

Gerd Junne

Neue Technologien bedrohen die Exporte der Entwicklungsländer

I. Einleitung

Die internationale Schuldenkrise habe, so betonen Vertreter internationaler Organisationen und Banken, an Schärfe verloren. Die Situation sei unter Kontrolle. Kritischere Stellungnahmen sind von ihnen auch nicht zu erwarten. Öffentlich geäußerte Befürchtungen wichtiger Akteure könnten leicht zur »self-fulfilling prophecy« werden. Die beschwichtigenden Stellungnahmen können jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, daß die Probleme nicht gelöst sind. Langfristig hängt die Zahlungsfähigkeit der Entwicklungsländer von ihrer Fähigkeit ab, sich durch zunehmende Exporte die Devisen zu erwirtschaften, die sie für den Schuldendienst benötigen. Entweder müßte sich der Trend zu einer »neuen internationalen Arbeitsteilung« fortsetzen, in deren Rahmen ein wachsender Teil der Industrieproduktion für den Weltmarkt in Entwicklungsländern angesiedelt wäre (Fröbel, Heinrichs, Kreye 1977). Oder die Nachfrage nach Rohstoffen aus den Entwicklungsländern (oder auch deren Preis) müßte nachhaltig steigen. Nur bei einem kräftigen Exportwachstum der Entwicklungsländer ließen sich akute Krisen in der Zukunft eventuell vermeiden. In diesem Beitrag soll der Frage nachgegangen werden, wie es um die Exportaussichten der Entwicklungsländer bestellt ist.

Der *Weltentwicklungsbericht 1984* der Weltbank beschreibt zwei Szenarien. In ihnen wird die mögliche Entwicklung der Weltökonomie in den Jahren 1985-95 skizziert. Dem optimistischen Szenario liegt die Erwartung zugrunde, daß die Industrieländer zu einem stetigen und dauerhaften Wachstum von jährlich durchschnittlich 4,3 Prozent zurückfinden. Die pessimistische Variante gibt an, was auf uns zukommt, wenn die Industrieländer kein höheres Wirtschaftswachstum erreichen als in den vergangenen zehn Jahren (Weltbank 1984, 34-50).¹

Diese unterschiedlichen Erwartungen schlagen sich in unterschiedlichen Annahmen über die Entwicklung des Außenhandels der Entwicklungsländer nieder:

*Tabelle 1: Erwartete Entwicklung des Außenhandels der Entwicklungsländer
— (1963-1995, durchschnittliche jährliche Zunahme in Prozent) —*

	1965-73	1973-80	1980-85	1985-95	
				Optim. Szenario	Pessim. Szenario
Exportwachstum	6,3	3,1	5,5	6,4	4,7
Export von Industriegütern	14,9	10,6	8,1	9,7	7,5
Export von Rohstoffen	5,0	0,9	4,0	3,4	2,1
Importwachstum	6,4	5,9	3,2	7,2	5,1

(Quelle: Weltbank 1984, 35-37)

Beiden Varianten zufolge wird der Export von Industriegütern aus Entwicklungsländern² stärker zunehmen als das Wirtschaftswachstum in den Industrieländern. Weitaus langsamer wird die Ausfuhr von Rohstoffen wachsen. Selbst das optimistische Szenario geht davon aus, daß die Rohstoffexporte in den nächsten zehn Jahren noch langsamer steigen werden als in der Periode 1980-85. Es ist die *zentrale These* dieses Beitrages, daß das Wachstum der Exporte wahrscheinlich noch geringer ausfällt, als dies in dem pessimistischen Szenario angenommen wird. Die Ursache liegt in der Anwendung neuer Technologien und den damit zusammenhängenden Veränderungen in der internationalen Arbeitsteilung.

Der technologische »Fortschritt« ist kein gleichförmiger Prozeß. Erfindungen und Innovationen sind *nicht* zufällig über Zeit und Raum verteilt. Selbst Autoren, die jedweder *Theorie der langen Wellen* abhold sind, müssen doch zugeben, daß sich technologische Neuerungen auf bestimmte Zeitabschnitte konzentrieren (vgl. Nelson/Winter 1977). *Basisinnovationen* bringen häufig eine große Zahl anderer Innovationen mit sich und senden auf diese Weise geradezu »Schockwellen« durch die Weltwirtschaft. Bedeutende Innovationen beeinflussen nicht nur das Verhältnis Kapital—Arbeit, Wachstumsraten der Produktion und Arbeitsproduktivität sowie Konzentrationsprozesse, sondern auch die internationale Arbeitsteilung. Ein Beispiel für solche Veränderungen liefern die zweite Hälfte der 60er Jahre und die 70er Jahre, in denen Fortschritte in der Telekommunikation und der Transport-Technologie sowie in der tayloristischen Organisation der Produktion es immer einfacher machten, arbeitsintensive Fertigungsprozesse in Niedriglohnländer in Südostasien und Lateinamerika zu verlagern (vgl. Fröbel/Heinrichs/ Kreye 1977). Dieser Trend zu einer »neuen internationalen Arbeitsteilung« ist jedoch nur wenige Jahre die dominierende Tendenz geblieben. Die zunehmende Diffusion der neuen Basistechnologie Mikroelektronik hat einen Umschlag dieses Verlagerungsprozesses bewirkt.

Gegenwärtig finden neue tiefgreifende Umwälzungen in der Weltwirtschaft statt. Sie sind großenteils Auswirkung der Anwendung der Mikroelektronik nicht nur in neuen Produkten, sondern auch in neuen Produktionsprozessen. Die Unterscheidung zwischen neuen Produkten und neuen Produktionsprozessen ist wichtig, weil die beiden Entwicklungen unterschiedliche, ja geradezu gegensätzliche Auswirkungen auf die internationale Arbeitsteilung aufweisen.

Die Entwicklung verbesserter oder gänzlich *neuer Produkte* auf der Basis mikroelektronischer Bauteile hat die Verlagerung der Produktion in Entwicklungsländer aus wenigstens zwei Gründen gefördert:

- (a) Die Produkte wurden leichter transportierbar, weil Transistoren und Chips weniger anfällig sind für Erschütterungen als Röhren, und weil die Miniaturisierung und die damit verbundene Verminderung von Gewicht und Volumen die Transportkosten gesenkt haben.
- (b) Es ist weit weniger Ausbildung nötig, um elektronische Bauelemente zusammensetzen, als um eine Vielzahl mechanischer Einzelteile herzustellen und zu integrieren.

Die Einführung neuer *Produktionsprozesse* auf der Basis der Mikroelektronik hat jedoch gegenteilige Auswirkungen und verspricht, eher zu einer Verlagerung in die umgekehrte Richtung zu führen. Fortschritte in der Mikroelektronik haben nicht nur zu numerisch gesteuerten Werkzeugmaschinen geführt, sondern auch zu besseren Robotern, neuen Sensor-Techniken und integriertem Computer-unterstütztem Design und Computer-unterstützter Produktion (*Computer Aided Design* und *Computer Aided Manufacturing* = CAD/CAM). Diese Entwicklungen haben den Übergang zu *flexibler Automatisierung* ermöglicht. Während bei *starrer* Automatisierung (z.B. Transferstraßen in der Automobilproduktion) jede Maschine nur ein ganz be

stimmtes Teil in immer gleicher Ausfertigung herstellen kann, läßt die *flexible* Automatisierung (mit Hilfe numerisch gesteuerter Werkzeugmaschinen und Robotern) es zu, daß dieselben Maschinen umprogrammiert werden und ohne langwierige Umrüstung für die Herstellung *verschiedener* Produkte gebraucht werden können. Damit nimmt das Spektrum der Tätigkeiten, die sich profitträchtig automatisieren lassen, erheblich zu. Mit zunehmender Automatisierung sinkt jedoch der Anteil der Arbeitskosten an den gesamten Produktionskosten. Dementsprechend geringer wird auch der Anreiz, Produktionsprozesse in Entwicklungsländer mit relativ niedrigen Arbeitskosten auszulagern. Damit sinkt nicht nur die Fähigkeit der Entwicklungsländer, ausländische Investitionen anzulocken. Auch die Konkurrenzfähigkeit der lokalen Industrieproduktion (für den Binnenmarkt wie für den Export) wird beeinträchtigt.

Über die Konsequenzen dieser Entwicklung wird viel debattiert. Sie sind sicher nicht in allen Entwicklungsländern identisch, sondern variieren von Land zu Land. Aber die Wahrscheinlichkeit ist groß, daß viele Entwicklungsländer, die sich auf eine exportorientierte Industrialisierung eingestellt hatten, sich auf Jahrzehnte hinaus auf die traditionelle Rolle als Rohstofflieferanten zurückgeworfen sehen. Dies wird für viele von ihnen dramatische Folgen haben, da den wachsenden Importbedürfnissen nur eine geringe Steigerung der Einnahmen aus den Rohstoffexporten gegenüberstehen (siehe Tabelle 1).

Aber es kommt noch schlimmer. Die nächste Welle technologischer Entwicklung, Fortschritte auf dem Gebiet der *Biotechnologie*, werden ebenso weitreichende Konsequenzen für die internationale Arbeitsteilung in den 90er Jahren haben wie die Mikroelektronik in den 70er und 80er Jahren. Während die Auswirkungen der Mikroelektronik (siehe II.) jedoch vor allem in Industrie und Dienstleistungen spürbar waren, wird die Biotechnologie die herkömmlichen Strukturen im Bereich von Landwirtschaft und Rohstoffhandel grundlegend beeinflussen (siehe III.). Die Biotechnologie wird wahrscheinlich die Nachfrage nach Rohstoffen erheblich vermindern und damit negative Folgen haben für die Rohstoff-Exporte der Entwicklungsländer.

Der *Argumentationsgang* des vorliegenden Beitrages sieht folgendermaßen aus: Die gegenwärtige Entwicklung der Mikroelektronik und die durch sie ermöglichte weitgehende Automatisierung der Produktion wird die komparativen Vorteile in einer Weise verändern, daß die Zuwachsraten der Industriegüterexporte aus den Entwicklungsländern nicht ohne weiteres in die Zukunft extrapoliert werden dürfen. Viele Entwicklungsländer werden sich auf die traditionelle Rolle als Rohstofflieferanten zurückgeworfen sehen. Die nächste Welle technologischer Entwicklung wird jedoch auch diese Rolle aushöhlen. Neue Produktionsprozesse verbrauchen weniger Rohstoffe und Energie. Die lokalen Lagerstätten in den Industrieländern selbst lassen sich leichter erschließen; und auch Recyclingverfahren werden ständig verbessert. Die Folge davon ist, daß nicht nur die Exportposition der Entwicklungsländer bei Industriegütern auf Grund der technologischen Entwicklung zur Diskussion steht, sondern auch ihre Position als Rohstofflieferanten bedroht ist.

Im *zweiten Teil* dieses Beitrages sollen zunächst die Konsequenzen der zunehmenden Automatisierung in den Industrieländern und der hiermit verbundenen Management-Konzepte für die Industriegüterexporte der Entwicklungsländer beschrieben werden. Im *dritten Teil* geht es vor allem um die Folgen der Anwendung der Biotechnologie für die zukünftige Entwicklung der Exporte von Rohstoffen. Im *vierten Teil* schließlich werden kurz mögliche strategische Optionen der Entwicklungsländer angesprochen.

II. Automatisierung der Produktion

Die meisten Industrieländer (mit Ausnahme vor allem der USA) haben in den 70er und frühen 80er Jahren versucht, über eine Steigerung der Exporte die Wirtschaftskrise zu überwinden. Um die Exporte zu steigern, war eine Erhöhung der Produktivität notwendig. Die traditionelle »starre« Automatisierung lohnt sich jedoch lediglich bei hohen Stückzahlen (Strategie der *economies of scale*). Die lassen sich jedoch gerade in der Krise nicht absetzen. Die Unsicherheit im Hinblick auf die künftige Wirtschaftsentwicklung sowie eine aufgrund der Differenzierung der Einkommensentwicklung zunehmende Fragmentierung der Märkte ließ darum *flexible* Automatisierung besonders attraktiv erscheinen. Sie erleichtert die Produktion verschiedener Modelle in kleineren Stückzahlen und ermöglicht es den Unternehmen damit, schnell auf veränderte Bedarfsstrukturen zu reagieren. Flexible Automatisierung durchbricht tendenziell den Zusammenhang zwischen Automatisierung und Massenproduktion. Kleine Serien können mit ihrer Hilfe beinahe zu demselben Stückkostenpreis hergestellt werden wie in der traditionellen Massenfertigung. An die Stelle der »*economies of scale*« treten damit zunehmend »*economies of scope*«, d.h. die Fähigkeit, mit demselben Maschinenpark eine breite Palette unterschiedlicher Endprodukte herstellen zu können (Bylinsky 1983). Der Vorteil, mit denselben Maschinen ein breiteres Sortiment produzieren zu können, erweist sich gerade in der Krise als wichtiger als die hergebrachten Vorteile der Massenproduktion.

Diese technologische Veränderung hat erhebliche Folgen für die Unternehmensstrategien. Die vorherrschende Strategie multinationaler Konzerne in den 70er Jahren, die Strategie des »global sourcing«, ist damit fragwürdig geworden.

1. »Global Sourcing« Strategien überholt?

Zwei verschiedene Management- und Unternehmensstrategien als Reaktion auf die veränderten ökonomischen und technischen Bedingungen und Möglichkeiten lassen sich am Beispiel der Strategien von Ford und General Motors erläutern. Der Unterschied in der Strategie der beiden Unternehmen wird im folgenden idealtypisch überzeichnet. Die Automobil-Industrie³ eignet sich insofern besonders gut als Illustration, als dieser Sektor geradezu das Paradebeispiel für die industrielle Massenproduktion darstellt.

Ford hält so weit irgend möglich fest an dem »do it only once«-Prinzip (Gooding 1984b). Um maximale Massenproduktionsvorteile zu realisieren, versucht Ford, so viele Einzelteile der verschiedenen Automodelle wie möglich austauschbar zu gestalten und ihre Produktion an einer Stelle zu konzentrieren. Fords brasilianischer »world truck« ist hierfür ein gutes Beispiel: Der Lastwagen hat ein europäisches Führerhaus und ein europäisches Instrumentenbrett. Er hat ein nordamerikanisches Fahrgestell, und der Dieselmotor wird aus der Traktoren-Fertigung von Ford geliefert. Zusammengebaut wird der Lastwagen in Brasilien, sowohl für den Inlandsmarkt wie für den Markt in Nordamerika (Gooding 1984b).

Mit dem Etikett »Global Sourcing« wird eine Strategie versehen, die darauf gerichtet ist, die Produktion von Einzelteilen über die Welt zu verteilen. Dabei wird für die verschiedenen Produktionsprozesse nach einer jeweils optimalen Kombination von billiger Arbeitskraft, billigen Rohstoffen und Komponenten, wenig einschränkenden Umweltauflagen, liberaler Arbeitsgesetzgebung, gutem Zugang zum Kapitalmarkt und geringer Steuerbelastung gesucht. Eine derartige Strategie weist jedoch auf lange Sicht eine Reihe schwerwiegender Nachteile auf:

- * Sie ist *weniger flexibel* als eine Organisation, bei der die verschiedenen Produktionsschritte weniger weit voneinander entfernt liegen.
- * Die Produktion für einen so großen Markt macht es schwieriger, sich auf *schnell verändernde, regional unterschiedliche Kundenwünsche* einzustellen.
- * Durch die Standardisierung der Einzelteile kann sich der Konzern weniger leicht der *technologischen Konkurrenz durch neue Komponenten* auf Teilmärkten stellen.
- * In einem immer stärker *fragmentierten Markt mit hochdifferenzierter Nachfrage* sind Autos aus standardisierten Komponenten weniger in der Lage, die Nachfrage in spezialisierten Marktsegmenten zu befriedigen.
- * Die *Vorratslager von Einzelteilen* müssen bei regional auseinandergetzogener Produktion viel höher sein als bei räumlich konzentrierter Produktion, weil Zwischenlager erforderlich sind, die die Fortsetzung der Produktion auch bei Unregelmäßigkeiten in der Zulieferung erlauben.
- * Die Produktion wird insgesamt *anfälliger*, wenn Produktionsstätten für wichtige Einzelteile über verschiedene Weltteile verstreut liegen.
- * Die *Investitionskosten* für die »starre« Automatisierung der Massenproduktion (einschließlich der Kosten der Umrüstung bei der Umstellung auf neue Modelle) können höher liegen als die Kosten flexibler Automatisierung in regional konzentrierten Fertigungsstätten.

Es hat den Anschein, daß Ford die Strategie des »global sourcing« zu einem Moment perfektioniert, in der die technologische Entwicklung bereits derart fortgeschritten ist, daß die Grundannahmen, die dieser Strategie zugrundeliegen, schon nicht mehr gelten. Die Vorteile der Massenproduktion können die Nachteile, die unweigerlich damit verbunden sind, in vielen Fällen nicht mehr wettmachen.⁴

2. Automatisierung bei General Motors

General Motors, der größte Automobilkonzern der Welt, setzt andere Akzente. GM beantwortet die Herausforderung durch die japanischen Automobilproduzenten mit dem Versuch, sie mit ihren eigenen Mitteln zu schlagen: mit zunehmender flexibler Automatisierung, die es GM ermöglichen soll, schnell auf Marktveränderungen zu reagieren.

GM hat mit dem japanischen Roboter-Hersteller *Fanuc* ein gemeinsames Tochterunternehmen, *GM Fanuc Robotics*, gegründet, das 1984 einen Umsatz von rund 70 Mio. Dollar erzielte und der größte amerikanische Roboter-Lieferant wurde. Im Jahre 1990 plant GM 20 000 Roboter einzusetzen (bzw. 20 Prozent aller dann in den USA installierten Roboter, — Gooding 1984a). Diese Roboter sind Teil der modernen Produktionsausrüstung, die die »Fabrik ohne Arbeiter« in greifbare Nähe rückt. Die Fertigung soll in den 90er Jahren beinahe vollständig automatisiert sein. Das Tempo des Produktionsprozesses soll sich dann allein an den Anforderungen des Marktes orientieren. Idealerweise wird dann kein Auto mehr produziert, das nicht bereits durch einen Kunden bestellt ist. Der Computer des Händlers wird an einen zentralen Computer angeschlossen sein, über den die Produktion aller erforderlichen Einzelteile in Auftrag gegeben wird, sobald der Käufer den Vertrag unterschrieben hat (Gooding 1984a). Es ist leicht einsichtig, daß sich eine solche marktorientierte Produktion nur schwer mit einer Strategie des »global sourcing« vereinbaren läßt. Einzelteile aus verschiedenen über die Welt verstreuten Fertigungsstätten schnell gemäß Kundenwünschen zusammensetzen, würde zu viel Zeit kosten. Die *Lieferfristen* sind jedoch häufig ein entscheidender Wettbewerbsfaktor.

Der vorherrschende Trend scheint darum nicht mehr ein Trend zu verstärktem »global sourcing«, sondern eher ein Trend zu regionalen hochautomatisierten Produktionszentren, die in der Lage sind, ein breites Spektrum differenzierter Endprodukte in willkürlicher Reihenfolge zu produzieren, einschließlich der meisten Zwischenprodukte.

Ein solches Konzept ist noch lange nicht realisiert. Aber zahlreiche Unternehmen scheinen ihre Planung hierauf ausgerichtet zu haben und sind darum weniger daran interessiert, Produktionsprozesse in Niedriglohnländer zu errichten, es sei denn, daß dies erforderlich ist, um einen Anteil am lokalen Binnenmarkt sicherzustellen, aber nicht in erster Linie für die Exportproduktion.

3. Folgen der flexiblen Automatisierung

Das Beispiel der beiden Automobilhersteller soll eine Veränderung in den Unternehmensstrategien illustrieren, die in ähnlicher Weise in vielen Branchen festzustellen ist. Mit der Einführung flexibler Automatisierung hat sich der *Bereich der automatisierbaren Produktion erheblich ausgeweitet*. Automatisierung ist nun nicht mehr nur eine Strategie, die sich für die Massenproduktion (vor allem von *Konsumgütern*) eignet, sondern wird mehr und mehr auch für die Kleinserienproduktion (z.B. von *Investitionsgütern*) attraktiv.⁵ Mit der weiteren Entwicklung von Sensor-Techniken lassen sich Roboter auch immer mehr in der Montage (auf die rund 40 Prozent der Arbeitskosten in der Industrie entfallen, — vgl. Widl 1982, 12) und in der Qualitätskontrolle einsetzen. Integrierte Computersysteme für Design, Produktionssteuerung und Rechnungswesen werden einen großen Teil jener Aktivitäten überflüssig machen, die gegenwärtig noch darin bestehen, bestimmte Produktspezifikationen weiterzugeben, Maschinen zu programmieren, Magazine zu kontrollieren und Bestellformulare auszufüllen (vgl. Kaplinsky 1984a).

Ein wichtiger Grund, warum das gigantische Rationalisierungspotential bisher nicht stärker ausgenutzt wird, liegt darin, daß sich viele Unternehmen noch in einer Art *Lernphase* befinden. Während sie mit den neuen Produktionsprozessen experimentieren, produzieren sie gleichzeitig auf traditionelle Weise weiter, sammeln Erfahrungen mit diesen Prozessen und warten auf die nächste Generation noch effizienterer (und billigerer) Maschinenkonfigurationen bzw. auf ein Anziehen der Konjunktur, das neue Investitionen rechtfertigen würde. Mit der Einführung flexibler Automatisierung wird der Anteil der Arbeitskosten an den gesamten Produktionskosten weiter zurückgehen. (Er ist in den letzten zwanzig Jahren in der amerikanischen Industrie bereits von 25-30 Prozent auf 10-15 Prozent zurückgefallen, — Nasar 1984). Gleichzeitig werden die durchschnittlichen Qualifikationsanforderungen an die verbleibende Arbeiterschaft zunehmen, weil dieselben Arbeiter eine Fülle verschiedenartiger Tätigkeiten auszuführen haben, um den Produktionsprozeß in Gang zu halten und zu überwachen. Flexible Automatisierung erfordert auch eine flexible Arbeiterschaft, — freilich von bedeutend kleinerem Umfang als zuvor.

Mit einem niedrigeren Anteil der Arbeitskosten an den gesamten Produktionskosten geht viel von dem Anreiz, »Weltmarktfabriken« in Niedriglohnländern aufzubauen, verloren. Dasselbe gilt für kapitalintensive Produktionsprozesse in Ländern, deren Arbeitsgesetzgebung es erlaubt, die Maschinen rund um die Uhr zu benützen. Hochautomatisierte Fabriken werden in der Zukunft selbst bei unveränderter Arbeitsgesetzgebung in den Industrieländern nachts durcharbeiten können, da die arbeitsvorbereitenden Handlungen tagsüber stattfinden und die Produktion nachts mit einem Minimum an Personal in einer »Geisterschicht« fortgesetzt werden kann.

Daß der Anteil der Arbeitskosten an den Gesamtkosten gesunken ist, hat dazu geführt, daß sich neue Management-Strategien zunehmend auf die Verminderung anderer Kostenfaktoren konzentrieren. Ein zentraler Kostenfaktor, der gegenwärtig bevorzugt aufs Korn genommen wird, ist die *Lagerhaltung*. Auch eine solche Minimierung der Lagerhaltungskosten hat Auswirkungen auf die Struktur der internationalen Arbeitsteilung.

4. Neue Management-Konzepte zur Reduzierung der Lagerhaltung

Die hohen Zinsraten zu Beginn der 80er Jahre haben die Sensibilität des Managements für die Kosten des in Vorräten auf allen Stufen des Produktionsprozesses immobilisierten Kapitals stark erhöht. Neue Management-Konzepte richten sich dann auch vor allem auf eine Verminderung der Vorratshaltung, und zwar auf eine Verminderung

- (a) der Vorräte an Rohstoffen und Zwischenprodukten,
- (b) der Zeit, die Zwischenprodukte zwischen verschiedenen Fertigungsstätten des eigenen Unternehmens unterwegs sind,
- (c) des Materials, das durch fehlerhafte und unbrauchbare Produkte verbraucht wird, und
- (d) der Bestände an fertiggestellten aber noch nicht verkauften Produkten.

Der Vorräte an Rohstoffen und Zwischenprodukten versuchen viele Unternehmen durch »just in time«-Zulieferungen Herr zu werden: Die Zulieferungen werden zeitlich so geplant, daß die Lagerhaltung minimiert werden kann. Ein gutes Beispiel ist die Zusammenarbeit von Daimler-Benz mit dem Hersteller der Autositze, der in unmittelbarer Nähe eine eigene Fertigungsstätte errichtete und die Sitze auf Abruf in genau der Reihenfolge liefert, in der sie für den Einbau benötigt werden.⁶

Eine derartige Koordination erfordert eine ausgezeichnete Kommunikation zwischen Zulieferer und Abnehmer sowie kurze Entfernungen, um die nötige Flexibilität zu gewährleisten. Viele Großunternehmen fordern daher, daß ihre Zulieferer sich im näheren Umkreis der eigenen Fertigungsstätten ansiedeln, — jedenfalls nicht weiter entfernt als »einen Lastwagentag« (Kaplinsky 1984b). Es ist offensichtlich, daß eine solche Strategie sich nicht mit einer Strategie des »global sourcing« vereinbaren läßt.

Was den Transport von Zwischenprodukten zwischen verschiedenen Fertigungsstätten des eigenen Konzerns angeht, sind die Transportkosten selbst zwar zurückgegangen. Einen wesentlichen Kostenfaktor stellen jedoch nicht nur die Transportkosten dar, sondern auch die Zinskosten, die mit langen Reisezeiten des Materials von einer Fertigungsstätte zur anderen verbunden sind, sowie die Kosten der Zwischenlager an beiden Enden der Transportkette, die nötig sind, um Unregelmäßigkeiten in der Zufuhr auffangen zu können. Diese zusätzliche Vorratshaltung macht eine Strategie des »global sourcing« ebenfalls weniger attraktiv. Und unterhöhlt wird die Strategie der Internationalisierung der Produktion schließlich durch die mit den neuen Technologien einhergehenden qualifikatorischen Anforderungen an die Arbeitskraft. Im Rahmen der Umorientierung der Managementkonzepte zielt darauf das »zero mistake«-Konzept, zu dessen Verwirklichung häufig »Qualitäts-Zirkel« eingerichtet werden. In manchen Unternehmen sind bis zu 10 Prozent des gesamten Arbeitskapitals absorbiert durch Rohstoffe und Komponenten, die in fehlerhaften Produkten verarbeitet worden sind, welche entweder weggeworfen oder mit großem Arbeitsaufwand nachgebessert werden müssen. Um eine »Null-Fehler«-Strategie in die Tat umsetzen zu können, sind relativ qualifizierte und motivierte Arbeitskräfte nötig. Dies reduziert die Zahl der Länder, in die die Industrieproduktion eventuell verlagert werden könnte.

Und schließlich geht es dem Management um eine Minimierung der Differenz zwischen produzierten, aber noch nicht verkauften Waren. Zu diesem Zweck versuchen immer mehr Unternehmen, ihre Produktion so direkt als möglich an der Nachfrage zu orientieren und vorzugsweise allein die Mengen zu produzieren, für die bereits Aufträge vorliegen. Diese Strategie erfordert außerordentlich flexible Produktionsprozesse, um die Zeit zwischen Auftragsvergabe und Lieferung kurz zu halten, — was schwieriger wird, wenn die Produktion über verschiedene Länder oder sogar Kontinente verteilt ist und zwischen den Produktionsstätten eine große räumliche Entfernung besteht.

Aus dieser kurzen Beschreibung läßt sich schließen, daß nicht nur der sinkende Lohnanteil an den Gesamtkosten den Anreiz mindert, Produktionsstätten in Niedriglohnländern aufzubauen. Der niedrige Lohnkostenanteil hat seinerseits wiederum zu neuen Management-Konzepten geführt, deren Realisierung ebenso dazu beiträgt, daß sich die Industrieproduktion wieder stärker auf die hochentwickelten Industrieländer konzentriert.

5. Rückkehr der Verlagerungsindustrie in die Industrieländer

Ein niedriger Arbeitskostenanteil an den Produktionskosten sowie Anstrengungen der Unternehmen, ihre Vorratshaltung zu vermindern, sind nur zwei wichtige Faktoren, die dazu beitragen, daß die »run away«-Industrien in der Zukunft einem Standort in den Industrieländern wahrscheinlich den Vorzug geben werden. Eine Reihe von anderen Faktoren wirken in dieselbe Richtung. Sie sollen hier nicht ausführlich erörtert, aber doch wenigstens genannt werden. Zu diesen Faktoren gehören

- (a) die *Gefahr plötzlicher Import-Restriktionen* in Entwicklungsländern als Folge der Schuldenkrise, wodurch die konzerninterne Arbeitsteilung behindert würde;
- (b) die zunehmende *politische Instabilität* in vielen Teilen der »Dritten Welt«;
- (c) *wachsender Protektionismus* in den Industrieländern, der die Produktion in Entwicklungsländern für den Weltmarkt beeinträchtigt;
- (d) *hohe Subventionen* in den Industrieländern, denen größere Beträge zur Verfügung stehen, um internationale Investoren anzulocken, als den meisten Entwicklungsländern;
- (e) der *abnehmende Einfluß der Gewerkschaften* in den Industrieländern, der den Unternehmen ein freieres Schalten und Walten ermöglicht als in der Vergangenheit.

Diese Faktoren verursachen keinen unmittelbaren Rückzug aus den Entwicklungsländern. Auch die Verlagerung von Produktionsstätten aus den Industrie- in die Entwicklungsländer in den 60er und 70er Jahren fand meist nicht in der Form statt, daß hier unmittelbar Fabriken geschlossen und dieselbe Produktion stattdessen in Entwicklungsländern aufgenommen wurde. Stattdessen konzentrierten sich in erster Linie *neue* Investitionen auf Niedriglohnländer. Entstanden dadurch Überkapazitäten, wurden zunächst einmal die teuren Arbeitskräfte in den Industrieländern auf die Straße gesetzt. Damals wie heute geht es eher um einen gleitenden Prozeß. In den Entwicklungsländern errichtete Produktionsstätten werden weiterhin benützt werden, insbesondere dort, wo sie auch für den inländischen Markt produzieren. Aber die künftige Expansion wird vor allem in den Industrieländern stattfinden. Dieser Prozeß hat bereits begonnen, wie zahlreiche Beispiele belegen (Junne 1985).

Die hier angeführten Argumente für die Rückverlagerung ehemals arbeitsintensiver Produktionsprozesse in die Industrieländer bezogen sich in erster Linie auf Investitionsentscheidungen multinationaler Unternehmen. Die Argumentation trifft im Prinzip jedoch ebenso zu für die Wettbewerbsposition inländischer Firmen aus den Entwicklungsländern auf dem

Weltmarkt. Sie müssen dort mit der zunehmend automatisierten Produktion aus den Industrieländern konkurrieren, was ihnen große Mühe bereiten wird. Ein Wachstum der Industriegüterexporte der Entwicklungsländer von jährlich 7,5 Prozent, wie sie selbst das pessimistische Szenario der Weltbank vorhersagt (siehe Tabelle 1), dürfte deshalb schwerlich zu realisieren sein.

III. Biotechnologie: Zunehmende Substitution der Rohstoffausfuhr

Mangelnde Ausfuhrmöglichkeiten bei Industriegütern zwingen die Entwicklungsländer, ihre Rohstoffexporte auszuweiten. Dies gilt nicht für die etablierten »Newly Industrialising Countries« (NICs) Südasiens, die sich leichter an die veränderten Weltmarktbedingungen anpassen und den Prozeß der Fertigungs-Automatisierung in den Industrieländern mitvollziehen können. Davon betroffen ist eher die »zweite Schicht« von NICs, jene Länder, die dem Beispiel der »vier Tiger« (Hong Kong, Singapur, Taiwan, Südkorea) folgen wollten, deren Industrialisierungsprozeß jedoch durch die Veränderung der komparativen Vorteile abgebremst zu werden droht: Länder wie Thailand, Malaysia, Indonesien, die Philippinen oder Ägypten. Daneben sind natürlich all jene Länder unmittelbar von den Veränderungen auf den Rohstoffmärkten betroffen, die nie etwas anderes auf dem Weltmarkt anzubieten hatten als ihre Rohstoffe (dies gilt für viele afrikanische Länder). Ebenso wie die Entwicklung der Mikroelektronik negative Auswirkungen hat auf die Exporte der Entwicklungsländer von Industriegütern, genau so kann sich die Anwendung der Biotechnologie negativ auf ihre Rohstoffexporte auswirken.

1. Durchbrüche in der Biotechnologie

Mikroorganismen (wie Bakterien, Zellen oder Zellteile) sind in der Lage, eine große Fülle unterschiedlicher Stoffe zu produzieren. Unter »Biotechnologie« wird die integrierte Anwendung der Biochemie, der Mikrobiologie und der Prozeßtechnologie verstanden, die darauf gerichtet ist, dieses Vermögen industriell zu nutzen. Seit Jahrhunderten wird die Produktivität von Mikroorganismen in Gärungs- und Fermentationsprozessen zur Herstellung von Lebensmitteln (Brot, Käse, Joghurt, Bier, Wein) genutzt. Seit den 40er Jahren (Antibiotika), vor allem aber seit Beginn der 70er Jahre, wurden die Kenntnisse auf diesem Gebiet beinahe explosionsartig erweitert. 1973 wurde ein Durchbruch erzielt, als es gelang, eine Erbeigenschaft in die Genstruktur (DNA) einer anderen Art einzupflanzen (»genetic engineering«). Diese Manipulationsmöglichkeit erlaubt eine entscheidende Verbesserung traditioneller Fermentations- und Enzyme-Prozesse, da die Mikroorganismen auf bestimmte Verwendungszwecke »hingetrimmt« werden und ihre Produktivität damit um ein Vielfaches gesteigert werden kann. Ein breites Feld der Anwendungsmöglichkeiten für die Biotechnologie bietet sich in der Pharma-Industrie, in der Landwirtschaft, in der Nahrungsmittelindustrie, in der chemischen Industrie, im Bergbau, im Energiesektor, bei der Entwicklung von neuen Materialien und in vielen anderen, noch kaum zu übersehenden Bereichen.

Die Anwendung der Biotechnologie kann die Exportposition der Entwicklungsländer auf dreifache Weise beeinträchtigen, — (a) durch die »Dematerialisierung der Produktion«, (b) durch die Entwicklung neuer Substitute und (c) durch eine bessere Nutzung der in den Industrieländern selbst vorhandenen Rohstoffe. Wie diese Anwendungsbereiche genauer aussehen, soll im folgenden dargestellt werden.

2. Die »Dematerialisierung der Produktion«

Biotechnische Prozesse laufen bei normalen Temperaturen (20°-80° Celsius) und unter normalen Druckverhältnissen ab. Für chemische Prozesse dagegen sind meist hohe Temperaturen und hoher Druck notwendig. Ein biotechnischer Weg zur Herstellung derselben Endprodukte erfordert darum in der Regel viel weniger Energie als chemische Prozesse.

In der Landwirtschaft läßt sich die Biotechnologie für die Züchtung neuer Pflanzensorten heranziehen, die es erlauben, auf derselben Oberfläche mehr Nahrungsmittel zu erzeugen. Die Pflanzen werden weniger Düngemittel und Schädlingsbekämpfungsmittel nötig haben. Weniger Geräte werden für die Unkrautbekämpfung nötig sein. Weniger Nahrungsmittel werden nach der Ernte verderben. Pflanzen lassen sich mit Hilfe der Biotechnologie vollständiger nutzen. Vom Mais können z.B. nicht nur die Körner für die Zuckerproduktion verwendet werden, sondern auch die *Maiskolben* (Drazic/Nozic 1984). Bei Weizen läßt sich das Stroh für die Herstellung eines proteinreichen Viehfutters verwenden. Baumwoll-Ernteauffälle lassen sich in Glucose umsetzen, die sich in der pharmazeutischen wie in der Nahrungsmittelindustrie verwenden läßt. Kleine Mengen des biotechnischen Süßstoffes *Aspartame* können große Mengen Zucker ersetzen.

Die Entwicklung der Biotechnologie ermöglicht es, die landwirtschaftliche Produktion direkter auf die Molekülstrukturen zuzuschneiden, die den gewünschten Effekt bringen (Versorgung mit Proteinen, Süßen), und den dabei anfallenden »Abfall« zu beschränken. Ergebnis dieser Entwicklung wird sein, daß für die Produktion des gleichen Gebrauchswertes ein viel geringeres Inputvolumen notwendig ist. Der Begriff »Dematerialisierung« ist natürlich übertrieben. Produkte lassen sich nicht aus dem Nichts schaffen. Aber in Zukunft wird weniger Ausgangsmaterial (Land, Energie) als in der Vergangenheit und Gegenwart ausreichend sein, um dieselbe Gebrauchswertmenge hervorzubringen und dieselben Bedürfnisse zu befriedigen.

3. Die Entwicklung neuer Substitute

Abgesehen davon, daß weniger Rohstoffe erforderlich sein werden, um den gleichen Effekt zu erzielen, bringt die Entwicklung der Biotechnologie eine zunehmende *Auswechselbarkeit* unterschiedlicher Rohstoffe mit sich. Die gleichen Endprodukte können im Prinzip aus Öl, Zucker, Mais, Stroh, Milch oder selbst Hausmüll produziert werden. Daraus ergeben sich eine Fülle von Substitutionsmöglichkeiten (wobei natürlich nicht alles, was technisch möglich ist, sich auch als profitabel erweist).

Ein deutliches Beispiel für die zunehmende Austauschbarkeit landwirtschaftlicher Rohstoffe untereinander sowie von landwirtschaftlichen Rohstoffen und Petrokarbonaten liefert der Zucker. Zucker wird gegenwärtig in großem Maßstab durch »High Fructose Corn Syrop« (HFCS) ersetzt, der aus Mais-Basis gewonnen wird, aber auch aus Kartoffeln oder Kassaive hergestellt werden könnte. In den USA wurden 1981 rund 1,8 Mio. Tonnen Importzucker durch HFCS ersetzt, in Japan rund 400 000 Tonnen (Crott 1982, 176/179). Die USA importieren noch immer 4 Mio. Tonnen Zucker (und Japan etwa 1,7 Mio.), aber ein erheblicher Teil hiervon wird in der Zukunft wahrscheinlich ebenfalls durch HFCS oder andere biotechnologische Süßstoffe (wie Aspartame) verdrängt werden. Die Folge hiervon ist, daß die Zuckerpreise auf dem Weltmarkt den niedrigsten Stand seit dem Zweiten Weltkrieg aufweisen und viele stark vom Zuckerexport abhängigen Länder in eine ernste Krise geraten sind.

Zuckerexporte können kaum mehr als Devisenquelle gelten. Die Exporteinnahmen aus dem Zuckerexport sind in den Philippinen z.B. von 657 Mio. \$ im Jahre 1980 auf 316 Mio. \$ im Jahre 1983 gesunken. Für 1984 wurden nicht mehr als 93 Mio. \$ erwartet. Diese Entwicklung hat dramatische soziale Folgen. Zucker ist eine der arbeitsintensivsten »cash crops«. Rund 50 Mio. Menschen in den Entwicklungsländern leben von der Zuckerproduktion, rund 15-20 Mio. unter ihnen vom Zucker-Export.⁷

Während der Zucker einerseits in seiner Funktion als Süßstoff durch Mais verdrängt wird, wird Zucker selbst zunehmend für die Produktion von Alkohol herangezogen, der als Ersatz für Benzin gebraucht wird. In Brasilien überschritt die Zahl der Autos, die ausschließlich mit Alkohol als Treibstoff fahren, im September 1983 die Zahl von einer Million (Borges u.a. 1984, 11/17).

Der Zuckermarkt demonstriert, welche Entwicklung sich eventuell auch auf anderen Märkten abspielen könnte. Dem Soja-Markt könnte eines Tages ein ähnliches Schicksal beschieden sein. Die Sojaproduktion hat in den letzten Jahren stark zugenommen, und Soja ist zur erfolgreichsten »cash crop« der jüngsten Vergangenheit geworden. Wenn jedoch die Preise für die Herstellung von »Single Cell Protein« (SCP) einmal fallen sollten (SCP wird aus Methanol hergestellt, kann aber auch aus landwirtschaftlichen Abfällen produziert werden), dann könnte auch dieser Markt einstürzen. Bisher ging von der SCP-Produktion keine nennenswerte Konkurrenz für den Soja-Anbau aus, im Gegenteil: Soja-Produkte waren so billig, daß die europäischen Konzerne Hoechst und BP ihre SCP-Pläne auf Eis gelegt haben, weil sie gegen die billigen Soja-Erzeugnisse nicht konkurrieren konnten.

Die technologische Entwicklung schreitet jedoch weiter fort. In der Sowjetunion (die auf diesem Wege versucht, unabhängiger zu werden von den Getreideimporten aus den USA) werden gegenwärtig bereits mehr als 1 Mio. Tonnen SCP pro Jahr hergestellt (Cantley 1984, 41). Während die Soja-Produktion kaum mehr billiger werden kann, kann die technologische Entwicklung den Preis der SCP-Produktion noch derart senken, daß die Soja-Exporte (vor allem aus Brasilien) einen scharfen Einbruch erleben.

4. Bessere Nutzung lokaler Rohstoffe

Die bisher genannten Beispiele für neue Substitute betrafen lediglich landwirtschaftliche Rohstoffe. Auch der Export von Öl und Metallerzen kann jedoch durch die Entwicklung der Biotechnologie beeinflusst werden. Die Anwendung der Biotechnologie hat die Erschließung von Erzen mit niedriger Konzentration mit Hilfe von »bacterial leaching« verbessert, trägt zur Entwicklung neuer Ölförderungsverfahren bei und ermöglicht neue Recycling-Techniken.

(a) Nutzung von Erzen mit niedriger Konzentration

Bakterien können Metalle aus Erzen lösen. Ihr Stoffwechsel fördert die Entstehung von Laugen, die sonst nicht lösliche Minerale aus dem Erz herauswaschen. Auf diese Weise lassen sich z.B. Kupfer, Zink, Nickel und Blei gewinnen (Warhurst 1983, 42). Gegenwärtig wird in den USA bei rund 15 Prozent der Kupferproduktion von diesem Verfahren Gebrauch gemacht (De Ingenieur, 21-5-81, 18). In Canada wird »bacterial leaching« in der Uranförderung eingesetzt.⁸

»Bacterial leaching« kann auch benützt werden, um wertvolle Rohstoffe aus den Abraumhalten von Erzen zu gewinnen. Bei einer weiteren Entwicklung der Technik lassen sich even-

tuell zahlreiche Erzvorkommen in den Industrieländern kostengünstig erschließen. Eine Reihe von strategischen Grundstoffen wie Cobalt oder Platin könnten eventuell in den USA selbst gefördert werden. In der Bundesrepublik ließen sich eventuell die großen Kupferschiefer-Felder Hessens verwerten, die Millionen Tonnen Kupfer und andere Metalle enthalten. Wegen des niedrigen Erzgehalts wurde die Förderung mit traditionellen Bergbaumethoden 1955 aufgegeben (Mining Journal, 1-10-82, 230).

Da »Bioleaching« keine Umweltverschmutzung erzeugt (solange sich der Prozeß kontrollieren läßt), würde die Erschließung der Bodenschätze auch in dicht besiedelten Ländern auf weniger Widerstand stoßen als traditionelle Bergbau- und Verarbeitungsverfahren. Die Trennung der Minerale vom Gestein würde mit Hilfe der Biotechnologie auch weniger Energie erfordern als für traditionelle Verfahren nötig ist.

(b) Intensivierte Ölförderung

Traditionelle Methoden der Ölförderung lassen rund zwei Drittel der ursprünglich im Boden befindlichen Ölreserven in der Erde. Biotechnologie kann auf verschiedene Weise einen Beitrag dazu leisten, den Anteil des geförderten Öls an den gesamten Reserven zu erhöhen, — einerseits durch die Produktion von Chemikalien, die dem Wasser beigesetzt werden, mit dem man versucht, das im Gestein enthaltene Öl an die Oberfläche zu spülen, andererseits durch die Manipulation von Bakterien auf eine Weise, daß diese selbst unter Tage die natürlichen Bedingungen derart verändern, daß größere Mengen Öl zum Bohrloch gedrückt werden (vgl. Moses 1983, 415-422).

Die Ölförderung mit Hilfe von chemischen Zusätzen ist im Vergleich zu anderen Methoden noch kaum entwickelt, und es ist noch kein Durchbruch erzielt, der Erwartungen erlauben würde, daß derartige Methoden in großem Maßstab vor 1990 angewendet werden könnten. Für rund 30 Prozent der gesamten Weltvorräte an leichten und mittelschweren Ölen ist »chemical flooding« jedoch die einzige Methode, um den Ertrag zu steigern. Langfristig wird dieses Potential darum als sehr bedeutend angesehen (Shell Technology 2/1982, 6).

Techniken der intensivierten Ölförderung werden wahrscheinlich zuerst in den USA Anwendung finden, weil sich dort die meisten Bohrlöcher befinden, die mit den traditionellen Techniken kein Öl mehr zutage fördern. Es wird erwartet, daß dort in den Jahren nach 1995 noch einmal 2-7 Billionen Barrel gewonnen werden können, wenn dem Injektionswasser, das das Öl zu den Bohrlöchern treiben soll, Polymere zugesetzt werden (Shell-Venster, Juni 1983, 16).

(c) Erneuerbare Energiequellen

Biotechnologie kann auf mehrfache Weise zur Deckung des Energiebedarfs beitragen: durch die Entwicklung energiesparender Produktionsmethoden (siehe oben), durch eine bessere Nutzung der traditionellen Energiequellen (intensivierte Ölförderung), aber auch durch die Nutzung neuer erneuerbarer Energieträger in der Form von Biogas und Biomasse. Obwohl in den Industrieländern diese Energiequellen kaum in großem Umfang genutzt zu werden versprechen, können sie doch in bestimmten Regionen einen Beitrag zur Energieversorgung leisten. In der Landwirtschaft kann Biogas verstärkt zur Deckung des eigenen Energiebedarfs herangezogen werden, und in Gegenden mit ausgedehnten Waldbeständen kann Holz zur Energiegewinnung dienen (vgl. Wood Production 1982). In Schweden und Kanada zeigt man Interesse für die Herstellung von Methanol aus Holz als Treibstoffzusatz, um die Abhängigkeit von Öl zu vermindern (Shell Nederland 1983, 5).

(d) Verbesserte Recycling-Technologie

Eines der ersten Anwendungsgebiete der Biotechnologie ist die Abfallverarbeitung gewesen, bei der in vielen Fällen Energie freigesetzt wird. Aus giftigem Abfall können obendrein mit Hilfe biotechnologischer Verfahren einerseits wertvolle Rohstoffe (z.B. Metalle) zurückgewonnen werden, andererseits kann der übrig bleibende Abfall dadurch entgiftet und damit anderen Nutzungsweisen zugeführt werden (z.B. Verwendung als Kompost). Mit verbesserten Recycling-Methoden können viele Regionen zu ihrer eigenen wichtigsten Rohstoffquelle werden.

Die verschiedenen Methoden einer besseren Nutzung des regionalen Potentials werden in den nächsten Jahren wahrscheinlich weiter verbessert. Sie werden viele Regionen von Rohstoffimporten unabhängiger machen. Dies wird — in längerer Sicht — negative Auswirkungen auf die Rohstoffexporte der Entwicklungsländer mit sich bringen.

5. Auswirkungen auf die Rohstoffexporte

Die tendenzielle »Dematerialisierung der Produktion«, die Entwicklung neuer Substitute und eine bessere Nutzung lokaler Rohstoffquellen wird die Rohstoffexporte der Entwicklungsländer negativ beeinflussen, doch läßt sich über Tempo und Ausmaß dieses Prozesses noch wenig sagen. Aber abzusehen ist, daß beinahe alle Rohstoffe durch diese Entwicklung tangiert werden. Da die Biotechnologie die wechselseitige Substituierung der verschiedenen Rohstoffe fördert, geht von ihr wahrscheinlich allgemein ein Druck auf die Rohstoffpreise aus: Alle Rohstoffpreise werden fortwährend mit den Preisen für das billigste Substitut verglichen. Jede technische Entwicklung, die sich in der effizienteren Nutzung eines Rohstoffes niederschlägt, hat damit Auswirkungen auf das gesamte Preisgefüge an den Rohstoffmärkten. Ausschläge in der Preisentwicklung finden eher nach unten als nach oben statt, weil die Preise für mögliche Substitute Preissteigerungen begrenzen. Die Bildung von Rohstoffkartellen zur Durchsetzung höherer Preise wird erschwert, weil der Verhandlungsspielraum durch die Substituierbarkeit einzelner Rohstoffe von vornherein begrenzt ist: Preiserhöhungen können sogar kontraproduktiv wirken, wo sie zu einer langfristigen Umorientierung der Käufer führen.

Auch *Rohstoff-Abkommen* zwischen Exporteuren und Importeuren zur Stabilisierung des Preisniveaus werden durch die skizzierte Entwicklung erschwert. Wenn die Preisdifferenzen zu den möglichen Substituten nicht groß sind, dann müssen die Substitute bei jeder Regelung mit einbezogen werden, sonst läßt sich der Marktpreis nicht stabilisieren. Je mehr Anbieter mit unterschiedlichen Interessen jedoch an derartigen Verhandlungen teilnehmen, desto unwahrscheinlicher ist ein positives Resultat. Die Substituierbarkeit von Zucker und Mais war z.B. eine der Fragen, die bei den Verhandlungen über ein neues Weltzuckerabkommen im Jahre 1984 unüberwindliche Probleme mit sich brachten. Die Verhandlungen sind dann auch gescheitert.

Diese Verhandlungen fallen in eine Periode, die ohnehin bereits durch Überschuß-Produktion, durch eine Fülle unerschlossener Lagerstätten, die auf die Erschließung warten, durch ein niedriges Preisniveau und verlustbringende Bergbau-Aktivitäten in vielen Ländern der Erde (Waelde 1984, 52) gekennzeichnet ist. Vor diesem Hintergrund erscheinen selbst die bescheidenen Erwartungen der Weltbank hinsichtlich der künftigen Rohstoffexporte noch überoptimistisch.

IV. Schlußfolgerungen für Entwicklungsstrategien

Wenn die Schlußfolgerungen in den beiden vorangehenden Abschnitten zutreffend sind und selbst das pessimistische Weltbankszenario noch zu optimistisch sein sollte, dann hat dies weitreichende Folgen für die Entwicklungsperspektiven der Entwicklungsländer. Bleiben die Exporte hinter den Erwartungen zurück, dann vermindert sich einerseits ihre Importkapazität, andererseits geraten viele von ihnen bei der Schuldentrückzahlung in Verzug. Was dies für die Reproduktion des monetären Weltmarktes bedeutet, kann hier nicht untersucht werden. Aber nach den Konsequenzen dieser technologischen Neuerungen für die Entwicklungsstrategien soll gefragt werden:

Welche Handlungspielräume bleiben den Entwicklungsländern? Wie sollen sie sich gegenüber den neuen Technologien verhalten? Können sie sie ignorieren? Können sie sie kopieren? Können sie sie an ihre eigenen Bedürfnisse anpassen?

Sie einfach zu ignorieren, würde wenig helfen. Mit den *Folgen* der Anwendung in den *Industrieländern* werden die Entwicklungsländer in jedem Fall konfrontiert. Ihr Exportpotential wird beeinträchtigt durch Veränderungen, die sie selbst kaum beeinflussen können. Was den Entwicklungsländern in dieser Situation zu tun bleibt, ist (1) die sich anbahnenden Veränderungen in der internationalen Arbeitsteilung zu *antizipieren*, (2) dementsprechend *eigene Prioritäten* für die Entwicklung des beschränkten inländischen wissenschaftlich-technologischen Potentials zu setzen, (3) die neuen Technologien so weit irgend möglich *für die Lösung der eigenen Probleme fruchtbar zu machen*, und (4) hierbei intensiv *mit anderen Entwicklungsländern zusammenzuarbeiten*, um die mageren eigenen Mittel so effektiv wie möglich einzusetzen.

1. Antizipation von Veränderungen in der internationalen Arbeitsteilung

Wenn die Entwicklungsländer schon keinen Einfluß auf die Richtung der technologischen Veränderung im »Norden« haben, können sie doch die wahrscheinlichen Auswirkungen antizipieren und sich darauf einstellen. Das bedeutet, daß sie sich von exportorientierten Entwicklungsstrategien abkehren. Andernfalls riskieren sie die Investition großer (häufig geliehener) Summen in teure Infrastrukturprojekte und den Ankauf von Investitionsgütern für die Exportproduktion, während sich kein Markt für die geplanten Produkte finden läßt. Natürlich ist eine solche pauschale Aussage nicht statthaft. Sie gilt nicht unbedingt für alle Produkte. Die skizzierte Entwicklung der internationalen Arbeitsteilung legt es jedoch nahe, Exportperspektiven mit größter Skepsis zu beurteilen.

In dem Maße, in dem die Importkapazität abnimmt, wird sich wahrscheinlich auch die Zusammenstellung der Importe verändern. Importe, die sich nicht ohne weiteres reduzieren lassen, sind Importe der Waren, die der Befriedigung der Grundbedürfnisse dienen: vor allem Nahrungsmittel, aber auch Rohstoffe zur Aufrechterhaltung der Produktion für den inländischen Markt. Wenn andere Importe beschnitten werden müssen, steigt automatisch der Anteil von Nahrungsmitteln und Rohstoffen an den verbleibenden Importen. Jede Strategie der Importsubstitution, die darauf gerichtet ist, so viel knappe Devisen wie möglich für den Ankauf von Maschinen und technischem know-how zu reservieren, muß darum bei der Substitution der Einfuhr von Rohstoffen und Nahrungsmitteln ansetzen. Im Vordergrund sollte deshalb bei der nächsten Phase der Importsubstitution nicht die Substitution der Industriegüterimporte stehen, sondern die Substitution der Primärgüterimporte, auf die ein zunehmender Anteil des gesamten Importpakets zu entfallen droht.

2. Prioritäten für eine eigene Forschungs- und Technologiepolitik

Wenn der Verminderung der Importe von Nahrungsmitteln und Rohstoffen eine hohe Priorität zukommt, dann sollten die Technologien mit Vorrang entwickelt werden, die einen Beitrag zur Steigerung der Nahrungsmittel- und Rohstoff-Produktion leisten können. Zwar ist die Nahrungsmittel-Produktion häufig in erster Linie eine Frage der gesellschaftlichen Organisation und nicht so sehr ein technologisches Problem, doch können bessere Technologien (und verbesserte Pflanzensorten) durchaus einen Beitrag leisten, um Engpässe aufzulösen und die Gesamtproduktion zu steigern.

Um die Einfuhr von Nahrungsmitteln und Rohstoffen zu senken, können die gleichen Technologien hilfreich sein, die in den entwickelten Ländern entstanden sind, um deren Importe einzuschränken. Biotechnologie, deren Anwendung eine der Ursachen für die verschlechterte Exportposition der Entwicklungsländer sein wird, kann vielen Entwicklungsländern auch helfen, die eigene Außenhandelsbilanz wieder ins Gleichgewicht zu bringen und die Importabhängigkeit bei lebenswichtigen Gütern zu vermindern. Während die Automatisierung der Industrieproduktion und die Anwendung der Mikroelektronik in neuen Produkten in den meisten Entwicklungsländern von sekundärem Interesse sein sollte, bietet die Biotechnologie viel mehr Möglichkeiten zur Befriedigung der Grundbedürfnisse. In den meisten Ländern der »Dritten Welt« sollte der Biotechnologie darum eine *höhere Priorität* eingeräumt werden als der Mikroelektronik.

3. Anpassung der Technologie an die eigenen Bedürfnisse

Bei der Anwendung der Biotechnologie in Entwicklungsländern kann es nicht darum gehen, die ausgetretenen Pfade zu betreten, die in den Industrieländern eingeschlagen worden sind. In den Industrieländern wird mehr als die Hälfte der Forschungsgelder für Biotechnologie für neue Medikamente und Diagnostika ausgegeben, vor allem zur Behandlung von »teuren« Krankheiten. Entwicklungsländer sollten sich stattdessen viel stärker auf die Anwendungsmöglichkeiten in der Landwirtschaft konzentrieren. Einer der Vorteile der Biotechnologie ist, daß die neuen Pflanzensorten, die sich mit ihrer Hilfe entwickeln lassen, nicht unbedingt die gleichen Probleme aufweisen wie die Sorten, die im Rahmen der »Grünen Revolution« entwickelt worden sind. Im Gegenteil: Es lassen sich neue Sorten züchten, die *weniger* Bewässerung nötig haben, *weniger* Schädlingsbekämpfungsmittel etc. Aber wie die neuen Sorten der »Grünen Revolution« werden sie teurer sein als das traditionelle Saatgut, und es wird ein Kreditsystem nötig sein, um die neuen Sorten einzuführen. Wenn aus den Problemen der »Grünen Revolution« nichts gelernt wurde, dann droht damit eine weitere Konzentration des Landbesitzes und/oder ein Scheitern der Anwendung der Biotechnologie in der Landwirtschaft.

Außer der Anwendung der Biotechnologie in der Landwirtschaft ist auch deren Einsatz im Bergbau für einige Entwicklungsländer interessant. »Bacterial leaching« könnte ihnen ebenso wie den Industrieländern bei der Erschließung von Lagerstätten von relativ geringer Konzentration helfen. Einige Erfahrungen auf diesem Gebiet bestehen bereits in Lateinamerika (Warhurst 1984). Ein Vorteil dabei ist, daß die Technologie an sich relativ einfach ist. Obendrein sind die Industrieländer auf diesem Gebiet auch noch nicht so fortgeschritten, so daß Erfahrungen in diesem Sektor gegen know-how auf anderen Gebieten getauscht werden könnten.

4. Technische Kooperation zwischen Entwicklungsländern

Das wissenschaftliche Potential der Entwicklungsländer ist, von wenigen Ausnahmen abgesehen, freilich gering. Auf einem derart komplexen interdisziplinären Gebiet wie der Biotechnologie, auf dem es selbst in hochentwickelten Industrieländern wie Frankreich an den nötigen Spezialisten fehlt, haben die wenigen Wissenschaftler der »Dritten Welt« häufig schon alle Hände voll zu tun, um nachzuvollziehen, was auf den sie am meisten interessierenden Teilgebieten in den Industrieländern geschieht.

Den Entwicklungsländern bleibt darum gar keine andere Wahl als mit anderen Ländern zusammenzuarbeiten und Netzwerke enger Kommunikation zwischen verschiedenen Forschungszentren aufzubauen. Dies ist sehr schwierig, denn jeder einzelne Wissenschaftler wird wahrscheinlich einen Aufenthalt an einem der prestigereichen »Centres of excellence« in den Industrieländern den Vorzug geben gegenüber einem Besuch eines anderen Zentrums in einem Entwicklungsland. Aber ein längerer Aufenthalt in einem der Industrieländer bringt häufig die Gefahr des *brain drain* mit sich und damit eines Technologietransfers aus dem Entwicklungs- in das Industrieland statt in der umgekehrten Richtung. Im Falle der Zusammenarbeit *zwischen* Entwicklungsländern ist diese Gefahr weniger groß.

Die Biotechnologie eignet sich besser als Gegenstand der Zusammenarbeit zwischen Entwicklungsländern als die Mikroelektronik. Die Entwicklung der Mikroelektronik ist oft auf Anwendungsgebiete gerichtet (Exportprodukte oder Produktionsprozesse für die Exportproduktion), auf denen die Entwicklungsländer miteinander konkurrieren. Dagegen läßt sich die Biotechnologie vor allem auf die Verbesserung der lokalen Nahrungsmittel- und Rohstoff-Versorgung ausrichten, so daß nicht die gleiche Konkurrenz zwischen den Entwicklungsländern zu befürchten ist.

5. Schlußbemerkung

In vielen Entwicklungsländern wird Technologiepolitik gegenwärtig ebenso großgeschrieben wie in den Industrieländern. Die Ausgangspotentiale sind jedoch ungleich geringer, die restriktiven Rahmenbedingungen viel einengender. Unter diesen Bedingungen sind eindeutige Prioritäten noch wichtiger als in den Industrieländern. Eine skeptische Einschätzung der Weltmarktentwicklung führt zu der Schlußfolgerung, daß gerade jenen Technologien Priorität eingeräumt werden sollte, die die Abhängigkeit vom Weltmarkt bei Basisprodukten vermindern könnten. Die Biotechnologie könnte hierzu einen Beitrag leisten. Erleichtert wird eine solche Entscheidung durch den Umstand, daß biotechnologische Forschung relativ billig ist. Die Anwendung der Ergebnisse in der Landwirtschaft mit positiveren Folgen als die »Grüne Revolution« setzt freilich in den meisten Ländern eine Agrarreform voraus, die diesen Namen wert ist. Die Krise der Integration vieler Entwicklungsländer in den Weltmarkt kann den Prozeß gesellschaftlicher Umwälzungen, der hierfür die Voraussetzung darstellt, beschleunigen. Eine stärkere Betonung von Technologien, die eine unabhängige Entwicklung erleichtern, könnte zudem die Anfälligkeit progressiver Regime, die zur Durchsetzung einer Veränderung der Agrarstruktur notwendig wären, gegenüber Interventionen aus dem Ausland vermindern.

Anmerkungen

- 1 Eine ausführlichere Beschreibung der beiden Szenarien enthält Kapitel 3 des Welt-Entwicklungsberichtes (Weltbank 1984, 34-50).
- 2 Selbstverständlich fallen unter den Sammelbegriff 'Entwicklungsländer' sehr unterschiedliche Gesellschaftsformationen. Wenn hier an dem Begriff festgehalten wird, dann einmal, weil internationale Statistiken diesen Begriff zugrunde legen. Zum anderen wirken die hier behandelten Veränderungen in den verschiedenen Entwicklungsländern in die gleiche Richtung, wenn auch mit unterschiedlicher Intensität.
- 3 Eine ausgezeichnete empirische Analyse der Internationalisierungsmuster in der Automobilindustrie hat Olle (1985) kürzlich vorgelegt.
- 4 Olle betont zu Recht, daß die Vorteile der Massenproduktion für verschiedene Komponenten unterschiedlich beurteilt werden müssen. Einer Studie des Centres of Transnational Corporations der Vereinten Nationen zufolge beträgt der Minimumumfang einer effizienten Produktion z.B. 250 000 beim Lackieren von Karosserieteilen, aber 1 Million Einheiten beim Guß von Motorblöcken; siehe Olle 1985, 23.
- 5 In der Fabrik von Hewlett Packard in South Queensbury, die Gebrauch macht von »computer integrated manufacturing«, werden 840 verschiedene Computer-Leiterplatten auf der gleichen Fertigungsstraße zusammengesetzt. Dabei umfaßt die *Losgröße manchmal nicht mehr als 10 Einheiten*. — Financial Times, 20. Mai 1985.
- 6 Dazu heißt es im Daimler Benz Geschäftsbericht von 1984 (S. 36/37): »Die Werke unseres Lieferanten arbeiten — durch Datenaustausch verbunden — im gleichen Fertigungstakt wie unsere Pkw-Werke Sindelfingen und Bremen. Dadurch kann der Zulieferer die Sitzanlagen in der Reihenfolge fertigen und anliefern, in der sie in unserer Fahrzeugmontage benötigt werden. Ein Lagerbestand an fertigen Sitzen ist deshalb weder bei uns noch beim Lieferanten erforderlich.«
- 7 Die Schätzung beruht auf einer Produktion von 3 Mio. t Zucker in Mexiko, von der 6 Mio. Menschen abhängen (*El Nacional*, 14. Februar 1984, S. 1) und einer Produktion von 2,5 Mio. t in den Philippinen, von der rund 3 Mio. Menschen abhängig sind.
- 8 Mitteilung des *Canada Centre for Mineral and Energy Technology*.

Literatur

- Borges, U. et al., 1984 — *Proalcool*. Analyse und Evaluierung des brasilianischen Biotreibstoffprogramms, Saarbrücken (Breitenbach).
- Bylinsky, G., 1982 — The Battle for America's Sweet Tooth, in: *Fortune*, July 26, 28-32.
- Bylinsky, G., 1983 — The Race to the Automated Factory, in: *Fortune*, February 21, 52-64.
- Cantley, M.F., 1984 — Biotechnology in the U.S.S.R., in: E.H. Houwink (ed.), *A Realistic View on Biotechnology*, Frankfurt (European Federation of Biotechnology), 40-43.
- Crott, R., 1982 — A Case-Study of the Impact of Biotechnology: Isoglucose. Economic and Political Aspects, in: *L'Impact des Biotechnologies sur le Tiers Monde*. Colloque organisé dans le cadre du Programme FAST de la Commission des Communautés Européennes en coopération avec le CNRS et l'UNESCO, 2-4 février 1982, Paris, 163-186.
- Drazic, M., R. Nozicic 1984 — Saccarification of Corn Cobs Using Miced Enzyme Systems, in: *Third European Congress on Biotechnology*, vol. II, Munich, 87-91.
- Freeman, C., Clark, J., Soete, L., 1982 — *Unemployment and Technical Innovation*. A Study of Long Waves and Economic Development, London (Frances Pinter).
- Fröbel, F., Heinrichs, J., Kreye, O., 1977 — *Die neue internationale Arbeitsteilung*. Strukturelle Arbeitslosigkeit in den Industrieländern und die Industrialisierung der Entwicklungsländer, Reinbek (Rowohlt).

- Gooding, K., 1984a — A Cultural Revolution at GM, in: *The Financial Times*, November 14.
- Gooding, K., 1984b — Ford's 'do it only once' Approach, in: *The Financial Times*, November 16, 10.
- Junne, G., 1985 — Automation in the North: Consequences for Developing Countries' Exports, in: *International Yearbook of Political Economy*, im Erscheinen.
- Kaplinsky, R., 1982 — *Computer-Aided Design*. Electronics, Comparative Advantage and Development. A UNIDO Study, London (Frances Pinter).
- Kaplinsky, R., 1984a — *Automation*. The Technology and Society, London (Longman).
- Kaplinsky, R., 1984b — Electronics-Based Automation Technologies and the Onset of Systemofacture: Some Implications for Third World Industrialization, to be published in *World Development*, Special Issue on the Impact of Electronics in the Third World.
- Mensch, G., 1979 — *Stalemate in Technology*. Innovations Overcome the Depression, Ballinger.
- Minerals and Microbiology, in: *Mining Journal*, vol. 299, no. 7676, 229-231.
- Moses, V., 1983 — Microbes and Oil Recovery: An Overview, in: *Biotech 83*. Proceedings of the international conference on the commercial applications and implications of biotechnology, Northwood Hills (Online Conferences Ltd.), 415-422.
- Nasar, S., 1984 — Good News Ahead for Productivity, in: *Fortune*, December 10, 30-41.
- Nelson, R.R., Winter, S.G., 1977 — In Search of a Useful Theory of Innovation, in: K.A. Stroetman (ed.), *Innovation, Economic Change and Technology Policies*, Basel (Birkhaeuser Verlag), 36-76.
- Olle, W., 1985 — Internationalisierungsstrategien in der deutschen Automobilindustrie, Auftragsstudie für den Ausschuß für entwicklungsbezogene Bildung und Publizistik (ABP), Frankfurt, Freie Universität Berlin, Forschungsstelle Sozial-Ökonomik der Arbeit, *FSA print*, Februar.
- Shell Nederland B.V., 1983 — *Alternatieve brandstoffen voor het wegvervoer*, February.
- Waelde, T., 1984 — Third World Mineral Development: Recent Literature, in: *The CTC Reporter* (Centre on Transnational Corporations), No. 17 (Spring), 52-57.
- Warhurst, A.C., 1984 — The Application of Biotechnology in Developing Countries: The Case of Mineral Leaching with Particular Reference to the Andean Pact Copper Project, UNIDO (IS.450), 7 March.
- Weltbank 1984 — World Development Report, Washington.
- Widl, G., 1983 — Situation am Markt, in: T. Martin (Hrsg.), *Neuer Förderimpuls auf dem Gebiet Industrieroboter*. Ergebnisse eines Fachgesprächs, Karlsruhe (Kernforschungszentrum Karlsruhe).
- Wood Production and Conversion in Eastern Ontario*, Report prepared for the Ontario Ministry of Energy by Peat, Marwick and Partners, Toronto, March 1982.