



Fraunhofer Institut
Systemtechnik und
Innovationsforschung

Leistungsfähigkeit und Strukturen der Wissenschaft im internationalen Vergleich 2006

Analysen im Rahmen der jährlichen Berichterstattung
zur Technologischen Leistungsfähigkeit Deutschlands

Dr. Ulrich Schmoch

Studien zum deutschen Innovationssystem

Nr. 11-2007

Fraunhofer-Institut für
Systemtechnik und
Innovationsforschung
Breslauer Str.48
76139 Karlsruhe

<http://www.isi.fraunhofer.de>

Dezember 2006

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

Studien zum deutschen Innovationssystem

Nr. 11-2007

ISSN 1613-4338

Herausgeber:

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

www.technologische-leistungsfahigkeit.de

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

Kontakt und weitere Informationen:

PD Dr. Ulrich Schmoch
Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung
Abteilung Innovationssysteme und Politik
Breslauer Straße 48
76139 Karlsruhe
Tel: +49-721-6809-114
Fax: +49-721-6809-260
Email: u.schmoch@isi.fraunhofer.de

Inhaltsverzeichnis

1 EINFÜHRUNG IN DIE PROBLEMSTELLUNG.....	3
2 DIE LEISTUNGSFÄHIGKEIT DER WISSENSCHAFT IM SPIEGEL BIBLIOMETRISCHER INDIKATOREN	3
2.1 METHODISCHE GRUNDLAGEN	3
2.2 FACHPUBLIKATIONEN AUS DEUTSCHLAND IM INTERNATIONALEN VERGLEICH.....	4
2.3 PROFIL DER DEUTSCHEN WISSENSCHAFT	10
3 ENTWICKLUNG DER INTERNATIONALEN WISSENSCHAFTSKOOPERATIONEN.....	16
3.1 METHODISCHE VORBEMERKUNGEN	16
3.2 EMPIRISCHE ERGEBNISSE	16
4 ZUSAMMENFASSUNG.....	24
5 LITERATURVERZEICHNIS.....	25

Abbildungsverzeichnis

Abb. 2-1:	Zeitschriftenspezifische Beachtung Deutschlands und der Schweiz bei Publikationen im Science Citation Index (ohne Eigenzitate) differenziert nach Wissenschaftsfeldern, 2003.....	13
Abb. 2-2:	Internationale Ausrichtung Deutschlands bei Publikationen im Science Citation Index (ohne Eigenzitate) differenziert nach Wissenschaftsfeldern, 2003.....	14
Abb. 2-3:	Spezialisierung Deutschlands bei Publikationen im Science Citation Index differenziert nach Wissenschaftsfeldern	15
Abb. 3-1:	Anteil der deutschen Publikationen im SCI mit mindestens einem ausländischen Partner	17
Abb. 3-2	Anteil der internationalen Ko-Publikationen im SCI für ausgewählte Länder.....	18
Abb. 3-3:	Anteile von internationalen Ko-Publikationen deutscher Autoren in den Jahren 1995 und 2005 nach SCI-Segmenten.....	18
Abb. 3-4:	Jährliches Wachstum der internationalen Ko-Publikationen deutscher Autoren in SCI-Segmenten in der Zeit von 1995 bis 2005, normiert mit dem Wachstum des jeweiligen Segments	19
Abb. 3-5:	Wichtige Partnerländer deutscher Autoren bei SCI-Publikationen nach Häufigkeit im Jahr 2005 (Index für größtes Land = 100) und Zunahme zwischen 1995 und 2005 (Index für größte Zunahme = 100)	20
Abb. 3-6:	Ko-Publikationen deutscher Autoren im SCI mit EU-Ländern und den USA nach Häufigkeit im Jahr 2005 und Wachstum zwischen 1995 und 2005 (Index für größten Wert jeweils 100).....	21

Abb. 3-7:	Länderpräferenz deutscher Wissenschaftler bei Ko-Publikationen in SCI-Zeitschriften, 2005	22
Abb. 3-8:	Präferenz ausländischer Wissenschaftler für Ko-Publikationen mit deutschen Partnern, 2003.....	23

Tabellenverzeichnis

Tab. 2-1:	Anteile ausgewählter Länder und Regionen an allen Publikationen im SCI.....	5
Tab. 2-2:	Anteile ausgewählter Länder und Regionen an allen Publikationen im SCI im Zeitraum 2000 bis 2005 indiziert auf das Jahr 2000 (Index = 100).....	6
Tab. 2-3:	Zitatraten (3-Jahres-Fenster) ausgewählter Länder und Regionen bei Publikationen im Science Citation Index (ohne Eigenzitate)	7
Tab. 2-4:	Zeitschriftenspezifische Beachtung ausgewählter Länder und Regionen bei Publikationen im Science Citation Index (ohne Eigenzitate)	8
Tab. 2-5:	Internationale Ausrichtung ausgewählter Länder und Regionen bei Publikationen im Science Citation Index (ohne Eigenzitate)	9

1 Einführung in die Problemstellung

Die wissenschaftliche Leistungsfähigkeit eines Landes ist eine wesentliche Basis für dessen technologische Leistungsfähigkeit, weshalb diese Frage im Rahmen der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit seit vielen Jahren regelmäßig analysiert wird. Der wesentliche Beitrag der Wissenschaft zur Technikentwicklung besteht dabei in der Ausbildung qualifizierter Fachkräfte, deren Qualität maßgeblich von der Leistungsfähigkeit der Forschung abhängt. Selbstverständlich sind auch die Ergebnisse der wissenschaftlichen Forschung eine wichtige Grundlage der technischen Entwicklung, wobei die Verbindungen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft häufig indirekter Natur und weniger offensichtlich sind, insbesondere weil vielfach ein deutlicher Zeitverzug zwischen Aktivitäten in der Wissenschaft und ihren Auswirkungen in der Technik zu beobachten ist.

Die Leistungen der Wissenschaft sind nur schwer messbar, zumal sich die Strukturen in den einzelnen Disziplinen häufig deutlich unterscheiden. Als aussagefähig haben sich hier statistische Analysen von Fachpublikationen erwiesen, soweit sie methodisch sorgfältig durchgeführt werden. Die hier vorgelegten Analysen beziehen sich dabei nicht nur auf Wissenschaftsgebiete mit engem Technikbezug, sondern auf die Natur-, Lebens- und Ingenieurwissenschaften insgesamt. Dabei werden vor allem Zitate als Indikator für Performanz im internationalen Vergleich untersucht.

2 Die Leistungsfähigkeit der Wissenschaft im Spiegel bibliometrischer Indikatoren

2.1 Methodische Grundlagen

Die statistischen Analysen zu Fachpublikationen wurden in der Datenbank Science Citation Index (SCI) durchgeführt, einer multidisziplinären Datenbank mit breiter fachlicher Abdeckung. Die Recherchen beziehen sich auf die Natur- und Ingenieurwissenschaften sowie die Medizin- und Lebenswissenschaften. Die Datenbank deckt vor allem englischsprachige Zeitschriften ab, was für die meisten Felder unproblematisch ist. Die deutschen Ingenieurwissenschaften, die meist in deutscher Sprache publizieren, sind jedoch unzureichend erfasst. Generell sind im SCI Zeitschriften berücksichtigt, die häufig zitiert werden, also eine hohe Sichtbarkeit haben, so dass höherwertige Publikationen berücksichtigt sind. Schon die Tatsache der Registrierung einer Publikation im SCI kann daher als ein erster Qualitätsindikator betrachtet werden.

Neben der absoluten Zahl der Publikationen, die bis zum Jahr 2004 vorliegen, werden insbesondere Zitate als Leistungsindikator verwendet. Zur Berechnung der Zitatraten werden Zitate aus dem jeweiligen Publikationsjahr und den zwei darauf folgenden Jahren berücksichtigt, so dass für alle betrachteten Jahre ein gleichmäßiges Zeitfenster von drei Jahren zu Grunde liegt. Von daher können auch nur Zitatraten bis zum Publikationsjahr 2002 berechnet werden.

Zur genaueren Analyse der Zitatquoten ist die Berechnung der zwei zusätzlichen Indikatoren der „Zeitschriftenspezifischen Beachtung (ZB-Index)“ und der „Internationalen Ausrichtung (IA-Index)“ sinnvoll. Die Beachtung gibt dabei an, ob die Artikel eines Landes/ einer Region im Durchschnitt häufiger oder seltener zitiert werden, als die Artikel in den Zeitschriften, in denen sie erschienen sind. Positive Indices weisen dabei auf eine überdurchschnittliche Zitatrate hin; Werte von Null entsprechen dem Weltdurchschnitt. Durch den Bezug auf die jeweilige Zeitschrift werden Nachteile von Ländern kompensiert, die einen weniger guten Zugang zu großen englischsprachigen Zeitschriften haben. Der entsprechende Indikator der „Zitatbeachtung“ berechnet sich wie folgt:

$$ZB_k = 100 \tanh \ln (OBS_k/EXP_k)$$

In dieser Formel bedeutet OBS_k die tatsächlich beobachtete Zitierungshäufigkeit von Publikationen des Landes k . EXP_k ist die erwartete Zittrate, die sich aus den durchschnittlichen Zitierungshäufigkeiten der Zeitschriften ergibt, in denen die Autoren dieses Landes ihre Artikel publiziert haben.

Im Unterschied zur Beachtung zeigt die Internationale Ausrichtung, ob die Autoren eines Landes in Relation zum Weltdurchschnitt in international beachteten oder aber weniger sichtbaren Zeitschriften publizieren. Durch eine hohe Quote von Publikationen in international sichtbaren Zeitschriften dokumentiert sich eine intensive Beteiligung an der internationalen wissenschaftlichen Diskussion. Ähnlich wie bei dem ZB-Index verweisen auch beim IA-Index positive Werte auf eine überdurchschnittliche Internationale Ausrichtung. Der IA-Index berechnet sich in folgender Weise:

$$IA_k = 100 \tanh \ln (EXP_k/OBS_w)$$

Es gelten dieselben Konventionen wie bei der Beachtung. Der Index w steht für die Welt insgesamt.

Um bei der Analyse absoluter Publikationszahlen mögliche Verzerrungen durch die Datenbankabdeckung kompensieren zu können, werden schließlich auch Spezialisierungsindizes RLA (**R**elativer **F**ach-**L**iteratur-**A**nteil) berechnet. Die entsprechende Formel lautet:

$$RLA_{ij} = 100 \tanh \ln [(Publ_{ij} / \sum_i Publ_{ij}) / (\sum_j Publ_{ij} / \sum_{ij} Publ_{ij})]$$

Darin steht i für das Land und j für das Feld. Der RLA-Index ist so konstruiert, dass sein Wertebereich ± 100 umfasst mit dem Neutralwert 0. Positive Werte indizieren eine überdurchschnittliche Spezialisierung, negative eine unterdurchschnittliche, wobei der Weltdurchschnitt als Referenz dient.

2.2 Fachpublikationen aus Deutschland im internationalen Vergleich

Bei einer Untersuchung des Zeitverlaufs von Publikationszahlen ist es wenig sinnvoll, absolute Größen zu betrachten, da sich die Zeitschriftenabdeckung des SCI verändert hat. Von daher sind in Tabelle 2-1 die Anteile ausgewählter Länder an allen SCI-Publikationen dokumentiert. Dabei zeigt sich für Deutschland ein seit dem Jahre 2001 allmählich sinkender Anteil, der allerdings auch bei großen Industrieländern wie den USA, Japan, Großbritannien oder Frankreich in ähnlicher Weise zu beobachten ist. Dies wird in Tabelle 2-1 in der Zeile „Industrieländer (IL)“ noch deutlicher, in der die Anteile der in der Tabelle oben aufgeführten Länder von den USA bis zu den Niederlanden addiert sind, wobei zwischen 2000 und 2005 ein Rückgang von rund 5 Prozent zu beobachten ist. Dieses Phänomen erklärt sich durch das zunehmende Gewicht von Publikationen aus Aufholländern wie China, Indien, Süd-Korea oder Brasilien, deren Publikationen in Zahl und Qualität gestiegen sind und damit auch Eingang in den SCI gefunden haben. Da die Zahl der Zeitschriften im SCI begrenzt ist und damit auch die Zahl der darin dokumentierten Publikationen führt das Eindringen der Aufholländern zu einem deutlich sichtbaren Verdrängungseffekt.

Tab. 2-1: Anteile ausgewählter Länder und Regionen an allen Publikationen im SCI

Land/ Region	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
USA	36,2	36,5	36,7	35,7	36,0	35,1	35,1	34,3	33,7	32,9	32,3	31,9	32,1	31,9	31,7	31,4	30,8
JPN	7,9	8,1	8,3	8,7	8,8	9,0	9,1	9,5	9,5	10,0	10,2	10,2	10,2	10,1	10,0	9,4	9,0
GER	6,3	6,4	7,3	7,5	7,4	7,8	7,9	8,2	8,6	9,0	9,0	9,0	9,0	8,8	8,7	8,4	8,4
GBR	9,0	8,9	9,1	9,1	9,3	9,5	9,5	9,6	9,3	9,4	9,3	9,4	9,1	8,8	8,6	8,4	8,2
FRA	5,4	5,4	5,5	5,9	6,0	6,1	6,3	6,4	6,6	6,7	6,7	6,6	6,6	6,4	6,4	6,1	6,0
SUI	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
CAN	4,7	4,7	4,8	4,8	4,8	4,8	4,7	4,7	4,4	4,3	4,3	4,3	4,1	4,2	4,3	4,3	4,4
SWE	1,9	1,9	1,9	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,1	2,1	2,1	2,0	2,1	2,1	2,0	1,9	1,9
ITA	3,0	3,1	3,2	3,5	3,5	3,7	3,9	4,2	4,2	4,3	4,4	4,4	4,6	4,7	4,8	4,8	4,7
NED	2,2	2,3	2,3	2,3	2,5	2,5	2,6	2,6	2,7	2,6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,6	2,6
FIN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9
KOR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,7	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,0
CHN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,2	5,8	6,5	7,6
EU 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40,9	40,7	40,6	39,9	39,4	39,4	38,8
EU 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,4	3,4	3,5	3,5
EU 25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42,4	41,9	42,0	41,3
IL	77,9	78,7	80,5	81,0	82,0	82,2	82,8	83,3	83,1	83,1	82,7	82,2	82,2	81,3	80,8	79,2	78,0
Welt	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Quellen: SCI, Recherchen der Universität Leiden (CWTS), Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Allerdings ist der Verdrängungseffekt bei den verschiedenen Industrieländern unterschiedlich stark: Wird der Publikationsanteil der Jahres 2000 auf 100 indiziert, so liegt der Index für Deutschland im Jahre 2005 bei 92,9 (Tab. 2-2). In den USA war der Rückgang mit einem Index von 96,7 deutlich geringer, in Japan mit 88,2 dagegen erheblich größer. Bemerkenswert ist, dass die Publikationen in Kanada, Italien, den Niederlanden und Finnland in den letzten Jahren weiter gestiegen sind, während der Anteilsrückgang in Großbritannien, Japan, Schweden und Finnland besonders deutlich ausgefallen ist. Umgekehrt zeigt sich für Süd-Korea mit einem Index von 159,9 im Jahr 2005 ein sehr starker Anstieg. Für China, das erst kürzlich in diese Berichterstattung aufgenommen wurde, steht nur eine Zeitreihe ab 2002 zu Verfügung. Schon in dieser kurzen Spanne ist ein Wachstum des Publikationsanteils um fast 47 Prozent zu beobachten.

Tab. 2-2: Anteile ausgewählter Länder und Regionen an allen Publikationen im SCI im Zeitraum 2000 bis 2005 indiziert auf das Jahr 2000 (Index = 100)

Land/ Region	2000	2001	2002	2003	2004	2005
USA	100	100,7	100,2	99,5	98,5	96,7
JPN	100	100,6	99,1	98,7	92,4	88,2
GER	100	99,6	97,6	95,7	93,3	92,9
GBR	100	96,4	93,3	91,0	89,5	87,0
FRA	100	99,8	97,2	96,8	92,2	91,9
SUI	100	96,7	95,8	99,0	99,3	98,3
CAN	100	96,4	98,2	99,7	100,7	104,2
SWE	100	103,7	101,4	97,6	94,4	93,5
ITA	100	104,0	105,7	108,2	109,5	107,6
NED	100	99,7	100,8	101,0	101,3	102,8
FIN	100	100,0	96,7	96,8	94,5	90,4
CHN	-	-	100,0	111,4	125,8	146,8
KOR	100	113,6	123,2	137,6	150,0	159,9
IL	100	99,9	98,9	98,3	96,4	94,9
Welt	100	100	100	100	100	100

Quellen: SCI, Recherchen der Universität Leiden (CWTS), Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Relativ neu ist im Übrigen die gesonderte Darstellung der neuen EU-Länder, bei denen ebenfalls eine Zunahme des Anteils der weltweiten Publikationen zu beobachten ist, die allerdings erheblich moderater als für Süd-Korea oder China ausfällt. Die Addition der Anteile der EU-15- und EU-10-Länder in Tabelle 2-1 führt zu einem etwas höheren Wert, als dort für die EU-25-Länder zusammen ausgewiesen, da es Ko-Publikationen der alten und neuen Mitgliedsländern gibt und es deshalb zu Doppelzählungen kommt.

Bei den Zitatraten zeigt sich gemäß Tabelle 2-3 eine besonders gute Position der Vereinigten Staaten sowie der Schweiz und der Niederlande. Bei den deutschen Zahlen fällt ein deutlicher Rückgang zu Beginn der neunziger Jahre auf, worauf eine kontinuierliche Steigerung bis zum Ende der neunziger Jahre folgt. Dieses ist auf die Restrukturierung der Wissenschaft in den östlichen Bundesländern zurückzuführen, die mittlerweile abgeschlossen ist und keine Effekte mehr auf die aktuellen Zahlen zeigt. Bemerkenswert ist, dass sich am aktuellen Rand die Zitatquoten von allen untersuchten Ländern verbessern,¹ auch die weltweiten durchschnittlichen Zitzahlen. Dieses könnte auf eine allgemeine Strukturveränderung der Datenbank zurückzuführen sein, etwa eine Vergrößerung der Zahl der abgedeckten Zeitschriften, wodurch sich auch die Zahl der möglichen Zitate erhöht.² Nach einer deutlichen Zunahme der Zitatquote zwischen 2001 und 2002 fällt für Deutschland die Zunahme am aktuellen Rand etwas moderater aus.

¹ mit Ausnahme Finnlands.

² In der Tat ist von der Forschungsgruppe CWTS der Universität Leiden, die die Daten für diese Untersuchung geliefert hat, in diesem Jahr ein etwas erweiterter Datensatz zugrunde gelegt worden.

Tab. 2-3: Zitatraten (3-Jahres-Fenster) ausgewählter Länder und Regionen bei Publikationen im Science Citation Index (ohne Eigenzitate)

Land/ Region	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
USA	4,3	4,4	4,5	4,5	4,8	4,8	4,8	4,8	5,0	4,7	5,1	4,9	4,9	5,1	5,2
JPN	2,4	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,4	2,6	2,5	2,6	2,4	2,6	2,8	2,8
GER	3,0	3,2	2,9	3,1	3,4	3,4	3,4	3,5	3,6	3,3	3,6	3,6	3,6	3,9	4,0
GBR	3,1	3,3	3,2	3,4	3,6	3,5	3,6	3,5	3,9	3,6	3,7	3,6	3,8	4,4	4,5
FRA	2,7	2,9	3,0	3,0	3,2	3,1	3,2	3,2	3,3	3,1	3,2	3,2	3,4	3,5	3,6
SUI	4,5	4,7	4,7	4,7	5,0	5,2	5,0	5,1	5,4	4,7	5,1	5,0	5,0	5,2	5,2
CAN	2,8	3,0	3,0	3,2	3,3	3,5	3,4	3,6	3,8	3,6	3,8	3,4	3,8	4,0	4,2
SWE	3,1	3,2	3,2	3,4	3,5	3,6	3,6	3,5	3,7	3,4	3,7	3,8	3,9	4,0	4,5
ITA	2,3	2,4	2,6	2,6	2,8	2,9	2,9	2,9	3,1	2,9	3,2	2,7	3,0	3,3	3,4
NED	3,3	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	3,8	4,2	3,9	4,4	4,1	4,3	4,4	5,0
FIN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,2	3,7	3,6	3,9	3,8
KOR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,7	1,9	1,9	2,1	2,3
CHN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,6	2,0
EU 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,3	3,3	3,3	3,5	3,7
EU 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,9	2,1
EU 25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,4	3,5
Welt	2,7	2,8	2,9	2,9	3,1	3,0	3,0	3,0	3,2	2,9	3,1	3,0	3,2	3,3	3,4

Quellen: SCI, Recherchen und Berechnungen der Universität Leiden (CWTS), Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Erwartungsgemäß liegt die Zitatquote für China relativ niedrig; sie erreicht ein Niveau, das mit dem Südkorea im Jahre 2000 vergleichbar ist. Der Index der neuen EU-Mitgliedsländer (EU10) weist nur geringfügig bessere Werte auf, was sich aber auf Grund des geringeren Gewichts dieser Länder auf den Gesamtwert für die EU (EU25) kaum negativ auswirkt.

Nach den Ergebnissen für die zeitschriftenspezifische Beachtung (ZB-Index), die in Tabelle 2-4 dokumentiert sind, ist für Deutschland dieser Index seit Mitte der neunziger Jahre leicht rückläufig, stabilisiert sich dann jedoch wieder. Mit einem Index von 7 ist die Beachtung mit der anderer führender Industrieländer wie USA, Großbritannien oder Kanada vergleichbar. Allerdings steigen die Beachtungsindizes für Schweden und vor allem die Niederlande an, was im Falle von Schweden mit einem deutlich sinkenden Anteil an den Welterpublikationszahlen, bei den Niederlande dagegen sogar mit einem Wachstum des Anteils verbunden ist (Tab. 2-1).

Tab. 2-4: Zeitschriftenspezifische Beachtung ausgewählter Länder und Regionen bei Publikationen im Science Citation Index (ohne Eigenzitate)

Land/ Region	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
USA	9	9	9	10	10	10	10	11	11	11	9	9	9	10	9
JPN	-6	-7	-7	-7	-9	-7	-7	-8	-7	-4	-7	-6	-7	-7	-10
GER	9	11	6	8	10	10	9	9	7	8	7	7	8	8	7
GBR	8	10	8	9	10	10	9	5	4	3	8	9	9	10	7
FRA	-1	2	1	2	3	2	4	4	3	2	1	3	2	1	2
SUI	17	20	17	19	18	24	20	23	22	17	15	17	17	16	17
CAN	-2	0	-1	2	1	5	5	6	5	9	5	9	3	4	6
SWE	15	10	10	12	12	15	12	13	14	12	15	9	8	9	11
ITA	-11	-10	-8	-7	-8	-4	-4	-5	-5	-4	-3	-2	-4	0	-5
NED	10	12	11	13	11	12	13	10	15	14	10	7	11	8	13
FIN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	7	8	8	3
KOR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-16	-11	-11	-9	-5
CHN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-11	-1
EU 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	2	2
EU 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-15	-13
EU 25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Welt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Quellen: SCI, Recherchen und Berechnungen der Universität Leiden (CWTS), Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Bei der Beachtung fallen dagegen die Werte für Japan, Süd-Korea, die neuen EU-Mitgliedsländer, China, also die südostasiatischen Länder, aber auch Italien ungünstig aus. Diese Länder haben somit mit ihren Beiträgen zur Wissenschaft keine hohe Anerkennung bei den Autoren aus den großen westlichen Industrieländern erreicht.

Hervorzuheben ist schließlich die deutlich führende Position der Schweiz bei der zeitschriftenspezifischen Beachtung mit einem Index von 17, der z. B. deutlich höher als der der Vereinigten Staaten (Index 9) liegt.

Die alten Länder der Europäischen Union (EU15) liegen mit einem Index von 2 nur knapp über dem Weltdurchschnitt, was sich in den letzten Jahren nicht verändert hat. Dieses erklärt sich daraus, dass den deutlich überdurchschnittlichen Werten für die Niederlande, Großbritannien, Dänemark, Schweden oder Deutschland ausgeprägt unterdurchschnittlich für Italien, Spanien, Portugal oder Griechenland gegenüberstehen.³ Durch die Zusammenführung mit den neuen Mitgliedsländern sinkt das Niveau der Europäischen Union insgesamt (EU25) noch einmal ab.

Aus deutscher Sicht ist anzustreben, dass nicht nur bei der Zitatbeachtung, sondern auch bei der Internationalen Ausrichtung (IA-Index) positive Werte erreicht werden, um einen guten Anschluss an die internationale wissenschaftliche Diskussion zu ermöglichen und damit eine breitere Basis des wissenschaftlichen Wettbewerbs zu erreichen. Dabei ist aber nicht realistisch, die sehr hohen Indices der Vereinigten Staaten zu erzielen, da im Science Citation Index amerikanische Zeitschriften besonders stark repräsentiert sind und hier nicht mit einer relevanten Änderung der Datenbank-Strukturen zu rechnen ist. Gerade amerikanische Zeitschriften haben eine besonders große Ausstrahlung, das sie von US-amerikanischen aber auch nicht-amerikanischen Wissenschaftlern gelesen werden.

³ Eine genauere Analyse der Strukturen der EU-15-Staaten findet sich in Schmoch (2003).

Bei der internationalen Ausrichtung zeigt sich, gegenläufig zur Beachtung, eine stetige Verbesserung der deutschen Werte seit Mitte der neunziger Jahre (Tab. 2-5), wobei sich dieser Trend auch am aktuellen Rand fortsetzt. Insgesamt ist es deutschen Autoren gelungen, ihre Artikel zunehmend in international beachteten Zeitschriften zu platzieren.

Tab. 2-5: Internationale Ausrichtung ausgewählter Länder und Regionen bei Publikationen im Science Citation Index (ohne Eigenzitate)⁴

Land/ Region	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
USA	36	35	35	35	34	35	35	35	34	36	36	34	33	33	32
JPN	-8	-10	-11	-11	-13	-13	-15	-17	-14	-14	-14	-18	-11	-11	-10
GER	2	3	-3	-2	0	0	3	4	3	3	5	7	6	8	9
GBR	4	7	4	7	5	5	7	6	11	10	12	15	15	19	19
FRA	1	1	4	1	1	0	-1	0	2	2	0	3	4	5	3
SUI	34	31	32	29	30	29	29	29	30	29	30	29	28	28	27
CAN	5	5	5	7	7	8	7	10	11	11	13	11	16	14	15
SWE	4	8	5	8	6	8	8	7	6	8	8	11	12	11	15
ITA	-2	-3	-3	-2	-1	0	0	0	2	1	2	1	-1	-1	3
NED	11	11	12	12	11	12	14	13	13	14	21	20	19	21	24
FIN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	10	6	8	9
KOR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-45	-38	-38	-37	-34
CHN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-56	-47
EU 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3	2	4	5
EU 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-38	-36
EU 25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2
Welt	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Quellen: SCI, Recherchen und Berechnungen der Universität Leiden (CWTS), Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Bei den meisten betrachteten Ländern hat sich der IA-Index gegenüber dem Vorjahr dagegen nur geringfügig verändert. Auffällig ist jedoch die erhebliche Verbesserung Großbritanniens am aktuellen Rand, die der entscheidende Faktor zur Erklärung der ebenso deutlichen Verbesserung der Zitatquoten ist (Tab. 2-3). Dabei erweist sich die Verbesserung im Jahre 2002 gegenüber den Vorjahren keineswegs als einmaliges Ereignis, sondern wird durch den Wert des Jahres 2003 bestätigt. Das neue Niveau entspricht der Erwartung, dass ein englischsprachiges Land einen besseren Zugang zu international sichtbaren Zeitschriften hat. Insofern ist eher der relativ niedrige Wert der Vorjahre erklärungsbedürftig. Hier ist auch zu vermuten, dass in den britischen Wissenschaften bei Mittelzuweisungen zunehmend Evaluationen eine Rolle spielen und damit auch Zitatquoten. Hier ist es nahe liegend, dass sich die Wissenschaftler über eine Verlagerung ihrer Publikationen in deutlich sichtbarere Zeitschriften bemühen, ihre Zitatquoten zu verbessern, ähnlich wie sich in Australien die Publikationszahlen deutlich erhöht haben, als diese zu einem Finanzierungskriterium erklärt wurden (Butler 2004). Nur auf Grund dieser starken Internationalen Ausrichtung liegen die Zitatquoten Großbritanniens entsprechend Tabelle 2-3 über denen Deutschlands; denn die Indices der wissenschaftlichen Beachtung sind auf demselben Niveau (Index 7) (Tab. 2-4).

Vor diesem Hintergrund ist es auch wahrscheinlich, dass der wesentliche Anreiz für deutsche Wissenschaftler zur Verbesserung der Internationalen Ausrichtung die zunehmende Berücksichtigung von Zitatquoten in Berufungsverfahren eine Rolle spielt. Hier ist es ein nahe liegender Weg, sich um eine

⁴ Für Finnland, Korea, EU 15 und die neuen Beitrittsländer liegen keine Werte für 1993 und 1997 vor.

Platzierung von Publikationen in renommierten Zeitschriften zu bemühen, um höhere Zitatquoten zu erreichen. Allerdings ist dieser Effekt nicht nur als Artefakt zu werten, sondern er ist durchaus erwünscht, da sich die Autoren damit notgedrungen dem internationalen Wettbewerb und internationalen Maßstäben stellen müssen.

Bei der Internationalen Ausrichtung haben südostasiatische Länder wie Japan, Süd-Korea und China eine recht ungünstige Position, was auch für die neuen Länder der Europäischen Union gilt. Hier ist bemerkenswert, dass sich in Japan trotz langjähriger Bemühungen um eine Verbesserung der Grundlagenforschung die Internationale Ausrichtung nicht entscheidend verbessert hat, was im Übrigen auch für die Zeitschriftenspezifische Beachtung gilt, wo in den letzten Jahren ein negativer Trend zu konstatieren ist (Tab. 2-4).

Bei der Internationalen Beachtung ergeben sich dagegen für die Schweiz und die Niederlande wie schon bei der Beachtung sehr günstige Werte. Beide Länder liegen dabei mit Indices von 27 bzw. 24 erheblich über dem deutschen Niveau (Index 9). Es ist also für nicht-englischsprachige, europäische Länder durchaus möglich auf breiter Front in international sichtbare Fachzeitschriften einzudringen, was im Falle von Großbritannien (Index 19) weniger überraschend ist.

Bei dem IA-Index liegen allerdings die Vereinigten Staaten erwartungsgemäß an erster Stelle. Die hohen Zitatraten der Vereinigten Staaten in Tabelle 2-3 sind somit in erster Linie auf die Präsenz in Zeitschriften mit breiter internationaler Ausstrahlung zurückzuführen, während sich die Zitatbeachtung nur wenig von der deutschen unterscheidet.

2.3 Profil der deutschen Wissenschaft

Die Berechnung der ZB und IA-Indices wurde für Deutschland nach 26 Teilfeldern differenziert. Davon weisen 18 deutliche Bezüge zur Technik auf, die übrigen 8 haben einen allgemeinen Charakter. Diese Aufteilung wurde vorgenommen, um im Kontext der Berichterstattung zur technologischen Leistungsfähigkeit die Bezüge der Wissenschaft zur Technik deutlicher hervorzuheben (Schmoch 2000). Auf der Basis der Indices zur Beachtung und Internationalen Ausrichtung für die einzelnen Felder lassen sich länderspezifische Profile zu Stärken und Schwächen der wissenschaftlichen Leistungsfähigkeit darstellen. Es hat sich dabei als sinnvoll erwiesen, die deutschen Profile denen der Schweiz gegenüberzustellen, um zu illustrieren, wie ein westeuropäisches Land in beiden Dimensionen sehr hohe Durchschnittswerte erreichen kann.

Bei der Verteilung des ZB-Index für Deutschland zeigt sich, dass in allen Fällen im Vergleich zum Weltdurchschnitt ein überdurchschnittliches Niveau erreicht wird, mit Ausnahme der Felder „Organische Chemie“ und „Multidisziplinäre Zeitschriften“ (Abb. 2-1). Im Falle der „Organischen Chemie“ lag im Vorjahresbericht der Index nur knapp im positiven Bereich, womit sich ein negativer Trend ergibt und sich der aktuelle Wert nicht als einmaliges Ereignis erweist. Im Falle der „Multidisziplinären Zeitschriften“ ist zu berücksichtigen, dass in diesem Feld die Zitatquoten deutlich über denen anderer Felder liegen. Während beispielsweise die durchschnittliche Zitatquote über alle Felder für Deutschland bei 4,0 liegt, erreicht sie im Falle der „Multidisziplinären Zeitschriften“ den Index von 20,1. Auch im weltweiten Durchschnitt liegt die Zitatquote bei den „Multidisziplinären Zeitschriften“ mit 14,8 sehr hoch, aber deutlich unter dem deutschen Wert. Der negative deutsche Wert beim ZB-Index resultiert dabei aus der Tatsache, dass deutsche Autoren in diesem Feld vor allen Dingen in den Zeitschriften Science und Nature vertreten sind, bei denen die durchschnittlichen Zitatwerte extrem hoch sind. Hier wurden die Artikel deutscher Autoren etwas schwächer als der Durchschnitt für diese Zeitschriften zitiert. Bezogen auf den Weltdurchschnitt spielen dagegen auch andere multidisziplinäre

Zeitschriften eine Rolle, die weniger sichtbar sind. Von daher ist festzustellen, dass in dem spezifischen Fall der „Multidisziplinären Zeitschriften“ der Index der Beachtung allein einen falschen Eindruck vermittelt. Er muss zusammen mit dem IA-Index betrachtet werden (siehe weiter unten). Tatsächlich gelingt es deutschen Autoren vor allem, ihre Publikationen in den besonders renommierten Zeitschriften zu platzieren, und sie erreichen hier nahezu den Durchschnittswert der extrem hohen Zitatquoten.

Im deutschen Profil sind die sehr guten Werte in den Feldern „Elektrotechnik“, „Optik“, „Nukleartechnik“ sowie „Lebensmittel“ hervorzuheben. Gegenüber dem Vorjahr hat sich insbesondere die Position der „Elektrotechnik“ bei der Beachtung spürbar verbessert. Die deutlich positiven Indices in den Feldern „Verfahrenstechnik“, „Maschinenbau“, „Thermische Prozesse“ und „Bauwesen“ könnten einen Bias durch die begrenzte Abdeckung deutscher Autoren für diese Felder im SCI haben (vgl. hierzu Schmoch 2005).

Bei dem Vergleich mit der Schweiz wird deutlich, dass diese in nahezu allen Teilfeldern ein höheres Niveau als Deutschland erreicht, was insbesondere für quantitativ gewichtige Felder wie „Physik“, „Biotechnologie“, „Organische Chemie“ oder „Grundstoffchemie“ gilt. Lediglich bei „Multidisziplinären Zeitschriften“ ist für die Schweiz ein ausgeprägt negativer Wert zu vermerken, wobei die entsprechende Zitatquote mit 18,1 deutlich über dem Weltdurchschnitt, aber etwas unter dem deutschen Wert für dieses Feld liegt. Insgesamt zeigt der Vergleich, dass die wissenschaftliche Performanz der Schweiz in der Breite ein beachtliches Niveau aufweist und darin der hohe Durchschnittswert begründet ist.

Bei der Internationalen Ausrichtung deutscher Publikationen sind die Strukturen sehr viel heterogener als bei der Beachtung, obgleich im Mittel ein ähnlich hoher Index erreicht wird. Es stehen jedoch ausgeprägt positiven Indices viele nur durchschnittliche gegenüber (Abb. 2-2). Als besonders leistungsstarke Felder im Bereich der Internationalen Ausrichtung erweisen sich „Optik“, „Messen“, „Regeln“, „Grundstoffchemie“, „Maschinenbau“, „Bauwesen“ sowie „Multidisziplinäre Zeitschriften“. Im Falle der Felder „Optik“, „Messen, Regeln“, „Maschinenbau“, „Bauwesen“ sowie „Multidisziplinäre Zeitschriften“ konnten damit die positiven Werte des Vorjahresberichts bestätigt werden. Im Falle der „Grundstoffchemie“ konnte der Index gegenüber dem Vorjahr deutlich verbessert werden, so dass in diesem Feld die Zitatbeachtung zwar nur durchschnittlich ist, gleichzeitig aber eine bessere Platzierung in international sichtbaren Zeitschriften erreicht werden konnte. Im Falle von „Multidisziplinäre Zeitschriften“ drückt der hohe Index den Sachverhalt aus, der im Zusammenhang mit der Beachtung in diesem Feld diskutiert wurde. Es gelingt deutschen Autoren, ihre Artikel in Zeitschriften mit großer internationaler Ausstrahlung zu publizieren. Dieses Beispiel zeigt somit, dass bei einer genaueren Betrachtung einzelner Felder beide Indices immer gemeinsam betrachtet werden müssen.

Auch bei dem IA-Index zeigt sich für die Schweiz, dass sie in fast allen Feldern sehr hohe Werte erzielt und vor allem in der Breite sehr gut aufgestellt ist. Nur auf dieser Basis ist ein Durchschnittswert möglich, der erheblich über dem deutschen liegt. Ein wesentlicher Grund für diesen markanten Unterschied dürfte der hohe Anteil von Ausländern in der Schweizer Wissenschaft sein, der notwendig zu einer stärkeren Orientierung an der internationalen Diskussion führt.

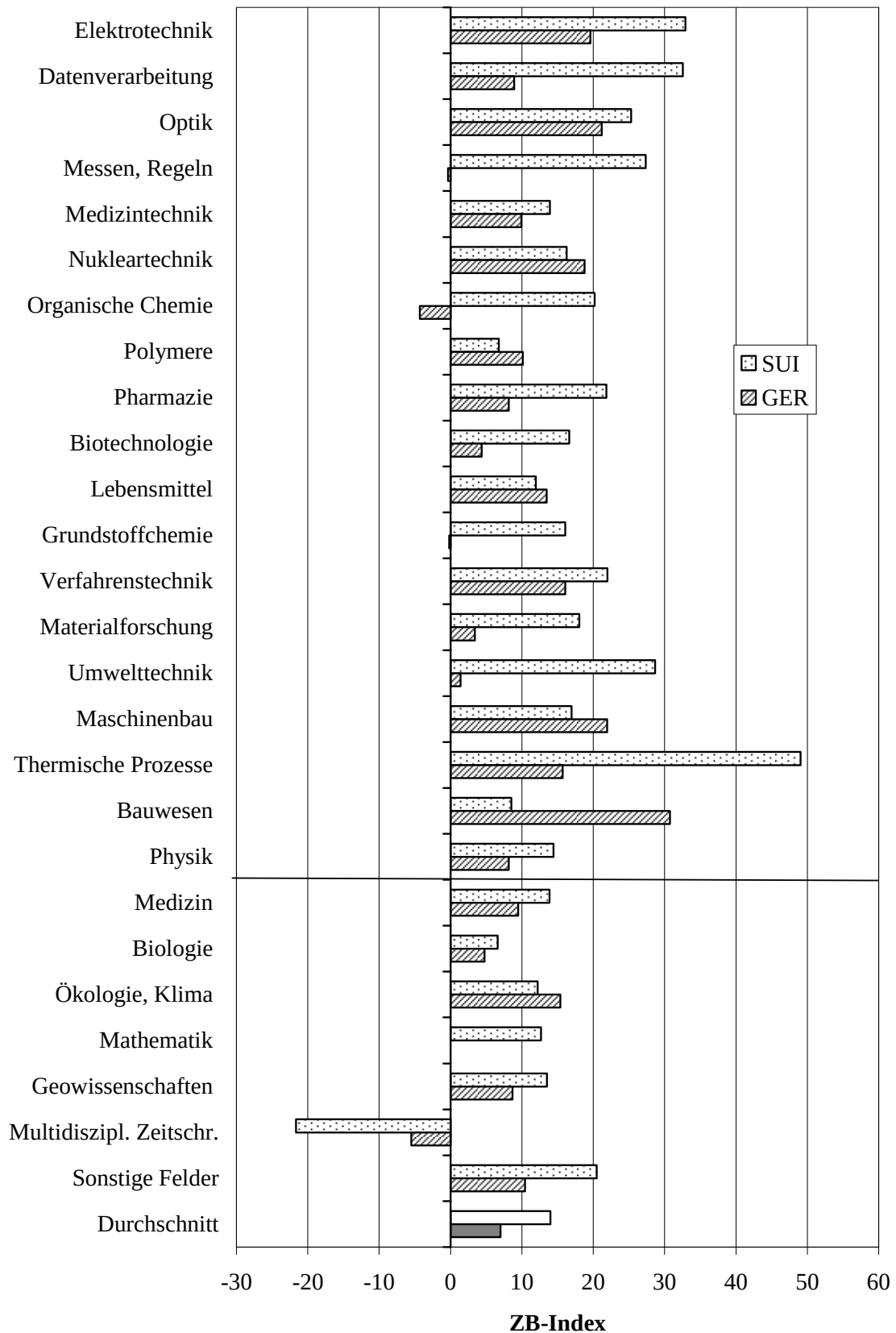
Bislang wurden die Teilfelder der Wissenschaft im Hinblick auf Performanz-Indices analysiert. Ein weiterer Aspekt ist aber auch die Zahl der Publikationen in den einzelnen Feldern in Weltvergleich, was sich am besten mit Hilfe der Spezialisierung darstellen lässt. Dabei wird analog zum RPA-Index bei Patenten für Publikationen der RLA-Index errechnet, dessen Definition in Abschnitt 2.1 erläutert ist. Für Deutschland ergibt sich danach ein Spezialisierungsprofil entsprechend Abbildung 2-3, wobei neben dem aktuellsten Jahr 2005 der Verlauf seit 2001 gezeigt ist. Aus der Stabilität des Verlaufs lässt

sich ablesen, ob dem beobachteten Einzelwert im Jahr 2005 ein wirklicher Trend zugrunde liegt oder ob es sich um einen statistischen Ausreißer handelt. Für die deutsche Wissenschaft zeigt eine besonders hohe Spezialisierung auf die Felder „Medizintechnik“, „Nukleartechnik“ und „Physik“, was sich im Zeitverlauf kaum verändert hat.

Die negativen Indices in den Feldern der Ingenieurwissenschaften wie „Verfahrenstechnik“, „Umwelttechnik“, „Maschinenbau“, „Thermische Prozesse“ sowie „Bauwesen“ ist auf eine für deutsche Autoren ungeeignete Zeitschriftenabdeckung durch die Datenbank SCI zurückzuführen (Schmoch 2005). In diesen Feldern ist bei den Publikationen eine starke Orientierung auf nationale Zeitschriften erforderlich, um in Kontakt mit heimischen Unternehmen bleiben zu können. Nur ein kleiner Teil der Publikationen deutscher Autoren erscheint in diesen Feldern in international renommierten Zeitschriften, so dass sich die Aussagen zu den Zitatindices in den Abbildungen 2-1 und 2-2 nur auf einen kleinen Teil der deutschen Publikationen bezieht und damit keineswegs repräsentativ für die deutschen Ingenieurwissenschaften insgesamt ist. Beispielsweise gelten die positiven Indices der Beachtung und der Internationalen Ausrichtung im „Maschinenbau“ und „Bauwesen“ nur für die Publikationen, die in den SCI aufgenommen wurden. Das sind im Falle des „Maschinenbaus“ gerade 1.700 von weltweit 25.800 Publikationen, im Falle des „Bauwesens“ 400 von weltweit 8.700 Publikationen.

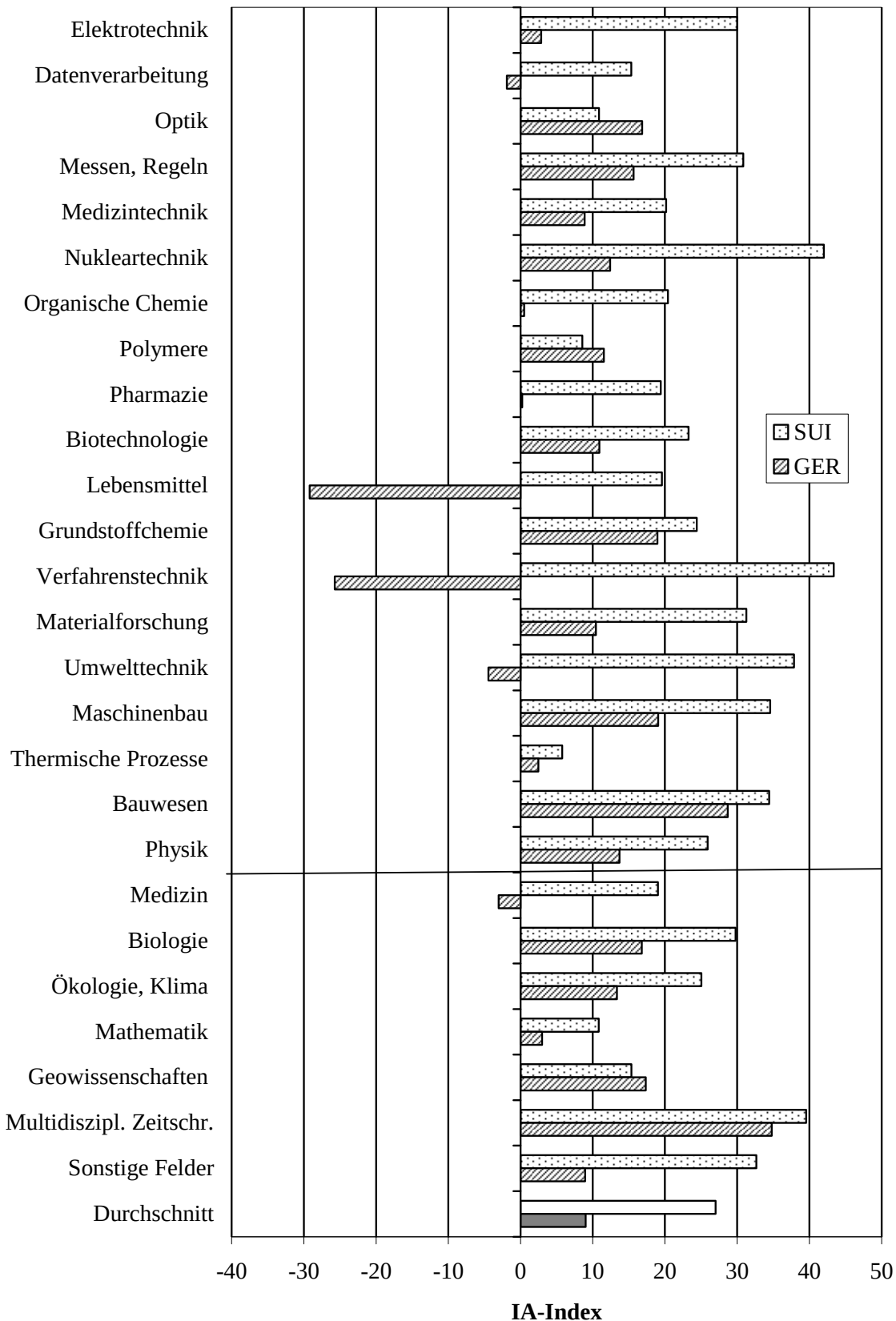
Die Aussage einer nur sehr begrenzten Eignung der SCI für die Analyse der Ingenieurwissenschaften in Deutschland gilt nur begrenzt für das Feld der „Elektrotechnik“. Hier geht es im Jahre 2005 weltweit um 31.800 Publikationen gegenüber 1.400 Publikationen in Deutschland. In diesem Feld ergibt sich die Notwendigkeit einer starken nationalen Orientierung vor allem für den Bereich der Energietechnik, während die Elektronik und damit verbundene Felder in einer internationalen Diskussion stehen. Leider erlaubt es die Klassifikation des SCI nicht, eine Trennung zwischen Energietechnik und Elektronik vorzunehmen, da die Klassifikation nicht auf Einzelpublikationen, sondern Zeitschriften aufbaut. In vielen wichtigen Zeitschriften der Elektrotechnik sind jedoch beide Bereiche miteinander vermischt. Es wäre insgesamt ein deutlich negativer RLA-Wert für Energietechnik auf Grund ihrer nationalen Orientierung zu erwarten, der bei einem guten Wert für die Elektronik zu einem leicht unterdurchschnittlichen Index für die Elektrotechnik insgesamt führen sollte. Der stark negative Spezialisierungsindex für die Elektrotechnik mit deutlich absteigendem Trend deutet darauf hin, dass in der deutschen Wissenschaft auch die Elektronik nicht gut repräsentiert ist. Diese These müsste allerdings mit Hilfe anderer Datenbanken überprüft werden, die eine Zuordnung der Einzelartikel zu Klassen vornehmen.

Abb. 2-1: Zeitschriftenspezifische Beachtung Deutschlands und der Schweiz bei Publikationen im Science Citation Index (ohne Eigenzitate) differenziert nach Wissenschaftsfeldern, 2003



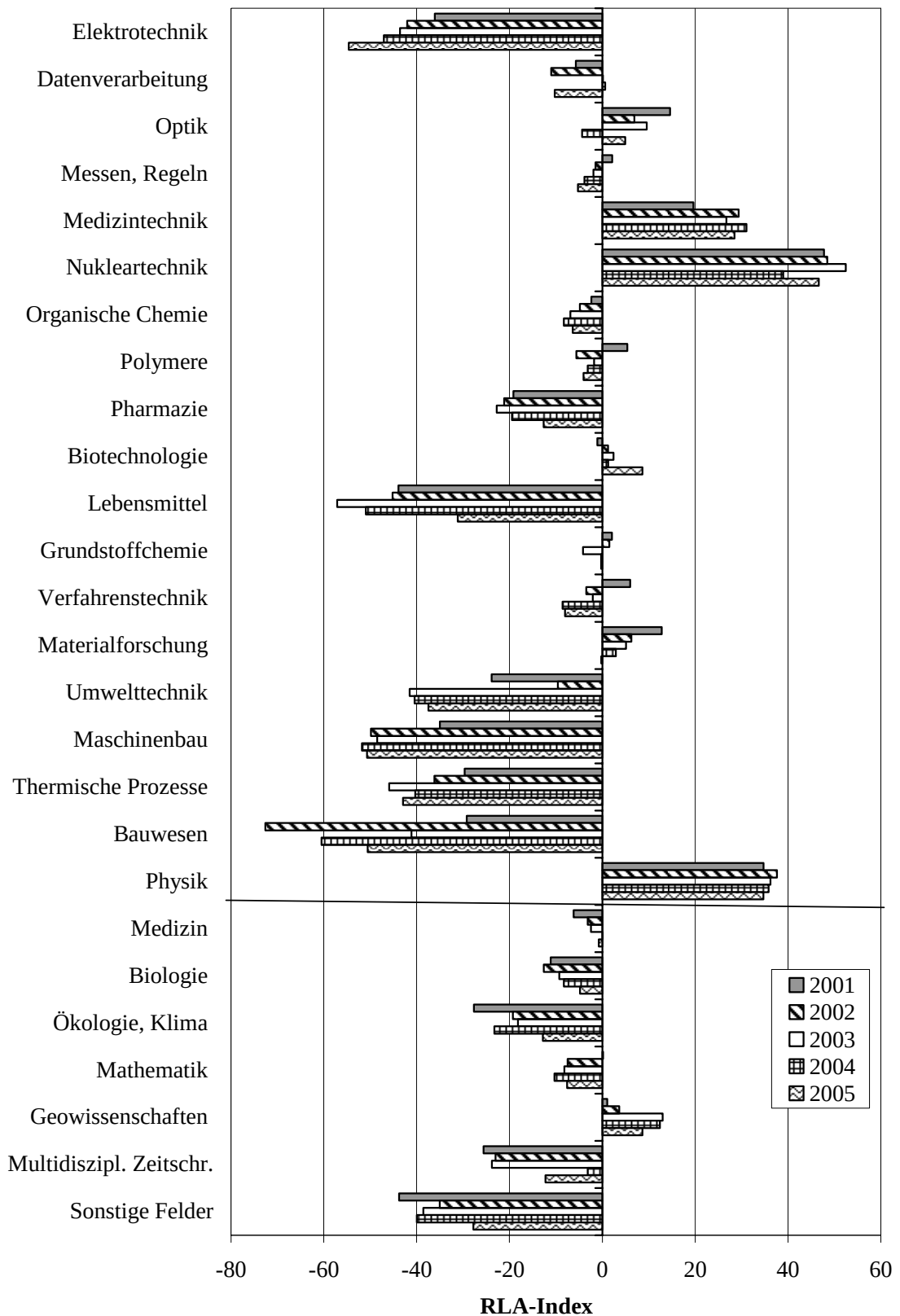
Quellen: SCI, Recherchen und Berechnungen der Universität Leiden (CWTS), Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abb. 2-2: Internationale Ausrichtung Deutschlands bei Publikationen im Science Citation Index (ohne Eigenzitate) differenziert nach Wissenschaftsfeldern, 2003



Quellen: SCI, Recherchen und Berechnungen der Universität Leiden (CWTS), Berechnungen des Fraunhofer ISI.

Abb. 2-3: Spezialisierung Deutschlands bei Publikationen im Science Citation Index differenziert nach Wissenschaftsfeldern



Quellen: SCI, Recherchen und Berechnungen der Universität Leiden (CWTS), Berechnungen des Fraunhofer ISI.

3 Entwicklung der internationalen Wissenschaftskooperationen

Ein wesentlicher Aspekt der Relevanz wissenschaftlicher Forschung ist die Interaktion einzelner Wissenschaftler und Forschungsgruppen mit der wissenschaftlichen Gemeinschaft über Kommunikationen im Rahmen von persönlichen Gesprächen, Konferenzen oder auch Publikationen. In der heutigen Welt mit verbesserten Kommunikations- und Transportmöglichkeiten spielt dabei der internationale Austausch zwischen Wissenschaftlern eine erhebliche Rolle. Das heißt, die wissenschaftliche Gemeinschaft konstituiert sich zunehmend in einem internationalen Rahmen. Dieses Phänomen lässt sich mit Hilfe von gemeinsamen Publikationen von Autoren verschiedener Nationalität systematisch nachzeichnen. Es wird zwar nach wie vor diskutiert, welche Kooperationstypen durch Ko-Publikationen abgebildet und welche nicht erfasst werden (Laudel 2002, Katz/Martin 1997). Doch hat sich das Verfahren bewährt, um grundsätzliche Strukturen internationaler Kooperationen zu analysieren (Glänzel/Schubert 2004). In diesem Kapitel wird im Anschluss an ähnliche Beiträge aus den Vorjahren (Frietsch 2004, Schmoch 2005) die spezifische Situation internationaler Ko-Publikationen aus Sicht der deutschen Wissenschaft betrachtet.

3.1 Methodische Vorbemerkungen

Als internationale Ko-Publikation gilt jede Publikation, die von mindestens einem deutschen Wissenschaftler mit einem weiteren Wissenschaftler aus einem anderen Land⁵ veröffentlicht wird. Soweit mehrere Autoren aus demselben externen Land beteiligt sind, wird diese Publikation nur einfach gezählt. Im Falle von weiteren Autoren aus anderen Ländern kann es dagegen zu Doppelzählungen kommen, da in der hier vorgestellten Untersuchung nicht fraktioniert zugeordnet wird. Dieses Vorgehen lässt sich methodisch damit begründen, dass die Investitionen in internationale Ko-Publikationen erheblich höher als bei Publikationen innerhalb einer Einrichtung oder innerhalb eines Landes sind. Glänzel/De Lange (2002) haben auch gezeigt, dass vor allem in den Lebenswissenschaften internationale Ko-Publikationen höher zitiert werden als rein nationale Publikationen. Eine neuere Untersuchung liefert allerdings auch Anhaltspunkte, dass die stärkere Kooperation mit Partnern im Ausland eine Folge der zunehmenden Differenzierung und Spezialisierung der wissenschaftlichen Forschung ist, so dass geeignete Partner im Inland oft nicht zu finden sind (Schmoch/Schubert 2006).

Die Analysen wurden auf einem aggregierten Niveau differenziert nach vier Segmenten durchgeführt. Diese Segmente werden durch Felder gemäß der SCI-Klassifikation (Category Codes) definiert, die ihrerseits über die Kategorisierung von Zeitschriften gebildet werden.

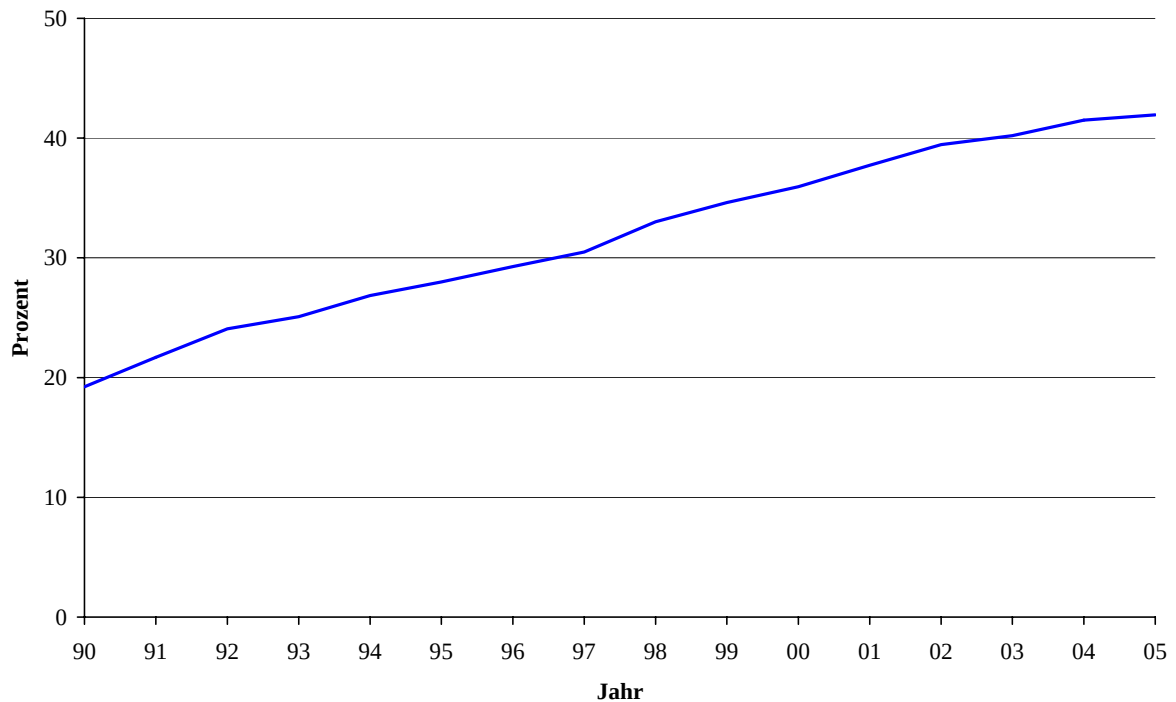
3.2 Empirische Ergebnisse

Die wachsende Bedeutung von internationalen Kooperationen für die Wissenschaft wird in Abbildung 3-1 sehr nachdrücklich illustriert. Demnach ist die Quote der internationalen Publikationen deutscher Autoren zwischen 1990 und 2005 von 19 auf 42 Prozent gestiegen; sie hat sich also mehr als verdoppelt. Dabei hat sich der Wachstumstrend, der bereits in den Vorberichten festgestellt wurde, trotz des inzwischen erreichten sehr hohen Niveaus weiter fortgesetzt. Diese erhebliche Quote ist sicher nicht repräsentativ für alle wissenschaftlichen Publikationen deutscher Herkunft. Der SCI repräsentiert viel-

⁵ Adresse der Institution, in der der Autor arbeitet.

mehr eine Auswahl von Zeitschriften mit großer internationaler Sichtbarkeit, in denen eine besonders hohe Quote internationaler Publikation zu erwarten ist. Gleichzeitig repräsentieren die SCI-Publikationen aber auch den gewichtigeren Teil der wissenschaftlichen Ergebnisse, so dass die im Zeitverlauf zu beobachtende Internationalisierung zweifellos als ein prägendes Phänomen der heutigen Wissenschaft zu betrachten ist, zumal ein Ende dieser Entwicklung nicht absehbar ist.

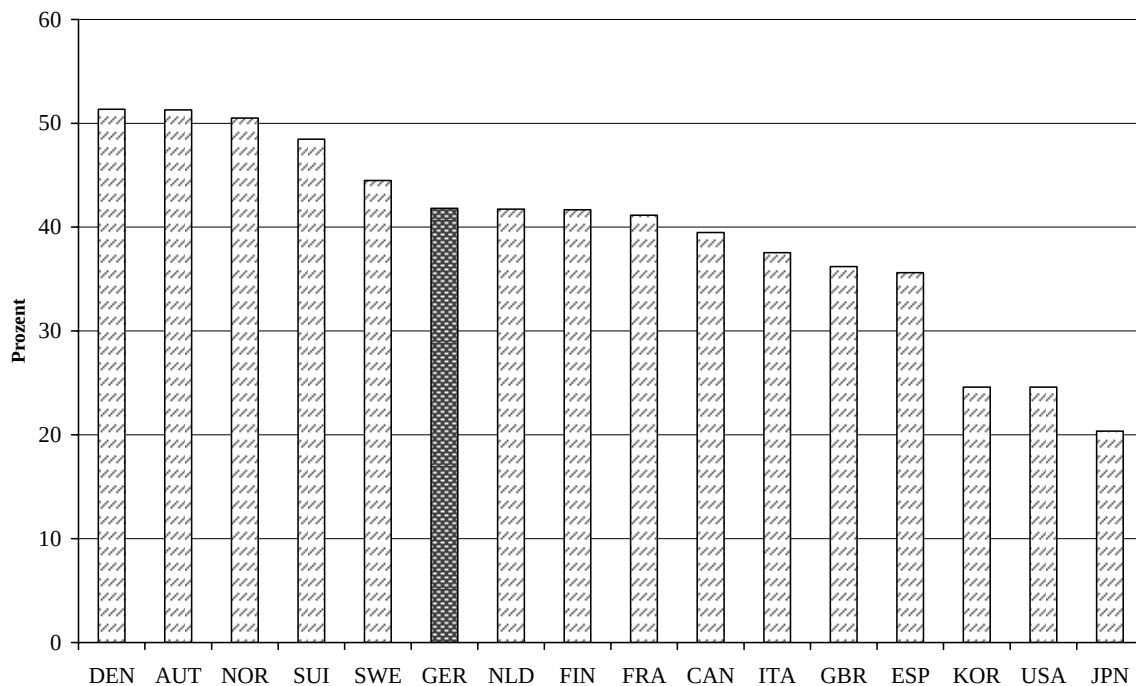
Abb. 3-1: Anteil der deutschen Publikationen im SCI mit mindestens einem ausländischen Partner



Quellen: SCISEARCH (STN), Recherchen und Berechnungen des Fraunhofer-ISI.

Bei dieser Art der Analyse bleibt offen, ob die aktuell erreichte Quote von 42 Prozent als hoch oder niedrig anzusehen ist, weshalb ein Vergleich mit anderen führenden Industrieländern durchgeführt wurde. Danach zeigt sich, dass Deutschland auf einem oberen Mittelplatz liegt, wobei es sich bei Ländern mit höheren internationalen Ko-Publikationsquoten ausschließlich um kleinere Länder wie Dänemark, Österreich, Norwegen, Schweiz oder Schweden handelt, die stärker auf internationale Partnerschaften angewiesen sind (Abbildung 3-2). Im Vergleich zu Frankreich liegt Deutschland auf einem ähnlichen Niveau, im Vergleich zu Großbritannien (36 Prozent) auf einem signifikant höheren Stand. Im Vergleich dazu ist die internationale Ko-Publikationsquote der Vereinigten Staaten mit 25 Prozent erheblich niedriger. Offenbar finden US-amerikanische Wissenschaftler genügend Kooperationspartner im eigenen Land, so dass internationale Ko-Publikationen weniger relevant sind. Außerdem zeigt sich bei Südkorea (25 Prozent) und Japan (20 Prozent), dass diese Länder, vermutlich schon auf Grund ihrer geografischen Lage, weniger stark in die internationale Kommunikationen eingebunden sind.

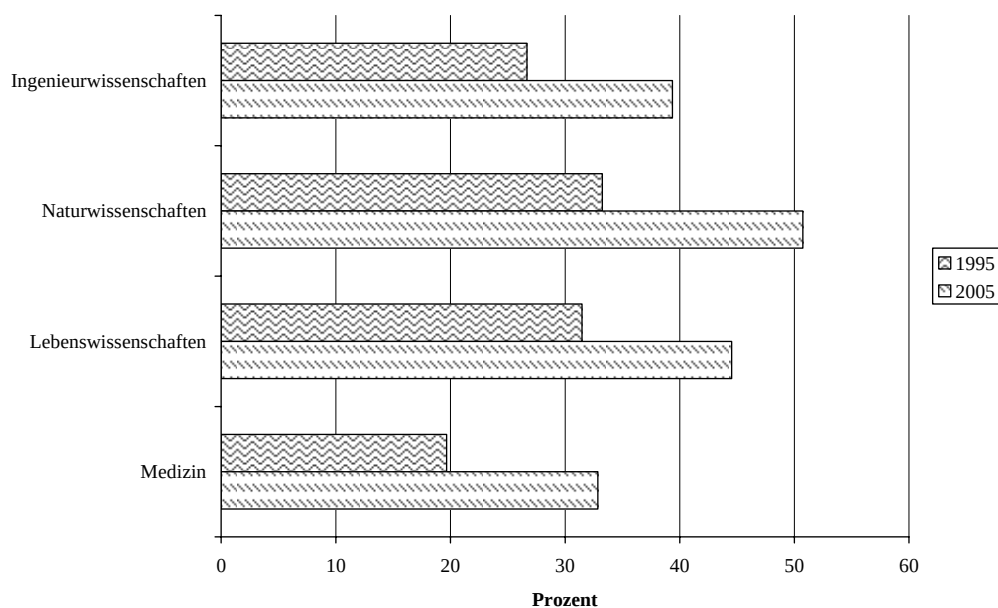
Abb. 3-2 Anteil der internationalen Ko-Publikationen im SCI für ausgewählte Länder



Quellen: SCISEARCH (STN), Recherchen und Berechnungen des Fraunhofer-ISI.

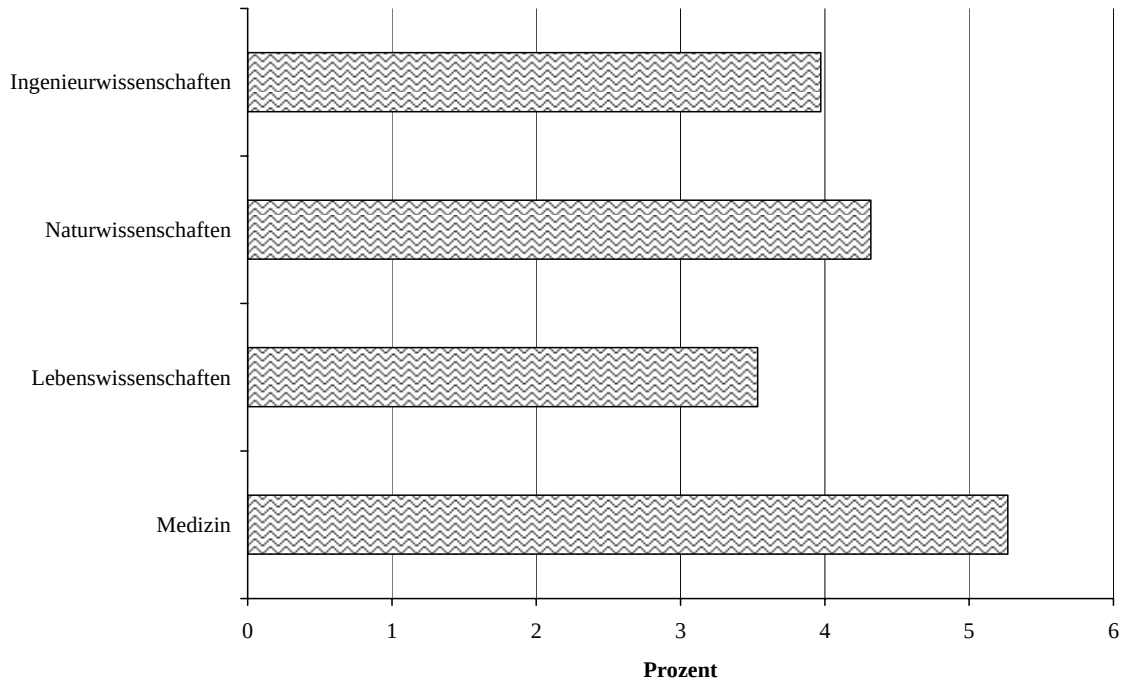
Bei einer differenzierten Betrachtung der deutschen Publikationen nach Segmenten zeigen sich deutliche Unterschiede im Ausmaß der internationalen Ko-Publikationen, wobei in den Naturwissenschaften die Quote mit 51 Prozent besonders hoch, in der Medizin mit 33 Prozent besonders niedrig ausfällt (Abb. 3-3). Allerdings schreitet, wie Abbildung 3-4 zeigt, die Internationalisierung in der Medizin schneller voran als in den Naturwissenschaften, so dass hier eine allmählich Angleichung der Niveaus zu beobachten ist.

Abb. 3-3: Anteile von internationalen Ko-Publikationen deutscher Autoren in den Jahren 1995 und 2005 nach SCI-Segmenten



Quellen: SCISEARCH (STN), Recherchen und Berechnungen des Fraunhofer-ISI.

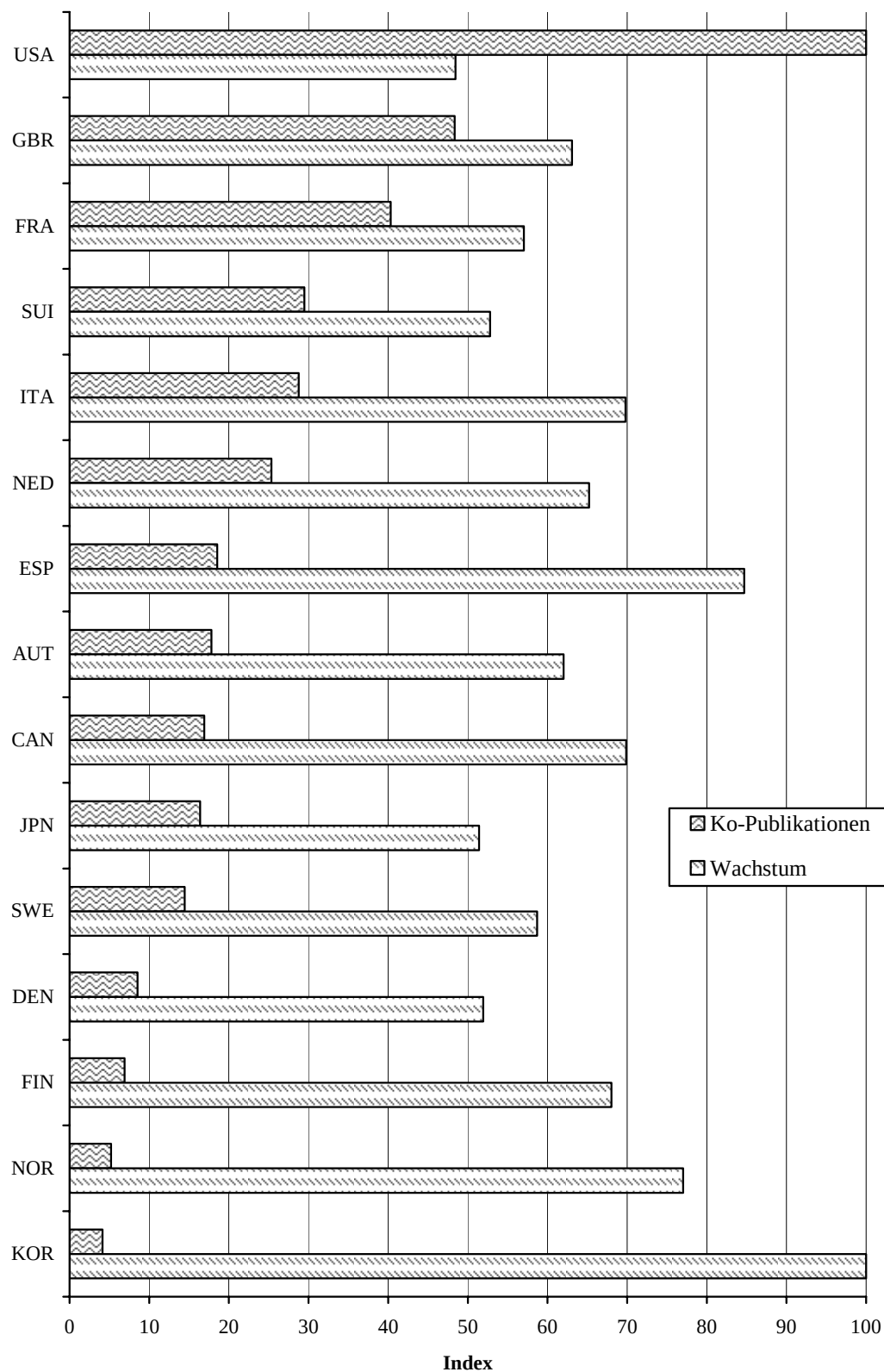
Abb. 3-4: Jährliches Wachstum der internationalen Ko-Publikationen deutscher Autoren in SCI-Segmenten in der Zeit von 1995 bis 2005, normiert mit dem Wachstum des jeweiligen Segments



Quellen: SCISEARCH (STN), Recherchen und Berechnungen des Fraunhofer-ISI.

Hinsichtlich der Partnerländer stehen erwartungsgemäß die Vereinigten Staaten an erster Stelle, gefolgt von Großbritannien, Frankreich, der Schweiz, Italien und den Niederlanden (Abb. 3-5). Zusätzlich zur aktuellen Höhe der Ko-Publikation ist in der Grafik die Zunahme der Ko-Publikationen mit den jeweiligen Ländern über einen Wachstums-Index dargestellt. Sowohl der Umfang der Ko-Publikationen als auch das Wachstum wurden indiziert, um eine gemeinsame Darstellung in einem Diagramm zu ermöglichen. Im vorliegenden Fall entspricht der Wachstums-Index 100 einer durchschnittlichen jährlichen Zunahme von 13,6 Prozent im Zeitraum zwischen 1995 und 2005. Dabei sind hohe Zuwachsraten vor allen bei den Ländern zu beobachten, bei denen Ko-Publikationen mit deutschen Autoren weniger prominent vertreten sind, insbesondere Korea, Norwegen, Finnland und Dänemark. Eine deutliche Zunahme der Kooperationen gibt es aber auch bei Spanien, welches zu den mittelgroßen Kooperationspartnern zählt. Schließlich gibt es eine Gruppe größerer Länder mit nennenswerten Wachstumsraten, worunter Großbritannien, Italien, die Niederlande sowie Kanada fallen. Erwartungsgemäß ist dagegen die Zuwachsrate bei US-amerikanischen Autoren besonders niedrig, da hier schon seit längerem ein hohes absolutes Niveau erreicht wurde.

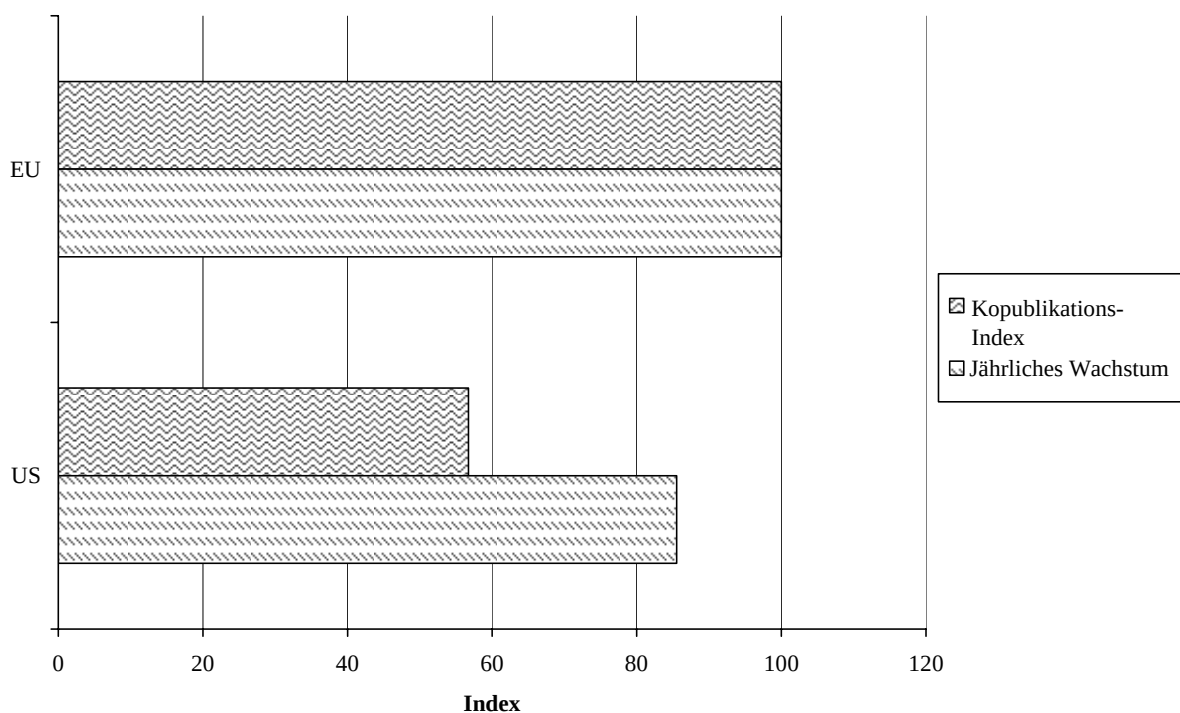
Abb. 3-5: Wichtige Partnerländer deutscher Autoren bei SCI-Publikationen nach Häufigkeit im Jahr 2005 (Index für größtes Land = 100) und Zunahme zwischen 1995 und 2005 (Index für größte Zunahme = 100)



Quelle: SCISEARCH (STN), Recherchen und Berechnungen des Fraunhofer-ISI.

Insgesamt gibt es kein Land, mit dem die Ko-Publikationen deutscher Autoren in den letzten Jahren nicht zugenommen haben. Insbesondere haben sich vor allem die Ko-Publikationen mit europäischen Partnern intensiviert. Aktuell liegt die Zahl hier deutlich über der mit den Vereinigten Staaten, und auch die Wachstumsrate seit 1995 ist im Hinblick auf EU-Länder ausgeprägter (Abb. 3-6). Schon jetzt liegt die Zahl der Ko-Publikationen mit europäischen Partnern um mehr als 40 Prozent über dem Niveau der Ko-Publikationen mit amerikanischen Partnern. Durch eine um 15 Prozent höhere Wachstumsrate bei europäischen Ko-Publikationen wird sich dieser Abstand weiter vergrößern. Von daher sprechen die Befunde, zumindest aus deutscher Sicht, für die Herausbildung eines europäischen Forschungsraums.⁶

Abb. 3-6: Ko-Publikationen deutscher Autoren im SCI mit EU-Ländern und den USA nach Häufigkeit im Jahr 2005 und Wachstum zwischen 1995 und 2005 (Index für größten Wert jeweils 100)



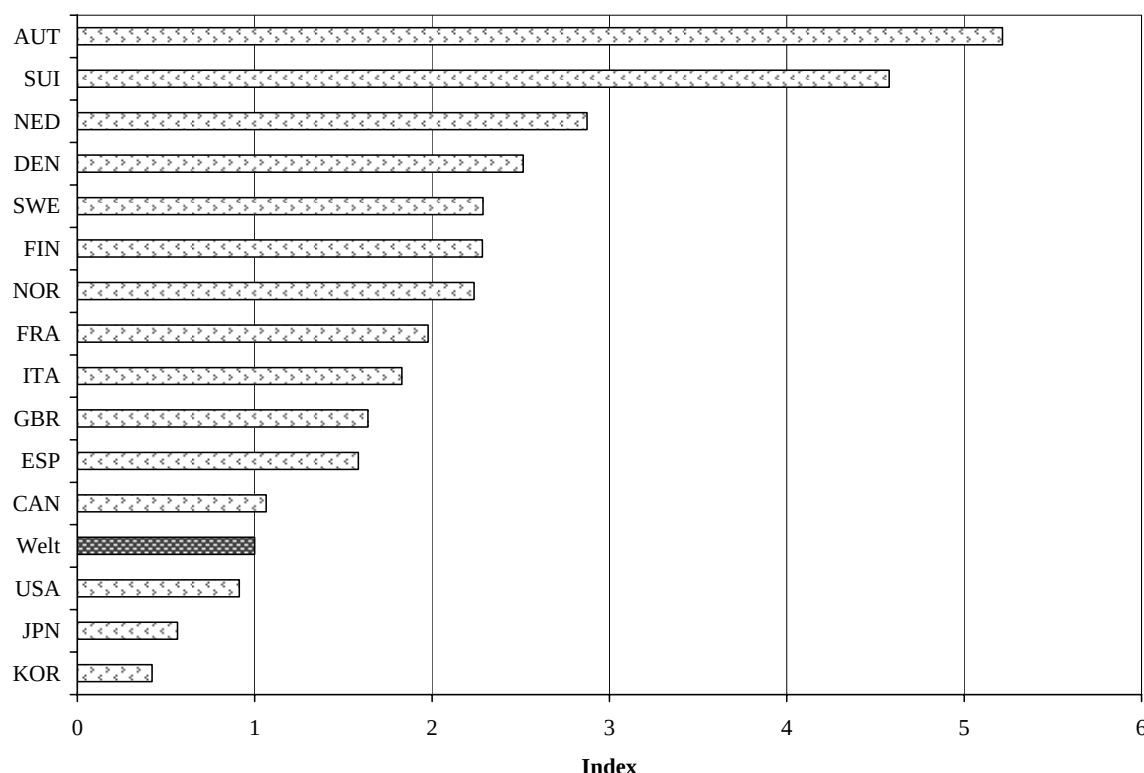
Quelle: SCISEARCH (STN), Recherchen und Berechnungen des Fraunhofer-ISI.

Das im Ländervergleich die Vereinigten Staaten an erster Stelle bei den internationalen Kooperationspartnern stehen, entspricht den Erwartungen, da die Vereinigten Staaten weltweit die meisten Publikationen aufweisen. Das heißt aber noch nicht, dass deutsche Wissenschaftler eine besondere Präferenz für eine Kooperation mit ihren amerikanischen Kollegen hätten. Dieses lässt sich jedoch erst feststellen, wenn die Anzahl der Ko-Publikationen auf die Landesgröße bezogen wird. Wird die Zahl der Publikationen eines Landes als Größenmaß für seine wissenschaftliche Produktion betrachtet und die Zahl der Ko-Publikationen mit diesem Land mit diesem Referenzwert normiert, ergibt sich eine abweichende Reihenfolge der Länder entsprechend Abbildung 3-7. Demnach besteht eine besondere Präferenz deutscher Wissenschaftler für Kooperationen mit solchen aus Österreich und der Schweiz. Die

⁶ Nach den Untersuchungen von Luwel (2006) ist die wissenschaftliche Integration in Europa allerdings deutlich schwächer ausgeprägt als diejenige innerhalb der Vereinigten Staaten.

sprachliche Affinität spielt somit eine erhebliche Rolle bei wissenschaftlichen Kooperationen. An dritter Stelle folgen als Nachbarland die Niederlande. Dann kommt jedoch nicht das Nachbarland Frankreich auf der nächsten Position, sondern die Gruppe der skandinavischen Länder Dänemark, Schweden, Finnland und Norwegen. Das die räumliche Nähe dennoch eine Rolle spielt, zeigt die etwas stärkere Präferenz für Kooperationen mit Frankreich im Vergleich zu Großbritannien, wo auf Grund der größeren Verbreitung der englischen Sprachkenntnisse in Deutschland eine engere Kooperation als mit Frankreich erwartet werden könnte. Im Ergebnis ist die überraschend hohe Präferenz für Ko-Publikationen mit skandinavischen Partnern hervorzuheben.

Abb. 3-7: Länderpräferenz deutscher Wissenschaftler bei Ko-Publikationen in SCI-Zeitschriften, 2005⁷



Quellen: SCISEARCH (STN), Recherchen und Berechnungen des Fraunhofer-ISI.

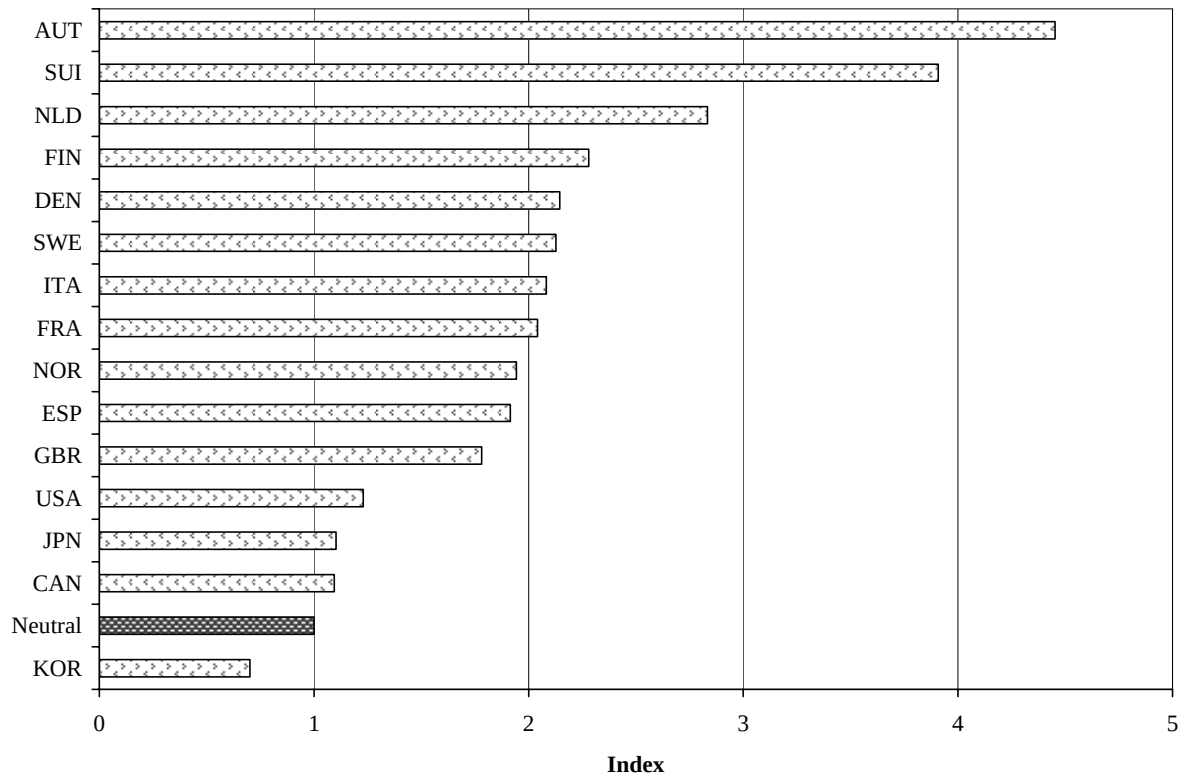
Der Präferenz-Index ist so konstruiert, dass die weltweiten Kooperationen den Durchschnitt mit dem Wert 1 definieren. In Relation dazu erweisen sich die Kooperationen mit den Vereinigten Staaten als leicht unterdurchschnittlich, mit Japan und Korea als deutlich unterdurchschnittlich. Die starken Zuwachsraten bei der Kooperation mit koreanischen Autoren haben also nichts daran ändern können, dass die Ko-Publikationen mit diesem Land nach wie vor auf einem sehr niedrigen Wert liegen. Im Vergleich zu den Berichten früherer Jahre hat sich lediglich die Position Kanadas von einem unterdurchschnittlichen auf einen leicht durchschnittlichen Index verbessert.

Differenziert nach den vier Segmenten zeigt die Zahl der Ko-Publikationen einen engen Zusammenhang mit der Zahl der Publikationen des Partnerlandes in dem jeweiligen Segment. Das heißt, das

⁷ Index: Tatsächliche Publikationsquote in Relation zur erwarteten Quote, normiert auf den Weltdurchschnitt.

Muster der Ko-Publikationen folgt dem Spezialisierungsmuster der Partnerländer. Wird dieser Effekt durch entsprechende Normierungen kompensiert, sind die Unterschiede zwischen den Segmenten recht gering. Zumindest auf der Ebene der Segmente gibt es keine Hinweise darauf, dass kein Zusammenhang mit der wissenschaftlichen Leistungsfähigkeit des Partnerlandes, operationalisiert durch den Beachtungsindex, bestünde. Möglicherweise würde hier eine Analyse auf der Ebene einzelner Wissenschaftsfelder zu eindeutigeren Aussagen führen.

Abb. 3-8: Präferenz ausländischer Wissenschaftler für Ko-Publikationen mit deutschen Partnern, 2003⁸



Quellen: SCISEARCH (STN), Recherchen und Berechnungen des Fraunhofer-ISI

So, wie sich aus der deutschen Perspektive eine Präferenz für spezifische Partnerländer errechnen lässt, kann umgekehrt auch aus der Perspektive von Partnerländern ermittelt werden, welche Präferenz sie für eine Zusammenarbeit mit Deutschland haben. Abbildung 3-8 zeigt das Ergebnis entsprechender Recherchen und Berechnungen. Auch hier entspricht der Indexwert 1 einer Kooperationsintensität, die den Erwartungen entspricht. Bei dieser Betrachtungsweise haben Österreich und die Schweiz eine besondere Präferenz für Kooperationen mit Deutschland, womit das Bild aus deutscher Perspektive entsprechend Abbildung 3-7 reproduziert wird. Weiterhin folgen in ähnlicher Weise die Niederlande, Finnland, Dänemark und Schweden. Erst danach gibt es eine Abweichung zur Präferenz aus deutscher Sicht. Für Wissenschaftler aus Italien und Frankreich ist die Kooperation mit deutschen Partnern wichtiger als umgekehrt. Auch bei dieser Analyse liegen die USA, Kanada, Japan und Korea auf den unteren Plätzen. Allerdings ist für diese Länder die Kooperation mit Deutschland wichtiger, als dieses aus

⁸ Index: Tatsächliche Publikationsquote in Relation zur erwarteten Quote normiert auf den Weltdurchschnitt.

deutscher Sicht der Fall ist. So ist beispielsweise in der US-Perspektive die Zahl der Kooperationen mit Deutschland leicht überdurchschnittlich, in der deutschen Perspektive dagegen leicht unterdurchschnittlich. Insgesamt erweisen sich in jedem Fall deutsche Wissenschaftler als attraktive Kooperationspartner.

4 Zusammenfassung

Die Gesamtanalyse im Science Citation Index zeigt in den letzten Jahren ein allmähliches Absinken des deutschen Anteils an den weltweiten Publikationen, eine Beobachtung, die auch auf viele andere große Industrieländer zutrifft. Diese Entwicklung ist auf ein starkes Anwachsen der Aktivitäten von Aufholländern in Südostasien und Osteuropa, aber auch in Südamerika und Zentralasien zurückzuführen, die insbesondere seit dem Jahr 2000 ein spürbares Gewicht erhalten haben. Der aus dieser Verdrängung resultierende Rückgang ist allerdings bei den deutschen Publikationen weniger stark als in Großbritannien, Frankreich oder Japan. Dagegen ist der Rückgang in den USA weniger ausgeprägt.

Bei den Zitzahlen und den daraus abgeleiteten Indikatoren der Beachtung und der Internationalen Ausrichtung ist am aktuellen Rand eine Stabilisierung der Beachtung und eine allmähliche Aufwärtstendenz bei der Internationalen Ausrichtung festzustellen. Von daher ist bei deutschen Autoren eine stärkere Orientierung auf international sichtbare Zeitschriften und damit eine engere Anbindung an die internationale Diskussion zu konstatieren. Diese auf der Makroebene sichtbare Tendenz dürfte vor allem auf das Bemühen jüngerer Autoren zurückzuführen sein, höhere Zitatraten für ihre Veröffentlichungen zu erzielen, da dieses im Rahmen einer akademischen Karriere zunehmende Relevanz erhält. Diese bessere Einbindung in die internationale wissenschaftliche Gemeinschaft ist insgesamt sicherlich positiv zu beurteilen, doch gleichzeitig sollte sorgfältig beobachtet werden, ob es zu einer thematischen Verengung, etwa durch eine Ausrichtung an der amerikanischen Diskussion, kommt. Insofern behält das Zitatmaß der Beachtung nach wie vor seine Relevanz. Im Vergleich zur Schweiz, die bei beiden Zitatdimensionen sehr hohe Indizes aufweist, zeigt sich vor allem, dass sich dort die Wissenschaftsperformanz auf nahezu alle Fachgebiete erstreckt, während dies in Deutschland nur in einzelnen Feldern der Fall ist.

Internationale Ko-Publikationen deutscher Autoren haben in den letzten fünfzehn Jahren eine zunehmende Bedeutung gewonnen, wobei vor allem die gemeinsamen Aktivitäten mit EU-Ländern angestiegen sind. Ko-Publikationen sind vor allem in den Natur- und Lebenswissenschaften zentral, wobei aber die Ingenieurwissenschaften und die Medizin langsam aufschließen. Hinsichtlich der bevorzugten Partnerländer fällt die besondere Präferenz für die deutschsprachigen Nachbarn Österreich und Schweiz auf. Zu erwähnen ist schließlich die unerwartet hohe Kooperationsrate mit skandinavischen Ländern. Diese Präferenzen aus deutscher Sicht werden in der Gegenperspektive aus der Sicht der Partnerländer weitgehend reproduziert. Insgesamt erweisen sich die deutschen Wissenschaftler als attraktive Partner für internationale Ko-Publikationen. Die Strukturen bei internationalen Ko-Publikationen zeigen nachdrücklich, dass die Wissenschaft sehr stark globalisiert ist und die wissenschaftliche Kommunikation mittlerweile selbstverständlich internationale Partner einbezieht. Dabei gewinnt für Deutschland der europäische Forschungsraum eine immer größere Relevanz.

5 Literaturverzeichnis

- Butler, L. (2004): What happens when funding is linked to publications counts? in: Moed, H.F.; Glänzel, W.; Schmoch, U. (Hrsg.) (2004): Handbook of Quantitative Science and Technology Research. The Use of Publication and Patent Statistics in Studies of S&T Systems. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, S. 389-405.
- Frietsch, R. (2004): Entwicklung internationaler Wissenschaftskoperationen, in: BMBF (Hrsg.), Studien zum deutschen Innovationssystem, Nr. 11-2004. Bonn/Berlin: BMBF, zugreifbar über www.technologische-leistungsfahigkeit.de.
- Glänzel, W., De Lange (2002): A distributional approach to multinationality measures of international scientific collaboration, in: Scientometrics, Vol. 54, S. 75–89.
- Glänzel, W., Schubert, A. (2004): Analysing scientific networks through co-authorship, in: Moed, H., Glänzel, W., Schmoch, U. (Hrsg.), Handbook of Quantitative Science and Technology Research. The Use of Publication and Patent Statistics in Studies of S&T Systems, Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, S. 257–276.
- Katz, J.S., Martin, B.R. (1997): What is research collaboration?, in: Research Policy, Vol. 26, S. 1–18.
- Laudel, G. (2002): What do we measure by co-authorship? in: Research Evaluation, Vol. 11, S. 3–15.
- Luwel, M. (2006): Benchmarking the European Research Area's Integration, Vortrag auf der 9th International Conference on Science & Technology Indicators, 7. bis 9. September 2006 in Leuven (Belgien).
- Schmoch, U. (2000): Wissens- und Technologietransfer aus öffentlichen Einrichtungen, in: Schmoch, U., Licht, G., Reinhard, M. (Hrsg.), Wissens- und Technologietranfer in Deutschland. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, S.15-37.
- Schmoch, U. (2003): Leistungsfähigkeit der deutschen Wissenschaft und Forschung im Vergleich, in: BMBF (Hrsg.), Studien zum deutschen Innovationssystem, Nr. 5-2003. Bonn/Berlin: BMBF, zugreifbar über www.technologische-leistungsfahigkeit.de.
- Schmoch, U. (2005): Leistungsfähigkeit und Strukturen der Wissenschaft im internationalen Vergleich, 2004, in: BMBF (Hrsg.), Studien zum deutschen Innovationssystem, Nr. 6-2005. Bonn/Berlin: BMBF, zugreifbar über www.technologische-leistungsfahigkeit.de.
- Schmoch, U., Schubert, T. (2006): The Meaning of Co-publications: An Indicator for Quality of Scientific Research? (Arbeitspapier, Publikation in Scientometrics in Vorbereitung).