	4
RTP (US/JP)	7	3	2	1
Produktion (DE)	5	2	1	0
RCA (DE/Welt)	5	2	1	0
RCA (DE/anderes Land)	14	1	4	2
LA (eines Landes)	14	2	1	2
LA (US/JP)	7	3	2	1
Summe Variablen eines Typs	45	10	9	5
in Prozent	100	22	20	11

Tabelle 9.7-2: Synoptische Aufstellung der regressionsanalytisch gefundenen zeitlichen Vorläufe der Patentindikatoren vor den Wirtschaftsindikatoren nach Technologien

Technologie	Wahrscheinlichster zeitlicher Vorlauf in Jahren	Bereich der korrelierenden Zeitvorläufe in Jahren
Industrieroboter	2	1 - 4
Roboter ohne Steuerung	2	1 - 4
Laser inkl. Anwendungen	4	4*
Laserstrahlquellen ohne Diodenlaser	3	1 - 4
Technische Enzyme	2	1 - 3
Immobilisierte Enzyme	2	1 - 3
Photozellen inkl. Solarzellen	2	2 - 4
Forschungsintensive Stichprobe	2 (bis 4)	1 - 4

*) nur ein signifikantes Ergebnis

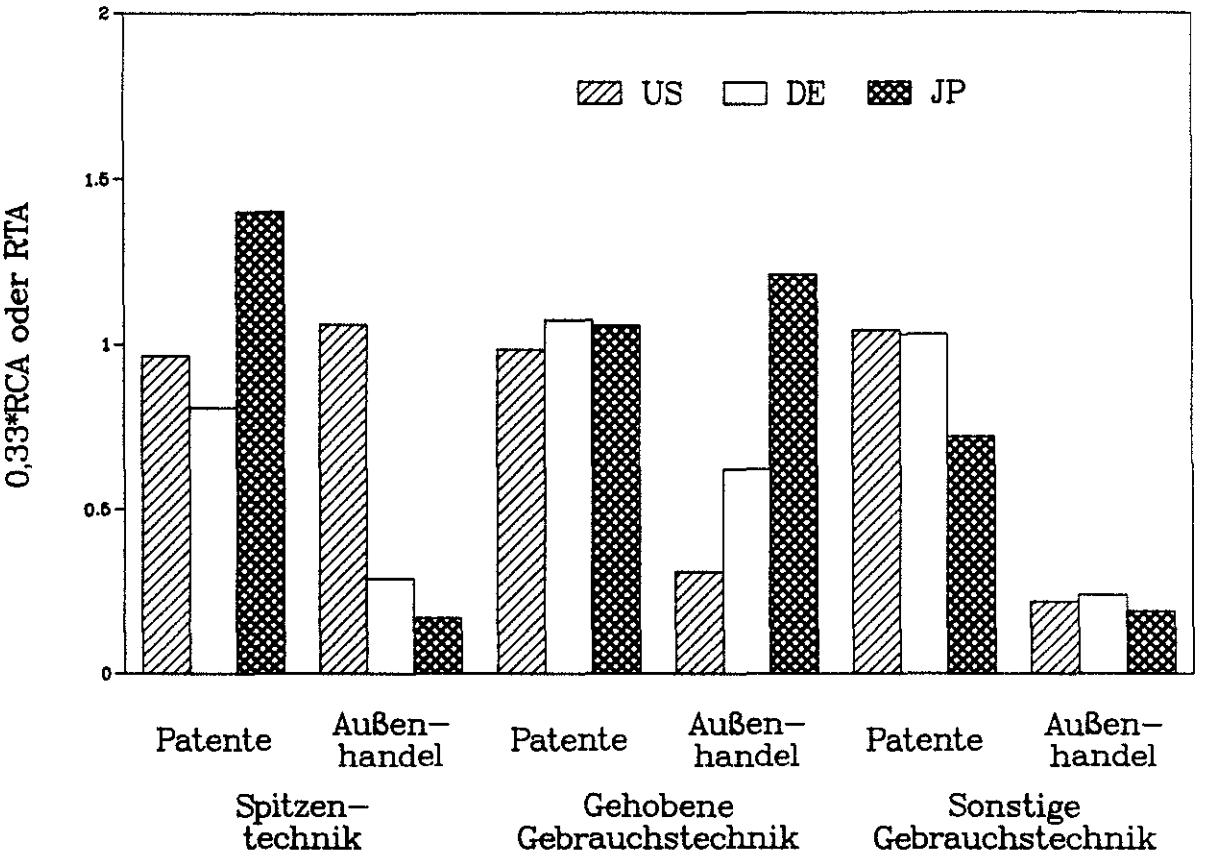
Als besonders stark hat sich der Zusammenhang zwischen dem Verhältnis zweier RTP-Werte, also dem Verhältnis der technologischen Positionen zweier Länder, und dem Verhältnis zweier Lieferanteile erwiesen. Ebenfalls konnte streng gezeigt werden, daß die Patentindikatoren einen zeitlichen Vorlauf vor den Wirtschaftsindikatoren haben. Der Vorlauf ist je nach Technologie etwas unterschiedlich, wie Tabelle 9.7-2 zeigt. Für die gesamte forschungintensive Stichprobe kann von einem Vorlauf von zwei bis höchstens drei Jahren ausgegangen werden. Die in besonderem Maße von der Hochschulforschung abhängige Entwicklung der Lasertechnik scheint einen größeren Zeitraum zwischen Erfindung und Markterfolg zu benötigen als die anderen untersuchten Technologien. Die Aussagen beziehen sich im wesentlichen auf die Außenhandelsindikatoren, da bezüglich der Produktionsstatistik nur drei signifikante Ergebnisse vorliegen. Diese drei Fälle zeigen an, daß die Produktion nicht früher als der Außenhandel von neuen Erfindungen beeinflußt wird:

Eine der grundlegenden Hypothesen der vorliegenden Untersuchung war, daß die Patentanalyse ihren wirklichen Wert erst dann erreicht, wenn möglichst auf der Ebene einzelner Technologien analysiert wird. Die gefundenen signifikanten Zusammenhänge zwischen Patentstatistik und Wirtschaftsstatistik zeigen klar, daß die Hypothese berechtigt war. Die verwirrenden, sich teilweise widersprechenden Ergebnisse, die in der Literatur für Branchen bzw. die Gesamtwirtschaft und die gesamte Patentaktivität vorgelegt wurden, haben keine Entsprechung auf der einzeltechnologischen Ebene. Allerdings kann nicht jeder beliebige Patentindikator mit jedem Wirtschaftsindikator einen interpretierbaren Zusammenhang ergeben, weil auf der tiefen Disaggregationsstufe der Einfluß von nicht näher bekannten Störvariablen erheblich ist und immer wieder einzelne Indikatoren in Mitleidenschaft zieht. Daher ist es vorteilhaft, auf jeder Seite mit einem Kranz von ausgewählten Indikatoren zu arbeiten und die Ergebnisse aus der Zusammenschau dieser Indikatoren abzuleiten.

Nachfolgend soll noch einmal gezeigt werden, daß bei höherer Aggregierung die Schärfe der Aussage verloren geht. Dazu werden wie in den Abschnitten 6, 7.7 und 8.6 die Außenhandelsdaten wie die Patentdaten nach den Kategorien der Forschungsintensität dreifach gegliedert. Das Ergebnis veranschaulicht Abbildung 9.7-1. Es ist darauf erkennbar, daß die starke Patentaktivität japanischer Unternehmen in der Spitzentechnik mit nicht entsprechend günstigen Ergebnissen im Außenhandel einhergeht, so daß in diesem Bereich nur die relativen Positionen der Bundesrepublik und der USA übereinstimmen. Bezüglich der gehobenen Gebrauchstechnik unterscheiden sich die Patentaktivitäten der drei Länder nur geringfügig, die Außenhandelsergebnisse aber erheblich. Bezüglich der sonstigen Gebrauchstechnik ist das Außenhandelsergebnis der drei Länder praktisch gleich; Japan erreicht dies aber mit einer deutlich geringeren Anzahl von US-Patenten in diesem Bereich. Die vorliegende Analyse gibt denjenigen Autoren recht, die eine Korrelation zwischen Wirtschafts- und Patentdaten auf höherer Aggregationsstufe eher skeptisch beurteilen.

Abschließend wird ein Zusammenhang zwischen dem Patentvolumen am amerikanischen Patentamt und dem Wirtschaftswachstum geprüft. Das Wirtschaftswachstum wird dabei wie üblich über das Bruttoinlandsprodukt (in konstanten Preisen von 1980) erfaßt, die US-Patente sind in absoluten Zahlen gegeben. Abbildung 9.7-2 veranschaulicht das bekannte sehr hohe Niveau der Vereinigten Staaten bezüglich beider Indikatoren, was insbesondere für die Patente nicht erstaunlich ist, da es sich hierbei um Inlandspatente handelt. Insbesondere in den

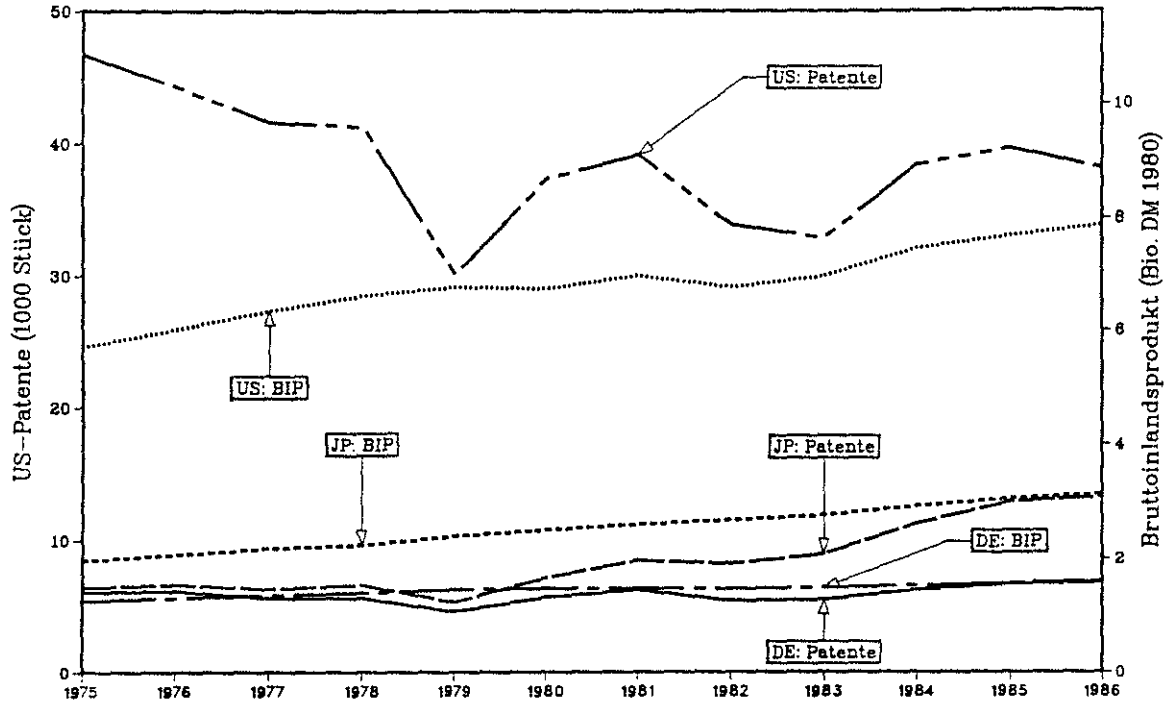
Abbildung 9.7-1: Gegenüberstellung von Patent- und Außenhandelsindikatoren für die gesamte Volkswirtschaft nach dem Charakteristikum der Forschungsintensität (Quellen: USPTO/TAF, NIW, ISI)



siebziger Jahren war die Inlandspatentieraktivität in den Vereinigten Staaten deutlich größer als die Auslandspatentieraktivität anderer Länder, wenn man auf das Bruttoinlandsprodukt normiert. Diese wegen des Inländervorteils nicht erstaunliche Tatsache hat sich bis 1986 weitgehend aufgelöst; heute erreicht die Zahl der amerikanischen Inlandspatente, wenn man auf die Größen der Volkswirtschaften normiert, fast nur noch die Zahl der Auslandspatente der Bundesrepublik und Japans. Diese Verschiebungen verdeutlichen auch die Problematik von Patentvergleichen zwischen Volkswirtschaften in einzelnen Jahren oder über längere gemittelte Zeiträume (1977 respektive 1963 bis 1977 bei Soete 1987).

Bundesdeutsche Auslandspatente haben sich mäßig gesteigert, jedenfalls etwa gleichmäßig mit dem Wirtschaftswachstum. Aus diesem Grunde wurden - quasi als Index - in der Abbildung 9.7-2 die beiden Ordinaten so justiert, daß sich

Abbildung 9.7-2: US-Patente und Wirtschaftswachstum der Vereinigten Staaten, Japan und der Bundesrepublik 1975 bis 1986 (Ordinaten so, daß Schnittpunkt für die Bundesrepublik im Jahr 1985)



die bundesdeutschen Kurven im Jahr 1985 schneiden. Besonders auffällig ist das Patentierverhalten japanischer Unternehmen. Während die Auslandspatentieraktivität in den Vereinigten Staaten in den siebziger Jahren konstant war, ist sie seitdem sehr stark angestiegen und entspricht heute etwa dem Wert (bezogen auf das Wirtschaftsvolumen), der in der Bundesrepublik schon immer bestanden hat. Es handelt sich hier eindeutig um einen Nachholeffekt der japanischen angewandten Forschung, der Ende der siebziger Jahre eingesetzt hat und - wenn die Anzeichen nicht trügen - inzwischen verlangsamt verläuft. Jedenfalls kann aus der Abbildung entnommen werden, daß zunächst die japanische Wirtschaft erstarkt ist (im wesentlichen durch Übernahme ausländischer Erfindungen und Lizenzen). Erst nachdem sich eine aus der gestiegenen Wirtschaftskraft abzuleitende Prosperität der Unternehmen ergeben hatte, haben sich diese verstärkt eigener angewandter Forschung und Entwicklung zugewendet. Wirtschaftliche Prosperität erscheint in diesem Sinne nicht als Folge eigener Patentaktivität, sondern als Ursache. Allerdings handelt es sich im

10. SCHLUSSBETRACHTUNG: INDIKATOREN FÜR WISSENSCHAFT, TECHNIK UND WIRTSCHAFT

In der vorliegenden Arbeit sind - gemäß der zugrunde liegenden Fragestellung - verschiedene Patentindikatoren entwickelt und ausführlich dargestellt worden. Andere Indikatoren für die Strukturbeobachtung in Wissenschaft, Technik und Wirtschaft sind vergleichsweise kurz abgehandelt worden. Sie wurden mit dem Zweck, Vergleichsdaten zu den Patentindikatoren zur Verfügung zu haben, eingeführt, aber nicht mit der Absicht, ihre Gültigkeit grundsätzlich zu hinterfragen und sie methodisch weiterzuentwickeln, wie dies für Patentindikatoren geschah. In diesem Sinne enthält Abschnitt 6 Darlegungen zu den Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen, Abschnitt 7 bibliometrische und Abschnitt 8 technometrische Indikatoren und schließlich Abschnitt 9 ökonomische Maße für Produktion und Außenhandel.

Eine große Zahl weiterer Indikatoren für Wissenschaft, Technik und Wirtschaft ist denkbar und vorgeschlagen worden (siehe etwa Kodama 1987, 85). Hierbei sind insbesondere Statistiken über das in Forschung und Entwicklung tätige Personal sowie Investitionen in neue Anlagen zu nennen, die nicht unter die Aufwendungen für Forschung und Entwicklung fallen. Ferner spielt üblicherweise die Patent- und Lizenzbilanz (technologische Zahlungsbilanz) eine Rolle. In einem Beitrag zur allgemeinen Problematik von Forschungs-, Technik- und Wirtschaftsindikatoren wäre den entsprechenden Statistiken Rechnung zu tragen. In der vorliegenden Untersuchung standen jedoch technikspezifische Angaben im Zentrum des Interesses, so daß technologisch nicht differenzierende Ausführungen zurücktreten.

Auch in diesem Schlußkapitel wird nur technikspezifisch argumentiert. Daher muß der Einschluß von Indikatoren zur technologischen Zahlungsbilanz unterbleiben: Die Lizenzbilanz ist für technologiespezifische Fragestellungen praktisch nicht brauchbar, da der Zerlegungsgrad nicht hinreicht. Sofern überhaupt eine Zerlegung erfolgt, bezieht sie sich in der Bundesrepublik auf 7 Sektoren der Volkswirtschaft (die entsprechende Statistik wird von der Deutschen Bundesbank erstellt). Die entsprechende US-Statistik (vom Department of Commerce in Washington geführt) unterscheidet 11 Wirtschaftszweige, enthält aber neben der technologischen Zahlungsbilanz auch Gebühren für Fernseh- und Kinofilme. Ferner ist zu beachten, daß Lizenzen zwischen verflochtenen Firmen nicht zu Marktpreisen gehandelt werden. Es wäre von vorneherein ein aussichtsloses Unterfangen gewesen, technologiespezifische Patent- und

Lizenzbilanzen zu erstellen.

Neben jegliche Wissenschafts-, Technik- und Wirtschaftsindikatoren ist die abgewogene Expertise von Fachleuten zu stellen, um von den Zahlen nicht fehlgeleitet zu werden (Grupp 1987, 34). Dies ist wegen des begrenzten Forschungsvolumens der vorliegenden Arbeit bezogen auf die Patentindikatoren nur in eingeschränktem Ausmaß unternommen worden: Fachleute vom deutschen, europäischen, japanischen und US-amerikanischen Patentamt wurden zur Validität von Patentindikatoren befragt. Ferner wurden mit ihrer Hilfe einige Unklarheiten, Unstimmigkeiten und widersprüchliche Sachverhalte aufgeklärt. Auch wurden einige Gespräche mit Sachkennern aus dem patentanwaltlichen Bereich geführt, eine systematische Befragung von Industrieexperten unterblieb aber. Dies ist dadurch gerechtfertigt, daß bei der Erhebung technometrischer Kennzahlen in einem anderen Projekt des Instituts (Grupp, Hohmeyer, Kollert, Legler 1987) eine ausführliche Befragung von Industrieexperten in den ausgewählten Gebieten (200 Personen in der Bundesrepublik, den Vereinigten Staaten und Japan) erfolgte. Der kollektive Sachverstand, der aus diesen Gesprächen hervorging, ist in die Erhebung und Bewertung der technometrischen Indikatoren (siehe Abschnitt 8) eingeflossen. Auf diese Weise sind die vorliegenden Patentindikatoren indirekt auch anhand von industriellem Sachverstand überprüft worden.

Während der vorliegende Bericht sich überwiegend Patentindikatoren widmet, wird in diesem Schlußkapitel jedem der möglichen Indikatoren gleiches Gewicht gegeben. Über die verschiedenen Indikatortypen hinweg werden Fragen der technikspezifischen Datenverfügbarkeit und der inhaltlichen Entsprechung der Indikatoren behandelt. Zunächst wird aber eine einfache Typologie der Indikatoren für Forschung, Technik, Innovation und Wirtschaft vorgeschlagen (die in folgendem FuE-Indikatoren heißen und in einem weiteren Sinne die wirtschaftlichen Erträge von Forschung und Entwicklung enthalten sollen).

Die Entwicklung von FuE-Indikatoren ist kein Selbstzweck, sondern wird aus einem Informationsbedürfnis heraus betrieben. Hinter den meisten Fragestellungen an FuE-Indikatoren steht das Interesse, die wissenschaftlichen, technischen und innovatorischen Aktivitäten einzelner Firmen, Wirtschaftszweige, Institutionen, Gruppen oder Länder zu erfahren. Indikatoren können nicht allen Zwecken gleichzeitig dienen: je nach technologischer Spezifität, Aggregationsniveau, Art des Indikators und Qualität der zugrunde liegenden Datenba-

sis muß die Beantwortung gewisser Fragen jeweils unterbleiben. Von daher ist es naheliegend, eine Typologie von FuE-Indikatoren nach den jeweiligen Zwekken zu versuchen.

Kodama (1987, 70ff) hat vorgeschlagen,
- berichtende Indikatoren,
- vergleichende Indikatoren und
- bewertende Indikatoren

zu unterscheiden. Demnach haben berichtende Indikatoren die Aufgabe, verschiedene Aspekte gegenwärtiger FuE-Aktivitäten so genau wie möglich zu messen. Für diesen Zweck ist es wichtig, die richtigen Indikatoren auszuwählen, die den jeweils in Frage stehenden Aspekt der Forschung und Entwicklung möglichst verzerrungsfrei abbilden. Inkonsistenzen zwischen den verschiedenen Indikatoren können dabei durchaus in Kauf genommen werden, d.h., ein fragmentarisches Herangehen ist zulässig und die Betrachtung von Zusammenhängen zwischen Indikatoren kann unterbleiben. Trendfortschreibung ermöglicht eine Vorausschau auf dem jeweils fragmentierten Bereich von FuE-Aktivitäten, den der Indikator erfaßt.

Um von berichtenden zu vergleichenden Indikatoren zu gelangen, müssen die fragmentarischen Kontexte der individuellen Indikatoren im Hinblick auf ein strukturelles Netzwerk organisiert werden. Dies erfordert insbesondere eine Integration der mehr oder weniger zufällig (z.B. aufgrund der Datenverfügbarkeit) ausgewählten Indikatoren in ein umfassenderes Indikatorensystem. Wenn die gewünschten Vergleiche sich auf die zeitliche Entwicklung beziehen, sind Zeitreihen zu erheben, was in dem Beobachtungsintervall gleichartige Abgrenzungen und Datenquellen erfordert. Bezieht sich der Vergleich auf verschiedene Länder, Regionen oder Institutionen, so ist sicherzustellen, daß die jeweiligen Abgrenzungen sich entsprechen und die Daten miteinander korrespondieren. Mit Hilfe vergleichender Indikatoren lassen sich über Trendfortschreibungen hinaus Prioritätssetzungen, Defizitbestimmungen u. dgl. fundieren.

Bezüglich der bewertenden Indikatoren werden Relationen zwischen Indikatoren, im Idealfall Kausalrelationen, benötigt. Kodama (1987, 85) läßt neben strengen Kausalrelationen zwischen einzelnen Indikatoren auch ein sogenanntes Kaskadensystem zu, das kausale Relationen nur zwischen Untergruppen von Indikatoren verlangt, etwa zwischen den Gruppen von Indikatoren, die sich mit der

FuE-Infrastruktur, und denjenigen, die sich mit FuE-Ergebnissen befassen. Im Abschnitt 8 dieser Arbeit ist ebenfalls eine solche Kaskadenstruktur vorgeschlagen worden, die nicht auf strenge Kausalität zwischen einzelnen Indikatoren, aber doch auf die Aufeinanderfolge von Stadien und damit auf frühe und späte Indikatoren hinweist (vgl. Abbildung 8-1). Ein vollständiges System aus bewertenden Indikatoren existiert nach Kenntnis der Autoren nicht; es erforderte mindestens einen vollständigen regressionsanalytischen Nachweis aller inneren Zusammenhänge. Davon ist man - wie auch die vorliegende Arbeit zeigt - noch weit entfernt. Subjektive Experteneinschätzungen sind in den gegenwärtigen Indikatorensystemen daher bis auf weiteres unentbehrlich, um die unvollständigen Brücken zwischen den Indikatoren, ihre geringe gegenseitige Anpassung u. dgl. zu überwinden.

Die Menge der berichtenden Indikatoren ist so groß, daß eine Aufzählung auch nicht annähernd gelingen kann. Die meisten der in der vorliegenden Arbeit enthaltenen FuE-Indikatoren gehören schon zum vergleichenden Typus, insbesondere, wenn Ländervergleiche oder Zeitreihen dargestellt werden. Die Kunstgriffe, die hierfür erforderlich sind und die Schwierigkeiten, die immer noch bestehen, können sehr gut am Beispiel der Patentindikatoren studiert werden: Die Beseitigung des Inlandsvorteils ist nicht trivial, die korrekte Einbeziehung von Marktstrategien, um zu unverfälschten technologischen Ertragindikatoren zu gelangen, gelingt nur im Rahmen von Bandbreiten, aber nicht mehr exakt (vgl. im übrigen Abschnitt 2.3).

Die in den Abschnitten 6 bis 9 dargestellten Zusammenhänge dienen dazu, von den vergleichenden zu bewertenden Indikatoren zu kommen. Ein Etappenziel ist hierbei wohl erreicht worden; jedoch bleiben noch viele Fragen offen. Nicht alle hypothetischen Zusammenhänge zwischen einzelnen Indikatoren sind empirisch bestätigt worden; gleichartige Abgrenzungen sind zum Teil nicht möglich, die Zeitreihen sind häufig zu kurz oder haben einen zu kleinen Überschneidungsbereich. Bezüglich der Anpassungsprobleme hat sich gezeigt, daß Patentrecherchen insofern im Hinblick auf ein System bewertender Indikatoren gut zu gebrauchen sind, als die sehr feine Patentklassifikation zusammen mit einer Stichwortsuche es ermöglicht, Patentstichproben fast beliebig genau an vorgegebene andere Klassifikationen (z.B. die Systematiken für Produktion und Außenhandel) anzupassen. Dasselbe gilt verstärkt für technometrische Indikatoren, bei denen im Erhebungsverfahren industrieller Sachverstand einbezogen wird, so daß eine fast unbegrenzt genaue Zuordnung von Produkt- und Verfah-

rensspezifikationen zu anderen Klassifikationssystemen besteht (beispielsweise können 14 Lasertypen einzeln dargestellt werden, während die Außenhandelsstatistik dafür nur eine Kategorie bereitstellt; selbst die Patentstatistik kann der technometrischen Aufschlüsselung in vielen Punkten nicht folgen). Bezüglich der Forschungsbudget- und Literaturstatistik wurden in der vorliegenden Untersuchung, von einer Ausnahme abgesehen, keine eigenen Erhebungen durchgeführt; die industriellen Forschungs- und Entwicklungsbudgets werden jedoch auch bei vermehrtem Aufwand nicht technologiespezifisch ermittelbar sein. Für Literaturindikatoren sollte eine Auflösungsgenauigkeit erreichbar sein, die nahe an diejenige der Patentstatistik heranreicht; es war jedoch nicht Aufgabe dieses Forschungsprojektes, dies im einzelnen zu zeigen. Bei der Übernahme fremder, nachträglich bezüglich der Recherchenstrategie nicht mehr beeinflußbarer bibliometrischer Datensätze tritt das Zuordnungsproblem zwischen den verschiedenen Indikatoren wieder auf.

Mit Tabelle 10-1 wird ein Überblick über den Entwicklungszustand technologiespezifischer bewertender Indikatoren gegeben. In der Tabelle sind die Erfahrungen aus diesem Projekt reflektiert. Der Entwicklungszustand wird danach beurteilt, ob es gelungen ist, in der vorliegenden Arbeit eine befriedigende Korrespondenz zwischen den Indikatoren herzustellen. Dabei spielt es keine Rolle, ob die Indikatorwerte in die gleiche Richtung zeigen oder sich widersprechen; vielmehr wird nur beurteilt, ob von der klassifikatorischen Abgrenzung und Datenerfassung her eine Relation zwischen den Indikatoren und dem vorgegebenen technologischen Gebiet besteht. Sodann wird beurteilt, in welchen Fällen durch eine sofort mögliche zusätzliche Datenerhebung dieser vorgenannte Entwicklungszustand erreichbar ist. Denn aufgrund der Begrenzung des Forschungsvolumens in dieser Arbeit konnten nicht alle notwendigen Indikatoren selbst erhoben werden, so daß einige diesbezügliche Lücken bleiben mußten, die indessen sofort und ohne weitere Schwierigkeiten geschlossen werden können. In einer weiteren Kategorie werden diejenige Indikatoren benannt, welche durch eine zusätzliche Datenerhebung in naher Zukunft als darstellbar angesehen werden, es aber momentan noch nicht sind. Hierbei spielt eine Rolle, daß einige Klassifikationssysteme in baldiger Zukunft verfeinert werden sollen. Schließlich werden diejenigen Indikatoren ausgewiesen, für die nach gegenwärtiger Einschätzung in absehbarer Zukunft keine technikspezifische Erhebung möglich sein wird.

Tabelle 10-1: Überblick über den Entwicklungszustand technikspezifischer evaluierender Indikatoren

TECHNIK-GEBIET	FuE-BUDGET	PUBLI-KATIONS-RATE	KOZI-TIERUNGS-RATE **)	PATENT-INDI-KATOREN	TECHNO-METRISCHE INDIKATOREN **)	PRODUK-TIONS-WERT	AUSFUHR-INDI-KATOREN
INDUSTRIE-ROBOTER							
ROBOTER-MECHANIK							
LASER-GERÄTE							
LASERSTRAHL-QUELLEN							
HALBLEITER-DIODENLASER							
TECHNISCHE ENZYME							
IMMOBIL. ENZYME							
ENZYM-SENSOREN							
PHOTO-ZELLEN							
SOLAR-GENERATOREN	*)						
KRISTALLINE ZELLEN	*)						
DÜNNE UND AMORPHE ZELLEN	*)						

in dieser Arbeit durchgeführt

sofort erstellbar; Daten erhebbar

zukünftig möglich; Datenverfügbarkeit bald besser

wahrscheinlich in absehbarer Zukunft unmöglich

*) nur für DE, nicht international
**) derzeit keine Zeitreihen

Die Aufstellung in Tabelle 10-1 verdeutlicht, daß die Datenverfügbarkeit bezüglich der technikspezifischen FuE-Aufwandsindikatoren sehr unbefriedigend ist und wohl auch bleiben wird. Daß es ausnahmsweise im Bereich der Photovoltaik gelungen ist, Zeitreihen für die Bundesrepublik Deutschland aufzustellen, liegt ausschließlich daran, daß nach Experteneinschätzung praktisch zu allen industriellen FuE-Projekten mindestens eine kleine öffentliche Finanzierungsbeteiligung vorliegt. Damit werden diese Projekte im entsprechenden öffentlichen Förderungskatalog erwähnt. Aus den staatlichen Förderquoten kann auf die industrielle Eigenbeteiligung hochgerechnet werden. Auch die ökonomischen Statistiken weisen derzeit und in absehbarer Zukunft Lücken auf, die voraussichtlich nicht zu schließen sind. Auch wenn im Jahre 1988 das deutsche Warenverzeichnis für den Außenhandel und das internationale Warenverzeichnis für den Außenhandel verfeinert werden, wird eine aus technischen Gesichtspunkten notwendige Aufschlüsselung nur partiell erreicht werden. Die nationale Außenhandelsstatistik ist hierfür tendenziell am besten geeignet, während die internationale Außenhandelsstatistik, gemessen an der nationalen Klassifikation, erst nach Jahren auf ein gleiches Niveau kommt. Auch die Produktionsstatistik erweist sich in vielen Fällen als technologisch weniger adäquat als die Außenhandelsstatistik. Technometrische Indikatoren lassen bezüglich der technischen Präzision keine Wünsche offen; allerdings liegen derzeit keine Zeitreihen vor, da das Erhebungsverfahren sehr aufwendig ist und daher erst punktuelle Daten für 1982 und 1986 verfügbar sind. Die diversen Patentindikatoren sind in jeder Richtung hin anpaßbar; letztlich liegt dies daran, daß die internationale Patentklassifikation etwa 60 000 Stellen aufweist und gleichzeitig noch eine Stichwortsuche im Abstract möglich ist. Die einfache Publikationsstatistik ist bei Zugrundelegung einer geeigneten Datenbank bis zu dem fachlichen vorgegebenen Disaggregationsgrad erstellbar; die Ko-Zitierungsstatistik ist hingegen immer an die Monopoldatenbank SCI gebunden und kann daher gewisse Ausschlußkriterien nicht überwinden. So fehlen wohl auch zukünftig Forschungsgebiete wie etwa die Robotermechanik, bezüglich derer viele landesspezifische Publikationen in landesspezifischen Zeitschriften vorliegen, die in SCI nicht enthalten sind.

Für zukünftige Arbeiten kann man der Tabelle 10-1 entnehmen, daß das Ausmaß an möglicher Präzision bei der Abgrenzung technischer Gebiete von der Wirtschaftsstatistik bestimmt wird; diese bietet zur Zeit neben der FuE-Budgetstatistik - die für einzeltechnologische Betrachtungen selten in Frage kommt - die engsten Restriktionen. Technometrie und Patentanalyse sowie die einfa-

che Publikationsstatistik sind an die ökonomische Klassifikation eher anpaßbar als umgekehrt. Außerdem kann das sehr effektive Instrument der Stichwortsuche in den Wirtschaftsstatistiken nicht angewendet werden, so daß als alleiniges Klassifikationskriterium die vorgegebenen Wirtschaftssystematiken bleiben.

Tabelle 10-2 verdeutlicht in einer gleichartigen Gliederung wie Tabelle 10-1 nunmehr die Qualität der Übereinstimmung der einzelnen Indikatorwerte gemäß der vorliegenden Arbeit. Naturgemäß kann sich diese Beurteilung nur auf Indikatoren beziehen, die in dieser Arbeit tatsächlich erhoben oder übernommen wurden. Das Ausmaß an Übereinstimmung bei den in Tabelle 10-1 als "sofort nachholbar" bezeichneten Indikatoren ist nicht vorhersehbar und kann auch nicht grob vorausgeschätzt werden. Daher müssen in Tabelle 10-2 die meisten der oben benannten Felder leer bleiben.

Die Symbole in Tabelle 10-2 geben die Übereinstimmung der FuE-, Literatur-, Technometrie- und Wirtschaftsindikatoren mit den Patentindikatoren RTP und RPA an. Dabei wurden die in unterschiedlicher Zahl, Art (Zeitreihenregression, Rangkorrelation) und Qualität in den Abschnitten 6 bis 9 enthaltenen Korrelationen zu einem einfachen Gesamtbild verdichtet. Die Zuordnung der Einzelergebnisse in die Beurteilungskategorien "stark positiv", "schwach positiv", "kein Zusammenhang" und "Widerspruch" erfolgte systematisch; dennoch ist eine derartige Bewertung nicht frei von subjektiven Momenten. Bezüglich der Patentindikatoren vermerkt Tabelle 10-2, wie gut die Indikatoren RPA und RTP ihrerseits mit den anderen Indikatoren korrelieren.

Gegenüber der FuE-Aufwandsstatistik liegt nur ein Untersuchungsfall vor. Die Ergebnisse passen hervorragend zu den Aussagen der Patentindikatoren. Auch im Hinblick auf die Publikationsstatistik konnten nur wenige Fälle betrachtet werden. Sie ergaben jeweils hervorragende Übereinstimmungen mit dem RTP-Maß. Die Ko-Zitierungsstatisik zeigt ein wechselndes Ausmaß an Übereinstimmung mit Patentindikatoren, während der technometrische Indikator bis auf den Fall der Robotermechanik gute bis sehr gute Übereinstimmung mit den Aussagen der Patentstatistik erbringt. Auch die Produktionsstatistik ist mit Ausnahme der immobilisierten Enzyme und der Photozellen in recht guter Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Patentstatistik. Die untersuchten außenhandelsorientierten Maßzahlen verdeutlichen, daß mit Lieferanteilen insgesamt nur ein schwacher Zusammenhang zur Patentstatistik gezeigt werden kann, wobei aber das

Tabelle 10-2: Überblick über das Ausmaß an Übereinstimmung der Patentindikatoren mit den technikspezifischen sonstigen Indikatoren; die Verdichtung der Einzelergebnisse erfolgte einmal aus der Perspektive der Patent-, einmal aus derjenigen aller anderen Indikatoren

TECHNIK-GEBIET	PATENT-AKTIVITÄTS-INDEX RPA	RELATIVE PATENT-POSITION RTP	FuE-BUDGET	PUBLIKATIONS-RATE	KOZITIERUNGS-RATE **)	TECHNOMETRISCHER INDIKATOR **)	PRODUKTIONS-WERT	RELATIVER AUSFUHR-ÜBERSCHUß	LIEFER-ANTEIL
INDUSTRIE-ROBOTER	▨	▨		■	▨	▨	▨	▧	▧
ROBOTER-MECHANIK	▨	▨				▨	■	▨	▧
LASER-GERÄTE	▨	▨		■	▨			▨	▧
LASERSTRAHL-QUELLEN	■	▨		■		▨		■	▧
HALBLEITER-DIODENLASER		▨				▨			
TECHNISCHE ENZYME	▨	▨					▨	▨	■
IMMOBIL. ENZYME	▨	■			▧	■	▨	■	▧
ENZYM-SENSOREN		■				■			
PHOTO-ZELLEN	▨	▧					▨	▨	▨
SOLAR-GENERATOREN	▧	■	*)		■	■	▨	▨	▨
KRISTALLINE ZELLEN		▨				▨			
DÜNNE UND AMORPHE ZELLEN	▨	▨			▨	▨			

■ starker positiver Zusammenhang
▨ schwacher positiver Zusammenhang
▧ kein signifikanter Zusammenhang
▨ Widerspruch

*) nur für DE, nicht international
**) derzeit keine Zeitreihen

Verhältnis der Lieferanteile zweier Länder mit dem entsprechenden Verhältnis der RTP-Indikatoren fast in allen Fällen und sehr hoch korreliert, während der Außenhandelsindikator RCA in einigen Fällen mit der Patentstatistik sehr gut, in anderen Fällen aber ausgesprochen schlecht korreliert.

Aus der gesamthaften Betrachtung der Tabelle 10-2 kann eigentlich nur gefolgert werden, daß die jeweiligen Störeinflüsse je nach technischem Gebiet die Unbrauchbarkeit des einen oder anderen Meßergebnisses verursachen, was sich immer erst im nachhinein feststellen läßt. In der weiteren Arbeit mit Indikatoren empfiehlt sich daher unbedingt, jeweils mit einem Kranz von Indikatoren zu arbeiten. Aus wechselhafter Überein- bzw. Nichtübereinstimmung läßt sich ein dichtes Geflecht von Argumenten ableiten, die schließlich zu einer befriedigenden Interpretation des Geschehens führen. Welche zusätzlichen Möglichkeiten sich aus der Zusammenschau von Indikatoren ergeben, wird hier nicht wiederholt; dies findet sich in den Abschnitten 6 bis 9.

Bezüglich der Frühindikatorfunktion bleibt festzuhalten, daß die Budgetstatistik der Patentstatistik vorauseilt, wie es nicht anders zu erwarten war. Dies konnte nur für den Fall der Photovoltaikforschung belegt werden. Hier ergibt sich ein Vorlauf von zwei Jahren. Die Literatur- und die Patentstatistik sind zeitlich etwa gleichauf, wobei eher ein geringfügiges Voreilen der Patentstatistik beobachtet werden kann. Produktions- und Außenhandelsindikatoren zeigen zwei bzw. drei Jahre später als Patentindikatoren auf Trendänderungen, wobei zu bedenken ist, daß es sich bei den untersuchten Technologien ausnahmslos um solche mit einem hohen Entwicklungstempo handelt.

Insgesamt ergibt sich daraus - obwohl nur wenige Untersuchungsfälle vorliegen und keiner dieser Fälle durchgehend die Zeitverläufe von Budget- bis Wirtschaftsindikator belegt -, daß der Marktertrag der angewandten Forschung und Entwicklung sich vier bis fünf Jahre nach den entsprechenden finanziellen Aufwendungen zeigt. Ein zeitlicher Vorlauf von vier Jahren zwischen FuE-Aufwendungen und internationalem Marktergebnis bei Spitzentechnologien für 13 OECD-Länder ist auch anderweitig belegt (Grupp, Legler 1987, 119ff), so daß die einzeltechnologische Aussage aus diesem Untersuchungsansatz sich in Übereinstimmung mit einer Globalaussage über das Gesamtgebiet der Spitzentechnik befindet.

Daraus folgt, daß der beste einzeltechnologische Frühindikator das FuE-Budget ist, allerdings sind diese Budgets mit Einschluß der industriellen Aufwendungen in der Regel nicht verfügbar. Die öffentlichen Budgets können hierfür keinen Ersatz darstellen, sondern sind nach dem Subsidiaritätsprinzip oft komplementär zum nichtöffentlichen FuE-Aufwand. Der nächstbeste Frühindikator ist die Patentstatistik und die Literaturstatistik. Derartige statistische Daten sind einerseits verfügbar und andererseits so flexibel und fein zu gliedern, daß kaum Wünsche bezüglich der technologischen und ökonomischen Abgrenzung übrig bleiben. Allerdings ist bezüglich der Patentstatistik die Diversität von nationalen Patentgesetzen, bei der Publikationsstatistik die Repräsentativität der Datenbanken bezüglich des außeramerikanischen Raums zu beachten. Ohne Kenntnis über nationale Besonderheiten im Bereich des gewerblichen Rechtsschutzes und ohne Kenntnis der Repräsentativität der Datenbanken sollten derartige Statistiken nicht erstellt werden. Die technometrische Methode zeigt zwar später als die Patentstatistik, aber noch früher als die Wirtschaftsstatistik strukturelle Änderungen auf. Sie ist in diesem Sinn als Frühindikator einzusetzen und hat zudem den Vorteil, einerseits noch feiner aufgeschlüsselte Ergebnisse als die Patentstatistik liefern zu können und andererseits von zum Teil gravierenden Einflüssen durch die nationale und internationale Preisbildung unabhängig zu sein. So gesehen ist die Wirtschaftsstatistik ein später Indikator, allerdings der letztlich entscheidende in einer marktwirtschaftlich verfaßten Gesellschaft. Auch ist nicht jeder temporäre Einbruch immer schon ein andauernder und nicht jeder regionale Absatzrückgang ein flächendeckender. Insofern können die hochentwickelten sensiblen Wirtschaftsindikatoren, die auch in dieser Arbeit herangezogen wurden, durchaus noch früh Kunde von bevorstehenden Strukturänderungen bringen.

LITERATURVERZEICHNIS

Bartels, J.,
Die Vorteile der PCT für den Anmelder, in: Mitteilungen der deutschen Patentanwälte 9, 183 ff, 1983

Basberg, B.L.,
Patents and the measurement of technological change: A survey of the literature, in: Research Policy 16, 131-141, 1987

Basberg, B.L.,
Foreign Patenting in the U.S. as a Technology Indicator, in: Research Policy 12, 227-237, 1983

Beier, F.K.; R.S. Crespi, J. Straus,
Biotechnology and Patent Protection - An International Review, Paris, 1985

Betten, J.,
Der Rechtsschutz von Computer-Software - Einführung in das Thema, in: Mitteilungen der deutschen Patentanwälte 1, 10-14, 1986

Blüm, A.; K.H.Grünthaler, D. Tippelt,
Die finanzielle FuE-Förderung der amerikanischen Bundesregierung mit einer fachlichen Detailanalyse des Bereichs Materialforschung, Battelle-Institut, Frankfurt, 1985

BMFT (Hrsg.),
Pressemitteilung 18/85, Bonn, 1985

BMFT (Hrsg.),
Förderungskatalog, verschiedene Jahrgänge, zuletzt 1986, Bonn, 1987

Bosworth, D.L.,
The transfer of U.S. technology abroad, in: Research Policy 9, 378-388, 1980

Campbell, R.S.; A.L. Nieves,
Technology Indicators Based on Patent Data: The Case of Catalytic Converters, Battelle Pacific Northwest PB 82-146150, Richland, 1979

Carpenter, M.P.; M. Cooper, F. Narin,
Linkage between Basic Research Literature and Patents, in: Research Management XXIII, 30-33, 1980

Congress of the United States,
Federal Support for R&D and Invention, Washington, 1984

Coward, H.R.,
Corporate R&D Profiles, SRI International, Arlington, 1987 (a)

Coward, H.R.,
Assessment of FRG Strengths in a 1984 World Model of Science, SRI International, Arlington, 1987 (b)

Cronin, B.,
The Citation Process, London, 1984

DPA,
Internationale Patentklassifikation, Vierte Ausgabe, 9 Bände, München - Köln - Berlin - Bonn, 1984

Eto, H.; K. Matsui (Hrsg.),
R&D Management Systems in Japanese Industry, Amsterdam - New York - Oxford, 1984

Faust, K.,
Früherkennung technischer Entwicklungen auf der Basis von Patentdaten, ifo-Institut für Wirtschaftsforschung, München, 1987

Faust, K.,
Die technologische Herausforderung Europas im Spiegel der Patentstatistik, in: ifo-Schnelldienst 18, 20-23, 1986

Faust, K.,
Das Innovationspotential der deutschen Industrie im Spiegel der Patentstatistik, in: ifo-Schnelldienst 17-18, 46-53, 1984

Faust, K.; H. Schedl,
Internationale Patentdaten: Ihre Nutzung für die Analyse technologischer Entwicklungen, in: Oppenländer, 151-172, 1984

Faust, K.; H. Schedl,
Internationale Wettbewerbsfähigkeit und strukturelle Anpassungserfordernisse der deutschen Industrie - Band 4 zur Strukturberichterstattung 1983, ifo-Gutachten im Auftrag des BMWi, München, 1983

Freeman, Ch.,
The Economics of Industrial Innovation, London, 2. Auflage, 1982

Friborg, G.,
Persönliche Mitteilung, Stockholm, 1986

Frost, C.O.,
The Use of Citations in Literary Research, in: Literary Quarterly 49, 399-414, 1979

Garnreiter, F.; H. Legler,
Patente und technologische Lücke: Datenbasis und empirischer Befund. In: Dieselben, zur internationalen Wettbewerbsfähigkeit der westdeutschen Chemischen Industrie, FhG-ISI, Karlsruhe, 1980

Gilfillan, S.C.,
The Sociology of Invention, Cambridge - London, 1935; hier zitiert aus der Paperback-Edition, 1970

Goetz, N. von,
Forschungsökonomie in der Luftfahrtindustrie, Forschungsausgaben und Nachfrage als Wachstumsfaktoren in der Luftfahrtindustrie, Diss., Stuttgart, 1970

Gordon, M.D.,
How Authors Select Journals, in: Social Studies of Science 14, 27-43, 1984

Granberg, A.,
A Bibliometric Survey of Laser Research in Sweden, West Germany, and Japan, Research Policy Studies, Discussion Paper No 172, Lund, 1986

Granberg, A.,
A Bibliometric Survey of Fiber-Optics Research in Sweden, West Germany, an Japan, Research Policy Studies, Discussion Paper No 171, Lund, 1985

Greif, S.,
Angebot und Nachfrage nach Patentinformationen - Die Informationsfunktion von Patenten, Göttingen, 1982

Griliches, Z. (Hrsg.),
R&D, Patents, and Productivity, Chicago, 1984

Griliches, Z.,
R&D and Productivity: Measurement Issues and Econometric Results, in: Science 237, 31-35, 1987

Grupp, H. (Hrsg.),
Problems of Measuring Technological Change, Köln, 1987

Grupp, H.; O. Hohmeyer,
Technological Standards for Research - Intensive Product Groups and International Competitiveness, in: van Raan, A.F.J. (Ed.), Handbook of Quantitative Studies of Science and Technology, Amsterdam, erscheint 1988

Grupp, H.; O. Hohmeyer,
A Technometric Model for the Assessment of Technological Standards and Their Application to Selected Technology-Intensive Products, in: Tech. Forecast. Soc. Change 30, 123-137, 1986

Grupp, H.; O. Hohmeyer, R. Kollert, H. Legler,
Technometrie - Die Bemessung des technisch-wirtschaftlichen Leistungsstandes, Köln, 1987

Grupp, H.; O. Hohmeyer, U. Schmoch,
Indikatoren zur Früherkennung von Entwicklungslinien im Innovationsprozess, FhG-Berichte 1, 1987 (a)

Grupp, H.; O. Hohmeyer, U. Schmoch,
Internationale Märkte und Zukunft der Industrieländer, in: Henn (Hrsg.), 839-849, 1987 (b)

Grupp, H.; H. Legler,
Spitzentechnik, Gebrauchstechnik, Innovationspotential und Preise, Köln, 1987

Grupp, H.; A. Schmalenströr,
Atome für den Krieg, Köln, 1983

Hamburg, B.C.,
1983-84 Patent Law Handbook, New York, 1983

Henn, R. (Hrsg.),
Technologie, Wachstum und Beschäftigung, Berlin - Heidelberg, 1987

Herskovic, S.; S. Shalit,
The Meaning of Patents in Israel - A Statistical Survey, Jerusalem, 1986

highTech,
Aufholjagd - Im Wettbewerb der highTech-Nationen machen die Deutschen wieder an Boden gut, in: highTech 0/86, 94-96, 1986

Hitzeroth, G.,
Bibliographie zur Patentinformation, in: Nachrichten für Dokumentation 4/5, 241-247, 1986

Jäger, F. (Hrsg.),
Photovoltaik - Strom aus der Sonne, Karlsruhe, 1986

Japanisches Patentamt (JPO),
Tokkyo cho nenpo (Jahresbericht des Patentamts), Bd. 39 für 1986, Tokio, 1987 (a)

Japanisches Patentamt (JPO),
Interviews mit leitenden Mitarbeitern, Tokio, 1987 (b)

JATES/AIST,
Wagakuni sangyogijutsu no kokusaihikaku, Tokyo, 1982; vgl. auch Grupp (Hrsg.), Japanische Industrietechnologie im internationalen Vergleich, FhG-ISI, Karlsruhe, 2. Auflage, 1985

Johnson, J.C.,
Immobilized Enzymes - Preparation and Engineering - Recent Advances, Park Ridge, 1979

Jonge, A.P. de,
Statistical Evaluation of Patent Applications on Inventions in a Field of Coherent Subjects as a Base for R&D Policy, World Patent Information 4, 55-59, 1982

Kahaner, L.,
Changes Pending for the Patent System, in: High Technology 49, 1983

Kalikow, M.,
Praxis des US-amerikanischen Patent- und Markenamtes, des Europäischen und des Japanischen Patentamts im Vergleich, GRUR Int., 630-640, 1985

Kodama, F.,
A System Approach to Science Indicator, in: Grupp (ed.), 65-87, 1987

Kuntze, U.; P. Müller, R. Pfeiffer, H. Rempp, G. Westermann,
Erfassung und ökonomische Bewertung technologischer Entwicklungstrends auf der Basis des im Deutschen Patentamt vorhandenen Datenmaterials und technologischen Wissens, FhG-ISI, Karlsruhe, 1975

Lawson, W.; J. Myers,
Persönliche Mitteilung, Arlington, 1987

Lester, L.,
Secrecy, Patents, and Proliferation, in: The Bulletin of the Atomic Scientists, May, 35-38, 1981

Mansfield, E.,
Studies of Tax Policy, Innovation, and Patents: A Final Report, Pensylvania, 1985

Mansfield, E.,
R&D and Innovation: Some Empirical Findings, in: Griliches, 141-143, 1984

Martino, J.P.,
Technological Indicators of Market Shift, in: Tech. Forecast. Soc. Change 21, 77-83, 1982

Marwinski, P.; P. Rodatz,
Interviews im Hause Sonderhoff & Einsel, Patentanwälte, Tokio, 1987

Meermann, H.,
Patentschutz in der Biotechnologie: Reformen dringend erforderlich ..., in: Bio Engineering 3, 74-75, 1986

Moed, H.F.; W.J.M. Burger, J.G. Frankfort, A.F.J. van Raan,
The Use of Bibliometric Data as Tools for University Research Policy, in: Grupp, 88-99, 1987

Moed, H.F.; W.J.M. Burger, J.G. Frankfort, A.F.J. van Raan,
The Application of Bibliometric Indicators: Important Field- and Time-Dependent Factors to be Considered, Scientometrics 8, 177-203, 1985

Moed, H.F.; W.J.M. Burger, J.G. Frankfort, A.F.J. van Raan,
On the Measurement of Research Performance: The Use of Bibliometric Indicators, Forschungsbericht, Science Studies Unit, Leiden, 1983

Molewski, K.,
Aufbau, Systematik und Anwendung der Internationalen Patentklassifikation (IPC), München - Köln - Berlin - Bonn, 1986

Narin, F.,
Technological Performance Assessments Based on Patents and Patent Citations, in: Grupp, 107-119, 1987

Narin, F.,
New Approaches to Laboratory and National Assessment: Science and Technology Indicators, European Briefings, Cherry Hill, 1985

Narin, F.; M.P. Carpenter,
Swedish, West German, and Japanese Activity in the U.S. Patent System in the Areas of Laser Technology and Laser Applications, 1975-1983, Report for the National Swedish Board for Technical Development, Cherry Hill, 1985

Narin, F.; E. Noma,
Is Technology Becoming Science? in: Scientometrics 7, 369-381, 1985

Narin, F.; E. Noma, R. Perry,
Patents as indicators of corporate technological strength, in: Research Policy 16, 143-155, 1987

Narin, F.; E. Noma, R. Perry,
Patent Based Indicators of Corporate Technological Strength, Phase I SBIR Report to NSF, 1985

Norman, A.; P. Connell, R. Gisby,
Financial Support for Research and Development Provided by Central Government in the United Kingdom, with a Detailed Analysis of UK Financial Support for R&D in Biotechnology, Arthur D. Little International, London, 1986

Oppenländer, K.H. (Hrsg.),
Patentwesen, technischer Fortschritt und Wettbewerb, Berlin - München, 1984

OTAF,
Patent Profiles - Biotechnology: 1982 Update, Washington D.C., 1983

OTAF,
Technology Assissment & Forecast, Ninth Report, Washington D.C., 1979

Otto, C.,
Wissenschaftstheoretische und empirische Untersuchungen zu ausgewählten Problemen der wissenschaftlichen und technischen Entwicklung auf der Grundlage von Science Citation Index- und Patentanalysen, Dissertation, Humboldt-Universität, Berlin, 1982

Pavitt, K.,
Patent Statistics as Indicators of Innovative Activities: Possibilities and Problems, in: Scientometrics 7, 77-99, 1985

Pavitt, K. (Hrsg.),
Technical Innovation and British Economic Performance, London, 1980

Pavitt, K.; L. Soete,
Innovative Activities and Export Shares: Some Comparisons between Industries and Countries, in: Pavitt, 38-66, 1980

Pioch, B.D.,
Die Bedeutung des Patent- und Lizenzwesens für die wirtschaftliche Entwicklung - Japan und die Bundesrepublik als Beispiele, in: GRUR Int., 610-611, 1982

Projektleitung Energieforschung PLE (Hrsg.),
Jahresbericht über rationelle Energieverwendung, fossile Primärenergieträger, neue Energiequellen, verschiedene Jahrgänge, zuletzt 1985, Bonn, 1986

Rahn, G.,
Die Bedeutung des gewerblichen Rechtsschutzes für die wirtschaftliche Entwicklung: Die japanischen Erfahrungen, in: GRUR Int., 577-598, 1982

Rothwell, R.,
Innovation in Textile Machinery, in: Pavitt, 126-141, 1980

Sanders, B.,
Patterns of Commercial Exploitation of Patented Inventions by Large and Small Corporations, IDEA 8, 51-92, 1984

Schankermann, M.; A. Pakes,
Estimates of the Value of Patent Rights in European Countries During the Post - 1950 Period, in: The Economic Journal 96, 1052-1076, 1986

Scherer, F.M.,
Zusammenhänge zwischen den Forschungs- und Entwicklungsausgaben und Patenten, in: GRUR Int., 425-430, 1982

Schiffel, D.; C. Kitti,
Rates of invention: international patent comparisons, in: Research Policy 7, 324-340, 1978

Schmoch, U.; H. Grupp,
Qualitätsmerkmale von Patenten und Ergebnisse der patentstatistischen Analysen, FhG-ISI, Typoskript, Karlsruhe, 1986

Schmookler, J.,
Invention and Economic Growth, Cambridge, Mass., 1966

Schneider, M.,
Zur Patentanalyse als Prognosemethode - Dargestellt am Beispiel der integrierten Galliumarsenid-Elektronik, in: Wissenschaftswissenschaftliche Beiträge der Sektion Wissenschaftstheorie und -organisation der Humboldt-Universität zu Berlin, Heft 27, 143-153, 1983

Schulte-Hillen, J.; B. von Wietersheim,
Patent-Datenbankführer. Der direkte Draht zu allen Patentdatenbanken weltweit, Düsseldorf 1984

Schumpeter, J.A.,
Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung, Berlin, 1911; 6. Auflage 1964

Seide, G.; S. Lachamp,
Die finanzielle FuE-Förderung der Zentralregierung in Frankreich mit einer fachlichen Detailanalyse "Lasertechnologie", Industrieanlagen - Betriebsgesellschaft, Ottobrunn, 1985

Soete, L.G.,
The impact of technological innovation on international trade patterns: The evidence reconsidered, in: Research Policy 16, 101-130, 1987

Soete, L.G.; S.M.E. Wyatt,
The Use of Foreign Patenting as an Internationally Comparable Science and Technology Output Indicator, in: Scientometrics 5, 31-54, 1983

Statistisches Bundesamt,
Gegenüberstellung des Güterverzeichnisses für Produktionsstatistiken (GP) mit dem Warenverzeichnis für die Außenhandelsstatistik (WA), Stand 1986, Wiesbaden, 1987

Streck, W.R.,
Neue Werkstoffe - Entwicklungstendenzen, Wettbewerbsposition, Aktivitäten der bayerischen Industrie, in: ifo-Schnelldienst 25, 9-18, 1986

Uno, K.,
Recent Trends in R&D and Patents - A Quantitative Appraisal, in: Eto, Matsui, 113-137, 1984

USPTO,
Manual of Classification, Washington, 1984

USPTO/TAF,
Diverse unveröffentlichte Materialien und Listen, Washington, 1987

VDMA,
Statistisches Handbuch für den Maschinenbau, Frankfurt, 1986

Wakasugi, K.,
Patentadministration in Japan: Probleme und langfristiger Ausblick, in: GRUR Int. 11, 657-661, 1984

Warnecke, H.-J.; R.D. Schraft,
Industrieroboter, Katalog 1987, Mainz, 1987

Weingart, P.; M. Winterhager,
Die Vermessung der Forschung, Frankfurt, 1984

Weingart, P.; R. Sehringer, M. Winterhager,
Die deutsche Grundlagenforschung im internationalen Vergleich, Arbeitsbericht, Universitätsschwerpunkt Wissenschaftsforschung, Bielefeld, 1987

Wetzel, E.,
Patentdatenbanken, in: Nachrichten für Dokumentation 4/5, 229-240, 1986

Winterhager, M.,
Persönliche Mitteilungen, Bielefeld, 1987

WIPO,
Standardization among Computerized Search Systems Having Substantial Coverage of Patent Documents, PIF/86/RT/1, Genf, 1986

Yamaguchi, Y.,
Persönliche Mitteilungen, Tokio, 1987