

FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG IN JAPAN – EINE QUANTITATIVE BESTANDSAUFNAHME

Martin HEMMERT

1. EINLEITUNG

Daß die japanische Wirtschaft seit den 50er Jahren in hohem Tempo gewachsen ist und innerhalb kurzer Zeit zu den westlichen Industrieländern aufschloß, ist bekannt. Das Wirtschaftswachstum, d. h. die quantitative Ausweitung der ökonomischen Aktivitäten vollzieht sich jedoch niemals qualitativ neutral, ist immer mit Strukturwandel verbunden. Dies ist kein Zufall; vielmehr ist in einer dynamischen Umwelt die Fähigkeit zu raschem Strukturwandel eine entscheidende Voraussetzung für die wirtschaftliche Entwicklung. Wenn eine Volkswirtschaft in gegebenen Strukturen verharrt, d. h. wenn es nicht gelingt, die Ressourcen neuen, produktiveren Verwendungen zuzuführen, kann sie sich auf die Dauer nicht positiv entwickeln.

Dies würde bedeuten, daß das hohe Wirtschaftswachstum Japans in den vergangenen Jahrzehnten von einem raschen inneren Strukturwandel begleitet gewesen sein müßte. Schon ein kurzer Blick auf sektorale Daten bestätigt diese Überlegung: Während in den 50er Jahren noch fast jeder zweite Japaner in der Landwirtschaft beschäftigt war, reduzierte sich die gesamtwirtschaftliche Bedeutung dieses Sektors innerhalb weniger Jahrzehnte auf ein mit westlichen Industrieländern vergleichbares Maß. Auch innerhalb der Industrie fand eine rasche Schwerpunktverlagerung von der Leichtindustrie zur Grundstoffindustrie und anschließend zu noch wertschöpfungsintensiveren Montageindustrien (Automobilbau, Elektrotechnik, Maschinenbau, Feinmechanik) statt.¹

Dies deutet darauf hin, daß die japanische Wirtschaft in den vergangenen Jahrzehnten hochinnovativ war, denn Innovation bedeutet nichts anderes als die Einführung und Durchsetzung neuer Produkte, Produktionsprozesse und Organisationsstrukturen. Diese Schlußfolgerung widerspricht allerdings weit verbreiteten Vorstellungen über Japan in westlichen Ländern. Demnach tun sich japanische Unternehmen vor allem als Imitatoren hervor, sind aber nur in geringem Maße zur Eigenentwick-

¹ Siehe zum gesamtwirtschaftlichen Strukturwandel in Japan in den letzten Jahrzehnten im Überblick DEMES et al. (1994: 18–20).

lung fähig. Damit verwandt ist das Image einer hohen Arbeitsbereitschaft, aber gering ausgeprägten Kreativität.

Wie läßt sich diese Diskrepanz zwischen dem negativen Bild im Ausland einerseits und dem schnellen Strukturwandel andererseits erklären? Ein Begründungsansatz liegt darin, daß das in technologischer Sicht schlechte Image der japanischen Wirtschaft vor allem in den Nachkriegsjahrzehnten entstanden sein dürfte. In dieser Phase wies Japan einen erheblichen technologischen Rückstand gegenüber nordamerikanischen und westeuropäischen Industrieländern auf. Zur Modernisierung der Wirtschaft konnte daher eine Zeitlang im wesentlichen auf den Wissenstransfer aus diesen Ländern zurückgegriffen werden; die Notwendigkeit zur selbständigen Eigenentwicklung von Produkten und Prozessen bestand nur in eingeschränktem Maß.

Spätestens seit den 70er Jahren gilt Japan aber auch in technologischer Sicht als hochentwickeltes Industrieland, so daß der Know-how-Transfer aus dem Ausland an seine Grenzen gestoßen sein müßte. Wenn die Vorstellung von der geringen Fähigkeit der Japaner zu eigenständigen Forschungs- und Entwicklungsleistungen zutreffend wäre, müßte dieser Umstand die ökonomische Entwicklung des Landes in zunehmendem Maße hemmen.

Nachfolgend soll die Bedeutung und Ausrichtung von Forschungs- und Entwicklungs-(F&E-)Aktivitäten in der japanischen Wirtschaft anhand von quantitativ-statistischen Daten analysiert werden, um die teilweise widersprüchlichen Vorstellungen über diesen Bereich in obigem Kontext verifizieren zu können. Zunächst werden input-, anschließend outputorientierte Daten zum Forschungs- und Entwicklungsbereich in Japan analysiert. Darauf aufbauend folgen einige Anmerkungen zu den Implikationen der Ergebnisse für die industrielle F&E und die Forschungspolitik in Japan sowie zu den Möglichkeiten und Grenzen quantitativ orientierter Analysen im Forschungs- und Entwicklungsbereich.

2. INPUTORIENTIERTE INDIKATOREN

2.1. Vorbemerkungen

Die beiden Hauptindikatoren für den Forschungs- und Entwicklungsinput, die in quantitativ-statistischen Untersuchungen zur Anwendung kommen, sind die F&E-Aufwendungen und das F&E-Personal, d. h. die Anzahl der im Forschungs- und Entwicklungsbereich tätigen Personen. Diese werden in Japan von der Management and Coordination Agency

(*Sōmuchō*) im Rahmen des Survey of Research and Development (*Kagaku gijutsu kenkyū chōsa*) in jährlichen Abständen ausführlich untersucht, womit grundsätzlich eine gute Basis für quantitative Analysen vorhanden ist.

Dennoch sind die in Japan erhobenen Daten für internationale Vergleiche nur eingeschränkt verwendbar, was mit abweichenden Berechnungsmethoden zusammenhängt. Insbesondere betrifft dies die in Japan nicht vollzogene Umrechnung in sogenannte Full-Time-Equivalents (FTE). Nach den im „Frascati-Handbuch“ dokumentierten Richtlinien der OECD für Statistiken im F&E-Bereich ist zu berücksichtigen, daß die in der Forschung tätigen Personen nicht ihre gesamte Arbeitszeit der inhaltlichen Forschungsarbeit widmen können.² Vielmehr wird ein Teil der zeitlichen Ressourcen durch administrative, lehrende und sonstige Tätigkeiten gebunden. Auf der Basis von Schätzungen über die zeitliche Arbeitsaufteilung soll dann nur der forschungsorientierte Teil der Tätigkeit (sogenannter F&E-Koeffizient) in die Statistiken des F&E-Personals und -Aufwandes eingehen, um ein möglichst zutreffendes Bild vom tatsächlichen Ausmaß der F&E-Aktivitäten gewinnen zu können. In Deutschland und anderen westlichen Industrieländern werden die Berechnungen auf dieser Basis vorgenommen, in Japan hingegen wird auf die Umrechnung in FTE bislang gänzlich verzichtet, d. h. es werden alle erfaßten Personen voll dem F&E-Bereich zugerechnet.

Dies führt, wenn die japanischen Daten unbereinigt für internationale Vergleiche herangezogen werden, zu zwei Effekten. Erstens wird das Gesamtausmaß der F&E-Aktivitäten in Japan überschätzt. Zweitens wird auch die Struktur der F&E-Aufwendungen in Japan verzerrt wiedergegeben, was darin begründet liegt, daß die F&E-Koeffizienten selbstverständlich nicht in allen untersuchten Bereichen (Unternehmen, Forschungsinstitute, Universitäten) identisch sind.

Diese Problematik wurde auch von japanischer Seite erkannt; so hat die Science and Technology Agency (*Kagaku Gijutsuchō*) in einer neueren Veröffentlichung zur Frage der FTE-Umrechnung ausführlich Stellung genommen (KAGAKU GIJITSUCHŌ 1992: 7–14, 136–140). Auf der Basis von eigenen Untersuchungen wird dabei zur groben Umrechnung für das Forschungspersonal in den Universitäten ein F&E-Koeffizient von 0,5, in den Unternehmen von 0,7 und in den Forschungsinstitutionen von 1,0 angegeben (KAGAKU GIJITSUCHŌ 1992: 14, 138). Diese Werte sind natürlich sehr ungenau; dennoch sollen sie für die nachfolgende Analyse des F&E-Inputs in Japan verwendet werden, um zumindest eine ungefähre Vergleichbar-

² Siehe hierzu OECD (1994b: 83–84).

keit der japanischen Daten mit denen für Deutschland und andere westliche Industrieländer zu gewährleisten.³

Auf dieser Basis wird in den folgenden Abschnitten zunächst die Entwicklung der F&E-Aufwendungen und des F&E-Personals in Japan insgesamt aufgezeigt, anschließend wird die forschungsbezogene Aufwands- und Personalstruktur näher analysiert.

2.2. Forschungsaufwendungen und Forschungspersonal in der Gesamtentwicklung

Nach den Ergebnissen des neuesten Survey of Research and Development betragen die gesamten F&E-Aufwendungen in Japan im Fiskaljahr 1992 (01.04.1992 – 31.03.1993) rund 13,91 Billionen Yen; dies entspricht ca. 2,96% des japanischen Bruttosozialprodukts (SÔMUCHÔ TÔKEIKYOKU 1994: 24–26). Bei einer FTE-Umrechnung auf der obigen Grundlage ergibt sich ein Betrag von 11,87 Billionen Yen bzw. 2,52% des BSP. Demgegenüber wurden in der Bundesrepublik Deutschland im gleichen Jahr rund 80,7 Mrd. DM oder 2,6% des BSP für F&E aufgewandt (BMFT 1993: 59). Die Forschungsintensität, gemessen als Anteil der F&E-Aufwendungen an der gesamten Wirtschaftsleistung, ist damit in beiden Ländern ungefähr gleich hoch. Auch in anderen großen Industrieländern wie den USA, Frankreich und

³ Daneben wurden auch von einigen anderen Institutionen teilweise abweichende FTE-Umrechnungen vorgenommen. Die OECD weist für Japan separat FTE-korrigierte Daten aus und legt dabei für die Unternehmen einen FTE-Koeffizienten von 0,7 und für die Universitäten von 0,6 zugrunde (OECD 1994a: 74). Daneben legte das japanische Institute for Future Technology (*Mirai Kôgaku Kenkyûjo*) vor einigen Jahren eine spezielle Untersuchung zum F&E-Personal in Japan und zur Umrechnung in Vollzeitäquivalente vor. Dabei wurden teilweise noch wesentlich niedrigere FTE-Koeffizienten berechnet und ein Durchschnittswert von nur knapp über 0,5 ermittelt (MIRAI KÔGAKU KENKYÛJO 1991: 75). Verschiedene weitere Faktoren lassen diese Koeffizienten jedoch als wiederum zu niedrig erscheinen. So ist die effektive Arbeitszeit je Beschäftigtem in Japan nicht nur generell, sondern auch im F&E-Bereich wesentlich länger als in anderen Industrieländern (ERNST und WIESNER 1994: 59). Außerdem gibt es Hinweise darauf, daß im Survey of Research and Development der Management and Coordination Agency, wiewohl nicht offiziell ausgewiesen, vor allem im Universitätsbereich partiell doch FTE-Umrechnungen vorgenommen werden (Auskunft von Mitarbeitern des National Institute of Science and Technology Policy der Science and Technology Agency). Nach Abwägung aller Aspekte erscheinen damit die von der Science and Technology Agency angegebenen Umrechnungskoeffizienten als noch am zutreffendsten und wurden für die Berechnungen in dieser Studie zugrundegelegt.

Großbritannien lag diese Kennzahl zu Beginn der 90er Jahre zwischen 2,2 und 2,8% (BMFT 1993: 600–601). Japan nimmt damit bei diesem Indikator zwar keine internationale Spitzenstellung ein, wie sich dies bei einer Berechnung auf Basis von nicht FTE-normierten Daten ergeben würde, weist aber doch ein mit den führenden westlichen Industrieländern vergleichbares Niveau auf.

Daß dies nicht immer der Fall war, zeigt ein Blick auf die Entwicklung der japanischen Forschungsausgaben im Zeitverlauf. So haben sich die Gesamtaufwendungen für Forschung und Entwicklung seit 1970 nominal mehr als verzehnfacht (KAGAKU GIJITSUCHŌ 1994: 298), und auch ihr Anteil am Bruttosozialprodukt ist in diesem Zeitraum um mehr als 70% gestiegen. Es fragt sich indes, ob der zunehmende Anteil der forschungsorientierten Aktivitäten an der gesamten Wirtschaftsleistung in den letzten Jahrzehnten ein japanisches Spezifikum ist. In Abb. 1 sind hierzu die Entwicklungen des Anteils der Forschungsausgaben am Bruttosozialprodukt in den fünf größten Industrieländern einander gegenübergestellt.

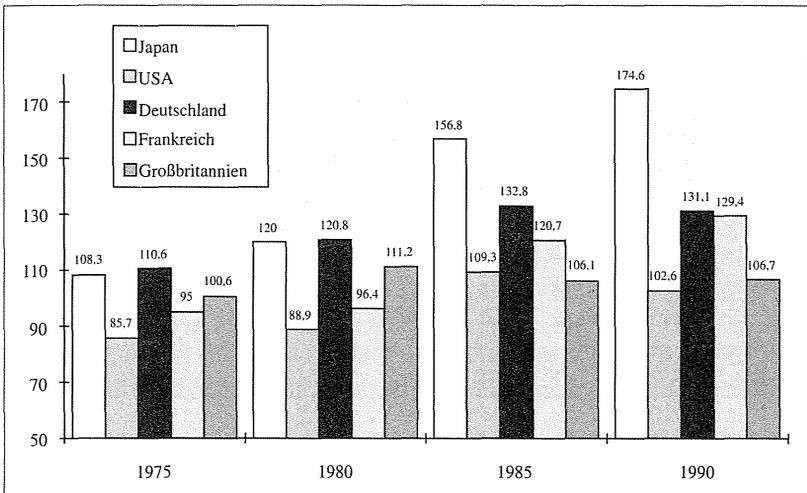


Abb. 1: Entwicklung des Anteils der F&E-Aufwendungen am Bruttosozialprodukt in fünf großen Industrieländern, 1970–1990

Anm.: Der Anteil der F&E-Aufwendungen am BSP im Jahr 1970 (im Falle Großbritanniens im Jahr 1972) wurde gleich 100 gesetzt. Die Werte für Japan sind nicht FTE-normiert und umfassen nur den naturwissenschaftlichen Bereich. Die Zahlen für 1980 beziehen sich bei der Bundesrepublik Deutschland und Großbritannien auf das Jahr 1981.

Quelle: Eigene Berechnungen nach KAGAKU GIJITSUCHŌ (1994: 298–307).

Es zeigt sich, daß auch in den großen europäischen Industrieländern, vor allem in Deutschland und Frankreich, die gesamtwirtschaftliche For-

schungsintensität in den letzten zwei Jahrzehnten deutlich zugenommen hat. Dennoch tritt deutlich hervor, daß die Intensivierung der forschungsorientierten Aktivitäten in Japan noch weit stärker ausfiel als in diesen Ländern.

Zu gleichgerichteten Ergebnissen führt eine Analyse der Entwicklung des F&E-Personals. Zum 31. März 1993 waren in Japan rund 983.700 Personen im Bereich der Forschung und Entwicklung beschäftigt (SÔMUCHÔ TÔKEIKYOKU 1994: 37); dies entspricht 0,79% der Gesamtbevölkerung.⁴ Bei einer Umrechnung auf Vollzeitäquivalente reduziert sich diese Zahl auf 661.100 Personen bzw. 0,53% der Bevölkerung.⁵ Der Vergleichswert in der alten Bundesrepublik Deutschland betrug im Jahr 1989 ca. 426.400 bzw. 0,68% der Bevölkerung (BMFT 1993: 609; STATISTISCHES BUNDESAMT 1991: 52); der Anteil des F&E-Personals war damit wesentlich höher als in Japan. Nach der Wiedervereinigung dürfte sich allerdings die Forscherdichte im Landesdurchschnitt wesentlich reduziert und auf ein mit Japan vergleichbares Maß eingependelt haben. In Frankreich und England liegen die Vergleichszahlen deutlich unter den japanischen FTE-Werten, während in den USA nur das Forschungs-Hauptpersonal⁶ erfaßt wird, so daß kein direkter internationaler Vergleich möglich ist (BMFT 1993: 628–629).

Bei einem Zeitvergleich wird deutlich, daß das (nicht FTE-bereinigte) Forschungspersonal in Japan im Zeitraum von 1975 bis 1990 um ca. 59% zugenommen hat. Die entsprechenden Steigerungsraten betragen in Deutschland 42%, in Frankreich 33% und in den USA – bezogen auf das Hauptpersonal – 80% (Berechnungen nach BMFT 1993: 628–629). Demnach wurden in Japan die personellen Ressourcen für Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in den letzten Jahrzehnten zwar erheblich aufgestockt, im Gegensatz zu den monetären Aufwendungen fiel die Steigerungsrate jedoch im Vergleich zu den großen westlichen Industrieländern nicht nach oben aus dem Rahmen. Hier wird erkennbar, daß die Struktur

⁴ In den meisten Statistiken zu diesem Bereich wird als Bezugsgröße nicht die Gesamt-, sondern die Erwerbsbevölkerung verwendet. Diese Größe ist jedoch in den verschiedenen Ländern keineswegs einheitlich definiert, so daß es für Zwecke des internationalen Vergleichs sinnvoller erscheint, das Forschungspersonal auf die Gesamtbevölkerung zu beziehen.

⁵ Bei den Personalstatistiken schlägt die Umrechnung in FTE weit stärker zu Buche als bei den monetären Kennzahlen. Dies liegt darin begründet, daß von der Korrektur die Personalzahlen insgesamt betroffen sind, während von den Aufwendungen nur ein Teil, eben die Personalaufwendungen, nach unten korrigiert werden.

⁶ Zur Unterscheidung in Haupt-, Technisches und Hilfspersonal vgl. die Ausführungen in Abschnitt 2.4.

der Aufwandsarten im F&E-Bereich sich mittelfristig deutlich verschoben hat.⁷

Insgesamt ist zu konstatieren, daß die gesamtwirtschaftliche Intensität der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten sich in Japan auf einem ähnlich hohen Niveau wie in den großen westlichen Industrieländern befindet. Wenn das Land auch unter Berücksichtigung der FTE-Angleichung bei keinem der gebräuchlichen Indikatoren eine weltweite Spitzenposition aufweist, so ist der relative F&E-Input gesamtwirtschaftlich betrachtet doch keinesfalls wesentlich niedriger als in Nordamerika oder Westeuropa. Vor zwanzig Jahren war demgegenüber zumindest bei den F&E-Aufwendungen noch ein deutlicher Rückstand Japans erkennbar, der durch hohe Steigerungsraten bei den Aufwendungen für forschungsbezogene Aktivitäten nunmehr verschwunden ist.

2.3. Strukturmerkmale der F&E-Aufwendungen

Neben der Analyse des Gesamtumfangs der forschungsbezogenen Aktivitäten ist zu deren Beurteilung wesentlich, welche Struktur sie haben. Dabei können verschiedene Kriterien zur Anwendung kommen: Die Aufteilung auf Durchführungs- und Finanzierungsträger, die fachliche Gliederung in verschiedene Arten von Forschungsaktivitäten und die Unterschiede der Forschungsintensität in den einzelnen Wirtschaftszweigen.

Zunächst soll näher betrachtet werden, welche Bedeutung die verschiedenen Gruppen von Forschungsträgern in Japan haben. Im Jahr 1992 entfielen nach amtlicher japanischer Statistik 68,7% der F&E-Aufwendungen auf die Unternehmen, 18,5% auf die Universitäten und 12,7% auf die Forschungsinstitutionen⁸ (SŌMUCHŌ TŌKEIKYOKU 1994: 28). Nach einer FTE-

⁷ Allein im Zeitraum von 1981 bis 1991 hat sich der Anteil des Personalaufwandes von 45,0% auf 40,7% und des Aufwandes für Sachinvestitionen von 18,8% auf 16,2% der gesamten F&E-Aufwendungen reduziert, während sich das Gewicht der Materialaufwendungen von 16,9% auf 18,7% und der sonstigen Aufwendungen von 19,3% auf 24,4% erhöhte (nicht FTE-bereinigte Werte; vgl. KAGAKU GIJUSUCHŌ 1994: 334).

⁸ Diese Kategorie umfaßt in der japanischen Statistik sowohl staatliche und öffentliche als auch private Institutionen (SŌMUCHŌ TŌKEIKYOKU 1994: 2), so daß hier eine vollständige Zurechnung zur Privatwirtschaft oder zum staatlichen Sektor nicht möglich ist. Im Jahr 1992 entfielen 21,0% der Aufwendungen dieses Sektors auf staatliche, 16,3% auf öffentliche und 34,6% auf private Forschungsinstitutionen. Die verbleibenden 28,1% fielen bei Institutionen besonderer Rechtsform (*tokushū hōjin*) an (SŌMUCHŌ TŌKEIKYOKU 1994: 63). Diese weisen von ihrer Struktur her Ähnlichkeiten mit den Großforschungseinrichtun-

Umrechnung verschieben sich die entsprechenden Anteile auf 69,9%, 14,8% und 15,3%. Der überwiegende Teil der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten wird also von den Unternehmen durchgeführt, während der Staat hier von relativ geringer Bedeutung ist. Dies gilt allerdings nicht nur für Japan: So entfielen auch in der Bundesrepublik Deutschland im gleichen Jahr nicht weniger als 65,6% des F&E-Gesamtbudgets auf die inländische Privatwirtschaft (BMFT 1993: 61). In den übrigen großen Industrieländern werden ebenfalls mehr als die Hälfte der Forschungsaufwendungen von den Unternehmen in Anspruch genommen. Die OECD ermittelte, bezogen auf das Jahr 1992 für die EU und Nordamerika, durchschnittliche Anteilswerte von 62,4% und 67,3% (OECD 1994a: 22). Dennoch bleibt festzuhalten, daß Japan bei dieser Kennzahl unter den großen Industrieländern eine – wenngleich nur knappe – Spitzenstellung einnimmt.⁹

Weit ausgeprägter sind die internationalen Unterschiede in bezug auf die Frage, von welchen Sektoren ein wie hoher Anteil der Forschungsaufwendungen finanziert wird. In Japan wurde im Jahr 1992 auf nicht FTE-bereinigter Basis 80,5% des F&E-Budgets von der Privatwirtschaft, 19,4% von staatlichen Trägern und 0,1% vom Ausland finanziert (SÖMUCHŌ TŌKEIKYOKU 1994: 29). Die vorliegenden Daten lassen bei dieser Kennzahl eine FTE-Umrechnung nicht zu. Es ist aber davon auszugehen, daß der Anteil der Privatwirtschaft in den vorliegenden Statistiken noch unterschätzt wird.¹⁰ In der Bundesrepublik Deutschland wurden demgegenüber im gleichen Jahr 59,4% der Forschungsaktivitäten von der Privatwirtschaft, 38,2% vom Staat und 2,4% vom Ausland finanziert (BMFT 1993: 59). In den USA und Frankreich lag Anfang der 90er Jahre der staatliche Finanzierungsanteil mit fast 50% des Gesamtbudgets noch weit höher (OECD 1994a: 20). Während also in den großen westlichen Industrieländern ein beträchtlicher Anteil der von der Privatwirtschaft durchgeführten Forschungsaktivitäten vom Staat finanziert wird, ist in Japan der Finanzierungsanteil der Unternehmen an den gesamten F&E-Aufwendungen sogar höher als der Verwendungsanteil. Dies kann u. a. damit erklärt werden, daß die Unternehmen in Japan vor allem die privaten

gen in der Bundesrepublik Deutschland auf und sind wohl überwiegend dem öffentlichen Sektor zuzurechnen (siehe hierzu auch WAKASUGI 1986: 117–119).

⁹ Dies gilt umso mehr, als – wie oben ausgeführt – auch ein Teil des Budgets der „Forschungsinstitutionen“ der Privatwirtschaft zugerechnet werden muß.

¹⁰ So weist die OECD bei ihren Korrekturberechnungen der amtlichen japanischen Statistiken einen gegenüber dem offiziellen Wert um mehrere Prozentpunkte nach oben verschobenen Finanzierungsanteil der Privatwirtschaft aus (vgl. OECD 1994a: 78).

Forschungsinstitutionen zu einem erheblichen Teil mitfinanzieren. Daneben liegt eine weitere Ursache aber auch darin, daß der Anteil der F&E-Aufwendungen der Unternehmen, die vom Staat finanziert werden, in Japan im Vergleich zu den anderen großen Industrieländern verschwindend gering ist.¹¹ Auffällig ist außerdem das geringe Engagement des Auslands bei der Finanzierung von Forschungsaktivitäten in Japan. In keinem anderen Industrieland ist der entsprechende Anteilswert ausländischer Institutionen an den Gesamtaufwendungen auch nur annähernd so niedrig (OECD 1994a: 21).

Bei der fachlichen Aufteilung der Forschungsaufwendungen wird vor allem der Anteil der Grundlagenforschung häufig diskutiert. In Japan entfielen im Jahr 1992 nach amtlicher Statistik 13,5% der F&E-Aufwendungen auf die Grundlagenforschung, 24,4% auf die angewandte Forschung und 62,1% auf die Entwicklung (SÖMUCHŌ TŌKEIKYOKU 1994: 30). Bei einer FTE-Umrechnung sind diese Anteilswerte auf 11,7%, 21,8% und 66,5% zu korrigieren. In der Bundesrepublik Deutschland betrug demgegenüber der Anteil der Grundlagenforschung an den gesamten F&E-Aufwendungen Anfang der 90er Jahre ca. 20% (BMFT 1993: 9), lag also weit über dem Vergleichswert für Japan. Dies gilt auch für die USA mit einem Anteilswert der Grundlagenforschung von rund 15% und Frankreich von rund 20% am F&E-Budget (KAGAKU GIJITSUCHŌ 1994: 322, 324). Zumindest quantitativ betrachtet scheint in Japan also weiterhin geringeres Gewicht auf die Generierung grundlegend neuer Erkenntnisse gelegt zu werden als in den großen westlichen Industrieländern. Eine Hauptursache hierfür dürfte in dem oben aufgezeigten geringen staatlichen Finanzierungsanteil an den F&E-Aktivitäten liegen. Für diese Schlußfolgerung spricht auch, daß der Anteil der Grundlagenforschung an den gesamten F&E-Aufwendungen in Japan in den letzten Jahrzehnten ebenso wie der staatliche Finanzierungsanteil deutlich zurückgegangen ist. So lag in den 70er Jahren der Prozentsatz der Grundlagenforschung nicht FTE-bereinigt bei noch deutlich über 15% und der Anteil der staatlich finanzierten F&E zwischen 25 und 30% (KAGAKU GIJITSUCHŌ 1994: 321, 331).

¹¹ Im Jahr 1991 wurden in Japan knapp 1,4% des Gesamtbudgets der von den Unternehmen durchgeführten F&E vom Staat finanziert (Berechnung nach KAGAKU GIJITSUCHŌ 1994: 315). Der Vergleichswert lag in Deutschland Anfang der 90er Jahre bei gut 10% und in den USA, Frankreich und Großbritannien noch weitaus höher. Auch bei Berücksichtigung der sonstigen Forschungssubventionen (Steuervergünstigungen, staatliche Finanzierung von privaten Forschungsinstituten) erhöht sich der Anteil der staatlich finanzierten Industrieforschung in Japan nur geringfügig und ist im Vergleich zu den anderen Industrieländern minimal (siehe hierzu ausführlicher HEMMERT 1994: 14–15).

Als ein weiteres Kriterium wird im folgenden die Höhe und die Struktur der internen F&E-Aufwendungen¹² der Unternehmen im internationalen Vergleich betrachtet. Im Jahre 1992 betrug diese Aufwendungen bei den japanischen Unternehmen insgesamt 9,56 Billionen Yen oder 2,83% ihres Gesamtumsatzes (SÖMUCHŌ TŌKEIKYOKU 1994: 43, 49). Demgegenüber fielen in der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 1989 Forschungsaufwendungen von insgesamt ca. 45,55 Milliarden DM oder 3,5% des Umsatzes an (BMFT 1993: 581). Daraus kann allerdings nicht gefolgert werden, daß die Forschungsintensität in den japanischen Unternehmen niedriger ist als in den deutschen. Vielmehr kommen in der Bezugsgröße Umsatz auch Unterschiede in der Industriestruktur zwischen beiden Ländern zum Ausdruck. In Japan ist die Fertigungstiefe der Unternehmen im Durchschnitt deutlich geringer (vgl. z. B. DEMES et al. 1994: 76–77); dies bedeutet eine höhere Summe des Gesamtumsatzes aller Unternehmen und dementsprechend geringere Werte bei Verhältniszahlen, die auf diese Größe bezogen sind. Aussagefähiger wird der Vergleich, wenn die F&E-Aufwendungen stattdessen auf die Bruttowertschöpfung der Unternehmen bezogen werden; die Unterschiede in der vertikalen Integrationstiefe kommen dann nicht mehr zum Tragen. Die so berechnete F&E-Intensität lag im Jahr 1991 mit 6,8% der Bruttowertschöpfung in der japanischen Industrie etwas über derjenigen in der Bundesrepublik Deutschland, wo der entsprechende Wert im Jahr 1989 ca. 6,4% betrug.¹³

Weitere Erkenntnisse über die Grobstruktur der industriellen F&E lassen sich aus den Anteilswerten der einzelnen Wirtschaftszweige an den gesamten F&E-Aufwendungen ableiten (siehe hierzu Tab. 1). Eine herausragende Stellung nimmt demnach die Elektrotechnik ein, auf die mehr als ein Drittel aller F&E-Aufwendungen der Unternehmen entfällt; davon wird wiederum mit 23,6% der Gesamtaufwendungen der überwiegende Teil von der Unterbranche „Übertragungstechnik, Mikroelektronik, elektronische Meßgeräte“ eingenommen (SÖMUCHŌ TŌKEIKYOKU 1994: 43). Die starke Stellung der extrem forschungsintensiven Mikroelektronik in der japanischen Industrie spiegelt sich hier wider.

¹² Die sogenannten internen F&E-Aufwendungen der Unternehmen umfassen – unabhängig von der Finanzierungsquelle – alle forschungsbezogenen Aufwendungen, die innerhalb des Bereichs der Unternehmen anfallen. An das Ausland oder an internationale Organisationen vergebene Mittel sind darin nicht enthalten (BMFT 1993: 544).

¹³ Eigene Berechnungen nach SÖMUCHŌ TŌKEIKYOKU (1994: 43) und KEIZAI KIKAKUCHŌ (1994: 186–187) bzw. BMFT (1993: 580–581) und STATISTISCHES BUNDESAMT (1993: 685).

Japan		Bundesrepublik Deutschland	
Elektrotechnik	33,7	Elektrotechnik	26,9
Chemie	16,8	Chemie	21,4
Automobilbau	13,5	Automobilbau	16,5
Maschinenbau	6,8	Maschinenbau	10,8
Feinmechanik und Optik	3,4	Luft- und Raumfahrzeugbau	7,9
Eisen- und Stahlerzeugung	3,3	Feinmechanik und Optik	1,5
Keramikherstellung	2,2	Kunststoff- und Gummiwaren	1,5
Transportmasch. (außer Autos)	2,2	Eisen-/Blech-/Metallwaren	1,3
Lebensmittelherstellung	2,2	Steine und Erden	0,9
NE-Metallerzeugung	1,5	Nahrungsmittel und Tabak	0,7
sonst. verarb. Gewerbe	8,2	sonst. verarb. Gewerbe	7,2
sonst. Wirtschaftszweige	6,2	sonst. Wirtschaftszweige	3,4

Tab. 1: Aufteilung der F&E-Aufwendungen der Unternehmen auf die Wirtschaftszweige in Japan und der Bundesrepublik Deutschland

Anm.: Die Zahlen sind Prozentanteile und beziehen sich auf 1991 (Japan) bzw. 1989 (Bundesrepublik Deutschland).

Quelle: SÖMUCHŌ TŌKEIKYOKU (1994: 43); BMFT (1993: 580–581).

Beim Vergleich mit Deutschland fällt zunächst vor allem auf, daß die vier Branchen mit den höchsten F&E-Aufwendungen (Elektrotechnik, Chemie, Automobilbau, Maschinenbau) in beiden Ländern identisch sind; sogar die Reihenfolge innerhalb dieser Wirtschaftszweige stimmt genau überein. Die Schwerpunkte der industriellen Forschung sind also in Deutschland und Japan ähnlich gelagert. Die branchenspezifische Konzentration der Forschungsaktivitäten scheint auf den ersten Blick in Japan höher zu sein als in Deutschland: Mehr als ein Drittel aller Aufwendungen entfällt dort auf nur einen Wirtschaftszweig, die Elektrotechnik. Bei genauerer Betrachtung wird jedoch deutlich, daß die F&E-Aufwendungen in Japan im Vergleich zu Deutschland wesentlich gleichmäßiger auf die übrigen Wirtschaftszweige verteilt sind. So beträgt der Anteil der fünf bedeutendsten Wirtschaftszweige an den gesamten F&E-Aufwendungen der Unternehmen dort nur 74,2% gegenüber 83,5% in Deutschland. Auch sind die Residualanteile für die „sonstigen Wirtschaftszweige“ (sowohl innerhalb als auch außerhalb des verarbeitenden Gewerbes) in Japan deutlich höher, was ebenfalls ein Zeichen für eine geringere Disparität ist. Dem kann zwar entgegengehalten werden, daß aufgrund internationaler Unterschiede in der Branchenabgrenzung Verzerrungseffekte nicht ausgeschlossen werden können. Zumindest wird aus den vorliegenden Zahlen aber deutlich, daß die F&E-Aufwendungen in der japanischen Industrie im Vergleich zu Deutschland keineswegs ungleichmäßiger verteilt sind. Dies widerspricht der weit verbreiteten Vorstellung, die japanische Wirtschaft konzentrierte

ihre Ressourcen auf bestimmte Teilbereiche und sei nur dort innovativ und erfolgreich, während die meisten anderen Wirtschaftszweige vernachlässigt würden und in ihrer Performance im Vergleich zu westlichen Industrieländern stark abfielen.

Die amtliche Forschungsstatistik in Japan liefert auch Hinweise zu der Fragestellung, wie breit die einzelnen Unternehmen ihre F&E-Aufwendungen streuen. Bei Unternehmen mit einem Nominalkapital von mindestens 100 Millionen Yen¹⁴ wird im Rahmen des Survey of Research and Development erhoben, ein wie hoher Anteil der F&E-Aufwendungen auf welche Produktfelder ausgerichtet ist. Unter Heranziehung der Branchenzugehörigkeit der Unternehmen kann dann der Diversifikationsgrad dieser Aufwendungen, verstanden als der Anteil der in branchenfremde Produktfelder investierten Mittel, für die einzelnen Wirtschaftszweige berechnet werden. In Tab. 2 sind die Ergebnisse der jüngsten Erhebung für die acht Wirtschaftszweige mit den höchsten F&E-Gesamtaufwendungen zusammengestellt.

<i>Wirtschaftszweig</i>	
Elektrogeräte	67,2
Feinmechanik und Optik	67,2
Eisen und Stahl	47,3
allgemeine Chemie, Chemiefasern	43,4
Maschinenbau	37,8
Übertragungswesen, Mikroelektronik und elektronische Meßgeräte	26,1
Pharmazie	4,8
Automobilbau	4,2

Tab. 2: Diversifikationsgrad der F&E-Aufwendungen japanischer Industrieunternehmen in ausgewählten Wirtschaftszweigen 1992

Anm.: Die Zahlenangaben sind der prozentuale Anteil der F&E-Aufwendungen, die auf branchenfremde Produktfelder ausgerichtet sind.

Quelle: SÖMUCHŌ TŌKEIKYOKU (1994: 47).

Die Ergebnisse weisen auf starke branchenspezifische Unterschiede hin. Während bei den Elektrogeräten und im Bereich Feinmechanik/Optik mehr als zwei Drittel der F&E-Aufwendungen in branchenfremde Produktfelder fließen, liegt der entsprechende Anteil in der Pharmazie und beim Automobilbau bei unter 5%. Diese starken Abweichungen sind auf

¹⁴ Diese Einschränkung erscheint hier als nicht allzu schwerwiegend, da auf diese Gruppe mehr als 95% der gesamten F&E-Aufwendungen der Unternehmen entfallen (SÖMUCHŌ TŌKEIKYOKU 1994: 43, 160).

Unterschiede in der vorherrschenden Produktionstechnologie zwischen den einzelnen Wirtschaftszweigen zurückzuführen. Während sich z. B. die Prozeßtechnologie beim Automobilbau nur schwer anderweitig verwerthen läßt, ist die der elektrotechnischen Industrie zugrundeliegende Mikroelektronik auch auf viele andere Produkte anwendbar.

Bezogen auf die 80er Jahre liegen noch detailliertere Auswertungen der amtlichen Statistik vor.¹⁵ Im Hochtechnologiebereich können dabei zwei Tendenzen ausgemacht werden: Erstens das Vordringen von Unternehmen der Nahrungsmittel-, Textil- und Chemiebranchen in den Bereich der Pharmazie mit Hilfe der Biotechnologie, zweitens die technologische Diversifizierung von Unternehmen der Metallindustrie, des Maschinenbaus und der feinmechanischen und optischen Industrie in die Elektrotechnik (GOTŌ 1993: 63). Viele Unternehmen aus Bereichen mit niedriger bis mittlerer Technologieintensität orientieren sich also durch produktfeldübergreifende Ausrichtung ihrer F&E-Aktivitäten auf Hochtechnologiebereiche um.

Für die Bundesrepublik Deutschland und andere Industrieländer liegen keine derartigen statistischen Daten zur Ausrichtung der F&E-Aufwendungen von Unternehmen vor, so daß ein internationaler Vergleich hier nicht möglich ist. Ferner ist zu beachten, daß zum einen viele Unternehmen in mehreren Wirtschaftszweigen tätig sind und daß außerdem Branchenklassifikationen an sich immer eine willkürliche Komponente haben, so daß die Diversifikation nach Wirtschaftszweigen nicht unbedingt mit technologischer Diversifikation gleichgesetzt werden kann. Dennoch stützen die vorliegenden Daten in ihrer Tendenz die Schlußfolgerung, nach der die technologische Basis vieler japanischer Unternehmen sich nicht auf Spezialwissen in Einzelbereichen beschränkt, sondern breit ausgerichtet ist und das vorhandene technische Know-how flexibel zur Erschließung neuer Produktfelder verwendet wird.

2.4. Strukturmerkmale des F&E-Personals

Auch beim F&E-Personal soll zunächst die Verteilung auf die Hauptgruppen von Forschungsträgern betrachtet werden. Die amtliche Statistik weist für das Jahr 1993 nicht FTE-bereinigt bei den Unternehmen eine Gesamtzahl von 585.700, bei den Forschungsinstitutionen von 104.000 und bei den Universitäten von 294.100 Personen mit F&E-bezogenen Tätigkeiten aus (SŌMUCHŌ TŌKEIKYOKU 1994: 37). Nach einer Umrechnung auf Vollzeit-äquivalente ergibt sich für die Unternehmen ein Anteilswert von 62%, für die Forschungsinstitutionen von 15,7% und für die Universitäten von

¹⁵ Vgl. hierzu ausführlich GOTŌ (1993: 61–67).

22,3%. Beim F&E-Personal ist also die Dominanz der Privatwirtschaft nicht ganz so ausgeprägt wie bei den F&E-Aufwendungen. Dies ist angesichts der Tatsache nicht überraschend, daß die F&E-Aktivitäten in den Universitäten eher personalintensiv, in den Unternehmen eher sachmittelintensiv sind.¹⁶ In der Bundesrepublik Deutschland ist der Anteil der Personalaufwendungen am F&E-Budget in den Universitäten ebenfalls deutlich höher als in der Privatwirtschaft, wenn auch die Unterschiede hier weniger stark ausgeprägt sind (eigene Berechnungen nach BMFT 1993: 61, 609). Eine Ursache für die Unterschiede in der F&E-Aufwandsstruktur der Sektoren könnte darin liegen, daß die Budgets der Universitäten als öffentliche Einrichtungen aus haushaltspolitischen Gründen eher auf laufende (Personal)aufwendungen als auf investive (Sach)aufwendungen ausgerichtet sind.

Ein weiteres Kriterium zur Charakterisierung der Forschungsaktivitäten ist die Verteilung des Forschungspersonals nach Tätigkeitsarten. In Japan entfielen nicht FTE-bereinigt im Jahr 1992 ca. 67,8% der erfaßten Personen auf den Bereich des unmittelbar mit Forschungsarbeiten befaßten Hauptpersonals (davon 63,3% hauptberuflich tätige Forscher). Dem standen 10,9% Hilfs-, 11,0% Technisches und 10,4% Verwaltungspersonal gegenüber (SÖMUCHŌ TŌKEIKYOKU 1994: 37). In der Bundesrepublik Deutschland betrug demgegenüber im Jahr 1989 der Anteil des Forschungshauptpersonals lediglich 41,4%, während 28,2% der Personen als Technisches und 30,4% als Sonstiges Personal eingestuft wurden (BMFT 1993: 609). Die Arbeitsteilung im Forschungsbereich scheint in den beiden Ländern erheblich unterschiedlich organisiert zu sein, wenn angenommen wird, daß die Art der tatsächlich anfallenden Arbeiten zwischen einzelnen fortgeschrittenen Industrieländern keine großen Unterschiede aufweist. Demnach werden viele Arbeiten, die in Deutschland auf Hilfs- und Nebenpersonal delegiert werden, in Japan wohl vom Forschungshauptpersonal selbst erledigt.

Eine Aufgliederung nach Forschungsträgern zeigt, daß vor allem im Universitätsbereich der Anteil des Hauptpersonals mit nicht weniger als 83,2% des gesamten F&E-Personals (SÖMUCHŌ TŌKEIKYOKU 1994: 36) weit überdurchschnittlich ist. Dies gilt auch für die Bundesrepublik Deutschland, wo der entsprechende Anteil im Jahr 1989 bei rund 55,7% lag (eigene

¹⁶ Die amtliche Forschungsstatistik in Japan liefert hierzu auch direkte Hinweise durch eine Aufschlüsselung der F&E-Aufwendungen nach Aufwandsarten. Im Jahr 1992 betrug nicht FTE-bereinigt der Anteil der Personalaufwendungen am gesamten F&E-Aufwand in den Universitäten 67,1% gegenüber nur 41,1% in den Unternehmen und 32,7% in den Forschungsinstitutionen (SÖMUCHŌ TŌKEIKYOKU 1994: 33).

Berechnungen nach BMFT 1993: 609). Aufgrund arbeitsorganisatorischer Unterschiede dürfte also generell der Anteil des Hilfspersonals bei der universitären Forschung und Entwicklung relativ gering sein. Dennoch ist nicht zu übersehen, daß die Verhältnisse in Japan extrem zu sein scheinen. Es ist kaum vorstellbar, daß alle Hilfs- und Verwaltungstätigkeiten in den Universitäten von dem Sechstel des Gesamtpersonals, das hierfür zur Verfügung steht, bewältigt werden können.¹⁷

Starke Unterschiede sind auch in der fachlichen Ausrichtung des F&E-Personals in den verschiedenen Sektoren zu beobachten (siehe zu den folgenden Angaben SÖMUCHŌ TŌKEIKYOKU 1994: 40). Bei den Unternehmen entfällt der größte Anteil auf den Bereich „Elektronik und Übertragungstechnik“ (31,7%), gefolgt von „Maschinenbau, Schiffsbau, Flugzeugbau“ (24,7%), also auf den ingenieurwissenschaftlichen Bereich. Dies kann angesichts der im vorigen Abschnitt beschriebenen Ausrichtung der industriellen Forschung und Entwicklung nicht überraschen. Bei den Universitäten überwiegt hingegen mit 51,4% das Personal in der „Medizin und Zahntechnik“. Auch in Japan spielen also die Universitätskliniken offenbar eine bedeutende Rolle in der Forschungslandschaft.

Schließlich soll noch auf die quantitative Position der technisch-wissenschaftlichen Studiengänge im japanischen Hochschulwesen eingegangen werden, um eruieren zu können, mit welchen Qualifikationen das F&E-Personal im Rahmen seiner Ausbildung in erster Linie ausgestattet wird.¹⁸ Der Anteil der technisch-wissenschaftlichen Fachrichtungen (Natur-, Ingenieur-, Agrar- und Medizinwissenschaften) an allen Universitätsabsolventen betrug in Japan im Jahr 1991 ca. 38,9% und lag damit deutlich unter dem Vergleichswert für die Bundesrepublik Deutschland (57,5% in den alten Bundesländern im Jahr 1990). Der größte Teil dieser Absolventen lag mit 27% im Bereich der Ingenieurwissenschaften, womit der Vergleichswert für Deutschland noch deutlich übertroffen wurde. Auf die Naturwissenschaften entfielen hingegen nur 3,7%, womit eklatante internationale Unterschiede deutlich werden: Während in Deutschland bei den Universitätsabsolventen das Verhältnis zwischen Ingenieur- und Naturwissenschaften nahezu 1:1 beträgt, liegt die entsprechende Relation in Japan bei etwa 8:1. Einerseits wird also eine große Zahl von Ingenieuren herangebildet – die absoluten Absolventenzahlen übertreffen diejenigen in Deutschland um ein Vielfaches –, andererseits ist aber der naturwissenschaftliche Nachwuchs auffallend gering. Dies wirft ein Schlaglicht auf

¹⁷ Siehe zu den internationalen Unterschieden in der Personalstruktur der Hochschulforschung und deren Konsequenzen auch ERNST und WIESNER (1994: 70).

¹⁸ Vgl. zu den nachfolgenden Angaben die Übersicht bei ERNST und WIESNER (1994: 35).

die Gesamtstruktur der japanischen Forschungslandschaft, wie sie zuvor bereits anhand verschiedener anderer Indikatoren zum Ausdruck kam: Einer leistungsstarken Anwendungsforschung in den Unternehmen steht eine wohl noch immer unterentwickelte Grundlagenforschung gegenüber (siehe auch ERNST und WIESNER 1994: 34). Interessanterweise wird der gegenwärtige ebenso wie der für die Zukunft erwartete Mangel an qualifiziertem F&E-Personal von der japanischen Forschungspolitik in jüngster Zeit als Problemfeld verstärkt aufgegriffen.¹⁹

3. OUTPUTORIENTIERTE INDIKATOREN

3.1. Vorbemerkungen

Die Messung der Ergebnisse von F&E-Aktivitäten ist vor allem aggregiert betrachtet weitaus schwieriger als die quantitative Erfassung von Inputgrößen. Während der Ressourceneinsatz für Forschung und Entwicklung in Ländern mit entwickeltem Statistikwesen durch schriftliche Erhebungen relativ genau und in hohem Maße repräsentativ erfaßt werden kann, stellt sich auf der Outputseite zunächst das Problem, daß es kein generell akzeptiertes Indikatorensystem für Forschungsergebnisse gibt. Dies liegt vor allem an der Vielschichtigkeit des Untersuchungsgegenstandes: Je nachdem, ob das Augenmerk auf die Ergebnisse von Grundlagenforschung, auf die Kommerzialisierung von neuem technischen Wissen oder auf die ökonomische Performance von Unternehmen in technologieintensiven Bereichen gelegt wird, müssen jeweils völlig verschiedene Indikatoren in Betracht gezogen werden. Dem soll nachfolgend Rechnung getragen werden, indem der F&E-Output in Japan unter verschiedenen Aspekten und demzufolge auch mit Hilfe eines ganzen Spektrums von Kennzahlen analysiert wird.

Ein Anhaltspunkt für die Quantität und Qualität unmittelbarer Forschungsergebnisse ist die Anzahl wissenschaftlicher Veröffentlichungen sowie die Häufigkeit, mit der sie zitiert werden. Auch der Grad der Berücksichtigung bei der Verteilung von internationalen Forschungspreisen kann Anhaltspunkte hierfür liefern. Ein weiterer outputorientierter Indikator, der stärker auf die Anwendung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse Bezug nimmt, ist die Häufigkeit der Anmeldung und Erteilung von

¹⁹ So steht z. B. das neueste Weißbuch zur Wissenschaft und Technologie unter dem Thema „Wakamono to kagaku gijutsu [Das Verhältnis des Nachwuchses zu Wissenschaft und Technologie]“; vgl. KAGAKU GIJITSUCHŌ (1993: 1–93). Siehe zur aktuellen Diskussion auch *Nihon Keizai Shinbun* (1994).

gewerblichen Schutzrechten, insbesondere Patenten. Weiterhin besteht die Möglichkeit, die technologische Wettbewerbsfähigkeit von Ländern und Industrien mit Hilfe der Technologiehandelsbilanz, d. h. durch Gegenüberstellung der Einnahmen und Ausgaben aus dem internationalen Technologietransfer zu untersuchen. Schließlich kann die Performance technologieintensiver Industrien in Betracht gezogen werden, um zu beurteilen, welche Stellung ein Land im Hochtechnologiebereich im Rahmen der internationalen Arbeitsteilung einnimmt.

Es ist unbestritten, daß alle hier aufgeführten Ergebnisindikatoren einige Schwachstellen in bezug auf ihre Aussagekraft aufweisen.²⁰ Durch die kombinierte Analyse mit Hilfe verschiedener Kennzahlen, wie sie in den folgenden Abschnitten vorgenommen wird, können diese jedoch teilweise kompensiert werden; bei zusammengefaßter Betrachtung erhöht sich die Verlässlichkeit der gezogenen Schlußfolgerungen.

3.2. Wissenschaftliche Veröffentlichungen, Zitierhäufigkeiten und Forschungspreise

Die Anzahl von wissenschaftlichen Veröffentlichungen wird international von der Science Citation Index Database auf breiter Basis erfaßt. Eine hieraus abgeleitete sekundäre Datenbank ist die Science & Engineering Literature Data Base, in der ausschließlich Veröffentlichungen im technisch-naturwissenschaftlichen Bereich gespeichert sind. Im folgenden wird auf den Science Citation Index, der auf Auswertungen der in dieser Datenbank gespeicherten Informationen beruht, Bezug genommen.²¹

Im Jahr 1986 wurden demnach in Japan knapp 30.000 technisch-wissenschaftliche Arbeiten publiziert, was im Vergleich zum Stand vor zehn Jahren zuvor fast eine Verdoppelung bedeutet (KAGAKU GIJITSUCHŌ 1992: 500). Da der Anstieg in der Zahl der Veröffentlichungen in den anderen wissenschaftlich fortgeschrittenen Ländern weitaus geringer war, erhöhte sich in diesem Zeitraum auch der Weltanteil von 5,8% auf 7,7%. Japan lag damit weltweit hinter den USA und Großbritannien an dritter Stelle in der Veröffentlichungshäufigkeit und hatte Länder wie die Sowjetunion, die Bundesrepublik Deutschland und Frankreich seit den 70er Jahren

²⁰ Siehe zu den Problempunkten der verschiedenen Outputindikatoren für F&E-Aktivitäten z. B. PATEL und PAVITT (1987: 6–9).

²¹ Siehe zum Umfang und zu den Spezifika der genannten Datenbanken ausführlich KAGAKU GIJITSUCHŌ (1992: 224–228); NATIONAL SCIENCE BOARD (1993: 149). Die Daten basieren auf den Aufsatzveröffentlichungen in mehr als 3.500 wissenschaftlichen Zeitschriften, die für den technisch-wissenschaftlichen Bereich als weitgehend repräsentativ gelten.

überholt. Summarisch betrachtet ist also auch von der Outputseite her zu erkennen, daß sich die Intensität der F&E-Aktivitäten in Japan seit den 70er Jahren nicht nur absolut, sondern auch in Relation zu den anderen Industrieländern erhöht hat. Dieser Trend setzte sich in jüngerer Zeit fort.²²

Eine Aufschlüsselung nach Fachbereichen macht erneut große sektorale Unterschiede in der Stellung der japanischen Wissenschaft deutlich (vgl. hierzu KAGAKU GIJUTSUCHŌ 1992: 501–502; NATIONAL SCIENCE BOARD 1993: 424). Den höchsten weltweiten Anteil an Veröffentlichungen hielt Japan im Jahr 1991 mit ca. 10,9% im Bereich der Chemie, gefolgt von den Ingenieurwissenschaften mit 10,1%. Vor allem im letzteren Bereich hat sich der Anteil im Vergleich zu den 70er Jahren deutlich erhöht. Die geringsten internationalen Veröffentlichungsanteile hielt Japan – wiederum bezogen auf das Jahr 1991 – in der Geologie und der Weltraumforschung mit 3,7% und der Mathematik mit 4,6%. Bei der Mathematik ist die so gemessene internationale Stellung Japans gegenüber den 70er Jahren sogar deutlich zurückgegangen. Die Stärken bei der vorwiegend anwendungsbezogenen Ingenieurwissenschaft und die Schwächen bei den vorwiegend grundlagenbezogenen Naturwissenschaften, die bereits bei der Analyse von Inputdaten deutlich wurden, bestätigen sich also zumindest in der Grundtendenz auch auf der Outputseite.

In Ergänzung zu den obigen Veröffentlichungszahlen sollen nunmehr die Zitierhäufigkeiten wissenschaftlicher Publikationen in Betracht gezogen werden, die aus den gleichen Datenbanken ermittelt werden können. Im Falle der japanischen wissenschaftlichen Veröffentlichungen betrug der Weltanteil im Jahr 1986 ca. 7,5%. Der relative Zitierhäufigkeitsindex, d. h. der Anteil der Zitate bezogen auf den Anteil der Veröffentlichungen, lag damit bei knapp unter eins (KAGAKU GIJUTSUCHŌ 1992: 503). Japanische Aufsätze wurden also – gemessen am weltweiten Durchschnitt – leicht unterdurchschnittlich häufig zitiert. Das Land nimmt aber bei der absoluten Zahl der Zitate – ebenso wie bei den Veröffentlichungen – weltweit die dritte Stelle ein; zudem hat sich der relative Zitierhäufigkeitsindex seit den 70er Jahren deutlich erhöht (KAGAKU GIJUTSUCHŌ 1992: 230). Insofern besteht kein Anlaß, die Qualität technisch-wissenschaftlicher Veröffentlichungen in Japan als im internationalen Vergleich besonders niedrig einzustufen. Die zunehmende internationale Anerkennung japanischer Wis-

²² Im Jahr 1991 lag der Weltanteil der japanischen Veröffentlichungen, errechnet nach den Informationen der gleichen Datenbank, schon bei 8,5% (NATIONAL SCIENCE BOARD 1993: 424). Nach Angaben der UNESCO, die auf einer anderen Datenbank basieren, betrug der Weltanteil Japans bei den wissenschaftlichen Publikationen im gleichen Jahr ca. 8% und hatte sich gegenüber 1983 relativ um 17% ausgeweitet (BARRÉ und PAPON 1993: 141).

senschaftler läßt sich auch aus der Tatsache ablesen, daß der Anteil ihrer Veröffentlichungen, der in ausländischen Publikationsorganen erschien, sich von 1981 bis 1986 von 55% auf 64% deutlich erhöht hat (KAGAKU GIJITSUCHÖ 1992: 234).

Auf die Berücksichtigung japanischer Wissenschaftler bei der Verleihung internationaler Forschungspreise soll nur kurz eingegangen werden, da hier subjektive Einflüsse naturgemäß eine besonders große Rolle spielen, so daß aus diesbezüglichen Statistiken nur mit großem Vorbehalt Aussagen über die Qualität der F&E-Aktivitäten in einem Land abgeleitet werden können. Nach einer Auszählung der Science and Technology Agency wurde japanischen Forschern im Bereich der Naturwissenschaften²³ von 1901–1945 kein einziger Nobelpreis verliehen, während es dann von 1946 bis 1992 immerhin fünf solcher Auszeichnungen gab (KAGAKU GIJITSUCHÖ 1994: 353). Angesichts einer Gesamtzahl von 273 Preisverleihungen im letztgenannten Zeitraum nimmt sich diese Anzahl allerdings immer noch sehr gering aus. Die nach Japan vergebenen Nobelpreise machen nur einen Bruchteil der Vergleichswerte für die USA, England und Deutschland aus, und selbst gegenüber kleineren Ländern wie den Niederlanden, der Schweiz und Dänemark liegt Japan deutlich zurück. Unter der oben genannten Einschränkung zur Aussagekraft derartiger Indikatoren für wissenschaftliche Leistungen kann damit auch an der relativen Zahl der Nobelpreisverleihungen, die vor allem als Ausdruck des Niveaus der technisch-naturwissenschaftlichen Grundlagenforschung zu betrachten ist, ein deutlicher Rückstand Japans gegenüber den anderen großen Industrieländern abgelesen werden.

3.3. Patentanmeldungen und Patenterteilungen

Ein Technologieindikator, der im Gegensatz zu den oben besprochenen Kennzahlen stark mit der ökonomischen Verwertung neuen Wissens in Verbindung steht, ist die Anzahl der angemeldeten und erteilten gewerblichen Schutzrechte (Patente, Gebrauchsmuster und Geschmacksmuster).²⁴ Unternehmen können mit der Anmeldung solcher Schutzrechte für einen begrenzten Zeitraum die Alleinverwertungsrechte für von ihnen neu erworbenes technologisches Know-how beantragen. Eine hohe Zahl solcher Anmeldungen signalisiert damit prinzipiell auch eine hohe Inten-

²³ Hierunter wurden die Bereiche der Physik, der Chemie sowie der Medizin und Physiologie subsumiert.

²⁴ Das japanische Patentamt hat außerdem noch die Kompetenz für die Registrierung und den Schutz von Warenzeichen, auf die hier allerdings nicht eingegangen wird, da sie keinen unmittelbar technologischen Bezug haben.

sität von technischen Innovationen (Durchsetzung von Neuerungen am Markt). In Japan gibt es ebenso wie in der Bundesrepublik Deutschland die drei oben genannten Typen von gewerblichen Schutzrechten. Die nachfolgenden Ausführungen sollen sich allerdings auf den Bereich der Patente beschränken, da hierzu differenzierte internationale Statistiken vorliegen.²⁵

Im Jahr 1991 wurden in Japan durch Inländer nicht weniger als 335.620 Patente beantragt; dies waren rund 64,8% aller inländischen Anträge in den OECD-Ländern. Die Vergleichszahlen für die USA betragen 88.136 und für Deutschland 32.953 (OECD 1994a: 51). Auf den ersten Blick ergibt sich damit der Eindruck, japanische Unternehmen seien weltweit führend bei der Entwicklung und Verwertung neuen technischen Wissens. Bei einem internationalen Vergleich der erteilten Patente, d. h. der Zahl der Patentanträge, die nach Prüfung durch das Patentamt positiv entschieden wurden, relativiert sich dieses Bild allerdings. Die meisten Patenterteilungen an Inländer ergingen – ebenfalls im Jahr 1991 – in den USA (51.184), gefolgt von Japan mit 30.453 und Deutschland mit 16.756 (NIHONKOKU TOKKYŌCHŌ 1994: 314–315). Die Relation der erteilten zu den beantragten Patenten ist also in Japan weitaus niedriger als in den anderen großen Industrieländern.

Angesichts dieser starken Ergebnisunterschiede in Abhängigkeit davon, welcher Indikator jeweils zugrundegelegt wird, liegt die Vermutung nahe, daß die Rahmenbedingungen für den gewerblichen Rechtsschutz in den einzelnen Ländern stark voneinander abweichen. Bei genauerer Betrachtung wird dann auch deutlich, daß das japanische Patentrecht zwar dem deutschen ähnelt, die Patentpraxis sich aber stark von den Gepflogenheiten in Deutschland – wie auch von denen in anderen westlichen Industrieländern – unterscheidet.²⁶ So ist die Anmeldung von Patenten mit relativ geringen Kosten verbunden, und es besteht keinerlei Strafan drohung für den Fall, daß bereits von dritter Seite patentierte Erfindungen erneut angemeldet werden. Generell scheint die Einstellung gegenüber Imitationen und Kopien sich deutlich von der in westlichen Industrieländern zu unterscheiden; die Förderung der Verbreitung von technischem Wissen hat Vorrang vor dem Schutz der Innovatorenrente für den ursprünglichen Erfinder. Der Geltungsbereich eines Patents wird prinzipiell eng ausgelegt, was dazu führt, daß in Japan zum Schutz einer Innovation oft zahlreiche Anmeldungen erfolgen müssen, die in den USA oder Europa durch ein einziges Schutzrecht abgedeckt ist (ERNST et al. 1993: 5–7).

²⁵ Vgl. zum Gebrauchs- und Geschmacksmusterschutz in Japan ERNST et al. (1993: 29, 40).

²⁶ Siehe hierzu ausführlich ERNST et al. (1993: 5–7, 19–29).

Die Patentflut in Japan wird also entscheidend durch eine von anderen Industrieländern abweichende Handhabung des gewerblichen Rechtsschutzes hervorgerufen; die Daten über die Zahl der Patentanmeldungen erlauben somit keinen direkten aussagekräftigen Vergleich über die Häufigkeit von Innovationen in den einzelnen Industrieländern. Zusätzlich kann jedoch der Anteil der japanischen Patentanmeldungen im Ausland bzw. der ausländischen Patentanmeldungen in Japan betrachtet werden. Da bezogen auf ein einzelnes Land das Patentrecht und die Patentpraxis jeweils gleich sind, wird damit der obige Verzerrungsfaktor beim internationalen Vergleich neutralisiert. In Japan entfielen im Jahr 1991 ca. 9,1% der Patentanmeldungen und 15,6% der Patenterteilungen auf Ausländer, knapp die Hälfte davon auf US-Amerikaner. Demgegenüber betrug der Ausländeranteil bei den Patentanmeldungen und -erteilungen in den USA rund 50% und in westeuropäischen Industrieländern über 60%. Der Anteil der Japaner an allen Patentanmeldungen lag im gleichen Jahr in den USA bei 21,8%, in Deutschland bei 14,7%, in Frankreich bei 14,9% und in Großbritannien bei 15,9% (NIHONKOKU TOKKYÖCHÖ 1994: 300–301). In den USA war dies der höchste Prozentsatz unter den Ausländern, in den europäischen Ländern der jeweils zweithöchste nach den USA. Bei den Patenterteilungen lagen die Anteilswerte mit 21,8% in den USA, 18,1% in Deutschland, 14,3% in Frankreich und 18,9% in Großbritannien in der gleichen Größenordnung (NIHONKOKU TOKKYÖCHÖ 1994: 314–315).

Aus den obigen Daten zur internationalen Verflechtung bei den Patentanmeldungen lassen sich zwei Tendenzen ablesen. Erstens ist in Japan der Ausländeranteil bei den Patentanmeldungen im Vergleich zu den anderen Industrieländern außerordentlich niedrig. Zweitens relativiert sich im Vergleich zum oben betrachteten Anteil der *inländischen* Patentanmeldungen unter den Industrieländern die Häufigkeit der japanischen Patentanträge erheblich. Dennoch ist auch bei den Patentanträgen und -erteilungen im Ausland der Anteil Japans in Relation zu seiner Wirtschaftskraft im allgemeinen wie auch zum F&E-Input im besonderen noch immer überdurchschnittlich. Es kann allerdings nicht ausgeschlossen werden, daß die unterschiedlichen nationalen Rahmenbedingungen auch auf die Zahl der Patentanmeldungen im Ausland Auswirkungen haben, indem die Unternehmen die Gepflogenheiten aus ihrem Ursprungsland auf das Ausland übertragen. Dies wäre auch ein Erklärungsansatz für den geringen Anteil der Patentanmeldungen durch Ausländer in Japan. Soweit die Anzahl der Patentanmeldungen und -erteilungen überhaupt als ein aussagefähiger Indikator für den F&E-Output eines Landes betrachtet werden kann, bleibt dennoch festzuhalten, daß japanische Unternehmen so betrachtet im internationalen Vergleich als ausgesprochen innovationsfreudig erscheinen.

3.4. Technologiehandelsbilanz und Direktinvestitionen

Ein Hauptproblem in der Messung des internationalen Wissenstransfers liegt darin, daß dieser in den Technologiehandelsstatistiken nur unvollständig erfaßt wird (siehe hierzu auch ERNST et al. 1993: 9). So findet dort weder der personalgebundene Wissenstransfer mittels Wissenschaftler- und Technikeraustausches noch der sachgebundene Transfer durch den Handel mit technologieintensiven Gütern²⁷ Berücksichtigung. Auch der Export von Know-how durch Direktinvestitionen wird in diesem Kontext nicht erfaßt; auf deren Entwicklung soll anschließend kurz eingegangen werden. Die in die Technologiebilanzen eingehenden Transaktionen beschränken sich auf Einnahmen und Ausgaben aus Lizenzverträgen sowie aus dem Verkauf von gewerblichen Schutzrechten und von Know-how.

Im Rahmen der internationalen Arbeitsteilung werden nicht nur Güter und Dienstleistungen, sondern es wird auch technisches Wissen zwischen den Ländern ausgetauscht. Ein Land, das mehr Know-how exportiert als importiert, zeigt damit, daß es in der Wissensproduktion im Vergleich zu anderen Ländern komparative Vorteile hat, während für Länder mit passiver Technologiehandelsbilanz das Umgekehrte gilt. Das Verhältnis zwischen Exporten und Importen in diesem Bereich ist damit grundsätzlich ein geeigneter Indikator zur Messung des F&E-Outputs eines Landes im internationalen Vergleich.

Der Außenhandel mit Technologie wird in Japan von zwei verschiedenen Institutionen erfaßt und statistisch ausgewertet: der Management and Coordination Agency innerhalb des Survey of Research and Development und der Bank of Japan im Rahmen der Zahlungsbilanzstatistiken. Die beiden Erhebungen unterscheiden sich sowohl hinsichtlich ihres Umfangs als auch ihrer Methode:²⁸ Während die Bank of Japan nur die internationalen Ein- und Auszahlungen aus Lizenzverträgen erfaßt, umfaßt die Untersuchung im Survey of Research and Development auch den An- und Verkauf von Know-how und Schutzrechten. Andererseits werden von der Zentralbank grundsätzlich alle Transaktionen des internationalen Zahlungsverkehrs in allen Wirtschaftssektoren erfaßt, während im Survey of Research and Development nur ein Teil der Unternehmen durch schriftliche Befragung berücksichtigt ist; insbesondere bleibt der Finanz- und Dienstleistungssektor ausgeklammert.

Diese erfassungstechnischen Unterschiede haben weitreichende Folgen für die Ergebnisse: Nach den Ermittlungen des Survey of Research and Development standen im Jahr 1992 Ausgaben von 413,9 Mrd. Yen Einnah-

²⁷ Dieser Aspekt wird nachfolgend in Abschnitt 3.5. behandelt.

²⁸ Siehe hierzu auch ERNST (1987); KAGAKU GIJITSUCHŌ (1994: 139).

men von 370,6 Mrd. Yen entgegen (SÖMUCHŌ TŌKEIKYOKU 1994: 55). Die Bank of Japan ermittelte demgegenüber Ausgaben von 910,1 Mrd. Yen und Einnahmen von 386,5 Mrd. Yen (KAGAKU GIJITSUCHŌ 1994: 344). Im ersteren Falle erreichte somit die Summe der Einnahmen aus Technologietransfer rund 89,5% der Ausgaben, im letzteren hingegen nur 42,4%. Dies rührt vor allem daher, daß die Ausgaben für den Import von Technologie in den Statistiken der Bank of Japan mehr als doppelt so hoch ausgewiesen sind wie im Survey of Research and Development. Eine Hauptursache dafür wird in den hohen Zahlungen von japanischen Dienstleistungsunternehmen für Software-, Warenzeichen- und Designgeschäfte erblickt (ERNST 1987: 6). Festzuhalten bleibt, daß die Technologiehandelsbilanz nach beiden Statistiken noch immer defizitär ist, wenn auch die Einnahmen in den letzten beiden Jahrzehnten weit stärker gestiegen sind als die Ausgaben.²⁹

Allein aus dieser Tatsache kann allerdings noch nicht geschlossen werden, daß Japan auch in den 90er Jahren noch ein Netto-Importland von technologischem Wissen ist. Ein Großteil der in der Technologiehandelsbilanz wirksamen Ausgaben beruht auf früheren Lizenzverträgen mit langer Laufzeit, so daß sich hier die umfangreichen Technologieimporte früherer Jahrzehnte noch stark niederschlagen.³⁰ Um ein genaueres Bild von der aktuellen Stellung Japans im internationalen Technologiehandel zu gewinnen, bietet es sich daher an, nur die Einnahmen und Ausgaben aus neu entstandenen Ansprüchen bzw. Verpflichtungen gegenüberzustellen. Diese werden, wenn auch leider nur summarisch, im Survey of Research and Development separat ausgewiesen. Demnach wurde in den Jahren 1989 und 1991 im Technologiehandel ein Überschuß, in den Jahren 1990 und 1992 hingegen ein Defizit erzielt (SÖMUCHŌ TŌKEIKYOKU 1994: 56). Dies deutet darauf hin, daß die Exporte und Importe von Technologie, soweit sie in der Erhebung der Management and Coordination Agency erfaßt sind, sich in Japan in den letzten Jahren ungefähr die Waage gehalten haben.

Eine regionale Differenzierung der Einnahmen und der Ausgaben aus Technologiehandel zeigt, daß Japan vor allem mit anderen ost- und südostasiatischen Ländern Überschüsse erzielt. So gingen im Jahr 1992 jeweils

²⁹ So erreichten die Einnahmen aus Technologietransfer nach den Statistiken der Bank of Japan im Jahr 1970 weniger als ein Siebtel, im Jahr 1980 gut ein Viertel der gegenüberstehenden Ausgaben (KAGAKU GIJITSUCHŌ 1994: 344).

³⁰ Gleiches gilt im übrigen auch für die Bundesrepublik Deutschland, deren Technologiehandelsbilanz ebenfalls deutlich negativ ist. Siehe zu den verschiedenen, nicht unmittelbar technologiebedingten strukturellen Einflußfaktoren auf die Technologiehandelsbilanzen beider Länder auch ERNST et al. (1993: 13).

mehr als 10% der Technologieexporte nach Südkorea und nach China (einschließlich Taiwan). Auf die Ländergruppe Asien entfielen insgesamt 44,5% der Ausfuhren, gefolgt von Nordamerika mit 29,6%. Spiegelbildlich hierzu hatte Japan insbesondere im Technologiehandel mit den USA hohe Importüberschüsse; allein 70,6% aller Ausgaben für Technologieimporte entfielen auf dieses eine Land. Auch gegenüber Deutschland und Frankreich war die Technologiehandelsbilanz Japans negativ, gegenüber Großbritannien und Italien hingegen positiv (siehe zu den Angaben im einzelnen SÖMUCHŌ TŌKEIKYOKU 1994: 62). Insgesamt importiert Japan somit zumindest nach der amtlichen Technologiehandelsstatistik noch mehr Technologie aus westlichen Industrieländern, als es in diese exportiert.

Im Survey of Research and Development wird auch eine Differenzierung des Technologiehandels nach Industriezweigen vorgenommen (siehe hierzu Abb. 2). Unter den großen Industriebranchen weist Japan einzig im Automobilbereich einen Überschuß an Technologieexport auf; in den F&E-intensivsten Wirtschaftszweigen, der Chemie und der Elektronik, überwiegen hingegen die Importe.

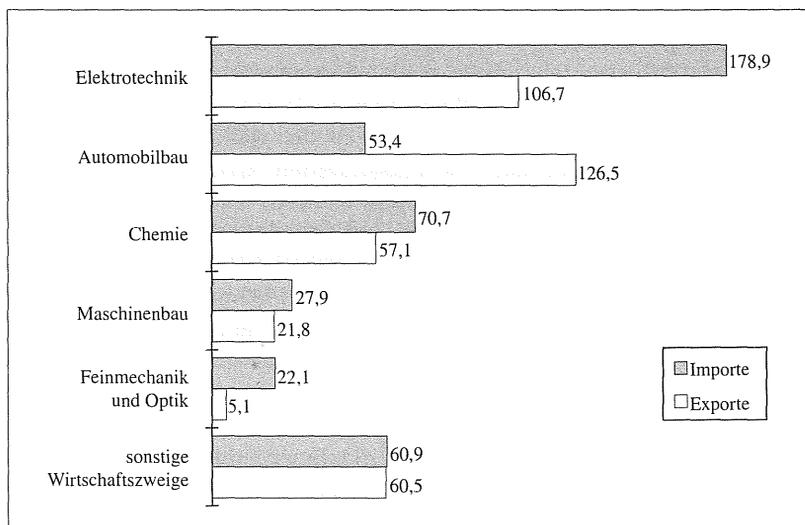


Abb. 2: Technologieexporte und -importe Japans nach Wirtschaftszweigen, 1992

Anm.: Zahlenangaben in Mrd. Yen.

Quelle: SÖMUCHŌ TŌKEIKYOKU (1994: 58).

Auch bei der Interpretation dieser Daten darf der Hinweis nicht fehlen, daß die Statistik aufgrund o. g. struktureller Verwerfungen nicht unbedingt in vollem Umfang die aktuelle Stellung der japanischen Industrie in technologischer Sicht widerspiegelt. Dennoch bleibt festzuhalten, daß

in forschungsintensiven Bereichen wie der Elektrotechnik und der Chemie der Technologieimport noch immer überwiegt, während der Automobilbau, also die Branche, in der Japan ein bedeutender Nettoexporteur von Technologie geworden ist, nur eine mäßige F&E-Intensität aufweist.

Weitere Erkenntnisse über die Struktur des japanischen Technologieimports lassen sich aus den „Tendenzanalysen zur Einführung ausländischer Technologie“ (*Gaikoku gijutsu dōnyū no dōkō bunseki*) gewinnen, die von der Science and Technology Agency als gesonderter Bericht jährlich veröffentlicht werden. Grundlage dieses Berichts sind der japanischen Regierung von Amts wegen zugehende Daten, da die Einführung von Technologie aus dem Ausland, sofern ihr eine vertragliche Vereinbarung zugrundeliegt, anzeige-, in Ausnahmefällen auch vorweg anmeldepflichtig ist (KAGAKU GIJUTSU SEISAKU KENKYŪJO 1994: 2). Im Jahr 1992 wurden insgesamt 3.224 Fälle von Technologieimport registriert; davon entfielen nicht weniger als 2.132 oder 66,1% auf die Elektrotechnik. Innerhalb dieser Branche war wiederum die Produktgruppe der Computer mit 1.751 Fällen (darunter 1.623 Fälle von Softwareimport) vorherrschend. Im Bereich der Halbleiter gab es demgegenüber nur 264 Importanzeigen (KAGAKU GIJUTSU SEISAKU KENKYŪJO 1994: 5, 15). Diese Ergebnisse bestätigen den Eindruck, daß es in Japan im Bereich der Elektrotechnik auch weiterhin einen erheblichen Bedarf an Technologieimport gibt. Dieser betrifft allerdings weniger die Halbleitertechnologie als vielmehr den Softwarebereich.

Schließlich soll kurz auf die Höhe der japanischen Direktinvestitionen im Ausland und der ausländischen Direktinvestitionen in Japan eingegangen werden. Im japanischen Haushaltsjahr 1993 wurden von Japanern Direktinvestitionen ins Ausland in einer Gesamthöhe von gut 36 Mrd. US-Dollar getätigt, davon rund zwei Drittel in Nordamerika und Europa. Dem standen ausländische Direktinvestitionen in Japan von insgesamt etwas über 3 Mrd. US-Dollar gegenüber (Auskunft des International Trade Research Office im MITI). Die japanischen Direktinvestitionen ins Ausland überstiegen also die ausländischen Direktinvestitionen in Japan um mehr als das Zehnfache.

Für dieses enorme Ungleichgewicht gibt es verschiedene Erklärungsansätze. So schrecken viele ausländische Unternehmen aufgrund mangelnder Kenntnisse des japanischen Marktes wohl noch immer vor einem direkten Engagement zurück und schließen stattdessen Lizenzverträge. Zumindest in früheren Jahrzehnten dürften dabei auch Marktzutrittsbarrieren in Form staatlicher Regulierungen eine bedeutende Rolle gespielt haben. Den einzelnen Gründen soll an dieser Stelle nicht näher nachgegangen werden; vielmehr ist die Tatsache, daß Japan bei den Direktinvestitionen einen großen Netto-Exportüberschuß aufweist, hier als solche relevant.

Wie zuvor bereits angesprochen wurde, bilden der Verkauf von Know-how mittels Lizenzverträgen einerseits und Direktinvestitionen ins Ausland andererseits zwei alternative Wege des internationalen Technologietransfers.³¹ Zwar kann nicht davon ausgegangen werden, daß jede Direktinvestition auch mit Technologietransfer verbunden ist. Die erheblichen Überschüsse Japans in diesem Bereich, die schon seit vielen Jahren zu beobachten sind, relativieren jedoch seine defizitäre Technologiehandelsbilanz. Während europäische und amerikanische Unternehmen ihre Technologie meist nach Japan verkauft haben, nutzten japanische Unternehmen in weit stärkerem Maße die Märkte der anderen Industrieländer für Direktinvestitionen. Daher kann aus den japanischen Importüberschüssen in der Technologie-Handelsbilanz gegenüber diesen Ländern nicht geschlossen werden, das Land weise im Vergleich zu Nordamerika und Europa noch einen signifikanten technologischen Rückstand auf.

3.5. Internationale Stellung im Handel mit technologieintensiven Gütern

Eine letzter häufig verwendeter Indikator für den technologischen Leistungsstand eines Landes ist die Höhe seiner Exporte und Importe mit technologieintensiven Gütern. Wenn die Exporte eines Landes in diesem Bereich seine Importe übersteigen, deutet dies auf Spezialisierungsvorteile in der internationalen Arbeitsteilung hin. Damit können Exportüberschüsse in solchen Produkten als ein Hinweis darauf gewertet werden, daß der technologische Leistungsstand relativ hoch ist, auch wenn bei diesem Indikator keine unmittelbare sachliche Verknüpfung zu den zugrundeliegenden F&E-Aktivitäten mehr vorhanden ist.

Die OECD definiert in ihren Berichten die folgenden Produktgruppen als technologieintensiv: Luft- und Raumfahrt, Elektrotechnik, Büromaschinen und Computer sowie pharmazeutische Produkte (OECD 1994a: 64). Wie aus Abb. 3 hervorgeht, stellt sich die internationale Wettbewerbsposition Japans in diesen Bereichen sehr unterschiedlich dar: Während in der Elektrotechnik sowie bei den Büromaschinen und Computern die Exporte ein Vielfaches der Importe betragen, ist die Relation in der Luft- und Raumfahrtindustrie und bei pharmazeutischen Produkten genau umgekehrt. Wie allgemein bekannt, weist Japans Industrie auch insgesamt beträchtliche Exportüberschüsse auf. Die Export-/Import-Relation liegt jedoch bei der Gesamtheit der übrigen (nicht-technologieintensiven) Güter

³¹ Daneben ist natürlich auch der Fall denkbar, daß Direktinvestitionen ins Ausland dazu genutzt werden, technologisches Wissen vom Ausland ins Inland zu transferieren. Auf diesen Aspekt der internationalen Direktinvestitionen soll hier nicht näher eingegangen werden.

wesentlich unter dem Durchschnitt des verarbeitenden Gewerbes. Dies bedeutet, daß der Exportüberschuß in den technologieintensiven Gütern insgesamt überdurchschnittlich ist, die japanische Industrie hier also summarisch betrachtet erhebliche Spezialisierungsvorteile besitzt. Entscheidend trägt hierzu vor allem die quantitativ bedeutende Elektrotechnik bei.

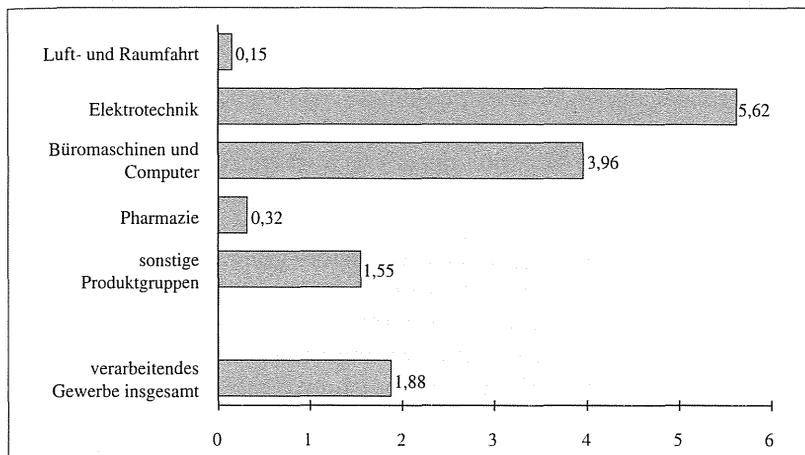


Abb. 3: Export-/Import-Relation Japans in technologieintensiven Produktgruppen, 1990

Anm.: Die Zahlenangaben sind die Quotienten aus dem Exportwert und dem Importwert Japans in den einzelnen Bereichen.

Quelle: OECD (1994a: 58–60).

Weitere Aufschlüsse ergeben sich aus dem Marktanteil Japans bei technologieintensiven Gütern bezogen auf die Gesamtheit der OECD-Länder (siehe zu den folgenden Angaben KAGAKU GIJITSUCHŌ 1994: 155). Dieser betrug im Jahr 1990 im Durchschnitt 29,2% und hat sich damit gegenüber 1985 erheblich ausgeweitet, als er noch bei 23,6% lag. In den Bereichen Mikroelektronik (42%) sowie Büromaschinen und Computer (37,5%) ist Japan sogar Marktführer unter den Industrieländern; auch in diesen beiden Produktgruppen konnte der Marktanteil im Vergleich zu vor fünf Jahren erheblich ausgeweitet werden. So gesehen scheint die internationale Wettbewerbsposition Japans im Hochtechnologiebereich also außerordentlich stark zu sein.

Dieser Eindruck relativiert sich etwas, wenn zusätzlich noch der Exportanteil Japans, d. h. der Wert der japanischen Exporte bezogen auf die Exportwerte aller Länder, bei technologieintensiven Gütern in der OECD betrachtet wird (siehe zu den nachfolgenden Angaben KAGAKU GIJITSUCHŌ

1994: 157). Dieser lag im Jahr 1988 bei 15,2% und damit noch deutlich hinter den USA, die einen Exportanteil von 23,4% hielten. Aber auch gemessen an dieser Kennzahl hat sich die Position Japans in den 80er Jahren erheblich verbessert; der Exportanteil lag im Jahr 1980 bei noch 9,7% und damit deutlich hinter dem der Bundesrepublik Deutschland und Großbritannien, die in den folgenden Jahren überholt wurden. Die Diskrepanz zwischen Marktanteil und Exportanteil kann damit erklärt werden, daß die Importpenetration des japanischen Marktes in diesen Gütergruppen offenbar weit unterdurchschnittlich ist.

Ein grundsätzlicher Problempunkt bei Analysen der hier vorgestellten Art ist die der Auswertung zugrundeliegende Abgrenzung des Hochtechnologiebereichs. Eine Variation der als technologieintensiv eingestuften Produktgruppen kann u. U. zu stark abweichenden Ergebnissen führen.³² Auch hat die vorangestellte Aufgliederung nach Produktgruppen gezeigt, daß es durchaus technologieintensive Bereiche gibt, in denen Japan eine passive Handelsbilanz aufweist. Dennoch ist insgesamt nicht zu übersehen, daß die japanische Industrie in vielen High-Tech-Produktfeldern offenbar starke internationale Spezialisierungsvorteile aufweist und sie ihre Position auf dem Weltmarkt in den 80er Jahren erheblich ausbauen konnte.³³ Der so verstandene F&E-Output hat in Japan ein ausgesprochen hohes Niveau.

4. ERGEBNISSE UND IMPLIKATIONEN

4.1. Zusammenfassung der Ergebnisse

Im Rahmen der obigen Ausführungen sind verschiedene Facetten der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in Japan deutlich geworden, die sich sowohl auf den Input als auch auf den Output beziehen. Bei den Inputindikatoren lassen sich die Ergebnisse wie folgt zusammenfassen:

- 1) Der F&E-Input ist in Japan sowohl gemessen am Aufwand als auch am Personal in den letzten beiden Jahrzehnten stark erhöht worden. Dies

³² So führt zum Beispiel die im Bundesbericht Forschung zugrundegelegte, wesentlich abweichende Definition von Hochtechnologiebereichen dazu, daß – bezogen auf das Jahr 1991 – vergleichsweise höhere Exportanteile für Japan und Deutschland und niedrigere für die USA ausgewiesen werden (BMFT 1993: 49).

³³ Diese Tendenz wird auch durch die Ergebnisse einer OECD-Studie bestätigt, nach der sich das Gewicht der Hochtechnologiebereiche in der japanischen Industrie in den letzten beiden Jahrzehnten stark erhöht hat (OECD 1992: 25–26).

hat dazu geführt, daß das Land auf dieser Ebene zu den großen westlichen Industrieländern aufgeschlossen hat.

- 2) Die privat finanzierte Industrieforschung dominiert in Japan noch stärker als in Deutschland; im Gegensatz zu den großen westlichen Industrieländern wird nur ein sehr geringer Anteil der F&E-Aktivitäten der Unternehmen vom Staat finanziert.
- 3) Die Beteiligung des Auslands bei den F&E-Aktivitäten in Japan ist finanziell betrachtet minimal.
- 4) Die angewandte Forschung und Entwicklung steht im Vordergrund; der Anteil der Grundlagenforschung liegt weiterhin deutlich niedriger als in den USA und Westeuropa.
- 5) Die industrielle Forschung und Entwicklung hat in den gleichen Wirtschaftszweigen ihre Schwerpunkte wie in Deutschland; in beiden Ländern entfällt der größte Einzelanteil auf die Elektrotechnik. Die F&E-Aufwendungen sind jedoch ansonsten im Vergleich zu Deutschland gleichmäßiger auf die Wirtschaftszweige verteilt.
- 6) Die industrielle Forschung und Entwicklung ist in den meisten Wirtschaftszweigen stark auf branchenfremde Produktfelder ausgerichtet. Internes Unternehmenswachstum durch technologiebasierte Diversifizierung trägt damit erheblich zum Strukturwandel in der japanischen Industrie bei.
- 7) Der Anteil des Neben- und Hilfspersonals ist im F&E-Bereich, insbesondere in den Universitäten, im internationalen Vergleich sehr niedrig.
- 8) Das F&E-Personal zeigt in Japan eine in hohem Maße ingenieurwissenschaftliche Ausrichtung, während der Anteil der Naturwissenschaftler relativ gering ist.

Die Analyse von Outputindikatoren der Forschung und Entwicklung führte zu folgenden Ergebnissen:

- 1) Die Veröffentlichungs- und Zitierhäufigkeit japanischer wissenschaftlicher Arbeiten hat in den letzten Jahrzehnten stark zugenommen und liegt nunmehr absolut gesehen weltweit an zweiter Stelle hinter den USA. Die Zahl der an japanische Wissenschaftler verliehenen Nobelpreise ist demgegenüber noch sehr gering.
- 2) Japan weist die weltweit höchste Zahl an *Patentanmeldungen* auf, was vor allem auf die *Patentrechtspraxis* zurückzuführen ist. Aber auch bei der Zahl der *inländischen Patenterteilungen* sowie der *Patentanmeldungen* und *-erteilungen* im Ausland ist der japanische Anteil relativ hoch.
- 3) Die japanische *Technologiehandelsbilanz* ist, wenn auch in abnehmendem Maße, *passiv*; dies ist u. a. auf umfangreiche *Softwareimporte* zurückzuführen. Andererseits weist Japan einen hohen *Exportüberschuß* bei den *Direktinvestitionen* auf.

- 4) Japan hat bei einigen technologieintensiven Gütern Export-, bei anderen Importüberschüsse. Aufgrund der hohen quantitativen Bedeutung der Elektrotechnik trägt der High-Tech-Bereich insgesamt beträchtlich zum japanischen Handelsbilanzüberschuß bei.

4.2. Implikationen für die industrielle F&E und die Forschungspolitik

Wie sind die obigen Ergebnisse aus Sicht der Unternehmen, die Forschung und Entwicklung betreiben, sowie der Träger der staatlichen Forschungspolitik einzuschätzen, und welche Implikationen ergeben sich daraus? Diese Fragen sollen zunächst aus der Perspektive der Unternehmen kurz erörtert werden.

Sowohl am Input als auch am Output gemessen vermitteln die statistischen Daten ein durchweg erfolgreiches Bild der privatwirtschaftlichen Forschung und Entwicklung in Japan, die größtenteils von Industrieunternehmen betrieben wird. Die Unternehmen haben ihre Forschungs- und Entwicklungskapazitäten in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich und auf breiter Basis aufgestockt, und dies hat auch entsprechende Erfolge in der Innovationskraft gezeitigt. Vor allem die auch in den westlichen Industrieländern sehr zahlreichen Patentanmeldungen und -erteilungen japanischer Unternehmen zeugen davon, daß deren technologisches Niveau zumindest insgesamt dem der Konkurrenten in Nordamerika und Europa nicht mehr nachsteht. Der hohe Diversifikationsgrad der F&E-Aufwendungen in vielen Wirtschaftszweigen deutet zudem darauf hin, daß zahlreiche Unternehmen ihr technologisches Know-how flexibel zu nutzen wissen, um sich neue Produktfelder zu erschließen. Beim internationalen Technologiehandel sowie dem Handel mit technologieintensiven Gütern besteht allerdings Differenzierungsbedarf. In einigen Bereichen ist weiterhin das Erfordernis zum Import ausländischer Technologie gegeben; dabei tritt vor allem der Softwarebereich hervor. Empirische Studien zeigen jedoch, daß japanische Unternehmen auch in diesem Bereich ihre Leistungsfähigkeit bereits deutlich erhöht haben und sich in einem Aufholprozeß befinden (siehe hierzu CUSUMANO und KEMERER 1990). Zudem spielt hierbei wohl auch das Erstellen japanischsprachiger Versionen internationaler Standardsoftwarepakete eine wesentliche Rolle; damit kann eine technologische Unterlegenheit der japanischen Unternehmen nicht unmittelbar assoziiert werden. Auf den Märkten für technologieintensive Güter haben japanische Unternehmen in der Elektrotechnik und bei Büromaschinen und Computern international eine sehr starke Stellung, während das Land bei pharmazeutischen Produkten und bei der Luft- und Raumfahrt eine passive Handelsbilanz aufweist. Im letzteren Bereich

dürfte die sich aus politischen Rahmenbedingungen ergebende, im Vergleich zu Nordamerika und Europa geringe Bedeutung der japanischen Rüstungswirtschaft als Sonderfaktor bedeutsam sein.

Insgesamt spiegeln sich die starken Spezialisierungsvorteile japanischer Unternehmen in den Montageindustrien³⁴ auch in technologischer Hinsicht wider. Die japanische Automobilindustrie ist nicht nur auf der Produkt-, sondern auch auf der Know-how-Ebene ein großer Nettoexporteur. Im Bereich der Elektrotechnik muß zwar in bestimmten Feldern noch in hohem Ausmaß Technologie importiert werden; die japanischen Unternehmen sind aber dennoch Weltmarktführer. Demgegenüber kann die Pharmaindustrie in Japan auch nicht annähernd derartige Erfolge vorweisen. Die sehr unterschiedliche technologische Performance der einzelnen Wirtschaftszweige ist gesamtwirtschaftlich betrachtet jedoch nicht unbedingt ein Negativum. Im Rahmen der internationalen Arbeitsteilung erscheint es sinnvoller, die Ressourcen auf Bereiche zu konzentrieren, in denen komparative Vorteile genutzt werden können, anstatt zu versuchen, in *allen* Wirtschaftszweigen Überlegenheit zu erlangen. Im übrigen ist die Konzentration der F&E-Aufwendungen auf einzelne Branchen in Japan, wie oben in Abschnitt 2.2. aufgezeigt, eher geringer als z. B. in der Bundesrepublik Deutschland. Es besteht also keinerlei Anlaß, die technologische Spezialisierung der japanischen Industrie als im internationalen Vergleich besonders stark anzusehen.

Es bleibt zu überlegen, welche Implikationen sich aus den Ergebnissen der hier vorgenommenen quantitativen Analyse für die staatliche Forschungspolitik in Japan ergeben. Diese ist noch schwieriger zu beurteilen, da als Grundlage im Gegensatz zu den Unternehmen überwiegend nur Inputdaten zur Verfügung stehen.

Die auf Forschung und Entwicklung verwandten Ressourcen sind seit den 70er Jahren nicht nur in den Unternehmen, sondern auch in den Universitäten und Forschungsinstituten stark ausgeweitet worden. Insofern ergibt sich der Eindruck, daß der der Privatwirtschaft zur Verfügung gestellte Unterstützungsrahmen für die Wissensproduktion adäquat mitgewachsen ist. Sowohl die Anzahl der von Japanern verfaßten wissenschaftlichen Veröffentlichungen als auch deren Zitierhäufigkeit hat zudem international betrachtet deutlich zugenommen, was für die Leistungsfähigkeit der japanischen Forschung spricht. Die Tatsache, daß im Gegensatz zu nordamerikanischen und europäischen Industrieländern industrielle For-

³⁴ Hierzu zählen im wesentlichen der Automobilbau, die Elektrotechnik, der Maschinenbau und die Feinmechanik und Optik. Siehe zur relativen Wettbewerbsstärke Japans in diesen Wirtschaftszweigen WALDENBERGER (1994: 164-165).

schungsaktivitäten in Japan kaum vom Staat finanziert werden, hat schließlich, wie oben aufgezeigt, deren Erfolge nicht in erkennbarer Form Abbruch getan. Es besteht somit kein Anlaß, dieses Spezifikum der japanischen Forschungslandschaft grundsätzlich negativ zu beurteilen.

Bei differenzierter Betrachtung sind jedoch im Bereich der japanischen Forschungs- und Technologiepolitik einige Schwachstellen unverkennbar. Erstens ist der Anteil, den die Grundlagenforschung einnimmt, in Japan weiterhin niedriger als in jedem anderen großen Industrieland. Wenn dies auch bisher nicht zu entscheidenden Engpässen auf der Anwendungsebene, d. h. bei der Produktion und Vermarktung technologieintensiver Güter geführt hat, so kann nicht selbstverständlich davon ausgegangen werden, daß dies auch in Zukunft so bleiben wird. Mit dem geringen Anteil an Grundlagenforschung geht auf der personellen Seite ein Mangel an Naturwissenschaftlern einher, während Ingenieure in Japan reichlich vorhanden sind. Wie zuvor bereits erwähnt, wird dieses personelle und aufgabenbezogene Ungleichgewicht in der japanischen Forschung auch von den Trägern der Technologiepolitik als Alarmzeichen rezipiert. Inwieweit es gelingt, hier effektiv gegenzusteuern, wird erst in einigen Jahren zu beurteilen sein.

Ein zweiter Problempunkt ist in der Arbeitsorganisation und Ausstattung der japanischen Forschungseinrichtungen, vor allem der Universitäten zu sehen. Der geringe Anteil an Hilfs- und Nebenpersonal dürfte im Ergebnis dazu führen, daß in weit höherem Maße als in den Universitäten anderer Industrieländer nicht unmittelbar wissenschaftliche Tätigkeiten vom Hauptpersonal zu erledigen sind. Dies dürfte der Effektivität der Forschung, verstanden als optimaler Ausnutzung komparativer Vorteile in der Arbeitsteilung, kaum zuträglich sein. Ein weiterer Aspekt, der in dieser Abhandlung nicht näher analysiert wurde, liegt in der Sachmittelausstattung der Universitäten. Auch diese scheint im Vergleich zu anderen Industrieländern ausgesprochen niedrig zu sein.³⁵ Ohne daß hier eine Einzelanalyse erfolgen kann, muß wohl davon ausgegangen werden, daß trotz der quantitativen Ausweitung auch der staatlich finanzierten Forschung in Japan bei der Sach- und Personalmittelausstattung in diesem Bereich im Vergleich zu führenden westlichen Industrieländern noch immer beträchtliche Defizite bestehen.

Drittens schließlich tritt das geringe Engagement des Auslandes bei den Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in Japan als Schwachstelle hervor. Grundsätzlich kann neues Wissen unabhängig von der Finanzierung vor allem dort schnell verwertet werden, wo es generiert wird. Daher

³⁵ Siehe zu diesen und anderen Mißständen in den japanischen Universitäten und Forschungseinrichtungen HORRES und KREINER (1992: 17–21).

bilden Auslandsbeteiligungen bei F&E-Projekten eine Möglichkeit, an der Produktion von Know-how teilzuhaben, ohne sie finanzieren zu müssen. Dieses Potential wird in Japan bislang noch in weit geringerem Maße genutzt als in Nordamerika oder auch Westeuropa.

5. SCHLUSSBEMERKUNGEN

Die vorstehenden Ausführungen haben – bezogen auf die Ausgangsfragestellung – gezeigt, daß die japanische Industrie sowohl insgesamt betrachtet als auch in vielen Einzelbereichen technologisch äußerst leistungsfähig ist. Wenn die Innovationskraft der japanischen Unternehmen wirklich so gering ausgeprägt wäre, wie dies wohl vielerorts noch immer unterstellt wird, dann wären sie weder in der Lage, auch im Ausland einen so hohen Anteil der Patentanmeldungen und -erteilungen auf sich zu vereinen, noch könnten sie bei zahlreichen technologieintensiven Produkten hohe Exportüberschüsse erzielen und teilweise sogar Weltmarktführer sein.

Andererseits hat die quantitative Bestandsaufnahme ebenfalls gezeigt, daß auch die japanische Forschungslandschaft nicht frei von Schwachstellen ist. So ist der Anteil der Grundlagenforschung ausgesprochen niedrig, die Organisation und Mittelausstattung vor allem im Universitätsbereich teilweise unzureichend und die Auslandsbeteiligung bei F&E-Projekten noch sehr gering. Es besteht also weder Anlaß, das aus früherer Zeit stammende Klischee von der geringen Innovationskraft japanischer Unternehmen aufrechtzuerhalten, noch sollte in das andere Extrem verfallen werden, das technologische Potential Japans und das dortige Forschungsumfeld zu glorifizieren bzw. als „Gefahr“ anzusehen.

Insgesamt hat sich damit erwiesen, daß die quantitative Analyse von aggregierten statistischen Daten es in Grenzen erlaubt, differenzierte Aussagen über den Status Quo der Forschung und Entwicklung in Japan zu treffen. Abschließend muß jedoch deutlich darauf hingewiesen werden, daß gerade in diesem Bereich Überblicksanalysen des hier vorliegenden Typs die Einzeluntersuchung der beteiligten Unternehmen und Institutionen nicht ersetzen können. Die Generierung, Verbreitung und Vermarktung von Wissen vollzieht sich zwangsläufig in sehr heterogenen Bahnen und ist prozeßzentriert. Um genauere Erkenntnisse über den Ablauf und die Ergebnisse dieser Prozesse zu gewinnen, ist die qualitative Analyse anhand von Einzelstudien unerlässlich. Der vorliegende Überblick vermag hierzu nur erste Hinweise zu liefern, indem der Input und der Output solcher Prozesse in seiner Grundstruktur analysiert wird.

LITERATURVERZEICHNIS

- BARRÉ, Rémi und Pierre PAPON (1993): Global Overview. In: UNESCO (Hg.): *World Science Report 1993*. Paris: UNESCO Publications, S. 139–150.
- BMFT – BUNDESMINISTERIUM FÜR FORSCHUNG UND TECHNOLOGIE (Hg.) (1993): *Bundesbericht Forschung 1993*. Bonn: Bundesministerium für Forschung und Technologie.
- CUSUMANO, Michael A. und Chris F. KEMERER (1990): A quantitative Analysis of U. S. and Japanese Practice and Performance in Software Development. In: *Management Science* 36, 11, S. 1384–1406.
- DEMES, Helmut, Martin HEMMERT, Ralph LÜTZELER, Hendrik MEYER-OHLE, Silke-Susann OTTO und Franz WALDENBERGER (1994): *Die japanische Wirtschaft heute. Ein Überblick*. Bonn und Tōkyō: Deutsches Institut für Japanstudien (= Miscellanea; 10).
- ERNST, Angelika (1987): Widersprüchliche Daten zur japanischen Technologiehandelsbilanz. In: *Japan Analysen Prognosen. Mitteilungen für die Förderer der Japan-Studienstelle am ifo-Institut für Wirtschaftsforschung* 16, S. 5–6.
- ERNST, Angelika, Reinhard HILD, Hanns Günter HILPERT und Silvia MARTSCH (1993): *Technologieschutz in Japan – Strategien für Unternehmenskooperationen*. München: ifo-Institut für Wirtschaftsforschung (= ifo studien zur japanforschung; 9).
- ERNST, Angelika und Gerhard WIESNER (1994): *Japans technische Intelligenz. Personalstrukturen und Personalmanagement in Forschung und Entwicklung*. München: ifo-Institut für Wirtschaftsforschung (= ifo studien zur japanforschung; 7).
- GOTŌ, Akira (1993): *Nihon no gijutsu kakushin to sangyō soshiki* [Innovation und Industrieorganisation in Japan]. Tōkyō: Tōkyō Daigaku Shuppankai.
- HEMMERT, Martin (1994): *Forschungspolitik in Japan – Institutionen und Instrumente*. Bonn und Tōkyō: Deutsches Institut für Japanstudien (= Arbeitspapier 94/3).
- HORRES, Robert und Josef KREINER (1992): Anspruch und Wirklichkeit der japanischen Forschungs- und Technologiepolitik. In: DEUTSCHES INSTITUT FÜR JAPANSTUDIEN (Hg.): *Trends der japanischen Forschungs- und Technologiepolitik*. Bonn und Tōkyō: Deutsches Institut für Japanstudien, S. 7–30 (= Miscellanea; 3).
- KAGAKU GIJITSUCHŌ (Hg.) (1992): *Taikei kagaku gijutsu shihyō. 1991 nenpan* [Systematisierte Indikatoren für Wissenschaft und Technologie, Ausgabe 1991]. Tōkyō: Ōkurashō Insatsukyoku.

- KAGAKU GIJITSUCHŌ (Hg.) (1994): *Heisei 5–nenpan kagaku gijutsu hakusho* [Weißbuch für Wissenschaft und Technologie, Ausgabe 1993]. Tōkyō: Ōkurashō Insatsukyoku.
- KAGAKU GIJITSU SEISAKU KENKYŪJO (Hg.) (1994): *Gaikoku gijutsu dōnyū no dōkō bunseki. Heisei 4–nendo* [Tendenzanalyse der Einführung neuer Technologie aus dem Ausland, Jahrgang 1992]. Tōkyō: Kagaku Gijutsu Seisaku Kenkyūjo.
- KEIZAI KIKAKUCHŌ (Hg.) (1994): *Kokumin keizai keisan nenpō. Heisei 6–nenpan* (Annual Report on National Accounts 1994). Tōkyō: Ōkurashō Insatsukyoku.
- MIRAI KŌGAKU KENKYŪJO (Hg.) (1991): *Kisoteki, sendōteki kagaku gijutsu no suishin no tame no kenkyū jinzai ni kan suru chōsa kenkyū I* [Untersuchung bezüglich des Forschungspersonals zur Förderung von Basis- und Spitzentechnologien, Teil 1]. Tōkyō: Mirai Kōgaku Kenkyūjo (unveröff.).
- NATIONAL SCIENCE BOARD (Hg.) (1993): *Science & Engineering Indicators 1993*. Washington, D. C.: U. S. Government Printing Office.
- Nihon Keizai Shinbun* (Tōkyō), 7.10.1994, Abendausgabe: Gijutsusha busoku 445–mannin? 2010–nen yosoku. Rikōkei hanare de shinkoku ni [Prognose für das Jahr 2010: Technikerlücke von 4,45 Millionen? Verschärfung durch die Entfernung von den Naturwissenschaften]. S. 16.
- NIHONKOKU TOKKYŌCHŌ (Hg.) (1994): *Tokkyōchō nenpō. Dai 46–kan. Heisei 5–nenpan* [Jahrbuch des Patentamts, 46. Ausgabe, Jahrgang 1993]. Tōkyō: Nihonkoku Tokkyōchō.
- OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (Hg.) (1992): *Structural Change and Industrial Performance. A Seven Country Growth Decomposition Study*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- OECD (Hg.) (1994a): *Main Science and Technology Indicators 1994/1*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- OECD (Hg.) (1994b): *The Measurement of Scientific and Technical Activities. „Frascati Manual“ 1993*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.
- PATEL, Pari und Keith PAVITT (1987): Is Western Europe losing the technological race? In: FREEMAN, Christopher (Hg.): *Output Measurement in Science and Technology. Essays in Honor of Yoan Fabian*. Amsterdam u. a.: North-Holland, S. 5–31.
- SŌMUCHŌ TŌKEIKYOKU (Hg.) (1994): *Heisei 5–nen kagaku gijutsu kenkyū chōsa hōkoku* (Report on the Survey of Research and Development 1993). Tōkyō: Nihon Tōkei Kyōkai.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (Hg.) (1991): *Statistisches Jahrbuch 1991 für das vereinte Deutschland*. Wiesbaden: Metzler-Poeschel.

- STATISTISCHES BUNDESAMT (Hg.) (1993): *Statistisches Jahrbuch 1993 für die Bundesrepublik Deutschland*. Wiesbaden: Metzler-Poeschel.
- WAKASUGI, Ryūhei (1986): *Gijutsu kakushin to kenkyū kaihatsu no keizai bunseki. Nihon no kigyō kōdō to sangyō seisaku* [Ökonomische Analyse von Innovation und F&E. Unternehmensaktivitäten und Industriepolitik in Japan]. Tōkyō: Tōyō Keizai Shinpōsha.
- WALDENBERGER, Franz (1994): Ökonomische Analyse einiger Merkmale der japanischen Industrieorganisation. In: *Japanstudien. Jahrbuch des Deutschen Instituts für Japanstudien der Philipp-Franz-von-Siebold-Stiftung* 5, S. 133–169.