

Lücke, Matthias

**Book — Digitized Version**

## Technischer Fortschritt und die Arbeitsteilung zwischen Industrie- und Entwicklungsländern: eine empirische Analyse

Kieler Studien, No. 247

**Provided in Cooperation with:**

Kiel Institute for the World Economy – Leibniz Center for Research on Global Economic Challenges

*Suggested Citation:* Lücke, Matthias (1992) : Technischer Fortschritt und die Arbeitsteilung zwischen Industrie- und Entwicklungsländern: eine empirische Analyse, Kieler Studien, No. 247, ISBN 3161460103, Mohr, Tübingen

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/758>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

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

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

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

**Terms of use:**

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

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

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

# Kieler Studien

Institut für Weltwirtschaft an der Universität Kiel

Herausgegeben von Horst Siebert

---

247

Matthias Lücke

↳

## Technischer Fortschritt und die Arbeitsteilung zwischen Industrie- und Entwicklungsländern

*Eine empirische Analyse*



J.C.B. MOHR (PAUL SIEBECK) TÜBINGEN

ISSN 0340-6989

AG 3991 / 92  
Wirtschaft  
Lücke

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

**Lücke, Matthias:**

Technischer Fortschritt und die Arbeitsteilung zwischen  
Industrie- und Entwicklungsländern : eine empirische Analyse /

Matthias Lücke. - Tübingen : Mohr, 1992

(Kieler Studien ; 247)

ISBN 3-16-146010-3 brosch.

ISBN 3-16-146011-1 Gewebe

NE: GT

Schriftleitung: Hubertus Müller-Groeling



Institut für Weltwirtschaft an der Universität Kiel

J. C. B. Mohr (Paul Siebeck) Tübingen 1992

Alle Rechte vorbehalten

Ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages ist es auch nicht  
gestattet, den Band oder Teile daraus

auf photomechanischem Wege (Photokopie, Mikrokopie) zu vervielfältigen

Printed in Germany

ISSN 0340-6989

## Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	XI
<b>A. Einführung</b> .....	1
<b>B. Rückverlagerung arbeitsintensiver Produktionen in die Industrieländer? Die empirische Evidenz</b> .....	4
<b>I. Die "Neue Internationale Arbeitsteilung"</b> .....	4
<b>II. Die Rückverlagerung arbeitsintensiver Produktionen aus Entwicklungsländern in Industrieländer</b> .....	11
1. Fallbeispiele .....	11
2. Der Außenhandel der Bundesrepublik Deutschland mit arbeitsintensiven Produkten .....	12
<b>C. Technischer Fortschritt und internationale Arbeitsteilung: Der Erklärungsbeitrag der Außenhandelstheorie</b> ....	20
<b>I. Technischer Fortschritt: Grundlagen</b> .....	20
1. Begriffsbestimmung .....	20
2. Meßkonzepte .....	23
a. Produktionsfunktionen.....	23
b. Faktorproduktivitäten.....	28
c. Andere Meßkonzepte .....	30
<b>II. Technischer Fortschritt und internationale Arbeitsteilung im Heckscher-Ohlin-Modell</b> .....	30
1. Das Grundmodell.....	30
a. Modellstruktur .....	30
b. Auswirkungen des technischen Fortschritts auf Spezialisierungsmuster und Volkseinkommen .....	36
2. Modellerweiterungen.....	41
a. Dimensionalität und internationale Faktormobilität .....	41
b. Lokalisierter technischer Fortschritt und Technologietransfer.....	43

<b>III. Der Erklärungsbeitrag anderer außenhandelstheoretischer Modelle .....</b>	<b>46</b>
1. Produktzyklusmodell .....	47
2. Technologielücke .....	48
3. Transaktionskosten und heterogene Güter .....	48
<b>D. Voraussetzungen für eine technologisch bedingte Rückverlagerung arbeitsintensiver Produktionen: Eine empirische Überprüfung .....</b>	<b>51</b>
<b>I. Barrieren für den internationalen Technologietransfer? Die Determinanten der internationalen Innovationsdiffusion .....</b>	<b>51</b>
1. Diffusionsmodelle .....	52
2. Industriespezifische Prozeßinnovationen .....	54
a. Schätzgleichungen .....	54
b. Der empirische Befund .....	57
3. Industriübergreifende Prozeßinnovationen .....	64
a. Grundlagen .....	64
b. Aktivitätsspezifische Innovationen .....	65
c. Sphärenspezifische Innovationen .....	67
d. Sphärenübergreifende Innovationen .....	68
<b>II. Internationale Unterschiede in der Produktionstechnik — Produktivitätsfortschritt und Grenzen der Faktorsubstitution .....</b>	<b>71</b>
1. Das Wachstum der Faktorproduktivitäten .....	71
2. Grenzen der Faktorsubstitution .....	73
3. Das Ausmaß von Faktormarktverzerrungen in Entwicklungsländern .....	76
<b>E. Der Einfluss des technischen Fortschritts auf die Spezialisierungsmuster im Außenhandel: Eine ökonometrische Analyse .....</b>	<b>78</b>
<b>I. Modellstruktur .....</b>	<b>78</b>
1. Konzeption der Untersuchung .....	78
2. Empirische Untersuchungen über die Determinanten der Spezialisierungsstruktur im Außenhandel .....	79
3. Schätzgleichungen .....	81

<b>II. Datenbasis</b> .....	86
1. Handelsdaten .....	86
2. Industriedaten .....	88
a. <i>Schätzung von Geschwindigkeit und Richtung des technischen Fortschritts auf der Basis von Produktionsfunktionen</i> .....	88
b. <i>Faktorintensitäten und Wachstumsraten der Faktorproduktivitäten</i> .....	91
c. <i>Indikatoren für die Forschungs- und Innovationsintensität</i> .....	103
3. Länderdaten.....	107
<b>III. Schätzergebnisse</b> .....	108
1. Schätzungen für einzelne Untersuchungsjahre .....	108
2. Schätzungen für Änderungen der Spezialisierungsmuster .....	116
3. Schätzungen für den Handel ausgewählter Industrieländer mit den Entwicklungsländern .....	121
4. Technischer Fortschritt und die Terms of trade innerhalb der Verarbeitenden Industrie.....	122
<b>F. Zusammenfassung und Wirtschaftspolitische Implikationen</b> .....	126
<b>Anhangtabellen</b> .....	132
<b>Literaturverzeichnis</b> .....	160

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	— Welthandelsanteile ausgewählter Ländergruppen 1970–1988.....	5
Tabelle 2	— Welthandelsanteile ausgewählter Ländergruppen bei Industriegütern 1970–1988.....	6
Tabelle 3	— Strukturwandel in traditionellen arbeitsintensiven Industrien in der Bundesrepublik Deutschland 1970–1988.....	14
Tabelle 4	— Außenhandel der Bundesrepublik Deutschland mit Textilien (SITC 65) 1970–1988.....	15
Tabelle 5	— Außenhandel der Bundesrepublik Deutschland mit Bekleidung (SITC 84) 1970–1988.....	16
Tabelle 6	— Außenhandel der Bundesrepublik Deutschland mit Schuhen (SITC 85) 1970–1988.....	17
Tabelle 7	— Determinanten der internationalen Innovationsdiffusion in der Textilindustrie — Regressionsergebnisse für die neuinstallierten Kapazitäten 1978/79 und 1987/88 .....	59
Tabelle 8	— Determinanten der internationalen Innovationsdiffusion in der Textilindustrie — Regressionsergebnisse für ausgewählte Länder 1974–1987 .....	60
Tabelle 9	— Determinanten der internationalen Innovationsdiffusion in der Stahlindustrie — Regressionsergebnisse für ausgewählte Länder 1955–1988 .....	63
Tabelle 10	— Die Streuung der Kapitalintensitäten über 22 Zweige der Verarbeitenden Industrie in 37 Untersuchungsländern — PEARSON-Korrelationskoeffizienten mit den Werten für die Vereinigten Staaten 1963/65 und 1983/85 .....	75
Tabelle 11	— PEARSON-Korrelationskoeffizienten für die Kapitalintensitäten in der Verarbeitenden Industrie der Vereinigten Staaten 1965–1986 .....	98
Tabelle 12	— PEARSON-Korrelationskoeffizienten für die Wachstumsraten der Faktorproduktivitäten in der Verarbeitenden Industrie der Vereinigten Staaten 1965–1986 (22 Industrien).....	99
Tabelle 13	— PEARSON-Korrelationskoeffizienten für die Wachstumsraten der Faktorproduktivitäten in der Verarbeitenden Industrie der Vereinigten Staaten 1965–1986 (159 Sektoren).....	100

Tabelle 14 — PEARSON-Korrelationskoeffizienten für Kapitalintensitäten und Wachstumsraten der Faktorproduktivität in der Verarbeitenden Industrie der Bundesrepublik Deutschland 1970–1987 .....	102
Tabelle 15 — PEARSON-Korrelationskoeffizienten für die Indikatoren der Technologieintensität und die Wachstumsraten der Faktorproduktivitäten in den Vereinigten Staaten 1965–1986.....	105
Tabelle 16 — PEARSON-Korrelationskoeffizienten für die Indikatoren für technischen Fortschritt und Technologieintensität in der Bundesrepublik Deutschland 1970–1987 .....	106
Tabelle 17 — Korrelationskoeffizienten für Kapitalausstattungen 1965 und 1987 .....	108
Tabelle 18 — Determinanten der Außenhandelsspezialisierung — Regressions- ergebnisse für das Jahr 1965.....	110
Tabelle 19 — Determinanten der Außenhandelsspezialisierung — Regressions- ergebnisse für das Jahr 1987.....	111
Tabelle 20 — Determinanten der Außenhandelsspezialisierung — Regressions- ergebnisse für die Jahre 1965 und 1987 mit Fortschrittsraten als erklärenden Variablen: US-Industriedaten, SKI-B .....	113
Tabelle 21 — Determinanten der Außenhandelsspezialisierung — Regressions- ergebnisse für die Jahre 1965, 1978 und 1987 mit Fortschritts- raten als erklärenden Variablen: Deutsche Industriedaten.....	114
Tabelle 22 — Determinanten der Verschiebungen in der Außenhandels- spezialisierung 1965–1987 — Regressionsergebnisse: Spezifi- kationstest und Forschungs- bzw. Innovationsintensität.....	118
Tabelle 23 — Determinanten der Verschiebungen in der Außenhandels- spezialisierung 1965–1987 — Regressionsergebnisse: Wachstumsraten der Faktorproduktivitäten: US-Industriedaten, SKI-B.....	119
Tabelle 24 — Determinanten der Verschiebungen in der Außenhandels- spezialisierung 1965–1987 — Regressionsergebnisse: Wachstumsraten der Faktorproduktivitäten: Deutsche Industriedaten, SKI-B.....	120
Tabelle 25 — PEARSON-Korrelationskoeffizienten für die sektoralen Preissteigerungsraten und Indikatoren für den technischen Fortschritt 1965–1987 .....	124
Tabelle 26 — Zusammenhang von Terms-of-trade-Entwicklung im Industrie- güterhandel und wirtschaftlichem Entwicklungsstand 1965–1987 — Regressionsergebnisse .....	125

Tabelle A1	— Zusammensetzung der neu installierten Spinnerei- und Webereikapazität nach Maschinentyp und reales BIP in ausgewählten Ländern 1978/79 und 1987/88.....	132
Tabelle A2	— Anteil der Offenend-Rotoren an der Spinnereikapazität in ausgewählten Ländern 1974–1987 .....	134
Tabelle A3	— Anteil schützenloser Webstühle an der Webereikapazität in ausgewählten Ländern 1974–1987 .....	136
Tabelle A4	— Anteil des Sauerstoffblasverfahrens an der Rohstahlproduktion außer Elektrostahl in ausgewählten Ländern 1955–1988 .....	138
Tabelle A5	— Anteil von stranggegossenem Stahl an der Rohstahlproduktion in ausgewählten Ländern 1969–1988 .....	141
Tabelle A6	— Technischer Fortschritt in der Verarbeitenden Industrie in Schweden 1963–1980 .....	142
Tabelle A7	— Sektorale Disaggregation .....	143
Tabelle A8	— Forschung und Entwicklung nach Industriezweigen in den Vereinigten Staaten 1978 .....	151
Tabelle A9	— Patenterteilungen nach Produktfeldern der Verarbeitenden Industrie in den Vereinigten Staaten 1963–1984 .....	152
Tabelle A10	— Verteilung der Innovationen nach Industriezweigen im Vereinigten Königreich 1945–1979.....	153
Tabelle A11	— Sach- und Humankapitalausstattung der Untersuchungsländer 1965, 1978 und 1987.....	154
Tabelle A12	— Korrelationskoeffizienten für technologische Kompetenz und Kapitalausstattungen .....	155
Tabelle A13	— Determinanten der Außenhandelspezialisierung 1978 — Regressionsergebnisse.....	155
Tabelle A14	— Determinanten der Verschiebungen in der Außenhandelspezialisierung 1965–1987 — Regressionsergebnisse für das Modell in durchschnittlichen jährlichen Änderungsraten: US-Industriedaten .....	156
Tabelle A15	— Determinanten der Verschiebungen in der Außenhandelspezialisierung 1965–1987 — Regressionsergebnisse für das Modell in durchschnittlichen jährlichen Änderungsraten: Deutsche Industriedaten .....	157
Tabelle A16	— Determinanten der Spezialisierung im Handel mit Entwicklungsländern in ausgewählten Industrieländern 1960–1987 — Regressionsergebnisse.....	158

## Schaubilder und Übersichten

Schaubild 1 — Hicks-neutraler und arbeitssparender technischer Fortschritt.....	24
Schaubild 2 — Mengen- und Preiswirkungen des technischen Fortschritts in der geschlossenen Volkswirtschaft.....	38
Schaubild 3 — Tauschkurven bei technischem Fortschritt im Industrie- und Entwicklungsland.....	40
Schaubild 4 — Lokalisierter technischer Fortschritt.....	44
Übersicht 1 — Das "Weltmodell".....	35
Übersicht 2 — Die Richtung des technischen Fortschritts in Schätzungen makroökonomischer Produktionsfunktionen — Literaturübersicht.....	86
Übersicht 3 — Definition der Variablen im ökonometrischen Modell.....	93

## Verzeichnis der Abkürzungen

BIP	Bruttoinlandsprodukt
BSP	Bruttosozialprodukt
CAD	Computer Aided Design
CIM	Computer Integrated Manufacturing
DDR	Deutsche Demokratische Republik
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
EFTA	European Free Trade Association
EG	Europäische Gemeinschaft
etc.	et cetera
Fn.	Fußnote
GATT	General Agreement on Tariffs and Trade
ggf.	gegebenenfalls
IISI	International Iron and Steel Institute
ILAFA	Instituto Latinoamericano del Fierro y el Acero
ISIC	International Standard Industrial Classification
ITMF	International Textile Manufacturers' Federation
misc.	miscellaneous
NBER	National Bureau of Economic Research
NC	Numerical Control
NSF	National Science Foundation
OECD	Organization for Economic Co-operation and Development
OPEC	Organization of Petroleum Exporting Countries
Rev.	Revision
SIC	Standard Industrial Classification
SITC	Standard International Trade Classification
u.a.	unter anderem
u.ä.	und ähnliches
UdSSR	Union der Sozialistischen Sowjetrepubliken
UKSIC	Standard Industrial Classification of the United Kingdom
UN	United Nations
UN/ECE	United Nations, Economic Commission for Europe
UN/ECLAC	United Nations, Economic Commission for Latin America and The Caribbean
UNCTAD	United Nations Conference on Trade and Development
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UNIDO	United Nations Industrial Development Organization
USA	United States of America
USSIC	Standard Industrial Classification of the United States
VR	Volksrepublik
vs.	versus
z.B.	zum Beispiel

## Vorwort

In der vorliegenden Arbeit wird überprüft, ob die Wettbewerbsfähigkeit der Verarbeitenden Industrie in Entwicklungsländern durch den weltweiten technischen Fortschritt beeinträchtigt wird. Wenn dies der Fall wäre, würden vor allem arbeitsintensive Branchen, die sich seit den sechziger Jahren verstärkt in Entwicklungsländern angesiedelt haben, zunehmend in die Industrieländer zurückverlagert (Rückverlagerungshypothese). Ein solche Entwicklung könnte zum einen daraus resultieren, daß Verzögerungen beim internationalen Technologietransfer zu einer wachsenden Produktivitätslücke zwischen Industrie- und Entwicklungsländern führen. Zum anderen könnte arbeitssparender technischer Fortschritt den wichtigsten Standortvorteil der Entwicklungsländer, nämlich die relativ reichliche Ausstattung mit (gering qualifizierter) Arbeit, untergraben.

Den Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit bildet eine ökonometrische Analyse der Determinanten der Spezialisierungsmuster von 37 Industrie- und Entwicklungsländern im Industriegüterhandel. Vor allem wird untersucht, ob weniger entwickelte Länder in Branchen mit besonders raschem technischem Fortschritt oder mit einem besonders starken Rückgang der Lohnstückkosten an Wettbewerbsstärke eingebüßt haben. Ersteres wäre ein Hinweis auf eine zunehmende Produktivitätslücke, während letzteres dafür spräche, daß niedrige Lohnstückkosten als Standortvorteil an Bedeutung verloren haben. Beide Hypothesen werden durch die Daten nicht gestützt.

Als Ergebnis der Arbeit kann folglich festgehalten werden, daß für die Vergangenheit ein wesentlicher Einfluß des technischen Fortschritts auf die Spezialisierungsmuster im Außenhandel im Sinne der Rückverlagerungshypothese nicht nachweisbar ist. Daher kann eine breite Tendenz zur Rückverlagerung arbeitsintensiver Produktionen aus Entwicklungsländern in Industrieländer auch für die Zukunft als unwahrscheinlich gelten.

Bei der Anfertigung dieser Arbeit habe ich vielfältige Unterstützung erhalten. Prof. Dr. Friedrich L. Sell danke ich herzlich für zahlreiche Anregungen und ermutigende Gespräche. Dank schulde ich auch Prof. Dr. Hans-Rimbert Hemmer. Eine Reihe von Kollegen am Institut für Weltwirtschaft haben die Arbeit mit konstruktiver Kritik begleitet. Besonders danke ich Prof. Dr. Ulrich Hiemenz und Dr. Rolf J. Langhammer für viele hilfreiche Hinweise. Die Durchführung der häufig mühsamen Rechenarbeiten wäre ohne die Hilfe von Martina Beck, Angela Husfeld, Michaela Rank und Christine Schulte nicht möglich gewesen. Marlies Thiessen fertigte mit großer Sorgfalt die verschiedenen Fassungen des Manuskriptes an. Die redaktionelle Betreuung lag bei Bernhard Klein und Ilse Büxenstein-Gaspar in sehr guten Händen. Die Verantwortung für alle verbleibenden Unvollkommenheiten liegt wie üblich beim Autor.

## A. Einführung

Seit den sechziger Jahren hat der weltweite wirtschaftliche Strukturwandel dazu geführt, daß in den westlichen Industrieländern arbeitsintensive Industrien Marktanteile auf den Inlandsmärkten wie auch im Export verloren haben. Demgegenüber konnten vor allem die heutigen südostasiatischen Schwellenländer (Südkorea, Taiwan, Hongkong, Singapur) ihren Anteil an den Weltexporten von Industriegütern deutlich erhöhen. Zwar verschob sich dort in den letzten Jahren das Schwergewicht der industriellen Entwicklung als Folge des gestiegenen Einkommens- und Lohnniveaus wie auch des Protektionismus in den Hauptabnehmerländern (Vereinigte Staaten und Europäische Gemeinschaft) hin zu weniger arbeitsintensiven Branchen. Jedoch nahm der Angebotsdruck auf die Hersteller in den westlichen Industrieländern kaum ab, da sich die Produktion in andere Entwicklungsländer mit recht unterschiedlichen Einkommensniveaus verlagerte. Während einige bereits als Schwellenländer der zweiten Generation bezeichnet werden (Malaysia, Thailand, Indonesien), konnten auch Staaten mit extrem niedrigem Lohnniveau wie die Volksrepublik China und Bangladesch ihre Exporte arbeitsintensiver Industrien wie Textilien und Bekleidung ausweiten. Die Erfahrung dieser Entwicklungsländer zeigt, daß traditionelle arbeitsintensive Branchen trotz des verbreiteten Protektionismus auch heute noch ein wichtiges Element einer industriellen Entwicklung sein können.

Etwa seit Beginn der achtziger Jahre mehren sich allerdings Stimmen, die bei weiter zunehmender Anwendung mikroelektronischer Fertigungstechnologien in arbeitsintensiven Industrien eine nachhaltige Schwächung der Wettbewerbsposition der Entwicklungsländer zugunsten der Industrieländer erwarten [z.B. Kaplinsky, 1984a, S. 157 ff.; Meyer, 1985; Castells, 1986, S. 304 ff.; UNCTAD, 1986; UN/ECLAC, 1988, S. 15 f.; Henke, 1990, S. 8 ff.]. Dies sei darauf zurückzuführen, daß die Produktionsprozesse infolge des technischen Fortschritts sach- und möglicherweise auch humankapitalintensiver würden. Die verbleibenden Lohnkostenvorteile der Entwicklungsländer würden dann gegenüber Standortvorteilen der Produzenten in Industrieländern — wie z.B. räumliche Marktnähe oder zuverlässigere Infrastruktur — immer weniger ins Gewicht fallen. Außerdem sei denkbar, daß Firmen in Entwicklungsländern beispielsweise durch verstärkten Patentschutz von der Nutzung technischer Neuerungen ausgeschlossen würden (technologischer Protektionismus [Ernst, O'Connor, 1989, S. 124 f.]). Dies würde ihre Wettbewerbsfähigkeit ebenfalls empfindlich treffen.

Falls die Rückverlagerungshypothese zutrifft, hätte dies weitreichende Konsequenzen für Industrialisierungsstrategien in Entwicklungsländern, deren komparativer Vorteil im Rahmen der internationalen Arbeitsteilung in einer relativ großen Zahl von wenig qualifizierten Arbeitskräften liegt. Der technische Fortschritt würde tendenziell weltweit die Nachfrage nach unqualifizierter Arbeit drosseln und damit den Reallohnanstieg begrenzen. Gleichzeitig würde das Angebot an arbeitsintensiven Produkten tendenziell steigen, was einen Verfall der relativen Preise dieser bisher von den Entwicklungsländern exportierten Güter und ceteris paribus einen Rückgang der Realeinkommen in den Entwicklungsländern zur Folge hätte. Zusätzlich ist in Betracht zu

ziehen, daß möglicherweise der internationale Technologietransfer mit zeitlichen Verzögerungen erfolgt und deshalb die Produktivitätsgewinne durch technischen Fortschritt im Süden erst spät einkommenssteigernd wirken.

Bislang gibt es nur wenige Ansätze zu einer empirischen Überprüfung der Rückverlagerungshypothese (Kapitel B). Dabei handelt es sich durchweg um Fallstudien für einzelne Produkte oder Unternehmen. Als Ergebnis läßt sich festhalten, daß erstens die dargestellten Beispiele für Rückverlagerungen selbst für die jeweiligen Sub-Sektoren häufig nicht repräsentativ sind; es überwiegt noch die Produktionsverlagerung in Entwicklungsländer. Zweitens sind die beschriebenen Rückverlagerungen nicht nur durch technischen Fortschritt bedingt; vielfältige firmenspezifische und Nachfragefaktoren spielen eine mindestens gleichwertige Rolle.

Eine umfassende Überprüfung der Rückverlagerungshypothese kann sich aber nicht auf Fallstudien beschränken, da auf diese Weise mögliche gegenläufige Entwicklungen nicht analytisch voneinander getrennt werden können. Deshalb untersucht die vorliegende Arbeit zunächst genauer den Erklärungsbeitrag verschiedener außenhandelstheoretischer Modelle in Bezug auf den Zusammenhang zwischen technischem Fortschritt und Änderungen in der internationalen Arbeitsteilung (Kapitel C). Ausgangspunkt ist ein einfaches Heckscher-Ohlin-Modell, wobei im Rahmen einer komparativ-statischen Analyse technischer Fortschritt als Verschiebung der Isoquanten der zugrundeliegenden Produktionsfunktion eingeführt wird. Daraus werden die Bedingungen hergeleitet, unter denen technischer Fortschritt Auswirkungen auf die Arbeitsteilung zwischen Ländern mit unterschiedlichen Faktorausstattungen hat. Anschließend wird überprüft, inwieweit die Schlußfolgerungen aus den einfachen Modellen modifiziert werden müssen, wenn für die empirische Analyse wesentliche Modellerweiterungen eingeführt werden. Der Schwerpunkt in diesem Kapitel liegt bei Modellstrukturen in der Heckscher-Ohlin-Tradition, weil die Rückverlagerungshypothese explizit auf die Bedeutung der Faktorproportionen für die internationale Arbeitsteilung abstellt. Daneben werden aber auch andere außenhandelstheoretische Modelle herangezogen, die dazu beitragen können, die Auswirkungen des technischen Wandels auf den interindustriellen Handel zu erklären.

In Kapitel D wird überprüft, inwieweit die in Kapitel C herausgearbeiteten Voraussetzungen für eine Rückverlagerung arbeitsintensiver Produktionen in der Realität vorliegen. Zunächst werden im Hinblick auf die Frage möglicher Barrieren für den internationalen Technologietransfer die Determinanten der internationalen Diffusion ausgewählter Innovationen analysiert, über deren Verbreitung sowohl in Industrie- als auch in Entwicklungsländern ausreichende Informationen vorliegen. Daraus lassen sich Aufschlüsse gewinnen über das Ausmaß eines möglichen "technologischen Vorsprungs" der Industrieländer bei der Anwendung von Innovationen und daraus resultierender Wettbewerbsvorteile gegenüber den Entwicklungsländern.

Anschließend wird der Frage nachgegangen, ob Substitutionsmöglichkeiten zwischen den Produktionsfaktoren sich auf periphere Aktivitäten beschränken oder ob sie sich auch auf Kernprozesse erstrecken. Falls die Technologie im Kernbereich durch die Notwendigkeit der Qualitätssicherung usw. weitgehend vorgegeben ist, könnte eine bestimmte Industrie in Industrie- und Entwicklungsländern zwar unterschiedliche

Faktorintensitäten aufweisen, da periphere Aktivitäten (innerbetrieblicher Transport, Verpacken etc.) in Entwicklungsländern typischerweise arbeitsintensiver ausgestaltet sind als in Industrieländern. Trotzdem würde die Rangfolge der einzelnen Industrien in bezug auf die Faktorintensitäten in den einzelnen Produzentenländern weitgehend übereinstimmen. Wenn hingegen selbst in Kernprozessen verschiedene Technologien bei verschiedenen Faktorpreisrelationen konkurrenzfähig sind, können auch die Faktorintensitäten international voneinander abweichen. Erhöhungen der Arbeitsproduktivität durch technischen Fortschritt, so die Hypothese, schwächen um so eher die Wettbewerbsfähigkeit der Produzenten in Entwicklungsländern zugunsten ihrer Konkurrenten in Industrieländern, je geringer die Substitutionalität zwischen Kapital und Arbeit ausgeprägt ist.

Aufgrund der in Kapitel D dargestellten empirischen Evidenz kann zumindest nicht ausgeschlossen werden, daß in der Realität die Bedingungen für eine Rückverlagerung arbeitsintensiver Produktionen grundsätzlich gegeben sind (Verzögerung bei der Innovationsdiffusion in die Entwicklungsländer; begrenzte Substitutionalität). Deshalb wird in Kapitel E der Zusammenhang zwischen dem technischen Fortschritt in einzelnen Industriezweigen und Änderungen in der internationalen Arbeitsteilung einer umfassenden ökonometrischen Analyse unterzogen. Das Schätzverfahren ist eine komparativ-statische und um technologiebezogene Variable erweiterte Version des von Balassa und Bauwens [1988] entwickelten Modells, das in der Heckscher-Ohlin-Tradition die Spezialisierungsmuster der einzelnen Länder im Handel mit verarbeiteten Produkten durch ihre Faktorausstattung erklärt. Im Mittelpunkt steht die Frage, ob die technologiebezogenen Variablen im Sinne der Rückverlagerungshypothese die Verschiebungen in der Außenhandelsspezialisierung von Industrie- und Entwicklungsländern beeinflußt haben. In diesem Fall könnte eine Rückverlagerung arbeitsintensiver Produktionen für die Zukunft bei einer entsprechenden Konstellation der Fortschrittsraten in den einzelnen Branchen der Verarbeitenden Industrie nicht ausgeschlossen werden. Falls hingegen ein Zusammenhang zwischen Fortschrittsraten und Verschiebungen der Außenhandelsspezialisierung für die Vergangenheit nicht nachweisbar ist, ist eine breite Rückverlagerungstendenz auch in Zukunft unwahrscheinlich.

Kapitel F enthält schließlich eine Zusammenfassung der Ergebnisse und erörtert ihre wirtschaftspolitischen Implikationen.

## **B. Rückverlagerung arbeitsintensiver Produktionen in die Industrieländer? Die empirische Evidenz**

### **I. Die "Neue Internationale Arbeitsteilung"**

Seit den sechziger Jahren treten im Welthandel Entwicklungsländer zunehmend als Anbieter von Industriegütern in Erscheinung. Diese Entwicklung bedeutet einen Wandel der "klassischen" internationalen Arbeitsteilung, in der die Entwicklungsländer auf die Ausfuhr von Rohstoffen und die Industrieländer auf Ausfuhren von Fertigwaren spezialisiert waren. In diesem Sinne haben Fröbel et al. [1977, insbesondere S. 24] den Begriff der "Neuen Internationalen Arbeitsteilung" geprägt.

Entsprechend ihren komparativen Vorteilen (relativer Arbeitskräfte-reichtum) haben die Entwicklungsländer sich in der neuen internationalen Arbeitsteilung zunächst auf traditionelle arbeitsintensive Industrien spezialisiert (Bekleidung, Textilien etc.). Im Zuge dieser Integration in die internationale Arbeitsteilung stiegen die Volkseinkommen vor allem einiger südostasiatischer Länder beträchtlich an. Gleichzeitig verbesserte sich ihre Kapitalausstattung, so daß fortgeschrittene Entwicklungsländer (Schwellenländer der ersten Generation: Südkorea, Taiwan, Hongkong, Singapur) heute auch bedeutende Produzenten sachkapitalintensiver Güter für den Weltmarkt sind. In den siebziger und achtziger Jahren konnten sich weitere Entwicklungsländer mit sehr unterschiedlichem Einkommensniveau (wie etwa Thailand, Malaysia, Indonesien, Volksrepublik China) als Anbieter relativ arbeitsintensiver Produkte etablieren.

Eine Tendenz zur Rückverlagerung arbeitsintensiver Industrien in die Industrieländer würde eine auf Integration in die internationale Arbeitsteilung ausgerichtete Entwicklungsstrategie in der Zukunft nachhaltig erschweren. Anhand der Welthandelsanteile der verschiedenen Ländergruppen wird im folgenden geprüft, ob die über viele Jahre hin zu beobachtende Tendenz zu einer Vertiefung der neuen internationalen Arbeitsteilung in jüngerer Zeit abbricht.

Tabelle 1 enthält zunächst die Welthandelsanteile für drei große Gütergruppen (mineralische Brennstoffe; übrige Rohstoffe und Landwirtschaft; Industriegüter). Bei den Primärgütern außer Brennstoffen haben vor allem die afrikanischen und amerikanischen Entwicklungsländer deutlich an Gewicht verloren, was sich auch in der Summe für die Gruppe der Entwicklungsländer insgesamt niederschlägt. Eine wichtige Ursache hierfür dürfte der Preisverfall für zahlreiche überwiegend von Entwicklungsländern exportierte Rohstoffe seit Mitte der siebziger Jahre sein. Die starken Schwankungen bei den Anteilen der einzelnen Ländergruppen an der Brennstoffausfuhr gehen wohl vor allem auf die Ölpreisfluktuationen sowie auf den schrumpfenden Weltmarktanteil der OPEC (Organization of Petroleum Exporting Countries) in den achtziger Jahren zurück.

Tabelle 1 — Welthandelsanteile ausgewählter Ländergruppen 1970–1988 (vH)

Herkunftsländer	Anteil am Export in die							
	Welt insgesamt				Industrieländer			
	1970	1980	1985	1988	1970	1980	1985	1988
<b>Rohstoffe und Landwirtschaft (außer mineralische Brennstoffe) (SITC Rev. 2: 0+1+2+4)</b>								
Industrieländer	58,9	63,6	61,2	65,4	64,1	68,9	67,8	72,1
Zentralverwaltungs- wirtschaften	9,8	8,0	8,3	8,0	5,1	4,3	4,2	4,2
Europa/UdSSR	8,3	5,9	5,6	5,2	4,3	3,2	2,7	2,6
Asien	1,5	2,2	2,7	2,8	0,8	1,1	1,5	1,7
Entwicklungsländer	31,3	28,4	30,5	26,6	30,8	26,8	28,0	23,7
Afrika	7,3	4,9	4,2	3,5	7,6	5,6	4,7	3,7
Amerika	13,2	11,9	13,1	10,2	13,9	11,5	12,7	9,5
Mittlerer Osten	1,5	1,3	1,6	1,4	1,2	0,8	1,0	0,8
Übriges Asien u. Ozeanien	9,3	10,3	11,1	11,0	8,0	8,9	9,1	9,2
Welt insgesamt (Mrd.US-\$)	74,3	338,8	297,0	425,5	55,4	220,3	192,3	294,3
<b>Mineralische Brennstoffe (SITC Rev. 2: 3)</b>								
Industrieländer	26,3	18,3	28,4	26,9	30,4	20,8	36,3	35,8
Zentralverwaltungs- wirtschaften	10,2	9,4	15,0	21,6	5,5	7,2	10,6	12,1
Europa/UdSSR	10,1	8,8	13,0	19,5	5,5	6,5	8,9	10,1
Asien	0,1	0,6	2,0	2,1	0,1	0,7	1,7	2,0
Entwicklungsländer	63,5	72,3	56,5	51,5	64,1	72,0	53,1	52,1
Afrika	14,0	14,8	11,6	10,6	17,3	16,7	14,5	13,5
Amerika	15,0	9,8	10,6	8,2	13,4	9,3	11,0	9,9
Mittlerer Osten	31,0	41,5	25,4	24,8	31,0	40,2	19,6	21,4
Übriges Asien u. Ozeanien	3,5	6,3	8,8	7,9	2,3	5,8	8,0	7,2
Welt insgesamt (Mrd.US-\$)	28,9	481,7	353,8	266,8	21,2	367,0	243,0	170,4
<b>Industriegüter (SITC Rev. 2: 5 + 6 + 7 + 8)</b>								
Industrieländer	83,6	82,5	79,8	77,3	91,2	88,7	86,1	83,7
Zentralverwaltungs- wirtschaften	9,9	7,9	8,0	6,9	2,4	2,4	2,3	1,8
Europa/UdSSR	9,3	7,0	7,0	5,7	2,2	1,9	1,7	1,2
Asien	0,6	0,9	1,0	1,2	0,2	0,5	0,6	0,7
Entwicklungsländer	6,5	9,7	12,3	15,8	6,4	8,9	11,6	14,4
Afrika	1,2	0,5	0,5	0,6	1,3	0,6	0,4	0,5
Amerika	1,7	1,9	2,3	2,1	1,7	1,5	2,2	2,1
Mittlerer Osten	0,2	0,6	0,9	0,7	0,1	0,4	0,5	0,5
Übriges Asien u. Ozeanien	3,4	6,7	7,9	11,8	3,3	6,4	8,1	11,0
Welt insgesamt (Mrd.US-\$)	202,3	1135,3	1197,7	2041,1	140,3	736,2	812,3	1455,6

Quelle: UN [b]; eigene Berechnungen.

Im Unterschied zu den Primärgütern konnten bei den Industriegütern insbesondere die asiatischen Entwicklungsländer ihren Anteil an den Weltexporten wie auch an den

Importen der Industrieländer deutlich steigern.<sup>1</sup> Dieser Trend setzt sich auch in der zweiten Hälfte der achtziger Jahre ungebrochen fort.<sup>2</sup> Der leichte Rückgang des Anteils der lateinamerikanischen Entwicklungsländer von 1985 bis 1988 dürfte auf konjunkturelle Faktoren zurückzuführen sein (wirtschaftliche Erholung nach der tiefen Rezession in der ersten Hälfte der achtziger Jahre [vgl. UN/ECLAC, 1990, Tab. II.1]). Von einer Rückverlagerung der Industriegüterproduktion in die Industrieländer kann insgesamt gesehen also keine Rede sein.

Dieses Ergebnis wird durch die Entwicklung der Welthandelsanteile für ausgewählte Kategorien von Industriegütern weitgehend bestätigt (Tabelle 2). Nicht nur bei vorwiegend arbeits- und sachkapitalintensiven Produkten (SITC 6+8), sondern auch bei Chemikalien und Kapitalgütern konnten die Entwicklungsländer ihre Position ausbauen. Eine Ausnahme bilden die Nichteisenmetalle (SITC 68) als relativ rohstoffnaher und sachkapitalintensiver Sektor; hier haben die afrikanischen Entwicklungsländer Marktanteile an die Industrieländer verloren.

Tabelle 2 — Welthandelsanteile ausgewählter Ländergruppen bei Industriegütern 1970–1988 (vH)

Herkunftsländer	Anteil am Export in die							
	Welt insgesamt				Industrieländer			
	1970	1980	1985	1988	1970	1980	1985	1988
	<b>Chemikalien (SITC Rev. 2: 5)</b>							
Industrieländer	87,9	87,4	84,6	84,4	93,4	92,5	91,0	92,2
Zentralverwaltungs- wirtschaften	7,4	6,3	8,1	6,4	3,0	3,3	4,5	3,0
Europa/UdSSR	6,9	5,5	7,1	5,3	2,6	2,7	3,7	2,1
Asien	0,5	0,8	1,0	1,1	0,4	0,7	0,8	0,8
Entwicklungsländer	4,6	6,3	7,4	9,2	3,6	4,2	4,5	4,9
Afrika	0,6	0,6	0,8	1,0	0,5	0,4	0,5	0,6
Amerika	2,3	2,4	2,7	2,0	2,2	1,9	2,2	1,4
Mittlerer Osten	0,5	1,0	0,9	1,1	0,2	0,9	0,4	0,5
Übriges Asien u. Ozeanien	1,3	2,3	2,2	4,7	0,6	1,0	1,1	2,0
Welt insgesamt (Mrd. US-\$)	22,1	141,3	149,9	252,7	14,5	91,8	99,2	169,7

<sup>1</sup> Die Abgrenzung der Industriegüter in Tabelle 1 orientiert sich an der in Kapitel E verwendete Definition der Verarbeitenden Industrie. Im Unterschied zu anderen Quellen [wie etwa UNCTAD, 1990] sind daher Eisen- und Stahlerzeugnisse (SITC 67) und Nichteisenmetalle (SITC 68) in der Kategorie der Industriegüter enthalten.

<sup>2</sup> Die Angaben bei Yeats [1989, Tabelle I], die für die Mitte der achtziger Jahre auf eine Stagnation des Anteils der Entwicklungsländer an den Industriegüterimporten der Industrieländer hindeuten, können also als überholt angesehen werden.

noch Tabelle 2

Herkunftsländer	Anteil am Export in die							
	Welt insgesamt				Industrieländer			
	1970	1980	1985	1988	1970	1980	1985	1988
<b>Kapitalgüter (Elektroindustrie, Maschinen-, Fahrzeugbau)</b> (SITC Rev. 2: 7)								
Industrieländer	87,6	85,5	83,7	82,0	97,7	94,2	91,9	89,2
Zentralverwaltungs- wirtschaften	10,8	9,1	8,3	6,8	1,1	1,2	0,8	0,6
Europa/UdSSR	10,7	9,0	8,2	6,5	1,1	1,2	0,8	0,5
Asien	0,1	0,1	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Entwicklungsländer	1,6	5,4	8,0	11,2	1,3	4,6	7,3	10,3
Afrika	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
Amerika	0,4	1,0	1,5	1,5	0,3	0,6	1,6	1,5
Mittlerer Osten	0,1	0,3	0,4	0,3	0,0	0,1	0,1	0,1
Übriges Asien u. Ozeanien	1,0	3,9	5,4	9,0	0,9	3,8	5,3	8,4
Welt insgesamt (Mrd.US-\$)	89,8	513,1	591,3	994,4	59,4	309,6	391,0	699,4
<b>Überwiegend sachkapital- und arbeitsintensive Produkte</b> (SITC Rev. 2: 6 + 8)								
Industrieländer	78,6	77,8	73,1	69,2	85,0	82,6	77,6	74,8
Zentralverwaltungs- wirtschaften	9,6	7,0	7,4	7,3	3,4	3,2	3,5	3,1
Europa/UdSSR	8,6	5,3	5,4	4,8	3,1	2,2	2,3	1,7
Asien	1,0	1,7	2,0	2,5	0,3	0,9	1,2	1,3
Entwicklungsländer	11,8	15,2	19,5	23,5	11,6	14,2	18,9	22,1
Afrika	2,6	0,9	0,8	1,1	2,6	1,1	0,9	1,0
Amerika	2,7	2,6	3,3	3,0	2,8	2,2	2,9	2,9
Mittlerer Osten	0,3	0,8	1,5	1,2	0,1	0,5	0,9	0,8
Übriges Asien u. Ozeanien	6,2	10,8	13,0	17,6	6,0	10,4	13,7	16,8
Welt insgesamt (Mrd.US-\$)	90,4	480,8	456,4	794,0	66,3	334,8	322,1	586,5
<b>Textilien (SITC Rev. 2: 65)</b>								
Industrieländer	77,6	69,8	66,2	56,9	86,0	78,8	76,0	73,2
Zentralverwaltungs- wirtschaften	6,9	8,1	10,4	12,7	2,9	4,8	5,7	5,0
Europa/UdSSR	3,6	3,1	3,5	4,7	1,8	2,0	2,1	1,7
Asien	2,6	4,7	6,5	8,0	1,0	2,8	3,6	3,3
Entwicklungsländer	15,4	22,1	23,4	30,4	11,1	16,4	18,3	21,7
Afrika	1,5	1,0	1,2	1,9	0,5	1,0	1,0	1,6
Amerika	1,5	2,4	2,6	1,7	1,2	2,1	2,4	2,1
Mittlerer Osten	1,0	1,9	2,6	2,0	0,8	2,2	2,3	2,1
Übriges Asien u. Ozeanien	11,5	16,7	16,3	24,2	8,5	11,1	12,2	15,4
Welt insgesamt (Mrd.US-\$)	12,4	56,1	52,5	93,3	8,4	36,1	33,7	56,0

noch Tabelle 2

Herkunftsländer	Anteil am Export in die							
	Welt insgesamt				Industrieländer			
	1970	1980	1985	1988	1970	1980	1985	1988
<b>Stahlerzeugnisse (SITC Rev. 2: 67)</b>								
Industrieländer	82,5	84,4	78,5	74,7	2,3	90,9	86,8	83,0
Zentralverwaltungs- wirtschaften	14,2	9,4	11,0	10,6	5,3	4,3	4,5	3,8
Europa/UdSSR	13,7	8,9	10,5	9,8	5,3	4,1	4,4	3,4
Asien	0,5	0,5	0,5	0,8	0,1	0,2	0,2	0,4
Entwicklungsländer	3,3	5,7	10,5	14,7	2,3	4,8	8,6	13,2
Afrika	nv	nv	nv	nv	nv	nv	nv	nv
Amerika	1,1	1,8	4,5	5,6	0,7	1,8	3,5	4,8
Mittlerer Osten	nv	nv	nv	nv	nv	nv	nv	nv
Übriges Asien u. Ozeanien	1,4	3,3	3,6	6,1	0,8	2,3	3,7	5,9
Welt insgesamt (Mrd.US-\$)	17,1	75,7	68,2	98,5	11,2	42,0	36,8	59,9
<b>Nichteisen-Metalle (SITC Rev. 2: 68)</b>								
Industrieländer	62,9	74,9	71,8	72,4	64,6	76,5	74,9	76,7
Zentralverwaltungs- wirtschaften	7,5	3,5	5,0	4,1	4,8	3,1	4,4	3,2
Europa/UdSSR	2,0	2,6	3,8	2,7	1,7	2,2	3,3	2,4
Asien	0,4	0,9	1,2	1,4	0,3	0,8	1,2	0,8
Entwicklungsländer	29,6	21,6	23,2	23,5	30,7	20,4	20,7	20,1
Afrika	13,5	4,5	3,4	4,6	13,3	5,1	3,9	4,6
Amerika	12,2	9,6	11,2	10,3	13,4	8,6	9,6	10,4
Mittlerer Osten	nv	nv	nv	nv	nv	nv	nv	nv
Übriges Asien u. Ozeanien	3,8	6,1	6,0	6,1	3,8	5,4	5,4	3,2
Welt insgesamt (Mrd.US-\$)	12,3	49,9	34,7	61,1	10,4	41,6	26,8	49,3
<b>Bekleidung (SITC Rev. 2: 84)</b>								
Industrieländer	63,4	51,2	39,4	40,3	73,1	55,9	41,3	43,4
Zentralverwaltungs- wirtschaften	15,4	12,3	10,1	10,3	3,2	6,0	5,6	4,2
Europa/UdSSR	13,4	7,3	5,4	4,1	2,7	3,2	2,2	1,4
Asien	1,8	4,9	4,7	6,1	0,6	2,8	3,4	2,7
Entwicklungsländer	21,1	36,5	50,4	49,5	23,6	38,1	53,1	52,4
Afrika	nv	nv	nv	nv	nv	nv	nv	nv
Amerika	1,2	2,0	2,1	2,1	0,9	1,5	2,0	2,2
Mittlerer Osten	nv	nv	nv	nv	nv	nv	nv	nv
Übriges Asien u. Ozeanien	19,1	32,1	41,8	41,2	22,5	34,4	45,4	44,1
Welt insgesamt (Mrd.US-\$)	6,4	39,9	49,4	84,1	4,8	31,5	41,7	70,5

nv = nicht verfügbar.

Quelle: UN [b]; eigene Berechnungen.

Im Zusammenhang mit der Rückverlagerungshypothese fällt eher der auf sehr hohem Niveau stagnierende Anteil der Entwicklungsländer an der Bekleidungs- ausfuhr in der zweiten Hälfte der achtziger Jahre ins Gewicht. Als sehr arbeitsintensiver Sektor

mit bedeutenden technischen Neuerungen in den letzten Jahren wäre die Bekleidungsindustrie ein wichtiger Kandidat für Rückverlagerungen. Allerdings gab es in diesem Bereich auch einen sich verschärfenden Protektionismus der Industrieländer, vor allem gegen die südostasiatischen Schwellenländer [vgl. GATT, 1984, Tab. 3.14 und 3.15]. Gleichzeitig kam es bei den Produzenten in den Industrieländern zu einem umfassenden Strukturwandel, verbunden mit schrumpfender Produktion, verstärkter Spezialisierung und zunehmendem intraindustriellen Handel. Obwohl der Ausfuhranteil der Entwicklungsländer stagniert hat, haben ihre Bekleidungsexporte insgesamt nominell von 24,9 Mrd. US-\$ im Jahr 1985 auf 41,6 Mrd. US-\$ im Jahr 1988 zugenommen, was auch real eine deutliche Steigerung bedeuten dürfte. Einen ähnlichen Zuwachs gab es bei den Exporten in die Industrieländer (von 22,2 auf 37,0 Mrd. US-\$).

Die Entwicklung der Welthandelsanteile läßt mithin keine breite Tendenz zur Rückverlagerung arbeitsintensiver Produktionen in die Industrieländer erkennen.<sup>3</sup> Diese Schlußfolgerung wird bestätigt durch die verfügbaren Daten über die Marktanteile der Entwicklungsländer am Inlandsverbrauch der Industrieländer ("Marktdurchdringungsraten"). Diese Meßgröße stellt einen besseren Indikator für mögliche Rückverlagerungen dar als Importanteile, weil sie nicht durch den intraindustriellen Handel verzerrt wird. Die Marktdurchdringungsraten von sechs ausgewählten Schwellenländern (Südkorea, Taiwan, Hongkong, Singapur, Brasilien, Mexiko) am Inlandsverbrauch der großen Industrieländer (Vereinigte Staaten, Kanada, Japan, Bundesrepublik Deutschland, Vereinigtes Königreich, Frankreich, Italien; Australien, Schweden) stiegen zwischen 1970 und 1985 sowohl für die gesamte Verarbeitende Industrie (ISIC 3) als auch für traditionelle arbeitsintensive Branchen (ISIC 32), die Elektroindustrie (ISIC 383 ohne 3832) und die Unterhaltungselektronik (ISIC 3832) sehr deutlich an [OECD, 1988, Tab. 2.5]. Neuere Daten sind aus dieser Quelle nicht verfügbar. Allerdings weist UNCTAD [1990, Tab. 7.1] im Fall von Bekleidung bis 1986/87 steigende Marktanteile sowohl der Entwicklungsländer insgesamt als auch der Schwellenländer in der EG, in den Vereinigten Staaten und in Japan aus. Hingegen hat laut UNCTAD der Marktanteil der Entwicklungsländer in der EG bei Textilien stagniert, ist in Japan zurückgegangen und ist in Nordamerika angestiegen. Alles in allem deuten diese Zah-

<sup>3</sup> Dieselbe Schlußfolgerung erlaubt die Untersuchung von Barbera [1991]. Dort werden für eine große Zahl von Industrie- und Entwicklungsländern die Spezialisierungsmuster im Außenhandel mit 14 Kategorien von Industriegütern und 3 Gruppen von Primärgütern im Zeitraum 1965–1987 beschrieben. In der hier besonders relevanten Gruppe der "reifen", nicht ressourcengebundenen, arbeitsintensiven Industrieprodukte mit niedrigem Technologiegehalt weisen lediglich Mexiko und Hongkong eine abnehmende, 20 weitere Entwicklungsländer jedoch eine gleichbleibend positive oder zunehmende Intensität der Spezialisierung auf. Im Fall Mexikos dürfte dies auf die seit den siebziger Jahren stark gestiegenen Erdölexporte ("dutch disease"-Problematik) zurückzuführen sein. Die Angaben für Hongkong werden offenbar durch einen Fehler in der Datenbasis beeinträchtigt: es wird für Hongkong im Jahr 1987 ein Handelsbilanzdefizit von 24,6 Mrd. US-\$ angegeben [Barbera, 1991, Tab. 10], während der Weltentwicklungsbericht 1989 [World Bank, 1990, Tab. 14] eine praktisch ausgeglichene Handelsbilanz ausweist.

len also auf eine Konsolidierung oder langsame Verbesserung der Wettbewerbsposition der Entwicklungsländer bei diesen Produktkategorien hin.

Von einer Rückverlagerung können grundsätzlich sowohl einheimische Firmen als auch Niederlassungen multinationaler Unternehmen in Entwicklungsländern betroffen sein. Daher kann die regionale Verteilung der ausländischen Direktinvestitionen der Industrieländer als "Frühindikator" für Rückverlagerungstendenzen herangezogen werden. Entsprechende Angaben für die Niederlande, Japan, das Vereinigte Königreich, die Vereinigten Staaten und die Bundesrepublik Deutschland finden sich bei Langhammer [1991a, Tab. 1]. Der Anteil der Entwicklungsländer am jeweiligen Bestand an Auslandsinvestitionen in der Verarbeitenden Industrie ist im Laufe der achtziger Jahre deutlich zurückgegangen. Besonders stark ausgeprägt war die abnehmende relative Bedeutung der Entwicklungsländer bei den japanischen Direktinvestitionen (38,3 vH im Jahr 1988 nach 71,9 vH im Jahr 1978). Bei den Bestandsänderungen (entsprechend etwa den Netto-Zuflüssen) stieg unter den Empfängerländern japanischer Direktinvestitionen der Anteil der Vereinigten Staaten von 41,4 vH im Zeitraum 1980–1984 auf 59,8 vH im Zeitraum 1984–1988. Der Anteil der EG nahm gleichzeitig geringfügig von 9,4 auf 10,4 vH zu [Langhammer, 1991b, Tab. 2]. Selbst in der Textil-, chemischen und metallurgischen Industrie, wo während der ersten Hälfte der achtziger Jahre jeweils ein Entwicklungsland die Spitzenstellung einnahm (Indonesien, Singapur bzw. Brasilien), lagen die Vereinigten Staaten 1984–1988 mit weitem Abstand vorn.

Die abnehmende Bedeutung der Entwicklungsländer als Standort von Direktinvestitionen dürfte außer im Fall Japans vor allem auf die Wirtschaftskrise in den traditionell wichtigsten Empfängerländern (in Lateinamerika sowie in Afrika bei den britischen Direktinvestitionen) zurückzuführen sein [vgl. Langhammer, 1991a, Tab. 2]. Da die ausländischen Direktinvestitionen in diesen Regionen überwiegend auf die geschützten Inlandsmärkte ausgerichtet sind, läßt diese Entwicklung unmittelbar keine Rückschlüsse auf Veränderungen in den Standortvorteilen der Entwicklungsländer unter Weltmarktbedingungen zu. Hingegen geht der deutliche Zuwachs der japanischen Direktinvestitionen in den Vereinigten Staaten wohl nicht nur auf die Schwäche des US-Dollars in der zweiten Hälfte der achtziger Jahre und die daraus resultierenden niedrigen Preise für Vermögenswerte (gemessen in ausländischer Währung) zurück. Vielmehr dürfte auch die Attraktivität der Vereinigten Staaten als Produktionsstandort aus japanischer Sicht zugenommen haben. Dabei hat vermutlich die Gefahr eines verschärften Protektionismus gegen Importe aus Japan (oder aus asiatischen Entwicklungsländern) eine äußerst wichtige Rolle gespielt [vgl. Kaplinsky, 1989, S. 24 ff.]. Ob daneben die Bedeutung der Lohnkosten für die Wettbewerbsfähigkeit der einzelnen Produktionsstandorte infolge des technischen Fortschritts abgenommen hat (zumindest in einigen besonders betroffenen Branchen), muß wegen der hohen sektoralen Aggregation der zugrundeliegenden Informationen offenbleiben.

Jedenfalls kann aufgrund der in diesem Abschnitt diskutierten Daten nicht ausgeschlossen werden, daß eine durch den technischen Fortschritt bedingte Rückverlagerung arbeitsintensiver Produktionen in die Industrieländer in der Zukunft in nennenswertem Umfang wirksam wird. Um die Wahrscheinlichkeit einer solchen Entwicklung

einschätzen zu können, werden im folgenden Abschnitt B.II.1 die in der Literatur beschriebenen Beispiele für technologisch bedingte Rückverlagerungen im Hinblick auf die Frage untersucht, ob sie als Vorboten eines allgemeinen Trends gedeutet werden können. Außerdem ist denkbar, daß die relativ hoch aggregierten Handelsdaten, die in diesem Abschnitt diskutiert wurden, wichtige Verschiebungen der Handelsanteile innerhalb der Gruppe der Entwicklungsländer verdecken. Diese Hypothese wird in Abschnitt B.II.2 exemplarisch anhand der bundesdeutschen Importe von arbeitsintensiven Produkten überprüft.

## **II. Die Rückverlagerung arbeitsintensiver Produktionen aus Entwicklungsländern in Industrieländer**

### **1. Fallbeispiele**

In der Literatur werden zur empirischen Fundierung der Rückverlagerungshypothese häufig Fallbeispiele beschrieben und als Hinweise auf eine künftige durch den technischen Fortschritt bedingte Änderung der internationalen Arbeitsteilung gedeutet. Als Bestimmungsgründe spielen dabei allerdings neben dem technischen Fortschritt regelmäßig auch andere Faktoren wie der Protektionismus der Industrieländer oder Nachfrageverschiebungen eine Rolle. Jungnickel [1990] bietet einen umfassenden Überblick über die entsprechenden Studien, so daß hier von einer Darstellung abgesehen werden kann. Außerdem überprüft er die Rückverlagerungshypothese exemplarisch für 11 ausgewählte "sensible" (d.h. arbeitsintensive) Industriezweige in der Bundesrepublik Deutschland. Als Gesamtergebnis hält er fest, daß eine "gewisse technologiebedingte Rückverlagerung ... sich theoretisch nicht ausschließen und praktisch nachweisen (läßt)". Jedoch konnte weder global noch für die Bundesrepublik Deutschland eine "nachhaltige Bestätigung" für eine breite Rückverlagerungstendenz gefunden werden; auch "sind keine Anhaltspunkte dafür erkennbar, daß sich dies in überschaubarer Zeit grundlegend ändert" [ibid., S. 216 f.].<sup>4</sup>

Dieses negative Ergebnis ist erstens deshalb bedeutsam, weil es auf einer umfassenden Auswertung der Literatur und der relevanten Daten beruht (nationale Statistiken über Handel und Direktinvestitionen ebenso wie Unternehmensbefragungen). Die Schlußfolgerungen im vorangegangenen Abschnitt dieser Arbeit werden also nicht durch den hohen Aggregationsgrad der verwendeten Statistiken verzerrt. Zweitens dürften Rückverlagerungstendenzen — wenn überhaupt — in der Bundesrepublik Deutschland früher sichtbar werden als in den anderen großen Industrieländern. Zum einen liegen die Lohnsätze hier an der Weltspitze [Jungnickel, 1990, Schaubild 21], so daß der Anreiz zur Senkung der Arbeitskosten durch arbeitssparenden technischen Fortschritt besonders hoch ist; zum anderen bestehen noch große arbeitsintensive Sek-

<sup>4</sup> Zu ähnlichen Schlußfolgerungen kommen auch die Überblicksartikel von Olle [1986] und Lütkenhorst [1989].

toren, die die erforderliche technologische Kompetenz für die Anwendung tiefgreifender Prozeßinnovationen aufweisen. Durch die Konzentration der Untersuchung auf die Bundesrepublik Deutschland hält Jungnickel also die Gefahr für gering, eine nennenswerte Rückverlagerungstendenz zu übersehen.

Allerdings hebt Jungnickel [1990, insbesondere Schaubild 3.1] auch einige signifikante sektorale Unterschiede hervor. So erwarten bei elektronischen Bauelementen, Schneidwaren/Bestecke, Feinmechanik/Optik und Uhren deutlich mehr Unternehmen zumindest eine teilweise Rückverlagerung als in den übrigen Branchen (Haushaltsgeräte, Büromaschinen/EDV, Musikinstrumente/Spielwaren/Sportgeräte, Schmuck, Schuhe, sonstige Lederverarbeitung, Bekleidung, Maschenwaren, Webereien, Werkzeuge). Diese Diskrepanz läßt sich mit Unterschieden beim Automatisierungspotential erklären, das unter anderem beim Umgang mit "biegeschlaffen" Materialien wie in der Bekleidungs- und Schuhindustrie besonders gering ist. Allerdings dominierten selbst in den besonders betroffenen Branchen weiterhin Auslagerungstendenzen.

In seinen theoretischen Überlegungen weist Jungnickel [1990, S. 49 f.] darauf hin, daß eine Rückverlagerung arbeitsintensiver Produktionen nur dann wahrscheinlich ist, wenn neue Produktionstechniken in Entwicklungsländern nicht eingesetzt werden und außerdem die Arbeitskosten bzw. der Außenwert der Währung in den Entwicklungsländern nicht als Folge sinkender Auslandsnachfrage zurückgehen. Jungnickel hält eine solche Entwicklung für wenig plausibel, ohne allerdings die verfügbare empirische Evidenz zu diskutieren. Deshalb liegt in dieser Arbeit der Schwerpunkt bei der Überprüfung der Wirkungsketten, die einer Rückverlagerung arbeitsintensiver Produktionen zugrunde liegen müßten. Zum einen wird in Kapitel D unmittelbar geprüft, ob die Voraussetzungen für eine Rückverlagerung vorliegen. Da dies aufgrund des bruchstückhaften empirischen Befundes nicht ausgeschlossen werden kann, wird zum anderen in der ökonometrischen Analyse in Kapitel E der Zusammenhang zwischen dem technischen Fortschritt in einzelnen Industriezweigen und der Arbeitsteilung zwischen Industrie- und Entwicklungsländern untersucht.

## **2. Der Außenhandel der Bundesrepublik Deutschland mit arbeitsintensiven Produkten**

Im vorangegangenen Abschnitt B.II.1 ging es überwiegend um Beispiele für eine komplette Rückverlagerung arbeitsintensiver Produktionen in die Industrieländer. Allerdings könnte technischer Fortschritt auch zu Verschiebungen der Marktanteile innerhalb der Gruppe der Entwicklungsländer oder zu neuen intraindustriellen Spezialisierungsmustern führen. Diese Möglichkeit wird in diesem Abschnitt exemplarisch für den Außenhandel der Bundesrepublik Deutschland mit traditionellen arbeitsintensiven Produkten (Textilien, Bekleidung, Schuhe) untersucht.

In Abschnitt B.I wurde gezeigt, daß Entwicklungsländer in diesen Branchen ihre Wettbewerbsposition deutlich ausgebaut haben. Allerdings konnten auch einige Industrieländer eine wichtige Marktstellung behaupten. Die entsprechenden Firmen weisen vielfach einen modernen Maschinenpark auf und sind auch auf zahlreichen Exportmärkten stark vertreten. Daher dürfte der Protektionismus in den Industrieländern

kaum die einzige Ursache für ihre bedeutende Marktstellung sein. Vielmehr konnten sie ihre Position auch durch Spezialisierung auf bestimmte Produkte oder Produktionsabschnitte absichern, was dadurch begünstigt wurde, daß die genannten Industrien durchweg heterogene Produkte mit sehr erheblichen Qualitätsunterschieden herstellen.<sup>5</sup>

In diesem Abschnitt wird beispielhaft für die Bundesrepublik Deutschland untersucht, inwieweit der technische Fortschritt die Herausbildung neuer intraindustrieller Spezialisierungsmuster gefördert hat. Neben der Wirkung des technischen Fortschritts auf die Faktorintensität der Produktionsprozesse kommt hier auch die Verringerung der Kosten der Informationsübermittlung und -verarbeitung in Betracht. Im einzelnen wird anhand von Handelsdaten der Einfluß der folgenden Entwicklungen analysiert:<sup>6</sup>

- Neue Technologien (etwa computergesteuerte Strickmaschinen) erlauben die kostengünstige Herstellung hochwertiger Erzeugnisse, die früher nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand produziert werden konnten. Sollten Produzenten in Industrieländern beim Einsatz solcher Maschinen einen zeitlichen Vorsprung haben, würde dies ihre Marktstellung stärken. Produzenten in weniger entwickelten Ländern blieben dann auf einen Restmarkt mit weniger modischer Ware und steigendem Wettbewerbs- und Preisdruck angewiesen.
- Alle drei untersuchten Branchen erleben seit mehreren Jahren eine rasche Verkürzung sowohl der Produktzyklen als auch der Durchlaufzeiten im Produktionsprozeß ("quick response"). Dazu tragen vor allem verringerte Kommunikationskosten und flexiblere Maschinen bei. Kostenträchtige Läger auf der Produktions-, Großhandels- und Einzelhandelsstufe lassen sich so verringern. Damit wird räumliche Nähe zum Markt zu einem wichtigen Wettbewerbsvorteil. Tendenziell begünstigt dies Produzenten in den Industrieländern selbst sowie in nahegelegenen Entwicklungsländern [vgl. Kaplinsky, 1989].
- Die zunehmende Automatisierung könnte den Marktzugang neuer Anbieter, insbesondere ärmerer (oder kleinerer) Entwicklungsländer erschweren.

Außerdem ermöglichen verringerte Kommunikationskosten sowie eine verbesserte Logistik auch die verstärkte Auslagerung von besonders arbeitsintensiven Produktionsabschnitten (etwa im Lohnveredelungsverfahren). Dementsprechend dürfte die vertikale Integration der Produktionsprozesse in räumlicher Hinsicht abnehmen. Der Aggregationsgrad der verfügbaren Handelsstatistiken läßt hierüber allerdings keine Aussagen zu. Die vorhandenen Daten über den Veredelungsverkehr wiederum erfassen nur einen kleinen und nicht repräsentativen Teil des Handels mit Zwischenprodukten [Jungnickel, Maenner, 1984, S. 121 ff.].

Tabelle 3 skizziert zunächst die Entwicklung der westdeutschen Textil-, Bekleidungs- und Schuhindustrie hinsichtlich des Produktionswachstums, der Beschäftigten-

<sup>5</sup> Vgl. hierzu Park und Anderson [1991] in bezug auf die Textil- und Bekleidungsindustrie in Japan.

<sup>6</sup> Eine ausführliche Diskussion möglicher Auswirkungen des technischen Fortschritts auf die Industriestruktur findet sich bei Ernst [1990].

zahl und der Außenhandelsposition. Die Importquoten in bezug auf die inländische Marktversorgung sind entsprechend dem Grundmuster der neuen internationalen Arbeitsteilung in allen drei Sektoren kontinuierlich gestiegen. Trotz Marktnähe haben also die inländischen Produzenten Marktanteile eingebüßt, so daß von einer Rückverlagerung im eigentlichen Sinne nicht gesprochen werden kann. Gleichzeitig nahm der Anteil der Exporte an der Produktion deutlich zu, was für eine verstärkte Spezialisierung und dementsprechend wachsenden intraindustriellen Handel spricht. Diese Umstrukturierung war verbunden mit einem dramatischen Rückgang der Beschäftigung und — weniger ausgeprägt — der Produktion. Der Strukturwandel hat sich bis 1988 fortgesetzt, wenn auch zuletzt möglicherweise langsamer als etwa in den siebziger Jahren.

Tabelle 3 — Strukturwandel in traditionellen arbeitsintensiven Industrien in der Bundesrepublik Deutschland 1970–1988

	1970	1975	1980	1985	1988
<b>Textilindustrie</b>					
Produktion (1980=100)	103,8	97,0	100,0	94,4	92,4
Beschäftigte (1000)	500,9	357,4	298,1	228,7	213,7
Arbeitsproduktivität bezogen auf geleistete Arbeitsstunden (1980=100)	58,5	81,5	100,0	121,8	128,7
Exportquote (vH)	20,7	28,7	37,8	50,8	56,6
Importanteil an der inländischen Marktversorgung (vH)	25,4	35,2	46,5	54,9	60,9
<b>Bekleidungsindustrie</b>					
Produktion (1980=100)	117,3	110,3	100,0	80,1	73,9
Beschäftigte (1000)	381,8	290,0	254,9	192,7	174,2
Arbeitsproduktivität bezogen auf geleistete Arbeitsstunden (1980=100)	71,6	91,5	100,0	105,2	108,8
Exportquote (vH)	7,5	13,0	20,2	30,6	31,8
Importanteil an der inländischen Marktversorgung (vH)	15,3	28,7	36,5	44,8	49,9
<b>Schuhindustrie</b>					
Produktion (1980=100)	157,2	105,3	100,0	nv	nv
Beschäftigte (1000)	89,9	55,2	53,9	43,4	33,9
Arbeitsproduktivität bezogen auf geleistete Arbeitsstunden (1980=100)	89,9	100,0	100,0	nv	nv
Exportquote (vH)	8,5	11,0	17,4	31,0	30,4
Importanteil an der inländischen Marktversorgung (vH)	21,0	36,9	49,6	60,8	63,6
nv = nicht verfügbar.					

Quelle: IFO-Institut [lfd. Jgg.]; eigene Berechnungen.

Tabellen 4, 5 und 6 stellen den westdeutschen Außenhandel mit Textilien, Bekleidung und Schuhen seit 1970 nach den wichtigsten Ursprungs- bzw. Bestimmungsländern dar. Das Handelsvolumen und die Länderstruktur werden kurz- und mittelfristig durch Wechselkursschwankungen, vor allem zwischen dem europäischen Währungs-

Tabelle 4 — Außenhandel der Bundesrepublik Deutschland mit Textilien (SITC 65)  
1970–1988 (vH)

	Exporte				Importe			
	1970	1980	1985	1988	1970	1980	1985	1988
Welt (Mrd. US-\$)	1,493	6,352	6,107	10,569	1,428	6,987	5,119	8,667
Industrieländer <sup>a</sup>	88,0	84,3	85,8	86,4	88,4	76,6	78,1	76,9
Entwicklungsländer	8,2	8,2	7,1	7,4	10,1	19,3	17,1	18,4
Zentralverwaltungswirtschaften	3,8	7,4	7,1	6,1	1,5	3,8	4,7	4,7
Afrika	4,8	4,9	3,1	3,5	1,3	2,2	2,1	1,8
Nordafrika	0,9	2,4	2,1	2,5	1,3	1,7	1,6	1,5
Ägypten	nv	0,1	0,2	0,1	nv	0,5	0,7	0,6
Marokko	0,3	0,3	0,5	1,0	0,3	1,0	0,7	0,7
Tunesien	0,1	1,1	1,1	1,3	0,1	0,2	0,1	0,1
Nordamerika	10,4	1,9	4,6	3,4	2,5	2,3	2,2	2,6
Übriges Amerika	2,0	0,6	0,5	0,7	0,1	2,7	3,0	1,7
Brasilien	0,7	0,1	0,1	0,1	0,1	1,7	2,0	1,2
Asien	6,4	5,6	5,9	5,5	11,2	19,2	17,0	20,0
Israel	1,3	0,4	0,6	0,6	0,2	0,8	0,3	0,3
Japan	0,8	1,2	0,9	1,1	2,1	2,1	2,0	2,1
Nahe Osten (ohne Israel)	2,2	2,5	2,2	1,6	6,0	6,8	4,5	5,5
Iran	0,8	0,6	0,3	0,0	5,6	5,0	1,5	2,5
Türkei	0,4	0,4	0,6	1,0	0,4	1,7	3,1	2,9
Übrige asiatische Entwicklungsländer <sup>b</sup>	1,6	1,3	1,8	2,0	2,7	8,0	7,8	9,5
Hongkong	0,8	0,5	0,6	0,7	0,3	0,4	0,3	0,4
Indien	0,1	0,0	0,1	0,1	1,0	2,9	2,8	3,3
Südkorea	0,0	0,2	0,4	0,4	0,1	0,7	0,8	1,0
Pakistan	0,1	0,1	0,1	0,1	0,7	1,7	1,3	1,3
Thailand	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,5	0,6	0,5
China	0,4	0,2	0,3	0,2	0,2	1,5	2,3	2,6
Europa (Industrieländer)	74,9	84,3	83,3	85,3	84,7	72,9	75,4	73,6
EG(9)	42,3	51,8	53,8	50,8	69,8	56,1	57,0	53,9
Belgien-Luxemburg	8,0	7,8	6,2	6,6	18,9	12,1	10,7	11,0
Dänemark	2,7	2,1	2,7	2,3	0,4	0,9	1,2	1,1
Frankreich	10,1	14,2	11,1	11,1	17,2	12,5	10,8	9,4
Italien	7,9	8,1	9,1	10,5	15,2	15,6	17,3	19,7
Niederlande	16,3	13,0	10,8	10,6	18,5	10,1	8,8	8,4
Vereinigtes Königreich	3,3	6,1	10,3	9,1	3,6	4,4	3,7	3,9
EFTA(7)	22,8	19,2	18,1	16,0	10,6	11,1	13,7	12,9
Österreich	6,3	8,1	7,0	6,8	2,7	4,1	5,0	5,7
Portugal	0,5	0,6	1,2	2,3	0,3	0,7	1,2	1,3
Schweiz	4,7	5,9	5,2	5,2	3,2	5,2	6,4	6,2
Griechenland	1,2	2,8	2,8	3,1	1,3	2,4	2,3	1,7
Spanien	0,8	0,7	0,8	1,6	0,7	0,9	1,4	1,1
Jugoslawien	4,0	3,9	5,1	6,4	1,1	0,4	1,1	1,0
Zentralverwaltungswirtschaften <sup>c</sup>	3,0	5,2	5,0	4,8	1,1	1,9	2,1	1,8
Tschechoslowakei	0,8	0,6	0,5	0,5	0,6	0,9	1,2	1,0
Ungarn	0,4	2,6	1,8	1,5	0,2	0,3	0,3	0,4
Polen	0,5	1,3	1,4	1,5	0,2	0,5	0,2	0,2
Rumänien	0,6	0,5	0,9	0,9	0,2	0,2	0,3	0,1

<sup>a</sup>Jugoslawien wird in der Quelle im Jahr 1988, nicht jedoch vorher der Gruppe der Entwicklungsländer zugeordnet. Hier wird daher einheitlich eine Zuordnung zu den Industrieländern vorgenommen. — <sup>b</sup>Außer Zentralverwaltungswirtschaften. — <sup>c</sup>Außer UdSSR. — nv = nicht verfügbar.

Quelle: UN [b]; eigene Berechnungen.

Tabelle 5 — Außenhandel der Bundesrepublik Deutschland mit Bekleidung (SITC 84) 1970–1988 (vH)

	Exporte				Importe			
	1970	1980	1985	1988	1970	1980	1985	1988
<b>Welt (Mrd. US-\$)</b>	0,430	2,882	2,865	5,374	1,030	8,326	7,015	14,508
<b>Industrieländer<sup>a</sup></b>	94,0	94,6	94,6	95,9	80,2	60,4	56,8	51,5
<b>Entwicklungsländer</b>	2,8	3,7	3,2	3,6	14,4	31,1	34,0	38,7
<b>Zentralverwaltungswirtschaften</b>	3,2	1,8	1,1	1,6	5,3	8,5	9,2	9,8
<b>Afrika</b>	1,2	1,8	1,4	1,4	0,1	2,5	3,1	3,7
Nordafrika	0,2	1,6	1,1	1,2	0,1	2,1	2,6	3,0
Marokko	nv	0,1	0,1	0,4	nv	0,2	0,7	1,1
Tunesien	nv	1,3	0,8	0,8	0,1	1,7	1,9	1,8
Mauritius	nv	nv	nv	0,0	nv	0,2	0,4	0,6
<b>Nordamerika</b>	6,5	1,0	5,1	3,1	1,7	1,4	0,5	0,4
<b>Übriges Amerika</b>	0,7	0,3	0,1	0,1	0,1	1,4	0,6	0,6
<b>Asien</b>	1,9	2,1	2,7	2,2	16,4	30,6	34,2	40,0
Japan	0,3	0,4	0,7	0,8	1,7	0,7	0,4	0,5
Naher Osten (ohne Israel)	0,9	1,4	1,4	0,7	0,1	1,0	5,9	8,2
Türkei	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,9	5,8	8,1
Übrige asiatische Entwicklungsländer <sup>b</sup>	0,5	0,2	0,4	0,5	14,2	26,3	24,4	26,3
Bangladesch	nv	nv	nv	nv	nv	0,0	0,1	0,4
Hongkong	0,4	0,1	0,3	0,3	11,4	11,6	9,6	9,2
Indien	nv	nv	nv	0,0	0,4	1,8	1,8	2,0
Südkorea	nv	0,0	0,0	0,0	0,6	5,5	5,3	5,9
Macau	nv	nv	nv	nv	0,9	1,2	1,3	1,3
Pakistan	nv	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,7	0,8
Philippinen	nv	0,0	0,0	0,0	nv	1,0	0,8	0,8
Singapur	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,8	0,3	0,5
Sri Lanka	nv	nv	nv	0,0	nv	0,3	0,5	0,6
Thailand	nv	nv	nv	0,0	nv	0,5	0,9	1,5
China	nv	0,0	0,0	0,0	0,1	1,6	2,8	4,5
<b>Europa</b>	87,8	94,3	89,9	93,0	81,7	64,1	61,6	55,3
<b>EG(9)</b>	59,7	60,1	52,9	53,4	61,2	34,9	38,4	27,5
Belgien-Luxemburg	9,5	11,7	9,1	9,6	5,8	2,1	1,6	1,4
Dänemark	1,3	1,6	2,5	2,3	0,4	0,5	0,6	0,7
Frankreich	11,6	7,1	6,5	7,9	12,5	6,0	3,8	3,1
Italien	5,2	1,9	2,7	3,3	35,2	21,8	21,9	17,5
Niederlande	33,3	33,3	22,3	21,4	7,7	2,0	2,2	2,6
Vereinigtes Königreich	1,0	4,1	7,9	8,0	1,7	2,4	1,7	1,9
<b>EFTA(7)</b>	23,6	28,5	32,4	32,9	6,8	6,3	7,7	4,3
Österreich	5,3	13,5	14,9	15,0	2,6	2,9	3,0	2,7
Portugal	0,1	0,1	0,3	0,7	0,3	1,0	2,9	3,2
Schweiz	13,6	13,0	12,9	13,7	1,1	1,6	1,4	1,3
Griechenland	0,2	1,2	1,0	1,1	1,8	8,9	6,4	6,0
Spanien	0,3	0,3	0,3	0,7	0,6	0,9	0,5	0,4
Jugoslawien	2,1	2,8	2,5	2,5	5,8	5,1	7,7	8,1
<b>Zentralverwaltungswirtschaften<sup>c</sup></b>	1,5	1,5	1,4	1,4	5,2	6,9	6,4	5,2
Tschechoslowakei	0,9	0,2	0,1	0,1	1,0	0,8	0,7	0,6
Ungarn	0,2	0,8	0,8	0,7	0,8	2,7	1,7	1,4
Polen	0,2	0,3	0,4	0,3	0,9	1,7	1,6	1,6
Rumänien	0,0	0,0	0,1	0,1	1,2	1,3	1,9	1,4

<sup>a</sup>Jugoslawien wird in der Quelle im Jahr 1988, nicht jedoch vorher der Gruppe der Entwicklungsländer zugeordnet. Hier wird daher einheitlich eine Zuordnung zu den Industrieländern vorgenommen. — <sup>b</sup>Außer Zentralverwaltungswirtschaften. — <sup>c</sup>Außer UdSSR. — nv = nicht verfügbar.

Quelle: UN [a]; eigene Berechnungen.

Tabelle 6 — Außenhandel der Bundesrepublik Deutschland mit Schuhen (SITC 85) 1970–1988 (vH)

	Exporte				Importe			
	1970	1980	1985	1988	1970	1980	1985	1988
Welt (Mill. US-\$)	81,0	423,6	474,8	874,0	245,1	2149,8	1634,8	3240,4
Industrieländer <sup>a</sup>	93,7	91,7	80,5	87,8	93,5	87,2	85,5	77,2
Entwicklungsländer	2,8	5,9	5,1	2,5	3,9	9,1	8,6	16,2
Zentralverwaltungswirtschaften	3,5	2,4	14,4	9,7	2,6	3,7	5,9	5,6
Afrika	1,7	1,2	0,4	0,4	nv	0,3	0,1	0,5
Nordamerika	22,2	3,4	5,2	3,1	0,1	0,4	0,2	0,4
Übriges Amerika	0,4	0,6	0,7	0,3	0,1	1,1	0,3	2,5
Brasilien	nv	nv	nv	0,1	nv	0,7	0,2	2,0
Asien	2,3	5,1	4,5	2,8	6,2	8,3	9,1	14,9
Japan	0,5	0,7	0,4	0,7	2,1	0,2	0,1	0,1
Naher Osten (ohne Israel)	0,6	1,7	1,2	0,5	nv	0,0	0,1	0,1
Übrige asiatische								
Entwicklungsländer <sup>b</sup>	1,0	2,6	2,8	1,3	3,8	7,8	8,1	13,2
Hongkong	0,4	1,1	0,8	0,3	2,8	0,6	0,4	0,2
Indien	nv	nv	nv	0,1	0,2	0,1	0,4	2,1
Südkorea	nv	nv	0,0	0,2	nv	2,2	1,3	3,2
China	nv	nv	nv	0,0	0,3	0,3	0,8	1,5
Europa	69,4	88,2	75,0	85,7	93,6	89,9	90,3	81,6
EG(9)	42,2	50,6	40,2	44,5	81,6	65,8	59,8	47,0
Belgien-Luxemburg	9,5	10,9	6,9	7,3	2,2	0,7	0,2	0,3
Dänemark	2,4	4,5	3,8	3,4	0,1	0,9	0,8	0,5
Frankreich	10,4	8,3	7,4	12,6	14,5	7,8	5,6	4,4
Italien	1,9	1,6	2,4	3,2	61,1	54,0	49,2	39,0
Niederlande	20,4	23,0	15,5	13,2	3,8	1,6	2,1	2,0
Vereinigtes Königreich	1,7	2,2	3,8	4,4	0,7	0,8	0,7	0,9
EFTA(7)	25,7	35,4	33,4	31,7	4,9	9,7	11,9	7,9
Österreich	3,6	16,6	16,5	14,9	1,8	6,6	6,2	6,3
Portugal	nv	nv	0,1	2,9	0,0	1,2	3,3	7,5
Schweiz	11,4	12,1	10,1	11,1	1,7	1,5	2,0	1,4
Griechenland	nv	0,3	0,2	0,2	0,5	1,4	1,2	0,8
Spanien	0,3	0,5	0,4	0,8	1,5	6,9	7,5	7,4
Jugoslawien	0,7	0,0	0,1	3,3	2,9	2,5	5,9	6,5
Zentralverwaltungswirtschaften <sup>c</sup>	nv	1,4	0,9	2,3	2,3	3,4	5,1	4,0
Tschechoslowakei	nv	0,1	0,0	0,1	0,6	0,5	0,6	0,3
Ungarn	nv	0,0	0,7	1,1	0,3	0,7	1,5	1,7
Polen	nv	0,2	0,0	0,7	0,3	0,4	1,2	0,8
Rumänien	nv	0,9	0,0	0,3	1,0	1,7	1,7	1,1

<sup>a</sup>Jugoslawien wird in der Quelle im Jahr 1988, nicht jedoch vorher der Gruppe der Entwicklungsländer zugeordnet. Hier wird daher einheitlich eine Zuordnung zu den Industrieländern vorgenommen. — <sup>b</sup>Außer Zentralverwaltungswirtschaften. — <sup>c</sup>Außer UdSSR. — nv = nicht verfügbar.

Quelle: UN [a]; eigene Berechnungen.

system und dem US-Dollar, verzerrt. So dürfte der relativ hohe Außenwert des US-Dollars im Jahr 1985, verglichen mit dem Jahr 1980, den Rückgang der Importwerte und die Stagnation der Exportwerte in allen drei Branchen verursacht haben (obwohl die deutlich gestiegenen Exportquoten und Importanteile an der inländischen

Marktversorgung auf einen realen Zuwachs des Handels hindeuten; vgl. Tabelle 3). Auch der Rückgang des Entwicklungsländeranteils an den Textil- und Schuheinfuhren zwischen 1980 und 1985 (mit einer Erhöhung bzw. drastischen Steigerung zwischen 1985 und 1988) geht vermutlich auf die Wechselkursentwicklung zurück.<sup>7</sup>

Trotz dieser Interpretationsprobleme lassen die Daten den Schluß zu, daß zwischen 1970 und 1980 in allen drei Industrien der Anteil der Entwicklungsländer an der Einfuhr und damit auch an der Marktversorgung (vgl. Tabelle 3) deutlich angestiegen ist. Dieser Anstieg setzte sich in den relativ arbeitsintensiven Branchen Bekleidung und Schuhe auch nach 1980 fort. Demgegenüber stagnierte in der eher sachkapitalintensiven Textilindustrie der Einfuhranteil der Entwicklungsländer bei Werten unter 20 vH. Dafür dürften neben dem tiefgehenden technischen Wandel in der Textilindustrie (vgl. Abschnitt D.I.2.b) auch die Einfuhrbarrieren im Rahmen des Welttextilabkommens entscheidend verantwortlich sein.<sup>8</sup> Die Ausfuhr aller drei Branchen ging überwiegend in andere Industrieländer; offenbar beinhaltete sie vor allem intraindustriellen Handel mit relativ hochwertigen Erzeugnissen.

Ein grundsätzliches Problem dieser sektorbezogenen Analyse liegt darin, daß technologiebedingte Änderungen in den ökonomischen Standortvorteilen ("economics of location") tendenziell in die gleiche Richtung gewirkt haben wie Änderungen in den durch die Handelspolitik bedingten "politischen" Standortvorteilen ("politics of location" mit den Worten von Kaplinsky [1989, S. 24 ff.]). Eine analytische Trennung ist daher praktisch nicht möglich. Festzuhalten bleibt, daß technologische Faktoren nicht allein als Determinanten der vorgefundenen Spezialisierungsmuster angesehen werden können.

Von möglichen Verschiebungen der Wettbewerbspositionen innerhalb der Gruppe der Entwicklungsländer zugunsten geographisch naheliegender Staaten müßten im Fall der Bundesrepublik Deutschland vor allem die "übrigen asiatischen Entwicklungsländer" negativ betroffen sein. Der Importanteil dieser Gruppe ist seit 1980 bei Textilien fühlbar und bei Schuhen deutlich angestiegen, während er im Fall von Bekleidung stagnierte. Wiederum sind die Einfuhren vor allem aus den asiatischen Schwellenländern durch das Welttextilabkommen begrenzt. Die Volksrepublik China konnte in allen drei Branchen ihren Marktanteil erhöhen. Entwicklungsländer in geographischer Nähe der Bundesrepublik konnten nur bei der Bekleidungseinfuhr (Nordafrika, Türkei) ihren Anteil deutlich steigern. Unter den ärmeren südeuropäischen Ländern hatten Portugal in allen drei Branchen sowie Jugoslawien in der Bekleidungs- und Schuhindustrie einen nennenswerten Zuwachs zu verzeichnen. Spanien konnte ebenfalls seinen Marktanteil bei den Schuheinfuhren ausweiten. Insgesamt halten sich aber die Gewichtsverschiebungen innerhalb der Gruppe der Entwicklungs- und ärmeren südeuropäischen Länder in recht engen Grenzen, so daß

<sup>7</sup> Eine Fallstudie zur Reagibilität der Länderstruktur der brasilianischen Schuhexporte in bezug auf Wechselkursschwankungen enthält Lücke [1990, S. 99 ff.].

<sup>8</sup> Der Rückgang von 19,3 vH im Jahr 1980 auf 17,1 vH im Jahr 1985 war vor allem durch einen Einbruch bei den Teppichimporten aus dem Iran verursacht.

selbst für die jüngere Vergangenheit nachhaltige Auswirkungen des technischen Wandels nicht erkennbar sind.

Diese Schlußfolgerung gilt auch für die Hypothese eines erschwerten Marktzugangs ärmerer oder kleiner Länder. Bei der Bekleidungseinfuhr etwa haben so unterschiedliche Staaten wie die Volksrepublik China, Bangladesch, Mauritius und Marokko in den achtziger Jahren ihre Marktanteile, ausgehend von sehr niedrigen Niveaus, deutlich ausgebaut. Der Zugang zu modernen Produktionstechnologien war offensichtlich kein begrenzender Faktor.

Insgesamt gesehen erbringt die Untersuchung der deutschen Textil-, Bekleidungs- und Schuhimporte keinen Hinweis auf durchgreifende Änderungen bei der Zusammensetzung nach Ursprungsländern, die als technologiebedingt angesehen werden können. Die Frage möglicher technologiebedingter Verschiebungen von Marktanteilen innerhalb der Gruppe der Entwicklungsländer wird daher im Rahmen der Arbeit nicht weiter verfolgt.

## C. Technischer Fortschritt und internationale Arbeitsteilung: Der Erklärungsbeitrag der Außenhandels- theorie

### I. Technischer Fortschritt: Grundlagen

#### 1. Begriffsbestimmung

Die Produktion von Gütern und Dienstleistungen läßt sich mit Hilfe von Produktionsfunktionen beschreiben, die angeben, welche maximalen Ausbringungsmengen innerhalb eines gegebenen Zeitraums mit bestimmten (ggf. alternativen) Faktoreinsatzmengen hergestellt werden können [Linde, 1981, S. 276]. Technischer Fortschritt kann grundsätzlich in der Entstehung neuer Produktionsfunktionen (Produktinnovationen) bestehen oder in der Modifikation existierender Funktionen derart, daß für bestimmte Ausbringungsmengen die notwendige Einsatzmenge mindestens eines Faktors abnimmt (Prozeßinnovationen; vgl. Walter [1977, S. 565]). Insofern ist technischer Fortschritt das Ergebnis der Realisierung neuer Technologien, d.h. neuer "Vorschrift(en) über die Bereitstellung von Mitteln, mit denen eine bestimmte Wirkung erzielt werden soll" [Brockhoff, 1987, S. 695].

Der Begriff der Technologie in diesem Zusammenhang bedarf der genaueren Klärung, da er im allgemeinen Sprachgebrauch in mehrfacher Bedeutung verwandt wird.<sup>9</sup> Im ursprünglichen Wortsinn gilt Technologie als die Wissenschaft von den technischen Produktionsprozessen. Etwas enger gefaßt bezeichnet sie die "Menge aller bekannten Methoden oder Techniken zur Erreichung eines Ziels" [Brockhoff, *ibid.*] bzw. als "Produktionstechnologie" die "Gesamtheit der Produktionspunkte (Kombination von Faktoreinsatz- und Ausbringungsmengen; M.L.), über die eine Wirtschaftseinheit in einem bestimmten Zeitraum ... verfügt" [Scheper, 1981, S. 257]. In dem letzteren Sinne wird die Menge der *effizienten* Kombinationen von Faktoreinsatzmengen als Untermenge der Technologie einer Wirtschaftseinheit durch die Produktionsfunktion abgebildet [Ellinger, Haupt, 1982, S. 11].

Technischer Fortschritt als die Realisierung neuer Technologien (Produkt- bzw. Prozeßinnovationen) steht am Ende eines Prozesses, der mit der Erfindung eines neuen Produktes oder Produktionsverfahrens beginnt. Die Erfindung findet typischerweise ihren Niederschlag im Bau eines Prototyps. In einer zweiten Phase (Entwicklungsphase) wird der Prototyp so weit verbessert, daß er vorhandenen Produkten oder Verfahren zumindest in Teilbereichen wirtschaftlich überlegen ist. Die

<sup>9</sup> Zum Beispiel werden die Begriffe "Technikfolgenabschätzung" und "Technologiefolgenabschätzung" weithin synonym verwendet (englisch: "technology assessment"); vgl. auch die teilweise abweichenden Definitionen bei Dahlman und Westphal [1981, S. 13].

Verwendung des Produktes oder Anwendung des Verfahrens (Innovation) stellt idealtypisch das Ende des Prozesses dar.

In der Realität überlagern sich normalerweise zumindest die letzten beiden Phasen. Die Anwendung einer Neuerung liefert Informationen, die in die Weiterentwicklung einfließen. Bei vielen Innovationen spielt daher der Informationsaustausch zwischen Produzenten und Benutzern eine wichtige Rolle für ihre Verbreitung (Diffusion; vgl. McArthur [1990, S. 812]).

Die Unterscheidung zwischen Produkt- und Prozeßinnovationen ist kritisiert worden, weil sie der Komplexität der Realität nicht gerecht werde [Coombs, Kleinknecht; zitiert nach McArthur, 1990, S. 812]. Die Entwicklung neuartiger Webstühle führt z.B. in der Textilmaschinenindustrie zu einer Produktinnovation und in der Textilindustrie zu einer Prozeßinnovation. Neben eindeutigen Prozeßinnovationen (Stranggußverfahren in der Stahlindustrie) seien daher noch weitere Kategorien von Innovationen zu berücksichtigen: Kapitalgüter mit neuen oder verbesserten Funktionen, medizinische Instrumente oder Verfahren, wissenschaftliche Instrumente, neue technische Verfahren (z.B. Laser) sowie neue Materialien.

Dieser Versuch einer erschöpfenden Untergliederung verwischt aber den analytischen Unterschied zwischen Produkt- und Prozeßinnovationen, ohne dies durch anderweitigen Erkenntniszuwachs wettmachen zu können; auch für den Einsatz des Stranggußverfahrens werden etwa neuartige Kapitalgüter benötigt, und die Unterscheidung zwischen neuen Kapitalgütern, wissenschaftlichen und medizinischen Instrumenten, neuen Verfahren sowie neuen Materialien erscheint willkürlich. Daher wird im Rahmen dieser Arbeit die Unterscheidung zwischen Produkt- und Prozeßinnovationen beibehalten. Im Einzelfall bleibt zu berücksichtigen, daß dieselbe Erfindung je nach Produktionsstufe zu einer Produkt- oder Prozeßinnovation führen kann und daß zwischen Produktion und Anwendung neuartiger Produkte und Verfahren eine enge Wechselbeziehung besteht.

Innerhalb der Gruppe der Prozeßinnovationen hat sich die Unterscheidung zwischen rein organisatorischem (ungebundenem) und an neue Formen von Sach- und Humankapital gebundenem technischem Fortschritt herausgebildet [Walter, 1977, S. 570]. Die Bedeutung des rein organisatorischen technischen Fortschritts (bei konstanter Qualität der eingesetzten Produktionsfaktoren) liegt vor allem in seiner leichten Integrierbarkeit in die neoklassische Produktionstheorie (vgl. Abschnitt C.I.2.a). In der Realität dürfte ein Wandel in der Produktionstechnologie fast immer mit neuartigen Kapitalgütern, veränderten Anforderungen an das Qualifikationsprofil der Arbeitskräfte oder Änderungen bei den übrigen Inputs verbunden sein. Unter welchen Umständen es gerechtfertigt ist, von diesen Faktoren im Interesse einer besseren Handhabbarkeit der theoretischen Modelle und der daraus abgeleiteten Meßkonzepte abzustrahieren, wird in Abschnitt C.I.2.b diskutiert.

Die Bestimmungsgründe des technischen Fortschritts haben sich einer systematischen empirischen Analyse bisher weitgehend entzogen. Die Unterscheidung zwischen "autonomem" (exogen gegebenem) und "induziertem" technischem Fortschritt [Walter, 1977, S. 570] ist in dieser Hinsicht wenig hilfreich [vgl. Rosenberg, 1982, S. 141 ff.]. Normalerweise verursacht die Entwicklung einer Innovation bis zur Markt-

reife Kosten, die nur auf sich nehmen wird, wer sich durch den Absatz der Innovation entsprechende Erträge verspricht. Diese Überlegung liegt dem Konzept einer Produktionsfunktion für den technischen Fortschritt zugrunde [vgl. z.B. Katz, 1982, S. 298]. Als Inputs erscheinen insbesondere die für Forschung und Entwicklung aufgewendeten Ressourcen, als Output die zur Anwendungsreife entwickelten neuen Technologien. Das Ausmaß des technischen Fortschritts hängt neben den Parametern der Produktionsfunktion von einer Vielzahl von Faktoren ab, wie der Risikofreude der Produzenten von Innovationen (bei Ungewißheit über die Erträge von Forschungsinvestitionen), der (zufallsbedingten) Häufigkeit der zugrundeliegenden Erfindungen, der Nachfrage nach neuen Produkten, dem Grad der Kapitalgebundenheit der Innovation etc.<sup>10</sup> Erklärungsansätze reichen bis hin zu Theorien über "lange Wellen" bei Konjunktur und Wirtschaftswachstum, die jeweils durch die Eigendynamik bestimmter Basisinnovationen (Dampfmaschine, Mikroelektronik) und des nachfolgenden technischen und wirtschaftlichen Wandels ausgelöst werden [vgl. etwa Soete, 1986]. Angesichts dieser komplexen Zusammenhänge dürfte es kaum möglich sein, zwischen autonomem und induziertem technischem Fortschritt sinnvoll zu unterscheiden.

Zweckmäßig erscheint der Begriff des "induzierten" technischen Fortschritts allenfalls in der eng gefaßten Bedeutung des "richtungsinduzierten" Fortschritts [vgl. Thirte, Ruttan, 1987]. So haben etwa die Energiepreiserhöhungen in den siebziger Jahren nicht nur zur Substitution von Energie durch andere Produktionsfaktoren gemäß bereits bekannten Verfahren geführt. Auch die Forschungsanstrengungen wurden in Richtung auf die Entwicklung energiesparender Produkte und Prozesse umgelenkt. Die damit verbundenen Probleme der Definition von faktorsparendem technischem Fortschritt werden in Abschnitt C.I.2.a weiter behandelt.

Angesichts der Komplexität der Ursachen des technischen Fortschritts beschränkt sich diese Arbeit auf die Analyse seiner Auswirkungen. Dies ist vor allem deshalb gerechtfertigt, weil hier die Wettbewerbsposition der Entwicklungsländer im Welthandel im Mittelpunkt steht. Die Entwicklungsländer sind bisher nur in geringem Umfang als Produzenten von Innovationen in Erscheinung getreten [Fransman, 1986, S. 25]. Vielmehr stehen die dortigen Unternehmen vor der Frage, ob sie die in den Industrieländern entwickelten neuen Produkte und Produktionsverfahren trotz unterschiedlicher Faktorpreisrelationen in ihren Ländern übernehmen müssen, um so eine Erosion ihrer Wettbewerbsposition durch den weltweiten technischen Fortschritt zu verhindern. In diesem speziellen Sinn wird technischer Fortschritt in der vorliegenden Arbeit als "exogen" aufgefaßt.

<sup>10</sup> Vgl. z.B. die empirischen Studien von Acs und Audretsch [1988] sowie Pavitt et al. [1987] über die Determinanten der "Produktion" von Innovationen in Abhängigkeit von der Industriestruktur bzw. Firmenmerkmalen.

## 2. Meßkonzepte

### a. Produktionsfunktionen

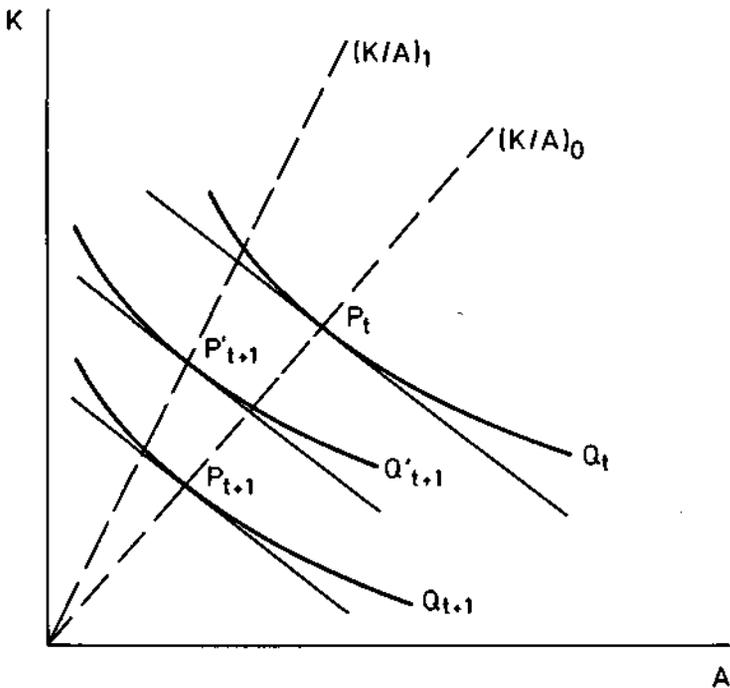
#### α. Neutraler und faktorsparender technischer Fortschritt

Der technische Fortschritt wurde im vorangegangenen Abschnitt als Realisation von (effizienten) neuen Technologien definiert. Daher liegt es nahe, zu seiner Messung auf das Konzept der Produktionsfunktion zurückzugreifen. Empirische Analysen gehen häufig von der Annahme aus, daß der in der Realität beobachtete technische Wandel sich in einer Produktionsfunktion als rein organisatorischer technischer Fortschritt abbilden läßt. Dabei werden die Inputs etwa als "Arbeit" (ggf. disaggregiert nach Qualifikationsniveaus) und "Kapital" definiert (ggf. unterschieden nach "Gebäuden" und "Maschinen"). Es bleibt unberücksichtigt, daß normalerweise im Laufe der Zeit neuartige Maschinen eingesetzt werden und die Qualifikationsanforderungen an die Arbeitskräfte sich ändern [vgl. Walter, 1977, S. 569 ff.]. Allenfalls schlagen sich solche Qualitätsverschiebungen bei den eingesetzten Produktionsfaktoren in höheren Preisen für die Produktionsmittel und insofern (bei empirischen Arbeiten) in den in Geldeinheiten gemessenen Faktoreinsatzmengen nieder.

Das Konzept des rein organisatorischen technischen Fortschritts weist aber gegenüber Ansätzen, die explizit die Altersstruktur des Maschinenbestands und damit die Heterogenität des Produktionsfaktors Sachkapital berücksichtigen ("vintage approach"), den Vorzug einer einfachen analytischen Struktur auf. Unter anderem erlaubt es eine Klassifikation des technischen Fortschritts im Hinblick darauf, ob er bestimmte, aus theoretischer Sicht wichtige Parameter unbeeinflusst läßt. Bei Schätzungen von Produktionsfunktionen für einzelne Wirtschaftsbereiche (entsprechend der Fragestellung dieser Arbeit) wird überwiegend auf das verteilungstheoretisch orientierte Konzept der Hicks-Neutralität Bezug genommen: Hicks-neutraler technischer Fortschritt läßt (im einfachen Zwei-Faktoren-Modell) die Einkommensverteilung gemessen an der Lohn- und Gewinnquote unverändert. Bei einer für die Gesamtwirtschaft gegebenen Lohn-Zins-Relation bleibt also der Kapitalbestand pro Arbeitskraft  $((K/A)_0$  in Schaubild 1) konstant, obwohl der Ressourceneinsatz pro Ausbringungseinheit abnimmt (Verschiebung der Isoquante  $Q_t$  nach  $Q_{t+1}$  und des Produktionsoptimums von  $P_t$  nach  $P_{t+1}$ ). Ein im Hicksschen Sinne arbeitssparender technischer Fortschritt führt unter der Annahme eines (gesamtwirtschaftlich) konstanten Lohn-Zins-Verhältnisses zu einer höheren Kapitalintensität  $(K/A)_1$  (neue Isoquante  $Q'_{t+1}$ ; neues Produktionsoptimum  $P'_{t+1}$ ). Bei kapitalsparendem technischem Fortschritt im Sinne von Hicks ist die Wirkung umgekehrt [vgl. Walter, 1977, S. 571 ff.].

Eine weitgehend äquivalente Beschreibung der Fortschrittswirkungen liefert im übrigen das häufig verwendete Konzept des faktorvervielfachenden technischen Fortschritts. So wirkt Hicks-neutraler technischer Fortschritt wie eine proportionale Mengenzunahme beider Produktionsfaktoren: In der Periode  $(t+1)$  kann mit den alten Faktoreinsatzmengen eine Ausbringungsmenge erzeugt werden, für die in der Periode  $t$  entsprechend höhere Inputmengen erforderlich gewesen wären; die Durchschnittspro-

Schaubild 1 — Hicks-neutraler und arbeitssparender technischer Fortschritt



Quelle: Walter [1977, S. 571 ff.].

duktivitäten beider Faktoren steigen gleichmäßig. Analog steigt bei arbeitssparendem technischem Fortschritt im Hicksschen Sinne die durchschnittliche Arbeitsproduktivität stärker als die durchschnittliche Kapitalproduktivität.

### β. Die Darstellung des technischen Fortschritts in Produktionsfunktionen

Bei der empirischen Schätzung von Produktionsfunktionen muß deren Form durch die Schätzgleichung vorgegeben werden. Die Wahl der Funktionsform impliziert zwangsläufig gewisse Annahmen über Eigenschaften der Produktionsfunktion und die Form des technischen Fortschritts. Die damit zusammenhängenden Probleme werden im folgenden beispielhaft anhand der traditionellen Cobb-Douglas-Funktion verdeutlicht. Zum einen bleibt bei dieser einfachen Funktionsform die Darstellung recht übersichtlich; zum anderen erlaubt die Cobb-Douglas-Funktion eine ökonomische Interpretation der in der ökonometrischen Analyse (Kapitel E) als Maß für den technischen Fortschritt verwendeten Wachstumsrate der totalen Faktorproduktivität.<sup>11</sup>

<sup>11</sup> Einzelheiten sowie eine alternative Interpretation werden im folgenden Abschnitt C.I.2.b beschrieben.

Die Cobb-Douglas-Funktion mit zwei Produktionsfaktoren unter Einbeziehung des technischen Fortschritts mit der Rate  $\gamma$

$$[C.1] \quad Q = q A^\alpha K^{1-\alpha} e^{\gamma T}$$

beinhaltet zum einen konstante Skalenerträge: eine Erhöhung aller Faktoreinsatzmengen im gleichem Verhältnis  $\lambda$  führt zu einer gleich hohen relativen Steigerung der Ausbringungsmenge:

$$[C.2] \quad q (\lambda A)^\alpha (\lambda K)^{1-\alpha} e^{\gamma T} = \lambda Q$$

mit

$Q$  = Ausbringungsmenge

$q$  = Skalierungsfaktor

$A$  = Arbeitseinsatz

$K$  = Kapitaleinsatz

$T$  = Zeitrend als übliche Näherungsgröße für technischen Fortschritt

Des weiteren ist die Substitutionselastizität  $\sigma$  zwischen Arbeit und Kapital (relative Änderung der Kapitalintensität bezogen auf die relative Änderung der Grenzrate der Substitution) auf den Wert 1 fixiert [vgl. Henderson, Quandt, 1971, S. 2]:

$$[C.3] \quad \sigma = \frac{d \ln(K/A)}{d \ln((\partial Q / \partial A) / (\partial Q / \partial K))}$$

$$[C.4] \quad \frac{\partial Q / \partial A}{\partial Q / \partial K} = \frac{q \alpha A^{\alpha-1} K^{1-\alpha} e^{\gamma T}}{q A^\alpha \beta K e^{\gamma T}} = \frac{\alpha}{\beta} \frac{K}{A}$$

$$[C.5] \quad \sigma = \frac{d(K/A)/(K/A)}{d((\alpha/\beta)(K/A))/((\alpha/\beta)(K/A))} = 1$$

Daraus folgt, daß der technische Fortschritt in der Cobb-Douglas-Funktion als Hicks-neutral (in der Wirkung analog einer proportionalen Mengenzunahme beider Faktoren) definiert ist:<sup>12</sup>

$$[C.6] \quad Q = q (e^{\gamma T} A)^\alpha (e^{\gamma T} K)^{1-\alpha}$$

$$[C.1] \quad = q A^\alpha K^{1-\alpha} e^{\gamma T}$$

<sup>12</sup> Im übrigen läßt sich zeigen, daß der technische Fortschritt gleichzeitig auch Harrod-neutral (rein arbeitsvermehrend mit der Rate  $\gamma/\alpha$ ; vgl. Walter [1977]) ist:

$$[C.7] \quad Q = q (e^{\gamma T/\alpha} A)^\alpha K^{1-\alpha}$$

$$[C.1] \quad = q e^{\gamma T} A^\alpha K^{1-\alpha}$$

Dieses Ergebnis resultiert auch aus der Verteilungsneutralität der Cobb-Douglas-Funktion; die Koeffizienten  $\alpha$  und  $(1-\alpha)$  geben die Produktionselastizitäten von Arbeit und Kapital und gleichzeitig bei Entlohnung nach Grenzproduktivität die Lohn- bzw. Gewinnquote an:

$$[C.8] \quad \frac{\partial Q}{\partial A} \frac{A}{Q} = \frac{q \alpha A^\alpha K^{1-\alpha} e^{\gamma T}}{q A^\alpha K^{1-\alpha} e^{\gamma T}} = \alpha$$

$$[C.9] \quad \frac{\partial Q}{\partial K} \frac{K}{Q} = 1 - \alpha$$

$$[C.10] \quad \frac{\partial Q}{\partial A} A + \frac{\partial Q}{\partial K} K = \alpha Q + (1-\alpha)Q = Q$$

Der Koeffizient  $\alpha$  und damit die Lohnquote wird durch den technischen Fortschritt mit der Rate  $\gamma$  nicht berührt.

Ob diese Eigenschaften eine akzeptable Abbildung realer Produktionsprozesse zulassen, läßt sich nur durch Schätzungen mittels Funktionsformen überprüfen, die Alternativen zulassen. Deshalb beinhaltet die Weiterentwicklung empirisch schätzbarer Produktionsfunktionen vor allem die Lockerung der restriktiven Annahmen. So erlaubt etwa eine modifizierte Version der Cobb-Douglas-Funktion einen von 1 verschiedenen Homogenitätsgrad ( $\alpha + \beta$ ):

$$[C.11] \quad Q = q A^\alpha K^\beta e^{\gamma T}$$

Bei  $\alpha + \beta > 1$  liegen steigende, bei  $\alpha + \beta < 1$  fallende Skalenerträge vor. Der Fall  $\alpha + \beta = 1$  entspricht konstanten Skalenerträgen, also der traditionellen Cobb-Douglas-Funktion mit  $\beta = 1 - \alpha$ .

Die explizite Schätzung der Substitutionselastizität erfordert mindestens eine Funktionsform, die auch nach logarithmischer Transformation nicht mehr linear in den Parametern ist (*CES*, konstante Substitutionselastizität). Immerhin läßt sich das Faktoreinsatzmengenverhältnis als Funktion des Faktorpreisverhältnisses formulieren, wodurch die Substitutionselastizität leicht geschätzt werden kann [Henderson, Quandt, 1971, S. 88 f.]. Allerdings ist bei dieser Funktionsform die Substitutionselastizität weiterhin für den gesamten Definitionsbereich der Funktion konstant. Dieser Nachteil kann auch bei neueren flexiblen Funktionsformen etwa vom Translog-Typ nur um den Preis anderer konzeptioneller Unklarheiten vermieden werden [vgl. Barnett et al., 1985]. Empirische Schätzungen der Geschwindigkeit und Richtung des technischen Fortschritts mittels flexibler Funktionsformen werden in Abschnitt E.II.1 auf ihre Aussagekraft hin überprüft. Da solche Funktionen im Rahmen dieser Arbeit aber nicht für eigene Schätzungen verwendet werden, wird hier von einer ausführlichen Diskussion abgesehen.

Unabhängig von der Wahl der Funktionsform besteht bei ökonometrischen Schätzungen von Produktionsfunktionen das Problem, daß einerseits die Skalenelelastizität

und die Rate des technischen Fortschritts und andererseits die Substitutionselastizität und die Richtung des technischen Fortschritts nicht einwandfrei unterschieden werden können ("Nicht-Identifizierbarkeits-Theoreme"; Linde [1981]; vgl. auch Diamond et al. [1978]).<sup>13</sup> Bei empirischen Schätzungen wird dieses Problem dadurch umgangen, daß (selbst bei flexiblen Funktionsformen) einschränkende Annahmen wie die der Konstanz der Rate oder Richtung des technischen Fortschritts getroffen werden. In jedem Fall hängen die Schätzergebnisse kritisch von den zugrunde gelegten Annahmen ab und sind dementsprechend nur beschränkt aussagekräftig. Dieses grundsätzlich nicht lösbare Problem begründet Zweifel an der Eignung neoklassischer Produktionsfunktionen für die Analyse der realen Wandlungen in den Produktionsprozessen, die überwiegend eine Kombination von technischem Fortschritt und Faktorsubstitution darstellen [Nelson, 1989]. Mögliche Alternativen werden im folgenden Abschnitt C.I.2.b diskutiert.

Ein weiteres grundsätzliches Problem bei Schätzungen von Produktionsfunktionen liegt in dem Grad der Aggregation von Produktionsfaktoren und Ausbringungsmenge. Auf der einen Seite stehen Schätzungen "durchschnittlicher" Funktionen für ganze Industrien oder sogar Volkswirtschaften etwa mit Hilfe der oben beschriebenen Funktionsformen. Dann werden zwangsläufig sehr unterschiedliche Produkte zur "Ausbringungsmenge" und verschiedene Sachanlagen zum Produktionsfaktor "Sachkapital" aggregiert. Allerdings kann bei hohem Aggregationsgrad der technische Fortschritt formal korrekt als rein organisatorischer Natur beschrieben werden; die Ergebnisse sind dann zwischen Industrien oder sogar Volkswirtschaften vergleichbar.

Auf der anderen Seite stehen Schätzungen von Produktionsfunktionen, die den zu jedem Zeitpunkt bestmöglichen Stand der Technik widerspiegeln (frontier production function) bzw. die Altersstruktur des Sachkapitals in die Analyse einbeziehen (short run industry production function; vgl. Summa [1986]). Solche Ansätze berücksichtigen u.a. explizit die "putty-clay"-Struktur der Produktionstechnologien und erfordern eine Vielzahl einzelbetrieblicher Daten. Bisher wurden entsprechende Berechnungen nur für wenige Industrien durchgeführt (vgl. Abschnitt E.II.2.a). Wegen des sehr hohen Arbeitsaufwandes ist fraglich, ob ihr Anwendungsfeld wesentlich ausgeweitet werden kann und sie neben den Schätzungen "durchschnittlicher" Funktionen an Gewicht gewinnen werden.

Jedenfalls spiegelt der mittels relativ hoch aggregierter, durchschnittlicher Produktionsfunktionen gemessene technische Fortschritt nicht nur die Wirkung der zugrundeliegenden Innovationen selbst wider. Hinzu kommt eine Vielzahl ökonomischer Faktoren wie der Strukturwandel innerhalb ganzer Volkswirtschaften, die Geschwindigkeit der Diffusion technischer Neuerungen innerhalb einzelner Industrien, Substitutionsprozesse in Verbindung mit technischem Fortschritt etc. [Eliasson, 1982, S. 80 ff.; Soete, Turner, 1984; Nelson, 1989]. Entsprechend vorsichtig sind die Schätzergebnisse zu interpretieren.

<sup>13</sup> Dies gilt im übrigen auch für den "allgemeinen" Index des technischen Fortschritts nach Baltagi und Griffin [1988], dessen Berechnung umfangreiche einzelbetriebliche Daten erfordert und der deshalb für die Verwendung in dieser Arbeit nicht in Frage kommt.

b. *Faktorproduktivitäten*

Selbst die Schätzung "durchschnittlicher" Produktionsfunktionen erfordert umfangreiches Datenmaterial (lange Zeitreihen für Ausbringungs- und Faktoreinsatzmengen, ggf. auch für die Faktorpreise) und verursacht erheblichen Arbeitsaufwand. Als Maß für den technischen Fortschritt werden daher häufig leichter zu bestimmende Größen verwendet. Dazu zählt z.B. die Wachstumsrate einer durchschnittlichen Faktorproduktivität zwischen Anfang und Ende des Beobachtungszeitraums (etwa der Arbeitsproduktivität, gemessen als Ausbringungsmenge pro Arbeitskraft bzw. Arbeitsstunde). Der offensichtliche Nachteil dieser Größe als Maß für den technischen Fortschritt liegt darin, daß eine Steigerung der durchschnittlichen Arbeitsproduktivität auch aus der Substitution von Arbeit durch Kapital und einer entsprechend geringeren Kapitalproduktivität herrühren kann. Insofern ist die Wachstumsrate der Arbeitsproduktivität allenfalls ein Maß für den technischen Wandel als Konglomerat von Fortschritts- und Substitutionseffekten, nicht aber für technischen Fortschritt im engeren Sinne.

Diesen Nachteil versucht das Maß der totalen Faktorproduktivität aufzuheben. Es kann zum einen in Anlehnung an die traditionelle Cobb-Douglas-Produktionsfunktion gedeutet werden:

$$[C.1] \quad Q = q A^\alpha K^{1-\alpha} e^{\gamma T}$$

Anstelle einer ökonometrischen Schätzung wird die beobachtete Lohnquote (ggf. als Durchschnitt von Anfang und Ende des Beobachtungszeitraums) als Produktionselastizität  $\alpha$  aufgefaßt. Die Wachstumsrate der totalen Faktorproduktivität (*TFP*) entspricht jenem Anteil der Wachstumsrate der Ausbringungsmenge, der nicht durch die Erhöhung des Faktoreinsatzes unter Zugrundelegung der unterstellten partiellen Produktionselastizitäten erklärt werden kann:

$$[C.12] \quad d \ln Q = \alpha d \ln A + (1 - \alpha) d \ln K + TFP$$

bzw. in relativen Veränderungsraten

$$[C.13] \quad TFP = \hat{Q} - \alpha \hat{A} - (1 - \alpha) \hat{K}$$

Alternativ läßt sich die Wachstumsrate der totalen Faktorproduktivität als Komponentenzerlegung der relativen Änderungsrate der Ausbringungsmenge herleiten [Nelson, 1989, S. 326 ff.]:

$$[C.14] \quad Q = a_A A = a_K K$$

mit

$a_A, a_K$  = durchschnittliche Faktorproduktivitäten

$$[C.15] \quad \hat{Q} = \alpha (\hat{A} + \hat{a}_A) + (1 - \alpha) (\hat{K} + \hat{a}_K)$$

$$[C.16] \quad = (\alpha \hat{A} + (1-\alpha) \hat{K}) + (\alpha \hat{a}_A + (1-\alpha) \hat{a}_K)$$

Zur Interpretation von [C.16] kann die Definitionsgleichung für die Stückkosten  $C$  herangezogen werden:

$$[C.17] \quad C = (w/a_K) + (r/a_K)$$

mit  $w$  = Lohnsatz

$r$  = Zinssatz

Unter Berücksichtigung von

$$[C.18] \quad w/a_A = \alpha C$$

und

$$[C.19] \quad w/a_K = (1-\alpha) C$$

ergibt sich nach einigen Umformungen:

$$[C.20] \quad \hat{C} = (\alpha \hat{w} + (1-\alpha) \hat{r}) - (\alpha \hat{a}_A + (1-\alpha) \hat{a}_K)$$

Der erste Term auf der rechten Seite in [C.20] gibt die Änderung der Stückkosten als Folge sich ändernder Faktorpreise wieder, während der zweite Term die Kostensenkung infolge steigender durchschnittlicher Faktorproduktivitäten beschreibt. Dieser letztere Term entspricht dem zweiten Summanden in [C.16] sowie der Variablen  $TFP$  in [C.12]. Mithin kann die Wachstumsrate der totalen Faktorproduktivität auch ohne Rückgriff auf die restriktiven Annahmen der neoklassischen Produktionsfunktion ökonomisch sinnvoll definiert werden als prozentuale Kostensenkung durch technischen Fortschritt unter der Annahme konstanter Faktorpreise.

Die einzelnen Komponenten der Wachstumsrate der totalen Faktorproduktivität ( $\alpha \hat{a}_A$  bzw.  $(1-\alpha) \hat{a}_K$ ) haben nach der neoklassischen Theorie keine eigenständige Bedeutung, da sie eine Kombination von Substitutions- und Fortschrittseffekten darstellen. In der "evolutionären" Theorie des technischen Fortschritts [Nelson, 1989; vgl. auch Bollmann, 1990] wird auf diese Unterscheidung mit der Begründung verzichtet, daß sie der Komplexität des technischen Wandels in der Realität nicht gerecht werde. Dann läßt sich an den mit den Kostenanteilen gewichteten Wachstumsraten der Faktorproduktivitäten unmittelbar die Richtung des technischen Wandels ablesen [Nelson, 1989, S. 229 f.]. In diesem Sinne wird in der ökonometrischen Analyse in Kapitel E eine Variable  $RTF$  (Richtung des technischen Fortschritts) definiert als

$$[C.21] \quad RTF = \alpha \hat{a}_A - (1-\alpha) \hat{a}_K.$$

Technischer Fortschritt wird demnach als um so "arbeitssparender" aufgefaßt, je stärker die Stückkosten infolge höherer Arbeitsproduktivität sinken verglichen mit der entsprechenden Wirkung höherer Kapitalproduktivität. Alternativ hierzu wird auch die Variable

$$[C.21a] \quad RTFN = \alpha \hat{a}_A$$

verwendet, die nur die Verringerung der Stückkosten infolge steigender Arbeitsproduktivität erfaßt (zur Interpretation dieser Größen im einzelnen vgl. die Abschnitte C.II.2.b und E.III).

### c. *Andere Meßkonzepte*

Produktionsfunktionen und Wachstumsraten der Faktorproduktivitäten erfassen im wesentlichen die Wirkung von Prozeßinnovationen. Standortvorteile in der Produktion bestimmter Güter, deren mögliche Änderungen im Mittelpunkt dieser Arbeit stehen, können allerdings auch durch die "Technologieintensität" der einzelnen Wirtschaftszweige bedingt sein. Unter den in der Literatur verwendeten Indikatoren für die Technologieintensität lassen sich ausgehend vom Konzept einer Produktionsfunktion für den technischen Fortschritt (vgl. Abschnitt C.I.1) inputbezogene (Forschung- und Entwicklungsausgaben, Anzahl der Ingenieure und Techniker) sowie outputbezogene (Patente und Innovationen) unterscheiden. Einen ausführlichen Überblick geben Pavitt und Patel [1988, Tab. 1]. Die in dieser Arbeit verwendeten Konzepte werden bei der Vorstellung der entsprechenden Daten in Abschnitt E.II.2.c genauer erläutert.

## II. Technischer Fortschritt und internationale Arbeitsteilung im Heckscher-Ohlin-Modell

### 1. Das Grundmodell

#### a. *Modellstruktur*

Den Ausgangspunkt für die Analyse des Zusammenhangs zwischen technischem Fortschritt und Änderungen in der internationalen Arbeitsteilung bildet ein einfaches Modell in der Heckscher-Ohlin-Tradition. Die Übersichtlichkeit der Modellstruktur erleichtert die Identifikation der maßgeblichen Wirkungsmechanismen, deren Fortgelten unter weniger restriktiven Annahmen im Abschnitt C.II.2 geprüft wird.

Die Bezugnahme auf die Heckscher-Ohlin-Tradition mag angesichts der umfangreichen kontroversen Diskussion über die Realitätsnähe der Grundannahmen und den empirischen Gehalt der Schlußfolgerungen in Frage gestellt werden [vgl. z.B. Steedman, 1979]. Ausschlaggebend für das gewählte Vorgehen war zum einen, daß die Diskussion über die Rückverlagerungshypothese ausdrücklich auf Faktorausstattungen und daraus resultierende komparative Vorteile der einzelnen Ländergruppen Bezug nimmt. Zum anderen haben neuere empirische Untersuchungen gezeigt, daß die Faktorausstattungen der einzelnen Länder deren Spezialisierungsmuster im Außenhandel nachhaltig im Sinne der Heckscher-Ohlin-Theorie beeinflussen (vgl. Abschnitt E.I.2). Im übrigen werden alternative außenhandelstheoretische Ansätze in Abschnitt C.III auf ihren Erklärungsbeitrag hin überprüft.

Heckscher-Ohlin-Modelle werden meistens rein statisch formuliert [vgl. etwa Leamer, 1984]. Um allerdings technischen Fortschritt berücksichtigen zu können, geht diese Analyse von einem kleinen allgemeinen Gleichgewichtsmodell einer Zwei-Länder-, Zwei-Güter-, Zwei-Faktoren-Welt aus, das in Anlehnung an Jones [1970] in prozentualen Veränderungsdaten beschrieben wird. Die zwei Produktionsfaktoren werden als "Arbeit" ( $A$ ) und "Kapital" ( $K$ ) bezeichnet; dabei schließt Kapital im Sinne der Neofaktorproportionentheorie [vgl. Hirsch, 1974] sowohl Sachkapital als auch Humankapital (Ausbildungsstand der Arbeitskräfte etc.) ein. Das Entwicklungsland (Industrieland) verfügt über eine relativ große Ausstattung mit dem Produktionsfaktor Arbeit (Kapital). Das Gut "Bekleidung" ( $B$ ) wird unabhängig vom Faktorpreisverhältnis arbeitsintensiver produziert als das Gut "Maschinen" ( $M$ ); der Fall umschlagender Faktorintensitäten wird also ausgeschlossen. In der Ausgangslage sind die Produktionsfunktionen in beiden Ländern identisch. Der Stand der Technik läßt sich mit Hilfe der Matrix  $A$  der Inputkoeffizienten beschreiben:

$$[C.22] \quad A = \begin{pmatrix} a_{AB} & a_{AM} \\ a_{KB} & a_{KM} \end{pmatrix}$$

Unter der Annahme einer substitutionalen Produktionsfunktion hängen die Inputkoeffizienten zum Zeitpunkt  $T$  vom Faktorpreis- (Lohn- Zins-)Verhältnis ( $w/r$ ) ab:

$$[C.23] \quad a_{ij} = a_{ij}(w/r; T)$$

Aus der Vollbeschäftigungsannahme folgt:

$$[C.24] \quad a_{AB} B + a_{AM} M = A$$

$$[C.25] \quad a_{KB} B + a_{KM} M = K$$

bzw. in Matrixschreibweise

$$[C.26] \quad A I = J,$$

wobei als  $I$  der Spaltenvektor der Produkte und als  $J$  der Spaltenvektor der Faktorausstattung bezeichnet wird. Bei gegebenen Faktorpreisen sind daher die Produktionsmengen eine lineare Funktion der Faktorausstattung:

$$[C.27] \quad I = A^{-1} J$$

Unter der Voraussetzung vollständiger Konkurrenz (Abwesenheit von Monopolen) summieren sich die Faktoreinkommen zum Produktpreis:

$$[C.28] \quad a_{AB} w + a_{KB} r = p_B$$

$$[C.29] \quad a_{AM} w + a_{KM} r = p_M$$

In einer komparativ-statischen Analyse dieses Modells werden die Auswirkungen von Parameteränderungen ( $\hat{A}$ ,  $\hat{K}$ ,  $\hat{p}_B$ ,  $\hat{p}_M$ ) auf die Modellvariablen untersucht. Die Gleichungen [C.24], [C.25], [C.28] und [C.29] lauten in relativen Änderungsraten (zur Herleitung vgl. Jones [1970, S. 75, Fn. 4]):

$$[C.30] \quad \lambda_{AB} \hat{B} + \lambda_{AM} \hat{M} = \hat{A} - (\lambda_{AB} \hat{a}_{AB} + \lambda_{AM} \hat{a}_{AM})$$

$$[C.31] \quad \lambda_{KB} \hat{B} + \lambda_{KM} \hat{M} = \hat{K} - (\lambda_{KB} \hat{a}_{KB} + \lambda_{KM} \hat{a}_{KM}),$$

wobei  $\hat{x} = dx/x$ .  $\lambda_{ij}$  gibt den Anteil des Faktorbestands  $i$  an, der in der Produktion des Gutes  $j$  eingesetzt ist.

$$[C.32] \quad \theta_{AB} \hat{w} + \theta_{KB} \hat{r} = \hat{p}_B - (\theta_{AB} \hat{a}_{AB} + \theta_{KB} \hat{a}_{KB})$$

$$[C.33] \quad \theta_{AM} \hat{w} + \theta_{KM} \hat{r} = \hat{p}_M - (\theta_{AM} \hat{a}_{AM} + \theta_{KM} \hat{a}_{KM})$$

$\theta_{ij}$  gibt den Anteil des Faktors  $i$  am Produktionswert der Industrie  $j$  an:

$$[C.34] \quad \theta_{Aj} = a_{Aj} w / p_j; \quad \theta_{Kj} = a_{Kj} r / p_j.$$

Die relativen Änderungen der Inputkoeffizienten  $\hat{a}_{ij}$  können durch totale Differenzierung von [C.23] aufgespalten werden in Substitutionseffekte (Änderungen infolge eines sich wandelnden Faktorpreisverhältnissen unter Ausschluß des technischen Fortschritts:  $\hat{c}_{ij}$ ) und Fortschrittseffekte (Änderungen infolge des technischen Fortschritts bei konstantem Faktorpreisverhältnis:  $\hat{b}_{ij}$ ):

$$[C.35] \quad \hat{a}_{ij} = \hat{c}_{ij} - \hat{b}_{ij}$$

Durch Einsetzen in [C.30] und [C.31] ergibt sich:

$$\lambda_{AB} \hat{B} + \lambda_{AM} \hat{M} = \hat{A} + (\lambda_{AB} \hat{b}_{AB} + \lambda_{AM} \hat{b}_{AM}) - (\lambda_{AB} \hat{c}_{AB} + \lambda_{AM} \hat{c}_{AM})$$

$$[C.36] \quad \lambda_{AB} \hat{B} + \lambda_{AM} \hat{M} = \hat{A} - \pi_A - (\lambda_{AB} \hat{c}_{AB} + \lambda_{AM} \hat{c}_{AM})$$

und analog

$$[C.37] \quad \lambda_{KB} \hat{B} + \lambda_{KM} \hat{M} = \hat{K} + \pi_K - (\lambda_{KB} \hat{c}_{KB} + \lambda_{KM} \hat{c}_{KM}),$$

wobei

$$[C.38] \quad \pi_i = \lambda_{iB} \hat{b}_{iB} + \lambda_{iM} \hat{b}_{iM}.$$

$\pi_i$  gibt die durchschnittliche relative Kostenersparnis durch technischen Fortschritt beim Einsatz des Faktors  $i$  in der Produktion der Güter  $B$  und  $M$  an (Freisetzungseffekt).

Analog folgt durch Einsetzen von [C.35] in [C.32] und [C.33]:

$$\theta_{AB} \hat{w} + \theta_{KB} \hat{r} = \hat{p}_B + (\theta_{AB} \hat{b}_{AB} + \theta_{KB} \hat{b}_{KB}) - (\theta_{AB} \hat{c}_{AB} + \theta_{KB} \hat{c}_{KB})$$

$$[C.39] \quad \theta_{AB} \hat{w} + \theta_{KB} \hat{r} = \hat{p}_B + \pi_B - (\theta_{AB} \hat{c}_{AB} + \theta_{KB} \hat{c}_{KB})$$

$$[C.40] \quad \theta_{AM} \hat{w} + \theta_{KM} \hat{r} = \hat{p}_M + \pi_M - (\theta_{AM} \hat{c}_{AM} + \theta_{KM} \hat{c}_{KM}),$$

wobei

$$[C.41] \quad \pi_j = \theta_{Aj} \hat{b}_{Aj} + \theta_{Kj} \hat{b}_{Kj}.$$

$\pi_j$  gibt die relative Kostenersparnis in der Produktion des Gutes  $j$  durch technischen Fortschritt an.

Es läßt sich zeigen [Jones, 1965, S. 559 f.], daß

$$[C.42] \quad \hat{c}_{Aj} = -\theta_{Kj} \sigma_j (\hat{w} - \hat{r})$$

$$[C.43] \quad \hat{c}_{Kj} = \theta_{Aj} \sigma_j (\hat{w} - \hat{r}).$$

Durch Einsetzen in den letzten Term von [C.36] bzw. [C.37] ergibt sich:

$$[C.44] \quad (\lambda_{AB} \hat{c}_{AB} + \lambda_{AM} \hat{c}_{AM}) = (\lambda_{AB} (-\theta_{KB}) \sigma_B + \lambda_{AM} (-\theta_{KM}) \sigma_M) (\hat{w} - \hat{r})$$

$$[C.45] \quad (\lambda_{KB} \hat{c}_{KB} + \lambda_{KM} \hat{c}_{KM}) = (\lambda_{KB} \theta_{AB} \sigma_B + \lambda_{KM} \theta_{AM} \sigma_M) (\hat{w} - \hat{r})$$

Es sei

$$[C.46] \quad \delta_A = \lambda_{AB} \theta_{KB} \sigma_B + \lambda_{AM} \theta_{KM} \sigma_M$$

$$[C.47] \quad \delta_K = \lambda_{KB} \theta_{AB} \sigma_B + \lambda_{KM} \theta_{AM} \sigma_M.$$

Mithin können [C.30] und [C.41] geschrieben werden als

$$[C.48] \quad \lambda_{AB} \hat{B} + \lambda_{AM} \hat{M} = \hat{A} + \pi_A + \delta_A (\hat{w} - \hat{r})$$

$$[C.49] \quad \lambda_{KB} \hat{B} + \lambda_{KM} \hat{M} = \hat{K} + \pi_K - \delta_K (\hat{w} - \hat{r}).$$

Analog läßt sich zeigen, daß der letzte Term auf der rechten Seite von [C.39] und [C.40] den Wert 0 annimmt:

$$[C.50] \quad \theta_{AB} \hat{c}_{AB} + \theta_{KB} \hat{c}_{KB} = \theta_{AB} (-\theta_{KB}) \sigma_B (\hat{w} - \hat{r}) + \theta_{KB} \theta_{AB} \sigma_B (\hat{w} - \hat{r}) = 0$$

Daher:

$$[C.51] \quad \theta_{AB} \hat{w} + \theta_{KB} \hat{r} = \hat{p}_B + \pi_B$$

$$[C.52] \quad \theta_{AM} \hat{w} + \theta_{KM} \hat{r} = \hat{p}_M + \pi_M$$

Die Gleichungen [C.48], [C.49], [C.51] und [C.52] beschreiben die Produktionsseite des Modells.

Um das Modell zu schließen, bleibt noch die Nachfragefunktion zu spezifizieren. Im Grundmodell werden identische Nachfragefunktionen im Industrie- und Entwicklungsland sowie eine Einkommenselastizität der Nachfrage von 1 unterstellt. Im einfachsten Fall einer geschlossenen Wirtschaft genügt die Definition der Substitutionselastizität der Nachfrage ( $\sigma_N$ ), um die relativen Änderungen der nachgefragten (= produzierten) Gütermengen  $B^*$  und  $M^*$  in Abhängigkeit von der Änderung des relativen Preises darzustellen:

$$[C.53] \quad \hat{B}^* - \hat{M}^* = -\sigma_N (\hat{p}_B - \hat{p}_M)$$

Im Zwei-Länder-Fall ist neben der Substitutionselastizität der Nachfrage zu berücksichtigen, daß die Zahlungsbilanz eines jeden Landes ausgeglichen sein muß. Die Zahlungsbilanzrestriktion läßt sich so formulieren, daß das Volkseinkommen nach Entstehung und Verwendung identisch sein muß (hier gemessen in Mengeneinheiten von  $M$ ):

$$[C.54] \quad B p_B / p_M + M = B^* p_B / p_M + M^*$$

Es sei  $\theta_j$  der Anteil des Gutes  $j$  an der Entstehung des Volkseinkommens und  $\theta_j^*$  sein Anteil an der gesamtwirtschaftlichen Nachfrage. Dann gilt für die relativen Änderungsraten:

[C.55]

Schließlich ist zu berücksichtigen, daß weltweit Produktion und Verbrauch eines jeden Gutes  $j$  gleich groß sind:

$$[C.56] \quad \sum_k J^{(k)} = \sum_k J^{*(k)} \quad J = B, M$$

Es sei  $s_j^{(k)}$  der Anteil des Landes  $k$  an der Weltproduktion von Gut  $j$  und  $s_j^{*(k)}$  sein Anteil am Weltverbrauch. Dann gilt für die relativen Änderungsraten:

$$[C.57] \quad \sum_k s_j^{*(k)} \hat{J}^*(k) = \sum_k s_j^{(k)} \hat{J}(k)$$

Übersicht 1 bietet einen Überblick über die Gleichungen des Gesamtmodells getrennt für Entwicklungs- und Industrieland. Um die Wirkungen des technischen Fortschritts zu untersuchen, müßte dieses Modell in eine reduzierte Form überführt werden, so daß die Modellvariablen (produzierte und konsumierte Mengen, Güter- und Faktorpreise) jeweils in Abhängigkeit lediglich von den Modellparametern erscheinen. Dabei entstünden allerdings überaus umfangreiche und kaum noch interpretierbare Ausdrücke. Diese Arbeit greift daher den Hinweis von Jones [1965, S. 572] auf, daß die Wirkung des technischen Fortschritts auf die Terms of trade ( $\hat{p}_B - \hat{p}_M$ ) von der

Übersicht 1 — Das "Weltmodell"

Entwicklungsland (E)	Industrieland (I)
Vollbeschäftigungsannahme	
[C.48] $\lambda_{AB}^E \hat{B}^E + \lambda_{AM}^E \hat{M}^E = \hat{A}^E + \pi_A^E + \delta_A^E (\hat{w}^E - \hat{r}^E)$	$\lambda_{AB}^I \hat{B}^I + \lambda_{AM}^I \hat{M}^I = \hat{A}^I + \pi_A^I + \delta_A^I (\hat{w}^I - \hat{r}^I)$
[C.49] $\lambda_{KB}^E \hat{B}^E + \lambda_{KM}^E \hat{M}^E = \hat{K}^E + \pi_K^E - \delta_K^E (\hat{w}^E - \hat{r}^E)$	$\lambda_{KB}^I \hat{B}^I + \lambda_{KM}^I \hat{M}^I = \hat{K}^I + \pi_K^I - \delta_K^I (\hat{w}^I - \hat{r}^I)$
Annahme vollständiger Konkurrenz	
[C.51] $\theta_{AB}^E \hat{w}^E + \theta_{KB}^E \hat{r}^E = \hat{p}_B + \pi_B^E$	$\theta_{AB}^I \hat{w}^I + \theta_{KB}^I \hat{r}^I = \hat{p}_B + \pi_B^I$
[C.52] $\theta_{AM}^E \hat{w}^E + \theta_{KM}^E \hat{r}^E = \hat{p}_M + \pi_M^E$	$\theta_{AM}^I \hat{w}^I + \theta_{KM}^I \hat{r}^I = \hat{p}_M + \pi_M^I$
Definition der Substitutionselastizität der Nachfrage	
[C.53] $(\hat{B}^{*E} - \hat{M}^{*E}) = -\sigma_N^E (\hat{p}_B - \hat{p}_M)$	$(\hat{B}^{*I} - \hat{M}^{*I}) = -\sigma_N^I (\hat{p}_B - \hat{p}_M)$
Budgetrestriktionen	
[C.55] $\theta_B^E (\hat{B}^E + \hat{p}_B - \hat{p}_M) + \theta_M^E \hat{M}^E$ $= \theta_B^{*E} (\hat{B}^{*E} + \hat{p}_B - \hat{p}_M) + \theta_M^{*E} \hat{M}^{*E}$	$\theta_B^I (\hat{B}^I + \hat{p}_B - \hat{p}_M) + \theta_M^I \hat{M}^I$ $= \theta_B^{*I} (\hat{B}^{*I} + \hat{p}_B - \hat{p}_M) + \theta_M^{*I} \hat{M}^{*I}$
[C.57]	$s_B^{*E} \hat{B}^{*E} + s_B^{*I} \hat{B}^{*I} = s_B^E \hat{B}^E + s_B^I \hat{B}^I$ $s_M^{*E} \hat{M}^{*E} + s_M^{*I} \hat{M}^{*I} = s_M^E \hat{M}^E + s_M^I \hat{M}^I$
Endogene Variablen: $\hat{B}^E, \hat{M}^E, \hat{w}^E, \hat{r}^E, \hat{B}^{*E}, \hat{M}^{*E}, \hat{p}_B, \hat{p}_M, \hat{B}^I, \hat{M}^I, \hat{w}^I, \hat{r}^I, \hat{B}^{*I}, \hat{M}^{*I}$ .	

Quelle: Jones [1965; 1970]; eigene Zusammenstellung.

produktionsseitigen Wirkung in jedem einzelnen Land unter der Annahme konstanter Güterpreise abhängt. Im folgenden werden daher verschiedene Formen einer vereinfachten Darstellung je nach den zugrunde gelegten Annahmen gewählt.

*b. Auswirkungen des technischen Fortschritts auf Spezialisierungsmuster und Volkseinkommen*

Die Wirkung des technischen Fortschritts auf die Ausbringungsmengen und damit die Spezialisierungsmuster läßt sich auf der Basis der Gleichungen [C.48], [C.49], [C.51] und [C.52] beschreiben. Durch Subtraktion von [C.49] von [C.48] sowie von [C.52] von [C.51] ergibt sich:

$$[C.58] \quad (\lambda_{AB} - \lambda_{KB}) \hat{B} + (\lambda_{AM} - \lambda_{KM}) \hat{M} = (\hat{A} - \hat{K}) + (\pi_A - \pi_K) + (\delta_A + \delta_K) (\hat{w} - \hat{r})$$

$$[C.59] \quad (\theta_{AB} - \theta_{AM}) \hat{w} + (\theta_{KB} - \theta_{KM}) \hat{r} = (\hat{p}_B - \hat{p}_M) + (\pi_B - \pi_M)$$

Es gilt:

$$[C.60] \quad \det(\lambda) = \det \begin{pmatrix} \lambda_{AB} & \lambda_{AM} \\ \lambda_{KB} & \lambda_{KM} \end{pmatrix} \\ = \lambda_{AB} \lambda_{KM} - \lambda_{AM} \lambda_{KB} \\ = \lambda_{AB} - \lambda_{KB} = \lambda_{KM} - \lambda_{AM}$$

sowie

$$[C.61] \quad \det(\theta) = \det \begin{pmatrix} \theta_{AB} & \theta_{KB} \\ \theta_{AM} & \theta_{KM} \end{pmatrix} \\ = \theta_{AB} \theta_{KM} - \theta_{KB} \theta_{AM} \\ = \theta_{AB} - \theta_{AM} = \theta_{KM} - \theta_{KB}$$

wegen

$$\sum_j \lambda_{ij} = 1 \quad \text{und} \quad \sum_i \theta_{ij} = 1$$

Durch Einsetzen in Gleichungen [C.58] und [C.59] folgt:

$$[C.62] \quad \det(\lambda) (\hat{B} - \hat{M}) = (\hat{A} - \hat{K}) + (\pi_A - \pi_K) + (\delta_A + \delta_K) (\hat{w} - \hat{r})$$

$$[C.63] \quad \det(\theta) (\hat{w} - \hat{r}) = (\hat{p}_B - \hat{p}_M) + (\pi_B - \pi_M)$$

Durch Umstellen von [C.63] nach  $(\hat{w} - \hat{r})$  und Einsetzen in [C.62] ergibt sich:

$$\begin{aligned}
 \text{[C.64]} \quad (\hat{B} - \hat{M}) &= \frac{1}{\det(\lambda)} (\hat{A} - \hat{K} + \pi_A - \pi_K) \\
 &+ \frac{\delta_A + \delta_K}{\det(\theta) \det(\lambda)} (\pi_B - \pi_M + \hat{p}_B - \hat{p}_M)
 \end{aligned}$$

Dabei gibt

$$\text{[C.65]} \quad \frac{\delta_A + \delta_K}{\det(\theta) \det(\lambda)} = \sigma_s > 0$$

die Substitutionselastizität entlang der Transformationskurve der Volkswirtschaft an.

Die angebotsseitige Wirkung des technischen Fortschritts entspricht also in Bezug auf die dadurch mögliche Kostenersparnis bei der Produktion der einzelnen Güter ( $\pi_B$  bzw.  $\pi_M$ ) derjenigen einer Änderung des Produktpreises. Seine Wirkung auf die Kostenersparnis beim Einsatz der einzelnen Produktionsfaktoren ( $\pi_A$  bzw.  $\pi_K$ ) entspricht derjenigen einer Erhöhung des jeweiligen Faktorbestandes.

Mit Hilfe von Gleichungen [C.64] und [C.53] kann die Wirkung des technischen Fortschritts in einer geschlossenen Volkswirtschaft graphisch veranschaulicht werden (Schaubild 2). In der Ausgangslage besteht eine positive lineare Beziehung zwischen der Differenz der Änderungsraten der Angebotsmengen und den Güterpreisen ( $A$ ) und eine entsprechende negative Beziehung auf der Nachfrageseite ( $N$ ). Technischer Fortschritt in der Bekleidungsindustrie führe nun zu einer Parallelverschiebung der Angebotsgeraden nach oben. Da in der geschlossenen Volkswirtschaft die angebotenen und nachgefragten Mengen übereinstimmen, gibt  $B$  den neuen Gleichgewichtspunkt an. Die Bekleidungsproduktion steigt stärker als die Maschinenproduktion, während das Preisverhältnis sich zugunsten des Maschinenbaus verschiebt ( $\hat{p}_B < \hat{p}_M$ ).

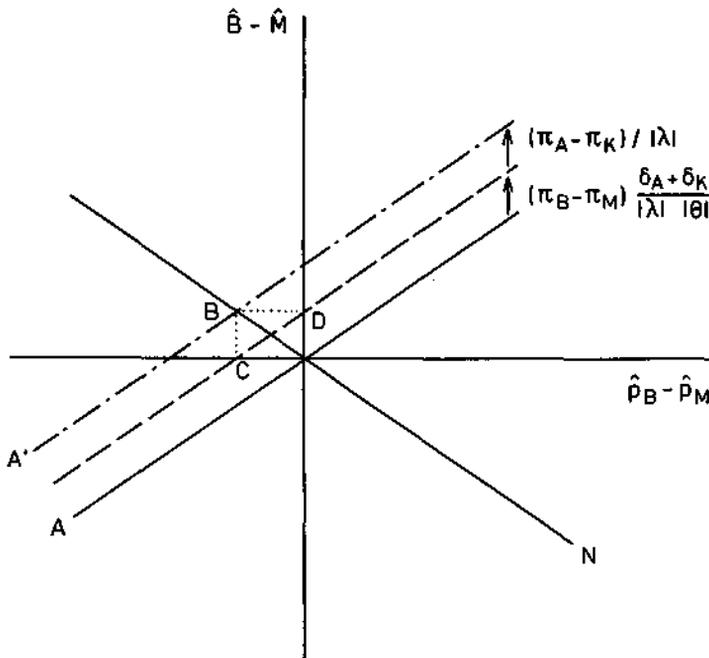
Für den hier relevanten Fall der offenen Volkswirtschaft soll zunächst die Annahme identischer Technologie im Industrie- und Entwicklungsland derart modifiziert werden, daß zwar in der Ausgangslage die Produktionsfunktionen identisch sind, aber der technische Fortschritt auf das Industrieland beschränkt bleibt. Unter dieser Voraussetzung läßt sich eine eindeutige Beziehung zwischen der Struktur des technischen Fortschritts und Änderungen in der internationalen Arbeitsteilung im Sinne der Rückverlagerungshypothesen herleiten. Da Bekleidung annahmegemäß relativ arbeitsintensiv hergestellt wird, gilt [Jones, 1970, S. 79]:

$$\text{[C.66]} \quad \det(\theta) = \theta_{AB} - \theta_{AM} > 0$$

$$\text{[C.67]} \quad \det(\lambda) = \lambda_{AB} - \lambda_{AM} > 0$$

In Gleichung [C.64] kann eine Rückverlagerung so interpretiert werden, daß im *Industrieland* bei gegebenen Faktorbeständen ( $\hat{A} = \hat{K} = 0$ ) und unter der Annahme eines konstanten Preisverhältnisses in der Ausgangssituation ( $\hat{p}_B = \hat{p}_M = 0$ ) die Produktion

Schaubild 2 — Mengen- und Preiswirkungen des technischen Fortschritts in der geschlossenen Volkswirtschaft



Quelle: Eigener Entwurf nach Jones [1970].

von Bekleidung infolge des technischen Fortschritts (wiedergegeben durch  $(\pi_A, \pi_K, \pi_B, \pi_M)$ ) schneller wächst als die Produktion von Maschinen:

$$[\text{C.68}] \quad \hat{B} - \hat{M} = (\pi_A - \pi_K) / \det(\lambda) + \sigma_s (\pi_B - \pi_M) > 0$$

Ein solcher Angebotsüberschuß an Bekleidung würde dazu führen, daß der Weltmarktpreis sinkt ( $\hat{p}_B < \hat{p}_M$ ). Dies wiederum hätte einen Rückgang der Bekleidungsproduktion im Entwicklungsland zur Folge, da dort annahmegemäß der technische Fortschritt nicht zum Tragen kommt. Die wegen der Preissenkung angestiegene Welt Nachfrage nach Bekleidung würde durch den nach dem Preisrückgang noch verbleibenden Produktionszuwachs im Industrieland befriedigt.

Eine hinreichende Voraussetzung für die Rückverlagerung von Bekleidungsproduktion bei technischem Fortschritt nur im Industrieland ist also "regulärer" [Jones, 1970, S. 80] technischer Fortschritt, der in der arbeitsintensiven Industrie schneller verläuft als in der kapitalintensiven Branche:

$$[\text{C.69}] \quad (\pi_A - \pi_K) (\pi_B - \pi_M) > 0$$

Die notwendige und hinreichende Voraussetzung für eine technologieinduzierte Rückverlagerung ist schwächer als [C.69], läßt sich aber in empirischen Anwendungen ohne Kenntnis der Substitutionelastizität entlang der Transformationskurve ( $\sigma_s$ ) nicht überprüfen. Im Fall der offenen Volkswirtschaft läßt sich die neue Gleichgewichtssituation nicht mehr graphisch gemäß Schaubild 2 bestimmen, da wegen des Außenhandels in der Ausgangslage (entsprechend dem Koordinatenursprung) die angebotenen und nachgefragten Mengen nicht mehr in jedem einzelnen Land übereinstimmen.

Die Annahme, daß der technologische Fortschritt auf das Industrieland begrenzt bleibt, stellt einen Extremfall dar. Das Gegenstück hierzu bildet die Annahme, daß der technische Fortschritt gleichzeitig die Faktoreinsatzkoeffizienten im Industrie- und Entwicklungsland verändert. In diesem Fall lassen sich notwendige und hinreichende Bedingungen für eine Rückverlagerung von Bekleidungsproduktion nicht mehr ohne weiteres formulieren. Zwar gilt wegen der Annahme gleicher Produkt- und Faktorpreise sowie Produktionstechnologien im Industrie- und Entwicklungsland:

$$[C.70] \quad \theta_{ij}^E = \theta_{ij}^I$$

Da in der Ausgangsposition das Entwicklungsland Bekleidung und das Industrieland Maschinen exportiert, gilt bei identischen Nachfragefunktionen und Produktpreisen außerdem:

$$[C.71] \quad \lambda_{AB}^E > \lambda_{AB}^I$$

$$[C.72] \quad \lambda_{KB}^E > \lambda_{KB}^I$$

Trotzdem läßt sich ohne Kenntnis der Matrix  $\lambda$  keine Aussage über die Wachstumsraten der Bekleidungs- und Maschinenproduktion im Industrieland relativ zum Entwicklungsland treffen. Die "faktorbestandserhöhende" Wirkung des technischen Fortschritts

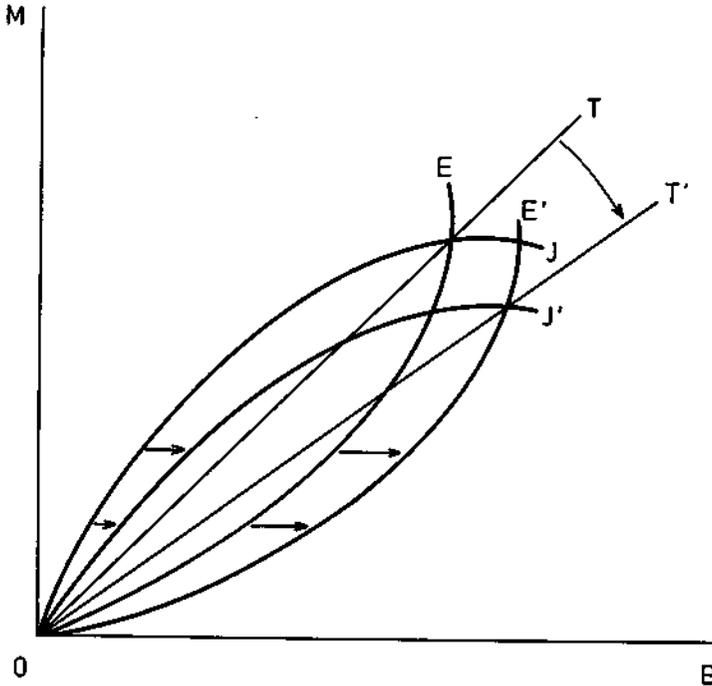
$$[C.73] \quad (\pi_A - \pi_K) / \det(\lambda) = (\lambda_{AB} \hat{b}_{AB} + \lambda_{AM} \hat{b}_{AM} - \lambda_{KB} \hat{b}_{KB} - \lambda_{KM} \hat{b}_{KM}) / (\lambda_{AB} - \lambda_{KB})$$

hängt nicht nur von der Konstellation der  $\hat{b}_{ij}$  ab, die als im Industrie- und Entwicklungsland identisch unterstellt werden, sondern auch von der Konstellation der  $\lambda_{ij}$ . Letztere aber läßt sich nicht genauer beschreiben als in [C.71] und [C.72]. Ähnliches gilt für die "produktionskostenreduzierende" Wirkung des technischen Wandels ( $\sigma_s (\pi_B - \pi_M)$ ). Zwar hängt  $(\pi_B - \pi_M)$  nur von den  $\hat{b}_{ij}$  und  $\theta_{ij}$  ab, die als identisch im Entwicklungs- und Industrieland unterstellt werden. Über die Substitutionelastizitäten  $\sigma_s$  entlang der Transformationskurven im Industrie- und Entwicklungsland kann aber keine genauere Aussage getroffen werden.

Die Wirkungen des technischen Fortschritts auf die internationale Arbeitsteilung bei Technologietransfer lassen sich graphisch mit Hilfe der Tauschkurven aus der reinen Außenhandelstheorie verdeutlichen (Schaubild 3). Regulärer technischer Fort-

schritt in der Bekleidungsindustrie führt zu einer Rechtsverschiebung beider Tauschkurven. Je nach Lage der Kurven exportiert das Entwicklungsland anschließend mehr oder weniger Bekleidung als in der Ausgangssituation.

Schaubild 3 — Tauschkurven bei technischem Fortschritt im Industrie- und Entwicklungsland



Quelle: Opocher [1986, S. 77].

Gleichzeitig verdeutlicht Schaubild 3, daß es in jedem Fall zu einer Verschiebung der Terms of trade zu Lasten des Entwicklungslandes kommt, wodurch sich prinzipiell "immiserizing growth", d.h. eine absolute Einbuße an Volkseinkommen ergeben kann [analog zu Bhagwati, 1958]. Ob es hierzu kommt, hängt neben den Terms-of-trade-Effekten auch von der Produktivitätserhöhung durch den technischen Fortschritt ab. Für die Einkommensänderung im Entwicklungsland gilt:

$$[C.74] \quad dy = (B - B^*) d(P_B / P_M) + Y(\theta_B \pi_B + \theta_M \pi_M)$$

Dabei gibt  $y$  das Realeinkommen gemessen in Einheiten von  $M$  als die preisgewichtete Summe der Änderungen der konsumierten Mengen an.  $(B - B^*)$  ist der Export von Bekleidung aus dem Entwicklungsland und  $Y$  das Sozialprodukt auf der Entstehungsseite [Jones, 1970, S. 77]. In [C.74] erscheint direkt zwar nur der Kostensenkungseffekt des technischen Fortschritts ( $\pi_B$  bzw.  $\pi_M$ ). Indirekt hängt der Einkommenseffekt

allerdings über die relative Preisänderung auch von dem Freisetzungseffekt ( $\pi_A - \pi_K$ ) ab (vgl. Gleichung [C.64]). Je stärker die relative arbeitsbestandserhöhende Wirkung ( $\pi_A - \pi_K$ ) ausfällt, desto stärker steigt das relative Bekleidungsangebot (unter der vorläufigen Annahme konstanter Preise), und um so stärker muß der relative Preis von Bekleidung sinken, um Angebot und Nachfrage zum Ausgleich zu bringen.

Falls der internationale Technologietransfer Restriktionen unterliegt und der technische Fortschritt daher auf das Industrieland beschränkt bleibt, kann das Entwicklungsland keinen Nutzen aus der Produktivitätserhöhung durch technischen Fortschritt ziehen; der zweite Summand in [C.74] ist gleich 0. Dann folgt aus [C.74] unmittelbar eine Senkung des Volkseinkommens im Entwicklungsland wegen des negativen Terms-of-trade-Effekts.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß technischer Fortschritt unter den strengen Annahmen dieses einfachen Heckscher-Ohlin-Modells (u.a. international identisches technisches Wissen, d.h. unendlich schneller Technologietransfer) keine *systematischen* Auswirkungen auf die internationale Arbeitsteilung im Sinne der Rückverlagerungshypothese hat. Nur wenn die Annahme eines reibungslosen internationalen Technologietransfers aufgegeben wird, führt regulärer arbeitssparender technischer Fortschritt in der Bekleidungsindustrie des Industrielandes dort regelmäßig zu einem schnelleren Wachstum der Bekleidungsproduktion als im Entwicklungsland und damit tendenziell zu einer Rückverlagerung.

## 2. Modellerweiterungen

### a. Dimensionalität und internationale Faktormobilität

Im Zwei-Länder-, Zwei-Güter-, Zwei-Faktoren-Fall läßt sich die Funktionsweise des zugrundeliegenden Modells in übersichtlicher Form herausarbeiten. Um allerdings als Grundlage für empirische Analysen dienen zu können, müssen die Schlußfolgerungen aus dem Grundmodell daraufhin überprüft werden, ob sie auch bei einer größeren Zahl von Ländern, Gütern und Produktionsfaktoren zutreffen (Dimensionalität). Daneben bedarf auch die Annahme der Immobilität aller Produktionsfaktoren über nationale Grenzen hinweg der Überprüfung, da in der Realität zumindest Sachkapital als international mobil anzusehen ist. Diese Modellerweiterungen lassen sich nicht mehr in der Schreibweise des Grundmodells formulieren, da normalerweise die Zusammensetzung des gehandelten Güterbündels nach einzelnen Produkten nicht mehr eindeutig bestimmt ist. Deshalb werden in diesem Abschnitt die Ergebnisse aus der Literatur lediglich referiert und im Hinblick auf die in dieser Arbeit durchzuführende komparativ-statische empirische Analyse bewertet.

Die erste wichtige Änderung gegenüber dem Grundmodell liegt in der Annahme, daß die Zahl der gehandelten Güter die der Produktionsfaktoren übersteigt (die ihrerseits größer als 2 sein kann).<sup>14</sup> Dann ist die Zusammensetzung des Außenhandels für

<sup>14</sup> Der umgekehrte Fall — mehr Produktionsfaktoren als Güter — wird nicht behandelt, da ihm keine empirische Bedeutung zukommt [vgl. Ethier, 1984, S. 178 ff.].

jedes einzelne Land nicht mehr eindeutig bestimmt. Es gilt allerdings weiterhin, daß jedes Land diejenigen Produktionsfaktoren in Form von Gütern exportiert (importiert), mit denen es relativ reichlich (knapp) ausgestattet ist, jeweils verglichen mit dem Rest der Welt [Leamer, 1984, S. 17 und S. 15; Helpman, Krugman, 1985, S. 17]. Außerdem gilt, daß die exportierten Güter *im Durchschnitt* die relativ reichlich vorhandenen Produktionsfaktoren relativ intensiv nutzen [Deardorff, 1982, S. 691 f.].<sup>15</sup>

Zweitens liegt dem Grundmodell die Annahme zugrunde, daß zwar die Güter, nicht aber die Produktionsfaktoren international mobil sind. Schon für den Produktionsfaktor Arbeit spiegelt diese Annahme die Realität nur unvollkommen wider, wie die umfangreiche Zuwanderung von Arbeitskräften in zahlreichen Ländern mit einem relativ hohen Lohnniveau bezeugt. Noch weniger allerdings trifft die Unterstellung auf den Produktionsfaktor Sachkapital zu. Angesichts der umfangreichen internationalen Kapitalbewegungen dürfte für viele Länder eher die idealtypische Annahme internationaler Kapitalmobilität gerechtfertigt sein. Unter dieser Voraussetzung ist der Bestand an Sachkapital für die am Handel beteiligten Länder nicht mehr eine Quelle komparativer Vorteile [Leamer, 1984, S. 22 f.]. Letztere richten sich nach den Beständen an immobilen Produktionsfaktoren.

Die Auswirkungen des technischen Fortschritts (Faktorfreisetzungs- und Kostensenkungseffekt) werden durch die schwächeren Annahmen in bezug auf Dimensionalität und Faktormobilität grundsätzlich nicht berührt. Im Hinblick auf eine mögliche Rückverlagerung arbeitsintensiver Produktionen (im Fall zweier immobilier Produktionsfaktoren und "vieler" Güter) ist allerdings zu beachten, daß die Handelwirkungen des technischen Fortschritts über den Faktorfreisetzungseffekt u.a. von den Wachstumsraten der Faktorproduktivitäten in sämtlichen Sektoren abhängen. Bereits im Grundmodell war bei reibungslosem internationalem Technologietransfer eine systematische Rückverlagerungstendenz zu Lasten des Entwicklungslandes unabhängig von der Konstellation der Wachstumsraten der Faktorproduktivitäten ausgeschlossen worden. Diese Schlußfolgerung wird durch die Lockerung der Annahmen nicht berührt.

Für den Fall, daß der technische Fortschritt auf das Industrieland beschränkt bleibt, war im Grundmodell eine einfache hinreichende Bedingung für eine Rückverlagerung der arbeitsintensiven Industrie hergeleitet worden (regulärer "arbeitssparender" technischer Fortschritt). Eine solche einfache Bedingung läßt sich unter der Annahme vieler Güter nicht mehr formulieren. Allerdings wird für jedes einzelne Produkt eine Rückverlagerung um so wahrscheinlicher, je stärker der technische Fortschritt die Stückkosten in dem betreffenden Sektor verglichen mit den übrigen Sektoren senkt (absoluter Kostenvorteil des Industrielandes). Dieser Kostenvorteil fällt um so größer aus, je weniger die Faktorpreisrelationen im Entwicklungsland sich als Folge des Verlustes an

<sup>15</sup> Bei mehr als zwei (immobilien) Produktionsfaktoren läßt sich der komparative Vorteil eines Landes in bezug auf Produkte mit einer bestimmten Faktorintensität nicht mehr eindeutig formulieren, da die Faktorintensitäten jeweils paarweise aufeinander bezogen werden müssen. Auch bei nur zwei (immobilien) Faktoren und vielen Gütern folgt der komparative Vorteil nur unter speziellen Bedingungen einer Aufreihung der Güter etwa entsprechend ihrer Humankapitalintensität; eine "Kette des komparativen Vorteils" kann also im allgemeinen nicht unterstellt werden [Deardorff, 1979].

Wettbewerbsfähigkeit in dem betreffenden Wirtschaftsbereich verschieben und je weniger entsprechende Substitutionsvorgänge ausgelöst werden. Auch bei den schwächeren Annahmen in bezug auf Dimensionalität und Faktormobilität kommt also der Frage möglicher Barrieren für den Technologietransfer eine kritische Bedeutung für die Wahrscheinlichkeit einer Rückverlagerung arbeitsintensiver Produktionen zu.

#### *b. Lokalisierter technischer Fortschritt und Technologietransfer*

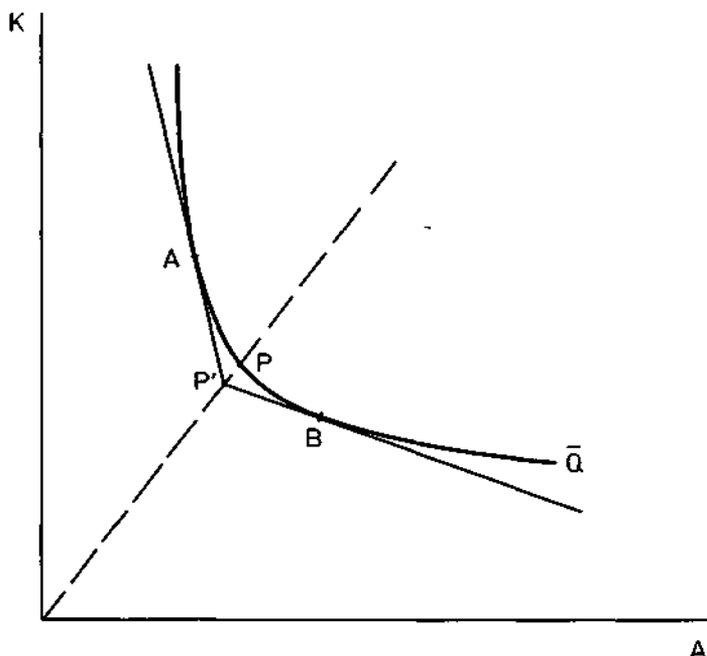
Bisher wurde im Sinne der Heckscher-Ohlin-Tradition unterstellt, daß der internationale Handel wenigstens in der Ausgangssituation zu einem Ausgleich der Faktorpreise in Industrie- und Entwicklungsländern führt und daher bei identischen Produktionsfunktionen auch identische Produktionstechniken (gemessen an der Kapitalintensität) angewandt werden. Andererseits gibt es in der entwicklungsökonomischen Literatur eine umfangreiche Diskussion über "angepaßte Technologien" für Entwicklungsländer, die von der Beobachtung ausgeht, daß der internationale Ausgleich der Faktorpreise in der Realität nicht erfolgt. Insbesondere der Preis für ungelernete Arbeit liegt in den Entwicklungsländern deutlich niedriger als in den Industrieländern. Dies ist abgesehen von "Marktunvollkommenheiten" wie Transaktionskosten, handelspolitischen Eingriffen und Faktormarktverzerrungen vor allem auf extrem unterschiedliche Faktorausstattungen dieser Ländergruppen zurückzuführen [vgl. Helpman, Krugman, 1985, S. 13 ff.]. Unter diesen Bedingungen stellt sich die Frage, ob die bei den Faktorpreisrelationen in den Industrieländern optimalen Techniken auch in den Entwicklungsländern Verwendung finden oder ob dort arbeitsintensivere ("angepaßte") Techniken eingesetzt werden sollten; bei letzteren kann es sich auch um früher in den Industrieländern verwendete Techniken handeln.<sup>16</sup>

Die Antwort auf diese Frage hängt ab von den Substitutionsmöglichkeiten in den verschiedenen Produktionsprozessen innerhalb der einzelnen Industrien sowie von den Produktionskosten der zur Wahl stehenden Verfahren bei den jeweiligen Faktorpreisen. Dieser Zusammenhang läßt sich anhand des Modells des lokalisierten technischen Fortschritts verdeutlichen. Bisher wurde unterstellt, daß der technische Fortschritt sich als eine Verschiebung des gesamten Isoquantensystems einer Produktionsfunktion darstellen läßt. Dies entspricht den in der neoklassischen Produktionstheorie üblichen Annahmen. Technischer Fortschritt betrifft aber in der Realität normalerweise eine bestimmte Produktionstechnik (definiert durch ein bestimmtes Verhältnis der Faktoreinsatzmengen). Es verschiebt sich also nicht die Isoquante als Ganzes nach innen, sondern lediglich ein Punkt auf dem zugehörigen Prozeßstrahl (Schaubild 4). Das Entwicklungsland kann also entweder eine traditionelle Technik entlang der Isoquante  $Q$

<sup>16</sup> Zur Diskussion über "angepaßte Technologie" vgl. Kindleberger und Herrick [1977, S. 143 ff.], Ranis [1979] sowie Gray [1986, S. 33 ff.]; die mit dem empirischen Nachweis "unangepaßter" Technologie verbundenen Problem beschreibt ausführlich Ahiakpor [1988/89].

auswählen oder die neue Technik ( $P'$ ) verwenden.<sup>17</sup> Die neue Technik wird bei allen Faktorpreisrelationen zwischen  $AP'$  und  $P'B$  eingesetzt.

Schaubild 4 — Lokalisierter technischer Fortschritt



Quelle: Lapan [1975, S. 292].

Mittels des Konzepts des lokalisierten technischen Fortschritts läßt sich die Beobachtung erklären, daß verarbeitende Industrien in Industrieländern zwar durchweg kapitalintensiver produzieren als in Entwicklungsländern, daß aber die Rangfolge der einzelnen Industrien in bezug auf die Kapitalintensität recht hoch korreliert ist (vgl. Abschnitt D.II.1). Offenbar weisen Innovationen in den Kernprozessen der einzelnen Industrien einen größeren Effizienzgewinn (in Schaubild 4: Strecke  $PP'$ ) auf als Innovationen im Bereich peripherer Aktivitäten wie des innerbetrieblichen Transports. Letztere dürften eher eine Verschiebung der Faktoreinsatzrelationen als Folge veränderter relativer Faktorpreise beinhalten. Dementsprechend kann es für Betriebe in Entwicklungsländern offenbar sinnvoll sein, Innovationen in Kernprozessen auch dann zu übernehmen, wenn ihre relativen Faktorpreise deutlich von denen der Industrieländer abweichen. Hingegen können sie bei peripheren Aktivitäten weiterhin traditionelle arbeitsintensive Techniken verwenden, ohne Effizienzverluste zu erleiden [vgl. Pack, 1979, S. 60; Bhalla, 1985, S. 389 ff.; Rosenberg, 1988, S. 29 ff.; Bhalla, James, 1991].

<sup>17</sup> Der Einfachheit halber sei unterstellt, daß in der Ausgangslage Substitutionalität gegeben ist.

Bei lokalisiertem technischem Fortschritt besteht unter bestimmten Bedingungen ein Zusammenhang zwischen den Fortschrittsraten in den einzelnen Industrien und der Spezialisierungsstruktur im Handel. Der Einfachheit halber sei wieder von einem Zwei-Länder-, Zwei-Güter-, Zwei-Faktoren-Modell ausgegangen. Wenn das Entwicklungsland in der Ausgangssituation vollständig auf die Produktion des arbeitsintensiven Produkts spezialisiert ist, so kann es selbst bei Hicks-neutralen technischem Fortschritt (in der arbeitsintensiven Industrie schneller als in der kapitalintensiven) unter gewissen Bedingungen zu einer Rückverlagerung der arbeitsintensiven Produktion bis hin zu einer Umkehr der Handelsströme kommen [Lapan, 1975, S. 295 ff.].<sup>18</sup> Dieses Ergebnis läßt sich dadurch erklären, daß die Annahme des lokalisierten technischen Fortschritts als mittlere Position betrachtet werden kann, die zwischen der strengen neoklassischen Sichtweise von technischem Fortschritt als Verschiebung des gesamten Isoquantensystems bei reibungslosem internationalen Technologietransfer und der Annahme, daß der technische Fortschritt auf das Industrieland beschränkt bleibt, liegt. Bei großen Unterschieden in der relativen Kapitalausstattung der am Handel beteiligten Länder (vollständige Spezialisierung des Entwicklungslandes) entspricht der Fall des lokalisierten technischen Fortschritts näherungsweise der Annahme, daß der technische Fortschritt auf das Industrieland beschränkt bleibt (mit der Möglichkeit der Handelsumlenkung). Bei geringeren Unterschieden in der Kapitalausstattung sind die Folgen des lokalisierten technischen Fortschritts ähnlich wie bei Unterstellung international identischer Technologien nicht eindeutig vorherzusagen [ibid., S. 297]. Mithin kann Hicks-neutraler technischer Fortschritt im Industrieland, der in der arbeitsintensiven Industrie rascher verläuft als in der kapitalintensiven, unter den Bedingungen begrenzter Substitutionalität auch bei internationalem Technologietransfer zu einer Rückverlagerung führen.

Außerdem kann bei beschränkter Substitutionalität und einem höheren Lohnsatz im Industrieland lokalisierter Hicks-neutraler technischer Fortschritt selbst dann die Wettbewerbsposition der Entwicklungsländer beeinträchtigen, wenn er in der arbeitsintensiven Industrie nicht schneller verläuft als in der kapitalintensiven. Bei gegebener Kapitalintensität (Kapitalbestand pro Arbeitskraft) liegen der Anteil der Arbeitskosten sowie die Stückkosten insgesamt im Industrieland höher als im Entwicklungsland. Die Differenz zwischen den dortigen Stückkosten und dem Marktpreis im Industrieland wird typischerweise abgedeckt durch höhere Transaktionskosten (vgl. auch Abschnitt C.III.3; als Beispiele für Kostenstrukturen vgl. für die Weltstahlindustrie Fischer et al. [1988, Schaubild. 2] und für die Textil- und Bekleidungsindustrie Lücke [1990, Schaubilder 1–3]). Bei einem gegebenen prozentualen Wachstum der Arbeitsproduktivität sinken also die Arbeitskosten und damit die gesamten Stückkosten im Industrieland stärker als im Entwicklungsland. Der komparative Vorteil des Entwicklungslandes — seine reichliche Ausstattung mit Arbeitskräften — kommt also immer weniger zum Tragen.

<sup>18</sup> Aus Platzgründen wird auf die recht komplizierte Herleitung verzichtet.

Im traditionellen Heckscher-Ohlin-Modell tritt dieser Effekt nicht auf, weil der Rückgang der Arbeitsnachfrage zu einem Sinken des Reallohnes und damit zur Substitution von Kapital durch Arbeit führt. Auch ohne Faktorsubstitution kann ein Rückgang des Reallohns im Entwicklungsland den Verlust an Wettbewerbsfähigkeit wenigstens zum Teil kompensieren. Es ist allerdings vermutet worden, daß die zugrundeliegende Vollbeschäftigungsannahme der Realität in den Entwicklungsländern nicht hinreichend nahekommt. Soweit dort dualistische Strukturen im traditionellen Sinne (etwa eine "moderne" Verarbeitende Industrie und ein "traditioneller" Agrarsektor mit Arbeitskräfteüberschuß; vgl. Lewis [1954]) oder anderweitige Faktormarktverzerrungen vorliegen, kann nicht ohne weiteres unterstellt werden, daß die Löhne flexibel auf einen Rückgang der Arbeitsnachfrage reagieren. Falls also ein Verlust an Wettbewerbsfähigkeit aufgrund technischen Fortschritts zu einer Erhöhung der Unterbeschäftigung führt und nicht durch Lohnsenkungen kompensiert wird, ist mit entsprechend stärkeren Auswirkungen auf die internationale Arbeitsteilung zu rechnen (etwa eine abnehmende Bedeutung verarbeiteter Exporte, wenn der arbeitssparende technische Fortschritt auf die Verarbeitende Industrie beschränkt bleibt). Selbst wenn es zu einem Lohnrückgang kommt, verschieben sich *ceteris paribus* doch — bei mehr als zwei Produkten — die Gewichte innerhalb der Gruppe der verarbeiteten Exporte hin zu solchen Gütern, die einen weniger arbeitskostenreduzierenden technischen Fortschritt zu verzeichnen haben. In der ökonometrischen Analyse in Kapitel E wird dieser Zusammenhang mittels der Variablen *RTF* und *RTFN* (vgl. a. Abschnitt C.1.2.b) zu erfassen versucht.

### III. Der Erklärungsbeitrag anderer außenhandelstheoretischer Modelle

Die empirische Relevanz der Heckscher-Ohlin-Theorie ist wegen ihrer starken Grundannahmen bezweifelt worden. Zwar haben empirische Untersuchungen inzwischen belegt, daß ein erheblicher Teil der internationalen Handelsströme durch das Zusammenspiel der Faktorausstattungen in den einzelnen Ländern und der Faktorintensitäten der jeweiligen Industrie erklärt werden kann (Abschnitt E.1.2). Dennoch wurden Erklärungsansätze für bestimmte Aspekte der Entwicklung der internationalen Handelsströme entwickelt, die nicht ohne weiteres im Sinne des einfachen Heckscher-Ohlin-Modells zu interpretieren sind (vgl. die Auflistung bei Gandolfo [1987, Kapitel 8]). Hier ist etwa der intraindustrielle Handel mit heterogenen Produkten zwischen Ländern mit vergleichbarem Entwicklungsstand zu nennen. Für die Fragestellung dieser Arbeit sind vor allem Beiträge von Belang, die den technischen Fortschritt als Bestimmungsgrund der Handelsstruktur und ihrer Änderungen im Zeitablauf explizit heranziehen. Im folgenden werden von den bei Gandolfo aufgeführten "neuen" Handelstheorien drei solche Ansätze im Hinblick auf ihren Erklärungsbeitrag zu dem Problem der technologiebedingten Rückverlagerung arbeitsintensiver Produktionen untersucht.

## 1. Produktzyklusmodell

Das Produktzyklusmodell des internationalen Handels<sup>19</sup> geht von der Beobachtung aus, daß zahlreiche neue Industriegüter zunächst von den technologisch führenden Ländern (etwa den Vereinigten Staaten), dann von weniger fortgeschrittenen Industrieländern (Europa) und schließlich von Entwicklungsländern produziert und exportiert wurden. Diese Abfolge kann mit einer zunehmenden Standardisierung der zugehörigen Produktionsprozesse erklärt werden. Während anfangs die Produktentwicklung sowie die Produktion selbst relativ viel Humankapital binden, sinkt im weiteren Verlauf die "Technologieintensität" zumindest in der Fertigung. Möglicherweise kann letztere auch von der weiteren Forschung und Entwicklung abgekoppelt werden. Dementsprechend verschieben sich die komparativen Vorteile bei der Fertigung des Gutes hin zu den weniger entwickelten Ländern. Soweit die zunehmende Standardisierung der Produktionstechnik als Abnahme der Humankapitalintensität der Produktion gedeutet werden kann, läßt sich der Produktzyklusansatz also in ein neoklassisches Modell integrieren.

Empirische Untersuchungen zeigen, daß der Produktzyklusansatz — streng definiert — nur einen kleinen Teil der in der Realität beobachteten Verschiebungen in den Außenhandelsstrukturen erklären kann [Battles, 1986; Forstner, 1984]. Für die jüngere Vergangenheit kommt hinzu, daß eine Reihe von Branchen durch eine steigende Zahl von Produkt- und Prozeßinnovationen sowie durch eine zunehmende Globalisierung der Produktion und des technischen Wissens gekennzeichnet sind. Unter diesen Bedingungen haben sich die Produktzyklen stark verkürzt, sofern sie überhaupt noch auftreten [Chen, 1991, S. 30 ff.]. Chen erkennt an ihrer Stelle "Technologiezyklen", die jeweils einen grundlegenden Strukturwandel in den betroffenen Branchen oder auch die Entstehung neuer Subsektoren zur Folge haben. Die Produzentenländer spezialisieren sich in den verschiedenen Industrien bzw. den jeweiligen Subsektoren entsprechend ihren jeweiligen Wettbewerbsvorteilen. Im Laufe der Zeit kann es nach Chen immer noch zu Produktionsverschiebungen im Sinne des Produktzyklusansatzes kommen; entscheidend sei aber der technologische Wandel.

Im Sinne des Heckscher-Ohlin-Modells können die von Chen beobachteten Technologiezyklen als Entstehung neuer bzw. Verschiebung bestehender Produktionsfunktionen gedeutet werden. Die Veränderungen in den Spezialisierungsmustern der einzelnen Produzentenländer erklären sich dann aus den jeweiligen Faktorausstattungen bzw. der jeweiligen technologischen Kompetenz. Hinsichtlich der empirischen Analyse in dieser Arbeit bleibt zu berücksichtigen, daß die Häufigkeit von Innovationen möglicherweise die "Technologieintensität" einer Industrie beeinflusst, ohne sich in den üblichen Indikatoren für die Humankapitalintensität oder deren Änderungen hinreichend niederzuschlagen. Daher wird in der ökonometrischen Untersuchung in Kapitel E der Erklärungsbeitrag der Innovationshäufigkeit gesondert geprüft.

<sup>19</sup> Der Ansatz geht auf Vernon [1966] zurück; eine formale Version findet sich in der neueren Literatur z.B. bei Grossman und Helpman [1991].

## 2. Technologielücke

Die Vorstellung einer "technologischen Lücke" zwischen Entwicklungs- und Industrieländern als Determinante der internationalen Arbeitsteilung ist von Krugman [1985] in einem ricardianisch inspirierten Modell formalisiert worden. Es werden viele Güter mittels eines Produktionsfaktors (Arbeit) hergestellt; die einzelnen Industrien weisen unterschiedliche Fortschrittsraten auf (gemessen an der Wachstumsrate der Arbeitsproduktivität). Es gibt ein technologisch führendes Land (gemessen am Niveau der Arbeitsproduktivität); die übrigen Länder folgen in der technologischen Entwicklung jeweils im Abstand einer bestimmten Zahl von Jahren. Das technologisch führende Land verfügt dann über einen komparativen Vorteil in den Industrien mit dem raschesten technischen Fortschritt; die komparativen Vorteile der übrigen Länder hängen analog vom Ausmaß der jeweiligen Technologielücke sowie den Fortschrittsraten der einzelnen Industrien ab. Die Volkseinkommen der einzelnen Länder hängen wesentlich vom Ausmaß des jeweiligen technologischen Vorsprungs bzw. Rückstands ab.

In diesem Modell kann es zu einer Rückverlagerung der Produktion bisher von Entwicklungsländern exportierter Güter kommen, wenn der technische Fortschritt sich in den entsprechenden Industrien beschleunigt und der Produktivitätsvorsprung der Industrieländer dementsprechend zunimmt (da die Entwicklungsländer jeweils eine bestimmte Anzahl von Jahren hinter dem technologischen Stand der Industrieländer "hinterherhinken"). Diese Schlußfolgerung stimmt überein mit dem modifizierten Heckscher-Ohlin-Modell, in dem technischer Fortschritt ohne internationalen Technologietransfer (d.h. bei zunehmendem technologischem Rückstand des Entwicklungslandes) ebenfalls die Wahrscheinlichkeit einer Rückverlagerung erhöht.<sup>20</sup> Da das Modell der Technologielücke allerdings von nur einem Produktionsfaktor ausgeht, kann es ansonsten zu der Rückverlagerungsdiskussion, die auf Substitutionsvorgänge zwischen Produktionsfaktoren abhebt, wenig beitragen. Inwieweit in der Realität eine zunehmende "Produktivitätslücke" zwischen Industrie- und Entwicklungsländern existiert, wird in Abschnitt D.II.2 überprüft.

## 3. Transaktionskosten und heterogene Güter

Bisher wurde unterstellt, daß die Spezialisierungsmuster im Außenhandel nur durch die Produktionskosten im engeren Sinne, nicht aber durch unterschiedliche Transaktionskosten seitens der Hersteller in Industrie- und Entwicklungsländern beeinflußt werden. Angesichts der umfangreichen Literatur über die Bedeutung der Transak-

<sup>20</sup> Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt das "Nord-Süd"-Modell von Flam und Helpman [1987] mit einem homogenen und einem vertikal (qualitativ) differenzierten Gut sowie einem Produktionsfaktor. Technischer Fortschritt bei der Produktion des heterogenen Gutes, der auf den Norden beschränkt bleibt, kann unter bestimmten Annahmen über die jeweiligen Einkommensverteilungen dazu führen, daß im Norden ein breiteres und im Süden ein engeres Spektrum von Qualitäten des heterogenen Gutes hergestellt wird [vgl. dazu im einzelnen Flam, Helpman, 1987, S. 818 f.].

tionskosten für die regionale Handelsstruktur [vgl. u.a. Amelung, 1990] bedarf diese Annahme einer genaueren Überprüfung. Unter die Transaktionskosten fallen die Informations- und Kommunikationskosten im weitesten Sinn, Kosten des Gütertransfers und Kosten des Kapitaltransfers [ibid., S. 5 ff.]. Dabei zählen zu den Kommunikationskosten insbesondere auch Aufwendungen für das Marketing, einschließlich der eventuell notwendigen Anpassung des Produktes an örtliche Gegebenheiten.

Viele Arten der Informations- und Kommunikationskosten sind in bezug auf den Umfang des Handels Fixkosten oder weisen zumindest einen degressiven Verlauf auf. Daher ist der Marktzugang in Industrieländern für Firmen aus Entwicklungsländern typischerweise mit erheblichen Kosten verbunden. Diese Kosten nehmen mit dem Grad der Produktdifferenzierung in der jeweiligen Industrie zu, sind also für standardisierte Produkte mit klar definierten und leicht überprüfbaren Eigenschaften am geringsten. Tharakan et al. [1978] haben dementsprechend gezeigt, daß die Marktdurchdringungsraten der Entwicklungsländer in Westeuropa (Benelux-Länder, Bundesrepublik Deutschland, Frankreich) Anfang der siebziger Jahre negativ mit der Werbungsintensität (Proxy für Produktdifferenzierung) und positiv mit dem Standardisierungsgrad der Produkte korreliert waren. Zu einem ganz ähnlichen Ergebnis kommt Forstner [1984].<sup>21</sup> Das Argument, daß zunehmende Standardisierung die Wettbewerbsvorteile der Entwicklungsländer stärkt, läßt sich also nicht nur wie im Produktzyklusmodell auf den Produktionsprozeß beziehen, sondern gilt auch für das Produkt selbst.

Inzwischen hat sich gezeigt, daß auch Hersteller von Konsumgütern in Entwicklungsländern die Markteintrittsbarrieren durch gezielte Zusammenarbeit mit Vermarktungsorganisationen in Industrieländern überwinden können [Wortzel, Wortzel, 1981]. In einer ersten Phase haben Importeure (etwa Einzelhandelsketten in den Vereinigten Staaten) häufig das Design der Produkte, die Qualitätskontrolle sowie das gesamte Marketing übernommen. Aufgrund der dabei erzielten Lerneffekte konnten die Firmen in Entwicklungsländern schrittweise weitere Funktionen übernehmen und dementsprechend ihren Wertschöpfungsanteil erhöhen (vgl. z.B. Lücke [1990, S. 118 ff.] bezüglich der Schuhindustrie in Süd-Brasilien). Dabei kann sich auch eine intraindustrielle Spezialisierung herausbilden, bei der die Entwicklungsländer Produktvarianten von niedriger bis mittlerer Qualität und die Industrieländer solche von hoher Qualität herstellen [Flam, Helpman, 1987]. Angesichts des großen Umfangs der Ausfuhren z.B. von Textilien und Bekleidung aus Entwicklungsländern in Industrieländer (vgl. Tabelle 2) kann vermutet werden, daß Produktdifferenzierung und daraus resultierende Marktzugangskosten heute als Handelshemmnis nur noch eine untergeordnete Rolle spielen und keinen wesentlichen Einfluß auf die Handelsstruktur mehr ausüben.

Der technische Fortschritt dürfte im allgemeinen zu einem Rückgang der Transaktionskosten führen. Beispiele sind etwa die Senkung von Transportkosten durch zunehmende Containerisierung sowie rascherer und billigerer internationaler Zahlungsverkehr. Insbesondere sind die Kosten der elektronischen Informationsübermittlung

<sup>21</sup> Umgekehrt war im gleichen Zeitraum die Intensität des intraindustriellen Handels zwischen OECD-Ländern negativ mit dem Standardisierungsgrad korreliert [Loetscher, Wolter, 1980].

deutlich gesunken, so daß die Integration geographisch getrennter Produktionsstätten und Versorgungswege immer kostengünstiger bewerkstelligt werden kann. Da Transaktionskosten grundsätzlich ein Handelshemmnis darstellen, dürfte ihr Rückgang zu einer Vertiefung der internationalen Arbeitsteilung — interindustriell ebenso wie intraindustriell — führen. Im übrigen bestimmt die Höhe der Transaktionskosten wohl vor allem das Ausmaß und die Regionalstruktur des Handels. Ein Einfluß auf die Spezialisierungsmuster ist nur zu erwarten, wenn die Streuung der mit dem Export der einzelnen Gütergruppen verbundenen Transaktionskosten im Ländervergleich sehr stark schwankt (etwa wenn die Preise für einzelne — nicht handelbare — Dienstleistungen in den verschiedenen Ländern stark voneinander abweichen). Da diese Hypothese mangels entsprechender Daten nicht überprüft werden kann, werden in dieser Arbeit die möglichen Auswirkungen der Transaktionskosten auf die Handelsstruktur nicht berücksichtigt.

In einzelnen Industrien haben verringerte Kommunikationskosten zusammen mit mikroelektronikinduzierten Prozeßinnovationen auch zu einem tiefgreifenden Strukturwandel geführt. Beispiele sind etwa "just in time"-Produktionssysteme in der Automobilindustrie und Organisationsformen auf der Basis von "quick response" in modeabhängigen Konsumgüterbranchen. Wegen der Kopplung mit neuen Organisationsformen kann in solchen Fällen geographische Marktnähe zu einem zusätzlichen Wettbewerbsfaktor werden (vgl. Abschnitt B.II.2). Da die wichtigsten Märkte in den Industrieländern liegen, können sich Verschiebungen in der Wettbewerbsfähigkeit zugunsten der Hersteller in Industrieländern oder innerhalb der Gruppe der Entwicklungsländer zugunsten von marktnahen Ländern ergeben (z.B. Mittelmeerländer in bezug auf Westeuropa und Mittelamerika in bezug auf die Vereinigten Staaten). Solche Auswirkungen des technischen Fortschritts können aber wegen ihres sektorspezifischen Charakters nur auf der Ebene von sehr detaillierten Fallstudien analysiert werden und bleiben deshalb in dieser Arbeit unberücksichtigt.

## **D. Voraussetzungen für eine technologisch bedingte Rückverlagerung arbeitsintensiver Produktionen: Eine empirische Überprüfung**

### **I. Barrieren für den internationalen Technologietransfer? Die Determinanten der internationalen Innovationsdiffusion**

In Kapitel C wurde gezeigt, daß eine Rückverlagerung arbeitsintensiver Produktionen in die Industrieländer in dem Maße wahrscheinlicher wird, wie der Technologietransfer von Industrie- zu Entwicklungsländern auf Hindernisse stößt und daher der Produktivitätsrückstand der Entwicklungsländer zunimmt. Der Technologietransfer kann in den verschiedensten Formen stattfinden, die sich z.B. nach dem Grad der aktiven Beteiligung von Ausländern und der Abwicklung über Märkte unterscheiden lassen [Fransman, 1986, S. 11]. Zumindest indirekt mit Marktpreisen bewertet sind (in der Reihenfolge abnehmender direkter Beteiligung von Ausländern) ausländische Direktinvestitionen, die Lieferung schlüsselfertiger Anlagen, Management-Verträge, Lizenzen und Käufe von Maschinen. Keinen Marktpreis weist der Wissenstransfer durch Erfahrungen beim Exportieren, bei der Imitation, Zeitschriftenauswertung und beim wissenschaftlichen Austausch auf (wenngleich natürlich Kosten anfallen). Diese unterschiedlichen Formen des Technologietransfers sind in einer Vielzahl von Fallstudien untersucht worden, deren Darstellung den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde (vgl. den Überblick bei Fransman [1986, S. 11 ff.]).

Seitens des Empfängerlandes setzt effizienter Technologietransfer "technologische Kompetenz" in dem Sinne voraus, daß die Wirtschaftssubjekte über die Fähigkeit verfügen, unter den weltweit angebotenen Techniken die den örtlichen Bedingungen am angemessensten auszuwählen, sie erfolgreich einzusetzen, eventuell notwendige Anpassungen vorzunehmen etc. [vgl. z.B. Vernon, 1989; Kakazu, 1990, S. 31]. Typische Indikatoren für die technologische Kompetenz der einzelnen Länder — wie die Anzahl der Arbeitskräfte in bestimmten Qualifikationsgruppen oder die Forschungs- und Entwicklungsausgaben [Lall, 1990] — sind eng mit dem wirtschaftlichen Entwicklungszustand, gemessen etwa am Pro-Kopf-Einkommen, korreliert (Tabelle A12). Daher ist es grundsätzlich denkbar, daß Entwicklungsländer mangels eigener technologischer Kompetenz — und trotz der vielfältigen Möglichkeiten des Technologietransfers — über einen längeren Zeitraum hin bestimmte neue Technologien nicht nutzen können. Diese Hypothese wird in diesem Abschnitt empirisch überprüft.

In der Realität sind Prozeßinnovationen typischerweise mit der Einführung neuartiger Kapitalgüter verbunden. Zumindest für die Textil- und Stahlindustrie existieren Informationen über die Diffusion mehrerer kapitalgebundener Innovationen sowohl in Industrie- als auch in Entwicklungsländern [vgl. Nabseth, Ray, 1978; Ray, 1984]. Deshalb konzentriert sich die quantitative Untersuchung in Abschnitt D.I.2 auf die Frage, ob diese Prozeßinnovationen, die auch unter den Faktorpreisrelationen der

Entwicklungsländer kostensenkend wirken, sich dort wesentlich langsamer oder später verbreitet haben als in Industrieländern.

Solche industriespezifischen Innovationen unterscheiden sich allerdings in bezug auf ihre Komplexität und damit möglicherweise auch Diffusionsbedingungen von vielen mikroelektronikinduzierten Neuerungen, die die Diskussion über die Rückverlagerungshypothese ausgelöst haben. Die wenigen verfügbaren Informationen über deren Verbreitung in Entwicklungsländern werden in Abschnitt D.I.3 diskutiert.

## 1. Diffusionsmodelle

Die Verbreitung einer technischen Neuerung innerhalb einer Industrie (Innovationsdiffusion) kann als dritte Stufe des Prozesses des technologischen Wandels aufgefaßt werden. An dessen Beginn steht eine Erfindung, die sich typischerweise in einem technisch funktionsfähigen Prototyp niederschlägt. Dieser Prototyp wird in einer zweiten Phase so weit verbessert, daß er der herkömmlichen Produktionstechnik wenigstens in Teilbereichen überlegen ist. Damit ist die wirtschaftliche Grundlage für die Diffusion der Innovation geschaffen (vgl. die ausführliche Literaturübersicht bei Stutzke [1987, S. 5–37] sowie Ray [1978, S. 4]).

Diese drei Phasen sind in der Realität nicht streng voneinander getrennt. Auch während der Diffusion einer Technologie kommt es häufig zu inkrementalen Verbesserungen, zur Ausweitung des möglichen Einsatzbereiches etc. [vgl. Davies, 1979, S. 49 ff.; Sahal, 1981, S. 79 ff.]. Gleichzeitig kann die Konkurrenz durch die neue Technik einen Anreiz zu Verbesserungen bei der herkömmlichen Produktionsweise schaffen. Die relative Rentabilität von traditioneller und neuer Technik variiert daher im Zeitablauf.

Bei den in der Literatur vorgefundenen Diffusionsmodellen lassen sich drei Ansätze unterscheiden (vgl. zum Folgenden insbesondere Silberberg et al. [1988, S. 1034 f.] sowie die dort angeführte Literatur). Modelle in früheren Arbeiten [z.B. Mansfield, 1968] unterstellen eine "epidemische" Verbreitung der Neuerung in Abhängigkeit von der erwarteten Rentabilität und der zunehmenden Verfügbarkeit von Informationen über die neue Technik; im Zeitablauf ergeben sich S-förmige Diffusionskurven, wobei der Anteil der tatsächlichen an den potentiellen Anwendern der Neuerung die abhängige Variable darstellt. Der Diffusionsprozeß wird also als Anpassung an ein neues langfristiges Gleichgewicht angesehen.

Empirische Studien haben allerdings gezeigt, daß neben der relativen Rentabilität der zur Verfügung stehenden Techniken die Diffusionsgeschwindigkeit auch von der Innovationsfähigkeit der einzelnen Unternehmen sowie von Unterschieden in der Unternehmensstrategie bestimmt wird [vgl. z.B. Nasbeth, Ray, 1978; Sahal, 1981; Karlsson, 1986; Levin et al., 1987; Tsur et al., 1990]. Hinsichtlich länderspezifischer Unterschiede, die den Schwerpunkt dieser Untersuchung bilden, wurden in Fallstudien zahlreiche "technologische und institutionelle" Faktoren [Davies, 1979, S. 25 ff.; vgl. auch Ripken, 1981, insbesondere S. 296 f.] herausgearbeitet, ohne daß allerdings grundsätzliche Schlußfolgerungen hinsichtlich der Bedeutung des wirtschaftlichen Entwicklungsstandes im allgemeinen gezogen werden konnten, die im Mittelpunkt dieses Abschnitts steht.

Diese empirischen Ergebnisse sowie die stark vereinfachenden Annahmen des epidemischen Diffusionsmodells führten zur Entwicklung von Modellen, die den Diffusionsprozeß als eine Abfolge von Gleichgewichtssituationen beschreiben, die durch die Charakteristika der technischen Neuerung sowie des wirtschaftlichen Umfelds bestimmt sind [z.B. Davies, 1979, S. 60 ff.]. Diese Modelle berücksichtigen Unterschiede zwischen den potentiellen Nutzern, die Angebotsentscheidungen der Firmen, die die Innovationen produzieren, sowie die Bedeutung der Marktstrukturen auf den Märkten für Innovationen und Enderzeugnisse. Allerdings werden die Modelle häufig nur in bezug auf die Existenz und die Eigenschaften der Gleichgewichte analysiert, ohne den Anpassungsprozeß als solchen zu betrachten [Silberberg et al., 1988, S. 1035]. Informationskosten bleiben unberücksichtigt, und die zur Auswahl stehenden Techniken sind jeweils durch bestimmte Eigenschaften der verwendeten Inputs vollständig beschrieben.

Die dritte Gruppe von Diffusionsmodellen sieht die Verbreitung einer technischen Neuerung explizit als evolutionären Prozeß unter den Bedingungen von Unsicherheit, begrenzter Rationalität und Endogenität der Marktstrukturen (so z.B. Silberberg et al., [1988] und — in systemanalytischer Formulierung — Homer [1987]).<sup>22</sup> Bei Simulationsrechnungen führen diese recht aufwendigen Modelle allerdings vielfach ebenso wie die Gleichgewichtsmodelle [z.B. Davies, 1979] und das epidemische Modell zu einfachen S-förmigen Diffusionskurven: Nach einer Startphase mit einem langsamen Wachstum des Anteils der tatsächlichen an den potentiellen Anwendern der neuen Technik steigt dieser Anteil in der Expansionsphase rasch an, um sich gegen Ende des Diffusionsprozesses langsam der Sättigungsgrenze zu nähern.

Für die empirische Analyse in dieser Arbeit kommt es darauf an, den Diffusionsprozeß möglichst genau zu beschreiben und Unterschiede in den relevanten Funktionsparametern zwischen Entwicklungs- und Industrieländern zu identifizieren. Als Ausgangspunkt hierfür eignen sich S-förmige Diffusionskurven, da sie nicht an eine bestimmte Modellspezifikation gebunden sind. Bei der Schätzung der Funktionsparameter können Hypothesen über die Determinanten des Innovationsverhaltens der betrachteten Wirtschaftseinheiten in der Form eines "variable coefficient model" getestet werden [z.B. Mansfield, 1968, S. 181].

Der Anteil der tatsächlichen an den potentiellen Verwendern einer neuen Technologie (Adoptionsrate) wird häufig auf die Gesamtkapazität einer Industrie bezogen [Sahal, 1981, S. 91 f.]. Bei einem Ländervergleich wie in dieser Arbeit stellt sich allerdings das Problem, daß dieser Wert von den Bruttoinvestitionen der jeweiligen Branche relativ zur vorhandenen Kapazität abhängt. Zum Beispiel wird *ceteris paribus* eine schrumpfende Industrie mit negativen Netto- und geringen Ersatzinvestitionen einen niedrigeren Anteil neuer Technik aufweisen als eine wachsende Industrie mit

<sup>22</sup> Auf die Bedeutung der Erwartungen über den künftigen technischen Fortschritt für das aktuelle Adoptionsverhalten weist bereits Rosenberg [1976] hin. Die Erwartung eines raschen technischen Wandels kann z.B. zu einer abwartenden Haltung bei der Anwendung neuer Techniken zum gegenwärtigen Zeitpunkt führen, um größere Investitionen in eine vielleicht schon in Kürze obsoleete Technik zu vermeiden.

positiven Nettoinvestitionen zusätzlich zum Ersatzbedarf.<sup>23</sup> Soweit Daten über den Anteil der neuen Technik an den jährlichen Bruttoinvestitionen einer Branche vorliegen, können diese zusätzlich als zu erklärende Variable in die Untersuchung einbezogen werden [vgl. Sahal, 1981, S. 91, Fallstudien 2 und 3]. Selbst wenn die Investitionen im Verhältnis zur Kapazität aufgrund länderspezifischer Faktoren unterschiedlich ausfallen, so dürfte doch der Anteil neuer Techniken an der jeweils neu geschaffenen Produktionskapazität nur von technologiebezogenen Ländermerkmalen sowie der relativen Rentabilität der alternativen Techniken abhängen [vgl. Antonelli et al., 1989]. Häufig fehlen allerdings Daten über den Anteil der verschiedenen Techniken an den Bruttoinvestitionen, so daß auf die einfachen Bestandsdaten zurückgegriffen werden muß.<sup>24</sup>

Zusätzliche Probleme treten bei der Analyse der Diffusion von Basisinnovationen auf, die nach und nach in mehreren Industrien Anwendung finden. Dazu zählen insbesondere mikroelektronikinduzierte Innovationen wie "computer-aided design" (CAD) und numerisch gesteuerte Maschinen (insbesondere Roboter). Die mit der interindustriellen Diffusion zusammenhängenden Fragen werden in Abschnitt D.I.3 diskutiert.

## 2. Industriespezifische Prozeßinnovationen

### a. Schätzgleichungen

Ziel der empirischen Analyse ist die Schätzung von Diffusionskurven für einzelne Länder, deren Unterschiede in einem zweiten Schritt durch Ländermerkmale erklärt werden sollen. In der Literatur besteht wenig Einigkeit über die Wahl der Funktionsform für die Diffusionskurve. So fordert Davies [1979, S. 67 ff.] die Verwendung unterschiedlicher Kurvenverläufe je nach Investitionstyp, während Antonelli [1986] eine eher indifferente Position einnimmt. Deshalb werden in diesem Abschnitt die in der Literatur gebräuchlichen Funktionsformen mit S-förmigem Kurvenverlauf auf ihre Verwendbarkeit in dieser Untersuchung hin überprüft.

Als charakteristische Merkmale des Diffusionsprozesses einer Innovation kommen in Frage der Zeitpunkt der erstmaligen Einführung, die Diffusionsgeschwindigkeit sowie die Sättigungsgrenze, falls diese weniger als 100 vH beträgt. Bei der allgemeinen Form der logistischen Funktion können diese drei Größen unmittelbar an den Parametern abgelesen werden:

$$[D.1] \quad P_t = a / (1 + \exp(b - cT))$$

<sup>23</sup> Denkbar ist natürlich auch, daß in einer schrumpfenden Industrie umfangreiche Ersatzinvestitionen in neue Produktionstechnik vorgenommen werden, um die Stückkosten zu senken und so die Wettbewerbsposition zu stärken.

<sup>24</sup> Ohne genaue Informationen über das Verhältnis von Ersatz- zu Neuinvestitionen lassen sich die entsprechenden Informationen im übrigen auch nicht aus den Bestandsdaten ableiten.

Die abhängige Variable  $P_t$  ist der Anteil der neuen Technik an der Produktionskapazität; dies ermöglicht einen direkten Vergleich zwischen verschiedenen Produzentenländern.<sup>25</sup> Unter den Funktionsparametern gibt  $a$  die Sättigungsgrenze an,  $b$  bestimmt den Zeitpunkt der ersten Anwendung und  $c$  die Adoptionsgeschwindigkeit [Stutzke, 1987, S. 76 ff.]. Diese Funktion ist nichtlinear in Variablen und Parametern und muß mit einem entsprechenden Verfahren geschätzt werden. Sie weist den Vorteil auf, daß die Parameter unmittelbar ökonomisch interpretierbar und unabhängig von der Wahl von  $T = 0$  sind.

Falls die Sättigungsgrenze für die Innovation gleich 100 vH gesetzt werden kann, vereinfacht sich die Formel für die logistische Funktion zu

$$[D.2] \quad P_t = 1 / (1 + \exp(b - cT))$$

bzw. logarithmiert und dadurch linear in (transformierten) Variablen und Parametern

$$[D.3] \quad \ln(P_t / (1 - P_t)) = \text{LOGIT}(P_t) = -b + cT.$$

Bei der empirischen Arbeit empfiehlt sich die Festsetzung einer Sättigungsgrenze insbesondere dann, wenn die vorhandenen Daten nur die "Startphase" und den Beginn der "Expansionsphase" der Innovationsdiffusion abdecken. Schätzungen mit freier Sättigungsgrenze führen dann häufig zu unplausiblen Ergebnissen.

Eine in der Literatur verwendete Schätzgleichung ohne feste Sättigungsgrenze, die mit einem linearen Verfahren geschätzt werden kann, ist die reziproke Transformation der Exponentialfunktion:

$$[D.4] \quad P_t = \exp(a - b/T)$$

bzw. in logarithmischer Schreibweise

$$[D.5] \quad \ln P_t = a - b/T$$

Die Funktion ist für  $T = 0$  nicht definiert; für  $T \rightarrow 0$  geht aber auch die abhängige Variable gegen 0. Daher kann gesetzt werden:

$$[D.6] \quad P_t(0) = 0$$

Es liegt nahe, für  $T = 0$  das Jahr vor der erstmaligen Anwendung der Innovation zu wählen. Der Wendepunkt der Funktion liegt bei  $(-b/2)$ , der Sättigungsgrad bei  $\exp(a)$  [Johnston, 1982, S. 53]. Die Anwendung dieser Funktionsform auf die hier zu analysierenden Daten (vgl. den folgenden Abschnitt D.1.2.b) führte allerdings häufig zu unplausiblen Ergebnissen (etwa Sättigungsgrenzen weit oberhalb von 100 vH).<sup>26</sup> Als weiterer Nachteil fällt die Abhängigkeit des Kurvenverlaufs von der Wahl des Zeit-

<sup>25</sup> Grundsätzlich kann aber auch eine absolute Zahl (z.B. Bestand des neuen Produktes) eingesetzt werden [vgl. Stutzke, 1987, S. 101 ff.].

<sup>26</sup> Die von Antonelli [1986] errechneten plausiblen Werte konnten im übrigen nicht nachvollzogen werden.

punkts  $T = 0$  ins Gewicht, der für alle Untersuchungsländer einheitlich definiert sein muß. Daher wird diese Funktionsform im Rahmen dieser Arbeit nicht berücksichtigt.

Neben diesen Funktionsformen sind Diffusionskurven auch auf der Grundlage der einfachen sowie der logarithmischen Normalverteilung geschätzt worden. Laut Davies [1979, S. 92 ff.] folgt die Diffusion "einfacher" Innovationen der (unsymmetrischen) Verteilungsfunktion der logarithmischen Normalverteilung, bei der zu Beginn des Diffusionsprozesses der Anteil der neuen Technik relativ schnell ansteigt. Die Diffusion "komplexer" Innovationen läßt sich demgegenüber besser mit Hilfe der (symmetrischen) kumulativen Verteilungsfunktion der Normalverteilung abbilden, bei der erst nach einer längeren Startphase mit langsamem Wachstum des Anteils der neuen Technik eine raschere Expansion folgt [Davies, 1979, S. 105, Abb. 5.1].

Beide Funktionen sind nach Transformation linear in Parametern und Variablen und bedürfen der Vorgabe einer Sättigungsgrenze. Anstelle des Anteils der neuen Technik an der Gesamtkapazität ( $P_t$ ) wird als abhängige Variable das zugehörige Quantil der Standardnormalverteilung (PROBIT) verwendet:

$$[D.7] \quad \text{PROBIT}(P_t) = a + b \ln T$$

für die lognormale Verteilungsfunktion ( $T = 0$  muß vorgegeben werden) sowie

$$[D.8] \quad \text{PROBIT}(P_t) = a + bT$$

für die einfache normale Verteilungsfunktion.

Als Nachteil der lognormalen Verteilungskurve fällt wiederum ihre Bindung an die Wahl des Zeitpunktes für  $T = 0$  (für alle Untersuchungsländer einheitlich) ins Gewicht. Damit ist sie für diese Untersuchung nicht geeignet. Die normale Verteilungskurve unterscheidet sich in ihren Eigenschaften nicht grundlegend von der LOGIT-Funktion, so daß sich die empirische Analyse wegen des geringeren Rechenaufwandes auf die letztere beschränken kann.

In dieser Untersuchung besteht der erste Analyseschritt prinzipiell darin, für jedes Land aus Zeitreihendaten eine Diffusionskurve zu schätzen. Im zweiten Schritt sind die unterschiedlichen Kurvenverläufe durch Ländermerkmale zu erklären, die die Fähigkeit zur Anwendung von Innovationen widerspiegeln (etwa das reale Pro-Kopf-Einkommen). In Gleichungsform lautet die erste Stufe des Schätzansatzes (länderspezifische Diffusionskurve) allgemein formuliert:

$$[D.9] \quad X_{k,t} = a_k + b_k T \quad k = 1, \dots, K$$

Die Parameter  $a_k$  und  $b_k$  werden in der zweiten Stufe erklärt als lineare Funktion des Ländermerkmals  $Y_k$ :

$$[D.10] \quad a_k = \alpha_1 + \beta_1 Y_k$$

$$[D.11] \quad b_k = \alpha_2 + \beta_2 Y_k$$

[D.9], [D.10] und [D.11] lassen sich in einer Schätzgleichung zusammenfassen [vgl. Balassa, Bauwens, 1988, S. 35 f.]:

$$[D.12] \quad X_{k,t} = \alpha_1 + \beta_1 Y_k + \alpha_2 T + \beta_2 Y_k T$$

Um den Rechenaufwand überschaubar zu halten, wird die nachfolgende empirische Analyse auf der Grundlage von [D.12] vorgenommen. Bei der Wahl des Schätzverfahrens ist zu berücksichtigen, daß die abhängigen Variablen der zweiten Stufe des Schätzverfahrens ( $a_k$  und  $b_k$ ) selbst Zufallsvariablen sind und daher in [D.10] und [D.11] mit heteroskedastischen Residuen zu rechnen ist.<sup>27</sup> Die in der Literatur vorgestellten "exakten" Schätzverfahren für solche "random coefficient"-Modelle basieren typischerweise auf recht restriktiven Annahmen über die Verteilung der Residuen in [D.9], [D.10] und [D.11]. So werden etwa Autokorrelation und Heteroskedastizität der Residuen für die Einzelgleichungen ausgeschlossen [vgl. Amemiya, 1978, sowie Balassa, Bauwens, 1988, S. 56 ff.]. Insbesondere die erste Annahme ist hier problematisch, da die S-förmige Diffusionskurve eine stark vereinfachte Modellspezifikation mit der möglichen Konsequenz autokorrelierter Residuen darstellt. Da allerdings die verfügbaren Schätzverfahren die gleichzeitige Berücksichtigung von Autokorrelation und Heteroskedastizität nicht zulassen, wird im folgenden für die Schätzung von [D.12] die Methode der kleinsten Quadrate mit Korrektur der Standardabweichungen für Heteroskedastizität unbekannter Form gewählt.

#### b. *Der empirische Befund*

##### α. *Offenend-Spinnverfahren und schützenlose Webstühle in der Textilindustrie*

Hierbei handelt es sich um grundlegende technische Neuerungen in den beiden Kernprozessen in der Textilindustrie (Spinnen von Garnen aus natürlichen oder künstlichen Fasern sowie Weben von Stoffen; zu den technischen Einzelheiten vgl. z.B. Toyne et al. [1984, S. 37 ff.]). Die Anwendbarkeit sowohl des Offenend-Spinnverfahrens als auch der schützenlosen Webstühle konnte im Laufe der Jahre auf die Herstellung immer weiterer Garn- bzw. Stoffqualitäten ausgedehnt werden [Ripken, 1981, S. 252 ff.]. In beiden Fällen wird die Arbeitsgeschwindigkeit der Maschinen deutlich gesteigert; die Anwendung der Neuerungen ist weitgehend unabhängig von den Faktorpreisrelationen in den einzelnen Produzentenländern kostenmindernd.

Heute weisen unter den neubeschafften Webstühlen die konventionellen Bauformen weltweit nur noch einen sehr geringen Anteil auf (vgl. Tabelle A1). Daher wird bei der Schätzung der Diffusionskurve eine Sättigungsgrenze von 100 vH unterstellt. Bei Offenend-Rotoren ist die Ausweitung des Anwendungsbereichs noch nicht abgeschlossen; dementsprechend beträgt die Sättigungsgrenze je nach Produktionsprogramm deutlich weniger als 100 vH [vgl. Ripken, 1981, S. 156 ff.]. Schätzungen von Funktionsformen mit flexibler Sättigungsgrenze für einzelne Länder führten aber viel-

<sup>27</sup> In [D.9] bis [D.12] ist für die ökonometrische Schätzung jeweils der Residualterm zu ergänzen.

fach zu unplausiblen Ergebnissen (etwa Sättigungsgrenzen über 100 vH). Außerdem liegt zumindest in einigen Produzentenländern der Anteil dieser neuen Technologie an den Bruttoinvestitionen der Branche heute schon sehr hoch. Daher wird auch bei Offenend-Rotoren eine Sättigungsgrenze von 100 vH unterstellt.

Die Qualität der vorliegenden Daten für die einzelnen Länder ist unterschiedlich und zum Teil dürftig. Die Zeitreihen über die Zusammensetzung der Neuzugänge von Maschinen (vgl. Tabelle A1) sind für Längsschnittuntersuchungen entsprechend Gleichung [D.12] zu kurz. Daher beschränkt sich die ökonometrische Analyse auf einfache Querschnittsregressionen mit den Jahresdurchschnitten 1978/79 bzw. 1987/88 als abhängiger und dem wirtschaftlichen Entwicklungsstand der Produzentenländer (gemessen am realen Bruttoinlandsprodukt pro Kopf in internationalen Preisen) als unabhängiger Variabler (Tabelle 7). Demnach hat der wirtschaftliche Entwicklungsstand einen mäßigen Einfluß auf die Anwendung der beiden Innovationen (gemessen an den durchweg geringen korrigierten Bestimmtheitsmaßen  $\bar{R}^2$ ): Nach den einfachen linearen Schätzungen stieg die Anwendungsrate bei einem um 1000 US-\$ höheren Pro-Kopf-Einkommen (in internationalen Preisen von 1980) um 3 Prozentpunkte im Fall der Offenend-Rotoren und um 4 bis 7 Prozentpunkte im Fall der schützenlosen Webstühle. Die Bestimmtheitsmaße nehmen auch dann nur teilweise zu, wenn statt der einfachen linearen Beziehung ein logistischer Zusammenhang mit der Sättigungsgrenze 100 vH unterstellt wurde (bei niedrigem Pro-Kopf-Einkommen eine geringe Anwendungsrate und kleine Zuwächse; bei mittlerem Einkommen deutliche Zuwächse; bei hohem Einkommen wiederum geringe Zuwächse auf hohem Niveau).

Der Vorteil der Daten über die Zusammensetzung neu installierter Kapazitäten liegt darin, daß sie von dem Investitionsverhalten in den einzelnen Produzentenländern unabhängig sind. Wegen der Kürze der Zeitreihen eignen sie sich allerdings nicht für Längsschnittuntersuchungen, so daß zwischen dem Einfluß des wirtschaftlichen Entwicklungsniveaus auf den Zeitpunkt des Beginns und auf die Geschwindigkeit des Diffusionsprozesses nicht unterschieden werden kann. Dies ermöglichen nur die Daten über die Zusammensetzung der gesamten installierten Kapazitäten (Tabellen A2 und A3). Die Regressionsergebnisse (Tabelle 8) sprechen auch hier für einen Zusammenhang zwischen den Anwendungsraten für die beiden Innovationen und dem wirtschaftlichen Entwicklungsstand. Allerdings zeigt der Vergleich der Signifikanzniveaus der Koeffizienten zu den Variablen  $RGDP1$  (analog zu  $\beta_1$  in Gleichung [D.12]) und  $RGDP1 \cdot T$  (analog zu  $\beta_2$ ), daß (in der Formulierung von Gleichung [D.2]) zwar der Parameter  $b$ , nicht aber der Parameter  $c$  einkommensabhängig ist. Offenbar haben also die Innovationsprozesse in reicheren Ländern früher begonnen als in ärmeren, die Diffusionsgeschwindigkeit innerhalb der einzelnen Länder wird aber nicht signifikant durch das Einkommensniveau beeinflusst.<sup>28</sup>

<sup>28</sup> Die relativ niedrigen korrigierten Determinationskoeffizienten verdeutlichen, daß neben dem wirtschaftlichen Entwicklungsstand vielfältige länderspezifische Faktoren die Innovationsdiffusion beeinflussen. Durch die Einbeziehung einer Dummy-Variable für jedes Untersuchungsland könnten zwar die Koeffizienten  $b$  und  $c$  für die einzelnen Länder genauer bestimmt werden; die Koeffizienten zu  $RGDP1$  und  $RGDP1 \cdot T$  wären dann aber von der Spezifikation der Matrix der Dummy-Variablen abhängig und daher nicht mehr aussage-

Tabelle 7 — Determinanten der internationalen Innovationsdiffusion in der Textilindustrie — Regressionsergebnisse für die neuinstallierten Kapazitäten 1978/79 und 1987/88

Abhängige Variable (Funktionsform/ Schätzverfahren)	Erklärende Variablen		Teststatistiken		
	Konstante	Reales Pro-Kopf- Einkommen 1985 <sup>a</sup>	<i>F</i>	$\bar{R}^2$	Anzahl der Beobach- tungen
Anteil der Offenend-Rotoren an Spinnereikapazität 1978/79 (einfach linear) (Logit/gewichtete kleinste Quadrate) <sup>c</sup>	0,19**	0,000032** <sup>b</sup>	6,32**	0,11	42
	-1,60***	0,00011** <sup>b</sup>	6,14**	0,11	42
Anteil der Offenend-Rotoren an Spinnereikapazität 1987/88 (einfach linear) (Logit/gewichtete kleinste Quadrate) <sup>c</sup>	0,29**	0,000030**	6,75**	0,11	48
	-1,75***	0,00019***	21,78***	0,31	48
Anteil der schützenlosen Webstühle an Webereikapazität 1978/79 (einfach linear) (Logit/gewichtete kleinste Quadrate) <sup>c</sup>	0,24***	0,000071*** <sup>b</sup>	43,38***	0,46	56
	-1,06***	0,00020*** <sup>b</sup>	16,38***	0,22	56
Anteil der schützenlosen Webstühle an Webereikapazität 1987/88 (einfach linear) (Logit/gewichtete kleinste Quadrate) <sup>c</sup>	0,66***	0,000035***	15,61***	0,26	43
	-1,26***	0,00039***	36,04***	0,45	43

\*\*\*(\*\*;\*) Signifikant von 0 verschieden (zweiseitiger *t*-Test) auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$  (0,05; 0,10).  
<sup>a</sup>In internationalen Preisen von 1980 (*RGDP1*; vgl. Heston, Summers [1988]). — <sup>b</sup>Durchschnitt für 1978 und 1979. — <sup>c</sup>Teststatistiken berechnet auf der Grundlage der gewichteten Residuen.

Quelle: Tabelle A1; eigene Berechnungen mit den Programmpaketen SPSS-X Release 3.1 und TSP Version 4.1B.

kräftig. Mit anderen Worten: Die Zuordnung von (hier)  $n-2$  Dummy-Variablen (wegen der Einbeziehung der Konstante und einer länderspezifischen Variable: *RGDP1*) auf  $n$  Untersuchungsländer ist zwangsläufig willkürlich und beeinflusst die Schätzung der übrigen Koeffizienten. Dies gilt für "shift dummies" ebenso wie für "slope dummies."

Tabelle 8 — Determinanten der internationalen Innovationsdiffusion in der Textilindustrie — Regressionsergebnisse für ausgewählte Länder 1974–1987

Abhängige Variable (Funktionsform/ Schätzverfahren)	Erklärende Variablen				Teststatistiken		
	Konstante	Reales Pro- Kopf-Ein- kommen ( <i>RGDP1</i> ) <sup>a</sup> 1985	<i>T</i> ( <i>T</i> =0 $\Delta$ 1970)	<i>T</i> * <i>RGDP1</i>	<i>F</i>	$\bar{R}^2$	Anzahl der Beobach- tungen
Anteil der Offenend- Rotoren an der Spinnereikapazität (Logit) <sup>b</sup>	-5,96***	0,00022***	0,16***	-0,0000011	164,89***	0,43	655
Anteil schützenloser Webstühle an der Webereikapazität (Logit) <sup>b</sup>	-4,56***	0,00012***	0,14***	0,0000055	153,21***	0,44	594

\*\*\*(\*\*,\*) Signifikant von 0 verschieden (zweiseitiger *t*-Test) auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$  (0,05; 0,10).

<sup>a</sup>In internationalen Preisen von 1980 [vgl. Heston, Summers, 1988]. — <sup>b</sup>Kleinste Quadrate mit Korrektur der Standardabweichungen der Koeffizienten der Heteroskedastizität unbekannter Form.

Quelle: Tabellen A1, A2, A3; eigene Berechnungen mit dem Programmpaket TSP Version 4.1B.

Welche Bedeutung der Verzögerung beim Beginn der Innovationsdiffusion für die Wettbewerbsposition der Entwicklungsländer zukommt, hängt nicht zuletzt von dem Ausmaß des Rückstands ab. Aufgrund der geschätzten Koeffizienten kann berechnet werden, wieviele Jahre Rückstand eine bestimmte Einkommensdifferenz nach sich zieht. Es seien  $X_1$  und  $X_2$  für zwei Länder die logistischen Diffusionskurven (vgl. Gleichung [D.2]), die sich nur in dem Parameter  $b$  unterscheiden ( $b_2 = b_1 + b'$ ). Der horizontale Abstand der Kurven ergibt sich aus

$$[D.13] \quad X_1 = 1/(1 + \exp(b - cT_1)) \stackrel{!}{=} 1/(1 + \exp(b + b' - cT_2)) = X_2$$

$$[D.14] \quad T_2 = b'/c + T_1.$$

Land 2 erreicht jeden Wert für die Anwendungsrate also ( $b'/c$ ) Jahre später als Land 1.

Bei den Offenend-Rotoren beträgt die Verzögerung 1,4 Jahre (0,22/0,16) für je 1000 US-\$ Differenz beim Pro-Kopf-Einkommen, bei den schützenlosen Webstühlen 0,9 Jahre (0,12/0,14). Da die Offenend-Spinnentechnologie weniger ausgereift ist als die der schützenlosen Webstühle, kann die längere Verzögerung bei der Einführung der Rotoren zum Teil als Ergebnis eines Entscheidungskalküls bezüglich Kosten und Nutzen der jeweiligen Innovation unter den Produktionsbedingungen ärmerer Länder interpretiert werden. Allerdings bleibt selbst bei einem Einkommensunterschied von z.B. 10000 US-\$ (wie zwischen den Vereinigten Staaten und Ägypten; vgl. Tabelle A1) die Verzögerung beim Einsatz schützenloser Webstühle rechnerisch noch kürzer als ein Jahrzehnt. Eine solche Einkommensdifferenz markiert ein dramatisches Entwicklungsgefälle: Das reale Pro-Kopf-Einkommen liegt in diesem Fall im Industrieland etwa zehnmal so hoch wie im Entwicklungsland. Rechnerisch müßte das Pro-Kopf-Einkommen im Entwicklungsland mehr als 47 Jahre lang mit einer Rate von z.B. jährlich 5 vH wachsen, um das heutige Niveau des Industrielandes zu erreichen. Wenn demgegenüber der Rückstand bei der Anwendung von Innovationen sich in der Größenordnung von einem Jahrzehnt bewegt, so stellt dies einen relativ überschaubaren Zeitraum dar.

Hinsichtlich möglicher Barrieren für den internationalen Technologietransfer und einer daraus resultierenden Produktivitätslücke bestätigen die Regressionsergebnisse zunächst einmal die Beobachtung, daß die Industrieländer im Durchschnitt zu jedem Zeitpunkt eine modernere Produktionstechnik verwenden als die Entwicklungsländer. Für eine Rückverlagerung von Industrien aus Entwicklungsländern kommt es aber nicht auf den Niveauvergleich an, sondern darauf, ob die Produktivitätslücke im Zeitablauf zunimmt. Da die Diffusionsgeschwindigkeit innerhalb der Entwicklungsländer nicht signifikant von derjenigen in den Industrieländern abweicht, sprechen die vorliegenden Regressionsergebnisse gegen diese Vermutung. Inwieweit diese Schlußfolgerung verallgemeinert werden kann, soll zunächst die Analyse der Innovationsdiffusion in der Welt-Stahlindustrie im folgenden Abschnitt zeigen.

#### β. Sauerstoffblasverfahren und Strangguß in der Stahlindustrie

Seit dem 2. Weltkrieg haben das Sauerstoffblasverfahren und Elektrostahlöfen zusammen sämtliche anderen Methoden der Stahlerzeugung — außer in Osteuropa und

einzelnen Entwicklungsländern — praktisch verdrängt. Dabei kommt das Elektrostaahlverfahren vor allem in relativ kleinen Werken zum Einsatz, die eine begrenzte Zahl von Profilstaahlerzeugnissen herstellen; es erfordert beim Rohmaterial u.a. einen sehr hohen Schrottanteil. Das Sauerstoffblasverfahren wird demgegenüber ebenso wie die traditionellen Verfahren (z.B. Siemens-Martin-Öfen) in mittleren bis großen Staahlwerken für schwere Profil- sowie Flachstähle angewandt (zu den technischen Einzelheiten vgl. z.B. Fischer et al. [1988, S. 213 ff.]). Da die Produktionsbedingungen für Elektrostaahlwerke sich grundlegend von denen der übrigen Verfahren unterscheiden, steht das Elektrostaahlverfahren nicht in unmittelbarer Konkurrenz zu den übrigen Techniken. Seine Diffusion (gemessen am Anteil an der gesamten Staahlproduktion) folgt in vielen Produzentenländern auch nicht dem in dieser Untersuchung zugrunde gelegten S-förmigen Kurvenverlauf. Regressionen auf der Basis von Funktionsformen mit flexibler Sättigungsgrenze führten zu dem Ergebnis, daß der wirtschaftliche Entwicklungsstand auf die Anwendung des Elektrostaahlverfahrens in den einzelnen Produzentenländern nur einen ganz untergeordneten Einfluß hatte. Dieses Ergebnis ist durch die Sonderfaktoren wie die Rohstoffabhängigkeit hinreichend erklärt. Da das Sauerstoffblasverfahren unmittelbar nur in Konkurrenz zu den traditionellen Techniken steht, wird auch die entsprechende Diffusionskurve in bezug auf den Anteil an der Nicht-Elektrostaahl-Produktion geschätzt (mit einer Sättigungsgrenze von 100 vH; vgl. Tabelle A4).

Während das Sauerstoffblasverfahren sich auf die Staahlherstellung bezieht, modifiziert das Stranggußverfahren die Form der Weiterverarbeitung des flüssigen Rohstaahls. Früher wurde er in Formen gegossen und nach Abkühlen in Walzwerken zu Halbzeug gewalzt. Das Stranggußverfahren ermöglicht es nun, den heißen Staahl unmittelbar zu Halbzeug zu gießen, mithin die erste Stufe der Weiterverarbeitung zu überspringen. Wegen dieses kapitalsparenden Effektes führt das Stranggußverfahren in der Sprache des Modells des lokalisierten technischen Fortschritts (vgl. Abschnitt C.II.2.b) zu einer deutlichen Effizienzverbesserung; sein Einsatz ist weitgehend unabhängig von den örtlichen Faktorpreisrelationen kostenmindernd. Die Sättigungsgrenze für das Stranggußverfahren liegt bei 100 vH (vgl. Tabelle A5).

Die Schätzergebnisse für die Diffusion der beiden Innovationen sind in Tabelle 9 zusammengefaßt. Der Zeitpunkt der Einführung des Stranggußverfahrens war offenbar weniger vom Entwicklungsstand der einzelnen Länder abhängig (Verzögerung von 0,5 Jahren je 1000 US-Dollar Einkommensdifferenz) als beim Sauerstoffblasverfahren (Verzögerung von 0,9 Jahren). Die Diffusionsgeschwindigkeit hing jeweils nicht signifikant vom Einkommensniveau ab. Diese Ergebnisse entsprechen jenen für die Textilindustrie und deuten wiederum darauf hin, daß zwar zwischen Industrie- und Entwicklungsländern eine Produktivitätslücke besteht, diese aber im Laufe der Zeit nicht zunimmt.

Tabelle 9 — Determinanten der internationalen Innovationsdiffusion in der Stahlindustrie — Regressionsergebnisse für ausgewählte Länder 1955–1988

Abhängige Variable (Funktionsform/ Schätzverfahren)	Erklärende Variablen				Teststatistiken		
	Konstante	Reales Pro- Kopf-Ein- kommen (RGDP1) <sup>a</sup> 1985	<i>T</i>	<i>T</i> *RGDP1	<i>F</i>	$\bar{R}^2$	Anzahl der Beobach- tungen
Anteil des Sauerstoffblas- verfahrens an der Nicht- Elektrostahl-Produktion (Logit) <sup>b</sup>	-10,76***	0,00031***	0,35***	0,0000032	492,40***	0,60	982
Anteil des Strangguß- verfahrens an der Rohstahlproduktion (Logit) <sup>b</sup>	-8,85***	0,00017*	0,32***	-0,00000084	164,29***	0,42	665

\*\*\*(\*\*;\*) Signifikant von 0 verschieden (zweiseitiger *t*-Test) auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$  (0,05; 0,10).

<sup>a</sup>In internationalen Preisen von 1980. — <sup>b</sup>Kleinste Quadrate mit Korrektur der Standardabweichungen der Koeffizienten für Heteroskedastizität unbekannter Form.

Quelle: Tabellen A1, A4, A5; eigene Berechnungen mit dem Programmpaket TSP Version 4.1B.

### 3. Industrieübergreifende Prozeßinnovationen

#### a. Grundlagen

Im Hinblick auf eine mögliche Rückverlagerung gegenwärtig in Entwicklungsländern angesiedelter Industrien stellt sich die Frage, ob die internationale Diffusion mikroelektronischer Prozeßinnovationen ebenso rasch erfolgen wird wie diejenige der im vorangegangenen Abschnitt untersuchten industriespezifischen Neuerungen. Mikroelektronische Neuerungen sind allgemein dadurch gekennzeichnet, daß ihr Rationalisierungspotential erst durch die Verknüpfung mehrerer Innovationen (unter Umständen in verschiedenen Unternehmensbereichen) voll ausgeschöpft wird. Deshalb bedingt ihre effiziente Anwendung einen weitergehenden organisatorischen Wandel als im Fall "konventioneller" Prozeßinnovationen; entsprechend höher sind die Anforderungen an die technologische und organisatorische Kompetenz der Unternehmensleitungen [vgl. auch Bartel, Lichtenberg, 1987]. Solche Fähigkeiten stellen in Entwicklungsländern möglicherweise einen Engpaßfaktor dar. Deshalb werden in diesem Abschnitt die verfügbaren Informationen daraufhin untersucht, ob die Anwendung mikroelektronischer Prozeßinnovationen in Entwicklungsländern auf besondere Hindernisse stößt.

Ob darüber hinaus die Qualifikationsanforderungen an die Beschäftigten durch mikroelektronische Prozeßinnovationen im Durchschnitt steigen oder ob es in wichtigen Bereichen zu einem Qualifikationsabbau ("deskilling") kommt, ist in der Literatur umstritten. Laut Vickery und Campbell [1991, S. 66] sowie Brainard und Fullgrave [1986] sprechen die verfügbaren empirischen Studien eher für wachsende Anforderungen. Hingegen weisen Soete [1985, S. 417] und Schmitz [1986, S. 35 ff.] auf die sinkende Nachfrage nach bestimmten hochspezialisierten Facharbeiterberufen hin, die bisher in Entwicklungsländern eher einen Engpaßfaktor darstellen. Demgegenüber würden allerdings in den Bereichen Programmierung und Wartung der Hardware Arbeitsplätze mit relativ hohen Ausbildungsanforderungen geschaffen [Schmitz 1986, S. 38 ff.]. Da es sich hierbei um stark sektorspezifische Entwicklungen handelt, können allgemeine Schlußfolgerungen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Länder mit unterschiedlichem wirtschaftlichen Entwicklungsstand bisher nicht gezogen werden.

Für die Gliederung mikroelektronischer Innovationen wird die Unterscheidung dreier "Produktionssphären" der Unternehmung nach Kaplinsky [1989, S. 18 f.] aufgegriffen: In der *Design*-Sphäre werden die qualitativen Merkmale des Outputs und das Produktionsverfahren bestimmt. Der Bereich der *Herstellung* (bei Kaplinsky: "machinofacture") umfaßt die physische Produktion von der Beschaffung des Rohmaterials bis hin zur Auslieferung der fertigen Erzeugnisse. Die dritte Sphäre schließlich besteht in der *Koordination*, die das Sammeln, Verarbeiten, Speichern und Übermitteln von Informationen umfaßt. Dementsprechend lassen sich aktivitätsspezifische, sphärenspezifische und sphärenübergreifende Innovationen unterscheiden.

Die im vorangegangenen Abschnitt untersuchten Prozeßinnovationen stellen nach dieser Gliederung aktivitätsspezifische Innovationen dar, die darüber hinaus an bestimmte industrielle Produktionsprozesse gebunden sind. Demgegenüber sind viele

mikroelektronische Neuerungen, selbst wenn sie wie Roboter oder Handhabungsgeräte lediglich die "Herstellungs-Sphäre" betreffen, mit gewissen Modifikationen in mehreren Industrien einsetzbar. In noch stärkerem Maße gilt dies für Innovationen in den Bereichen Design und Koordination. Wegen des breiten Anwendungsbereichs solcher industriübergreifender Innovationen kommt der Frage möglicher Hindernisse für ihre Diffusion in Entwicklungsländern besondere Bedeutung zu.

#### *b. Aktivitätsspezifische Innovationen*

Aktivitätsspezifische mikroelektronische Innovationen führen zur Herausbildung von "Automatisierungsinselfn" und stellen damit die erste Stufe eines umfassenden Prozesses mikroelektronikinduzierter Automatisierung dar. Exemplarisch wird in diesem Abschnitt die Diffusion von Robotern und numerisch gesteuerten (NC-)Werkzeugmaschinen in Industrie- und Entwicklungsländern untersucht.

Industrieroboter können definiert werden als "universell einsetzbare Bewegungsautomaten mit mehreren Achsen, deren Bewegungen hinsichtlich Bewegungsfolge und Wege bzw. Winkel frei (d.h. ohne mechanischen Eingriff) programmierbar und gegebenenfalls sensorgeführt sind. Sie sind mit Greifern, Werkzeugen oder anderen Fertigungsmitteln ausrüstbar und können Handhabungs- und/oder Fertigungsaufgaben ausführen" [Richtlinie VDI 2860; zitiert nach Revermann, Sonntag, 1987, S. 63 f.]. Roboter kopieren also — auf mehr oder weniger anspruchsvolle Weise — die Bewegungen eines menschlichen Fertigungsarbeiters und stellen daher potentiell eine besonders wichtige Form des arbeitssparenden technischen Fortschritts dar. Sie sind dem menschlichen Arbeiter hinsichtlich der Mustererkennung unterlegen, können aber bestimmte Fertigungsvorgänge schneller und präziser durchführen und sind unempfindlicher gegenüber gesundheitsgefährdenden Arbeitsbedingungen. Diese Eigenschaften zusammen mit den relativen Kosten bestimmen den Einsatzbereich von Robotern in der Verarbeitenden Industrie.

Die Qualität der Statistiken über den Robotereinsatz ist nach Ländern sehr unterschiedlich; hinzu kommen unterschiedliche begriffliche Abgrenzungen. Die wichtigsten Einsatzbereiche sind weltweit offenbar Schweißarbeiten und die Handhabung von Werkstücken, gefolgt von Oberflächenbearbeitung und Montagearbeiten [Flamm, 1986, Tabelle 2; Vickery, Campbell, 1989, Tabelle 9]. Daher haben Roboter ihre weiteste Verbreitung in der Automobilindustrie, im Maschinenbau, in der Elektroindustrie und in der Metallverarbeitung gefunden [Flamm, 1986, Tabellen 3–5].

In den arbeitsintensiven Branchen, die Jungnickel [1990] als denkbare Kandidaten für eine Rückverlagerung angibt (vgl. Abschnitt B.II.1), ist der Robotereinsatz offenbar nur bei der Fertigung von elektronischen Bauelementen sowie Schneidwaren und Bestecken einigermaßen weit verbreitet. Unter den übrigen Branchen käme grundsätzlich für den Robotereinsatz am ehesten die Bekleidungsindustrie in Frage, weil hier der extrem arbeitsintensive Nähprozeß einen großen Teil der Wertschöpfung ausmacht. Bisher allerdings entzieht sich der Nähvorgang den Versuchen zu einer durchgreifenden Automatisierung. Als problematisch erweist sich vor allem der Umgang mit biegeschlaffem Material bei dreidimensionalen Arbeiten. Trotz erheblicher Forschungsanstrengungen in Japan ebenso wie in den Vereinigten Staaten und in Europa

gibt es für die auftretenden Probleme bisher offenbar noch nicht einmal funktionsfähige technische Lösungen, ganz abgesehen von der Frage der wirtschaftlichen Effizienz [Disher, 1987].

Die Intensität des Robotereinsatzes (Roboter pro Arbeitsplatz) ist in den Industrieländern recht unterschiedlich, ohne daß die Streuung auf einen unterschiedlichen Entwicklungsstand oder unterschiedliche technologische Kompetenz zurückgeführt werden könnte. Spitzenreiter waren in der Mitte der achtziger Jahre Japan und Schweden; mit deutlichem Abstand folgten Italien, Belgien, die Bundesrepublik Deutschland und die Vereinigten Staaten. Offenbar spielen für den Robotereinsatz Gesichtspunkte wie enge Beziehungen zu den Produzenten (größenteils in Japan und Schweden) eine erhebliche Rolle [Flamm, 1986; Vickery, Campbell, 1989].

Die Informationen über die Diffusion von Robotern in Entwicklungsländern sind recht dürftig. In Singapur sind bei der Montage von elektronischen Bauteilen Roboter offensichtlich ähnlich weit verbreitet wie in Industrieländern. In der südkoreanischen Automobilindustrie hat der Robotereinsatz begonnen, und in Taiwan werden bereits Montageroboter für die Elektronikindustrie hergestellt [Flamm, 1986, S. 77 ff.]. Für diese Länder weisen auch Vickery und Campbell [1989, Tabelle 4] im Jahr 1987 einen Gesamtbestand von mehreren hundert Stück nach, etwa in der Größenordnung der Schweiz, Österreichs, Norwegens und Finnlands. Als Motivation für den Robotereinsatz kommt in den Schwellenländern durchaus schon die Reduzierung der Arbeitskosten in Betracht. Darüber hinaus dürfte die Gewährleistung gleichbleibend hoher Produktqualität eine wichtige Rolle spielen (etwa bei Schweißrobotern in der Automobilindustrie; vgl. Flamm [1986, Tabelle 12]). In diesem Fall könnte der Robotereinsatz auch in solchen Entwicklungsländern notwendig werden, in denen sich bisher kein Arbeitskräftemangel abzeichnet (vgl. Fischer et al. [1989, S. 147 ff.] hinsichtlich der Automobilindustrie in Brasilien).

Das Beispiel solcher fortgeschrittenen Entwicklungsländer spricht dafür, daß der internationale Technologietransfer im Bereich des Robotereinsatzes nicht auf größere Hemmnisse stößt als bei industriespezifischen Innovationen. Die Zeitspanne zwischen der Verwendung von Robotern in Industrie- und Entwicklungsländern ist ökonomisch mit unterschiedlichen Faktorpreisrelationen zu erklären. Hinzu kommen möglicherweise — ähnlich wie bei anderen kapitalgebundenen Innovationen — höhere Finanzierungskosten in einigen Entwicklungsländern aufgrund eines erschwerten Zugangs zum internationalen Kapitalmarkt. Aus diesem Rückstand allein dürften für die Produzenten in Entwicklungsländern kaum wesentliche Wettbewerbsnachteile resultiert haben.

Diese Schlußfolgerung gilt auch in bezug auf die weltweite Diffusion von NC-Werkzeugmaschinen. Die numerische Steuerung erhöht die Flexibilität und verkürzt die mit Umrüstungen verbundenen Stillstandszeiten. Sie ist auch Voraussetzung für die zunehmend praktizierte Verknüpfung von Handhabungsrobotern und Werkzeugmaschinen im Rahmen von flexiblen Fertigungssystemen (über deren internationale Diffusion allerdings keine verwertbaren Informationen vorliegen). Unter den heute hergestellten Werkzeugmaschinen überwiegen zumindest in den OECD-Ländern die numerisch gesteuerten bei weitem die konventionellen Bauformen [Jacobsson,

1989, Tabellen 1–4]. Daher kann für die Zukunft eine sehr weite Verbreitung dieser neuen Produktionstechnik erwartet werden.

Auf der Verwendungsseite bestehen selbst innerhalb der Gruppe der Industrieländer erhebliche Unterschiede bei der Intensität der Nutzung von NC-Werkzeugmaschinen. An der Spitze lagen Mitte der achtziger Jahre Japan und Schweden (ähnlich wie beim Robotereinsatz) mit jeweils über 22000 Stück je Million Beschäftigte in der Kapitalgüterindustrie ("engineering sector"). Mit deutlichem Abstand folgten die Bundesrepublik Deutschland, das Vereinigte Königreich und die Vereinigten Staaten (zwischen 10000 und 12000 Stück). Die entsprechenden Werte für Südkorea und Singapur lagen bei etwa 5000, für Jugoslawien bei 1720, für Brasilien und Indien bei etwa 1000. Die verfügbaren Informationen über Argentinien deuten ebenfalls darauf hin, daß NC-Werkzeugmaschinen in nennenswertem Maße verbreitet waren. Selbst in weniger fortgeschrittenen Entwicklungsländern mit einer hinreichend großen Kapitalgüterindustrie (wie Indien) hat die Diffusion demnach bereits begonnen. Auch diese Prozeßinnovation dürfte also kaum zu einer wachsenden Produktivitätslücke zwischen Industrie- und Entwicklungsländern führen. Die Unterschiede zwischen Japan und Schweden einerseits und den übrigen Industrieländern andererseits waren relativ (Faktor 2) etwa ebenso groß wie der Abstand zwischen dieser Ländergruppe und den südostasiatischen Schwellenländern.

### c. *Sphärenspezifische Innovationen*

Aus dieser Gruppe von Innovationen wird hier die Diffusion von CAD-Systemen herausgegriffen, unter anderem da diese vielfach den Einstieg in eine umfassendere Automatisierung von Betriebsabläufen darstellen (computer-aided design (CAD), computer-aided manufacturing (CAM) etc.). CAD ist definiert als die Verwendung von Computern im Bereich von Entwurf und Konstruktion. Gegenüber dem traditionellen Verfahren beinhaltet CAD eine bedeutende Vereinfachung beim dreidimensionalen Arbeiten und bei der Informationsspeicherung [Kaplinsky, 1984b]. Die Beschäftigtenzahl in den Zeichenbüros nimmt stark ab; die Qualifikationsanforderungen gehen tendenziell zurück.

Als potentielles Hindernis beim Einsatz von CAD in Entwicklungsländern nennt Kaplinsky [1984b, S. 51] die Notwendigkeit einer engen Zusammenarbeit zwischen Herstellern und Verwendern, da individuelle Anwendungen von CAD häufig nicht auf standardisierte Software zurückgreifen können. Auch stellt die Einführung von CAD erhebliche Anforderungen an die organisatorische Kompetenz des Managements.

Bisher sind CAD-Systeme wie andere mikroelektronikinduzierte Prozeßinnovationen vor allem in der metallverarbeitenden und Kapitalgüterindustrie verbreitet [Vickery, Campbell, 1989, S. 118 f.]. In den traditionellen arbeitsintensiven Industrien kommen sie zunehmend in der Bekleidungs- und Schuhbranche zum Einsatz, und zwar sowohl in der Entwurfsphase als auch bei der Erstellung von Schnittmustern für die verschiedenen Konfektionsgrößen und der optimalen Anordnung der Schnittmuster auf die Stoffbahnen bzw. Lederstücke [vgl. den Überblick bei Lücke, 1990, S. 139 ff.]. Dabei ermöglicht die Verbilligung des internationalen elektronischen Da-

tentransfers zunehmend die Auslagerung von arbeitsintensiven Fertigungsabschnitten in Entwicklungsländer; bekannt sind Fälle, wo das Design bis hin zur Erstellung der Schnittmuster mit Hilfe von CAD in den Vereinigten Staaten erfolgt, der Zuschnitt in Hongkong (wegen der guten Kommunikationsverbindungen) und die Näharbeiten in der VR China (billige Arbeitskräfte).

Die Datenlage in bezug auf die internationale Diffusion von CAD-Systemen ist eher noch dürftiger als bei Robotern und NC-Werkzeugmaschinen. Innerhalb der Gruppe der Industrieländer lagen Mitte der achtziger Jahre die Vereinigten Staaten und Schweden an der Spitze, erstere vermutlich deshalb, weil anfangs viele Hersteller von CAD-Systemen in dem in Nordamerika hochentwickelten Elektroniksektor angesiedelt waren. In den fortgeschrittenen Entwicklungsländern waren zu diesem Zeitpunkt erste Ansätze für eine Diffusion von CAD-Systemen zu erkennen [Kaplinsky, 1984a, S. 158 ff.; Edquist, Jacobsson, 1990, S. 25].

Die Wirkungen einer möglicherweise zögerlichen Diffusion von CAD in Entwicklungsländern sind unter anderem deshalb schwer einzuschätzen, weil die Technologie noch nicht voll ausgereift ist und im übrigen der Rationalisierungseffekt vielfach erst bei der Integration von CAD mit anderen mikroelektronikinduzierten Innovationen voll zum Tragen kommt (vgl. den folgenden Abschnitt). Formen der integrierten Automatisierung stehen aber auch in den Industrieländern erst am Beginn ihrer Verbreitung.

Grundsätzlich ist zu fragen, inwieweit die Entwicklungs- und Schwellenländer über einen komparativen Vorteil auf dem Gebiet von Design und Konstruktion — im Gegensatz zur eigentlichen Fertigung — verfügen. Nach Wortzel und Wortzel [1981] ist die eigenständige Produktentwicklung und -vermarktung für Produzenten in Entwicklungsländern lediglich der letzte Schritt auf dem Weg der Integration in die internationale Arbeitsteilung. Auf den vorangegangenen Stufen werden Konstruktionspläne u.ä. von Kooperationspartnern aus den Industrieländern bereitgestellt. Insofern kann zumindest vermutet werden, daß Firmen in Entwicklungsländern mit einer umfangreichen eigenen Produktentwicklung auch die mit der Einführung von CAD verbundenen Schwierigkeiten meistern können, zumal dadurch Arbeitskräfte mit relativ knappen Qualifikationen eingespart werden können. Wichtiger als eigene CAD-Systeme sind aber vermutlich gute Kommunikationswege zu Kooperationspartnern in Industrieländern, um eine optimale Spezialisierungsstruktur auch in bezug auf die einzelnen Fertigungsabschnitte zu verwirklichen.

#### *d. Sphärenübergreifende Innovationen*

Vielfach kann das produktivitätserhöhende Potential mikroelektronikinduzierter Innovationen erst durch die Vernetzung einzelner aktivitäts- oder unternehmenssphärenspezifischer Automatisierungsinselfull umgesetzt werden. Die beim computergestützten Design gespeicherten Daten lassen sich z.B. unmittelbar bei der Programmierung von numerisch gesteuerten Maschinen, bei der Fertigungs- und bei der Beschaffungsplanung nutzen. NC-Maschinen sowie die Daten der computergestützten Fertigungs- und Beschaffungsplanung sind wiederum wichtige Elemente von flexiblen Fertigungssystemen [Vickery, Campbell, 1989, S. 109].

Die integrierte Steuerung von Betriebsabläufen hat auch zur Herausbildung bzw. zum verstärkten Einsatz neuer betrieblicher Organisationsformen geführt, wie etwa des "just in time"-Konzeptes, "quick response" in Verbindung mit flexiblen Produktionssystemen oder von Gruppentechnologie. Gelegentlich wird die unternehmenssphärenübergreifende Automatisierung sogar als Auslöser für eine weitere "lange Welle" in der wirtschaftlichen Entwicklung angesehen. Kaplinsky [1989] zeichnet z.B. eine Entwicklungslinie von ursprünglich handwerklicher Produktion über "manufacture" zu Beginn der Industrialisierung und "machinofacture" (Anwendung automatisierter Produktionsverfahren wie etwa des Fließbandes) bis hin zur "systemofacture" als Sammelbegriff für die seit Ende der siebziger Jahre eingeführten integrierten Produktionssysteme.

Die Literatur über die Auswirkungen dieser Neuerungen ist bisher stark spekulativ geprägt. Empirische Arbeiten sind zumeist Fallstudien etwa über die Automobilindustrie, wo die Umstrukturierung am weitesten fortgeschritten ist [vgl. z.B. Hoffman, Kaplinsky, 1988; Womack et al., 1990]. Dort kommt es durch die Einführung flexibler Fertigungssysteme zu einer Abkehr von der traditionellen Massenfertigung (ein Modell je Fertigungsstraße). Nunmehr können auf jeder Fertigungsstraße zumindest unterschiedliche Typen einer Modellfamilie (z.B. Steilheck/Stufenheck, dreitürig/fünftürig) in beliebiger Abfolge je nach dem aktuellen Auftragsbestand hergestellt werden. Tendenziell sinkt also, bezogen auf das Einzelmodell, die wegen der Stückkostendegression ökonomisch erforderliche Mindestausbringung ("minimum efficient scale"). Diese Entwicklung hat (zusammen mit dem Protektionismus wichtiger Einfuhrländer) zu einer verstärkten räumlichen Ausrichtung der Montagewerke auf die Absatzmärkte geführt. Dies wird besonders deutlich am Beispiel der umfangreichen japanischen Direktinvestitionen in Nordamerika und Europa sowie der Inbetriebnahme eines Montagewerkes in Kanada durch den südkoreanischen Hyundai-Konzern im Jahr 1989 [Womack et al., 1990, S. 263]. Gleichzeitig erfordert die Einführung von "just in time"-Organisation eine engere Zusammenarbeit und tendenziell auch größere räumliche Nähe zwischen Zulieferern und Montagewerken.

Die Auswirkungen dieses Strukturwandels auf die Entwicklungsländer sind schwer abzuschätzen, da bisher nur wenige Schwellenländer über eine international wettbewerbsfähige Automobilindustrie verfügen. Soweit diese überwiegend auf den nationalen bzw. regionalen Markt ausgerichtet ist (etwa im Fall von Brasilien), dürfte ihre Wettbewerbsposition durch den tendenziellen Rückgang der "minimum efficient scale" eher gestärkt werden.<sup>29</sup> Dies setzt allerdings die Fähigkeit der Hersteller voraus, die neuen Produktionstechnologien und Organisationsformen erfolgreich anzuwenden, da die aus einer unzureichenden Umsetzung resultierenden Nachteile durch geringere Lohnkosten nicht ausgeglichen werden können [Womack et al., 1990, S. 261 ff; 269 f.]. Betriebe in geographischer Nähe zu den großen Verbraucherländern (z.B. in Mexiko) können darüber hinaus — freien Marktzugang etwa im Rahmen

<sup>29</sup> Hoffman, Kaplinsky [1988, S. 358 f.]; Womack et al. [1990, S. 269 f.]; vgl. auch Lücke [1988].

regionaler Wirtschaftsräume vorausgesetzt — auch die Märkte der betreffenden Industrieländer beliefern [Womack et al., 1990, S. 264 ff.].

Die zunehmend engen Bindungen zwischen Montagewerken und Zulieferfirmen im Rahmen des "just in time"-Systems machen die Existenz einer umfangreichen industriellen Infrastruktur zur unabdingbaren Voraussetzung für die Errichtung von Montagewerken. Falls es in weiteren Schwellenländern zum Aufbau einer Automobilindustrie kommt, dürfte also die traditionelle Strategie, die zunächst die Errichtung von Montagewerken und anschließend die Erhöhung der nationalen Wertschöpfungsquote durch sukzessive Ausweitung der örtlichen Fertigung von Komponenten vorsah, wenig Erfolg versprechen. Hingegen deuten etwa die umfangreichen brasilianischen Exporte von Automobilteilen in die Vereinigten Staaten darauf hin, daß bei zahlreichen Erzeugnissen (z.B. Motoren) die Einbeziehung von Betrieben in Entwicklungsländern in die "just in time"-Produktion auch weiter entfernt gelegener Industrieländer möglich ist [Fischer et al., 1988, S. 28 ff.; S. 154]. Es kann daher vermutet werden, daß eine effiziente Strategie zum Aufbau einer Automobilindustrie in weiteren Entwicklungsländern von einem Netz anfänglich stark exportorientierter Zulieferfirmen ausgehen und erst in einem zweiten Schritt die Errichtung von Montagewerken beinhalten wird. Jedenfalls steht kaum zu befürchten, daß die bestehenden international wettbewerbsfähigen Automobilhersteller in Entwicklungsländern durch den umfassenden Strukturwandel in dem Sektor in ihrer Existenz bedroht sind — vorausgesetzt, sie können durch neue Produktionstechnologien und Organisationsprinzipien Produktivitätsgewinne realisieren.

Die Ergebnisse solcher Fallstudien können wegen grundlegender Unterschiede in den Produktionsprozessen nicht ohne weiteres auf andere Sektoren übertragen werden. Angesichts der vielfach noch unausgereiften Technologien (zu "computer-integrated manufacturing" (CIM) vgl. etwa Scheer [1988]) können jedenfalls aus der bisher geringen Verbreitung in Entwicklungsländern keine weitreichenden Schlüsse gezogen werden.<sup>30</sup> Bei aller notwendigen Vorsicht läßt sich zusammenfassend für die mikroelektronikinduzierten Prozeßinnovationen festhalten, daß auch hier kein Hinweis auf einen im Zeitablauf zunehmenden Produktivitätsrückstand der Entwicklungsländer gefunden wurde, der zu einer Rückverlagerung gegenwärtig dort angesiedelter Industrien führen könnte. Befürchtungen etwa hinsichtlich eines wachsenden "technologischen Protektionismus" der Unternehmen in den Industrieländern [Ernst, O'Connor, 1989, S. 124] haben sich bisher also nicht bestätigt.

<sup>30</sup> Eher anekdotische Evidenz für den Einsatz mikroelektronischer Fertigungssteuerung gibt es z.B. im Fall der brasilianischen Schuhindustrie [Notícias ABICALCADOS Novo Hamburgo, September 1991, S. 4 f.]. Die Anwendungsvoraussetzungen für CIM in der ägyptischen Textilindustrie diskutiert Mousa [1990].

## II. Internationale Unterschiede in der Produktionstechnik — Produktivitätsfortschritt und Grenzen der Faktorsubstitution

### 1. Das Wachstum der Faktorproduktivitäten

Im vorangegangenen Abschnitt D.I.2 wurde aus dem Diffusionsmuster für ausgewählte Prozeßinnovationen die Hypothese hergeleitet, daß zwar eine Produktivitätslücke zwischen Industrie- und Entwicklungsländern besteht, diese aber im Laufe der Zeit zumindest nicht zunimmt. Da die zugrundeliegenden Daten sich lediglich auf die Textil- und Stahlindustrie beziehen, stellt sich die Frage nach der Repräsentativität der Ergebnisse. Aufschluß darüber können möglicherweise Studien geben, die für eine größere Zahl von Wirtschaftszweigen die Entwicklung der Faktorproduktivität in Industrie- und Entwicklungsländern vergleichen.

Grundsätzlich ist vermutet worden, daß die internationalen Produktivitätsdifferenzen sich mit der Zeit verringern; die weniger entwickelten Länder könnten durch Technologietransfer ein höheres Produktivitätswachstum erzielen als das technologisch führende Land, wo Produktivitätsfortschritt in weitaus höherem Maße die Entwicklung neuer Technologien erfordert (Konvergenzhypothese; vgl. dazu den Überblick bei Williamson [1991, S. 56 ff.]). Diese Hypothese wird z.B. gestützt durch die Produktivitätsentwicklung in den heutigen Industrieländern seit dem 2. Weltkrieg: Länder mit einem relativ niedrigen Bruttoinlandsprodukt (BIP) pro Arbeitsstunde (als Maß für die gesamtwirtschaftliche Arbeitsproduktivität) im Jahr 1950 hatten in den folgenden dreißig Jahren verhältnismäßig hohe Wachstumsraten zu verzeichnen [Williamson, 1991, Abb. 4]. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt Conrad [1985] bei seinem Produktivitätsvergleich für etwa dreißig Wirtschaftsbereiche in der Bundesrepublik Deutschland, Japan und den Vereinigten Staaten: Während die Vereinigten Staaten im Jahr 1960 bei der totalen Faktorproduktivität in den meisten Sektoren an der Spitze lagen, hatte sich diese Produktivitätslücke wenige Jahre später weitgehend geschlossen.

Derartige Produktivitätsvergleiche können durch unterschiedliche Faktorpreisrelationen verzerrt werden. Dieses Problem umgeht Maskus [1990] bei seinem Effizienzvergleich für ausgewählte Industriezweige in den Vereinigten Staaten und Japan, indem er die unterschiedlichen Faktorpreise explizit in die Analyse einbezieht. Technische Ineffizienz liegt dann vor, wenn die Faktoreinsatzmengen des jeweils anderen Landes multipliziert mit den eigenen Faktorpreisen rechnerisch zu niedrigeren als den tatsächlichen Stückkosten führen. Dieser Fall kann bei international identischem technischem Wissen nicht auftreten. In den 27 von Maskus untersuchten Industriezweigen kommt er aber im Jahr 1970 zwölfmal und im Jahr 1984 sogar neunzehnmal vor. Dies spricht dafür, daß selbst zwischen Ländern mit relativ ähnlichem wirtschaftlichem Entwicklungsstand (die Vereinigten Staaten und Japan im Jahr 1984) erhebliche Unterschiede in technischem Wissen bestehen können. Hinsichtlich der Entwicklung der Produktivitätsdifferenzen zeigt sich, daß im Jahr 1970 (bei verschiedenen Annahmen hinsichtlich der Variabilität des Faktoreinsatzes) etwa gleich viele japanische und

amerikanische Sektoren die Effizienzbedingung verletzten, während im Jahr 1984 je nach den zugrunde gelegten Annahmen 15 bzw. 19 japanische, aber nur 4 amerikanische Sektoren einen Effizienzvorsprung besaßen. Dieses Ergebnis stützt die Konvergenzhypothese mit der Einschränkung, daß hier der Aufholprozeß des früher rückständigen Landes offensichtlich in einen Überholvorgang übergegangen ist.

Fraglich ist allerdings, ob die Konvergenzhypothese auch für Länder mit sehr unterschiedlichem wirtschaftlichem Entwicklungsstand Gültigkeit hat. Offenbar haben sich historisch betrachtet zwar Produktivitätsunterschiede zwischen Ländern mit einem vergleichbaren Ausbildungsstand der Bevölkerung durchweg verringert. Das Aufholen eines technologischen Rückstandes zu Ländern mit wesentlich höherem Ausbildungsniveau erforderte aber in den wenigen Fällen, wo es tatsächlich zumindest teilweise stattfand (südostasiatische Schwellenländer), zunächst umfangreiche Investitionen in die Bildung von Humankapital [Williamson, 1991, S. 63 f.; Rao, Magun, 1989]. Im übrigen gibt es offenbar keine empirischen Studien, die genauere Rückschlüsse auf die Entwicklung der Produktivitätslücke zwischen Industrie- und Entwicklungsländern im Zeitablauf zulassen [vgl. Pack, 1984, S. 25; 1988, S. 363 f.].

Daher wurden im Rahmen dieser Arbeit aus der Datenbank der UNIDO (UNIDO Industrial Statistics Database) für 37 Länder mit nennenswerten Industriegüterexporten und 22 Zweige der Verarbeitenden Industrie (zur Auswahl vgl. Abschnitt E.II) Wachstumsraten der Arbeitsproduktivität auf der Grundlage von Output-Indizes und Beschäftigtenzahlen berechnet. Dieses Maß für das Produktivitätswachstum weist zwangsläufig mehrere Schwächen auf: die Entwicklung der Beschäftigtenzahl kann von der Zahl der tatsächlich geleisteten Arbeitsstunden abweichen; statt der Bruttoproduktion sollte die Wertschöpfung verwendet werden, um den Einfluß von Änderungen der vertikalen Integration der Industriezweige auszuklammern; statt der Arbeitsproduktivität, die unmittelbar durch Substitutionsvorgänge beeinflusst wird, sollte die totale Faktorproduktivität herangezogen werden (vgl. Abschnitt C.I.2.b). Die verfügbaren Daten ließen aber ein anderes Vorgehen nicht zu.

Mit diesen Wachstumsraten der Arbeitsproduktivität als abhängigen Variablen wurde für jede Industrie für die Zeiträume 1963–1978, 1978–1987 und 1963–1987 jeweils eine Länderquerschnitts-Regression auf die durchschnittlichen realen Pro-Kopf-Einkommen berechnet ( $RGDP1$  nach Heston und Summers [1988] als Proxy für den wirtschaftlichen Entwicklungsstand). Eine wachsende Produktivitätslücke zwischen Industrie- und Entwicklungsländern müßte sich in positiven Koeffizienten niederschlagen. Es zeigt sich, daß die Wachstumsraten der Arbeitsproduktivität kaum mit dem wirtschaftlichen Entwicklungsstand zusammenhängen. Für den Zeitraum bis 1978 ergaben sich lediglich in sieben Fällen signifikant positive Koeffizienten (mit Signifikanzniveaus durchweg über 1 vH); für den Zeitraum nach 1978 waren vier negative Koeffizienten schwach signifikant. Das korrigierte Bestimmtheitsmaß ( $\bar{R}^2$ ) lag in keinem Fall höher als 0,16. Daher lassen die Schätzergebnisse (bei aller notwendigen Vorsicht) keinen Hinweis auf eine zunehmende Produktivitätslücke erkennen und decken sich insoweit mit den Schlußfolgerungen, die aus den Diffusionsmustern für Innovationen in der Textil- und Stahlindustrie gezogen wurden.

## 2. Grenzen der Faktorsubstitution

In dem in Abschnitt C.II vorgestellten Modell wird in der Heckscher-Ohlin-Tradition unterstellt, daß es durch Handel zum internationalen Ausgleich der Faktorpreise kommt. Unter der zusätzlichen Annahme identischer Produktionsfunktionen führen gleiche Faktorpreise zu international identischen Faktorintensitäten. Wenn nun die wenig realitätsnahe Unterstellung eines internationalen Faktorpreisausgleichs fallengelassen wird, so hängt die Handelsstruktur — bei ansonsten unveränderten Annahmen — unter anderem von den Faktorpreisen und -intensitäten in allen am Handel beteiligten Ländern ab [Helpman, 1984].

Derart umfangreiche Daten stehen bei empirischen Analysen der Determinanten der Handelsstruktur (wie auch für die ökonometrische Untersuchung in dieser Arbeit; vgl. Kapitel E) nicht zur Verfügung. Vielfach wird daher ohne genauere Prüfung unterstellt, daß die Faktorintensitäten der einzelnen Industriesektoren in den jeweiligen Untersuchungsändern hoch korreliert sind [z.B. Clague, 1991a, S. 366]. Damit wird der Fall umschlagender Faktorintensitäten ausgeschlossen, bei dem die Rangfolge der Faktorintensitäten der einzelnen Industriezweige von den Faktorpreisrelationen in den einzelnen Ländern abhängt. In diesem Fall könnten die einzelnen Branchen nicht mehr eindeutig als kapital- bzw. arbeitsintensiv gekennzeichnet werden.

In diesem Abschnitt wird die Annahme nicht umschlagender Faktorintensitäten empirisch überprüft. Diese Untersuchung ist nicht nur für die Formulierung des ökonometrischen Modells in Kapitel E von Bedeutung (vgl. Abschnitt E.I.3). Ein enger Zusammenhang zwischen der Streuung der Faktorintensitäten im internationalen Vergleich spricht auch dafür, daß die Faktorsubstitution zumindest in den Kernprozessen der einzelnen Branchen relativ begrenzt ist (etwa als Folge lokalisierter technischen Fortschritts). Stark variierende Substitutionselastizitäten müßten demgegenüber angesichts der erheblichen weltweiten Unterschiede bei den relativen Faktorpreisen häufig zu umschlagenden Faktorintensitäten führen. Eine relativ geringe Substitutionalität erhöht wiederum die Wahrscheinlichkeit einer Rückverlagerung arbeitsintensiver Produktionen, da die Hersteller in Entwicklungsländern bei arbeitssparendem (und damit tendenziell lohnsatzsenkendem) technischem Fortschritt ihre Wettbewerbsposition nicht durch die Anwendung einer arbeitsintensiveren Produktionstechnik stärken können (vgl. Abschnitt C.II.2.b).

Es erscheint naheliegend, das Ausmaß an Faktorsubstitutionalität nicht durch einen solchen indirekten Test, sondern direkt anhand von Schätzungen der Substitutionselastizitäten zu beurteilen. Schätzungen von Produktionsfunktionen für einzelne Industriezweige, aus denen Substitutionselastizitäten zu berechnen sind, haben sich aber als insgesamt wenig zuverlässig erwiesen (vgl. Bergström, Panas [1987, S. 46]; Abschnitt E.II.2.a).<sup>31</sup> Die aufgrund von Längsschnittanalysen mit Hilfe flexibler Funkti-

<sup>31</sup> Stärker noch gilt dies für makroökonomische Produktionsfunktionen. So führt Kalt [1978, Tab. 1] zehn Schätzungen von CES-Funktionen für die Vereinigten Staaten jeweils über etwa vier Jahrzehnte zwischen 1899 und 1966 an. Die Werte für die Substitutionselastizität zwischen Arbeit und Kapital liegen zwischen 0,08 und 0,76 (Median 0,56).

onsformen geschätzten Elastizitäten schwanken im Zeitablauf beträchtlich; auch ihre Streuung über die einzelnen Branchen der Verarbeitenden Industrie ist vielfach nicht plausibel.<sup>32</sup> Außerdem können die Ergebnisse von Längsschnittanalysen für einzelne (Industrie-)Länder nicht ohne weiteres auf einen Ländervergleich mit weitaus größeren Variationen bei den Faktorpreisrelationen übertragen werden. Angesichts dieser Unsicherheiten gibt der Zusammenhang zwischen den Faktorintensitäten in den einzelnen Untersuchungsländern zumindest einen groben Hinweis auf das Ausmaß der Faktorsubstitutionalität bei großen Unterschieden in den relativen Faktorpreisen.

Die folgende empirische Analyse stützt sich auf Daten für 22 Branchen der Verarbeitenden Industrie (dreistelliges ISIC-Niveau) in 37 Industrie- und Entwicklungsländern (zur Auswahl vgl. Abschnitt E.II.3). Es werden Korrelationskoeffizienten für die Gesamt-, Sach- und Humankapitalintensität der einzelnen Industriezweige ermittelt. Da die Datenbasis keine Informationen über den Kapitalbestand enthält, werden die Kapitalintensitäten als Stromgrößen in Anlehnung an Lary [1968] berechnet. Die Wertschöpfung je Beschäftigten gilt als Indikator für die Gesamtkapitalintensität, die Lohnsumme je Beschäftigten ist Proxy für die Verzinsung des Humankapitals, und die Wertschöpfung abzüglich der Lohnsumme je Beschäftigten ergibt eine Schätzung der Sachkapitalintensität.<sup>33</sup>

Tabelle 10 enthält Korrelationskoeffizienten für die Streuung der verschiedenen Kapitalintensitäten in den Vereinigten Staaten verglichen mit jedem einzelnen Untersuchungsland. Der statistische Zusammenhang ist durchweg recht eng. Von insgesamt 192 berechneten Korrelationskoeffizienten sind nur acht nicht signifikant von 0 verschieden (einseitiger Test); 152 Koeffizienten betragen mindestens 0,50. Die Koeffizienten für die Humankapitalintensität liegen überwiegend höher als die für die Sachkapitalintensität. Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, daß das Lary-Maß für die Sachkapitalintensität größeren Zufallsschwankungen unterworfen ist als die Lohnsumme je Beschäftigten als Indikator für die Humankapitalintensität.

Insgesamt können also die Faktorintensitäten in den Vereinigten Staaten als international repräsentativ angesehen werden. Umschlagende Faktorintensitäten sind offenbar sehr selten. Ebenfalls deuten die hohen Korrelationskoeffizienten auf eine eher begrenzte Substitutionalität zwischen Human- und Sachkapital einerseits und (unqualifizierter) Arbeit andererseits hin [vgl. Hemmer, 1988, S. 121 f.]. Da eine geringe Substitutionalität der Produktionsfaktoren eine Rückverlagerungstendenz begünstigt, kann eine solche Entwicklung bei relativ raschem technischem Fortschritt in arbeitsintensiven Industrien zumindest nicht von vornherein ausgeschlossen werden (vgl. Abschnitt C.II.2.b).

<sup>32</sup> Bergström, Panas [1985, Tabelle A7; 1987, Tabellen 3 und 4]; Unger [1986, Tabelle 6.5].

<sup>33</sup> Zu möglichen Schätzgrößen für Faktorintensitäten vgl. im einzelnen Abschnitt E.II.2.b.

Tabelle 10 — Die Streuung der Kapitalintensitäten über 22 Zweige der Verarbeitenden Industrie in 37 Untersuchungsländern — PEARSON-Korrelationskoeffizienten mit den Werten für die Vereinigten Staaten 1963/65 und 1983/85 (Jahresdurchschnitte)

	Gesamtkapitalintensität (Wertschöpfung je Beschäftigten)		Humankapitalintensität (Lohnsumme je Beschäftigten)		Sachkapitalintensität (Wertschöpfung abzgl. Lohnsumme je Beschäftigten)	
	1963/65	1983/85	1963/65	1983/85	1963/65	1983/85
Schweiz	0,36**	nv	nv	nv	nv	nv
Schweden	0,93***	0,81***	0,93***	0,82***	0,91***	0,75***
Dänemark	0,74***	0,70***	0,82***	0,70***	0,70***	0,76***
Deutschland	0,37**	0,49**	0,85***	0,87***	0,21	0,18
Australien	0,84***	0,63***	0,84***	0,80***	0,85***	0,57***
Kanada	0,91***	0,88***	0,95***	0,90***	0,88***	0,88***
Norwegen	0,78***	0,59***	0,84***	0,88***	0,72***	0,43***
Frankreich	0,80***	0,51***	nv	nv	nv	nv
Belgien	0,19	0,46**	0,45**	0,70***	-0,01	0,28
Niederlande	0,59***	0,46**	0,26	0,61***	0,67***	0,35*
Japan	0,92***	0,87***	0,85***	0,87***	0,92***	0,84***
Finnland	0,84***	0,71***	0,92***	0,89***	0,80***	0,64***
Österreich	0,63***	0,65***	0,69***	0,81***	0,49**	0,45**
Vereinigtes Königreich	0,90***	0,82***	0,81***	0,82***	0,93***	0,81***
Israel	0,74***	0,71***	0,76***	0,78***	0,68***	0,52***
Italien	0,88***	0,58***	0,82***	0,62***	0,89***	0,50***
Irland	0,57***	0,86***	0,76***	0,74***	0,48**	0,85***
Spanien	0,75***	0,67***	0,84***	0,91***	0,69***	0,52***
Singapur	0,34*	0,84***	0,42**	0,85***	0,16	0,83***
Griechenland	0,63***	0,29*	0,73***	0,69***	0,47**	0,14
Argentinien	0,76***	0,75***	0,79***	0,67***	0,71***	0,65***
Hongkong	nv	0,42**	nv	0,37**	nv	0,46**
Portugal	0,63***	0,59***	0,81***	0,91***	0,57***	0,41**
Jugoslawien	0,57***	0,51***	0,42**	0,62***	0,57***	0,43**
Mexiko	nv	0,53***	nv	0,72***	nv	0,44**
Brasilien	0,83***	0,87***	0,81***	0,85***	0,78***	0,81***
Malaysia	nv	0,66***	nv	0,76***	nv	0,59***
Tunesien	0,53***	0,60***	0,62***	0,68***	0,49**	0,51***
Südkorea	0,66***	0,71***	0,50***	0,78***	0,68***	0,64***
Marokko	0,71***	nv	0,44**	nv	0,57***	nv
Türkei	0,58***	0,69***	0,50***	0,84***	0,52***	0,63***
Ägypten	0,50***	0,53***	0,66***	0,52***	0,41**	0,30*
Thailand	nv	0,49**	nv	0,56***	nv	0,40**
Philippinen	0,60***	0,78***	0,76***	0,65***	0,70***	0,44**
Indien	0,74***	0,72***	0,71***	0,68***	0,71***	0,69***
Pakistan	0,64***	0,38**	0,51***	0,38**	0,70***	0,37**

\*\*\*(\*\*;\*) Signifikant von 0 verschieden (einseitiger *t*-Test) auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$  (0,05; 0,10). — nv = nicht verfügbar.

Quelle: UNIDO [1989]; eigene Berechnungen mit dem Programmpaket SPSS-X Release 3.1.

### 3. Das Ausmaß von Faktormarktverzerrungen in Entwicklungsländern

Die nachteiligen Auswirkungen von arbeitskostenreduzierendem technischem Fortschritt für die Wettbewerbsfähigkeit der Verarbeitenden Industrien in den Entwicklungsländern fallen um so stärker aus, je weniger die Reallöhne in den Entwicklungsländern als Reaktion auf die verringerte Arbeitsnachfrage zurückgehen (vgl. Abschnitt C.II.2.b). Eine mögliche Erklärung für eine solche Reallohnstarrheit gibt das Modell einer dualen Volkswirtschaft von Lewis [1954; vgl. dazu auch Sell, 1983]. In diesem Modell wird das Einkommen im "traditionellen" Subsistenzsektor durch die durchschnittliche Arbeitsproduktivität bestimmt und liegt etwa in Höhe des Existenzminimums. Die marginale Arbeitsproduktivität beträgt 0, es herrscht also chronische Unterbeschäftigung. Mithin können ohne Produktionseinbußen Arbeitskräfte in den "modernen" Sektor abwandern. Der Lohnsatz im modernen Sektor wird in erster Linie durch die Verdienstmöglichkeiten im traditionellen Sektor (Subsistenzsektor) bestimmt, eventuell erhöht um einen Betrag, der höhere Lebenshaltungskosten in städtischen Gebieten, größere persönliche Belastungen durch die Fabrikarbeit, im Laufe der Zeit erworbene berufliche Qualifikationen etc. widerspiegelt. Die Beschäftigung im modernen Sektor ergibt sich aus der Gleichsetzung von Lohnsatz und Wertgrenzprodukt der Arbeit.

In diesem Modell führt eine technologiebedingte Rückverlagerung von Industrie aus dem Entwicklungsland zu einem Schrumpfen des modernen Sektors, ohne daß der Reallohn (der vor allem durch das Einkommensniveau im traditionellen Sektor bestimmt wird) wegen des Rückgangs der Arbeitsnachfrage sinkt. Die Rückverlagerung würde ceteris paribus also stärker ausfallen als bei flexiblen Faktorpreisen. Allerdings sind die Annahmen, die dem Lewisschen Zwei-Sektoren-Modell zugrunde liegen, als wenig realitätsnah kritisiert worden [vgl. insbesondere Griffin, 1969, S. 21 ff.]. So kann die Grenzproduktivität der Arbeit nur dann bei 0 liegen, wenn im traditionellen Sektor das ganze Jahr über eine weitverbreitete Unterbeschäftigung herrscht. Des weiteren kann das Pro-Kopf-Einkommen im traditionellen Sektor (in Höhe des Existenzminimums) nur dann über dem Grenzprodukt der Arbeit (= 0) liegen, wenn es keine kommerziellen landwirtschaftlichen Aktivitäten gibt (z.B. Verpachtung von Land) und der traditionelle Sektor ausschließlich aus Familienbetrieben besteht. Diese weitreichenden Implikationen der Lewisschen Annahmen treffen im allgemeinen nicht zu, so daß dieses Modell einer dualen Volkswirtschaft mit dem Ergebnis starrer Reallöhne als wenig realitätsnah angesehen werden muß.

Diese Schlußfolgerung widerspricht nicht den Forschungsergebnissen über Faktormarktverzerrungen in Entwicklungsländern [vgl. z.B. Agarwala, 1983; Banuri, Amadeo, 1987; Agarwal et al., 1991, S. 54 f.]. Selbst aus der Existenz umfangreicher Faktormarktverzerrungen kann nicht geschlossen werden, daß externe Schocks selbst mittelfristig keine Auswirkungen auf die Reallöhne haben. Dies verdeutlicht z.B. der Rückgang der Reallöhne in vielen lateinamerikanischen Ländern im Zuge der Wirtschaftskrise in den achtziger Jahren — trotz der vielfältigen Arbeitsmarktverzerrungen.

Im übrigen müßte ein Rückgang der Nachfrage nach den verarbeiteten Exporten der Entwicklungsländer früher oder später zu einer realen Währungsabwertung führen. Dies impliziert einen Rückgang der Preise nichthandelbarer Güter (einschließlich Arbeitsleistungen) im Verhältnis zu den Preisen handelbarer Güter und damit eine Senkung der Lohnstückkosten sowie eine Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit. Solange nicht die reale Abwertung über den Inflationsimport voll auf den zur Lohnanpassung benutzten Preisindex durchschlägt, verbleibt ein positiver Wettbewerbseffekt zugunsten der Produzenten in Entwicklungsländern. Es ist also nicht zu erwarten, daß eine technologiebedingte Rückverlagerungstendenz durch eine Starrheit der Reallöhne in Entwicklungsländern noch verstärkt würde.

## E. Der Einfluss des technischen Fortschritts auf die Spezialisierungsmuster im Außenhandel: Eine ökonometrische Analyse

### I. Modellstruktur

#### 1. Konzeption der Untersuchung

In Kapitel C wurde unter Bezugnahme auf die Außenhandelstheorie gezeigt, wie technischer Fortschritt unter bestimmten Bedingungen zu einer Rückverlagerung von arbeitsintensiven Industrien aus Entwicklungsländern in Industrieländer führen kann. Voraussetzungen sind entweder ein zunehmender technologischer Rückstand der Entwicklungsländer (etwa infolge von Barrieren für den internationalen Technologietransfer) oder eine geringe Substitutionalität der Produktionsfaktoren (z.B. bei lokalisiertem technischem Fortschritt). Die Wirkung dieser Faktoren hängt ab von der Rate des technischen Fortschritts in den einzelnen Industrien sowie der resultierenden Verringerung des Anteils der Arbeitskosten an den Gesamtkosten.

Die in Abschnitt B.I wiedergegebenen Handelsdaten lassen bis in die jüngste Vergangenheit keine Verringerung der Weltmarktanteile der Entwicklungsländer bei Industriegütern erkennen. Dies gilt insbesondere auch für arbeitsintensive Produkte, bei denen eine solche Entwicklung am ehesten zu vermuten wäre. Damit ist die Rückverlagerungshypothese in bezug auf die zunehmende Anwendung mikroelektronischer Prozeßinnovationen allerdings noch nicht widerlegt, da Rückverlagerungstendenzen bisher durch gegenläufige Prozesse überkompensiert worden sein könnten. Umgekehrt kann aus einzelnen Beispielen für technologisch bedingte Rückverlagerungen (Abschnitt B.II.1) allerdings auch nicht auf einen allgemeinen Trend geschlossen werden.

In Kapitel D wurde gezeigt, daß die Voraussetzungen für Rückverlagerungen arbeitsintensiver Produktionen zum Teil erfüllt sind. Zwar findet sich keine empirische Bestätigung der Hypothese einer *wachsenden* Produktivitätslücke zwischen Industrie- und Entwicklungsländern. Der relativ enge weltweite Zusammenhang zwischen der Streuung der Kapitalintensitäten deutet aber darauf hin, daß die Faktorsubstitutionalität zumindest in den Kernprozessen der einzelnen Branchen verhältnismäßig begrenzt ist. Bei einer entsprechenden Konstellation der Fortschrittsraten in den einzelnen Industrien kann daher eine Rückverlagerung arbeitsintensiver Produktionen grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden.

Deshalb wird in diesem Kapitel durch eine ökonometrische Analyse überprüft, ob die Spezialisierungsmuster von Industrie- und Entwicklungsländern in der internationalen Arbeitsteilung durch den technischen Fortschritt in den einzelnen Branchen im Sinne der Rückverlagerungshypothese beeinflusst wurden. Falls die Wettbewerbsposition der Entwicklungsländer in Branchen mit relativ raschem oder relativ stark arbeits-

kostenreduzierendem technischem Fortschritt sich *ceteris paribus* verschlechtert hat, würde das für die Möglichkeit einer Rückverlagerung arbeitsintensiver Produktionen bei weiterer Verbreitung arbeitssparender mikroelektronischer Prozeßinnovationen sprechen. Andernfalls wäre eine Rückverlagerung auch für die Zukunft als eher unwahrscheinlich anzusehen (zumal die Diffusionsmuster bei mikroelektronischen Neuerungen offenbar nicht grundlegend von konventionellen Prozeßinnovationen abweichen; vgl. Abschnitt D.I.3).

Bei der ökonomischen Analyse kommt es darauf an, die Auswirkungen des technischen Fortschritts von anderen Bestimmungsfaktoren abzugrenzen. Dazu zählen insbesondere die Faktorausstattungen der Untersuchungsländer im Zusammenwirken mit den Faktorintensitäten der Industrien im Sinne des Heckscher-Ohlin-Modells (vgl. Gleichung [C.64]). Deshalb greift die ökonomische Analyse bei der Formulierung der Schätzgleichungen auf ein empirisches Handelsmodell in der Heckscher-Ohlin-Tradition zurück und erweitert es um technologiebezogene Variable.

Bei der Auswahl dieses Modells ist zu berücksichtigen, daß die Eignung verschiedener Schätzansätze zur Bestimmung der Determinanten der Außenhandelsstruktur Gegenstand einer umfangreichen Diskussion ist. Im folgenden Abschnitt E.I.2 werden die wichtigsten Ergebnisse dieser Diskussion zusammengefaßt und die Entscheidung für das Modell von Balassa und Bauwens [1988] als Ausgangspunkt der ökonomischen Analyse begründet. Dabei werden auch die Konsequenzen aus der Beschränkung der Untersuchung auf die Spezialisierungsmuster im Bereich der Verarbeitenden Industrie diskutiert.

Die Abgrenzung des Untersuchungszeitraums von 1965 bis 1987 ist dadurch begründet, daß disaggregierte Handelsdaten für eine größere Zahl von Ländern erst seit Mitte der sechziger Jahre verfügbar sind. Diese Beschränkung ist aber wenig problematisch, weil der starke Anstieg verarbeiteter Exporte aus Entwicklungsländern erst Mitte der sechziger Jahre begonnen hat. Aus Gründen der Datenverfügbarkeit wurde das Jahr 1987 als Ende des Untersuchungszeitraums gewählt.<sup>34</sup> Die Schätzgleichungen werden im einzelnen in Abschnitt E.I.3 dargestellt. Abschnitt E.II dokumentiert die Datenbasis, und Abschnitt E.III diskutiert die Schätzergebnisse.

## **2. Empirische Untersuchungen über die Determinanten der Spezialisierungsstruktur im Außenhandel**

Die weit überwiegende Mehrzahl dieser Studien hat eine Überprüfung der Aussagen der Heckscher-Ohlin-Theorie über die Handelsstruktur zum Ziel: Relativ kapitalreiche Länder exportieren kapitalintensiv hergestellte Produkte. Dabei spielen methodische Fragen eine wichtige Rolle, da die Ergebnisse häufig den Voraussagen der Theorie zu widersprechen scheinen (vgl. etwa die Diskussion über das Leontief-Paradoxon). Die Entwicklung der Literatur hier auch nur annähernd nachzuzeichnen würde den Rah-

<sup>34</sup> Die Studie von Barbera [1991] — mit einer ähnlichen Zielrichtung wie diese Arbeit — legt denselben Untersuchungszeitraum zugrunde.

men dieser Arbeit sprengen. Deshalb beschränkt sich dieser Abschnitt auf eine Zusammenfassung des aktuellen Diskussionsstandes.

Ein Konsens hat sich in der zweiten Hälfte der achtziger Jahre zunächst darüber herausgebildet, daß eine größere Zahl von Ländern und Produkten sowie alle relevanten Produktionsfaktoren in die Analyse einbezogen werden müssen. Insbesondere ist eine Beschränkung auf ein einzelnes Land (etwa die Vereinigten Staaten), wie sie in vielen Studien einschließlich Leontief [1954] vorgenommen wurde, wegen des möglichen Ausnahmecharakters nicht sachgerecht. Auch die Vernachlässigung wichtiger Produktionsfaktoren (wie natürlicher Ressourcen und Humankapital bei Leontief [ibid.]) führt zu verzerrten Ergebnissen.

Unter den jüngeren Arbeiten lassen sich drei Richtungen unterscheiden. Bowen et al. [1987] testen eine "starke" Schlußfolgerung aus einem mehrdimensionalen Heckscher-Ohlin-Modell: Das relative Überschußangebot an Produktionsfaktoren in den einzelnen Ländern relativ zum Rest der Welt ist gleich dem Netto-Faktorexport durch den Außenhandel. Sie kommen zu dem Ergebnis, daß eine solche exakte Beziehung in der Realität nicht vorliegt. Unklar bleibt zwangsläufig, ob dieses Resultat bei einer besseren Datenbasis (genauere Messung des relativen Faktorüberschußangebots) für die Heckscher-Ohlin-Hypothese günstiger ausfiele.

Die zweite Richtung wird durch Leamer [1984] und Sautter [1984] repräsentiert. Die getesteten Hypothesen beziehen sich nicht auf den Faktorgehalt des Außenhandels, sondern auf seine Zusammensetzung nach Produkten. Zugrunde gelegt werden Heckscher-Ohlin-Modelle mit je etwa zehn Güterkategorien und Produktionsfaktoren (verschiedene Arten landwirtschaftlich nutzbaren Bodens, Arbeitskräfte unterschiedlicher Qualifikation, Sachkapital). Die Güterkategorien sind dadurch charakterisiert, daß sie je einen Produktionsfaktor relativ intensiv nutzen. Es werden Regressionen als Länderquerschnitte für die einzelnen Produktkategorien berechnet, wobei Nettoexporte oder Spezialisierungsmaße als zu erklärende und sämtliche Faktorausstattungen als erklärende Variablen verwendet werden. Die Ergebnisse dieser Regressionen bestätigen überwiegend die Vorausagen der Heckscher-Ohlin-Theorie. Einschränkend muß aber berücksichtigt werden, daß sie zum Teil schlichte "Nicht-Verfügbarkeiten" als Handelsursache widerspiegeln (etwa wenn gezeigt wird, daß tropische Agrarprodukte überwiegend von Ländern mit tropischem Klima exportiert werden).

Schließlich sind Arbeiten zu nennen, die sich auf die Analyse der Spezialisierungsstruktur innerhalb der Verarbeitenden Industrie beschränken und dabei nur wenige Produktionsfaktoren, aber eine Vielzahl von Produkten berücksichtigen [Balassa, Bauwens, 1988; Clague, 1991a]. In diesen Untersuchungen erklärt die Ausstattung der Untersuchungsländer mit Sach- und Humankapital pro Arbeitskraft zusammen mit den entsprechenden Faktorintensitäten der Industriezweige einen erheblichen Teil der Streuung in den Spezialisierungsmaßen. Der relativ hohe Erklärungsgehalt der Regressionen spricht dafür, daß die mit der Beschränkung auf die Verarbeitende Industrie zusammenhängenden Verzerrungen sich in Grenzen halten. Solche Verzerrungen könnten insbesondere bei ressourcenreichen Ländern auftreten, wenn verarbeitete Exporte nur einen relativ kleinen Teil der Ausfuhren ausmachen [vgl. Leamer, 1987]. Je nach den Faktorintensitäten bei der Rohstoffausbeutung stimmt dann der Nettoexport von

Humankapital, Sachkapital und Arbeit durch die verarbeiteten Exporte nicht mit dem Nettofaktorexport durch den Gesamthandel überein. Diesem Nachteil aus der Beschränkung der Untersuchung auf die Verarbeitende Industrie steht der Vorzug einer deutlich besseren Datenbasis gegenüber, verglichen etwa mit den Faktorintensitäten und Faktorausstattungen in der Landwirtschaft [vgl. Bowen et al., 1987]. Da im übrigen die Zahl der Industrien die der Produktionsfaktoren übersteigen kann, können die Industriezweige stärker disaggregiert werden als etwa bei Leamer [1984].

Für die ökonometrische Analyse in dieser Arbeit kommt es darauf an, neben den notwendigen Kontrollvariablen vor allem den Einfluß des technischen Fortschritts in den einzelnen Industriezweigen auf die Außenhandelspezialisierung der Untersuchungsländer in Abhängigkeit vom wirtschaftlichen Entwicklungsstand zu erfassen. Damit die Indikatoren für den technischen Fortschritt tatsächlich technologische Änderungen und nicht überwiegend den wirtschaftlichen Strukturwandel widerspiegeln, dürfen die Produktkategorien nicht zu hoch aggregiert sein. Deshalb kommt als Ausgangspunkt für die empirische Untersuchung nur ein Modell in Frage, das eine Vielzahl von Produkten zuläßt. Wegen der methodisch besonders sorgfältigen Vorgehensweise wird der Ansatz von Balassa und Bauwens [1988, insbesondere Kapitel 2] gewählt.

### 3. Schätzgleichungen

Die von Balassa und Bauwens [1988] getestete Hypothese läßt sich folgendermaßen zusammenfassen: Die Exportstruktur eines Landes ist um so stärker auf kapitalintensive Güter hin ausgerichtet, je besser das Land mit Kapital ausgestattet ist. Dementsprechend berechnen Balassa und Bauwens [ibid., S. 27 ff.] im ersten Schritt ihres zweistufigen Schätzverfahrens für jedes in die Untersuchung einbezogene Land eine Regression der Spezialisierungsmuster auf die Kapitalintensität in den einzelnen Industriezweigen:

$$[E.1] \quad Z_{jk} = a_k + b_k \ln KI_j$$

mit

$Z_{jk}$  = verschiedene Indikatoren für die Spezialisierung von Land  $k$  in Industrie  $j$

$KI_j$  = Kapitalintensität der Industrie  $j$

Der Regressionskoeffizient der Kapitalintensitätsvariablen ( $b_k$ ) fällt um so höher (geringer) aus, je stärker die Exportstruktur des Landes auf kapital-(arbeits-)intensive Produkte ausgerichtet ist. Diese Schätzung kann auch getrennt nach Sach- und Humankapitalintensität vorgenommen werden. Es wird unterteilt, daß die Kapitalintensitäten der einzelnen Industrien in den Untersuchungsländern so hoch korreliert wird, daß ein einheitlicher Datensatz ( $KI_j$ ) als repräsentativ gelten kann. Im Abschnitt D.II.2 wurde bereits gezeigt, daß diese Annahme durch die Realität gedeckt ist.

In der zweiten Stufe des Testverfahrens wird eine Regression der Koeffizienten  $b_k$  auf die Kapitalausstattung (getrennt nach Human- und Sachkapital) der einzelnen Länder durchgeführt:

$$[E.2] \quad b_k = \alpha + \beta KA_k$$

mit

$KA$  = Kapitalausstattung pro Kopf (hier aus Gründen der Übersichtlichkeit aggregiert dargestellt)

Ein positiver Koeffizient bedeutet, daß Länder mit relativ kapitalintensiven Exporten auch über eine relativ hohe Kapitalausstattung verfügen, und wird als Bestätigung der Heckscher-Ohlin-Hypothese interpretiert.

Gleichungen [E.1] und [E.2] lassen sich durch einfaches Einsetzen zu einer einzigen Schätzgleichung zusammenfassen:

$$[E.3] \quad Z_{jk} = a_k + \alpha \ln KI_j + \beta KA_k \ln KI_j$$

Die in dieser Arbeit zu testende Rückverlagerungshypothese bezieht sich im Unterschied zu Balassa und Bauwens [1988] nicht auf die Handelsstruktur zu einem bestimmten Zeitpunkt, sondern auf *Änderungen* in der Handelsstruktur infolge des technischen Fortschritts. Deshalb verwendet die vorliegende ökonometrische Analyse Schätzungen für einzelne Untersuchungsjahre im wesentlichen nur zur Datenexploration. Im übrigen stellen Änderungen in den Spezialisierungsmaßen zwischen je zwei Untersuchungsjahren (1965, 1978, 1987) die zu erklärende Variable dar.

Das Grundmuster des Schätzverfahrens ergibt sich durch Differentiation der Gleichungen [E.1] und [E.2]. In der ersten Stufe des Testverfahrens wird für jedes Untersuchungsland der Zusammenhang zwischen der Änderung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit und der Kapitalintensität in den einzelnen Industriezweigen beschrieben (vgl. [E.1]):

$$[E.4] \quad dZ_{jk} = da_k + kb_k \ln KI_j + b_k d \ln KI_j$$

In der zweiten Stufe des Verfahrens werden wiederum die berechneten Koeffizienten in einer Länder-Querschnittsanalyse durch Ländercharakteristika wie Faktorausstattungen und deren Änderungen im Zeitablauf erklärt (vgl. [E.2]):

$$[E.5] \quad db_k = d\alpha + d\beta KA_k + \beta dKA_k$$

Weiterhin gilt:

$$[E.2] \quad b_k = \alpha + \beta KA_k$$

Die vorliegende empirische Untersuchung bezieht sich auf einen längeren Zeitraum und arbeitet daher mit Differenzen anstelle von Differentialen. Für die Größen  $KI_j$  und  $KA_k$  werden die geometrischen Mittelwerte zwischen Beginn und Ende des Untersuchungszeitraums verwendet. Verschiedene Indikatoren für Geschwindigkeit und Rich-

tung des technischen Fortschritts in den einzelnen Industrien ( $TF_j$ ) werden in [E.4] als erklärende Variablen hinzugefügt; ihre Koeffizienten werden im Ländervergleich analog zu [E.5] durch Indikatoren für die "technologische Kompetenz" ( $TK_k$ ) erklärt. Die Schätzgleichungen lauten dann unter Einbeziehung der Störterme:

1. Stufe:

$$[E.6] \quad \Delta Z_{jk} = a_k + b_{1k} \ln DGKI_j + b_{2k} WRKI_j + b_{3k} TF_j + u_{jk}$$

2. Stufe:

$$[E.7] \quad b_{1k} = \alpha_1 + \gamma DGKA_k + \beta \Delta KA_k + v_{1k}$$

$$[E.8] \quad b_{2k} = \alpha_2 + \beta DGKA_k + v_{2k}$$

$$[E.9] \quad b_{3k} = \alpha_3 + \delta TK_k + v_{3k}$$

mit

$DGY$  ( $DAY$ ) = geometrisches (arithmetisches) Mittel von  $Y$  zu Beginn und Ende des Beobachtungszeitraums

$WRY$  = prozentuale jährliche Wachstumsrate von  $Y$

$j$  = Industrieindex

$k$  = Länderindex

$u, v$  = stochastische Residuen

Zusammengefaßte Schätzung:

$$[E.10] \quad \Delta Z_{jk} = a_k + \alpha_1 \ln DGKI_j + \gamma DGKA_k \ln DGKI_j \\ + \beta (\Delta KA_k \ln DGKI_j + DGKA_k WRKI_j) + \alpha_2 WRKI_j + \alpha_3 TF_j \\ + \delta FI_k TK_j + (v_{1k} DGKI_j + v_{2k} \Delta KI_j + v_{3k} TF_j + u_{jk})$$

wegen

$$[E.11] \quad d \ln Y = WRY$$

Diese Approximation gilt nur näherungsweise für relativ kleine Änderungen (etwa auf Jahresbasis). Allerdings können bei der ökonometrischen Schätzung die Differenzen auf den gesamten Zeitraum bezogen werden, da eine Division durch die Anzahl der Untersuchungsjahre die Signifikanzniveaus der geschätzten Koeffizienten nicht beeinflußt. Um die Sensitivität der Schätzergebnisse in bezug auf die Approximation zu testen, wird alternativ ein explizit in Differenzen formuliertes Modell geschätzt. Analog zu [E.4], [E.5] und [E.6] lassen sich Differenzgleichungen formulieren, die das Grundmuster des Schätzverfahrens beschreiben:

$$\begin{aligned}
 \text{[E.12]} \quad \Delta Z_{jk} &= \Delta a_k + b_k^{(1)} \ln KI_j^{(1)} - b_k^{(0)} \ln KI_j^{(0)} \\
 &= \Delta a_k + b_k^{(1)} \Delta \ln KI_j + \Delta b_k \ln KI_j^{(0)}
 \end{aligned}$$

$$\text{[E.13]} \quad b_k^{(1)} = \alpha^{(1)} + \beta^{(1)} KA_k^{(1)}$$

$$\begin{aligned}
 \text{[E.14]} \quad \Delta b_k &= \Delta \alpha + \beta^{(1)} KA_k^{(1)} - \beta^{(0)} KA_k^{(0)} \\
 &= \Delta \alpha + \beta^{(1)} \Delta KA_k + \Delta \beta KA_k^{(0)}
 \end{aligned}$$

mit

(0), (1) Beginn bzw. Ende des Untersuchungszeitraums

Unter Einbeziehung des technischen Fortschritts lauten die Schätzgleichungen (bei Vernachlässigung der Störterme):

1. Stufe:

$$\text{[E.15]} \quad \Delta Z_{ij} = a_k + b_{1k} \Delta \ln KI_j + b_{2k} \ln KI_j^{(0)} + b_{3k} TF_j$$

2. Stufe:

$$\text{[E.16]} \quad b_{1k} = \alpha_1 + \beta KA_k^{(1)}$$

$$\text{[E.17]} \quad b_{2k} = \alpha_2 + \beta \Delta KA_k + KA_k^{(0)}$$

$$\text{[E.9]} \quad b_{3k} = \alpha_3 + \delta TK_k$$

Zusammengefaßte Schätzung:

$$\begin{aligned}
 \text{[E.18]} \quad \Delta Z_{ij} &= a_k + \alpha_1 \Delta \ln KI_j + \alpha_2 \ln KI_j^{(0)} + \alpha_3 TF_j \\
 &\quad + \beta (KA_k^{(1)} \Delta \ln KI_j + \Delta KA_k \ln KI_j^{(0)}) \\
 &\quad + \gamma KA_k^{(0)} \ln KI_j^{(0)} + \delta TK_k TF_j
 \end{aligned}$$

Die ökonometrische Schätzung von [E.10] und [E.18] steht wiederum vor dem Problem heteroskedastischer Residuen infolge der Zweistufigkeit des Schätzverfahrens (vgl. Abschnitt D.I.2.a). Balassa und Bauwens [1988] verwenden alternativ ein explizit zweistufiges Verfahren mit der Methode der gewichteten kleinsten Quadrate [ibid., S. 30 ff.], ein Error-Components-Modell [ibid., S. 55 ff.] und einfache kleinste Quadrate mit Korrektur der Standardabweichungen für Heteroskedastizität unbekannter Form [ibid., S. 35 ff.]. Da die Annahmen über die Residuen und die daraus resultierende Wahl des Schätzverfahrens bei Balassa und Bauwens die Ergebnisse nicht we-

sentlich beeinflußt haben, wird in dieser Arbeit lediglich das letztere Verfahren benutzt.

In diesem Modell werden die Auswirkungen des technischen Fortschritts lediglich insoweit berücksichtigt, als sie durch die Streuung der Fortschrittsraten über die einzelnen Branchen der Verarbeitenden Industrie wirksam werden. Wünschenswert wäre zusätzlich eine Einbeziehung des auf die gesamte Faktorausstattung bezogenen Freisetzungseffekts ( $\pi_A - \pi_K$ ; vgl. Gleichung [C.64]). Dies würde jedoch unter anderem Daten über die sektorale Verteilung des Kapitalbestandes in jedem einzelnen Untersuchungsland erfordern, die nicht verfügbar sind. Außerdem sind bei der ökonometrischen Schätzung zwar die Kapitalintensitäten ( $KI_j$ ) und Fortschrittsindikatoren ( $TF_j$ ) auf die Verarbeitende Industrie bezogen, die Kapitalausstattung pro Arbeitskraft ( $KA_j$ ) aber auf den Kapitalbestand der Volkswirtschaften insgesamt (vgl. Abschnitte E.II.2 und E.II.3). Die Schätzergebnisse von Balassa und Bauwens [1988] sprechen dafür, daß die daraus resultierenden Verzerrungen sich in Grenzen halten. Bei einer Berechnung des Freisetzungseffekts müßten aber auch die Wachstumsraten der Faktorproduktivitäten außerhalb der Verarbeitenden Industrie berücksichtigt werden, was zu unlösbaren Datenproblemen führen würde. Daher muß in Kauf genommen werden, daß die Änderungen der Faktorausstattungen in [E.10] und [E.18] nicht um den Freisetzungseffekt bereinigt werden können.

Einen Anhaltspunkt hinsichtlich der Richtung des Freisetzungseffektes geben möglicherweise die mit Hilfe makroökonomischer Produktionsfunktionen geschätzten Richtungsparameter des technischen Fortschritts (Übersicht 2 stellt neuere Ergebnisse unter Verwendung flexibler Funktionsformen zusammen). Mit einer Ausnahme (Kohli [1982] für die Schweiz mit Harrod-neutralem technischen Fortschritt) wird der technische Fortschritt als arbeitssparend und kapitalnutzend beschrieben.<sup>35</sup> Dies gilt auch für das einzige Entwicklungsland, für das eine solche Schätzung vorliegt (Südkorea). Es kann also als plausibel angenommen werden, daß der technische Fortschritt gesamtwirtschaftlich den Bestand des Faktors Arbeit (gemessen in Effizienzeinheiten) normalerweise stärker erhöht als den Kapitalbestand, so daß für den Freisetzungseffekt gilt (vgl. Gleichung [C.64]):

$$[E.19] \quad \pi_A - \pi_K > 0$$

Auch durch Schätzung makroökonomischer Produktionsformen läßt sich dieser Effekt allerdings wegen der schwerwiegenden methodischen Probleme (vgl. Abschnitt E.II.2.a) nicht mit hinreichender Genauigkeit im Ländervergleich quantifizieren.

<sup>35</sup> Eine ähnliche Schlußfolgerung lassen die bei Kalt [1978, Tabelle 1] aufgeführten Schätzungen von CES-Funktionen für die Vereinigten Staaten sowie die Schätzung von Kalt [1978] selbst zu.

Übersicht 2 — Die Richtung des technischen Fortschritts in Schätzungen makroökonomischer Produktionsfunktionen — Literaturübersicht

Untersuchungsland/ -zeitraum	Funktionsform/ Produktionsfaktoren	Richtung des technologischen Fortschritts	Quelle
<i>Industrieländer</i>			
Australien 1959/60–1978/79	Translog-Gewinn- funktion; Arbeit, Kapital, Importe	arbeitsparend, kapitalnutzend	Kohli [1983]
Schweden <sup>a</sup> 1963–1980	Translog-Kosten- Funktion; Arbeiter, Angestellte, Sachkapital	arbeitsparend, kapitalnutzend	Bergström, Panas [1985]
Schweiz 1949–1976	Translog; Arbeit, Kapital, Importe	arbeitsparend, importesparend, kapitalnutzend	Mountain [1986]
Schweiz 1948–1976)	Verallgemeinerte Leontief-Funktion	Harrod-neutral	Kohli [1982]
<i>Entwicklungsländer</i>			
Südkorea 1967–1981	Translog ("beschränkte BSP- Funktion"); Arbeit, Kapital	arbeitsparend, kapitalnutzend	Kang, Kwon [1988]
<sup>a</sup> Verarbeitende Industrie.			

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

## II. Datenbasis

### 1. Handelsdaten

Zu erklärende Variablen bei der ökonomischen Untersuchung sind entsprechend Gleichungen [E.3] und [E.10] bzw. [E.18] die Spezialisierungsmuster im Außenhandel der 37 Untersuchungsländer in den Jahren 1965, 1978 und 1987 sowie die Änderungen während dieses Zeitraums. Die Länderauswahl und die Produktklassifikation folgen im wesentlichen Balassa und Bauwens [1988] (vgl. Abschnitt E.II.2 und E.II.3). Die Handelsdaten wurden auf Magnetband direkt vom Statistischen Amt der Vereinten

Nationen bezogen (COMTRADE-Database). Die Daten für Indien und die Philippinen beziehen sich auf das Jahr 1985, da neuere Zahlen nicht zu erhalten waren.

In der Literatur werden verschiedene Indikatoren zur Kennzeichnung der Spezialisierungsmuster im Außenhandel verwendet, die teils von den Nettoexporten, teils von der Gesamtausfuhr bzw. -einfuhr ausgehen. Darüber hinaus werden gelegentlich die Handelsströme ins Verhältnis gesetzt zu Inlandsproduktion oder -verbrauch [vgl. Ballance et al., 1987]. Im Rahmen dieser Arbeit ist das letztere Verfahren nicht praktikabel, da Produktions- und Verbrauchsdaten nicht für eine hinreichend große Zahl von Ländern, Produktgruppen und Jahren zur Verfügung stehen. Um die Meßgrößen zwischen Ländern unterschiedlicher Größe bzw. mit unterschiedlichem Handelsbilanzsaldo vergleichen zu können, werden häufig Normalisierungen durchgeführt, die den Einfluß dieser Ländermerkmale ausschalten. Bei der ökonometrischen Analyse im Rahmen dieser Arbeit wird allerdings auf diese Form der Normalisierung verzichtet, da unter den Regressoren durchweg länderspezifische Dummy-Variablen erscheinen (vgl. [E.3], [E.10], [E.18]). Verwendet werden zum einen die Netto-Exporte (normalisiert in bezug auf die unterschiedliche Größe der einzelnen Industrien)

$$[E.20] \quad NNX_{jk} = (X_{jk} - M_{jk}) / (X_{jk} + M_{jk})$$

und zum anderen die "Weltmarktanteile" bei den Brutto-Exporten

$$[E.21] \quad MA_{jk} = X_{jk} / \sum_k X_{jk}$$

mit

$X$  = Exportwert

$M$  = Importwert

Als "Weltexport" ( $\sum_k X_{jk}$ ) wird hier die Summe der Exporte der Untersuchungsländer zugrunde gelegt. Der Weltmarktanteil entspricht bis auf einen länderspezifischen Korrekturfaktor der "Export Performance Ratio" ( $EPR$ ) nach Balassa [1965]:

$$[E.22] \quad EPR_{jk} = \frac{X_{jk}}{\sum_j X_{jk}} / \frac{\sum_k X_{jk}}{\sum_{jk} X_{jk}} = MA_{jk} \cdot \frac{\sum_k X_{jk}}{\sum_j X_{jk}}$$

Wegen der Länder-Dummies in den Schätzgleichungen kann in dieser Arbeit auf den Korrekturfaktor verzichtet werden.

Der Vorzug der normalisierten Nettoexporte ( $NNX$ ) gegenüber den Marktanteilen ( $MA$ ) liegt darin, daß sie den intraindustriellen Handel zwischen Ländern mit ähnlicher Faktorausstattung weitgehend ausklammern [Deardorff, 1984]. Allerdings ist denkbar, daß die Importe stärker durch handelspolitische Eingriffe verzerrt werden als die Exporte. Daher werden in dieser Arbeit beide Meßgrößen getestet (Abschnitt E.II.1).

## 2. Industriedaten

### a. *Schätzung von Geschwindigkeit und Richtung des technischen Fortschritts auf der Basis von Produktionsfunktionen*

In Abschnitt C.I.2.a.β wurde gezeigt, daß bei Schätzungen von Produktionsfunktionen die Geschwindigkeit des technischen Fortschritts nicht von der Skalanelastizität und seine Richtung (bias) nicht von der Substitutionselastizität unterschieden werden kann. Diese grundsätzliche Einschränkung betrifft auch Schätzungen unter Verwendung flexibler Funktionsformen (etwa vom Translog-Typ). Selbst technisch sehr aufwendige Schätzungen liefern also nicht unbedingt zuverlässigere Informationen über den technischen Fortschritt als einfache Meßgrößen z.B. auf der Basis der Wachstumsraten der Faktorproduktivitäten. Diese Schlußfolgerung wird in diesem Abschnitt in bezug auf die praktischen Probleme bestätigt, die mit der Schätzung dieser flexiblen Funktionsformen verbunden sind. Dabei wird die Aussagekraft von Untersuchungen für einzelne Industriesektoren (wie sie für die vorliegende ökonometrische Analyse erforderlich sind) exemplarisch anhand der methodisch sehr sorgfältigen Arbeiten von Bergström und Panas [1985; 1987] diskutiert. Außerdem werden die Schätzungen von Unger [1986] für die Bundesrepublik Deutschland beschrieben, die in der ökonometrischen Analyse alternativ zu anderen Meßgrößen Verwendung finden.

Die Studien von Bergström und Panas beziehen sich auf acht bzw. neun Subsektoren der Verarbeitenden Industrie in Schweden von 1963 bis 1980. Es werden Translog-Kostenfunktionen geschätzt und zahlreiche Annahmen hinsichtlich der Modellstruktur explizit getestet (Hicks-neutraler technischer Fortschritt; kein technischer Fortschritt; konstante Skalenerträge; bei Bergström und Panas [1987] zusätzlich Homothetizität und Homogenität). Die Unterschiede zwischen den beiden Arbeiten liegen vor allem in der Disaggregation der Produktionsfaktoren: Bergström und Panas [1985] unterscheiden analog zu der bahnbrechenden Studie von Berndt und Christensen [1973] zwischen Arbeit, Gebäuden sowie Maschinen und Ausrüstungen. Demgegenüber fassen Bergström und Panas [1987] Gebäude und Maschinen zu einem Produktionsfaktor (Sachkapital) zusammen und disaggregieren Arbeit in unqualifizierte (Produktionsarbeiter) und qualifizierte (Angestellte). Die gleichzeitige Disaggregation von Arbeit und Kapital scheidet offenbar an der Kürze der vorhandenen Zeitreihen [ibid., S. 3].

Tabelle A6 gibt die Raten des technischen Fortschritts wieder, die aus den von Bergström und Panas jeweils präferierten Modellen resultieren. Die Rate der Kostensenkung wird definiert als die Reduzierung der Stückkosten bei konstanten Inputmengen und spiegelt den technischen Fortschritt wider. Die Wachstumsrate der totalen Faktorproduktivität schließt zusätzlich den Einfluß der Skalanelastizität ein [Bergström, Panas, 1985, S. 6 f.]. Vor allem bei der Untersuchung aus dem Jahr 1985 fallen die vielen negativen Werte für die jährliche Kostensenkung auf (also eine Kostenerhöhung infolge des Einsatzes neuer Techniken). Dieses unplausible Ergebnis führen die Autoren darauf zurück, daß Skalenerträge und die Rate des technischen Fortschritts nicht deutlich unterschieden werden können [ibid., S. 16]. Die Werte aus der Studie von 1987 sind zwar überwiegend plausibel, unterscheiden sich aber teil-

weise dramatisch von den früher ermittelten. Daraus allerdings den Schluß zu ziehen, das Modell mit aggregiertem Kapital und disaggregierter Arbeit (Studie von 1987) sei dem Ansatz mit disaggregiertem Kapital und aggregierter Arbeit (Studie von 1985) eindeutig überlegen, wäre unzutreffend. Die Autoren betonen, daß die Aggregation von Maschinen und Gebäuden zum Produktionsfaktor "Kapital" durch die Ergebnisse der früheren Untersuchung nicht gedeckt ist [Bergström, Panas, 1987, S. 3].

Noch unklarer sind die Ergebnisse bezüglich der Richtung des technischen Fortschritts. In der Studie von 1985 wird er für alle Sektoren als kapitalnutzend (bezogen sowohl auf Maschinen als auch auf Gebäude) und dementsprechend arbeitssparend ausgewiesen [Bergström, Panas, 1985, S. 15]. Hingegen kommen Bergström und Panas [1987, S. 22 f.] zu dem Ergebnis, daß nur bei Nahrungsmitteln, Holz/Papier/Verlagswesen sowie Holz/Holzerzeugnissen die Hypothese des Hicks-neutralen technischen Fortschritts widerlegt wird. In diesen Industrien wird der technische Fortschritt als sachkapital- sowie arbeitssparend und dementsprechend humankapitalnutzend beschrieben. Bergström und Panas [1987] überprüfen auch die Komplementaritätshypothese für Sach- und Humankapital. Dabei wird "Komplementarität" dann als gegeben angesehen, wenn die Substitutionsbeziehung zwischen Sachkapital und Arbeit enger ist als zwischen Sach- und Humankapital. Unterschiedliche Substitutionsmaße (Allen-Uzawa- bzw. Morishima-Elastizitäten) führen in dieser Hinsicht zu deutlich verschiedenen Ergebnissen, so daß allgemeine Schlußfolgerungen nicht gezogen werden können. Angesichts dieser Widersprüche leiten Bergström und Panas [ibid., S. 46] ihre Schlußfolgerungen mit den Worten ein: "Results from empirical investigations of production technologies are not very trustworthy."

Auch durch die Auswertung weiterer Studien läßt sich kein klareres Bild über Geschwindigkeit und Richtung des technischen Fortschritts in einzelnen Industrien gewinnen [vgl. Bergström, Panas, 1985, S. 18; 1987, S. 42]. Als problematisch erweist sich bei den dort zitierten sowie weiteren Studien (etwa Masih [1984] für Australien; Heng [1985] für Singapur; Ferguson [1965] für die Vereinigten Staaten) die Verwendung restriktiver Funktionsformen und zusätzlicher Annahmen (etwa CES-Funktionen, Unterstellung konstanter Skalenerträge etc.). Ähnliche Probleme bestehen bei der Studie von Reddy [1987; vgl. auch 1989], der eine Komponentenzersetzung der Produktionszuwächse auf der Basis von Cobb-Douglas-Funktionen für mehrere Teilperioden des Beobachtungszeitraums vornimmt. Bei flexiblen Funktionsformen wird darüber hinaus nur selten stringent überprüft, ob für den relevanten Bereich die Konkavitätsbedingungen erfüllt sind, die erst die Anwendbarkeit des Funktionstyps sicherstellen [vgl. Barnett et al., 1985].

Die extreme Abhängigkeit der Schätzergebnisse von der Modellspezifikation dürfte letztlich darauf zurückzuführen sein, daß die "Produktionsfunktionen" eine Vielzahl technologischer und ökonomischer Einflüsse widerspiegeln (vgl. Abschnitt C.I.2). Hierzu zählen echte Prozeßinnovationen, Strukturwandel auf der Produktseite (etwa Spezialisierung auf bestimmte Produktgruppen unter Konkurrenzdruck), Substitutionsprozesse verbunden mit technologischer Modernisierung infolge von Faktorpreisverschiebungen etc. Deshalb ist fraglich, ob ein noch größerer Aufwand bei Funktionstyp und Schätzverfahren grundsätzlich zuverlässigere Ergebnisse liefern würde.

Methodisch exaktere Formulierungen wie z.B. das Modell der "frontier production function" nach Johansen erfordern derart umfangreiches Datenmaterial auf Betriebs-ebene, daß bisher erst wenige Schätzungen vor allem für Prozeßindustrien vorliegen (Summa [1986] für die Brauereiindustrie in Finnland sowie Førsund und Hjalmarsson [1987] für die schwedische Molkerei-, Zement-, Papier- und Eisenindustrie und die norwegische Aluminiumindustrie).

Für die ökonomische Analyse werden daher in dieser Arbeit überwiegend einfache zu berechnende Indikatoren für die Geschwindigkeit und Richtung des technischen Fortschritts verwendet (vgl. den folgenden Abschnitt E.II.2.b). Um die Sensitivität der Ergebnisse in bezug auf die Wahl dieser Indikatoren zu testen, werden zusätzlich Schätzungen von Produktionsfunktionen sowie der Wachstumsraten der Faktorproduktivitäten für 28 Wirtschaftszweige in der Bundesrepublik Deutschland im Zeitraum 1961 bis 1981 [Unger, 1986] herangezogen. Ungers Studie enthält eine umfassende Darstellung der verwendeten Methoden, so daß hier auf eine Wiedergabe der technischen Einzelheiten verzichtet werden kann. Die Berechnungen erfolgen nach der "Bruttomethode" mit dem realen Produktionswert als Outputgröße (im Gegensatz zu der in Abschnitt E.II.2.b verwendeten "Nettomethode" auf der Basis der realen Wertschöpfung). Unger verwendet überwiegend Daten aus den Input-Output-Tabellen des Rheinisch-Westfälischen Instituts für Wirtschaftsforschung; bei den Vorleistungen unterscheidet er zwischen Energie- und Nichtenergievorleistungen, der Arbeitsinput setzt sich zusammen aus Arbeitern, Angestellten und Selbständigen und der Kapitalstock aus Bauten und Ausrüstungen [Unger, 1986, S. 42 ff.].

Für die ökonomische Analyse werden von Unger [ibid., Tabelle 6.1] folgende Parameter der Translog-Stückkostenfunktionen übernommen:

- APD* = Rate des technischen Fortschritts (Kostensenkung) im Basisjahr der Untersuchung (1970) in vH  
*BPPD* = Zeitrend der Rate des technischen Fortschritts (positive Werte bedeuten eine Verlangsamung)  
*BLPD* = Bias-Parameter in Anlehnung an die Hickssche Klassifikation des technischen Fortschritts (positives Vorzeichen bedeutet, daß bei konstanten Faktorpreisen der betreffende Kostenanteil im Laufe der Zeit wächst)

In den Schätzgleichungen entsprechend [E.10] bzw. [E.18] erscheinen diese Parameter zum einen als "konstante Glieder" und zum anderen als Produkt mit einer Proxy für die Fähigkeit zur Technologieabsorption — hier das reale Pro-Kopf-Einkommen (*RGDP1* nach Heston und Summers [1988]). Falls die Hypothese zutrifft, daß Entwicklungsländer *ceteris paribus* in Branchen mit raschem oder stark arbeitssparendem technischem Fortschritt an Wettbewerbsstärke eingebüßt haben, müßte der Koeffizient dieser Produktvariablen jeweils ein negatives Vorzeichen aufweisen.

Alternativ zu den eigenen Berechnungen der Wachstumsraten der Faktorproduktivitäten (Abschnitt E.II.2.b) werden außerdem die folgenden von Unger [1986] ermittelten Fortschrittsraten herangezogen:

- TFPUD* = durchschnittliche Wachstumsrate der totalen Faktorproduktivität 1961–1981 in vH [Unger, 1986, Tabelle 4.1, Spalte TFP]

*APUD* = durchschnittliche Wachstumsrate der Arbeitsproduktivität 1961–1981 in vH [Unger, 1986, Tabelle 4.7, Spalte BWS/STD]

Die Arbeitsproduktivität kann als Indikator für das Ausmaß des technischen Wandels unter Einschluß von Substitutionsvorgängen aufgefaßt werden. Für die zugehörige Produktvariable ist sowohl bei *TFPUD* als auch bei *APUD* ein positives Vorzeichen zu erwarten. Das Maß an statistischer Übereinstimmung zwischen Ungers Schätzgrößen und den übrigen in dieser Arbeit verwendeten Fortschrittsraten ergibt sich aus den Korrelationskoeffizienten in Tabelle 16 (Abschnitt E.II.2.c).

## b. Faktorintensitäten und Wachstumsraten der Faktorproduktivitäten

### α. Definitionen

Die ökonomische Analyse (vgl. Gleichungen [E.3], [E.10] und [E.18]) erfordert an industriespezifischen Daten Angaben für die Human- und Sachkapitalintensität der einzelnen Industriezweige sowie für die Geschwindigkeit und Richtung des technischen Fortschritts. Die Eigenschaften des technischen Fortschritts werden außer durch die Parameter von Produktionsfunktionen (vgl. den vorangegangenen Abschnitt E.II.2.a) sowie quantitative Indikatoren (Abschnitt E.II.2.c) vor allem durch die Wachstumsrate der totalen Faktorproduktivität (*TFP*; vgl. Gleichung [C.12]) und die Größen *RTF* sowie *RTFN* approximiert (vgl. [C.21] und [C.21a]; Differenz zwischen der relativen Abnahme der Stückkosten durch Erhöhung der Arbeits- bzw. Kapitalproduktivität bzw. relative Verringerung der Stückkosten infolge höherer Arbeitsproduktivität). Die Kapitalintensitäten und Wachstumsraten der Faktorproduktivitäten können aus denselben Datensätzen der Industriestatistik berechnet werden und werden daher in diesem Abschnitt gemeinsam behandelt.

Kapitalintensitäten können entweder unmittelbar als Bestandsgrößen oder als Stromgrößen ermittelt werden. Im letzteren Fall dienen die Faktoreinkommen als Proxies für die (hypothetische) Verzinsung des Kapitalbestandes. Die Humankapitalintensität wird in der Literatur überwiegend als Stromgröße geschätzt: als Differenz zwischen der tatsächlichen Lohnsumme pro Beschäftigten und dem Lohnsatz für ungelernete Arbeitskräfte. Dieser Einkommensstrom kann auch als Verzinsung des Humankapitalbestandes aufgefaßt und mit einem mehr oder minder willkürlich gewählten Zinssatz aufgezinnt werden [Fels, 1972]; dies ermöglicht die Aggregation von Human- und Sachkapital. Als echte Bestandsgröße wird gelegentlich der Anteil von Ingenieuren und Technikern etc. an der Beschäftigtenzahl verwendet. Damit werden allerdings nicht formalisierte, aber trotzdem wichtige Qualifikationsanforderungen vernachlässigt. Maße wie der Anteil von Angestellten [vgl. Bergström, Panas, 1987] oder Beschäftigten außerhalb der Fertigung zeichnen sich ebenfalls durch erhebliche Unschärfe aus. In dieser Arbeit wird daher als Indikator für die Humankapitalintensität das Bruttoeinkommen aus unselbständiger Arbeit pro Beschäftigten verwendet (einschließlich des Arbeitgeberanteils an den Sozialabgaben), abzüglich des hypothetischen Lohnanteils für unqualifizierte Arbeit (zu Einzelheiten vgl. den folgenden Abschnitt).

Die Schätzung der Sachkapitalintensität als Stromgröße ist problematisch, da die Gewinne als Residualgröße starken zyklischen Schwankungen unterworfen sind. Bestandsgrößen wie das Anlagevermögen unterliegen demgegenüber Bewertungsproblemen aufgrund buchungsrechtlicher Vorschriften und erfassen nicht die Kapitalbindung durch den laufenden Geschäftsbetrieb. Daher werden in dieser Arbeit alternativ eine Stromgröße (Wertschöpfung abzüglich Bruttoeinkommen aus unselbständiger Arbeit je Beschäftigten) und eine Bestandsgröße (Bruttoanlagevermögen je Beschäftigten) als Maße für die Sachkapitalintensität verwendet. Ergänzend wird auch die Bruttowertschöpfung je Beschäftigten als Indikator für die (Gesamt-)Kapitalintensität herangezogen [vgl. Lary, 1968].

Weitgehend unabhängig von der Wahl der Meßgrößen wirken sich Güter- und Faktormarktverzerrungen auf die Schätzung der Faktorintensitäten aus. Zum Beispiel können Unterschiede beim Bruttoeinkommen je Beschäftigten auch auf einen unterschiedlichen gewerkschaftlichen Organisationsgrad oder Schutz vor Importkonkurrenz zurückgehen und spiegeln dann nicht mehr lediglich unterschiedliche Qualifikationsanforderungen an die Arbeitskräfte wider. Wie die Darstellung der verwendeten Daten im folgenden Abschnitt zeigt, stellen aber alle Meßgrößen unumgängliche Kompromisse dar zwischen den theoretischen Anforderungen und der Datenverfügbarkeit.

Die Wachstumsraten der Faktorproduktivitäten können mit unterschiedlichen Maßen für die Ausbringung ermittelt werden (siehe hierzu im einzelnen Erber [1989, S. 84 f.]). Bei der "Bruttomethode" wird der Bruttoproduktionswert zugrunde gelegt; dementsprechend erscheinen als Inputs neben den Produktionsfaktoren im engeren Sinne (Arbeit, Sachkapital, Humankapital) auch die Vorleistungen (im wesentlichen Material und Energie). In der vorliegenden Arbeit konnte diese Methode allerdings nicht Verwendung finden, da für die Vorleistungen keine brauchbaren preisbereinigten Zeitreihen verfügbar waren. Es wird auf die "Nettomethode" zurückgegriffen, die auf der Outputseite die Bruttowertschöpfung und bei den Inputs nur die Produktionsfaktoren im engeren Sinne erfaßt. Daraus resultierende Verzerrungen, etwa durch die Substitutionalität zwischen Sachkapital und Energieeinsatz, müssen in Kauf genommen werden.

Die Berechnung der Größen  $TFP$ ,  $RTF$  und  $RTFN$  ist in Übersicht 3 zusammengefaßt. Der Arbeitseinsatz wird durch die Beschäftigtenzahl approximiert, da Angaben über geleistete Arbeitsstunden außerhalb der Fertigung nicht verfügbar waren. Der entsprechende Kostenanteil ( $SA$ ) wird berechnet als Anteil der (hypothetischen) Entlohnung der entsprechenden Zahl unqualifizierter Arbeitskräfte an der Wertschöpfung. Der Humankapitaleinsatz ( $HK$ ) wird dementsprechend ermittelt als Differenz zwischen der tatsächlichen Lohnsumme und der hypothetischen Entlohnung unqualifizierter Arbeitskräfte. Der Sachkapitaleinsatz ( $SK$ ) entspricht dem Bruttoanlagevermögen; der zugehörige Kostenanteil ( $SS$ ) wird als Restgröße ermittelt (Differenz zwischen 1 und dem Anteil der Bruttoeinkommen aus unselbständiger Arbeit an der Wertschöpfung). Die Wachstumsraten von  $TFP$ ,  $RTF$  und  $RTFN$  werden auf der Grundlage von Törnqvist-Indizes ermittelt [vgl. Unger, 1986, S. 36 ff.] Die Einzelheiten der Berechnung werden im folgenden Abschnitt erläutert.

## Übersicht 3 — Definition der Variablen im ökonomischen Modell

<b>Handelsdaten</b> (vgl. Abschnitt E.II.1)	
<i>NNX</i>	normalisierte Nettoexporte eines Landes in einer Güterkategorie
<i>MA</i>	“Marktanteil”: Anteil eines Landes an den Gesamtexporten der Untersuchungsländer in einer Güterkategorie
<b>Industriedaten</b>	
<i>Selbst berechnete Variablen</i> (vgl. Abschnitt E.II.2.b.β)	
<i>Kurzbezeichnungen</i>	
Ausgangsdaten:	
<i>B</i>	Beschäftigte
<i>BEUA</i>	Bruttoeinkommen aus unselbständiger Arbeit
<i>L</i>	hypothetischer Lohnsatz für unqualifizierte Arbeit
<i>WS</i>	Wertschöpfung
<i>SK</i>	Bruttoanlagevermögen
Berechnete Variablen:	
<i>LU</i>	hypothetische Lohnsumme für unqualifizierte Arbeit
<i>HK</i>	Humankapital
<i>KI</i>	(Gesamt-)Kapitalintensität
<i>HKI</i>	Humankapitalintensität
<i>SKI-S(B)</i>	Sachkapitalintensität-Stromgröße (Bestandsgröße)
<i>AP</i>	Arbeitsproduktivität
<i>HP</i>	Humankapitalproduktivität
<i>SP</i>	Sachkapitalproduktivität
<i>SA (SH; SS)</i>	Anteil der Arbeits-(Humankapital-; Sachkapital-)kosten an den Gesamtkosten
<i>TFP</i>	Wachstumsrate der totalen Faktorproduktivität
<i>RTF</i>	Richtung des technischen Fortschritts
<i>Umformung von Variablen</i>	
<i>Y'</i>	Deflationierung
<i>Y-AP</i> ( <i>Y-SP</i> )	Deflationierung von <i>Y</i> mit dem allgemeinen (sektoralen) Preisindex
<i>DFY68</i>	Differenz zwischen den Werten von <i>Y</i> in den Jahren 1986/87 und 1965
<i>DAY68</i> ( <i>DGY68</i> )	arithmetisches (geometrisches) Mittel von <i>Y</i> in den Jahren 1965 und 1986/87
<i>WY68</i>	Wachstumskoeffizient
<i>WRY68</i>	gesamte Wachstumsrate von <i>Y</i> 1965–1986/87
<i>DWRY68</i>	durchschnittliche jährliche Wachstumsrate von <i>Y</i> 1965 bis 1986/87
<i>XY68</i> ( <i>XY67</i> ; <i>XY78</i> )	Änderung oder Durchschnitt bezogen auf den Zeitraum 1965–1986/87 (1965–1978; 1978–1986/87)

## noch Übersicht 3

**Berechnung von Variablen**

<b>LU</b>	= $L \cdot B$
<b>HK</b>	= $BEUA' - LU'$
<b>KI</b>	= $WS'/B$
<b>HKI</b>	= $BEUA'/B$
<b>SKI-S</b>	= $(WS' - BEAU')/B$
<b>SKI-B</b>	= $SK'/B$
<b>AP</b>	= $WS'/B$
<b>HP</b>	= $WS'/HK$
<b>SP</b>	= $WS'/SK$
<b>SA</b>	= $LU/WS$
<b>SH</b>	= $(BEUA - LU)/WS$
<b>SK</b>	= $1 - SA - SH$
<b>TFP</b>	= $(1+WRAP)^{DASA} \cdot (1+WRSP)^{DASS} \cdot (1+WRHP)^{DASH}$
<b>RTF</b>	= $(1+WRAP)^{DASA} / ((1+WRHP)^{DASH} (1+WRSP)^{DASS})$
<b>RTFN</b>	= $(1+WRAP)^{DASA}$

**Übrige Variablen****Fortschrittsraten**

Parameter von Translog — Stückkostenfunktionen für die Bundesrepublik Deutschland 1961–1981 [Unger, 1986] (vgl. Abschnitt E.II.2.a):

<b>APD</b>	Rate des technischen Fortschritts (Kostensenkung) im Basisjahr der Untersuchung (1970) in vH
<b>BPPD</b>	Zeittrend der Rate des technischen Fortschritts (positive Werte bedeuten eine Verlangsamung)
<b>BLPD</b>	Bias-Parameter in Anlehnung an die Hickssche Klassifikation des technischen Fortschritts (positives Vorzeichen bedeutet, daß bei konstanten Faktorpreisen der betreffende Kostenanteil im Laufe der Zeit wächst)

Jahresdurchschnittliche Wachstumsraten der Faktorproduktivitäten in der Bundesrepublik Deutschland 1961/81 [Unger, 1986] (vgl. Abschnitt E.II.2.a):

<b>TFPUD</b>	totale Faktorproduktivität
<b>APUD</b>	Arbeitsproduktivität

Jahresdurchschnittliche Wachstumsraten der totalen Faktorproduktivität in den Vereinigten Staaten und Japan 1960/85 [Jorgenson, Kuroda, 1990] (vgl. Abschnitt E.II.2.b.ß):

<b>TFPJK-USA</b>	Vereinigte Staaten
<b>TFPJK-J</b>	Japan
<b>TFPJK-DA</b>	arithmetischer Durchschnitt für die Vereinigten Staaten und Japan

## noch Übersicht 3

**Indikatoren für die Forschungs- und Innovationsintensität** (vgl. Abschnitt E.II.2.c)

<b>FEUS</b>	Anteil der Forschungs- und Entwicklungsausgaben am Nettoumsatz in den Vereinigten Staaten 1978 (vgl. auch Tabelle A8)
<b>WIFEUS</b>	Wissenschaftler und Ingenieure in Forschung und Entwicklung je 1000 Beschäftigte in den Vereinigten Staaten 1978 (vgl. auch Tabelle A8)
<b>PATUS</b>	Patenterteilungen je 1000 Beschäftigte in den Vereinigten Staaten 1963–1984 (vgl. auch Tabelle A9)
<b>INNUK</b>	Innovationen je 100000 Beschäftigte im Vereinigten Königreich 1945–1979 (vgl. auch Tabelle A10)

Innovationshäufigkeit in der Bundesrepublik Deutschland 1979–1984 [Wagner, 1988]:

<b>PZINND</b>	Anteil der Unternehmen mit Prozeßinnovationen
<b>PDINND</b>	Umsatzanteil von Produkten in der Markteinführungsphase

**Länderdaten** (vgl. Abschnitt E.II.3)

<b>HKA</b>	Humankapitalausstattung (Harbison-Myers-Index)
<b>SKA</b>	Sachkapitalausstattung (Bruttoanlageinvestitionen in konstanten Preisen aggregiert über 15 Jahre pro Kopf)
<b>RGDP1</b>	Bruttoinlandsprodukt pro Kopf in internationalen Preisen von 1980 [Heston, Summers, 1988]

**Produktvariablen** (vgl. Abschnitt E.IV.2)

<b>VA1</b>	= $HKA^{(0)} \cdot \ln HKI^{(0)}$
<b>VA2</b>	= $SKA^{(0)} \cdot \ln SKI^{(0)}$
<b>VA3</b>	= $\Delta HKA \cdot HKI^{(0)} + HKA^{(1)} \cdot \Delta \ln HKI$
<b>VA3a</b>	= $\Delta HKA \cdot HKI^{(0)}$
<b>VA3b</b>	= $HKA^{(1)} \cdot \Delta \ln HKI$
<b>VA4</b>	= $\Delta SKA \cdot SKI^{(0)} + SKA^{(1)} \cdot \Delta \ln SKI$
<b>VA4a</b>	= $\Delta SKA \cdot SKI^{(0)}$
<b>VA4b</b>	= $SKA^{(1)} \cdot \Delta \ln SKI$
<b>VA1'</b>	= $DGHKA \cdot \ln DGHKI$
<b>VA2'</b>	= $DGSKA \cdot \ln DGSKI$
<b>VA3'</b>	= $(\Delta HKA \cdot \ln DGHKI) + (DGHKA \cdot DWRHKI)$
<b>VA4'</b>	= $(\Delta SKA \cdot \ln DGSKI) + (DGSKA \cdot DWRSKI)$

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

## β. Daten

Bei der Datensammlung stellt sich die grundsätzliche Frage, wie tief die einzelnen Branchen innerhalb der Verarbeitenden Industrie disaggregiert sein sollten. Für eine tiefe Aufgliederung spricht vor allem, daß die Indikatoren für den technischen Fortschritt auf stärker disaggregiertem Niveau weniger durch den wirtschaftlichen Strukturwandel verzerrt sein dürften [vgl. Eliasson, 1982, S. 80 f.]. Andererseits sind die Subsektoren innerhalb weitgefaßter Industriezweige häufig sehr eng verflochten, so daß Standortentscheidungen möglicherweise nur für die Branche insgesamt, nicht aber für einzelne Subsektoren getroffen werden. Da ein optimaler Aggregationsgrad nicht a priori festgelegt werden kann, wird die ökonomische Analyse alternativ für 159 Teilsektoren und für 22 Branchen innerhalb der Verarbeitenden Industrie durchgeführt.

Die ökonomische Analyse erfordert Industrie- und Handelsdaten in übereinstimmender Klassifikation. Für die tiefere Gliederung wird auf die Arbeit von Balassa und Bauwens [1988, Tabelle 1.2] zurückgegriffen, die für 167 Sektoren eine Gegenüberstellung der Standard Industrial Classification der Vereinigten Staaten in der Fassung von 1967 (USSIC 1967; Industriestatistik) und der Standard International Trade Classification Revision 1 (SITC Rev. 1; Handelsdaten) enthält. Der Untersuchungszeitraum von 1965 bis 1987 erfordert die Übertragung der USSIC 1967 in die neue Fassung von 1972 (aufgrund der Synopse in US Department of Commerce [b, Vol. 1, Appendix C]). Durch die dabei erforderlichen Anpassungen reduziert sich die Zahl der Sektoren auf 159. Die Zusammenstellung ergibt sich im einzelnen aus Tabelle A7.

Die Aufgliederung der 22 Industrien lehnt sich an die International Standard Industrial Classification der Vereinten Nationen auf der dreistelligen Gliederungsebene an (ISIC 3). Die entsprechenden Handelsdaten sowie die Industriedaten für die Vereinigten Staaten werden durch Aggregation der 159 Sektoren entsprechend dem Schema in Tabelle A7 berechnet. Der Sektor 045 (Plastik, Plastikserzeugnisse) wird insgesamt der Chemieindustrie (ISIC 351) zugeordnet, weil er Teilsektoren sowohl aus dem Bereich Chemie als auch aus dem Bereich Plastikserzeugnisse (ISIC 356) aufweist und eine Trennung nicht möglich ist.

Zum Zeitpunkt der Durchführung der Untersuchung waren für die Vereinigten Staaten neuere Industriedaten als für das Jahr 1986 nicht verfügbar, während in der ökonomischen Untersuchung Handelsdaten für das Jahr 1987 verwendet werden. Diese Diskrepanz dürfte allerdings keinen nennenswerten Einfluß auf die Schätzergebnisse haben, da die Änderungen in den Industriedaten zwischen 1986 und 1987 im Vergleich zu den Änderungen während des gesamten Untersuchungszeitraums von 1965 bis 1986 gering bleiben dürften. Die Berechnung der Kapitalintensitäten und Wachstumsraten der Faktorproduktivitäten auf der Basis der US-Industriestatistik [US Department of Commerce, a] geht von folgenden Rohdaten aus (Kurzbezeichnungen vgl. Übersicht 3):

*B* = Gesamtzahl aller Beschäftigten

*BEUA* = Angaben über Arbeitgeber-Sozialabgaben sind erst ab 1967 verfügbar.  
Die Bruttoeinkommen aus unselbständiger Arbeit für das Jahr 1965 wer-

den daher berechnet als Lohn- und Gehaltssumme zuzüglich hypothetischer Arbeitgeber-Sozialabgaben in Höhe ihres Anteils an der Lohn- und Gehaltssumme 1967. Diese Anteilswerte werden nur auf der Ebene der 22 Industrien erfaßt und die Ergebnisse jeweils auf alle den einzelnen Industrien zugeordneten Sektoren angewandt (vgl. Tabelle A7). Der gleiche Berechnungsmodus wird auch für das Jahr 1986 angewandt.

- L* = hypothetischer Jahreslohn (52 Wochen) berechnet aus Durchschnittsstundenlohn im Einzelhandel und durchschnittlicher Wochenarbeitszeit in der Verarbeitenden Industrie [US Department of Labor, a]
- WS* = Bruttowertschöpfung in laufenden Preisen
- SK* = Bruttobuchwert aller abzuschreibenden Vermögenswerte jeweils zum Jahresende des Vorjahres

Für die Deflationierung der nominalen Größen wird in Ermangelung ausreichend langer sektorspezifischer Preisreihen der allgemeine Produzentenpreisindex (für alle Sektoren einheitlich) verwendet. Damit wird zwangsläufig der Einfluß der sektorspezifischen Preisentwicklung sowohl auf der Input- als auch auf der Outputseite vernachlässigt. Um die Sensitivität der Schätzergebnisse in bezug auf diese vereinfachende Annahme wenigstens ansatzweise zu überprüfen, werden für den Bruttoproduktionswert auf der höheren Gliederungsebene (22 Industrien) alternativ auch sektorale Preisindizes herangezogen [US Department of Labor, b]. Dabei muß unberücksichtigt bleiben, daß die Streuung der verwendeten sektoralen Preissteigerungsraten zum großen Teil unterschiedliche Preissteigerungen bei den Vorleistungen widerspiegeln dürfte (die wiederum durch die Verwendung der "Nettomethode" bei der Berechnung der Wachstumsrate der totalen Faktorproduktivität ausgeklammert werden). Es zeigt sich allerdings, daß die Wahl des Deflators die ökonometrischen Schätzergebnisse nicht wesentlich beeinflußt (Abschnitt E.III.2).

Alternativ zu den eigenen Schätzungen der Wachstumsrate der totalen Faktorproduktivität werden auch die Ergebnisse von Jorgensen und Kuroda [1990, Tabelle 5]; (abgekürzt: *TFPJK*) herangezogen. Diese Studie vergleicht die Produktivität in 28 Wirtschaftszweigen in den Vereinigten Staaten und Japan im Zeitraum von 1960 bis 1985. Ausgangspunkt sind dabei die jeweiligen Outputpreise, die um Änderungen des Wechselkurses sowie der Inputpreise bereinigt wurden (zu den Einzelheiten vgl. *ibid.* [S. 28 ff.]). Jahresdurchschnittliche Wachstumsraten der Faktorproduktivität werden für die Teilperioden 1960–1970, 1970–1980 und 1980–1985 ausgewiesen. Da die sektorale Gliederung bei Jorgensen und Kuroda nicht genau den in dieser Arbeit verwendeten 22 ISIC-3-Industrien entspricht, werden zum Teil einzelne Werte aus dieser Quelle mehreren Industrien zugeordnet (ISIC 323/4, ISIC 361/2/9; ISIC 371/2). Dem Fahrzeugbau (ISIC 384) wird lediglich der Wert für den Automobilbau zugewiesen, da ein sinnvoll gewichteter Durchschnitt mit den übrigen Bereichen dieser Branche nicht berechnet werden konnte. Bei den Regressionsschätzungen werden wahlweise die Daten für Japan (*TFPJK-J*), für die Vereinigten Staaten (*TFPJK-USA*) und der arithmetrische Durchschnitt für beide Länder (*TFPJK-DA*) verwendet.

Einen Überblick über das Maß an statistischer Übereinstimmung zwischen den Variablen geben die Korrelationskoeffizienten in den Tabellen 11, 12 und 13. Die Kapi-

Tabelle 11 — PEARSON-Korrelationskoeffizienten für die Kapitalintensitäten in der Verarbeitenden Industrie der Vereinigten Staaten 1965–1986

	<i>lnHKI</i> (1965)	<i>lnSKI-B</i> (1965)	<i>lnSKI-S</i> (1965)	<i>lnHKI</i> (1986)	<i>lnSKI-B</i> (1986)	<i>lnSKI-S</i> (1986)	<i>WRHKI</i> (1965/86)	<i>WRSKI-B</i> (1965/86)	<i>WRSKI-S</i> (1965/86)
	Werte oberhalb der Diagonalen: 22 Industrien								
<i>lnHKI</i> (1965)	–	0,80***	0,74***	0,98***	0,80***	0,60***	–0,71***	0,09	–0,46**
<i>lnSKI-B</i> (1965)	0,59***	–	0,75***	0,85***	0,96***	0,58***	–0,34*	–0,04	–0,48**
<i>lnSKI-S</i> (1965)	0,58***	0,60***	–	0,75***	0,77***	0,93***	–0,43**	0,15	–0,26
<i>lnHKI</i> (1986)	0,88***	0,67***	0,64***	–	0,86***	0,62***	–0,57***	0,14	–0,42**
<i>lnSKI-B</i> (1986)	0,59***	0,85***	0,61***	0,75***	–	0,63***	–0,30*	0,24	–0,42**
<i>lnSKI-S</i> (1986)	0,46***	0,48***	0,84***	0,56***	0,55***	–	–0,30*	0,25	0,10
<i>WRHKI</i> (1965/86)	–0,52***	–0,13*	–0,16**	–0,13*	–0,12*	–0,08	–	0,09	0,42**
<i>WRSKI-B</i> (1965/86)	0,09	–0,12*	0,08	0,15**	0,28**	0,14**	0,02	–	0,26
<i>WRSKI-S</i> (1965/86)	–0,07	–0,10	–0,11*	–0,01	–0,02	0,42***	0,08	0,13*	–
	Werte unterhalb der Diagonalen: 159 Sektoren								
***(**;*) Signifikant von 0 verschieden (einseitiger <i>t</i> -Test) auf dem Niveau $\alpha = 0,01$ (0,05; 0,10).									

Quelle: Kurzbezeichnungen vgl. Übersicht 3; Daten vgl. Abschnitt E.II.2; eigene Berechnungen mit dem Programmpaket SPSS-X Release 3.1.

Tabelle 12 — PEARSON-Korrelationskoeffizienten für die Wachstumsraten der Faktorproduktivitäten in der Verarbeitenden Industrie der Vereinigten Staaten 1965–1986 (22 Industrien)

	WRTFP- AP	WRRTF- AP	WRRTFN- AP	WRAP- AP	WRTFP- SP	WRRTF- SP	WRRTFN- SP	WRAP-SP	TFPJK- J	TFPJK- USA	TFPJK- DA
	1965/86								1960/85		
lnHKI (1965)	-0,36*	-0,13	-0,80***	0,02	-0,53***	-0,62***	-0,85***	-0,24	0,11	0,22	0,12
lnSKI-B (1965)	-0,33*	-0,10	-0,68***	-0,08	-0,63***	-0,40**	-0,82***	-0,39**	0,22	0,39**	0,31*
lnSKI-S (1965)	-0,35*	-0,13	-0,76***	0,13	-0,28	-0,68***	-0,64***	0,03	0,46**	0,46**	0,49**
lnHKI (1986)	-0,38**	-0,05	-0,73***	0,11	-0,54***	-0,56***	-0,82***	-0,21	0,13	0,29*	0,21
lnSKI-B (1986)	-0,53***	0,15	-0,64***	0,10	-0,66***	-0,30*	-0,78***	-0,26	0,29*	0,51**	0,41**
lnSKI-S (1986)	-0,17	-0,12	-0,50***	0,44**	-0,09	-0,69***	-0,47**	0,24	0,51**	0,45**	9,52**
WRHKI (1965/86)	0,15	0,32*	0,73***	0,32*	0,35*	0,58***	0,65***	0,32*	0,05	0,15	0,10
WRSKI-B (1965/86)	-0,65***	0,86***	0,08	0,44**	-0,13	0,27	0,04	0,45**	0,27	0,43**	0,36*
WRSKI-S (1965/86)	0,53***	0,01	0,76***	0,81***	0,53***	0,05	0,50***	0,55***	0,09	-0,10	0,01
WRTFP-AP (1965/86)	-										
WRRTF-AP (1965/86)	-0,76***	-									
WRRTFN-AP (1965/86)	0,48**	0,18	-								
WRAP-AP (1965/86)	0,23	0,13	0,45**	-							
WRTFP-SP (1965/86)	0,47**	-0,20	0,47**	0,21	-						
WRRTF-SP (1965/86)	-0,21	0,61***	0,55***	-0,13	-0,20	-					
WRRTFN-SP (1965/86)	0,29*	0,17*	0,74**	0,11	0,82***	0,38**	-				
WRAP-SP (1965/86)	-0,02	0,28	0,33*	0,51***	0,78***	-0,20	0,63***	-			
TFPJK-J (1960/85)	-0,26	0,17	-0,16	0,13	0,08	-0,28	-0,09	0,28	-		
TFPJK-USA (1960/85)	-0,55***	0,44**	-0,22	0,11	-0,13	-0,09	-0,15	0,24	0,74**	-	
TFPJK-DA (1960/85)	-0,40**	0,30*	-0,20	0,13	-0,01	-0,21	-0,12	0,28	0,96**	0,90**	-

\*\*\*(\*\*;\*) Signifikant von 0 verschieden (einseitiger t-Test) auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$  (0,05; 0,10).

Quelle: Kurzbezeichnungen vgl. Übersicht 3; Daten vgl. Abschnitt E.II.2; eigene Berechnungen mit dem Programmpaket SPSS-X Release 3.1.

Tabelle 13 — PEARSON-Korrelationskoeffizienten für die Wachstumsraten der Faktorproduktivitäten in der Verarbeitenden Industrie der Vereinigten Staaten 1965–1986 (159 Sektoren)

	<i>WRTFP-AP</i>	<i>WRRTF-AP</i>	<i>WRRTFN-AP</i>	<i>WRAP-AP</i>
	1965/86			
<i>lnHKI</i> (1965)	-0,19***	0,02	-0,33***	0,00
<i>lnSKI-B</i> (1965)	-0,05	-0,14**	-0,17**	0,06
<i>lnSKI-S</i> (1965)	-0,26***	0,11	-0,28***	0,12*
<i>lnHKI</i> (1986)	-0,24***	0,16**	-0,30***	0,19***
<i>lnSKI-B</i> (1986)	-0,39***	0,33***	-0,01	0,25***
<i>lnSKI-S</i> (1986)	0,07	0,09	0,09	0,57***
<i>WRHKI</i> (1965/86)	0,03	0,14**	0,43***	0,20***
<i>WRSKI-B</i> (1965/86)	-0,37***	0,91***	0,08	0,21***
<i>WRSKI-S</i> (1965/86)	0,58***	-0,05	0,80***	0,88***
<i>WRTFP-AP</i> (1965/86)	—	—	—	—
<i>WRRTF-AP</i> (1965/86)	-0,64***	—	—	—
<i>WRRTFN-AP</i> (1965/86)	0,53***	0,02	—	—
<i>WRAP-AP</i> (1965/86)	0,42***	0,07	0,66***	—

\*\*\*(\*\*;\*) Signifikant von 0 verschieden (einseitiger *t*-Test) auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$  (0,05; 0,10).

Quelle: Kurzbezeichnungen vgl. Übersicht 3; Daten vgl. Abschnitt E.II.2; eigene Berechnungen mit dem Programmpaket SPSS-X Release 3.1.

talintensitäten sind hier entsprechend der bei den Regressionsschätzungen überwiegend verwendeten Funktionsform logarithmiert (vgl. Abschnitte E.I.3 und E.III); auch die Auswahl der Variablen richtet sich nach der Verwendung in den Schätzgleichungen.<sup>36</sup> Human- und Sachkapitalintensitäten in den einzelnen Wirtschaftszweigen sind durchweg positiv korreliert (Tabelle 11). Die Wachstumsrate der Humankapitalintensität fiel in den anfänglich weniger humankapitalintensiven Branchen offenbar höher aus. Demgegenüber halten sich bei den Wachstumsraten der Sachkapitalintensitäten positive und negative Korrelationskoeffizienten in etwa die Waage. Die teilweise erheblichen Unterschiede je nach Berechnung als Strom- oder Bestandsgröße sprechen dafür, daß die Sachkapitalintensitäten — obgleich sowohl 1965 als auch 1986 signifi-

<sup>36</sup> Aus Platzgründen werden die Korrelationskoeffizienten lediglich für die relativen Änderungsraten (und nicht auch für die Differenzen) der Kapitalintensitäten wiedergegeben (vgl. [E.10] bzw. [E.18]).

kant positiv miteinander korreliert — vielfältigen und im einzelnen nicht bestimmbar-  
 en Einflüssen unterlagen.

Die Korrelationskoeffizienten für die Wachstumsraten der Faktorproduktivitäten lassen ebenfalls nur in wenigen Punkten ein klares Muster erkennen (Tabellen 12 und 13). Ein schwacher negativer Zusammenhang bestand offenbar zwischen *WRTFP* und *WRRTFN* einerseits und den Kapitalintensitäten andererseits, d.h. relativ arbeitsintensive Sektoren unterlagen einem schnelleren technischen Fortschritt. *WRRTF*, *WRRTFN* und *WRAP* waren positiv mit den Wachstumsraten der Kapitalintensitäten korreliert; ein relativ rasches Wachstum der Arbeitsproduktivität bzw. eine dadurch bewirkte Reduzierung der Stückkosten gingen offenbar mit einer Kapitalintensivierung einher. Die niedrigen und teilweise sogar negativen Koeffizienten zwischen *WRTFP* und den Fortschrittsraten nach Jorgensen und Kuroda [1990] verdeutlichen die extreme Abhängigkeit der Schätzungen von der Spezifikation der Variablen.

Alternativ zu den US-Daten werden auch Angaben für die Bundesrepublik Deutschland aus der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung herangezogen [Statistisches Bundesamt, b; c]. Diese sind nur auf der höheren Gliederungsstufe verfügbar (22 Industrien). Von den in den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen aufgeführten Wirtschaftszweigen innerhalb des Verarbeitenden Gewerbes werden nicht berücksichtigt die Mineralölverarbeitung, die Ziehereien/Kaltwalzwerke/Stahlverformung sowie der Stahl- und Leichtmetallbau/Schienenfahrzeugbau, da diese Wirtschaftszweige keiner der 22 Industrien vollständig zugeordnet werden können. Die Strukturdaten für das Ledergewerbe werden sowohl der Ledererzeugung und -verarbeitung (ISIC 323) als auch der Schuhindustrie (ISIC 324) zugewiesen. Zu beachten ist ferner, daß die Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung den einzelnen Wirtschaftszweigen nicht nur Industrie-, sondern auch Handwerksbetriebe zuordnet (also etwa Kraftfahrzeug-Reparaturwerkstätten zum Straßenfahrzeugbau). Trotzdem wird hier auf diese Daten zurückgegriffen, da sie die einzige Quelle für Angaben zum Bruttoanlagevermögen in industriespezifischer Gliederung wenigstens ab 1970 ist. Die Berechnung geht von folgenden Rohdaten aus:

- B* = Beschäftigte Arbeitnehmer im Inland
- BEUA* = Bruttoeinkommen aus unselbständiger Arbeit in jeweiligen Preisen
- L* = zwölffacher Bruttomonatsverdienst weiblicher Angestellter (kaufmännisch und technisch) im Einzelhandel, Lohngruppe V [Statistisches Bundesamt, a]
- WS* = Bruttowertschöpfung in jeweiligen bzw. konstanten Preisen
- SK* = Bruttoanlagevermögen am Jahresanfang in konstanten Preisen (Bauten und Ausrüstungen)

Die Korrelationskoeffizienten in Tabelle 14 geben einen Überblick über den Zusammenhang zwischen den industriespezifischen Variablen auf der Basis der deutschen Statistik. Wie bei den US-Daten sind die Kapitalintensitäten untereinander durchweg positiv korreliert. Dies trifft insbesondere auch auf die Variablen *SKI-B* und *SKI-S* zu (Koeffizienten von 0,60 und 0,65 für 1970 bzw. 1987). Der technische Fort-

Tabelle 14 — PEARSON-Korrelationskoeffizienten für Kapitalintensitäten und Wachstumsraten der Faktorproduktivität in der Verarbeitenden Industrie der Bundesrepublik Deutschland 1970–1987

	lnHKI (1970)	lnSKI-B (1970)	lnSKI-S (1970)	lnHKI (1987)	lnSKI-B (1987)	lnSKI-S (1987)	WRHKI (1970/87)	WRSKI-B (1970/87)	WRSKI-S (1970/87)	WRTFP (1970/87)	WRTF (1970/87)	WRTFN (1970/87)	WRAP (1970/87)
lnHKI (1970)	–												
lnSKI-B (1970)	0,56***	–											
lnSKI-S (1970)	0,50***	0,60***	–										
lnHKI (1987)	0,77***	0,68***	0,49***	–									
lnSKI-B (1987)	0,45**	0,94***	0,53***	0,67***	–								
lnSKI-S (1987)	0,28	0,57***	0,59***	0,62***	0,65***	–							
WRHKI (1970/87)	-0,02	0,39**	0,15	0,61***	0,49***	0,64***	–						
WRSKI-B (1970/87)	-0,47**	-0,51***	-0,36*	-0,28	-0,18	0,01	0,09	–					
WRSKI-S (1970/87)	-0,09	0,17	-0,17	0,32*	0,33*	0,69***	0,68***	0,29*	–				
WRTFP (1970/87)	-0,07	0,33*	-0,20	0,36**	0,32*	0,49***	0,74***	-0,16	0,81***	–			
WRTF (1970/87)	-0,54***	-0,46**	-0,20	-0,27	-0,18	-0,11	0,12	0,85***	0,01	-0,32*	–		
WRTFN (1970/87)	-0,41**	0,02	-0,35*	0,19	0,19	0,39**	0,80***	0,37	0,79***	0,79***	0,31*	–	
WRAP (1970/87)	-0,10	0,31*	-0,04	0,48**	0,42**	0,65***	0,94***	0,15	0,86***	0,88***	0,03	0,89***	–
TFPJK-J (1970/85)	-0,11	-0,08	-0,03	0,17	-0,13	0,05	0,37***	-0,11	0,09	0,21	0,12	0,30	0,26

\*\*\*(\*\*,\*) Signifikant von 0 verschieden (einseitiger t-Test) auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$  (0,05; 0,10).

Quelle: Kurzbezeichnungen vgl. Übersicht 3; Daten vgl. Abschnitt E.II.2; eigene Berechnungen mit dem Programmpaket SPSS-X Release 3.1.

schritt (gemessen an *WRTFP*, *WRRTF*, *WRRTFN*, *WRAP*) war offenbar ähnlich wie in den Vereinigten Staaten mit einer Kapitalintensivierung verbunden. Alles in allem lassen also die Korrelationskoeffizienten sowohl für die Vereinigten Staaten als auch für die Bundesrepublik Deutschland einige ökonomisch plausible Zusammenhänge erkennen. Die teilweise erheblichen Unterschiede zwischen den Koeffizienten je nach Berechnungsmodus für die Sachkapitalintensität (*SKI-B* bzw. *SKI-S*) sowie die Diskrepanz zwischen den deutschen und amerikanischen Daten legen aber die Vermutung nahe, daß die Wachstumsraten der Kapitalintensitäten und der Faktorproduktivitäten in erheblichem Maße durch den wirtschaftlichen Strukturwandel bestimmt werden und daher in den einzelnen Ländern durchaus unterschiedlich ausfallen können. Daher ist es sinnvoll, nicht einen einzigen Datensatz für die ökonometrische Analyse heranzuziehen, sondern die Sensitivität der Schätzergebnisse hinsichtlich der Auswahl der als für alle Untersuchungsländer repräsentativ unterstellten Industriedaten zu überprüfen. Außerdem werden neben den Wachstumsraten der Faktorproduktivitäten auch quantitative Indikatoren zur Charakterisierung des technischen Fortschritts herangezogen, die im folgenden Abschnitt vorgestellt werden.

### c. *Indikatoren für die Forschungs- und Innovationsintensität*

In den beiden vorangegangenen Abschnitten wurde deutlich, daß die Messung von Geschwindigkeit und Richtung des technischen Fortschritts mittels Produktionsfunktionen oder Wachstumsraten der Faktorproduktivitäten erhebliche konzeptionelle und praktische Probleme aufweist. Eine mögliche Alternative stellen quantitative Indikatoren dar, die die Technologieintensität von Industrien ausgehend von der Vorstellung einer Produktionsfunktion für den technischen Fortschritt zu messen versuchen (vgl. Abschnitt C.I.1). Dabei wird entweder auf die Inputs — die für Forschung und Entwicklung aufgewandten Ressourcen — oder auf den Output in Form von patentierten Erfindungen oder wirtschaftlich verwerteten Innovationen Bezug genommen; maßgeblich ist also der in der jeweiligen Branche "erzeugte" technische Fortschritt.

Die Verwendung solcher Indikatoren als erklärende Variablen für die Handelsstruktur unterstellt, daß die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in räumlicher Nähe zur Fertigung angesiedelt sein müssen. Dies ist nicht in allen Industrien der Fall: bei hinreichender Standardisierung der Fertigung, etwa im Fall großer Stückzahlen (Massenproduktion), ist durchaus eine räumliche Trennung vorstellbar. Demgegenüber läßt sich bei Einzel- oder Kleinserienfertigung die notwendige enge Abstimmung zwischen Entwicklungs- und Fertigungsabteilung vermutlich nicht ohne räumliche Nähe gewährleisten; Beispiele für solche Fertigungsformen finden sich etwa im Maschinenbau, wo auch Produktmodifikationen entsprechend besonderer Kundenwünsche eine wichtige Rolle spielen. Die Aussagekraft quantitativer Indikatoren kann also wegen einer möglichen räumlichen Trennung von Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten einerseits und Fertigung andererseits eingeschränkt sein [vgl. Klodt, 1989, S. 14 ff.]. Im übrigen stellen Forschungs- und Entwicklungsausgaben zu einem erheblichen Teil Aufwendungen für relativ hochbezahlte Fachkräfte dar. Deshalb dürfte die so gemessene Technologieintensität in einem engen Zusammenhang mit der Humankapitalin-

tensität stehen. Alle in diesem Abschnitt aufgeführten Meßgrößen sind nur auf der höheren Klassifikationsstufe (22 Industrien) verfügbar.

Unter den für Forschung und Entwicklung aufgewandten Ressourcen dienen als Meßgrößen für die Technologieintensität zum einen die entsprechenden Ausgaben und zum anderen der Anteil der Beschäftigten in der Forschung und Entwicklung. Tabelle A8 enthält diese Daten nach Industriezweigen für die Vereinigten Staaten. Die Grunddaten beziehen sich jeweils nur auf die an der Erhebung teilnehmenden Unternehmen; eine Umrechnung der Forschungs- und Entwicklungsausgaben auf die Beschäftigtenzahl (Produktionsfaktor "Arbeit" als Bezugsgröße) war daher nicht möglich. Das Jahr 1978 wurde gewählt, weil es ungefähr die Mitte des Beobachtungszeitraums markiert. Nach 1980 wurden im übrigen Informationen über die Forschungs- und Entwicklungsausgaben für zahlreiche Branchen aus Gründen des Datenschutzes nicht mehr separat veröffentlicht.

Indikatoren, die sich auf die Outputseite der Produktionsfunktion für neues technisches Wissen beziehen, gehen meist auf die Patentstatistik zurück. Diese Verfahren hat den Vorteil, daß die Datenbasis relativ leicht zugänglich ist und eine Fülle von Detailinformationen enthält. Auf der anderen Seite ist die Neigung, Erfindungen durch Patente zu schützen, je nach Land und Wirtschaftssektor sehr unterschiedlich ausgeprägt. Außerdem erfassen Patente den technischen Fortschritt auf der Ebene der Erfindung, unabhängig davon, ob diese kommerziell genutzt wird [vgl. Pavitt, 1985]. Hauptsächlich zum Vergleich mit den übrigen Indikatoren sind in Tabelle A9 die verfügbaren Daten über Patenterteilungen in den Vereinigten Staaten nach "Produktfeldern" (entsprechend der Industrieklassifikation SIC) wiedergegeben. Die Zuweisung einer "Patenttechnologie" (Gliederung der Patentstatistik) an eine bestimmte Industrie richtet sich danach, welcher Sektor die patentierte Erfindung typischerweise verwendet [National Science Board, 1989, S. 139]; der Inhaber des Patents braucht also nicht diesem Sektor anzugehören.

Von der Science Policy Research Unit der Universität Sussex wurde auf der Basis von Expertenbefragungen eine umfangreiche Datenbank erstellt, die sämtliche bedeutenden, seit 1945 im Vereinigten Königreich kommerziell verwerteten Innovationen, umfaßt (vgl. Pavitt et al. [1987]; Tabelle A10). Damit wird im Unterschied zu angemeldeten oder erteilten Patenten unmittelbar der Technologie-Output gemessen, soweit er Eingang in die wirtschaftliche Praxis gefunden hat. Allerdings ist die sektorale Verteilung der Innovationen signifikant positiv mit der des Patent-Outputs im Vereinigten Königreich korreliert, während mit den Forschungs- und Entwicklungsausgaben kein signifikanter Zusammenhang besteht [Pavitt et al., *ibid.*, S. 299].

Für die Bundesrepublik Deutschland sind Daten aus dem IFO-Institut über die Innovationsintensität der einzelnen Industriezweige verfügbar, die nicht auf die "Produktion" des technischen Fortschritts in dem jeweiligen Sektor abstellen, sondern auf die dort wirksam werdenden Innovationen [Wagner, 1988, Tabelle 2]. Unterschieden wird zwischen Prozeßinnovationen (*PZINND*: Anteil der Unternehmen mit Prozeßinnovationen) und Produktinnovationen (*PDINND*: Umsatzanteil von Produkten in der Markteinführungsphase). Wie für die übrigen in diesem Abschnitt vorgestellten

Indikatoren gilt auch hier, daß sie lediglich Rückschlüsse zulassen auf das Ausmaß des technologischen Wandels, nicht aber auf seine Richtung.

Das Maß an statistischer "Übereinstimmung" der verschiedenen Indikatoren für Technologie- und Humankapitalintensität läßt sich an den Korrelationskoeffizienten in den Tabellen 15 und 16 ablesen. Für die US-Daten (Tabelle 15) waren die Technologie-Variablen untereinander sowie mit den Kapitalintensitäten positiv korreliert. Mit *WRTFP*, *WRRTF*, *WRAP* bestand kein eindeutiger Zusammenhang; die ermittelten Koeffizienten hängen stark von der Deflationierungsmethode ab. Hingegen waren die Technologieintensität und die Kostensenkung durch zunehmende Arbeitsproduktivität

Tabelle 15 — PEARSON-Korrelationskoeffizienten für die Indikatoren der Technologieintensität und die Wachstumsraten der Faktorproduktivitäten in den Vereinigten Staaten 1965–1986

	<i>INNUK</i>	<i>FEUS</i>	<i>WIFEUS</i>	<i>PATUS</i>
<i>lnHKI</i> (1965)	0,44**	0,49**	0,56***	0,38**
<i>lnSKI-B</i> (1965)	0,28	0,23	0,36*	0,20
<i>lnSKI-S</i> (1965)	0,57***	0,55***	0,71***	0,51***
<i>lnHKI</i> (1986)	0,41**	0,46**	0,53***	0,35*
<i>lnSKI-B</i> (1986)	0,38**	0,34*	0,45**	0,29*
<i>lnSKI-S</i> (1986)	0,53**	0,50***	0,65***	0,49**
<i>WRTFP-AP</i> (1965/86)	-0,48**	-0,50***	-0,51***	-0,40**
<i>WRRTF-AP</i> (1965/86)	0,18	0,22	0,14	0,18
<i>WRRTFN-AP</i> (1965/86)	-0,53***	-0,52***	-0,64***	-0,42**
<i>WRAP-AP</i> (1965/86)	0,00	-0,06	-0,07	-0,01
<i>WRTFP-SP</i> (1965/86)	-0,09	-0,02	-0,13	0,03
<i>WRRTF-SP</i> (1965/86)	-0,38**	-0,45**	-0,51***	-0,43**
<i>WRRTFN-SP</i> (1965/86)	-0,34*	-0,26	-0,39**	-0,20
<i>WRAP-SP</i> (1965/86)	0,22	0,29*	0,18	0,32*
<i>TFDPJK-J</i> (1960/85)	0,25	0,48***	0,53***	0,53***
<i>TFPJK-USA</i> (1960/85)	0,49**	0,58***	0,57***	0,68***
<i>TFPJK-DA</i> (1960/85)	0,37**	0,56***	0,59***	0,63***
<i>INNUK</i>	—			
<i>FEUS</i>	0,79***	—		
<i>WIFEUS</i>	0,72***	0,94***	—	
<i>PATUS</i>	0,69***	0,75***	0,68***	—
***(**,*) Signifikant von 0 verschieden (einseitiger <i>t</i> -Test) auf dem Niveau $\alpha = 0,01$ (0,05; 0,10).				

Quelle: Kurzbezeichnungen vgl. Übersicht 3; Daten vgl. Abschnitt E.II.2; eigene Berechnungen mit dem Programmpaket SPSS-X Release 3.1.

(*WRRTFN*) negativ korreliert. Zwischen den von Jorgensen und Kuroda gemessenen Fortschrittsraten und der Technologieintensität bestand ein positiver Zusammenhang.

Tabelle 16 — PEARSON-Korrelationskoeffizienten für die Indikatoren für technischen Fortschritt und Technologieintensität in der Bundesrepublik Deutschland 1970–1987

	<i>APD</i>	<i>BPPD</i>	<i>BLPD</i>	<i>TFPUD</i>	<i>APUD</i>	<i>INNUK</i>	<i>PZINND</i>	<i>PDINND</i>
<i>lnHKI</i> (1970)	-0,12	-0,32*	0,03	0,13	0,08	0,25	0,37**	-0,24
<i>lnSKI-B</i> (1970)	0,00	-0,52***	0,04	-0,06	0,26	-0,02	-0,03	-0,60***
<i>lnSKI-S</i> (1970)	-0,17	-0,16	-0,06	0,03	0,14	0,29*	0,19	-0,29*
<i>lnHKI</i> (1987)	-0,31*	-0,57***	0,05	0,27	0,29*	0,32*	0,44**	-0,41**
<i>lnSKI-B</i> (1987)	0,07	-0,47**	0,13	-0,12	0,22	-0,11	-0,12	-0,62***
<i>lnSKI-S</i> (1987)	-0,40**	-0,30*	-0,17	0,29*	0,53***	0,06	0,11	-0,52***
<i>WRTFP</i> (1970/87)	-0,32*	-0,39**	-0,13	0,33*	0,49**	-0,08	0,03	-0,45**
<i>WRRTF</i> (1970/87)	0,17	0,23	0,20	-0,16	-0,26	-0,04	-0,14	0,27
<i>WRRTFN</i> (1970/87)	-0,21	-0,21	-0,03	0,23	0,32*	-0,08	-0,07	-0,29*
<i>WRAP</i> (1970/87)	-0,28	0,27	0,01	0,20	0,43**	0,00	0,04	-0,06
<i>TFPJK-J</i> (1970/85)	-0,49**	0,04	-0,31*	0,58***	0,32*	0,43**	0,17	0,08
<i>APD</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>BPPD</i>	-0,06	-	-	-	-	-	-	-
<i>BLPD</i>	0,55***	-0,21	-	-	-	-	-	-
<i>TFPUD</i>	-0,93***	0,09	-0,60***	-	-	-	-	-
<i>APUD</i>	-0,82***	-0,11	-0,65***	0,80***	-	-	-	-
<i>INNUK</i>	-0,32*	0,04	0,10	0,19	-0,08	-	-	-
<i>PZINND</i>	-0,60***	-0,32*	-0,12	0,49**	0,30*	0,51***	-	-
<i>PDINND</i>	-0,12	0,09	0,09	0,15	-0,19	0,21	0,44**	-

\*\*\*(\*\*,\*) Signifikant von 0 verschieden (einseitiger *t*-Test) auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$  (0,05; 0,10).

Quelle: Kurzbezeichnungen vgl. Übersicht 3; Daten vgl. Abschnitt E.II.2; eigene Berechnungen mit dem Programmpaket SPSS-X Release 3.1.

Tabelle 16 für die deutschen Daten bezieht auch die von Unger [1986] geschätzten Parameter von Produktionsfunktionen sowie Wachstumsraten der Faktorproduktivitäten ein (vgl. Abschnitt E.II.2.a). Zu beachten ist, daß *APD* die Rate der Kostenänderung im Basisjahr 1970 und *BPPD* die jährliche Änderung dieser Größe darstellen; negative Werte bedeuten also einen (*BPPD*: sich beschleunigenden) Produktivitätsfortschritt. Die verschiedenen Indikatoren für den technischen Fortschritt stehen überwiegend in keinem engen Zusammenhang mit den Kapitalintensitäten; eine Ausnahme machen die Produktinnovationen (*PDINND*) mit signifikant negativen Koeffizienten. Die Korrelationskoeffizienten innerhalb der Gruppe der Fortschrittsindikatoren fallen ebenfalls eher niedrig aus (außer für Ungers *APD*, *APUD* und *TFPUD*). Die relativ große Zahl von signifikanten Koeffizienten für *PZINND* verglichen mit *PDINND* spricht dafür, daß die von Unger [1986] ermittelten Werte vor allem Prozeßinnovationen widerspiegeln. Alles in allem lassen die Koeffizienten in den Tabellen 15 und 16 vermuten, daß die einzelnen Meßgrößen jeweils nur Teilaspekte des technischen

Fortschritts erfassen. Deshalb ist es sinnvoll, in die ökonomische Untersuchung eine relativ große Zahl von a priori plausiblen Indikatoren einzubeziehen.

### 3. Länderdaten

Die Auswahl der Untersuchungsländer folgt Balassa und Bauwens [1988, S. 5 f.]; ausschlaggebend war die jeweilige Bedeutung der Industriegüterexporte (mindestens 300 Mill. US-\$ im Jahr 1979 und 18 vH des Gesamtexports). Handelsdaten für Taiwan waren allerdings in der COMTRADE-Datenbank des Statistischen Amtes der Vereinten Nationen nicht verfügbar, so daß die Anzahl der Untersuchungsländer sich auf 37 reduziert.

Auch die Indikatoren für die Human- und Sachkapitalausstattung der Untersuchungsländer orientieren sich an Balassa und Bauwens [1988, S. 24 f.]. Als Maß für die Humankapitalausstattung (*HKA*) wird der Harbison-Myers-Index verwendet, der definiert ist als die Summe der Schulbesuchsrate an Sekundarschulen und des Fünffachen der Besuchsrate für tertiäre Bildungseinrichtungen sechs Jahre vor dem eigentlichen Untersuchungsjahr. Die Wahl dieser Größen enthält offensichtlich ein Element der Willkür. Da allerdings Humankapital als die Summe des wirtschaftlich verwertbaren Wissens und der entsprechenden Fertigkeiten einer Bevölkerung nicht exakt meßbar ist, trifft dies auf jeden einfachen Indikator zu. Der Harbison-Myers-Index verbindet die Vorzüge einer akzeptablen Datenqualität [UNESCO, b] und der Bewährung in anderen Untersuchungen.

Die Sachkapitalausstattung (*SKA*) wird ermittelt als die Summe der Bruttoanlageinvestitionen über jeweils 15 Jahre gemessen in konstanten Preisen (US-\$) entsprechend der zugrundeliegenden Statistik der Vereinten Nationen (Tabelle A11). Fehlende Werte werden durch einfache Trendschätzungen ergänzt; solche Ergänzungen sind wegen der ihnen innewohnenden Willkür grundsätzlich problematisch; sie sind hier durch die Annahme gerechtfertigt, daß der "Schätzfehler" relativ gering ausfällt verglichen mit der Varianz der Variablen im Länderquerschnitt und daß der Informationsverlust durch Ausschluß der betreffenden Länder aus der Stichprobe schwerer wäge als die Ungenauigkeit aufgrund des willkürlichen Schätzverfahrens.

Die technologische Kompetenz der Untersuchungsländer wird durch den wirtschaftlichen Entwicklungsstand approximiert, gemessen am realen Bruttoinlandsprodukt pro Kopf in internationalen Preisen von 1980 (*RGDP1* von Heston und Summers [1988]; vgl. Klodt [1989]). Ergänzend wurde auch die Möglichkeit geprüft, Größen wie den Anteil von Forschungs- und Entwicklungsausgaben am Bruttosozialprodukt (*FEBS*) und die Anzahl von Wissenschaftlern und Ingenieuren in Forschung und Entwicklung pro Million Einwohner (*WIFE*) heranzuziehen. Diese Zahlen sind allerdings nur für etwa 30 der 37 Untersuchungsländer verfügbar [UNESCO, a]. Daher wurde davon abgesehen, sie in die ökonomische Untersuchung einzubeziehen.<sup>37</sup>

<sup>37</sup> Für die vorhandenen Daten aus der Mitte der siebziger Jahre zeigt sich eine relativ hohe Korrelation mit den Kapitalausstattungen (Tabelle A12).

Tabelle 17 gibt die Korrelationskoeffizienten zwischen den verschiedenen länder-spezifischen Variablen wieder. Kapitalausstattungen und Pro-Kopf-Einkommen (*HKA*, *SKA*, *RGDP1*) sind durchweg hoch korreliert. Die relativ hohen Korrelationskoeffizienten für die Änderungen der Kapitalausstattungen bzw. Pro-Kopf-Einkommen (*DFHKA*, *DFSKA*, *DFRGDP1*) mit den Niveaus dieser Variablen gehen zum Teil darauf zurück, daß bei einem exponentiellem Wachstum mit gleicher Rate die absolute Änderung bei den (kapital-)reicheren Ländern größer ausfällt. Für die ökonometrische Untersuchung kommt es auf die absoluten Änderungen an (vgl. Gleichungen [E.10] und [E.18]), da z.B. bei kleinen absoluten Änderungen in der Kapitalausstattung — relativ zu den Änderungen in den übrigen Untersuchungsländern — nur ein geringer Einfluß auf die Spezialisierungsmuster zu erwarten ist. Dies gilt selbst dann, wenn diese Änderung verglichen mit dem niedrigen Ausgangsniveau groß ausfällt.

Tabelle 17 — Korrelationskoeffizienten für Kapitalausstattungen 1965–1987

	<i>HKA</i> (1965)	<i>HKA</i> (1987)	<i>SKA</i> (1965)	<i>SKA</i> (1987)	<i>RGDP1</i> (1965)	<i>RGDP1</i> (1985)	$\Delta$ <i>HKA</i> (1965–1987)	$\Delta$ <i>SKA</i> (1965–1987)
<i>HKA</i> (1965)	–							
<i>HKA</i> (1987)	0,89***	–						
<i>SKA</i> (1965)	0,74***	0,70***	–					
<i>SKA</i> (1987)	0,72***	0,68***	0,92***	–				
<i>RGDP1</i> (1965)	0,84***	0,79***	0,94***	0,88***	–			
<i>RGDP1</i> (1985)	0,78***	0,73***	0,83***	0,93***	0,90***	–		
$\Delta$ <i>HKA</i> (1965–1987)	0,54***	0,86***	0,47***	0,46***	0,53***	0,49***	–	
$\Delta$ <i>SKA</i> (1965–1987)	0,58***	0,54***	0,68***	0,92***	0,67***	0,87***	0,37**	–
$\Delta$ <i>RGDP1</i> (1965–1985)	0,49***	0,46***	0,47***	0,73***	0,53***	0,84***	0,29**	0,88***

\*\*\*(\*\*,\*) Signifikant von 0 verschieden (einseitiger *t*-Test) auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$  (0,05; 0,10).

Quelle: Kurzbezeichnungen vgl. Übersicht 3; eigene Berechnungen mit dem Programmpaket SPSS-X Release 3.1; Tabellen A1, A11.

### III. Schätzergebnisse

#### 1. Schätzungen für einzelne Untersuchungsjahre

Ausgangspunkt für die Schätzung des in Abschnitt E.I.3 dargestellten ökonometrischen Modells sind Regressionen für die Jahre 1965, 1978 und 1987 entsprechend Gleichung [E.3]. Diese dienen zum einen dazu, den Erklärungsgehalt des Modells zu testen sowie die Ergebnisse mit denen von Balassa und Bauwens [1988] und anderen Untersuchungen zu vergleichen. Zum anderen werden alternative Modellspezifikationen getestet, die bereits bei rein statischer Betrachtungsweise zum Tragen kommen.

Ausgangspunkt ist jeweils die Spezifikation von Balassa und Bauwens [1988, S. 28 ff.] mit logarithmierten Kapitalintensitäten.

Die Regressionsergebnisse werden in Tabellen zusammengefaßt. Angegeben werden für ausgewählte Variablen die  $\beta$ -Koeffizienten mit Signifikanzniveaus bei zweiseitigem  $t$ -Test (\*\*\*(\*\*,\*)) = verschieden von 0 bei Signifikanzniveau  $\alpha = 0,01$  (0,05; 0,10). Schätzverfahren ist die Methode der kleinsten Quadrate mit Korrektur der Standardabweichungen für Heteroskedastizität unbekannter Ordnung. Das verwendete Computerprogramm (TSP Version 4.1B) führt die Signifikanztests für die einzelnen Koeffizienten als  $t$ -Tests auf der Grundlage der korrigierten Standardfehler der Koeffizienten und für alle Koeffizienten gemeinsam als  $F$ -Test durch. Angesichts der hohen Anzahl der Beobachtungen bedeutet diese Vorgehensweise keine Nachteile gegenüber der aus theoretischer Sicht zu bevorzugenden Berechnung von  $\chi^2$ -verteilten Teststatistiken [vgl. Judge et al., 1988, S. 355 f.].<sup>38</sup> Alle Gleichungen enthalten zusätzlich zu den aufgeführten Variablen eine Konstante, Länder-Dummies sowie einzeln die in den Produktvariablen erscheinenden industriespezifischen Variablen. Die zugehörigen Koeffizienten werden aus Platzgründen nicht wiedergegeben. Die Schätzergebnisse in bezug auf das Zusammenwirken von Kapitalaustattungen und -intensitäten entsprechen weitestgehend den Voraussagen der Heckscher-Ohlin-Theorie (Tabellen 18, 19, A13). Je größer die Humankapitalausstattung, desto stärker sind die Untersuchungsländer auf den Export von humankapitalintensiven Produkten spezialisiert (signifikant positive Koeffizienten der Variablen ( $\ln HKI \cdot HKA$ )). In bezug auf die Sachkapitalausstattung ist dieser Zusammenhang offenbar schwächer ausgeprägt (teilweise insignifikante Koeffizienten bei Verwendung der deutschen Industriedaten). Dies dürfte auf die höhere internationale Mobilität von Sachkapital zurückzuführen sein.<sup>39</sup> Die Einbeziehung der Forschungs- und Innovationsintensitäten erhöht den Erklärungsgehalt des Modells fühlbar bei Verwendung der deutschen und eher geringfügig bei den nordamerikanischen Industriedaten. Das negative Vorzeichen bei den Produktinnovationen ist vermutlich durch Multikollinearität verursacht. Mangels einer umfangreicheren Datenbasis wird hier unterstellt, daß die intersektorale Streuung der Forschungs- und Innovationsintensitäten sich im Zeitablauf nicht wesentlich geändert hat und die Daten aus der zweiten Hälfte der siebziger Jahre auch für 1965 und 1987 als repräsentativ angesehen werden können.

Die Regressionen mit den normalisierten Nettoexporten ( $NNX$ ) als abhängiger Variable weisen einen weitaus größeren ökonomischen Erklärungsgehalt auf als diejenigen mit den Marktanteilen ( $MA$ ). Die höheren Determinationskoeffizienten  $\bar{R}^2$  bei Verwendung von  $MA$  rühren daher, daß ein großer Teil der Streuung der Marktanteile

<sup>38</sup> Bei den sehr umfangreichen Regressionen auf der Basis der disaggregierten sektoralen Gliederung mit jeweils über 5000 Beobachtungen wurde zur Einsparung von Rechenzeit auf die Korrektur der Standardabweichungen für Heteroskedastizität verzichtet. Einzelne Vergleichsrechnungen haben gezeigt, daß die Ergebnisse dadurch nicht wesentlich verzerrt werden.

<sup>39</sup> Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt Richards-Loup [1984].

Tabelle 18 — Determinanten der Außenhandelsspezialisierung — Regressionsergebnisse für das Jahr 1965

Abhängige Variable/Daten	Erklärende Variablen <sup>a</sup>							$\bar{R}^2$
	lnHKI-HKA (lnKI-HKA)	lnSKI-SKA (lnKI-SKA)	INNUK -RGDP1	PATUS -RGDP1	WIFEUS -RGDP1	PZINND -RGDP1	PDINND -RGDP1	
(1) NNX-Industrien (N=814)	(nur Konstante und Länder-Dummies)							0,352
(2) USA (KI)	1,59***	1,35***						0,503
(3) USA (SKI-B)	1,98***	1,69***						0,525
(4) USA (SKI-S)	2,06***	2,21***						0,526
(5) USA (SKI-B)	1,82***	1,64***	0,10**					0,533
(6) USA (SKI-B)	1,78***	1,68***		0,14**				0,534
(7) USA (SKI-B)	1,56***	1,54***			0,23***			0,541
(8) D (KI)	2,04***	-1,56***						0,485
(9) D (SKI-B)	6,34***	0,52						0,454
(10) D (SKI-S)	6,13***	1,85**						0,454
(11) D (SKI-B)	5,52***	0,81	0,22***					0,485
(12) D (SKI-B)	4,56***	1,16**				0,74***		0,507
(13) D (SKI-B)	6,34***	0,50					-0,01	0,454
(14) D (SKI-B)	4,29***	-0,53				1,03***	-0,45***	0,520
(15) NNX-Sektoren (N=5645) <sup>b</sup>	(nur Konstante und Länder-Dummies)							0,336
(16) USA (KI)	0,85***	0,73***						0,382
(17) USA (SKI-B)	1,75***	0,58***						0,406
(18) USA (SKI-S)	1,80***	0,50***						0,406
(19) MA-Industrien (N=814)	(nur Konstante und Länder-Dummies)							0,673
(20) USA (SKI-B)	1,30***	-0,23						0,687
(21) D (SKI-B)	3,21***	-0,56						0,682

\*\*\*(\*\*,\*) Signifikant von 0 verschieden (zweistufiger *t*-Test) auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$  (0,05; 0,10). — Schätzungen mittels einfacher kleinster Quadrate mit Korrektur der Standardabweichungen für Heteroskedastizität unbekannter Ordnung. — Zusätzlich wurde jeweils ein *F*-Test über alle Koeffizienten durchgeführt; alle Schätzungen sind signifikant auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$ .

<sup>a</sup>Alle Regressionen enthalten zusätzlich Konstante, Länder-Dummies sowie die industriespezifischen Variablen einzeln. — <sup>b</sup>Schätzungen ohne Korrektur für Heteroskedastizität.

Quelle: Kurzbezeichnungen vgl. Übersicht 3; Daten vgl. Abschnitt E.II; eigene Berechnungen mit dem Programmpaket TSP Version 4.1B.

Tabelle 19 — Determinanten der Außenhandelsspezialisierung — Regressionsergebnisse für das Jahr 1987

Abhängige Variable/Daten	Erklärende Variablen <sup>a</sup>							$\bar{R}^2$
	lnHKA:HKA (lnKI:HKA)	lnSKA:SKA (lnKI:SKA)	INNUK ·RGDP1	PATUS ·RGDP1	WIFEUS ·RGDP1	PZINND ·RGDP1	PDINND ·RGDP1	
(1) MNX-Industrien (N=814)	(nur Konstante und Länder-Dummies)							0,191
(2) USA (KI)	1,85***	2,86***						0,436
(3) USA (SKI-B)	3,20***	3,21***						0,470
(4) USA (SKI-S)	3,77***	4,01***						0,470
(5) USA (SKI-B)	2,99***	2,81***	0,25***					0,492
(6) USA (SKI-B)	3,00***	2,96***		0,23***				0,485
(7) USA (SKI-B)	2,74***	2,59***			0,39**			0,501
(8) D (KI)	2,79***	4,74***						0,399
(9) D (SKI-B)	7,35***	-0,01						0,347
(10) D (SKI-S)	6,84***	1,68*						0,341
(11) D (SKI-B)	5,74***	1,37	0,45***					0,396
(12) D (SKI-B)	4,61***	2,20***				1,16***		0,407
(13) D (SKI-B)	7,41***	0,47					0,11	0,348
(14) D (SKI-B)	3,47***	0,50				1,53***	-0,54***	0,419
(15) MNX-Sektoren (N=5785) <sup>b</sup>	(nur Konstante und Länder-Dummies)							0,175
(16) USA (KI)	0,94***	1,37***						0,249
(17) USA (SKI-B)	2,70***	1,76***						0,313
(18) USA (SKI-S) <sup>c</sup>	3,23***	0,77***						0,301
(19) MA-Industrien (N=814)	(nur Konstante und Länder-Dummies)							0,606
(20) USA (SKI-B)	1,22***	0,73**						0,624
(21) D (SKI-B)	2,54***	-0,22						0,616

\*\*\*(\*\*,\*) Signifikant von 0 verschieden (zweistufiger *t*-Test) auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$  (0,05; 0,10. — Schätzungen mittels einfacher kleinster Quadrate mit Korrektur der Standardabweichungen für Heteroskedastizität unbekannter Ordnung. — Zusätzlich wurde jeweils ein *F*-Test über alle Koeffizienten durchgeführt; alle Schätzungen sind signifikant auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$ .

<sup>a</sup>Alle Regressionen enthalten zusätzlich Konstante, Länder-Dummies sowie die industriespezifischen Variablen einzeln. — <sup>b</sup>Schätzungen ohne Korrektur für Heteroskedastizität. — <sup>c</sup>N=5748.

Quelle: Kurzbezeichnungen vgl. Übersicht 3; Daten vgl. Abschnitt E.II; eigene Berechnungen mit dem Programmpaket TSP Version 4.1B.

auf die Größenunterschiede zwischen den Untersuchungsländern zurückgeht und durch die Länder-Dummies erfaßt wird (vgl. Schätzungen 19 bzw. 1 und 15). Die Einbeziehung der eigentlichen Modellvariablen erhöht bei den Regressionen mit *MA* — im Gegensatz zu denen mit *NNX* — die Determinationskoeffizienten nur unwesentlich. Die übrigen Schätzungen werden daher nur für die normalisierten Nettoexporte vorgenommen. Auch Balassa und Bauwens [1988, S. 32; 34] stellen im übrigen einen höheren Erklärungsgehalt der Regressionen mit Nettoexporten fest. Offenbar werden Rechnungen auf der Basis der Gesamtexporte (wie im Fall von *MA*) durch den intra-industriellen Handel erheblich verzerrt. Außerdem sind Nettoexporte die aus theoretischer Sicht korrekte Meßgröße [Deardorff, 1984, S. 487].

Hinsichtlich der Wahl des Aggregationsgrades (22 Industrien (ISIC 3) bzw. 159 Sektoren) führt die weniger tief gegliederte Klassifikation zu deutlich besseren Schätzergebnissen (gemessen an  $\bar{R}^2$ ). Dies kann auf ein relativ hohes Maß an intersektoraler Verflechtung innerhalb der ISIC-Industrien zurückgehen: offenbar hängt die Wettbewerbsfähigkeit der Teilsektoren (etwa Spinnereien und Webereien in der Textilindustrie) jeweils eng mit der Wettbewerbsfähigkeit des Gesamtsektors zusammen. Demnach überschätzt die tiefe Gliederung von Balassa und Bauwens [1988] die Möglichkeit zur räumlichen Trennung von Fertigungsabschnitten und insofern der Spezialisierung in Subsektoren. Die korrigierten Determinationskoeffizienten für 1965 bei sektoraler Aufgliederung (0,38 oder 0,41 je nach Definition der Kapitalintensität: Schätzungen (16), (17), (18)) liegen einigermaßen nahe bei den von Balassa und Bauwens [ibid., S. 37] für Anfang der siebziger Jahre ermittelten Werten (etwa 0,47 unabhängig von der Spezifikation der Kapitalintensität).

In Anlehnung an Balassa und Bauwens [ibid., insbesondere S. 35 ff.] werden alternativ die Gesamtkapitalintensität (*KI*) sowie die Human- und Sachkapitalintensität (*HKI* bzw. *SKI*) getrennt verwendet. Bei den Länderdaten wird einheitlich zwischen Human- und Sachkapitalausstattung unterschieden. Die Trennung nach Sach- und Humankapitalintensität erweist sich als der aggregierten Version überlegen (Schätzungen 4 vs. 2, 10 vs. 8, 18 vs. 16) und wird deshalb im folgenden durchgängig verwendet. Weitere Schätzungen mit dem realen Bruttoinlandsprodukt pro Kopf als Proxy für die (Gesamt-)Kapitalausstattung sowie mit anderen Funktionsformen führten ebenfalls zu schlechteren Schätzergebnissen.

Ergänzend wird geprüft, ob die Spezialisierungsmuster einen Einfluß des Produktivitätsfortschritts erkennen lassen (Tabellen 20 und 21). Die Ergebnisse widersprechen zum Teil den Erwartungen: *Ceteris paribus* verschlechterte sich die Wettbewerbsposition kapitalreicherer Länder mit zunehmender Rate des technischen Fortschritts und stärker arbeitskostensenkender Ausrichtung gemessen an *WRTFP* bzw. *WRRTF* und *WRRTFN*. Erwartungsgemäß positiv oder insignifikant fallen hingegen die entsprechenden Koeffizienten zu den von Jorgenson und Kuroda [1990] bzw. Unger [1986] berechneten Fortschrittsraten aus (erwartungsgemäß negativ im Fall von *APD* und *BPPD*). Dieses Ergebnis läßt sich möglicherweise dadurch erklären, daß die mit Hilfe der "Nettomethode" ermittelten Variablen *WRTFP*, *WRRTF* und *WRRTFN* stärker als die unter Einbeziehung der Vorleistungen berechneten Fortschrittsraten durch Simul-

Tabelle 20 — Determinanten der Außenhandelspezialisierung — Regressionsergebnisse für die Jahre 1965 und 1987 mit Fortschrittsraten als erklärenden Variablen: US-Industriedaten, *SKI-B*

Abhängige Variablen/Daten		Erklärende Variablen <sup>a</sup>						$\bar{R}^2$
		$\ln HKA-HKA$	$\ln SKI-B-SKA$	$WRTPP-DGRGDP_1$	$WRRTF-DGRGDP_1$	$WRRTFN-DGRGDP_1$	$WRAP-DGRGDP_1$	
(1) <i>NNX</i> (1965) - Industrien ( <i>N</i> =814)		1,98***	1,69***					0,525
(2) ( <i>TFPJK-USA</i> ) (1960/70)		2,02***	1,59***	0,08				0,528
(3) ( <i>TFPJK-J</i> ) (1960/70)		1,93***	1,53***	0,29***				0,544
(4) ( <i>TFPJK-DA</i> ) (1960/70)		1,99***	1,51***	0,24***				0,539
(5) <i>NNX</i> (1987) - Industrien ( <i>N</i> =814)		3,20***	3,21***					0,470
(6) (FP-AP)		3,22***	3,52***	0,10*				0,471
(7) (FP-AP)		2,97***	3,59***		-0,34***			0,483
(8) (FP-AP)		2,66***	2,92***	-0,34**	-0,70***			0,492
(9) (FP-AP)		2,46***	2,09***			-0,62***		0,497
(10) (FP-AP)		2,35***	2,58***	0,22***		-0,73***		0,505
(11) (FP-AP)		3,20***	3,19***				0,05	0,469
(12) (FP-SP)		3,26***	3,55***	0,11				0,472
(13) (FP-SP)		2,20***	3,03***		-0,47***			0,515
(14) (FP-SP)		1,79***	2,09***	-0,29***	-0,59***			0,521
(15) (FP-SP)		2,53***	1,86***			-0,47***		0,484
(16) (FP-SP)		1,88***	2,16***	-0,79***		-1,22***		0,521
(17) (FP-SP)		3,21***	3,29***				0,08	0,472
(18) ( <i>TFPJK-USA</i> ) (1960/85)		3,21***	3,18***	0,01				0,471
(19) ( <i>TFPJK-J</i> ) (1960/85)		3,24***	3,00***	0,14*				0,473
(20) ( <i>TFPJK-DA</i> ) (1960/85)		3,23***	3,01***	0,10				0,472
(21) <i>NNX</i> (1987) - Sektoren ( <i>N</i> =5711) <sup>b</sup>		2,70***	1,76***					0,313
(22) (FP-AP)		2,79***	1,57***	-0,03				0,305
(23) (FP-AP)		2,79***	1,74***		-0,05**			0,306
(24) (FP-AP)		2,77***	1,64***	-0,10***	-0,11***			0,307
(25) (FP-AP)		2,72***	1,46***			-0,18***		0,312
(26) (FP-AP)		2,71***	1,56***	0,06***		-0,22***		0,313
(27) (FP-AP)		2,83***	1,68***				-0,06**	0,306

\*\*\*(\*\*,\*) Signifikant von 0 verschieden (zweiseitiger *t*-Test) auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$  (0,05; 0,10). Alle Schätzungen mittels einfacher kleinster Quadrate mit Korrektur der Standardabweichungen für Heteroskedastizität unbekannter Ordnung. — Zusätzlich wurde jeweils ein *F*-Test über alle Koeffizienten durchgeführt; alle Schätzungen sind signifikant auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$ .  
<sup>a</sup>Alle Regressionen enthalten zusätzlich Konstante, Länder-Dummies sowie die industriespezifischen Variablen einzeln. — <sup>b</sup>Schätzungen ohne Korrektur für Heteroskedastizität.

Quelle: Kurzbezeichnungen vgl. Übersicht 3; Daten vgl. Abschnitt E.II; eigene Berechnungen mit dem Programmpaket TSP Version 4.1B.

Tabelle 21 — Determinanten der Außenhandelsspezialisierung — Regressionsergebnisse für die Jahre 1965, 1978 und 1987 mit Fortschrittsraten als erklärenden Variablen: Deutsche Industriedaten

Abhängige Variablen/Daten	Erklärende Variablen <sup>a</sup>										$\bar{R}^2$
	$\ln HKA$ -HKA	$\ln SKI-B$ -SKA	$WRFP$ -DGRGDP1	$WRTF$ -DGRGDP1	$WRRTFN$ -DGRGDP1	$WRAP$ -DGRGDP1	$APD$ -DGRGDP1	$BPPD$ -DGRGDP1	$BLPD$ -DGRGDP1		
(1) <i>NNX</i> (1965) - Industrien (N=814)	6,34***	0,52									0,454
(2) <i>(TFPJK-J)</i> (1960/70)	5,69***	1,06*	0,37***								0,481
(3) <i>NNX</i> (1978) - Industrien (N=814)	9,23	0,02									0,450
(4)	9,31***	-0,01	-0,06*								0,451
(5)	9,26***	0,02		-0,11							0,450
(6)	9,23***	0,03	-0,06*	-0,11							0,451
(7)	9,23***	0,10			-0,08						0,449
(8)	9,23***	0,18	0,21**		-0,18**						0,452
(9)	9,13***	-0,06				0,01					0,450
(10) (Daten nach	9,65***	0,00	0,04								0,461
(11) Unger [1986]:	9,57***	-0,17				0,15					0,456
(12) N=777)	8,59***	-0,41					-0,26***	-0,16**	0,08		0,464
(13) <i>(TFPJK-J)</i> (1960/80)	8,96***	0,52	0,16***								0,453
(14) <i>NNX</i> (1987) - Industrien (N=814)	7,35***	-0,01									0,347
(15)	7,48***	0,16	-0,06								0,355
(16)	6,78***	-0,43		-0,49***							0,370
(17)	7,04***	-0,03	-0,16***	-0,55***							0,385
(18)	7,58***	0,46			-0,35***						0,372
(19)	7,04***	-0,11	0,39***		-0,75***						0,385
(20)	7,80***	0,88				-0,23***					0,363
(21) (Daten nach	6,74***	0,59	0,26***								0,357
(22) Unger [1986]:	7,07***	-0,31				0,36**					0,351
(23) N=777)	5,85***	-0,03					-0,43***	-0,19**	0,00		0,362
(24) <i>(TFPJK-J)</i> (1960/85)	6,89***	0,34	0,21								0,351

\*\*\*(\*\*;\*) Signifikant von 0 verschieden (zweiseitiger t-Test) auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$  (0,05; 0,10). — Alle Schätzungen mittels einfacher kleinsten Quadrate mit Korrektur der Standardabweichungen für Heteroskedastizität unbekannter Ordnung. — Zusätzlich wurde jeweils ein F-Test über alle Koeffizienten durchgeführt; alle Schätzungen sind signifikant auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$ .

<sup>a</sup>Alle Regressionen enthalten zusätzlich Konstante, Länder-Dummies sowie die industriespezifischen Variablen einzeln.

Quelle: Kurzbezeichnung vgl. Übersicht 3; Daten vgl. Abschnitt E.II; eigene Berechnungen mit dem Programmpaket TSP Version 4.1B.

taneität zwischen der internationalen Wettbewerbsfähigkeit und dem Wachstum der Faktorproduktivitäten verzerrt werden. Wettbewerbsdruck durch Importe aus Entwicklungsländern könnte in den betroffenen Branchen in den Industrieländern durch Strukturwandel zu einer Verringerung der Festigungstiefe bei Konzentration auf höherwertige Produkte geführt haben; eine solche Entwicklung würde sich in einer Erhöhung der mittels der Nettomethode gemessenen totalen Faktorproduktivität niederschlagen. Die Vermutung läßt sich allerdings nur durch ein simultanes (Mehrgleichungs-)Modell überprüfen, wofür die Determinanten des technischen Fortschritts vollständig spezifiziert und qualifiziert werden müßten. Ein solches Vorgehen würde jedoch den Rahmen dieser Arbeit sprengen.

Technologiebezogene Variablen werden etwa seit Ende der sechziger Jahre in zahlreichen empirischen Studien zur Erklärung der Außenhandelspezialisierung herangezogen. Dabei spielen vor allem Meßgrößen für die Technologieintensität (Forschungs- und Entwicklungsausgaben, Anteil der Wissenschaftler und Ingenieure an den Beschäftigten) eine Rolle. Diese Studien bestätigen durchweg die Schlußfolgerung aus den Regressionsergebnissen in den Tabellen 18, 19 und A13, daß die Technologieintensität der Exporte mit dem wirtschaftlichen Entwicklungsstand zunimmt.<sup>40</sup>

Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt auch Clague [1991a], der die Determinanten der Güterstruktur im Handel von Indien, Pakistan, Sri Lanka, den Philippinen, Thailand und Südkorea mit den OECD-Staaten im Jahr 1975 untersucht. Dabei unterscheidet Clague ähnlich wie die vorliegende Arbeit zwischen dem Erklärungsbeitrag der Faktorproportionentheorie (gemessen durch die hypothetische Differenz der Produktionskosten in Industrie- und Entwicklungsländern unter Einbeziehung unterschiedlicher Skaleneffizienz) und dem Einfluß zusätzlicher Variablen, die als Determinanten von Effizienzunterschieden zwischen Industrie- und Entwicklungsländern interpretiert werden (zu den Einzelheiten vgl. Clague [1991a, S. 362 f.]). Ähnlich wie bei den Schätzergebnissen in den Tabellen 18–21 dominiert auch bei Clague [ibid., S. 374] der Einfluß der "Heckscher-Ohlin"-Variablen; allerdings wird der Erklärungsgehalt der Regressionen durch die Einbeziehung der technologiebezogenen Variablen merklich erhöht ( $\bar{R}^2$  steigt von 0,63 auf maximal 0,71). Die Forschungs- und Entwicklungsintensität und der Anteil qualifizierter Arbeitskräfte weisen ebenso das erwartete (negative) Vorzeichen auf wie die Rate des technischen Fortschritts, die als Durchschnitt der Wachstumsraten der totalen Faktorproduktivität in Japan und den Vereinigten Staaten von 1960 bis 1979 gemessen wird (Daten aus einer früheren Fassung von Jorgensen und Kuroda [1990]). Da Clague [1991a] nur den Durchschnitt für diese beiden Länder verwendet, bleibt offen, ob die amerikanische oder die japanische Rate die Ergebnisse dominieren (vgl. die erheblichen Unterschiede bei den entsprechenden Variablen in Tabelle 20).

In einer weiteren Studie analysiert Clague [1991b] direkt die Determinanten der Effizienzunterschiede zwischen Industrie- und Entwicklungsländern in einzelnen Wirtschaftszweigen. Den Effizienzunterschied mißt er anhand der Differenz zwischen dem

<sup>40</sup> So z.B. Gruber, Vernon [1970, S. 252 ff.]; Hufbauer [1970, S. 158 ff.]; Hirsch [1974, S. 544 ff.]; Soete [1981]; Callies [1989, S. 140 ff.].

tatsächlichen Preisunterschied zwischen Industrie- und Entwicklungsländern im Jahr 1975 (Daten aus dem International Comparisons Project der Weltbank: Kravis et al. [1982]) und dem hypothetischen Preisunterschied auf der Basis der unterschiedlichen Faktorpreise und Skaleneffizienz. Es zeigt sich, daß von den technologiebezogenen Variablen aus Clague [1991a] zwar die Forschungsintensität und der Anteil qualifizierter Arbeitskräfte, nicht aber die Fortschrittsrate signifikant zur Erklärung der Effizienzunterschiede beitragen [Clague, 1991b, S. 526]. Paradoxiertweise liefert jedoch die Rate des technischen Fortschritts in den Vereinigten Staaten von 1950 bis 1957 signifikante Ergebnisse [ibid., S. 525 f.]. Dieses Beispiel unterstreicht die Sensitivität dieser und ähnlicher Schätzergebnisse in bezug auf die Spezifikation der Fortschrittsvariablen und damit ihre begrenzte Zuverlässigkeit. Hinsichtlich der Regressionen in den Tabellen 20 und 21 bedeutet dies, daß die stark variierenden Ergebnisse keine definitiven Schlußfolgerungen hinsichtlich der Richtung des Einflusses der Fortschrittsraten auf die Spezialisierungsstruktur zulassen. Die relativ niedrigen  $\beta$ -Koeffizienten der entsprechenden Regressoren verglichen mit den Heckscher-Ohlin-Variablen sprechen allerdings dafür, daß dieser Einfluß sich in recht engen Grenzen hält.

## 2. Schätzungen für Änderungen der Spezialisierungsmuster

Die Regressionen für die Verschiebungen in der Außenhandelspezialisierung werden entsprechend Gleichungen [E.10] und [E.18] alternativ auf der Basis eines in durchschnittlichen jährlichen Änderungsraten und eines explizit in Differenzen formulierten Modells geschätzt. Dabei zeigt sich, daß bei durchschnittlichen jährlichen Änderungsraten Multikollinearität zwischen den Regressoren die geschätzten Koeffizienten relativ stark beeinträchtigt; diese Ergebnisse werden daher in den Anhangtabellen A14 und A15 zusammengefaßt. Wie bei den Schätzungen für einzelne Untersuchungsjahre (Abschnitt E.III.1) wird sowohl bei den (logarithmierten) Faktorintensitäten als auch bei den Faktorausstattungen durchgängig zwischen Human- und Sachkapital unterschieden. Neben der Konstante, den Länder-Dummies, den industriespezifischen Variablen und den verschiedenen auf den technischen Fortschritt bezogenen Regressoren enthalten die Schätzgleichungen den folgenden Satz von Kontrollvariablen (Kurzbezeichnung nach Übersicht 3 bzw. Abschnitt E.I.3):

$$[E.23] \quad VA1 = HKA^{(0)} \ln HKI^{(0)}$$

$$[E.24] \quad VA2 = SKA^{(0)} \ln SKI^{(0)}$$

$$[E.25] \quad VA3 = \Delta HKA \cdot HKI^{(0)} + HKA^{(1)} \Delta \ln HKI$$

$$[E.26] \quad VA4 = \Delta SKA \cdot SKI^{(0)} + SKA^{(1)} \Delta \ln SKI$$

Bei dem in jährlichen Änderungsraten formulierten Modell lauten die entsprechenden Terme analog:

$$[E.27] \quad VA1' = DG HKA \ln DG HKI$$

$$[E.28] \quad VA2' = DG SKA \ln DG SKI$$

$$[E.29] \quad VA3' = (\Delta HKA \ln DGHKI) + (DGHKA DWRHKI)$$

$$[E.30] \quad VA4' = (\Delta SKA \ln DGSKI) + (DGSKA DWRSKI)$$

In Tabelle 22 werden Regressionsergebnisse für verschiedene Spezifikationen der Kapitalintensitäten sowie für die Forschungs- und Innovationsintensität wiedergegeben. Die korrigierten Determinationskoeffizienten liegen bei den Schätzungen für 22 Industrien deutlich höher als für 159 Sektoren. Diese Diskrepanz spiegelt allerdings weniger einen höheren ökonomischen Erklärungsgehalt des Modells wider, sondern geht überwiegend auf die geringere Streuung der Änderungen der normalisierten Nettoexporte innerhalb der einzelnen Untersuchungsländer zurück (Schätzungen (2) vs. (1) und (18) vs. (17)). Auch ist der ökonomische Erklärungsgehalt des Modells für Änderungen in den Spezialisierungsmustern geringer als für die Streuung der normalisierten Nettoexporte in den einzelnen Untersuchungsjahren (Abschnitt E.III.1). Dieses Ergebnis entspricht der allgemeinen Erfahrung, daß Regressionen in Änderungsraten tendenziell niedrigere Determinationskoeffizienten aufweisen als Regressionen in Niveau-Variablen.

Die meisten geschätzten Koeffizienten weisen, soweit sie signifikant von 0 verschieden sind, das erwartete positive Vorzeichen auf. Die Aufteilung der Kontrollvariablen VA3 und VA4 führt zu unplausiblen negativen Koeffizienten, vermutlich wegen Kollinearität der so gebildeten Regressoren (Gleichungen (4), (5), (11), (12), (20), (21)). Die signifikant positiven Koeffizienten zu VA1 (entsprechen  $d\beta$  in Gleichung [E.5]) können dahingehend interpretiert werden, daß die internationale Arbeitsteilung sich während des Untersuchungszeitraums vertieft hat:  $\beta$  als Maß für die Abhängigkeit der Außenhandelsstruktur von der Kapitalausstattung (vgl. Gleichung [E.23]) ist offenbar angestiegen. Dieses Ergebnis wird gestützt durch den höheren ökonomischen Erklärungsgehalt der "Niveau-Schätzungen" für 1987 (Tabelle 19) verglichen mit 1965 (Tabelle 18). Demgegenüber hatten die Änderungen der Kapitalintensitäten und Kapitalausstattungen (VA3 und VA4) nur in bezug auf Sachkapital (VA4) einen erkennbaren Einfluß. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, daß die Änderungen des Harbison-Meyer-Indexes die Verbesserung des Ausbildungsniveaus in vielen Ländern nur unvollkommen wiedergeben.

Die Regressionsergebnisse in Tabelle 22 lassen auch keinen deutlichen Zusammenhang zwischen Änderungen der Spezialisierungsmuster und der Forschungs- und Innovationsintensität der einzelnen Branchen erkennen. Verglichen mit den eindeutigen Ergebnissen bei den "Niveau-Schätzungen" für die Jahre 1965 und 1987 kann der signifikant positive Koeffizient in Schätzung (13) nur als schwacher Hinweis auf einen möglichen Zusammenhang gedeutet werden. Offenbar sind also die Unterschiede zwischen der technologischen Kompetenz der einzelnen Untersuchungsländer während des Beobachtungszeitraums nicht wesentlich größer geworden, da sich eine solche Entwicklung in einer verstärkten Spezialisierung reicherer Länder auf technologieintensive Güter hätte niederschlagen müssen. Insofern liegt eine Parallele zu der in Kapitel D gezogenen Schlußfolgerung vor, daß zwischen Industrie- und Entwicklungsländern zwar eine Produktivitätslücke besteht, diese im Laufe der Zeit aber nicht gewachsen ist.

Tabelle 22 — Determinanten der Verschiebungen in der Außenhandelspezialisierung 1965–1987 — Regressionsergebnisse: Spezifikationstest und Forschungs- bzw. Innovationsintensität

Abhängige Variable/Daten	Erklärende Variablen <sup>a</sup>										R <sup>2</sup>	
	VA1	VA2	VA3		VA4		INNUK ·DGRGDP1	PATUS ·DGRGDP1	WIFEUS ·DGRGDP1	PZINND ·DGRGDP1		PDINND ·DGRGDP1
			VA3a	VA3b	VA4a	VA4b						
(1) $\Delta$ NNX-Industrien	(nur Konstante und Länder-Dummies)										0,384	
(2) USA (SKI-B)	0,82**	-0,84	0,33		1,70***							0,414
(3) USA (SKI-S)	0,90**	-0,56	0,38		2,25***							0,415
(4) USA (SKI-B)	0,05	-1,24**	0,39	-0,37**	2,47***	0,04						0,426
(5) USA (SKI-S)	0,06	-2,03***	0,42	-0,32**	4,06***	-0,01						0,435
(6) USA (SKI-B)	0,70**	-0,80	0,35		1,55***		0,08					0,414
(7) USA (SKI-B)	0,82**	-0,85	0,33		1,71***			-0,00				0,414
(8) USA (SKI-B)	0,79**	-0,84	0,33		1,68***				0,01			0,414
(9) D (SKI-B)	1,96**	0,44	-0,12		0,86							0,396
(10) D (SKI-S)	1,96**	1,11	-0,15		0,61							0,393
(11) D (SKI-B)	1,46	0,17	0,63	-0,04	1,07	0,05						0,396
(12) D (SKI-S)	1,46	-1,14	0,65	-0,04	3,62**	0,03						0,396
(13) D (SKI-B)	1,40	0,66	-0,51		1,39		0,21***					0,406
(14) D (SKI-B)	1,44	0,67	-0,42		1,21					0,27**		0,398
(15) D (SKI-B)	1,95**	0,83	-0,06		1,06						0,13	0,396
(16) D (SKI-B)	1,46	0,70	-0,40		1,22					0,25	0,02	0,396
(17) $\Delta$ NNX-Sektoren (N=5533) <sup>b</sup>	(nur Konstante und Länder-Dummies)										0,200	
(18) USA (SKI-B)	0,68***	0,00	0,16		0,61***							0,212
(19) USA (SKI-S)	0,82***	-0,21	0,21		0,60***							0,211

\*\*\*(\*\*;\*) Signifikant von 0 verschieden (zweistufiger *t*-Test) auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$  (0,05; 0,10). — Alle Schätzungen mittels einfacher kleinster Quadrate mit Korrektur der Standardabweichungen für Heteroskedastizität unbekannter Ordnung. — Zusätzlich wurde jeweils ein *F*-Test über alle Koeffizienten durchgeführt; alle Schätzungen sind signifikant auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$ .

<sup>a</sup>Alle Regressionen enthalten zusätzlich Konstante, Länder-Dummies sowie die industriespezifischen Variablen einzeln. — <sup>b</sup>Schätzungen ohne Korrektur für Heteroskedastizität.

Quelle: Kurzbezeichnungen vgl. Übersicht 3; Daten vgl. Abschnitt E.II; eigene Berechnungen mit dem Programmpaket TSP Version 4.1B.

Tabelle 23 — Determinanten der Verschiebungen in der Außenhandelspezialisierung 1965–1987 — Regressionsergebnisse: Wachstumsraten der Faktorproduktivitäten: US-Industriedaten, *SKI-B*

Abhängige Variable/Daten	Erklärende Variablen <sup>a</sup>								$\bar{R}^2$
	VA1	VA2	VA3	VA4	WRTFP -DGRGDP1	WRRTF -DGRGDP1	WRRTFN -DGRGDP1	WRAP -DGRGDP1	
(1) $\Delta NX$ -Industrien	0,82**	-0,84	0,33	1,70***					0,414
(2) (FP-AP)	0,89**	-0,93*	0,36	2,11***	0,11**				0,416
(3) (FP-AP)	0,66*	-1,42**	0,47	2,52***		-0,29***			0,422
(4) (FP-AP)	0,44	-1,67***	0,53	2,45***	-0,16	-0,49***			0,422
(5) (FP-AP)	0,31	-1,36**	0,46	1,64***			0,33***		0,418
(6) (FP-AP)	0,20	-1,80***	0,57	2,40***	0,21***		-0,50***		0,426
(7) (FP-AP)	0,81**	-0,85	0,34	1,72***				-0,01	0,414
(8) (FP-SP)	0,81**	-0,83	0,33	1,71***	0,00				0,413
(9) (FP-SP)	0,37	-1,14**	0,37	1,94***		-0,20***			0,420
(10) (FP-SP)	-0,14	-1,89***	0,43	1,81***	-0,27**	-0,34***			0,425
(11) (FP-SP)	0,33	-1,59***	0,39	1,58***			-0,30**		0,419
(12) (FP-SP)	-0,06	-1,86***	0,44	1,83***	0,36***		-0,69***		0,424
(13) (FP-SP)	0,81**	-0,99*	0,36	1,76***				-0,06	0,413
(14) (TFPJK-J) (1960/85)	0,77**	-0,73	0,40	2,06***	-0,17**				0,419
(15) (TFPJK-USA) (1960/85)	0,80**	-0,80	0,33	1,83***	-0,11*				0,416
(16) (TFPJK-DA) (1960/85)	0,78**	-0,77	0,36	1,93***	-0,15**				0,418
(17) $\Delta NX$ -Sektoren <sup>b</sup>	0,68***	0,00	0,16	0,61***					0,212
(18) (FP-AP)	0,71***	-0,09	0,17	0,78	0,06**				0,212
(19) (FP-AP)	0,67***	-0,18	0,19	0,85***		-0,07			0,212
(20) (FP-AP)	0,69***	-0,18	0,19	0,88***	0,04	-0,05			0,212
(21) (FP-AP)	0,63***	-0,02	0,19	0,61***			-0,03		0,212
(22) (FP-AP)	0,55***	-0,31	0,30**	0,99***	0,13***		-0,13***		0,214
(23) (FP-AP)	0,68***	-0,00	0,17	0,62***				-0,01	0,212

\*\*\*(\*\*,\*) Signifikant von 0 verschieden (zweiseitiger *t*-Test) auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$  (0,05; 0,10). — Alle Schätzungen mittels einfacher kleinster Quadrate mit Korrektur der Standardabweichungen für Heteroskedastizität unbekannter Ordnung. — Zusätzlich wurde jeweils ein *F*-Test über alle Koeffizienten durchgeführt; alle Schätzungen sind signifikant auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$ .

<sup>a</sup>Alle Regressionen enthalten zusätzlich Konstante, Länder-Dummies sowie die industriespezifischen Variablen einzeln. — <sup>b</sup>Schätzungen ohne Korrektur für Heteroskedastizität.

Quelle: Kurzbezeichnungen vgl. Übersicht 3; Daten vgl. Abschnitt E.II; eigene Berechnungen mit dem Programmpaket TSP Version 4.1B.

Tabelle 24 — Determinanten der Verschiebungen in der Außenhandelspezialisierung 1965–1987 — Regressionsergebnisse: Wachstumsraten der Faktorproduktivitäten: Deutsche Industriedaten, *SKI-B*

Abhängige Variable/Daten	Erklärende Variablen <sup>a</sup>								$\bar{R}^2$
	VA1	VA2	VA3	VA4	<i>WRTFP</i> <i>·DGRGDP1</i>	<i>WRRTF</i> <i>·DGRGDP1</i>	<i>WRRTFN</i> <i>·DGRGDP1</i>	<i>WRAP</i> <i>·DGRGDP1</i>	
(1) $\Delta$ NNX-Industrien	1,96**	0,44	-0,12	0,86					0,396
(2)	1,72*	0,62	0,09	0,85	-0,06				0,395
(3)	1,74*	0,18	-0,05	1,10		-0,07b			0,395
(4)	0,97	0,11	0,44	1,41	-0,11	-0,17			0,396
(5)	1,15	0,33	0,39	1,20			-0,15		0,397
(6)	0,98	0,11	0,43	1,38	0,06		-0,23		0,396
(7)	1,70*	0,51	0,15	1,01				-0,07	0,395
(8) (Daten nach	2,17**	0,31	0,06	0,72	-0,08				0,390
(9) Unger [1986]:	2,05**	0,51	0,02	0,82				-0,11	0,391
(10) <i>N=777</i> )	2,03**	0,31	-0,24	0,76	-0,04 <sup>b</sup>	-0,04 <sup>b</sup>	0,07 <sup>b</sup>		0,389
(11) <i>TFPJ-K-J</i> (1960/85)	2,13**	0,41	-0,02	0,77	-0,04				0,388

\*\*\*(\*\*\*) Signifikant von 0 verschieden (zweiseitiger *t*-Test) auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$  (0,05; 0,10). — Alle Schätzungen mittels einfacher kleinster Quadrate mit Korrektur der Standardabweichungen für Heteroskedastizität unbekannter Ordnung. — Zusätzlich wurde jeweils ein *F*-Test über alle Koeffizienten durchgeführt; alle Schätzungen sind signifikant auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$ .

<sup>a</sup>Alle Regressionen enthalten zusätzlich Konstante, Länder-Dummies sowie die industriespezifischen Variablen einzeln. — <sup>b</sup>Koeffizienten zu *APD-DGRGDP1*, *BPPD-DGRGDP1* bzw. *BLPD-DGRGDP1*.

Quelle: Kurzbezeichnungen vgl. Übersicht 3; Daten vgl. Abschnitt E.II; eigene Berechnungen mit dem Programmpaket TSP Version 4.1B.

Ein vom Entwicklungsniveau abhängiger Zusammenhang zwischen den Variablen *WRTFP*, *WRRTF* oder *WRAP* und Änderungen der normalisierten Nettoexporte ist ebenfalls nicht festzustellen (Tabellen 23 und 24). Die entsprechenden Koeffizienten sind zumeist insignifikant oder negativ, in jedem Fall aber sehr niedrig, verglichen mit den Koeffizienten der Heckscher-Ohlin-Variablen *VA1* und *VA4*. Dies kann als Indiz dafür gewertet werden, daß die Außenhandelsposition der Entwicklungsländer nicht im Sinne der Rückverlagerungshypothese durch verzögerten Technologietransfer oder durch arbeitssparenden technischen Fortschritt beeinträchtigt wurde. Ein solcher Effekt hätte sich in einem positiven Koeffizienten niederschlagen müssen: je schneller z.B. der Produktivitätsfortschritt, desto stärker die Verbesserung der Außenhandelsposition in den Industrieländern. Dieses Ergebnis ist unabhängig von der Wahl des Deflators bei der Berechnung der Faktorproduktivitäten und betrifft sowohl die eigenen Schätzungen der Fortschrittsraten als auch diejenigen von Jorgenson und Kuroda [1990] bzw. Unger [1986].

Mithin kann trotz der Einbeziehung äußerst unterschiedlicher Indikatoren für den technischen Fortschritt (Wachstumsraten der Faktorproduktivität bzw. quantitative Maßgrößen) ein Zusammenhang zwischen den Änderungen der Spezialisierungsmuster im Außenhandel und dem technischen Fortschritt im Sinne der Rückverlagerungshypothese nicht nachgewiesen werden. Dies begründet erhebliche Zweifel an der empirischen Relevanz dieser Hypothese. Hinzu kommt, daß in Kapitel D kein grundlegender Unterschied zwischen der internationalen Diffusion des technischen Fortschritts in der weiter zurückliegenden Vergangenheit und derjenigen bei neueren mikroelektronischen Prozeßinnovationen festgestellt wurde. Für eine Änderung der in dem ökonometrischen Modell erfaßten Reaktionsmuster in der absehbaren Zukunft liegen also keine Anhaltspunkte vor.

Diese Schlußfolgerung wird allerdings relativiert durch den begrenzten ökonomischen Erklärungsgehalt der Regressionen mit den Änderungen der Spezialisierungsmuster als zu erklärende Variable. Offenbar spielen bei den Änderungen — mehr noch als bei der zeitpunktbezogenen Betrachtungsweise — länder- und branchenspezifische Einflußgrößen eine wichtige Rolle. Daher stehen die in einzelnen Teilsektoren beobachteten technologiebedingten Rückverlagerungen (Abschnitt B.II.1) auch nicht im Widerspruch zu den Ergebnissen der Regressionsschätzungen. Grundsätzlich wird aber die bereits aus der Untersuchung des weltweiten Industriegüterhandels (Kapitel B.I) gezogene Schlußfolgerung bestätigt, daß eine breite Rückverlagerungstendenz nicht zu erkennen ist.

### **3. Schätzungen für den Handel ausgewählter Industrieländer mit den Entwicklungsländern**

Die bisher verwendeten Handelsdaten beziehen sich auf den Gesamthandel der Untersuchungsländer und damit sowohl auf den interindustriellen Handel mit Ländern unterschiedlicher Faktorausstattung als auch auf den intraindustriellen Handel mit Ländern ähnlicher Faktorausstattung. Die Rückverlagerungshypothese bezieht sich dem-

gegenüber auf den Handel zwischen Industrie- und Entwicklungsländern. Daher könnten die Ergebnisse des vorangegangenen Abschnitts trotz der Verwendung von Nettoexporten als zu erklärende Variable durch die Einbeziehung des intraindustriellen Handels verzerrt sein. Um diese Hypothese zu testen, werden in diesem Abschnitt die Spezialisierungsmuster dreier hochentwickelter Industrieländer (Vereinigte Staaten, Bundesrepublik Deutschland, Schweden) im Handel mit den Entwicklungsländern von 1960 bis 1987 untersucht.

Die hier verwendeten Handelsdaten [OECD, b] beziehen sich auf den Handel der drei Staaten mit außereuropäischen Nicht-OECD-Ländern. Die Zuordnung der SITC-Handelsklassifikationen auf die ISIC-3-Industrieklassifikation folgt einem vereinfachten Schema. Die Spezialisierungsmuster werden für jedes Land einzeln in Anlehnung an das Modell im vorangegangenen Abschnitt als Funktion von Industrie-merkmalen erklärt.

Tabelle A16 gibt Regressionsergebnisse für die Jahre 1960, 1969/70, 1979/80 (Jahresdurchschnitte) und 1987 wieder. Erwartungsgemäß waren die drei Industrieländer auf den Export humankapitalintensiver Produkte spezialisiert. Die negativen Vorzeichen der Koeffizienten für die Sachkapitalintensität in vielen Regressionen dürften auf die hohe Korrelation zwischen den Kapitalintensitäten zurückgehen. Auch die Forschungsintensität und die Häufigkeit von Prozeßinnovationen erhöhen den Erklärungsgehalt der Regressionen. Diese Ergebnisse entsprechen denen in Abschnitt E.III.1.

Daneben wurden Regressionen berechnet mit den Änderungen der Spezialisierungsmuster als abhängige Variable sowohl für den gesamten Untersuchungszeitraum als auch für einzelne Teilperioden (analog zu der Vorgehensweise in Abschnitt E.III.2.). Von der Wiedergabe dieser Ergebnisse wird hier abgesehen, da in fast allen Fällen die Nullhypothese des traditionellen *F*-Tests (alle Koeffizienten sind gemeinsam 0) nicht widerlegt werden konnte. Offenbar waren sektorspezifische Bestimmungsgründe für die Entwicklung der Handelsströme ausschlaggebend. Insofern läßt sich festhalten, daß die Schätzergebnisse des vorangegangenen Abschnitts nicht durch die Beschränkung der ökonometrischen Analyse auf den Gesamthandel verzerrt werden. Unabhängig von der Modellspezifikation im einzelnen gibt es keinen Hinweis auf eine systematische Schwächung der Wettbewerbsposition der Entwicklungsländer in solchen Branchen, die besonders raschen oder besonders "arbeitssparenden" technischen Fortschritt aufzuweisen hatten.

#### **4. Technischer Fortschritt und die Terms of trade innerhalb der Verarbeitenden Industrie**

In den vorangegangenen Abschnitten sowie in Kapitel B wurde gezeigt, daß der weltweite technische Fortschritt in der Vergangenheit keine nachhaltigen Auswirkungen auf Umfang und Struktur der Industriegüterexporte aus Entwicklungsländern im Sinne der Rückverlagerungshypothese hatte. Damit sind negative Auswirkungen auf die Volkseinkommen der Entwicklungsländer jedoch keineswegs ausgeschlossen (vgl.

Abschnitt C.II.1.b, insbesondere Gleichung [C.74]). Zwar wird der in jedem Fall einkommenssteigernde Produktivitätseffekt des technischen Fortschritts in den Entwicklungsländern wirksam — wenn auch mit einer gewissen Zeitverzögerung (Kapitel D). Entscheidend für die Richtung des Gesamteffekts ist aber der Terms-of-trade-Effekt. In diesem Abschnitt werden die für die ökonometrische Analyse verwendeten Daten daraufhin überprüft, welche Aussagen sie über die Richtung des Terms-of-trade-Effektes zulassen. Dabei ist wieder zu berücksichtigen, daß hier nur die Verarbeiteten Exporte einbezogen werden und der Einfluß des technischen Fortschritts auf die "net barter terms of trade" der Rohstoffausfuhren der Entwicklungsländer ausgeklammert bleibt.<sup>41</sup>

Grundsätzlich tritt ein für die Entwicklungsländer nachteiliger Terms-of-trade-Effekt dann ein, wenn aufgrund des technischen Fortschritts die Preise für ihre Exportprodukte stärker sinken als für ihre Importe. Ein solcher Zusammenhang kann a priori vermutet werden, da die Wachstumsraten der totalen Faktorproduktivität vielfach negativ mit der Kapitalintensität in den einzelnen Industrien korreliert waren (vgl. Tabellen 12, 13 und 14). Dies könnte zu einem Rückgang der relativen Preise für arbeitsintensive Erzeugnisse — also für die Hauptausfuhr Güter der Entwicklungsländer (vgl. Abschnitt B.I.1 sowie Yeats [1989]) — geführt haben. Eine genaue Messung des Einflusses des technischen Fortschritts auf die "net barter terms of trade" würde die Schätzung von Angebots- und Nachfragefunktionen voraussetzen und daher den Rahmen dieser Arbeit sprengen. Deshalb wird hier lediglich untersucht, ob ein inverser Zusammenhang zwischen der Geschwindigkeit des technischen Fortschritts (gemessen an der Wachstumsrate der totalen Faktorproduktivität) und der Entwicklung der relativen Preise für die einzelnen Gütergruppen besteht und ob die Terms-of-trade in bezug auf Industriegüter sich für die Entwicklungsländer ungünstiger entwickelt haben als für die Industrieländer. Dies wäre ein Indiz für einen Terms-of-trade-Effekt des technischen Fortschritts zu Lasten der Entwicklungsländer.

Zunächst wird der Zusammenhang zwischen der Fortschrittsrate und der Preisentwicklung in den bekannten 22 Branchen der Verarbeitenden Industrie in den Vereinigten Staaten anhand von Korrelationskoeffizienten überprüft. Zu vermuten wären a priori negative Werte, da relativ rascher technischer Fortschritt den sektoralen Preisauftrieb dämpfen dürfte. Tabelle 25 zeigt, daß die Korrelationskoeffizienten stark von der Wahl des Deflators bei der Berechnung von *DWRTFP* und *DWRAP* abhängen.

<sup>41</sup> Der langfristig negative Preistrend für die meisten Rohstoffe im Verhältnis zu den Industriegütern wird in der Literatur zum erheblichen Teil auf den technischen Fortschritt zurückgeführt [Grilli, Yang, 1988]. Nachfrageseitig nehmen die Substitutionsmöglichkeiten durch synthetische oder andere Materialien zu, und es kommt zu einem Rückgang des spezifischen Rohstoffverbrauchs in vielen Verwendungen [Richard, 1976, S. 221 ff.; UNCTAD, 1986, S. 1 ff.]. Angebotsseitig wurde ein höherer Produktivitätsfortschritt bei der Produktion der Primärgüter verglichen mit verarbeiteten Erzeugnissen zumindest vermutet [vgl. Grilli, Yang, 1988, S. 28 ff.]. Während der technologiebedingte Nachfragerückgang die Volkseinkommen der rohstoffexportierenden Entwicklungsbedingung in jedem Fall tendenziell verringert, sind bei den angebotsseitigen Einflüssen wieder der Produktivitäts- und der Terms-of-trade-Effekt gegeneinander abzuwägen.

Signifikant negative Koeffizienten ergeben sich nur bei Verwendung sektorspezifischer Preisindizes (also genau jener, mit denen wiederum die errechneten Fortschrittsraten korreliert werden). Hier könnte eine Scheinkorrelation vorliegen, zumal die sektorspezifischen Indizes sich auf die Outputpreise und nicht — wie die Berechnung der Fortschrittsraten — auf die Wertschöpfung der einzelnen Sektoren beziehen. Dafür spricht auch, daß der negative Zusammenhang zwischen den deutschen Fortschrittsraten und den Preisindizes im gesamten Beobachtungszeitraum wie auch in den beiden Teilperioden schwächer ausgeprägt ist. Offenbar wurde also die sektorale Preisentwicklung nur zu einem geringen Teil durch die Streuung der Fortschrittsraten bestimmt.

Tabelle 25 — PEARSON-Korrelationskoeffizienten für die sektoralen Preissteigerungsraten und Indikatoren für den technischen Fortschritt 1965–1987

	Durchschnittliche jährliche Preissteigerungsraten in den Vereinigten Staaten ( <i>PRICE-US</i> )		
	1965/87	1965/78	1978/87
<i>DWRTFP-AP-USA</i> <sup>a</sup>	0,20	nv	nv
<i>DWRTFP-SP-USA</i> <sup>a</sup>	-0,66***	nv	nv
<i>DWRAP-AP-USA</i> <sup>a</sup>	-0,01	nv	nv
<i>DWRAP-SP-USA</i> <sup>a</sup>	-0,75***	nv	nv
<i>DWRTFP-D</i> <sup>b</sup>	-0,06	0,10	-0,25
<i>DWRAP-D</i> <sup>b</sup>	-0,12	0,05	-0,24
<i>TFPUD</i> <sup>c</sup>	-0,41**	-0,33	-
<i>PRICE-US</i>			
1965/87	-		
1965/78	0,86***	-	
1978/87	0,45**	0,04	-

\*\*\* (\*\*,\*) Signifikant von 0 verschieden (einseitiger *t*-Test) auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$  (0,05; 0,10).

<sup>a</sup>1965/86. — <sup>b</sup>1970/87, 1970/78 und 1978/87. — <sup>c</sup>1961/81. — nv = nicht verfügbar.

Quelle: Kurzbezeichnungen vgl. Übersicht 3; Preisdaten: US Department of Labor [b], übrige Daten vgl. Abschnitt E.II.2; eigene Berechnungen mit dem Programmpaket SPSS-X Release 3.1.

Der zweite Schritt der Analyse besteht in der Berechnung der Terms of trade aus den sektoralen Preisindizes sowie den durchschnittlichen Anteilen der einzelnen Gütergruppen am Industriegüterhandel der 37 Untersuchungsländer. Die so berechneten Terms of trade entwickelten sich für ärmere Länder deutlich ungünstiger als für reichere (signifikant positive Koeffizienten zu *DGRGDP1* in Tabelle 26). Vermutlich führte die Angebotsausweitung durch den Markteintritt von Produzenten aus Entwicklungsländern in den besonders betroffenen Branchen zu einer fühlbaren Dämpfung des

Preisauftriebs. Allerdings war dieser Zusammenhang im Zeitraum 1965–1978 stärker ausgeprägt (gemessen an dem Regressionskoeffizienten zu *DGRGDP1*) als von 1978 bis 1987. Vermutlich waren in den achtziger Jahren die Exporte einiger Entwicklungsländer bereits stärker diversifiziert; außerdem waren nach 1978 die Änderungen der Terms of trade in den Untersuchungsländern weniger weit gestreut als vorher (gemessen an der Standardabweichung der abhängigen Variablen).

Tabelle 26 — Zusammenhang von Terms-of-trade-Entwicklung im Industriegüterhandel und wirtschaftlichem Entwicklungsstand 1965–1987 — Regressionsergebnisse

Abhängige Variable	Erklärende Variablen		$R^2$	Teststatistiken	
	Konstante	<i>DGRGDP1</i> (1000 US-\$)		Mittelwert	Standardabweichung
				der abhängigen Variablen (Prozentpunkte)	
<i>ToT</i> (1965–1987)	-0,782***	0,113***	0,57	-0,24	0,43
<i>ToT</i> (1965–1978)	-0,990***	0,161***	0,59	-0,31	0,55
<i>ToT</i> (1978–1987)	-0,716***	0,087***	0,57	-0,22	0,38

\*\*\*(\*\*,\*) Signifikant von 0 verschieden (zweiseitiger *t*-Test) auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$  (0,05; 0,10). — Alle Schätzungen mittels einfacher kleinster Quadrate. — Zusätzlich wurde jeweils ein *F*-Test über alle Koeffizienten durchgeführt; alle Schätzungen sind signifikant auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$ .

Quelle: Kurzbezeichnungen vgl. Übersicht 3; Daten vgl. Abschnitt E.II; Daten vgl. Abschnitt E.III.4; eigene Berechnungen mit dem Programmpaket TSP Version 4.1B.

Da der Zusammenhang zwischen dem technischen Fortschritt und der sektoralen Preissteigerungsrate recht schwach ausgeprägt ist, dürfte die relativ ungünstige Terms-of-trade-Entwicklung vieler Entwicklungsländer im Industriegüterhandel nur zu einem geringen Teil auf den technischen Fortschritt zurückzuführen sein. Der enge positive Zusammenhang zwischen Terms-of-trade-Entwicklung und wirtschaftlichem Entwicklungsstand unterstreicht aber die Notwendigkeit einer nachhaltigen Humankapitalbildung als Voraussetzung für eine Diversifizierung der Exporte der Entwicklungsländer. Anderenfalls bestünde die Gefahr, daß diese auf Märkte mit einer relativ ungünstigen Preisentwicklung konzentriert bleiben.<sup>42</sup>

<sup>42</sup> Stecher [1981] stellt für den Zeitraum von 1965–1975 überdies eine überdurchschnittliche Preisinstabilität der Industriegüterausfuhr ausgewählter Entwicklungsländer fest, die mit einer hohen Exporterlösinstabilität einherging. Innerhalb der Ländergruppe nahm die Preisinstabilität mit steigendem wirtschaftlichem Entwicklungsniveau ab und war generell für überdurchschnittlich arbeitsintensive Produkte besonders ausgeprägt. Es ist daher zu vermuten, daß Exportdiversifizierung und Humankapitalbildung auch mögliche negative Folgen von Preisinstabilität mildern können.

## F. Zusammenfassung und Wirtschaftspolitische Implikationen

In der vorliegenden Arbeit wurden die Auswirkungen des technischen Fortschritts auf die Arbeitsteilung zwischen Industrie- und Entwicklungsländern in der Verarbeitenden Industrie empirisch analysiert. Insbesondere wurde die Hypothese getestet, daß der weltweite technische Fortschritt durch eine überproportionale Steigerung der Arbeitsproduktivität den komparativen Vorteil der Entwicklungsländer bei arbeitsintensiven Industrien untergräbt und es daher tendenziell zu einer Rückverlagerung traditionell arbeitsintensiver Industrien aus Entwicklungsländern in die Industrieländer kommt. Falls diese Hypothese zuträfe, wäre *ceteris paribus* gleichzeitig ein Rückgang der Nachfrage nach (unqualifizierter) Arbeit und damit ein Sinken des Reallohns zu erwarten. Außerdem würde das Angebot an arbeitsintensiven Produkten tendenziell zunehmen, was einen Verfall der relativen Preise dieser bisher von den Entwicklungsländern exportierten Güter zur Folge hätte. Über die daraus resultierende Verschlechterung der Terms of trade käme es schließlich zu einer Begrenzung des Realeinkommenszuwachses in den Entwicklungsländern.

Bisher wurde die "Rückverlagerungshypothese" in der Literatur ganz überwiegend auf der Grundlage einer mehr oder weniger systematischen Auswahl von Fallbeispielen diskutiert; dabei hat sich herausgestellt, daß bis heute eine breite Rückverlagerungstendenz nicht nachweisbar ist. In dieser Arbeit stand die Frage im Vordergrund, unter welchen Voraussetzungen es überhaupt zu einer technologiebedingten Rückverlagerung kommen kann und ob die entsprechenden Wirkungsmechanismen in der Vergangenheit nachweisbar sind. Falls letzteres zutrifft, kann für die Zukunft — bei weiter zunehmender Verbreitung mikroelektronikinduzierter Prozeßinnovationen — eine Rückverlagerung nicht ausgeschlossen werden. Falls hingegen notwendige Voraussetzungen für eine Rückverlagerung in der Vergangenheit nicht erfüllt waren und insbesondere die absehbaren mikroelektronikinduzierten Innovationen sich nicht grundlegend vom technischen Fortschritt der letzten Jahrzehnte unterscheiden, so ist eine breite Rückverlagerungstendenz auch in Zukunft wenig wahrscheinlich.

Ausgangspunkt der Analyse war eine Zusammenfassung der empirischen Evidenz bezüglich der Veränderungen in der Arbeitsteilung zwischen Industrie- und Entwicklungsländern seit den sechziger Jahren (Kapitel B). Zunächst wurde anhand von Handelsdaten gezeigt, daß im Zuge der "Neuen Internationalen Arbeitsteilung" die Entwicklungsländer bis 1988 ihren Anteil sowohl an der Weltindustriegüterausfuhr insgesamt als auch an den Industriegüterimporten der westlichen Industrieländer kontinuierlich erhöhen konnten. Nur bei der Bekleidungseinfuhr stagnierte der Anteil der Entwicklungsländer in der zweiten Hälfte der achtziger Jahre auf hohem Niveau. Es blieb allerdings offen, ob dies neben dem starken Protektionismus und dem zunehmenden intraindustriellen Handel der Industrieländer auch auf den technischen Fortschritt zurückzuführen ist.

Bei der anschließenden Analyse der Literatur mit Fallstudien zur Rückverlagerung arbeitsintensiver Produktionen stellte sich heraus, daß entweder die Repräsentativität der Fallbeispiele zu bezweifeln war oder — bei systematischer Erfassung — Rückverlagerungen durch weitere Auslagerungen mehr als kompensiert wurden. Unter den in Frage kommenden Sektoren war die Rückverlagerungstendenz noch am deutlichsten bei der Fertigung elektronischer Bauelemente und in Teilbereichen der Metallverarbeitung. Offenbar sind hier die Automatisierungsmöglichkeiten ausgeprägter als in den traditionellen arbeitsintensiven Sektoren wie der Textil-, Bekleidungs- und Schuhindustrie.

Anschließend wurde in Kapitel B exemplarisch für die traditionellen arbeitsintensiven Importe (Textilien, Bekleidung, Schuhe) der Bundesrepublik Deutschland untersucht, ob es unter den Lieferländern innerhalb der Gruppe der Entwicklungsländer zu Gewichtsverschiebungen gekommen war, die sich auf den technischen Fortschritt zurückführen ließen. Das Ergebnis war durchweg negativ: Weder gingen die Marktanteile der Entwicklungsländer insgesamt noch diejenigen der weiter entfernt gelegenen oder ärmeren Entwicklungsländer zurück. Neue Organisationsformen, die sich in geographischer Marktnähe leichter umsetzen lassen (quick response), oder höhere Markteintrittsbarrieren infolge des wachsenden Automatisierungsgrades und dadurch steigender Anforderungen an die technologische Kompetenz der Hersteller haben also die Wettbewerbsposition der jeweils potentiell besonders betroffenen Entwicklungsländer nicht nachhaltig geschwächt. Deshalb wurde diese Problematik in der vorliegenden Arbeit nicht weiter verfolgt.

Um die Wirkungsmechanismen genauer zu analysieren, die einer Rückverlagerung zugrunde liegen müßten, wurde in Kapitel C der Erklärungsbeitrag der Außenhandels-theorie zum Zusammenhang zwischen Außenhandelsspezialisierung und technischem Fortschritt herausgearbeitet. Ausgangspunkt der Analyse war ein einfaches, in relativen Änderungsraten formuliertes allgemeines Gleichgewichtsmodell in der Heckscher-Ohlin-Tradition, das den technischen Fortschritt in Form der Wachstumsraten der durchschnittlichen Faktorproduktivitäten in den beiden betrachteten Industrien berücksichtigt. Bei Zugrundelegung der üblichen neoklassischen Annahmen ließ sich keine Konstellation dieser "Fortschrittsraten" bestimmen, die regelmäßig dazu führt, daß im Entwicklungsland die Produktion des kapitalintensiven Gutes rascher wächst als die des arbeitsintensiven. Letzteres wäre unter den Modellvoraussetzungen (u.a. identische homothetische Nachfragefunktionen im Industrie- und Entwicklungsland) eine hinreichende Voraussetzung für eine Verringerung des Marktanteils des Entwicklungslandes am Verbrauch des arbeitsintensiven Gutes im Industrieland (und damit für eine Tendenz zur Rückverlagerung der arbeitsintensiven Industrie).

Anschließend an die Diskussion des Grundmodells wurde die Annahme eines reibungslosen internationalen Technologietransfers fallengelassen und statt dessen im Sinne eines idealtypischen Gegensatzes unterstellt, daß der technische Fortschritt nur im Industrieland zu einer Produktivitätssteigerung führt. Dann genügt ein Vorsprung der arbeitsintensiven Industrie bei der Wachstumsrate der totalen Faktorproduktivität, um eine Rückverlagerung in dem oben beschriebenen Sinne auszulösen.

Als nächstes wurde die Annahme des internationalen Faktorpreisausgleichs problematisiert. Ganz offensichtlich ist in der Realität der Preis für unqualifizierte Arbeit in Entwicklungsländern deutlich geringer als in den Industrieländern. Allerdings sind die Substitutionsmöglichkeiten zwischen Arbeit und Sach- bzw. Humankapital in den Kernbereichen der einzelnen Branchen der Verarbeitenden Industrie offenbar begrenzt, so daß die Streuung der Kapitalintensitäten innerhalb der Verarbeitenden Industrie auch zwischen Ländern unterschiedlichen Entwicklungsstandes relativ hoch korreliert ist.<sup>43</sup> Unter diesen Umständen liegt der Anteil der Arbeitskosten an den gesamten Produktionskosten in den Industrieländern typischerweise höher als in den Entwicklungsländern. Eine bestimmte prozentuale Erparnis beim Arbeitseinsatz verbessert also die Wettbewerbsposition der Produzenten in den Industrieländern gegenüber den Entwicklungsländern — selbst bei reibungslosem internationalem Technologietransfer. Demgegenüber dürfte eine technologisch bedingte Reduzierung des Kapitaleinsatzes die Stückkosten in Industrie- und Entwicklungsländern in ähnlichem Maße verringern. Daher wird eine Rückverlagerung um so wahrscheinlicher, je mehr eine technologisch bedingte Kostensenkung auf eine Reduzierung des Arbeitseinsatzes zurückgeht.

Neben Modellen in der Heckscher-Ohlin-Tradition wurde in Kapitel C auch der Erklärungsbeitrag anderer außenhandelstheoretischer Ansätze untersucht. Bei dem Modell der Technologielücke, das internationale Produktivitätsunterschiede unterstellt, kommt es ähnlich wie im modifizierten Heckscher-Ohlin-Ansatz zu einer Rückverlagerung, wenn in der Produktion der vom Entwicklungsland exportierten Güter der technische Fortschritt sich im Vergleich zu den Exportgütern der Industrieländer beschleunigt oder der technologische Rückstand der Entwicklungsländer zunimmt. Neuere, "endogene" Wachstumsmodelle zeigen im übrigen, daß eine wachsende Produktivitätslücke auch bei international mobilem Sachkapital und identischem technischen Wissen allein durch Unterschiede bei der Humankapitalbildung hervorgerufen werden kann [Buiter, Kletzer, 1991].

In Kapitel D wurde untersucht, inwieweit die Voraussetzungen für eine Rückverlagerung arbeitsintensiver Produktionen — wachsender technologischer Rückstand der Entwicklungsländer oder begrenzte Substitutionalität der Produktionsfaktoren — in der Realität vorliegen. Hinsichtlich der Frage nach möglichen Barrieren für den internationalen Technologietransfer zeigte die Analyse der Diffusion ausgewählter Prozeßinnovationen in der Textil- und Stahlindustrie, daß die Verbreitung der neuen Maschinentypen in den Entwicklungsländern einige Jahre später begonnen hat als in den Industrieländern; jedoch hing die Diffusionsgeschwindigkeit innerhalb der einzelnen Länder nicht signifikant vom wirtschaftlichen Entwicklungsstand ab. Daraus konnte geschlossen werden, daß der internationale Technologietransfer nicht durch grundsätzliche Barrieren behindert wurde und der technologische Rückstand der Entwicklungsländer mittelfristig zumindest nicht zugenommen hat. Ähnliche Diffusionsmuster fan-

<sup>43</sup> Das schließt keineswegs aus, daß die Kapitalintensität einer bestimmten Branche in den Industrieländern höher liegt als in den Entwicklungsländern (etwa als Folge von Substitution im Bereich peripherer Aktivitäten).

den sich auch bei den wenigen verfügbaren Daten über mikroelektronische Prozeßinnovationen.

Da die Diffusionsmuster von technologischen Neuerungen mangels entsprechender Daten nur für wenige Industrien untersucht werden konnten, wurde die Repräsentativität der Ergebnisse anhand empirischer Studien über internationale Produktivitätsunterschiede überprüft. Auch hier zeigte sich ein deutlicher Produktivitätsrückstand der Entwicklungsländer; es gab allerdings keinen Hinweis darauf, daß er im Laufe der Zeit zugenommen hätte.

Das Ausmaß der Substitutionalität zwischen den Produktionsfaktoren wurde anhand der Korrelation der Human- und Sachkapitalintensitäten von 22 Industriezweigen im Ländervergleich überprüft. Trotz erheblicher Unterschiede bei den relativen Faktorpreisen fielen die Korrelationskoeffizienten überwiegend recht hoch aus; die Substitutionalität der Produktionsfaktoren dürfte also zumindest in den Kernbereichen der einzelnen Industriezweige relativ begrenzt sein. Damit ist eine der in Kapitel C herausgearbeiteten Voraussetzungen für die Rückverlagerung arbeitsintensiver Industrien bei einer entsprechenden Konstellation der Fortschrittsraten in den einzelnen Industrien erfüllt.

Dies bedeutet jedoch noch nicht, daß die internationalen Produktivitätsunterschiede oder die begrenzte Substitutionalität der Produktionsfaktoren in der Vergangenheit tatsächlich ausreichten, um im Sinne der Rückverlagerungshypothese einen Einfluß des technischen Fortschritts auf die Arbeitsteilung zwischen Industrie- und Entwicklungsländern herbeizuführen. Diese Frage wurde in Kapitel E im Rahmen einer ökonometrischen Analyse der Determinanten der Spezialisierungsmuster im Außenhandel untersucht. Bei Wirksamkeit der entsprechenden Mechanismen müßten die Entwicklungsländer Wettbewerbsvorteile in solchen Branchen eingebüßt haben, die eine besonders hohe Fortschrittsrate aufwiesen bzw. in denen die Kostensenkung durch den technischen Fortschritt in besonderem Maße auf eine Verringerung des Arbeitseinsatzes zurückging.

Diese Hypothesen wurden im Rahmen eines Modells getestet, das sich an die umfangreiche Untersuchung von Balassa und Bauwens [1988] über die Determinanten der Spezialisierungsmuster im Industriegüterhandel anlehnt. In der ersten Stufe des Schätzverfahrens wurde für jedes der 37 Untersuchungsländer das Spezialisierungsmuster (normalisierte Nettoexporte von 159 Industriezweigen bzw. 22 Industrien) in Abhängigkeit von industriespezifischen Variablen beschrieben (Human-, Sachkapitalintensität, Fortschrittsraten etc.). In der zweiten Stufe wurden die Koeffizienten der ersten Stufe im Länderquerschnitt durch Ländermerkmale erklärt (Human-, Sachkapitalausstattung, wirtschaftlicher Entwicklungsstand). Dieses Modell wurde zunächst wie bei Balassa und Bauwens [1988] für einzelne Untersuchungsjahre (1965, 1978, 1987) und anschließend in einer komparativen-statischen Version mit der Differenz der normalisierten Nettoexporte als der zu erklärenden Variablen geschätzt.

Die Regressionen für einzelne Untersuchungsjahre zeigten, daß die Humankapitalintensität und in geringerem Maße die Sachkapitalintensität der einzelnen Industriezweige in Verbindung mit den entsprechenden Kapitalausstattungen der Untersuchungsländer wesentlich zur Erklärung der Spezialisierungsmuster beitragen. Auch die

Koeffizienten der Indikatoren für die "Technologieintensität" (Forschung- und Entwicklungsausgaben, Innovationshäufigkeit) wiesen ganz überwiegend das erwartete Vorzeichen auf.

Die Schätzungen der komparativ-statischen Modellversion ergaben, daß die Spezialisierung der Untersuchungsländer sich während des Beobachtungszeitraums von 1965 bis 1987 gemäß den Humankapitalintensitäten und -ausstattungen von 1965 vertieft hat. Einen gewissen Erklärungswert hatten daneben die Änderungen der Sachkapitalintensitäten in Verbindung mit den Sachkapitalausstattungen. Die Einbeziehung der Indikatoren für den technischen Fortschritt führte hingegen zu insignifikanten Koeffizienten oder solchen mit "falschen" Vorzeichen. Insgesamt war der ökonomische Erklärungsgehalt der Regressionen für die komparativ-statische Modellversion deutlich geringer als für die statische Modellvariante.

Es konnte nicht ausgeschlossen werden, daß diese Ergebnisse dadurch verzerrt waren, daß die abhängige Variable sich auf den gesamten Industriegüterhandel bezog und daher den intraindustriellen Handel zwischen Ländern mit ähnlicher Faktorausstattung einschloß. Daher wurden die Determinanten des Entwicklungsländerhandels einiger ausgewählter Industrienationen mit Hilfe eines ökonometrischen Modells untersucht, das der ersten Stufe des Ansatzes von Balassa und Bauwens [1988] entsprach. Die Resultate unterschieden sich nicht wesentlich von denen für den Gesamthandel.

Bei aller Vorsicht angesichts des relativ geringen ökonomischen Erklärungsgehaltes der Regressionen für die komparativ-statische Modellversion lassen diese Ergebnisse folgende Schlußfolgerungen zu: In der statischen Analyse hängen die Spezialisierungsmuster in der internationalen Arbeitsteilung (ähnlich wie etwa die Neigung zur Anwendung von Innovationen; vgl. Kapitel D) wesentlich vom wirtschaftlichen Entwicklungsstand gemessen an Faktorausstattung und technologischer Kompetenz der einzelnen Länder ab. Die Änderungen der Spezialisierungsmuster im Laufe der Zeit hingegen sind offenbar das Ergebnis vielfältiger sektor- und länderspezifischer Entwicklungen, die sich nur zu einem kleinen Teil in einem relativ einfachen Modell einfangen lassen. Dabei ist ein Zusammenhang zwischen den Änderungen der Spezialisierungsmuster und dem technischen Fortschritt im Sinne der Rückverlagerungshypothese nicht zu erkennen.

Es mußte offenbleiben, ob dieses Ergebnis durch die mit der Messung des technischen Fortschritts verbundenen Probleme beeinflußt wird. Produktionsfunktionen und Wachstumsraten der Faktorproduktivitäten greifen notwendigerweise auf Zeitreihendaten für Industriezweige zurück und werden so durch den wirtschaftlichen Strukturwandel wesentlich beeinflußt. Schätzungen etwa von "frontier production functions" auf der Basis detaillierter einzelbetrieblicher Daten dürften zwar eher eine Unterscheidung des technologischen und des ökonomischen Wandels ermöglichen; sie sind aber im Rahmen einer breit angelegten Untersuchung wie dieser nicht praktikabel. Immerhin lieferten einfache quantitative Indikatoren für die Fortschrittsintensität (Innovationshäufigkeit etc.) keine anderen Schätzergebnisse als die auf den Wachstumsraten der Faktorproduktivitäten basierenden Meßgrößen.

Hinsichtlich der wirtschaftspolitischen Schlußfolgerungen ist zunächst festzuhalten, daß eine breite technologisch bedingte Rückverlagerung arbeitsintensiver Produktio-

nen aus Entwicklungsländern auch in Zukunft wenig wahrscheinlich ist. Von dieser Seite wird der Erfolg einer auf Integration in die internationale Arbeitsteilung ausgerichteten Entwicklungsstrategie also nicht in Frage gestellt. Soweit tatsächlich die Wettbewerbsposition einzelner traditionell arbeitsintensiver Industriezweige in den Industrieländern gestärkt wird, entfällt im übrigen ein vielfach vorgebrachtes Argument für protektionistische Maßnahmen.

Selbst wenn eine breite Rückverlagerungstendenz nicht zu erwarten ist, kann allerdings arbeitsparender technischer Fortschritt oder relativ rascher technischer Fortschritt in arbeitsintensiven Industrien zu einem Rückgang des Lohnsatzes für wenig qualifizierte Arbeit, zu einer für die Entwicklungsländer ungünstigen Entwicklung der Terms of trade und damit zu einem Rückgang (*ceteris paribus*) ihrer Volkseinkommen führen. Daher steigt die Bedeutung einer ausreichenden Kapitalbildung als Voraussetzung für eine Diversifizierung auch der Industriegüterexporte der Entwicklungsländer. Darüber hinaus ist eine angemessene Sach- und Humankapitalbildung eine wichtige Vorbedingung für die Übernahme technischer Neuerungen: kapitalgebundener technischer Fortschritt beinhaltet Investitionen in Sachkapital, die Nutzung neuer Kommunikationstechniken erfordert eine entsprechende öffentliche Infrastruktur, die Anwendung neuer Technologien wird erst durch entsprechend ausgebildete Arbeitskräfte möglich.

Insofern sprechen die Ergebnisse dieser Arbeit dafür, daß die Entwicklungsaussichten der ärmeren Entwicklungsländer nicht durch den weltweiten technischen Fortschritt an sich bedroht sind. Vielmehr kommt den klassischen Themen der Entwicklungstheorie — Ersparnisbildung, Schaffung günstiger Rahmenbedingungen für Investitionen in Sach- und Humankapital, Gewährleistung eines stabilen makroökonomischen Umfelds, effiziente Industrialisierungsstrategie, offene Märkte in den Industrieländern — weiterhin die entscheidende Bedeutung zu.

## Anhangtabellen

Tabelle A1 — Zusammensetzung der neu installierten Spinnerei- und Webereikapazität nach Maschinentyp und reales BIP in ausgewählten Ländern 1978/79 und 1987/88<sup>a</sup>

	Anteil der Offenend-Rotoren an neu installierter Spinnkapazität <sup>b</sup> (vH)		Anteil schützenloser Webstühle an neu installierter Webkapazität (vH)		Reales BIP in internationalen Preisen von 1980 (US-\$) <sup>c</sup>	
	1978/79	1987/88	1978/79	1987/88	1978/79	1985 <sup>d</sup>
Algerien	nv	nv	53,2	61,8	1882	2142
Ägypten	30,8	nv	2,0	48,6	916	1188
Äthiopien	nv	nv	nv	76,3		310
Ghana	nv	nv	8,2	nv	471	
Elfenbeinküste	nv	nv	17,1	nv	1090	920
Kenia	nv	38,3	7,3	21,4	663	598
Madagaskar	4,6	nv	38,8	nv	593	497
Marokko	85,5	13,5	54,6	nv	1164	1221
Nigeria	25,0	27,2	33,4	nv	800	581
Südafrika	27,8	43,7	94,4	nv	4032	3885
Tunesien	nv	5,4	46,0	nv	1743	2050
Sambia	nv	42,9	nv	nv		584
Simbabwe	nv	63,2	nv	nv		948
Kanada	38,6	nv	64,0	99,3	11218	12196
El Salvador	nv	30,3	nv	nv		1198
Guatemala	nv	53,8	65,6	96,8	1911	1608
Mexiko	18,4	56,5	63,5	89,7	3949	3985
Vereinigte Staaten	46,0	72,2	85,3	100,0	11536	12532
Argentinien	25,7	33,9	83,3	100,0	4602	3486
Bolivien	23,0	nv	14,3	nv	1555	
Brasilien	5,8	11,1	17,0	63,5	3109	3282
Chile	31,2	46,9	44,1	nv	3864	3486
Kolumbien	35,7	40,8	83,5	79,6	2438	2599
Ecuador	50,2	91,2	70,6	nv	2504	2387
Peru	17,2	7,9	83,3	89,2	2380	2114
Uruguay	nv	66,2	45,5	nv	4115	3462
Venezuela	21,9	69,3	85,0	nv	4712	3548
Australien	97,2	nv	92,5	96,4	8137	8850
Bangladesch	nv	11,8	nv	nv		647
China	39,0	66,4	nv	nv	1488	2444
Hongkong	56,0	95,2	71,2	97,5	6437	9093
Indien	0,0	5,8	4,5	9,5	608	750
Indonesien	2,7	20,4	18,0	84,3	958	1255

noch Tabelle A1

	Anteil der Offenend-Rotoren an neu installierter Spinnkapazität <sup>b</sup> (vH)		Anteil schützenloser Webstühle an neu installierter Webkapazität (vH)		Reales BIP in internationalen Preisen von 1980 (US-\$) <sup>c</sup>	
	1978/79	1987/88	1978/79	1987/88	1978/79	1985 <sup>d</sup>
Iran	21,6	nv	30,9	80,2	3843	3922
Irak	nv	nv	80,0	95,7	5026	2813
Israel	nv	nv	40,0	100,0	6047	6270
Japan	20,1	4,4	48,3	90,1	7600	9447
Südkorea	4,9	12,3	21,8	40,2	2487	3056
Malaysia	nv	74,6	2,9	100,0	2821	3415
Pakistan	17,1	10,8	6,3	49,0	926	1153
Philippinen	4,7	38,3	29,2	88,9	1482	1361
Syrien	nv	nv	10,3	22,6	2843	2900
Taiwan	32,3	24,7	81,0	100,0	2712	3581
Thailand	nv	17,4	10,4	96,8	1626	1900
Belgien	59,9	60,5	93,0	100,0	8774	9717
Irland	14,7	8,3	50,1	nv	4708	5205
Frankreich	73,6	64,5	94,2	97,9	9481	9918
Bundesrepublik						
Deutschland	24,0	41,4	90,2	100,0	9418	10708
Griechenland	1,5	21,6	93,7	nv	4317	4464
Italien	10,3	29,2	92,6	100,0	6617	7425
Niederlande	nv	50,2	89,0	nv	8886	9092
Portugal	23,1	16,0	75,3	100,0	3526	3729
Spanien	26,6	55,6	55,4	100,0	5662	6437
Vereinigtes Königreich	72,5	92,7	70,7	90,5	8002	8665
Österreich	11,9	31,8	90,9	100,0	7831	8929
Finnland	nv	nv	91,4	nv	7618	9323
Schweden	94,8	nv	92,7	91,1	8630	9904
Schweiz	13,2	19,8	91,6	100,0	9551	10640
Bulgarien	nv	nv	nv	89,8		5113
DDR	99,6	98,9	nv	95,9	4374	8740
Polen	78,1	97,7	75,6	97,6	5295	5233
Rumänien	nv	nv	32,4	99,4	3986	4273
UdSSR	nv	99,6	nv	nv		6266
Jugoslawien	nv	44,3	75,1	81,8	4522	5063
Türkei	26,1	23,0	29,3	95,1	2381	2533

<sup>a</sup>Zweijahresdurchschnitte. — <sup>b</sup>Ein Rotor entspricht drei Spindeln [vgl. Toyne et al., 1984, Tab. 5.18]. — <sup>c</sup>Fehlende Werte werden für die Regressionen nicht benötigt. — <sup>d</sup>Neueste verfügbare Angaben. — nv = nicht verfügbar.

Quelle: ITMF [b]; Heston, Summers [1988]; eigene Berechnungen.

Tabelle A2 — Anteil der Offenend-Rotoren an der Spinnereikapazität<sup>a</sup> in ausgewählten Ländern 1974–1987 (vH)<sup>b</sup>

	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Ägypten	0,1	0,1	0,3	0,3	2,1	4,1	4,1	4,3	4,3	4,2	4,3	4,0	2,9	2,9
Elfenbeinküste	nv	nv	nv	nv	0,2	0,2	0,2	0,7	0,7	1,2	1,2	1,7	2,2	2,2
Madagaskar	2,9	3,6	3,2	2,8	3,6	4,5	4,1	4,2	4,2	4,1	4,1	4,1	4,1	7,9
Marokko	0,5	5,2	11,9	9,6	12,5	16,0	16,1	16,2	17,3	15,5	15,7	20,5	20,5	20,5
Nigeria	nv	nv	nv	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,9	2,2	5,7	6,4
Südafrika	0,2	0,6	0,7	0,8	1,9	2,2	1,8	1,8	2,0	2,0	2,4	5,0	4,7	7,3
Kanada	nv	1,2	1,2	1,5	1,6	1,7	3,9	4,2	4,5	4,7	5,7	9,3	10,2	10,7
El Salvador	nv	0,8	2,9	2,4	2,5	2,5	2,5	3,2	2,8	3,2	3,2	3,2	3,8	3,8
Guatemala	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	1,9	3,0	3,1	4,9	7,9	12,4	17,6
Mexiko	1,3	1,5	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9	3,4	3,4	3,4	3,5	2,8	3,3	3,2
Vereinigte Staaten	nv	2,6	2,9	3,1	3,3	3,6	4,0	4,5	3,8	4,8	5,9	7,2	8,7	11,0
Argentinien	0,1	0,4	2,3	3,3	3,8	4,1	4,6	6,0	6,0	6,7	7,4	7,7	7,0	7,0
Brasilien	nv	1,5	2,0	1,7	1,7	1,9	3,0	3,0	4,1	4,2	4,2	4,2	4,0	4,0
Kolumbien	nv	0,9	0,9	1,0	1,1	1,7	2,0	3,5	3,9	2,5	2,6	3,7	4,4	4,9
Ecuador	nv	nv	nv	nv	1,0	2,1	2,1	2,5	2,5	2,3	3,2	4,6	7,0	8,9
Peru	nv	0,2	0,4	0,5	0,9	2,2	2,7	3,3	3,8	3,8	4,1	4,1	5,7	5,7
Uruguay	nv	0,4	0,6	0,3	0,4	0,4	0,4	1,8	1,8	1,8	1,8	3,3	4,0	4,4
Venezuela	nv	3,4	3,1	1,7	2,8	2,8	4,3	4,7	4,7	4,4	4,4	5,7	6,3	7,4
Australien	nv	6,2	6,2	6,3	7,9	13,1	13,1	15,8	17,6	18,3	19,7	20,6	26,8	28,0
Hongkong	9,1	13,8	16,5	17,6	22,4	22,9	22,9	23,5	22,5	30,4	31,6	34,6	42,0	45,0
Indien	nv	nv	nv	nv	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
Indonesien	nv	nv	0,2	0,5	0,8	0,7	0,7	3,8	3,5	3,3	3,3	3,3	2,7	2,6
Iran	nv	1,6	2,7	3,3	4,0	4,0	4,0	4,1	4,1	4,2	4,8	4,8	9,4	9,4
Israel	nv	1,3	0,9	0,9	1,4	1,6	1,6	3,1	3,1	5,2	5,8	9,8	15,3	17,9
Japan	4,9	5,2	5,4	5,4	5,9	6,5	6,6	7,6	6,3	6,2	6,7	6,3	6,4	5,8
Südkorea	nv	0,2	0,6	1,3	1,3	1,7	1,7	2,0	2,1	2,1	2,5	2,8	2,9	2,9
Pakistan	nv	0,1	0,1	1,0	1,0	1,3	1,2	1,5	1,6	1,9	2,2	2,3	2,6	3,5
Philippinen	nv	nv	nv	nv	1,1	2,6	2,8	2,9	2,8	2,7	2,7	2,5	2,5	3,1

noch Tabelle A2

	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Singapur	nv	11,2	9,9	12,6	12,9	17,1	16,0	16,9	16,9	11,4	11,4	15,3	18,4	20,8
Taiwan	0,3	1,2	2,4	2,9	3,9	4,6	5,8	5,7	7,6	8,4	7,9	7,0	7,6	8,4
Thailand	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,8	0,8	0,7	0,8	1,1	1,2	1,8	2,9
Belgien	nv	5,8	6,9	8,1	7,2	7,8	9,5	11,1	13,7	17,4	20,9	23,1	26,6	29,8
Frankreich	nv	2,4	5,7	7,2	8,5	9,8	11,5	14,3	16,8	19,6	21,9	22,9	23,2	24,2
<b>Bundesrepublik</b>														
Deutschland	nv	3,9	3,9	4,9	4,9	5,7	7,3	7,9	9,9	11,8	13,6	15,9	16,7	17,5
Griechenland	nv	3,7	3,1	3,1	2,7	2,1	2,5	4,9	7,1	10,9	10,8	10,9	8,2	8,8
Italien	nv	2,8	4,1	4,3	5,5	6,8	7,0	7,2	8,2	7,7	7,4	8,9	9,4	10,1
Niederlande	nv	8,5	9,7	14,5	15,0	18,4	18,9	18,4	20,8	51,2	24,7	27,5	24,8	24,8
Portugal	nv	1,4	1,4	1,6	1,5	1,5	1,9	2,1	2,1	3,8	3,8	3,8	4,8	4,8
Spanien	nv	7,1	9,7	10,2	5,5	5,9	6,1	7,2	8,4	9,5	9,8	9,8	9,8	10,8
<b>Vereinigtes</b>														
Königreich	nv	3,4	3,9	4,5	5,0	5,6	6,6	9,8	11,2	12,2	13,2	13,9	13,7	14,9
Österreich	nv	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	1,5	3,2	4,7	5,5	7,7	8,5
Finnland	nv	5,4	5,5	5,5	5,7	7,5	7,8	10,9	11,0	13,7	17,4	39,7	34,3	34,3
Schweden	nv	7,6	7,9	8,0	5,6	19,8	19,5	22,4	24,0	24,0	45,2	45,2	45,2	45,2
Schweiz	nv	1,7	2,4	2,5	2,4	2,7	2,7	2,7	3,1	3,4	2,9	3,2	4,2	4,2
Tschechoslowakei	nv	nv	19,6	22,0	25,6	25,6	29,9	29,6	30,2	33,5	31,0	29,4	32,8	33,7
DDR	nv	nv	7,7	8,3	7,8	8,3	8,3	8,6	9,1	15,9	16,2	20,0	23,1	23,1
Ungarn	11,8	12,5	14,6	15,8	17,0	17,1	17,4	18,3	18,7	20,2	20,6	18,4	18,7	19,6
Polen	nv	nv	4,1	4,2	5,1	6,6	8,9	9,3	10,4	12,2	16,6	18,7	22,9	24,1
Rumänien	nv	nv	3,2	4,2	4,2	5,3	8,2	9,1	9,1	14,3	22,6	22,6	22,6	25,0
UdSSR	nv	nv	10,1	11,0	14,6	21,5	25,8	29,6	34,2	41,2	46,2	46,2	46,2	54,5
Türkei	0,5	nv	0,6	1,0	1,2	1,1	1,2	1,5	1,6	1,6	1,9	2,3	6,2	7,0

<sup>a</sup>Ein Rotor entspricht drei Spindeln [vgl. Toyne et al., 1984, Tab. 5.18]. — <sup>b</sup>Bestand am Jahresende. — nv = nicht verfügbar.

Quelle: ITMF [a]; eigene Berechnungen.

Tabelle A3 — Anteil schützenloser Webstühle an der Webereikapazität in ausgewählten Ländern 1974–1987 (vH)<sup>a</sup>

	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Algerien	nv	nv	nv	nv	4,9	7,1	12,2	13,1	13,1	13,4	14,8	18,4	19,0	20,0
Kamerun	nv	nv	nv	nv	2,9	2,7	2,3	13,2	13,0	13,0	13,0	13,0	14,5	16,7
Ägypten	0,4	0,4	0,7	0,8	0,9	0,9	1,4	2,4	2,9	4,2	6,7	6,9	8,7	8,9
Elfenbeinküste	nv	nv	nv	5,2	6,8	7,4	5,5	20,0	20,0	20,0	20,6	20,9	22,5	24,0
Kenia	nv	nv	nv	nv	5,3	5,3	8,2	8,0	10,2	10,2	10,2	11,2	12,3	12,3
Madagaskar	nv	nv	nv	nv	4,5	4,4	3,8	11,0	11,0	11,0	10,2	10,2	11,5	14,0
Marokko	nv	nv	3,7	3,9	4,9	5,5	8,3	11,6	13,8	12,5	12,5	15,0	16,6	18,5
Südafrika	nv	15,9	15,5	16,5	22,9	26,7	26,4	25,9	34,1	38,3	36,2	49,1	53,3	58,9
Tunesien	nv	14,1	14,1	14,8	15,0	16,4	16,4	20,2	22,1	27,6	29,1	29,9	24,3	21,3
Kanada	nv	nv	nv	8,1	8,6	8,8	5,5	6,4	8,6	17,2	17,8	20,1	20,7	20,8
Guatemala	nv	nv	nv	nv	1,1	1,8	1,8	1,8	1,9	1,9	2,5	3,6	6,7	7,3
Mexiko	5,6	7,3	7,7	7,8	7,9	20,1	21,2	23,8	23,4	23,4	24,6	24,6	25,6	21,6
Vereinigte Staaten	nv	6,9	7,0	9,8	14,7	15,8	19,6	23,1	21,3	26,2	31,6	39,4	43,5	46,7
Argentinien	9,6	13,6	14,4	15,0	14,3	14,9	14,7	14,7	16,1	14,7	15,8	15,8	16,3	16,3
Brasilien	nv	nv	nv	1,7	1,7	2,0	3,4	4,0	4,2	4,1	4,7	4,7	4,9	5,3
Chile	nv	nv	nv	1,7	3,0	3,1	3,5	3,6	3,7	3,7	4,1	4,5	5,7	6,6
Kolumbien	nv	nv	2,0	2,9	4,6	5,6	7,9	8,9	8,8	9,5	14,5	16,5	23,1	18,1
Ecuador	3,5	3,5	4,2	6,8	9,4	10,4	10,4	12,9	14,8	15,0	15,5	16,7	17,6	17,8
Peru	nv	1,7	2,6	2,8	2,7	3,5	4,4	6,3	5,3	6,0	8,0	8,2	10,6	12,5
Uruguay	nv	nv	nv	nv	5,6	6,7	9,9	11,1	11,3	11,7	12,6	18,9	20,2	20,2
Australien	nv	nv	nv	12,0	14,8	15,7	15,7	19,2	21,5	27,3	31,3	39,4	83,9	84,9
Hongkong	nv	nv	1,0	1,3	1,4	2,8	9,0	15,6	15,7	18,1	24,2	26,7	32,2	41,2
Indien	nv	nv	0,4	0,4	0,6	0,8	1,0	0,9	1,0	1,4	2,8	3,3	2,7	3,1
Indonesien	nv	0,1	1,1	1,6	1,9	2,3	6,2	6,7	6,4	6,3	6,7	6,6	4,9	6,6
Iran	nv	nv	nv	nv	5,6	5,9	5,9	6,0	6,0	7,0	7,3	10,8	13,6	14,4
Irak	nv	21,5	19,6	17,6	14,8	15,2	15,8	17,3	18,1	7,8	7,8	7,7	8,1	8,1
Israel	nv	nv	nv	8,4	10,3	13,0	13,3	15,4	15,4	15,3	15,6	19,8	24,2	26,3
Japan	nv	nv	8,0	9,0	9,6	10,1	12,2	12,6	14,2	17,2	19,7	24,0	28,1	33,4

noch Tabelle A3

	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Pakistan	nv	nv	0,2	0,3	1,6	1,6	1,8	1,9	1,9	12,6	12,6	13,0	15,2	17,9
Philippinen	nv	nv	nv	2,8	3,0	3,0	3,6	0,9	1,2	1,2	3,2	3,2	3,4	5,1
Syrien	nv	nv	nv	6,0	8,6	8,5	8,4	41,6	41,8	43,9	43,5	43,7	69,9	59,3
Taiwan	nv	nv	nv	3,5	6,0	13,2	17,9	17,6	15,3	16,7	20,9	24,9	30,6	36,2
Thailand	nv	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,9	0,9	1,0	1,0	1,2	2,3
Frankreich	nv	nv	nv	nv	13,7	17,5	22,9	33,6	41,4	44,7	51,5	58,3	61,8	67,8
Bundesrepublik														
Deutschland	nv	nv	nv	nv	4,8	9,5	13,6	20,2	32,9	37,6	42,1	50,6	55,2	63,8
Italien	nv	5,9	7,1	8,2	9,9	12,5	16,4	19,3	21,7	36,6	45,1	48,0	51,9	61,3
Niederlande	nv	nv	nv	18,9	24,2	29,9	39,2	53,7	54,9	57,9	58,7	60,0	62,2	63,2
Portugal	nv	nv	nv	nv	5,6	7,5	9,7	11,6	23,7	25,4	28,3	29,6	30,2	31,8
Spanien	nv	nv	nv	nv	39,3	16,1	13,8	14,6	17,4	21,3	23,6	33,5	33,5	40,7
Vereinigtes														
Königreich	nv	18,3	20,4	22,1	25,3	27,9	29,0	29,7	30,5	33,7	37,4	38,9	41,5	41,6
Österreich	nv	8,9	8,9	11,9	14,5	15,1	19,1	20,1	27,4	35,6	47,9	46,0	58,1	69,4
Finnland	nv	5,3	6,6	6,8	9,6	13,7	15,8	46,4	36,3	92,9	93,2	nv	nv	nv
Schweiz	nv	5,5	6,0	6,5	7,1	10,5	13,4	16,1	17,4	18,6	22,0	26,6	34,0	34,0
Bulgarien	nv	16,1	19,3	19,9	20,5	21,6	21,6	22,0	22,6	22,6	22,6	23,9	24,1	25,4
DDR	nv	nv	nv	nv	7,2	8,0	8,4	9,5	10,2	9,6	11,4	13,3	14,9	16,5
Ungarn	13,3	16,0	19,9	23,5	26,4	28,6	30,8	31,2	31,7	33,7	34,7	36,0	37,9	41,1
Polen	nv	nv	nv	13,0	15,0	14,9	34,7	37,1	42,5	39,3	40,3	42,3	43,0	53,6
Rumänien	nv	nv	nv	nv	9,1	8,8	8,8	8,8	9,3	9,3	12,4	12,1	13,2	14,4
UdSSR	nv	nv	nv	27,3	28,7	29,6	29,5	30,8	30,8	32,0	37,5	43,5	47,8	61,5
Jugoslawien	nv	nv	nv	nv	8,4	8,4	9,3	11,3	11,3	11,8	14,3	15,8	13,1	13,4
Türkei	4,4	4,6	5,0	2,5	2,9	2,9	4,2	4,2	5,4	8,0	9,4	11,4	9,6	33,9

<sup>a</sup>Bestand am Jahresende.

Quelle: ITMF [a]; eigene Berechnungen.



noch Tabelle A4

	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
Indien	nv	nv	nv	nv	nv	0,0	nv	nv	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	13,5	11,4	10,5
Südkorea	nv																
Taiwan	nv																
Bulgarien	nv	nv	nv	nv	nv	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	nv	nv	58,4	65,5	67,3	67,9
DDR	nv	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	nv	nv	0,0	0,0	0,0	0,0
Ungarn	nv	nv	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Polen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	10,2	11,3	12,2	13,7	18,8
Rumänien	nv	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,9	20,4	31,6	32,9
UdSSR	0,0	0,0	1,0	2,3	3,5	4,2	3,8	3,8	3,7	4,2	5,0	7,3	10,1	11,6	15,2	18,9	21,3
Kolumbien	nv	nv	nv	nv	nv	0,0	nv	nv	nv	nv	0,0	nv	nv	nv	0,0	0,0	nv
Ägypten	nv																
	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Belgien	75,4	80,5	83,3	91,0	97,0	99,6	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,6	100,0
Dänemark <sup>a</sup>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Frankreich	51,3	58,1	66,0	73,9	79,7	85,8	92,0	94,1	97,4	99,5	99,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Bundesrepublik Deutschland	71,9	75,7	77,1	79,3	82,1	85,5	87,3	88,5	92,1	95,4	98,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Italien	66,0	70,6	74,7	80,4	84,4	86,8	87,2	89,9	96,4	99,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Luxemburg	44,2	49,6	66,2	71,1	87,9	99,7	100,1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Niederlande	95,5	98,3	98,4	99,1	99,7	100,0	99,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Portugal	100,0	100,0	95,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	94,5	100,0	100,0	95,0	98,0	98,3	100,0	100,0
Spanien	78,8	78,0	81,4	84,7	86,0	86,0	90,8	90,2	90,1	90,9	93,3	95,6	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Vereinigtes Königreich	53,0	58,4	62,7	69,3	73,9	76,6	86,4	91,6	99,8	100,1	75,8	100,0	100,0	100,0	98,9	100,0	100,0
Österreich	82,4	81,7	83,2	91,7	92,8	95,6	95,1	96,3	96,6	97,1	97,4	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	2,4
Finnland	88,7	89,9	84,4	89,4	89,1	93,4	95,8	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Norwegen	100,0	100,0	100,0	99,6	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

noch Tabelle A4

	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Schweden	63,1	64,9	66,6	73,4	77,1	81,7	86,1	89,8	91,2	94,7	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Türkei	56,0	49,1	55,9	57,1	14,6	14,6	63,4	69,2	69,8	70,8	74,3	78,8	83,7	83,4	82,7	84,6	86,3
Jugoslawien	12,7	14,7	15,4	15,2	14,0	31,5	41,3	42,1	44,0	48,6	48,0	52,8	53,3	54,2	54,1	56,9	62,3
Kanada	51,9	61,8	68,3	70,4	72,8	73,3	73,6	73,4	69,1	81,3	81,6	90,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Vereinigte Staaten	66,3	67,4	68,0	74,3	75,4	76,9	79,7	81,4	83,9	84,5	88,2	89,8	86,4	89,0	93,5	95,2	91,9
Japan	97,7	98,1	98,3	98,7	99,4	99,5	100,0	100,0	99,3	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Australien	50,5	50,5	71,7	71,7	71,7	71,7	77,4	76,4	77,9	78,0	87,1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Südafrika	41,4	45,0	51,0	69,4	72,0	75,1	83,6	85,4	89,6	91,9	94,5	96,8	97,2	97,4	100,0	100,0	100,0
Argentinien	0,0	30,3	34,9	31,7	29,4	17,2	33,3	46,3	56,4	63,7	49,4	45,1	46,9	68,9	80,6	80,2	77,3
Brasilien	50,4	52,6	54,2	58,3	63,0	74,2	82,3	84,2	87,7	89,8	89,9	92,7	94,1	95,2	96,8	97,9	98,7
Chile	0,0	0,0	0,0	0,0	33,0	79,5	98,6	100,1	100,0	100,0	100,0	98,9	100,0	100,0	95,2	95,3	100,0
Mexiko	13,4	15,2	21,3	23,9	24,7	48,1	62,1	63,9	66,7	69,3	72,9	78,6	78,4	75,6	80,2	78,4	77,8
Venezuela	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Indien	15,9	15,9	0,0	0,0	24,7	25,8	25,7	30,2	30,5	30,0	32,3	35,0	41,5	44,6	48,1	51,5	53,6
Südkorea	nv	nv	84,6	93,5	97,8	96,2	94,4	98,1	98,4	99,3	100,0	100,0	100,0	100,3	100,0	100,0	100,0
Taiwan	nv	nv	nv	nv	nv	97,5	100,0	100,0	100,0	100,2	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Bulgarien	70,0	73,1	71,2	71,0	74,2	75,2	73,2	74,0	76,0	77,3	78,7	80,3	83,0	83,7	83,4	83,6	83,5
DDR	0,0	0,0	5,2	11,1	11,8	12,0	12,2	12,3	12,6	12,6	11,5	11,9	21,1	32,9	36,7	38,6	39,9
Ungarn	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,4	36,3	37,1	39,1	41,3	44,2	51,2	57,5
Polen	22,3	24,3	25,2	25,2	25,1	34,5	42,6	45,4	45,7	44,5	49,8	49,7	49,9	49,7	51,5	51,4	51,5
Rumänien	36,8	39,6	40,6	42,7	47,9	42,8	51,8	53,8	54,3	55,4	58,0	57,3	61,7	61,7	61,9	63,4	63,2
UdSSR	23,8	23,8	25,2	27,3	29,2	29,2	31,2	31,4	32,5	33,1	33,3	35,5	35,6	36,8	38,9	38,9	42,9
Kolumbien	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	98,4	0,0	0,0	47,2	86,8	88,7	95,8	94,0	97,0	96,8
Ägypten	nv	nv	nv	nv	56,0	60,5	62,8	74,3	88,0	93,7	87,7	82,9	95,7	84,3	88,1	88,0	nv

<sup>a</sup> Ab 1981 bei Stahlproduktion nur Elektrostahlverfahren. — nv = nicht verfügbar.

Quelle: IISI [1983–1989]; Wirtschaftsvereinigung Eisen- und Stahlindustrie [1969–1980]; UN/ECE [1955–1968]; ILAFA [1977]; eigene Berechnungen.

Tabelle A5 — Anteil von stranggegossenem Stahl an der Rohstahlproduktion in ausgewählten Ländern 1969–1988 (vH)

	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Belgien	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	4,1	5,7	14,6	21,1	23,4	25,5	30,6	33,0	38,4	49,5	60,0	72,4	85,8	88,0
Dänemark	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,1	43,2	50,6	55,7	58,8	73,3	95,8	96,8	97,4	99,5	100,0	100,0	100,0	100,0
Frankreich	0,6	0,8	1,9	3,4	7,3	10,2	12,9	18,1	23,7	27,5	29,7	41,3	51,4	58,5	63,8	66,9	80,6	90,1	93,1	94,0
Bundesrepublik Deutschland	7,3	8,3	10,2	13,9	16,3	19,4	24,3	28,3	34,0	38,0	39,0	46,0	53,6	61,9	71,8	76,9	79,5	84,6	88,0	88,5
Italien	3,1	4,2	6,2	12,7	16,1	21,7	27,0	32,2	38,5	41,5	46,4	49,9	50,8	58,5	68,2	73,3	78,6	84,1	89,9	93,9
Luxemburg	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	19,4	24,1	26,2	28,3	34,6	37,5	34,2
Niederlande	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,9	21,2	31,0	36,0	38,7	39,1	42,7	65,0	75,6
Portugal	0,0	0,0	0,0	4,2	6,1	7,8	8,4	15,0	36,7	40,1	37,7	42,6	37,2	47,1	43,4	39,6	43,7	44,9	46,0	46,9
Spanien	9,6	12,0	14,6	15,5	18,9	19,3	21,0	22,7	25,8	29,0	31,7	36,4	39,5	41,9	45,9	49,4	57,0	61,2	66,7	72,6
Vereinigtes Königreich	1,8	1,8	1,7	2,1	3,0	5,0	8,5	9,7	12,5	15,5	16,9	27,1	31,8	39,0	46,6	52,0	54,8	60,5	64,9	70,5
Österreich	6,0	8,0	9,1	10,3	11,9	16,3	21,3	27,8	37,5	39,7	47,5	51,2	62,4	77,3	87,6	89,0	93,4	94,6	95,7	95,5
Finnland	63,0	69,0	71,5	73,8	77,8	77,9	76,3	76,1	83,4	88,0	88,8	90,2	91,9	93,4	93,5	94,2	93,5	94,4	94,0	93,9
Norwegen	0,0	0,0	0,0	3,2	12,5	15,7	16,0	16,6	15,8	14,8	12,9	16,0	29,3	36,1	51,4	55,6	56,0	53,9	53,4	53,4
Schweden	12,2	14,1	14,6	16,0	15,7	19,3	24,8	28,2	30,6	36,1	38,5	49,0	66,8	76,0	79,7	79,6	80,6	81,8	83,6	83,0
Türkei	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2	13,4	55,7	63,6	72,0	65,7	77,8	79,2	79,9
Jugoslawien	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,3	14,5	25,9	34,3	36,4	36,6	43,2	47,6	51,6	51,8	53,5	53,4	55,8	61,8
Kanada	11,8	11,3	11,5	11,7	11,6	13,7	13,3	11,9	15,9	20,2	19,9	25,6	32,2	32,8	37,4	38,4	43,6	45,8	49,0	68,9
Vereinigte Staaten	2,8	3,7	4,7	5,6	6,8	8,1	9,1	10,5	12,5	15,2	16,9	20,3	20,3	29,0	32,1	39,6	44,4	55,2	59,8	61,3
Japan	4,0	5,6	11,2	17,0	20,7	25,1	31,1	35,0	40,8	46,2	52,0	59,5	70,7	78,7	86,3	89,1	91,1	92,7	93,3	93,1
Australien	2,0	2,8	2,9	0,0	1,7	2,9	0,6	0,0	0,0	0,4	5,4	10,3	13,0	17,5	24,6	27,0	27,1	27,0	44,5	72,2
Südafrika	11,3	12,9	12,4	14,7	16,0	18,9	20,4	26,2	37,5	43,4	49,3	51,9	55,2	61,2	60,1	61,5	64,7	63,9	64,6	69,6
Argentinien	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,4	25,6	27,6	27,5	40,6	48,7	53,3	49,2	51,8	48,6	47,4	62,4	64,9	65,7	66,8
Brasilien	1,4	0,8	0,8	2,2	3,2	5,0	5,7	12,1	17,4	24,7	27,6	33,4	36,4	41,1	44,3	41,3	43,7	46,1	45,5	49,0
Chile	0,0	0,0	0,0	1,3	1,3	1,4	1,4	2,3	2,0	1,5	1,5	2,1	1,4	0,8	1,3	1,6	1,9	2,7	1,7	2,0
Mexiko	6,0	9,9	11,9	12,8	12,1	12,7	13,2	12,9	28,8	29,5	29,5	29,3	32,2	37,9	55,6	54,6	54,3	60,9	67,1	66,9
Venezuela	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,6	27,1	40,5	62,2	68,4	78,3	72,2	73,5	71,3	76,6	74,4
Südkorea	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,7	21,9	31,7	36,8	30,6	32,4	44,3	51,1	56,6	60,6	63,3	71,1	83,5	88,3
Taiwan	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,6	39,1	59,9	56,5	58,5	80,9	84,7	82,8	83,6	88,3	89,6	96,3
Bulgarien	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	10,0	9,3	13,6	12,4	15,5
Tschechoslowakei	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,5	0,7	0,7	0,4	0,9	1,5	1,5	2,5	3,1	7,3	7,7	8,2	8,5	8,7
DDR	0,4	0,4	0,5	0,6	6,8	7,8	8,1	8,4	9,1	9,7	10,5	14,2	15,8	17,2	18,1	25,6	33,7	36,5	37,6	39,6
Ungarn	0,0	0,0	2,4	5,3	1,8	12,2	21,1	27,9	28,3	29,7	32,8	36,1	35,4	33,6	39,3	46,6	46,6	52,1	55,9	63,2
Polen	2,1	2,2	2,3	2,3	2,2	2,2	2,2	1,9	2,5	2,8	3,6	4,0	3,8	4,3	4,0	10,1	10,3	10,6	11,0	11,1
Rumänien	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,1	20,7	22,4	26,0	30,2	29,9	31,9	32,4	33,7
UdSSR	0,0	4,3	4,9	5,5	5,3	5,4	6,9	8,1	8,3	9,5	10,3	10,7	12,2	12,6	12,4	12,7	13,6	15,0	16,1	16,6

Quelle: IISI [1983–1989]; Wirtschaftsvereinigung Eisen- und Stahlindustrie [1969–1972]; eigene Berechnungen.

Tabelle A6 — Technischer Fortschritt in der Verarbeitenden Industrie in Schweden 1963–1980 (vH)<sup>a</sup>

ISIC	Jährliche Kostensenkung				Wachstumsrate der totalen Produktivität			
	Bergström, Panas [1985]		Bergström, Panas [1987]		Bergström, Panas [1985]		Bergström, Panas [1987]	
31								
Nahrungs- und Genußmittel	1963	-1,0 (6/10)	0,7 <sup>b</sup> (7/8)	-0,4 (6/10)	0,5 <sup>b</sup> (7/8)	1980	1,0 (6/10)	1,0 <sup>b</sup> (8/8)
32								
Textilien, Bekleidung, Leder, Schuhe	1963	2,3 (2/10)	2,0 <sup>c</sup> (6/8)	0,0 (5/10)	1,3 <sup>c</sup> (6/8)	1980	1,9 (4/10)	4,3 <sup>c</sup> (4/8)
34								
Holz, Papier, Verlagswesen	1963	-3,9 (8/10)	13,4 (1/8)	-1,0 (7/10)	6,3 (1/8)	1980	0,2 (7/10)	14,9 (1/8)
341								
Holz, Holzzeugnisse (einschl. Möbel)	1963	-2,3 (7/10)	8,6 (2/8)	-1,9 (9/10)	5,0 (2/8)	1980	-0,0 (8/10)	4,7 (3/8)
342								
Papier, Papierzeugnisse	1963	1,7 (3/10)	3,2 <sup>c</sup> (4/8)	0,6 (3/10)	1,7 <sup>c</sup> (5/8)	1980	3,9 (1/10)	2,0 <sup>c</sup> (6/8)
35								
Chemie	1963	-8,0 (10/10)	nv nv	-6,5 (10/10)	nv nv	1980	-3,2 (9/10)	nv nv
36								
Nicht-metallische Mineralien (außer Energieträger)	1963	0,5 (5/10)	2,5 <sup>b,c</sup> (5/8)	0,3 (4/10)	1,9 <sup>b,c</sup> (4/8)	1980	3,3 (2/10)	2,5 <sup>b,c</sup> (5/8)
37								
Eisen und Stahl, Nicht-Eisen-Metalle	1963	-4,0 (9/10)	-0,8 <sup>c,d</sup> (8/8)	-1,5 (8/10)	-0,8 <sup>c,d</sup> (8/8)	1980	-3,6 (10/10)	1,6 <sup>c,d</sup> (7/8)
38								
Metallverarbeitung, Fahrzeugbau, Elektroindustrie, Maschinenbau	1963	2,7 <sup>e</sup> (1/10)	5,9 <sup>c</sup> (3/8)	2,7 <sup>e</sup> (1/10)	4,7 <sup>c</sup> (3/8)	1980	2,9 <sup>e</sup> (3/10)	5,2 <sup>c</sup> (3/8)
Verarbeitende Industrie insgesamt	1963	1,5 <sup>e</sup> (4/10)	nv nv	1,5 <sup>e</sup> (2/10)	nv nv	1980	1,6 <sup>e</sup> (5/10)	nv nv

<sup>a</sup>In Klammern: Rang X von Y Sektoren (X/Y). — <sup>b</sup>Homogenität. — <sup>c</sup>Hicks-neutraler technischer Fortschritt. — <sup>d</sup>Homothetizität. — <sup>e</sup>Modell mit konstanten Skalenerträgen. — nv = nicht verfügbar.

Quelle: Bergström, Panas [1985; 1987].

Tabelle A7 — Sektorale Disaggregation

Lfd. Nr.	Kurzbezeichnung [nach Balassa, Bauwens, 1988]	USSIC 1967 [nach Balassa, Bauwens, 1988]	USSIC 1972 [US, b]	SITC Rev. 1 [nach Balassa, Bauwens, 1988]	Zuordnung ISIC-3 [UNIDO, 1988]
001	Cotton Fabrics (Grey)	2211	2111	652.1	321
002	Synthetic Fabrics	2221, 2262	2221, 2262	653 (ohne 653.2, 3, 4, 9)	321
003	Woolen Fabrics	2231	2231	653.2	321
004	Narrow Fabrics	2241	2241	655.5, 655.9	321
005	Hosiery & Knit Fabrics	2251, 2252, 2256, 2259	2251, 2252, 2257, 2258, 2259	841.4 (ohne 841.43, 44)	321
006	Knit Outwear	2253	2253	841.44	321
007	Knit Underwear	2254	2254	841.43	321
008	Cotton Fabrics (Finished)	2261	2261	652.2	321
009	Woven Carpets & Rugs	2271	2271	657.5	321
010	Nonwoven Carpets & Rugs	2272	2272	657.6, 657.8	321
011	Yarn & Thread, except Wool	2281, 2282, 2284	2281, 2282, 2284	651 (ohne 651.2, 5, 8, 9)	321
012	Woolen Yarn & Thread	2283	2283	651.2	321
013	Felt Goods	2291	2291	655.1	321
014	Lace & Embroidery	2292, 2395, 2396, 2397	2292, 2395, 2396, 2397	654	321
015	Textile Paddings	2293	2293	655.8	321
016	Nonrubberized Coated Fabrics	2295	2295	611.2, 655.4	321
017	Cordage & Twine	2298	2298	655.6	321
018	Textile Goods nes	2299	2297, 2299	651.5, 651.9, 653.3, 653.4, 653.9	321
019	Men's and Boys' Outer Apparel	2311, 2321, 2327, 2328, 2329	2311, 2321, 2327, 2328, 2329	841.11	322
020	Nonknit Underwear	2322, 2341	2322, 2341	841.1 (ohne 841.11, 12)	322
021	Ties, Corsets & Gloves	2323, 2342, 2381, 2389	2323, 2342, 2381, 2389	841.2	322
022	Womens and Childrens Clothing	2331, 2335, 2337, 2339, 2361, 2369	2331, 2335, 2337, 2339, 2361, 2369	841.12	322

noch Tabelle A7

Lfd. Nr.	Kurzbezeichnung [nach Balassa, Bauwens, 1988]	USSIC 1967 [nach Balassa, Bauwens, 1988]	USSIC 1972 [US, b]	SITC Rev. 1 [nach Balassa, Bauwens, 1988]	Zuordnung ISIC-3 [UNIDO, 1988]
023	Hats & Caps	2352	2352	655.7, 841.5	322
024	Fur Goods	2371	2371	842	322
025	Leather Clothing	2386, 3151	2386, 3151	841.3	322
026	Curtains & Draperies	2391, 2392	2391, 2392	656.6, 656.9, 657.7	322
027	Textile Bags & Sacks	2393	2393	656.1	322
028	Canvas Products	2394	2394	656.2	322
029/ 030	Wooden Boxes & Crates, Cooperage Products	2441, 2442, 2443, 2445	2441, 2449	632.1, 632.2	331
031	Wood Products nes	2499	2448, 2492, 2499	631.42, 632.7, 632.8, 633	331
032	Furniture & Fixtures	25	25	821, 895.1	332
033	Paper, except for Construction	2621	2621	641 (ohne 641.5.,6)	341
034	Paperboard	2631, 2641	2631, 2641	641.5	341
035	Stationery	2642, 2645, 2649, 2761, 2782	2642, 2645, 2648, 2649, 2761, 2782	642.2, 642.3	341
036	Paper Bags & Containers	2643, 2651, 2652, 2653, 2654	2643, 2651, 2652, 2653, 2654	642.1	341
037	Paper Products nes	2646, 2647, 2655	2646, 2647, 2655	642.9	341
038	Building Paper & Paper Products	2661	2661	641.6	341
039	Newspapers & Periodicals	2711, 2721	2711, 2721	892.2	342
040	Books	2731, 2732	2731, 2732	892.1, 892.3	342
041	Miscellaneous Publishing	2741, 2751, 2752, 2771	2741, 2751, 2754, 2752, 2795, 2771	892.4, 892.9	342
042	Engineering & Printing	2753, 3555	2753, 3555	718.2	382

## noch Tabelle A7

Lfd. Nr.	Kurzbezeichnung [nach Balassa, Bauwens, 1988]	USSIC 1967 [nach Balassa, Bauwens, 1988]	USSIC 1972 [US, b]	SITC Rev. 1 [nach Balassa, Bauwens, 1988]	Zuordnung ISIC-3 [UNIDO, 1988]
043	Inorganic Chemicals	2812, 2813, 2816, 2819,	2812, 2813, 2816, 2819, 2873	513 (ohne 513.27), 514, 515, 533.1, 561.1	351
044	Organic Chemicals	2815, 2818	2865, 2869	512, 521, 531, 532.3, 551.2	351
045	Plastic Materials & Products	2821, 3079	2821, 3079	581, 893	351 <sup>a</sup>
046	Synthetic Rubber	2822	2822	231.2	351
047	Cellulosic Manmade Fibers	2823	2823	266.3	351
048	Synthetic Fibers	2824	2824	266.21, 266.22	351
049	Biological & Medicinal Products	2831, 2833, 2834	2831, 2833, 2834	541 (ohne 541.9)	352
050	Soap & Cleansers	2841, 2842, 2843	2841, 2842, 2843	554	352
051	Toilet Preparations	2844	2844	553	352
052	Paints	2851	2851,	533.3	352
053	Misc. Agricultural Chemicals	2879	2879	599.2	352
054	Explosives	2892	2892	571.1, 571.2, 571.4	352
055	Printing Ink	2893	2893	533.2	352
056	Misc. Chemical Preparations	2899	2899	551.1, 571.3, 599.7, 599.9	352
057	Tires & Tubes	3011	3011	629.1	355
058	Footwear	3021, 3141, 3142	3021, 3143, 3144, 3149, 3142	851	324
059	Reclaimed Rubber	3031	3031	231.3, 231.4	355
060	Misc. Rubber Products	3069	3041, 3069	621, 629 (ohne 629.1), 841.6	355
061	Leather	3111	3111	611 (ohne 611.2)	323
062/ 65	Industrial Leather Belting, Misc. Leather Goods	3121 3199	3199	612.1 612.2, 612.9	
063	Leather Uppers	3131	3131	612.3	323
064	Leather Bags & Purses	3161, 3171, 3172	3161 3171, 3172	831	323
066	Flat Glass	3211	3211	664.2, 664.4, 664.5	362
067	Glass Containers	3211, 3229, 3231	3221, 3229, 3231	651.8, 664 (ohne 664.2., 4., 5), 665	362

## noch Tabelle A7

Lfd. Nr.	Kurzbezeichnung [nach Balassa, Bauwens, 1988]	USSIC 1967 [nach Balassa, Bauwens, 1988]	USSIC 1972 [US, b]	SITC Rev. 1 [nach Balassa, Bauwens, 1988]	Zuordnung ISIC-3 [UNIDO, 1988]
068	Brick & Structural Clay Tiles	3251, 3253, 3259	3251, 3253, 3259	662.4	369
069	Refractories	3255, 3297	3255, 3297	662.3, 663.7	369
070	Vitreous Plumbing Fixtures	3261	3261	812.2	361
071	Vitreous China Food Utensils	3262	3262	666.4	361
072	Earthenware Food Utensils	3263	3263	666.5	361
073	Porcelain Products	3264, 3269	3264, 3269	663.9, 666.6, 723.2	361
074	Concrete & Brick Products	3271, 3272	3271, 3272	663.6	369
075	Abrasive Products	3291	3291	663.1, 663.2, 697.9	369
076	Asbestos Products	3292	3292	663.8	369
077	Mineral Wool	3296	3296	663.5	369
078	Misc. Nonmetallic Mineral Products	3299	3299	663.4	369
079	Steel & Steel Products	3312, 3313, 3315, 3316, 3317, 3481, 3493, 3566	3312, 3313, 3315, 3316, 3317, 3495, 3496, 3493, 3566, 3568	67 (ohne 671.3, 678.1, 678.5, 679), 693.2, 693.3, 694.1, 698.3, 698.6, 719.93	371
080	Iron Foundries	3321, 3322, 3494, 3497	3321, 3322, 3494, 3497	678.1, 678.5, 679.1, 719.92	371
081	Steel Foundries	3323	3324, 3325	679.2	371
082	Wrought Copper	3351	3351	682.2	372
083	Wrought Aluminum	3352	3353, 3354, 3355	684.2	372
084	Nonferrous Metals nes	3356, 3357	3356, 3357	681, 683.2, 685.2, 686.2, 687.2, 688, 689 (ohne 689.31), 693.1, 723.1	372
085	Aluminum Castings & Stampings	3361, 3461	3361, 3465, 3466, 3469	697.2	372

noch Tabelle A7

Lfd. Nr.	Kurzbezeichnung [nach Balassa, Bauwens, 1988]	USSIC 1967 [nach Balassa, Bauwens, 1988]	USSIC 1972 [US, b]	SITC Rev. 1 [nach Balassa, Bauwens, 1988]	Zuordnung ISIC-3 [UNIDO, 1988]
086	Brass, Bronze & Copper Castings	3362, 3369, 3392	3362, 3369, 3463	698.8, 698.9	372
087	Iron & Steel Forgings	3391	3462	679.3, 698.4	371
088	Primary Metall Products nes	3399	3398, 3399	671.3	371
089	Metal Containers	3411, 3491,	3411, 3412	692.2	381
090	Cutlery	3421	3421	696	381
091	Hand & Edge Tools	3423	3423	695.1, 695.22, 695.23	381
092	Handsaws & Sawblades	3425	3425	695.21	381
093	Hardware nes	3429	3429	698.1	381
094	Sanitary & Plumbing Fixtures	3431, 3432	3431, 3432	812.3	381
095	Nonelectric Heating Equipment	3433	3433	719.13, 812.1	381
096	Structural Metal Products	3441, 3442, 3444, 3446, 3449	3441, 3442, 3444, 3446, 3448, 3449	691, 693.4	381
097	Platework & Boilers	3443	3443	692.1, 692.3, 711.1, 711.2, 711.7	381
098	Bolts & Nuts	3452	3452	694.2	381
099/ 100	Safes & Vaults, Fabricated Metal Products nes	3492, 3499	3499	698.2, 719.66, 729.91	381
101	Steam Engines & Turbines	3511	3511	711.3, 711.6, 711.8	382
102	International Combustion Engines	3519, 3714	3519, 3714	711.5	384
103	Farm Machinery	3522	3523, 3524	712, 719.64	382
104	Construction & Drilling Machinery	3531, 3532, 3533, 3544, 3545	3531, 3532, 3533, 3544, 3545	695.24, 695.25, 695.26, 718.4, 718.51, 719.91, 719.54	382 382
105	Conveying & Carrying Equipment	3534, 3535, 3536	3534, 3535, 3536	719.31	382
106	Industrial Trucks & Tractors	3537	3537	719.32	382
107	Machine Tools	3541, 3542	3541, 3542	715.1	382

noch Tabelle A7

Lfd. Nr.	Kurzbezeichnung [nach Balassa, Bauwens, 1988]	USSIC 1967 [nach Balassa, Bauwens, 1988]	USSIC 1972 [US, b]	SITC Rev. 1 [nach Balassa, Bauwens, 1988]	Zuordnung ISIC-3 [UNIDO, 1988]
108	Metal and Woodworking Machinery	3548, 3553	3546, 3547, 3649, 3553	715.22, 715.23 719.52, 719.53, 729.6	382
109	Food Products Machinery	3551	3551	718.3, 719.62	382
110	Textile & Laundry Machinery	3552, 3582, 3633	3552, 3582, 3633	717.1 (ohne 717.14), 725.02	382
111	Paper Making Machinery	3554	3554	718.1	382
112	Special Industry Machines nes	3559	3559	715.21, 717.14, 717.2, 718.52, 719.19, 719.51, 719.61, 719.8	382
113	Air Compressors & Pumps	3561, 3564, 3586	3561, 3563, 3564, 3586	719.21, 719.22	382
114	Ball & Roller Bearings	3562	3562	719.7	382
115	Industrial Furnaces & Ovens	3567, 3623	3567, 3623	719.14, 729.92	382
116	General Industrial Machinery nes	3569	3569	719.11, 719.23	382
117/ 121	Typewriters, Office Machinery nes	3572, 3579	3579	714.1 714.9	382
118/ 119	Computers, Calculating & Accounting Machines	3573, 3574	3573, 3574	714.3 714.2	382
120	Scales & Balances	3576	3576	719.63	385
122	Automatic Merchandising Machines	3581	3581	719.65	382
123	Refrigeration Machinery	3585	3585	719.12, 719.15	382
124	Nonelectrical Machinery nes	3599	3592, 3599	719.94, 719.99	382
125	Electric Measuring Instruments	3611	3825	729.5, 729.99	383
126	Transformers, Motors & Generators	3612, 3621	3612, 3621	722.1	383
127	Carbon & Graphite Products	3624	3624	729.96	383
128	Household Cooking Equipment	3631	3631	697.1	383
129	Household Refrigerators & Freezers	3632, 3639	3632, 3639	719.4, 725.01	383
130	Electrical Housewares & Fans	3634, 3635	3634, 3635	725 (ohne 725.01, .02)	383
131	Sewing Machines	3636	3636	717.3	382
132	Electric Lamps	3641	3641	729.2, 729.42	383

## noch Tabelle A7

Lfd. Nr.	Kurzbezeichnung [nach Balassa, Bauwens, 1988]	USSIC 1967 [nach Balassa, Bauwens, 1988]	USSIC 1972 [US, b]	SITC Rev. 1 [nach Balassa, Bauwens, 1988]	Zuordnung ISIC-3 [UNIDO, 1988]
133	Lighting Fixtures	3642	3645, 3646, 3647, 3648	729.94, 812.4	383
134	Radio & TV Equipment	3651, 3662	3651, 3662	724 (ohne 724.91), 729.7, 729.93, 891.1	383
135	Phonographic Records	3652	3652	891.2	383
136	Telephone & Telegraph Apparatus	3661	3661	724.91	383
137	Electronic Components & Accessories	3671, 3672, 3673, 3674, 3679	3671, 3672, 3673, 3674, 3675, 3676, 3677, 3678, 3679	722.2, 729.3, 729.95, 729.98	383
138	Storage Batteries	3691	3691	729.12	383
139	Primary Batteries	3692	3692	729.11	383
140	X-Ray Apparatus & Tubes	3693	3693	726	383
141	Automotive Electrical Equipment	3694	3694	729.41	383
142	Motor Vehicles & Bodies	3711, 3712, 3713	3711, 3713	732 (ohne 732.9)	384
143	Trailers	3715, 3791, 3799	3715, 2451, 3792, 3799	733.3	384
144	Aircraft	3721	3721	734 (ohne 734.92)	384
145	Aircraft Engines & Equipment	3722, 3723, 3729	3724, 3764, 3728, 3769	711.4, 734.92	384
146	Ships & Boats	3731, 3732	3731, 3732	735	384
147/ 148	Locomotives and Parts, Railroad Cars	3741, 3742	3743	731	384
149	Motocycles, Bicycles & Parts	3751	3751	732.9, 733.1	384
150	Scientific Instruments & Control Equipment	3811, 3821, 3822	3811, 3823, 3824, 3829, 3822	861.8, 861.9 (ohne 861.92, 94)	385
151	Optical Instruments	3831	3832	861.1, 861.3	385

noch Tabelle A7

Lfd. Nr.	Kurzbezeichnung [nach Balassa, Bauwens, 1988]	USSIC 1967 [nach Balassa, Bauwens, 1988]	USSIC 1972 [US, b]	SITC Rev. 1 [nach Balassa, Bauwens, 1988]	Zuordnung ISIC-3 [UNIDO, 1988]
152	Medical Appliances & Equipment	3841, 3842, 3843	3841, 3842, 3843	541.9, 733.4, 861.7, 899.6	385
153	Ophthalmic Goods	3851	3851	861.2	385
154	Photographic Equipment & Supplies	3861	3861	861.4, 861.5, 861.6, 862	385
155	Watches & Clocks	3871	3873	864	390
156	Jewelry & Silverware	3911, 3912, 3914,	3911, 3915, 3914	897.1	390
157	Musical Instruments & Parts	3931	3931	891 (ohne 891.1,2)	390
158/ 159	Games & Toys, Childrens Vehicles	3941, 3942, 3943	3944, 3942	894.2, 894.1	390
160	Misc. Sporting Goods	3949	3949	894.3, 894.4	390
161	Writing Instruments & Materials	3951, 3952, 3953, 3955	3951, 3952, 3953, 3955	895 (ohne 895.1)	390
162	Costume Jewelry	3961	3961	897.2	390
163	Buttons	3963	3963	899.5	390
164	Needles, Pins & Fasteners	3964	3964	698.5	390
165	Brooms & Brushes	3991	3991	899.2	390
166	Misc. Manufactures nes	3999	3999	613, 861.92, 861.94, 894.5, 899 (ohne 899.2, .5,6)	390

<sup>a</sup>Sektor 045 enthält Teilbereiche aus ISIC 351 (Industriechemikalien) und ISIC 356 (Plastikerzeugnisse). Da diese Teilbereiche nach SIC und SITC nicht kongruent getrennt werden können, wird der Sektor insgesamt der Kategorie ISIC 351 zugeordnet; ISIC 356 entfällt daher als gesonderte Kategorie. — nes = not elsewhere specified.

Quelle: Balassa, Bauwens [1988, Tab. 1.2]; US Department of Commerce [b, App. C.]; UNIDO [1988]; eigene Zusammenstellung.

Tabelle A8 — Forschung und Entwicklung nach Industriezweigen in den Vereinigten Staaten 1978

ISIC	Forschungs- und Entwicklungsausgaben in vH des Nettoumsatzes (FEUS)	Wissenschaftler und Ingenieure in Forschung und Entwicklung je 1000 Beschäftigte (WIFEUS)	USSIC
321 Textilien	0,4	3	22, 23
322 Bekleidung	0,4	3	22, 23
323 Leder, -waren	0,5	9	27, 31, 39
324 Schuhe	0,5	9	27, 31, 39
331 Holz,-erzeugnisse	0,7	7	24, 25
332 Möbel	0,7	7	24, 25
341 Papier	0,9	14	26
342 Druckerei-, Verlags- wesen	0,5	9	27, 31, 39
351 Industriechemikalien <sup>a</sup>	3,6	43	28
352 Andere Chemikalien	3,6	43	28
355 Kautschukerzeugnisse	1,9	18	30
361 Porzellan, Keramik	1,3	13	32
362 Glas	1,3	13	32
369 Andere nichtmetallische Erzeugnisse	1,3	13	32
371 Eisen und Stahl	0,6	6	331-32, 3398-99
372 Nichteisen-Metalle	0,8	12	333-36
381 Metallerzeugnisse	1,1	12	34
382 Maschinenbau	4,6	39	35
383 Elektroindustrie	5,8	41	36
384 Fahrzeugbau	5,0 <sup>b</sup>	45 <sup>c</sup>	37
385 Wissenschaftliche Instrumente u.ä.	6,9	42	38
390 Sonstige Erzeugnisse	0,5	9	27, 31, 39

<sup>a</sup>Einschließlich ISIC 356: Plastik, -erzeugnisse. — <sup>b</sup>Durchschnitt aus Werten für 3 Subsektoren gewichtet mit "Value of Industry Shipments" [US Department of Commerce, a, 1978]. — <sup>c</sup>Gewichteter Durchschnitt nach Beschäftigtenzahl.

Quelle: National Science Foundation [1990].

Tabelle A9 — Patenterteilungen<sup>a</sup> nach Produktfeldern der Verarbeitenden Industrie in den Vereinigten Staaten 1963–1984<sup>b</sup>

ISIC		Patente "US origin"	Beschäftigte (in 1000)	Patente "US origin" je 1000 Beschäftigte (PATUS)	USSIC
		1963–1984	1978	1963–1984	1972
321	Textilien	5926	1062	5,6	22
322	Bekleidung	(91074)	1146	(19,9)	(all other)
323	Leder-, -waren	(91074)	86	(19,9)	(all other)
324	Schuhe	(91074)	153	(19,9)	(all other)
331	Holz-, -erzeugnisse	(91074)	539	(19,9)	(all other)
332	Möbel	(91074)	441	(19,9)	(all other)
341	Papier	(91074)	639	(19,9)	(all other)
342	Druckerei, Verlagswesen	(91074)	1145	(19,9)	(all other)
351	Industriechemikalien <sup>c</sup>	89142	964	92,5	281,286,282
352	Andere Chemikalien	41536	458	90,7	287,285,284, 289,283
355	Kautschukerzeugnisse	39245	261	150,4	30
361	Porzellan, Keramik	(18173)	40	(28,4)	(32)
362	Glas	(18173)	184	(28,4)	(32)
369	Andere nichtmetallische Erzeugnisse	(18173)	416	(28,4)	(32)
371	Eisen und Stahl	4225	808	5,2	331,332, 3399,3462
372	Nichteisen- Metalle	4430	290	15,3	333–6,339, 3463
381	Metallerzeugnisse	90594	1492	60,7	(ohne 3399) 34
382	Maschinenbau	233420	2348	99,4	(ohne 3462, 3463,348) 35
383	Elektroindustrie	168603	1875	89,9	36,3825
384	Fahrzeugbau	48299	2043	23,6	37,348
385	Wissenschaftliche Instrumente u.ä.	110179	593	185,8	38 (ohne 3825)
390	Sonstige Erzeugnisse	(91074)	429	(19,9)	(all other)

<sup>a</sup>"Fractional count": Patente werden nur je einem "Produktfeld" (SIC-Industrie) zugewiesen. — <sup>b</sup>Werte in Klammern beziehen sich auf mehr als eine ISIC-Kategorie. — <sup>c</sup>Einschließlich ISIC 356: Plastik-, -erzeugnisse.

Quelle: US Office of Technology Assessment and Forecast [1985]; UN [d].

Tabelle A10 — Verteilung der Innovationen nach Industriezweigen im Vereinigten Königreich 1945–1979

ISIC	Anzahl der Innovationen im Vereinigten Königreich	Beschäftigte (in 1000)	Innovationen je 100000 Beschäftigte (INNUK)	Entsprechende UKSIC Kategorien
		1945–1979		
321 Textilien	9	455	2,0	412, 416, 422, 429
322 Bekleidung	2	305	0,7	441, 446
323 Leder, -waren	30	38	78,9	431
324 Schuhe	1	73	1,4	450
331 Holz, -erzeugnisse	14	110	12,3	471
332 Möbel	11	115	9,6	472
341 Papier	46	208	22,1	481-84
342 Druckerei, Verlagswesen	20	318	6,3	485, 486, 489
351 Industriechemikalien <sup>a</sup>	240	364	65,9	271, 278, 411
352 Andere Chemikalien	234	185	126,5	272, 274-78
355 Kautschukerzeugnisse	24	114	21,1	491
361 Porzellan, Keramik	12	61	19,7	462
362 Glas	58	62	93,5	463
369 Andere nichtmetallische Erzeugnisse	54	150	36,0	461, 464, 469
371 Eisen und Stahl	190	354	53,7	311, 321
372 Nichteisen-Metalle	23	108	21,3	322, 323
381 Metallerzeugnisse	47	557	8,4	391-96, 399
382 Maschinenbau	921	842	109,4	331-39, 341, 349
383 Elektroindustrie	597	658	90,7	361-69
384 Fahrzeugbau	444	911	48,7	370, 380-84
385 Wissenschaftliche Instrumente u.ä.	348	165	210,9	351-54
390 Sonstige Erzeugnisse	5	104	4,8	493, 494, 499

<sup>a</sup>Einschließlich ISIC 356: Plastik, -erzeugnisse (44 Innovationen).

Quelle: Harris [1988]; UN [d].

Tabelle A11 — Sach- und Humankapitalausstattung der Untersuchungsländer 1965, 1978 und 1987

	Sachkapitalausstattung (Bruttoanlageinvestitionen akkumuliert über 15 Jahre <sup>a</sup> pro Kopf der Bevölkerung)			Humankapitalausstattung (Harbison-Myers-Index) <sup>b</sup>		
	1965	1978	1987	1965	1978	1987
Schweiz	32,0	53,6	59,0	100,3	146,0	183,0
Vereinigte Staaten	21,3	29,2	33,8	224,4	349,5	376,0
Schweden	24,6	42,3	44,2	113,3	180,0	278,5
Dänemark	21,3	38,4	40,1	108,1	206,5	250,0
Bundesrepublik Deutschland	22,0	37,8	43,1	83,6	152,0	216,0
Australien	23,5	34,0	36,5	126,7	178,0	215,5
Kanada	14,9	24,6	32,9	136,2	273,5	308,0
Norwegen	24,9	42,1	53,7	92,5	186,5	239,0
Frankreich	16,8	32,9	40,4	83,3	166,5	227,0
Belgien-Luxemburg	17,0	32,3	34,0	126,0	173,5	213,5
Niederlande	19,2	34,1	36,2	129,6	203,0	250,5
Japan	7,4	28,4	41,6	125,3	184,5	245,5
Finnland	19,8	36,3	42,8	112,1	151,5	263,5
Österreich	14,5	28,8	38,3	107,1	161,5	193,0
Vereinigtes Königreich	14,6	24,9	26,5	112,0	151,0	199,5
Israel	10,5	16,9	19,2	99,0	150,0	244,0
Italien	14,5	24,6	28,1	67,1	166,5	200,0
Irland	8,0	14,8	21,2	75,5	144,5	203,5
Spanien	6,5	16,5	19,0	42,8	140,6	213,0
Singapur	1,7	12,2	28,2	63,8	107,0	105,0
Griechenland	4,1	11,4	14,0	58,3	141,0	181,0
Argentinien	7,9	11,5	11,9	86,4	135,0	186,0
Hongkong	3,9	11,6	21,8	45,9	101,5	126,5
Portugal	3,6	8,6	10,9	37,4	111,0	100,5
Jugoslawien	4,9	9,8	16,5	77,1	133,0	187,0
Mexiko	2,5	5,0	7,1	24,1	71,5	127,5
Brasilien	1,7	3,6	5,1	18,9	74,0	91,0
Malaysia	1,5	3,2	6,4	26,4	49,5	72,5
Tunesien	1,8	3,9	5,4	16,1	33,0	57,5
Südkorea	0,6	2,8	6,9	50,5	87,5	192,5
Marokko	1,0	2,0	2,6	7,3	23,5	57,5
Türkei	1,4	2,8	4,0	28,3	58,5	68,0
Ägypten	0,4	1,0	1,8	40,3	85,0	156,5
Thailand	0,6	1,5	2,2	16,6	27,0	142,5
Philippinen	0,9	1,6	2,1	89,3	146,5	211,5
Indien	0,4	0,6	0,7	17,5	38,0	78,5
Pakistan	0,3	0,6	0,7	15,1	25,5	36,5

<sup>a</sup>In 1000 US-\$ von 1980; fehlende Werte in der Quelle werden durch einfache Trendschätzungen ergänzt.  
— <sup>b</sup>Summe der Einschulungsquote in Sekundarschulen und des Fünffachen der Besuchsquote für Einrichtungen des tertiären Bildungssektors mit einem Lag von sechs Jahren; fehlende Daten werden durch benachbarte Jahre bzw. vergleichbare Länder ergänzt.

Quelle: UN [c]; UNESCO [b]; eigene Berechnungen.

Tabelle A12 — Korrelationskoeffizienten für technologische Kompetenz und Kapitalausstattungen

	<i>FEBSPa</i>	<i>WIFE<sup>b</sup></i>
<i>HKA(1965)</i>	0,66***	0,69***
<i>HKA(1987)</i>	0,61***	0,63***
<i>SKA(1965)</i>	0,65***	0,63***
<i>SKA(1987)</i>	0,61***	0,65***
<i>RGDP1(1965)</i>	0,73***	0,66***
<i>RGDP1(1987)</i>	0,70***	0,65***
<i>FEBSP</i>	—	0,90*** <sup>c</sup>
<i>WIFE</i>	0,90*** <sup>c</sup>	—

\*\*\*(\*\*,\*) Signifikant von 0 verschieden (einseitiger *t*-Test) auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$  (0,05; 0,10).

<sup>a</sup>*N* = 30. — <sup>b</sup>*N* = 31. — <sup>c</sup>*N* = 29.

Quelle: Kurzbezeichnungen vgl. Übersicht 3; Daten vgl. Tabellen A1 und A11; UNESCO [a]; Heston, Summers [1988]; eigene Berechnungen mit dem Programmpaket SPSS-X Release 3.1.

Tabelle A13 — Determinanten der Außenhandelspezialisierung 1978 — Regressions-  
ergebnisse<sup>a</sup>

Abhängige Variable	Erklärende Variablen <sup>b</sup>					$\bar{R}^2$
	<i>lnHKI-HKA</i>	<i>lnSKI-SKA</i>	<i>INNUK</i> <i>·RGDP1</i>	<i>PZINND</i> <i>·RGDP1</i>	<i>PDINND</i> <i>·RGDP1</i>	
(1) <i>NNX</i> ( <i>N</i> =814)	(nur Konstante und Länder-Dummies)					0,211
(2)	9,34***	-0,03				0,450
(3)	8,04***	0,75	0,30***			0,476
(4)	6,74***	1,39**		0,83***		0,481
(5)	9,46***	0,58			0,16	0,451
(6)	5,50***	0,49		1,14***	-0,38**	0,485

\*\*\*(\*\*,\*) Signifikant von 0 verschieden (zweiseitiger *t*-Test) auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$  (0,05; 0,10). — Alle Schätzungen mittels einfacher kleinster Quadrate mit Korrektur der Standardabweichungen für Heteroskedastizität unbekannter Ordnung. — Zusätzlich wurde jeweils ein *F*-Test über alle Koeffizienten durchgeführt; alle Schätzungen sind signifikant auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$ .

<sup>a</sup>Deutsche Daten, 22 Industrien, *SKI-B*. — <sup>b</sup>Alle Regressionen enthalten zusätzlich Konstante, Länder-Dummies sowie die industriespezifischen Variablen einzeln.

Quelle: Kurzbezeichnungen vgl. Übersicht 3; Daten vgl. Abschnitt E.II; eigene Berechnungen mit dem Programmpaket TSP Version 4.1B.

Tabelle A14 — Determinanten der Verschiebungen in der Außenhandelspezialisierung 1965–1987 — Regressionsergebnisse für das Modell in durchschnittlichen jährlichen Änderungsraten: US-Industriedaten

Abhängige Variable/Daten	Erklärende Variablen <sup>a</sup>											$\bar{R}^2$
	VA1'	VA2'	VA3'	VA4'	INNUK -DGRGDP1	PATUS -DGRGDP1	WIFEUS -DGRGDP1	DWRTPP -DGRGDP1	DWRRTF -DGRGDP1	DWRRTFN -DGRGDP1	DWRAP -DGRGDP1	
(1) $\Delta$ NNX-Industrien	(nur Konstante und Länder-Dummies)											0,384
(2) (SKI-B)	0,68	-1,77**	0,62	2,76***								0,421
(3) (SKI-S)	0,60	-2,56***	0,61	4,62***								0,429
(4) (SKI-B)	0,51	-1,86***	0,64	2,73***	0,12**							0,423
(5) (SKI-B)	0,64	-1,78**	0,62	2,76***		0,03						0,421
(6) (SKI-B)	0,59	-1,81***	0,63	2,75***			0,05					0,422
(7) (SKI-B/FP-AP)	0,25	-2,08***	0,67	2,74***				-0,23**	-0,37**			0,424
(8) (SKI-B/FP-AP)	0,24	-2,08***	0,67	2,74***				0,07		-0,31**		0,424
(9) (SKI-B/FP-AP)	0,68	-1,77**	0,62	2,76***							0,04	0,421
(10) (SKI-B/FP-SP)	-0,03	-2,33***	0,70	2,70***				-0,19*	-0,24***			0,426
(11) (SKI-B/FP-SP)	-0,02	-2,32***	0,70	2,70***				0,25**		-0,50***		0,425
(12) (SKI-B/FP-SP)	0,68	-1,76**	0,62	2,76***							0,01	0,420
(13) $\Delta$ NNX-Sektoren <sup>b</sup> (N=5533)	(nur Konstante und Länder-Dummies)											0,200
(14) (SKI-B)	0,77***	-0,71***	0,21	1,50***								0,215
(15) (SKI-S)	0,87***	-1,19***	0,23	2,11***								0,215
(16) (SKI-B)	0,75***	-0,72***	0,21	1,50***				-0,04	-0,05			0,215
(17) (SKI-B)	0,74***	-0,72***	0,21	1,50***				0,02		-0,04		0,215
(18) (SKI-B)	0,77***	-0,71***	0,21	1,50***							-0,01	0,215

\*\*\*(\*\*,\*) Signifikant von 0 verschieden (zweiseitiger t-Test) auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$  (0,05; 0,10). — Alle Schätzungen mittels einfacher kleinster Quadrate mit Korrektur der Standardabweichungen für Heteroskedastizität unbekannter Ordnung. — Zusätzlich wurde jeweils ein F-Test über alle Koeffizienten durchgeführt; alle Schätzungen sind signifikant auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$ .

<sup>a</sup> Alle Regressionen enthalten zusätzlich Konstante, Länder-Dummies sowie die industriespezifischen Variablen einzeln. — <sup>b</sup> Schätzungen ohne Korrektur für Heteroskedastizität.

Quelle: Kurzbezeichnungen vgl. Übersicht 3; Daten vgl. Abschnitt E.II; eigene Berechnungen mit dem Programmpaket TSP Version 4.1B.

Tabelle A15 — Determinanten der Verschiebungen in der Außenhandelspezialisierung 1965–1987 — Regressionsergebnisse für das Modell in durchschnittlichen jährlichen Änderungsraten: Deutsche Industriedaten

Abhängige Variablen/Daten	Erklärende Variablen <sup>a</sup>										$\bar{R}^2$
	VA1'	VA2'	VA3'	VA4'	INNUK ·DGRGDP1	PZINND ·DGRGDP1	PDINND ·DGRGDP1	DWRTFP ·DGRGDP1	DWRRTF ·DGRGDP1	DWRAP ·DGRGDP1	
(1) $\Delta$ NNX-Industrien	(nur Konstante und Länder-Dummies)										0,384
(2) (SKI-B)	1,65	0,46	-0,06	0,57							0,396
(3) (SKI-S)	1,71	-0,64	-0,04	2,48							0,394
(4) (SKI-B)	0,76	-0,06	0,97	0,58	0,19***						0,404
(5) (SKI-B)	1,16	-0,07	1,05	0,59		0,19	0,07				0,395
(8) (SKI-B)	1,39	0,06	0,62	0,62				-0,09*	-0,11		0,395
(7) (SKI-B)	1,68	0,00	0,70	0,62						-0,09	0,395
(8) (SKI-B) <sup>b</sup>	2,09	-0,04	0,19	0,63				-0,10			0,390
(9) (SKI-B) <sup>b</sup>	1,90	-0,05	0,53	0,64						-0,14	0,391
(10) (SKI-B) <sup>b</sup>	1,80	-0,06	0,31	0,61	0,00 <sup>c</sup>	-0,01 <sup>c</sup>	0,06 <sup>c</sup>				0,388

\*\*\*(\*\*;\*) Signifikant von 0 verschieden (zweiseitiger *t*-Test) auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$  (0,05; 0,10). — Alle Schätzungen mittels einfacher kleinster Quadrate mit Korrektur der Standardabweichungen für Heteroskedastizität unbekannter Ordnung. — Zusätzlich wurde jeweils ein *F*-Test über alle Koeffizienten durchgeführt; alle Schätzungen sind signifikant auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$ .

<sup>a</sup> Alle Regressionen enthalten zusätzlich Konstante, Länder-Dummies sowie die industriespezifischen Variablen einzeln. — <sup>b</sup>Daten nach Unger [1986] (*N*=777). — <sup>c</sup>Koeffizienten zu *APD*, *BPPD* bzw. *BLPD*.

Quelle: Kurzbezeichnungen vgl. Übersicht 3; Daten vgl. Abschnitt E.II; eigene Berechnungen mit dem Programmpaket TSP Version 4.1B.

Tabelle A16 — Determinanten der Spezialisierung im Handel mit Entwicklungsländern in ausgewählten Industrieländern 1960–1987 — Regressionsergebnisse

Abhängige Variable/Daten	Erklärende Variablen							Teststatistiken	
	lnHKI	lnSKI-B	INNUK	PATUS	WIFEUS	PZINND	PDINND	F	R <sup>2</sup>
<i>NNX</i> 1960									
Vereinigte Staaten (Industriedaten 1965)	1,09***	-0,59**						***	0,442
	0,84***	-0,46*		0,39**				***	0,561
	0,74**	-0,47*			0,43**			***	0,557
Bundesrepublik Deutschland (Industriedaten 1970)	0,70***	-0,45*						**	0,280
	0,64**	-0,40	0,15					*	0,262
	0,35	-0,30				0,64***	-0,07	***	0,548
Schweden (Deutsche Industriedaten 1970)	0,79***	-0,43*						***	0,381
	0,71***	-0,37	0,21					***	0,391
	0,65**	-0,57**				0,37	-0,40	**	0,426
<i>NNX</i> 1969/70									
Vereinigte Staaten (Industriedaten 1965)	0,81***	-0,03						***	0,572
	0,67**	0,03		0,23				***	0,601
	0,62**	0,03			0,26			***	0,599
Bundesrepublik Deutschland (Industriedaten 1970)	0,82***	-0,26						***	0,454
	0,73***	-0,20	0,24					***	0,481
	0,62***	-0,25				0,41*	-0,20	***	0,508
Schweden (Deutsche Industriedaten 1970)	0,95***	-0,40**						***	0,605
	0,86***	-0,34**	0,24					***	0,642
	0,88***	-0,57***				0,21	-0,37	***	0,636
<i>NNX</i> 1979/80									
Vereinigte Staaten (Industriedaten 1986)	0,54*	0,22						***	0,493
	0,47	0,23		0,17				***	0,495
	0,36	0,23			0,32*			***	0,552

noch Tabelle A16

Abhängige Variable/Daten	Erklärende Variablen							Teststatistiken	
	lnFKI	lnSKI-B	INNUK	PATUS	WIFEUS	PZINND	PDINND	F	R <sup>2</sup>
Bundesrepublik Deutschland (Industriedaten 1978)	0,98***	-0,33*						***	0,633
	0,94***	-0,29	0,07					***	0,618
	1,17***	-0,42*				-0,22	0,08	***	0,610
Schweden (Deutsche Industriedaten 1978)	0,98***	-0,33						***	0,632
	0,90***	-0,27	0,13					***	0,626
	1,21***	-0,55**				-0,25	0,09	***	0,648
NNX 1987									
Vereinigte Staaten (Industriedaten 1986)	0,34	0,37						***	0,406
	0,23	0,38		0,30*				***	0,463
	0,04	0,37			0,55***			***	0,625
Bundesrepublik Deutschland (Industriedaten 1987)	0,81***	-0,25						***	0,396
	0,66**	-0,12	0,22					***	0,404
	0,55	-0,16				0,29	-0,20	**	0,355
Schweden (Deutsche Industriedaten 1987)	0,90***	-0,28						***	0,505
	0,78***	-0,18	0,17					***	0,502
	0,79**	-0,37				0,12	-0,28	***	0,488

\*\*\*(\*\*,\*) Signifikant von 0 verschieden (zweiseitiger *t*-Test bzw. *F*-Test über allen Koeffizienten) auf dem Niveau  $\alpha = 0,01$  (0,05; 0,10).  
 — Alle Schätzungen mittels einfacher kleinster Quadrate.

Quelle: Kurzbezeichnungen vgl. Übersicht 3; Daten vgl. Abschnitt E.II; eigene Berechnungen mit dem Programmpaket TSP Version 4.2A.

## Literaturverzeichnis

- ACS, Zoltan J., David B. AUDRETSCH, "Innovation in Large and Small Firms: An Empirical Analysis". *American Economic Review*, Vol. 78, 1988, S. 678–690.
- AGARWALA, Ramgopal, *Price Distortions and Growth in Developing Countries*. World Bank Staff Working Paper No. 575, Washington, D.C., 1983.
- AHIAKPOR, James C.W., "Do Firms Choose Inappropriate Technology in LDCs?". *Economic Development and Cultural Change*, Vol. 37, 1988/89, S. 557–571.
- AMELUNG, Torsten, *Explaining Regionalization of Trade in Asia Pacific: A Transaction Cost Approach*. Institut für Weltwirtschaft, Kieler Arbeitspapiere, 423, Juni 1990.
- AMEMIYA, Takeshi, "A Note on a Random Coefficient Model". *International Economic Review*, Vol. 19, 1978, S. 793–796.
- ANTONELLI, Cristiano, "The International Diffusion of Process Innovations and the Neotechnology Theory of International Trade". *Banca Monte dei Paschi di Siena, Economic Notes*, 1986, H. 1, S. 60–83.
- , Pascal PETIT, Gabriel TAHAR, "Technological Diffusion and Investment Behaviour: The Case of the Textile Industry". *Weltwirtschaftliches Archiv*, Vol. 125, 1989, S. 782–803.
- BALASSA, Bela, "Trade Liberalization and 'Revealed' Comparative Advantage". *The Manchester School of Economic and Social Studies*, Vol. 33, 1965, H. 2, S. 99–123.
- , Luc BAUWENS, *Changing Trade Patterns in Manufactured Goods: An Econometric Investigation*. *Contributions to Economic Analysis*, 176, Amsterdam 1988.
- BALLANCE, Robert H., Helmut FORSTNER, Tracy MURRAY, "Consistency Tests of Alternative Measures of Comparative Advantage". *Review of Economics and Statistics*, Vol. 69, 1987, S. 157–161.
- BALTAGI, Badiff, James M. GRIFFIN, "A General Index of Technical Change". *Journal of Political Economy*, Vol. 96, 1988, S. 20–41.
- BANURI, Tariq, Edward J. AMADEO, *The Importance of Institutions and History in Development Policy: A Comparison of Macroeconomic Experience in Asia and Latin America*. World Institute for Development Economics Research, Helsinki 1987, mimeo.
- BARBERA, Mattia, *Trajectorias de Especializacion Tecnológica: Una Vision Global del Intercambio Mundial 1965–1987*. UN/ECLAC, Documento de Trabajo Nr. 1, Santiago de Chile, Juli 1991.

- BARNETT, William A., Yul W. LEE, Michael D. WOLFE, "The Three-Dimensional Global Properties of the Miniflex Laurant, Generalized Leontief, and Translog Flexible Functional Forms". *Journal of Econometrics*, Vol. 30, 1985, S. 3–31.
- BARTEL, Ann P., Frank R. LICHTENBERG, "The Comparative Advantage of Educated Workers in Implementing New Technology". *Review of Economics and Statistics*, Vol. 69, 1987, S. 1–11.
- BATTLES, Deborah Huebner, *International Technology Transfers and Dynamic Comparative Advantage: A Multi-Country, Multi-Time-Period Examination of the Product Cycle Model of International Trade*. Ph.D. Diss., University of Colorado, Boulder, Colo., 1986.
- BERGSTRÖM, Villy, Epaminondas E. PANAS, *Substitution and Technological Change. A Reconsideration of Industrial Growth in Sweden*. Fackföreningsrörelsens Institut för Ekonomisk Forskning, Working Paper Nr. 2, Stockholm, September 1985.
- , —, *How Robust is the Capital-Skill Complementarity Hypothesis?* Fackföreningsrörelsens Institut för Ekonomisk Forskning, Working Paper Nr. 32, Stockholm, März 1987.
- BERNDT, Ernst R., Laurits R. CHRISTENSEN, "The Translog Function and the Substitution of Equipment, Structures, and Labour in U.S. Manufacturing 1929–68". *Journal of Econometrics*, Vol. 1, 1973, S. 81–144.
- BHAGWATI, Jagdish N., "Immiserizing Growth: A Geometrical Note". *Review of Economic Studies*, Vol. 25, 1958, S. 201–205.
- BHALLA, Ajit S., "Conclusions and Perspectives". In: Ajit S. BHALLA (Ed.), *Technology and Employment in Industry. A Case Study Approach*. 3. Aufl., Genf 1985, Kapitel 14.
- , Dilmus D. JAMES, "Integrating New Technologies with Traditional Economic Activities: An Evaluative Look at 'Technology Blending'". *Journal of Developing Areas*, Vol. 25, 1991, S. 477–496.
- BOLLMANN, Petra, *Technischer Fortschritt und wirtschaftlicher Wandel: Eine Gegenüberstellung neoklassischer und evolutorischer Innovationsforschung*. Heidelberg 1990.
- BOWEN, Harry P., Edward F. LEAMER, Leo SVEIKAUSKAS, "Multicountry, Multifactor Tests of the Factor Abundance Theory". *American Economic Review*, Vol. 77, 1987, S. 791–809.
- BRAINARD, Robert, Kym FULLGRABE, "Technology and Jobs". *STI Review*, No. 1, Autumn 1986, S. 9–46.
- BROCKHOFF, Klaus, "Technologie". In: Erwin DICHTL, Otmar ISSING (Hrsg.), *Vahlens Großes Wirtschaftslexikon*, Bd. 2. München 1987, S. 695.

- BUITER, William H., Kenneth M. KLETZER, *Persistent Differences in National Productivity Growth Rates with a Common Technology and Free Capital Mobility. The Roles of Private Thrift, Public Debt, Capital Taxation, and Policies Towards Human Capital Formation*. Economic Growth Centre, Yale University, Discussion Paper, No. 627, New Haven, Conn., Januar 1991.
- CALLIES, Jürgen, *Produkt-, Prozeßinnovationen und technologieintensive Güter im Außenhandel*. Diss., Ludwig-Maximilians-Universität München 1989, Frankfurt am Main 1990.
- CASTELLS, Manuel, "High Technology, World Development, and Structural Transformation: The Trends and the Debate". *Alternatives*, Vol. 11, 1986, S. 297–343.
- CHEN, Edward K.Y., *Technology Development and Industrial Specialization in the Asian Pacific Region*. Paper presented at the Conference on "The Future of Asia-Pacific Economies: Challenge of South Asia" held in New Delhi, India, March 11–13, 1991, mimeo.
- CLAGUE, Christopher K. [1991a], "Factor Proportions, Relative Efficiency, and Developing Countries' Trade". *Journal of Development Economics*, Vol. 35, 1991, S. 357–380.
- [1991b], "Relative Efficiency, Self-Containment, and Comparative Costs of Less Developed Countries". *Economic Development and Cultural Change*, Vol. 39, April 1991, S. 507–529.
- CONRAD, Klaus, *Produktivitätslücken nach Wirtschaftszweigen im internationalen Vergleich*. Berlin 1985.
- DAHLMANN, Carl J., Larry E. WESTPHAL, "The Meaning of Technological Mastery in Relation to Transfer of Technology". In: Alan W. HESTON, Howard PACK (Eds.), *Technology Transfer: New Issues, New Analysis. The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, Vol. 458, Beverly Hills, Calif., 1981, S. 12–26.
- DAVIES, Stephen, *The Diffusion of Process Innovations*. Cambridge 1979.
- DEARDORFF, Alan V., "Weak Links in the Chain of Comparative Advantage". *Journal of International Economics*, Vol. 9, 1979, S. 197–209.
- , "The General Validity of the Heckscher-Ohlin Theorem". *American Economic Review*, Vol. 72, 1982, S. 683–694.
- , "Testing Trade Theories and Predicting Trade Flows". In: Ronald W. JONES, Peter B. KENEN (Eds.), *Handbook of International Economics*, Vol. 1, Amsterdam 1984, S. 465–517.

- DIAMOND, Peter, Daniel McFADDEN, Miguel RODRIGUEZ, "Measurement of the Elasticity of Factor Substitution and Bias of Technical Change". In: Melvin FUSS, Daniel McFADDEN (Eds.), *Production Economics: A Dual Approach to Theory and Application*, Vol. 2, Amsterdam 1978, S. 125–147.
- DISHER, Margaret, "Clothing Assembly: Automation vs. Flexibility". *Textile Outlook International*, Mai 1987, S. 57–73.
- EDQUIST, Charles, Staffan JACOBSSON, *The Diffusion of Electronics Technologies in the Capital Goods Sector in Some Developing Countries*. UNCTAD, Genf 1990.
- ELIASSON, Gunnar, "Electronics, Economic Growth and Employment-Revolution or Evolution?". In: Herbert GIERSCH (Ed.), *Emerging Technologies: Consequences for Economic Growth, Structural Change, and Employment*. Symposium 1981, Tübingen 1982, S. 77–95.
- ELLINGER, Theodor, Reinhard HAUPT, *Produktions- und Kostentheorie*. Stuttgart 1982.
- ERBER, Georg, "Zur Entwicklung der Totalen Faktorproduktivität in den Wirtschaftszweigen der Bundesrepublik Deutschland". *DIW, Wochenbericht* 8/89, 23.02.89, S. 83–86.
- ERNST, Dieter, *Global Competition, New Information Technologies and International Technology Diffusion — Implications for Industrial Latecomers*. Vortrag bei der OECD gehalten anlässlich der Konferenz über "Technologie und Wettbewerbsfähigkeit", Paris, 24.–27.6.1990, mimeo.
- , David O'CONNOR, *Technology and Global Competition. The Challenge for Newly Industrializing Economies*. OECD, Paris 1989.
- ETHIER, Wilfried J., "Higher Dimensional Issues in Trade Theory". In: Ronald W. JONES, Peter B. KENEN (Eds.), *Handbook of International Economics*, Bd. 1. Amsterdam 1984, Kapitel 3, S. 131–184.
- FELS, Gerhard, "The Choice of Industry Mix in the Division of Labour between Developed and Developing Countries". *Weltwirtschaftliches Archiv*, Vol. 108, 1972, pp. 71–121.
- FERGUSON, C.E., "Time Series Production Functions and Technological Progress in American Manufacturing Industry". *Journal of Political Economy*, Vol. 73, 1965, S. 135–147.
- FISCHER, Bernhard, Juan-Carlos HERKEN-KRAUER, Mathias LÜCKE, Peter NUNNENKAMP, *Capital-Intensive Industries in Newly Industrializing Countries — The Case of the Brazilian Automobile and Steel Industries*. Kieler Studien, 221, Tübingen 1988.
- FLAM, Harry, Elhanan HELPMAN, "Vertical Product Differentiation and North-South Trade". *American Economic Review*, Vol. 77, 1987, S. 810–822.

- FLAMM, Kenneth, *International Differences in Industrial Robot Use: Trends, Puzzles, and Possible Implications for Developing Countries*. World Bank, Discussion Paper DRD 185, Washington, D.C., 1986.
- FORSTNER, Helmut, "The Changing Pattern of International Trade in Manufactures: A Logit Analysis". *Weltwirtschaftliches Archiv*, Vol. 120, 1984, S. 1–17.
- FÖRSUND, Finn R., Lennart HJALMARSSON, *Analyses of Industrial Structures: A Putty-Clay Approach*. The Industrial Institute for Economic and Social Research, Stockholm 1987.
- FRANSMAN, Martin, *Technology and Economic Development*. Brighton 1986.
- FRÖBEL, Volker, Jürgen HINRICHS, Otto KREYE, *Die neue internationale Arbeitsteilung*. Reinbek b. Hamburg 1977.
- GANDOLFO, Giancarlo, *International Economics, Vol. I: The Pure Theory of International Trade*. Berlin 1987.
- GENERAL AGREEMENT ON TARIFFS AND TRADE (GATT), *Textiles and Clothing in the World Economy*. Genf 1984.
- GRAY, H. Peter, "North-South Technology Transfer: Two Neglected Problems". *Journal of Economic Development*, Vol. 11, 1986, No. 1, S. 27–45.
- GRIFFIN, Keith Broadwell, *Underdevelopment in Spanish America*. London 1969.
- GRILLI, Enzo Romano, Maw Cheng YANG, "Primary Commodity Prices, Manufactured Goods Prices, and the Terms of Trade of Developing Countries: What the Long Run Shows". *The World Bank Economic Review*, Vol. 2, 1988, S. 1–47.
- GROSSMANN, Gene M., Elhanan HELPMAN, "Endogenous Product Cycles". *Economic Journal*, Vol. 101, 1991, S. 1214–1229.
- GRUBER, William M., Raymond VERNON, "The Technology Factor in a World Trade Matrix". In: Raymond VERNON (Hrsg.), *The Technology Factor in International Trade*. New York 1970, S. 233–272.
- HARRIS, Richard J., "Technological Change and Regional Development in the UK: Evidence from the SPRU Database on Innovations". *Regional Studies*, Vol. 22, 1988, S. 361–374.
- HELPMAN, Elhanan, "The Factor Content of Foreign Trade". *Economic Journal*, Vol. 94, 1984, S. 89–94.
- , Paul R. KRUGMAN, *Market Structure and Foreign Trade*. Cambridge, Mass., 1985.
- HEMMER, Hans-Rimbert, *Wirtschaftsprobleme der Entwicklungsländer. Eine Einführung*. 2. neubearb. und erw. Aufl., München 1988.

- HENDERSON, James M., Richard E. QUANDT, *Microeconomic Theory. A Mathematical Approach*. 2. Aufl., Tokyo 1971.
- HENG, Toh Mun, "Technical Change, Elasticity of Factor Substitution, and Return to Scale in Singapore Manufacturing Industries". *The Singapore Economic Review*, Vol. 30, 1985, No. 2, S. 36–56.
- HENKE, Jürgen, *Moderne Hochtechnologie und nationale Selbständigkeit*. Berlin 1990.
- HESTON, Alan, Robert SUMMERS, "A New Set of International Comparisons of Real Product and Price Levels — Estimates for 130 Countries, 1950–1985". *The Review of Income and Wealth*, Vol. 34, No. 1, March 1988, S. 1–25..
- HIEMENZ, Ulrich, Peter NUNNENKAMP et al., *The International Competitiveness of Developing Asian Countries for Risk Capital*. Kieler Studien, 242, Tübingen 1991.
- HIRSCH, Seev, "Capital or Technology? Confronting the Neo-Factor Proportions and Neo-Technology Accounts of International Trade". *Weltwirtschaftliches Archiv*, Vol. 110, 1974, S. 535–563.
- HOFFMAN, Kurt, Raphael KAPLINSKY, *Driving Force. The Global Restructuring of Technology, Labour, and Investment in the Automobile and Components Industries*. Boulder, Colo., 1988.
- HOMER, Jack B., "A Diffusion Model with Application to Evolving Medical Technologies". *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 31, 1987, S. 197–218.
- HUFBAUER, Gary C., "The Impact of National Characteristics and Technology on the Commodity Composition of Trade in Manufactured Goods". In: Raymond VERNON (Ed.), *The Technology Factor in International Trade*. New York 1970, S. 145–231.
- IFO-<sup>3</sup>INSTITUT, Branchenservice aus der IFO-Datenbank. München, lfd. Jgg.
- INSTITUTO LATINOAMERICANO DEL FIERRO Y EL ACERO (ILAFA), *Statistical Yearbook of Steelmaking and Iron Ore Mining in Latin America*. Santiago di Chile, lfd. Jgg.
- INTERNATIONAL IRON AND STEEL INSTITUTE (IISI), *Steel Statistical Yearbook*. Brüssel, lfd. Jgg.
- INTERNATIONAL TEXTILE MANUFACTURERS' FEDERATION (ITMF) [a], *International Cotton Industry Statistics*. Zürich, lfd. Jgg.
- [b], *International Textile Machinery Shipments Statistics*. Zürich, lfd. Jgg.

- JACOBSSON, Staffan, "Technological Change in the Machine Tool Industry. Implications for Industrial Policy in Developing Countries". In: United Nations Industrial Development Organization (UNIDO), *New Technologies and Global Industrialization. Prospects for Developing Countries*. Vienna 1989, Kapitel 4.
- JOHNSTON, J., *Econometric Methods*. 2. Aufl., Auckland 1982.
- JONES, Ronald W., "The Structure of Simple General Equilibrium Models." *Journal of Political Economy*, Vol. 73, 1965, S. 557–572.
- , "The Role of Technology in the Theory of International Trade". In: Raymond VERNON (Ed.), *The Technology Factor in International Trade*. New York 1970, S. 73–94.
- JORGENSON, Dale W., Masahiro KURODA, *Productivity and International Competitiveness in Japan and the United States, 1960–1985*. Harvard Institute of Economic Research, Discussion Paper No. 1510, Cambridge, Mass., 1990.
- JUDGE, George G., R. Carter HILL, William E. GRIFFITHS, Helmut LÜTKEPOHL, Tsung-Chao LEE, *Introduction to the Theory and Practice of Economics*. 2. Aufl., New York 1988.
- JUNGNICKEL, Rolf, *Neue Technologien und Produktionsverlagerung*. Hamburg 1990.
- , Ulrike MAENNER, *Eigenimporte der deutschen Industrie*. Hamburg 1984.
- KAKAZU, Hiroshi, *Industrial Technology Capabilities and Policies in Selected Asian Developing Countries (with Particular Emphasis on Transferred Technology)*. Asian Development Bank Economic Staff Paper No. 46, Manila 1990.
- KALT, Joseph P., "Technological Change and Factor Substitution in the United States: 1925–1967". *International Economic Review*, Vol. 19, 1978, S. 761–773.
- KANG, Jung, Jene K. KWON, "An Estimation of Import Demand, Export Supply and Technical Change for Korea". *Applied Economics*, Vol. 20, 1988, S. 1661–1674.
- KAPLINSKY, Raphael [1984a], *Automation. The Technology and Society*. Harlow, Essex, 1984.
- [1984b], "Computer-Aided Design: An Assessment of the Current International Economic Setting and Policy Implications". UNIDO, *Industry and Development*, No. 11, 1984, S. 43–57.
- , "'Technological Revolution' and the International Division of Labour in Manufacturing". *The European Journal of Development Research*, Vol. 1, 1989, S. 5–37.
- KARLSON, Stephen H., "Adoption of Competing Inventions by United States Steel Producers". *Review of Economics and Statistics*, Vol. 68, 1986, S. 415–422.

- KATZ, Jorge M., "Technology and Economic Development: An Overview of Research Findings". In: Moshe SYRQUIN, Simon TEITEL et al. (Eds.), *Trade, Stability, Technology and Equity in Latin America*. New York 1982, S. 281–315.
- KINDLEBERGER, Charles P., Bruce HERRICK, *Economic Development*. 3. Aufl., Tokyo 1977.
- KLODT, Henning, *Technologietransfer und internationale Wettbewerbsfähigkeit*. Institut für Weltwirtschaft, Kieler Arbeitspapiere Nr. 351, Februar 1989.
- KOHLI, Ulrich, "Production Theory, Technological Change, and the Demand for Imports. Switzerland, 1948–1976". *European Economic Review*, Vol. 18, 1982, S. 369–386.
- , "The Le Châtelier Principle and the Demand for Imports in the Short Run and the Medium Run: Australia, 1959–60 — 1978–79". *The Economic Record*, Vol. 59, 1983, S. 149–165.
- KRAVIS, Irving B., Alan HESTON, Robert SUMMERS, *World Product and Income*. Baltimore 1982.
- KRUGMAN, Paul, "A Technology Gap Model of International Trade". In: Karl JUNGENTFELT, Douglas HAYNE (Eds.), *Structural Adjustment in Developed Open Economies*. Proceedings of a Conference of the International Economic Association held at Yxtaholm, Sweden, London 1985.
- LALL, Sanjaya, *Building Industrial Competitiveness in Developing Countries*. OECD, Development Centre Studies, Paris 1990.
- LANGHAMMER, Rolf J. [1991a], "Competition among Developing Countries for Foreign Investment in the Eighties — Whom Did OECD Investors Prefer?". *Weltwirtschaftliches Archiv*, Vol. 127, 1991, S. 398–403.
- [1991b], "Competing for Foreign Direct Investment: The Performance of East and Southeast Asian Countries in the 1980s". In: Simon KOPPES, Susanne DIRGENS, Alberto KLAS (Eds.), *Growth Determinants in East and Southeast Asian Economies*. Berlin 1991, S. 59–76.
- LAPAN, Harvey E., "The Possibility of Reversing the Trade Pattern with Internationally-Diffused Localized Technical Progress". *Journal of International Economics*, Vol. 5, 1975, S. 289–298.
- , Pranab BARDHAN, "Localized Technical Progress and Transfer of Technology and Economic Development". *Journal of Economic Theory*, Vol. 6, 1973, S. 585–595.
- LARY, Hal B., *Imports of Manufactures from Less Developed Countries*. NBER, New York 1968.
- LEAMER, Edward E., *Sources of International Comparative Advantage — Theory and Evidence*. Cambridge, Mass., 1984.

- LEAMER, Edward E., "Paths of Development in the Three-Factor,  $n$ -Good General Equilibrium Model". *Journal of Political Economy*, Vol. 95, 1987, S. 961–999.
- LEONTIEF, Wassilij, "Domestic Production and Foreign Trade; The American Capital Position Re-Examined". *Economia Internazionale*, Vol. 7, 1954, S. 3–45.
- LEVIN, Sharon G., Stanford L. LEVIN, John B. MEISEL, "A Dynamic Analysis of the Adoption of a New Technology: The Case of Optical Scanners". *Review of Economics and Statistics*, Vol. 69, 1987, S. 12–17.
- LEWIS, William Arthur, "Economic Development with Unlimited Supplies of Labour". *The Manchester School of Economic and Social Studies*, Vol. 22, 1954, S. 131–191.
- LINDE, Robert, "Produktion. II: Produktionsfunktionen". In: Willi ALBERS et al. (Hrsg.), *Handwörterbuch der Wirtschaftswissenschaften*, Bd. 6. Stuttgart 1981, S. 276–295.
- LOERTSCHER, Rudolf, Frank WOLTER, "Determinants of Intra-Industry Trade: Among Countries and Across Industries". *Weltwirtschaftliches Archiv*, Vol. 116, 1980, S. 280–293.
- LÜCKE, Matthias, "Economies of Scale in Protected Manufacturing Industries in Developing Countries — The Case of the Brazilian Passenger Car Industry". *UNIDO, Industry and Development*, No. 24, 1988, S. 35–55.
- , *Traditional Labour-Intensive Industries in Newly Industrializing Countries. The Case of Brazil*. Kieler Studien, 231, Tübingen 1990.
- LÜTKENHORST, Wilfried, "New Technologies and Industrialisation Prospects of Developing Countries". *Intereconomics*, Vol. 24, 1989, No. 3, S. 127–137.
- MANSFIELD, Edwin, *Industrial Research and Technological Innovation. An Econometric Analysis*. New York 1968.
- MASIH, Abul M.M., "CES Production Function: Estimates of Elasticity of Substitution, Returns to Scale and Technical Progress in Australian Manufacturing Industries". *Economic Analysis and Policy*, Vol. 14, 1984, No. 1, S. 30–46.
- MASKUS, Keith E., *Interacting Factor Costs and Factor-Input Ratios for International Comparisons of Efficiency: An Application to Certain United States and Japanese Manufacturing Industries*. University of Colorado, Department of Economics, Carl McGuire Center for International Studies, Occasional Papers in International Economics, 10, Boulder, Colo., April 1990.
- McARTHUR, R., "Replacing the Concept of High Technology: Towards a Diffusion-Based Approach". *Environment and Planning*, Vol. 22, 1990, S. 811–23.
- MEYER, Arnoud de, "Automation as a Criterion of International Competitiveness". *Euro-Asia Business Review*, Vol. 4, 1985, No. 4, S. 15–18.

- MOUNTAIN, Dean C., "Economies of Scale versus Technological Change: An Aggregate Production Function for Switzerland". *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 68, 1986, S. 707–711.
- MOUSA, Mohamed Abass Zaghoul, *Entwicklung einer CIM-Struktur für Textilbetriebe in Entwicklungsländern*. Diss., Technische Universität Berlin 1990, München 1990.
- NABSETH, Lars, George F. RAY (Hrsg.), *Neue Technologien in der Industrie. Eine internationale Studie über die Verbreitung von acht Produktionsverfahren*. Berlin 1978.
- NATIONAL SCIENCE BOARD, *Science and Engineering Indicators 1989*. Washington, D.C., 1989.
- NATIONAL SCIENCE FOUNDATION, *National Pattern of R&D Resources: 1990. Final Report* (John E. JANKOWSKI, Jr., Hauptautor). *Surveys of Science Resources Series*, Washington, D.C., 1990.
- NELSON, Richard R., "Industry Growth Accounts and Production Functions when Techniques are Idiosyncratic". *Journal of Economic Behaviour and Organization*, Vol. 11, 1989, S. 323–341.
- OLLE, Werner, "New Technologies and the International Division of Labour: Re-transfer of Foreign Production from Developing Countries?". *Vierteljahresberichte*, Nr. 103, März 1986, S. 11–18.
- OPOCHER, Arnigo, *Progreso tecnico e commercio internazionale: un' analisi teorica*. Padua 1986.
- ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD) [a], *The Newly Industrializing Countries. Challenge and Opportunity for OECD Countries*. Paris 1988.
- [b], *Trade by Commodities*. Paris, lfd. Jgg.
- PACK, Howard, "Technology and Employment: Constraints on Optimal Performance". In: Samuel M. ROSENBLATT (Ed.), *Technology and Economic Development: A Realistic Perspective*. Boulder, Colo., 1979, Kapitel 3.
- , "Total Factor Productivity and Its Determinants: Some International Comparisons". In: Gustav RANIS et al. (Eds.), *Comparative Development Perspectives*. Boulder, Colo., 1984, S. 18–41.
- , "Industrialization and Trade". In: Hollis CHENERY, T.N. SRINIVASAN (Eds.), *Handbook of Development Economics*, Bd. I. Amsterdam 1988, S. 333–380.
- PARK, Young-Il, Kym ANDERSON, "The Rise and Demise of Textiles and Clothing in Economic Development: The Case of Japan". *Economic Development and Cultural Change*, Vol. 39, 1991, S. 531–548.

- PAVITT, Keith, "Patent Statistics as Indicators of Innovative Activities, Possibilities and Problems". *Scientometrics*, Vol. 7, 1985, S. 77-99.
- , Pavi PATEL, "The International Distribution and Determinants of Technological Activities". *Oxford Review of Economic Policy*, Vol. 4, 1988, No. 4, S. 35-55.
- , M. ROBSON, J. TOWNSEND, "The Size Distribution of Innovating Firms in the UK: 1945-1983". *The Journal of Industrial Economics*, Vol. 35, 1987, S. 297-316.
- RANIS, Gustav, "Appropriate Technology: Obstacles and Opportunities". In: Samuel M. ROSENBLATT (Ed.), *Technology and Economic Development: A Realistic Perspective*. Boulder, Colo., 1979, Kapitel 2.
- RAO, Sameshwar, Sunder MAGUN, *Freer Trade, Technology Transfer and Economic Convergence*. Vortrag auf der 27. Internationalen Konferenz der Universität Montreal, 27.-29.9.1989, mimeo.
- RAY, George F., "Einleitung und Zusammenfassung des Zwischenberichts". In: NABSETH, Lars, George F. RAY (Hrsg.), *Neue Technologie in der Industrie. Eine internationale Studie über die Verbreitung von acht Produktionsverfahren*. Berlin 1978, Kapitel 1 und 2.
- , *The Diffusion of Mature Technologies*. The National Institute of Economic and Social Research, Occasional Paper, 36, Cambridge 1984.
- REDDY, C. Subba Rami, "Measurement of Non-Neutral Technological Change in Cotton, Jute and Woollen Industries". *Prajnan*, Vol. 16, 1987, No. 2, S. 127-143.
- , "Allocation of Output Growth Between Its Sources: A Production Function Approach". *Prajnan*, Vol. 18, 1989, No. 1, S. 7-24.
- REVERMANN, Heinrich, Philipp SONNTAG, *Schlüsseltechnologien. Turbulenter Wandel der Industrie durch innovative Dynamik*. Berlin 1987.
- RICHARD, Alban, *Les Marchés des Produits de Base*. Diss., Universität Grenoble II 1976.
- RICHARDS-LOUP, Anne, "Multilateral Trade in Manufactured Goods — A South-South/South-North Comparison". In: Benno ENGELS (Hrsg.), *Süd-Süd-Wirtschaftsbeziehungen — Determinanten und Perspektiven*. München 1984, S. 97-112.
- RIPKEN, Jürgen, *Innovationsprozesse in der Textilindustrie. Das Offen-End-Spinnverfahren*. Schriften zur Textilwirtschaft, 25, Frankfurt am Main 1981.
- ROSENBERG, Nathan, "On Technological Expectations". *Economic Journal*, Vol. 89, 1976, S. 523-35.
- , *Inside the Black Box. Technology and Economics*. Cambridge 1982.
- , "On Technology Blending". *Gestion 2000*, Vol. 4, 1988, S. 17-44.

- SAHAL, Devendra, *Patterns of Technological Innovation*. Reading, Mass., 1981.
- SAUTTER, Herrmann, *Die Aussagefähigkeit von Hypothesen zur Spezialisierungsstruktur des Außenhandels*. Vortrag auf der Jahrestagung des Vereins für Socialpolitik, Travemünde, September 1984, mimeo.
- SCHEER, August-Wilhelm, *CIM — Computer Integrated Manufacturing. Der computergesteuerte Industriebetrieb*. 3. erw. Aufl., Berlin 1988.
- SCHEPER, Wilhelm, "Produktion. I: Produktionstheorie". In: Willi ALBERS et al. (Hrsg.), *Handwörterbuch der Wirtschaftswissenschaften*, Bd. 6. Stuttgart 1981, S. 257.
- SCHMITZ, Hubert, "Microelectronics Based Automatic and Labour Utilization in Developing Countries". *Vierteljahresberichte*, Nr. 103, März 1986, S. 29–41.
- SELL, Friedrich L., "Das Lewis-Modell". *Wirtschaftswissenschaftliches Studium*, Vol. 12, 1983, S. 249–251.
- SILBERBERG, Gerald, Giovanni DOSI, Luigi ORSENIGO, "Innovation, Diversity and Diffusion: A Self-Organisation Model". *The Economic Journal*, Vol. 98, 1988, S. 1032–1054.
- SOETE, Luc, "A General Test of Technological Gap Trade Theory". *Weltwirtschaftliches Archiv*, Vol. 117, 1981, S. 638–660.
- , "International Diffusion of Technology, Industrial Development and Technological Leapfrogging". *World Development*, Vol. 13, 1985, S. 409–422.
- , "Technological Innovation and Long Waves: An Inquiry into the Nature and Wealth of Christopher Freeman's Thinking". In: Roy MacLEOD (Ed.), *Technology and the Human Prospect. Essays in Honour of Christopher Freeman*. London 1986, S. 214–238.
- , Roy TURNER, "Technology Diffusion and the Rate of Technical Change". *Economic Journal*, Vol. 94, 1984, S. 612–623.
- STATISTISCHES BUNDESAMT [a], *Fachserie 16: Löhne und Gehälter, Reihe 2.2: Angestelltenverdienste in Industrie und Handel*. Stuttgart, lfd. Jgg.
- [b], *Fachserie 18: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung, Reihe 5.9: Ergebnisse für Wirtschaftsbereiche*. Stuttgart 1987.
- [c], *Fachserie 18: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung, Reihe 5.11: Ergebnisse für Wirtschaftsbereiche*. Stuttgart 1988.
- STECHER, Bernd, "Zur Frage der Preis- und Erlösstabilität bei Industriewarenexporten aus Entwicklungsländern". *Die Weltwirtschaft*, 1981, H. 1, S. 94–107.
- STEEDMAN, Ian, "Introductory Essay". In: Ian STEEDMAN (Ed.), *Fundamental Issues in Trade Theory*. London 1979, Kapitel 1.

- STUTZKE, Heiko, *Technischer Fortschritt: Grundlagen und Messung der Diffusion von Neuerungen*. Diss., Universität Bremen 1987.
- SUMMA, Timo, *Intra-Industrial Technical Progress and Structural Change. An Application of the Frontier and Short-Run Industry Production Functions Based on Micro Data*. The Research Institute of the Finnish Economy, Helsinki 1986.
- THARAKAN, P.K. Mathew, Luc G. SOETE, Jan A. BUSSCHAERT, "Heckscher-Ohlin and Chamberlain Determinants of Comparative Advantage. An Empirical Analysis of the Penetration of Manufactures from the Developing Countries in the European Markets". *European Economic Review*, Vol. 11, 1978, S. 221–239.
- THIRTLE, Colin G., Vernon W. RUTTON, *The Role of Demand and Supply in the Generation and Diffusion of Technical Change*. *Fundamentals of Pure and Applied Economics*, Vol. 21, Chur 1987.
- TOYNE, Brian, et al., *The Global Textile Industry*. *World Industry Studies*, 2, London 1984.
- TSUR, Yacov, Menachem STERNBERG, Eithan HOCHMAN, "Dynamic Modelling of Innovation Process Adoption with Risk Aversion and Learning". *Oxford Economic Papers*, Vol. 42, 1990, S. 336–355.
- UNGER, Ralph, *Messung und Analyse der Totalen Faktorproduktivität für 28 Sektoren der Bundesrepublik Deutschland, 1960 bis 1981*. Frankfurt am Main 1986.
- UNITED NATIONS (UN) [a], *Commodity Trade Statistics*. New York, lfd. Jgg.
- [b], *Monthly Bulletin of Statistics*. New York, lfd. Jgg.
- [c], *National Accounts Statistics*. New York, lfd. Jgg.
- [d], *Yearbook of Industrial Statistics*, Vol. 1. New York, 1981.
- UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT (UNCTAD), *Impact of New and Emerging Technologies on Trade and Development. A Review of the UNCTAD Secretariat's Research Findings*. New York 1986.
- , *Handbook of Trade and Development Statistics 1989*. New York 1990.
- UNITED NATIONS/ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE (UN/ECE), *Quarterly Bulletin of Steel Statistics for Europe*. Genf, lfd. Jgg.
- UNITED NATIONS/ECONOMIC COMMISSION FOR LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN (UN/ECLAC), *World Technological Change and its Consequences for Latin America and the Caribbean*. Santiago de Chile 1988.
- , *Changing Production Patterns with Social Equity*. Santiago de Chile 1990.
- UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (UNESCO) [a], *Statistical Digest*. Paris, lfd. Jgg.
- [b], *Statistical Yearbook*. Paris, lfd. Jgg.

- UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION (UNIDO),  
Handbook of Industrial Statistics 1988. Wien 1988.
- , Industrial Statistics Database. Wien, Version Februar 1989.
- UNITED STATES (US), OFFICE OF TECHNOLOGY ASSESSMENT AND FORE-  
CAST, Indicators of the Patent Output of US Industry, 1963–84. Washington,  
D.C., 1985.
- UNITED STATES (US), DEPARTMENT OF COMMERCE [a], Bureau of the Cen-  
sus, Annual Survey of Manufactures. Washington, D.C., lfd. Jgg.
- [b], Bureau of the Census, Census of Manufactures. Washington, D.C., 1972.
- UNITED STATES (US), DEPARTMENT OF LABOR [a], Bureau of Labor Statistics,  
Monthly Labor Review. Washington, D.C., lfd. Jgg.
- [b], Bureau of Labor Statistics, Producer Prices and Price Indexes. Washington,  
D.C., lfd. Jgg.
- VERNON, Raymond, "International Investment and International Trade in the Product  
Cycle". Quarterly Journal of Economics, Vol. 80, 1966, S. 190–207.
- , Technological Development. The Historical Experience. World Bank, EDI Semi-  
nar Paper No. 39, Washington, D.C., 1989.
- VICKERY, Graham, Duncan CAMPBELL, "Advanced Manufacturing Technology  
and the Organization of Work". OECD, STI Review, No. 6, 1989, S. 105–146.
- , —, Managing Manpower for Advanced Manufacturing Technology. OECD, Paris  
1991.
- WALTER, Helmut, "Technischer Fortschritt". In: Willi ALBERS et al. (Hrsg.),  
Handwörterbuch der Wirtschaftswissenschaften, Bd. 7. Stuttgart 1977, S. 567–583.
- WAGNER, Joachim, "Innovationen und Entwicklung der Internationalen Wett-  
bewerbsfähigkeit". Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik, Vol. 205, 1988,  
S. 50–64.
- WILLIAMSON, Jeffrey G., "Productivity and American Leadership: A Review Arti-  
cle". Journal of Economic Literature, Vol. 29, 1991, S. 51–68.
- WIRTSCHAFTSVEREINIGUNG EISEN- UND STAHLINDUSTRIE, Statistisches  
Jahrbuch der Eisen- und Stahlindustrie. Düsseldorf, lfd. Jgg.
- WOMACK, James P., Daniel T. JONES, Daniel ROOS, The Machine that Changed  
the World. New York 1990.
- WORLD BANK, World Development Report 1989. New York 1990.
- WORTZEL, Lawrence H., Heidi Vernon WORTZEL, "Export Marketing Strategies  
for NIC and LDC-Based Firms". Columbia Journal of World Business, Vol. 16,  
1981, No. 1, S. 51–68.

YEATS, Alexander, "Developing Countries' Exports of Manufactures: Past and Future Implications of Shifting Patterns of Comparative Advantage". *The Developing Economies*, Vol. 27, 1989, S. 109–145.