

Carmen Baumeler

Biotechnologie und Globalisierung: Eine Technikfolgenabschätzung

Lizentiatsarbeit Universität Zürich. Eingereicht bei

Prof. Dr. Volker Bornschier, 1999

18

Inhalt

Einleitung	2
1. Technikfolgenabschätzung und Technikbewertung	18
2. Was sind biotechnische Rohstoffsubstitutionen?	30
3. Das globalisierte Weltsystem	43
4. Akteure im Bereich der Biotechnologie	57
5. Fallbeispiel einer biotechnischen Rohstoffsubstitution	66
6. Die Szenariogestaltung	74
7. Technikbewertung in einer globalisierten Welt	104
8. Schlussfolgerung	110
Bibliographie	114
Anhang	124

Einleitung

„Genfood“, „Klonen“, „transgene Tiere“, „Genpharming“ und „Gentherapie“ - Wortneuschöpfungen im Zeitalter der Gentechnologie, die in den alltäglichen Sprachgebrauch übergingen. Auch der Name „Dolly“ wird heute eher mit einem geklonten Schaf als mit einer Puppe in Verbindung gebracht. Die Gentechnologie ist aber nur *ein* Fachgebiet der Biotechnologie. Nebst den spektakulären Manipulationen an der Desoxyribonucleinsäure (DNS) gibt es weitere Biotechniken, denen - befreit vom ethischen Diskurs - weniger Beachtung zukommt. Diese Biotechniken, wie zum Beispiel Enzym- oder Gewebekulturtechniken, bergen ebenfalls ein nicht zu verachtendes Potential. Dieses Potential soll in dieser Arbeit untersucht werden.

Die *Biotechnologie* gilt - ähnlich wie die Informations- und Kommunikationstechnologien - als Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts. Insofern werden grosse Erwartungen in diesen Wachstumsmotor gesetzt. Die Diffusion der Informations- und Kommunikationstechnologien rückt das Weltsystem als angemessenen Bezugsrahmen in den Vordergrund. Neue Technologien machen nicht an nationalstaatlichen Grenzen halt: Es wird angenommen, dass gerade der Prozess der *Globalisierung* auch ursächlich durch die Informations- und Kommunikationstechnologien begründet wird. Da diese Technologien nachweislich bereits Weltsystemstrukturen verändert haben, liegt die Frage nahe, ob auch die Biotechnologie fähig ist, Veränderungen im - auch durch die Globalisierung geprägten - Weltsystem hervorzurufen.

Die Biotechnologie wird in bezug auf das Weltsystem unterschiedlich diskutiert: Während gewisse Forscher betonen, dass nur transgene Pflanzen die Ernährungssicherheit einer ständig wachsenden Weltbevölkerung aufgrund höherer Erträge sicherstellen können (Potrykus 1998: 15), wird der Erfindung von *biotechnischen Rohstoffsubstituten* weniger Publizität zu teil: Bestimmte Biotechniken machen es möglich, tropische Rohstoffe zu substituieren. Mittels Innovationen im Bereich der Biotechnologie ist es Firmen industrialisierter Staaten gelungen, Agrarrohstoffe der (semi)peripheren Länder im eigenen Labor zu substituieren und so auf dem Weltmarkt im Bereich der Exportgüter peripherer Staaten zu konkurrenzieren.

Es stellt sich die Frage, welche *Folgen* eine grössere Einführung von biotechnischen Rohstoffsubstituten im Weltsystem haben wird. Wird es aufgrund dieser neuen Technik zu einer Aufwärts- und Abwärtsmobilität im Weltsystem kommen und wie sehen die Verteilungseffekte aus? Das Ziel dieser Untersuchung ist folglich die Beantwortung der Fragestellung:

„Können biotechnische Rohstoffsubstitutionen die - auch durch die Globalisierung geprägte - Weltsystemstruktur verändern?“

In den 1970er Jahren wurde ein biotechnisches Rohstoffsubstitut entwickelt, das im darauffolgenden Jahrzehnt zu einer ersten grösseren Substitution geführt hat: Die Erzeugung von enzymatisch verändertem Mais als Zuckerersatz. In den USA und in Japan verdrängte der maishaltige High Fructose Corn Syrup einen Grossteil der Zuckerimporte. Periphere Staaten, die traditionell Zucker in diese Gebiete lieferten, hatten das Nachsehen. Seit dieser Zeit forschen vor allem private Unternehmen an weiteren biotechnischen Rohstoffsubstituten.

Als betroffene Gruppen werden die semiperipheren und peripheren Staaten thematisiert, da ihre Exportstruktur hauptsächlich durch Rohstoffe dominiert wird und diese Exporte durch den Einsatz von biotechnischen Rohstoffsubstituten verdrängt werden können. Aufgrund dieser technischen Entwicklung stellt sich die Frage, wie die Stellung (semi)peripherer Staaten innerhalb des Weltsystems in Zukunft aussehen wird: Wird es dem Zentrum

gelingen, Rohstoffe in grossem Umfang zu substituieren? Können (semi)periphere Staaten eventuell selbst diese Biotechniken anwenden, oder droht gewissen Staaten aufgrund ihres Exportverlusts die *Marginalisierung* im Weltsystem?

Da die Forschung an Rohstoffsubstituten hochaktuell ist und bis jetzt nur einige wenige Substitutionen bereits in die internationale Arbeitsteilung eingegriffen haben, verlagert sich die Diskussion in die Zukunft. Diese Untersuchung versucht deshalb, die oben ausgeführte Fragestellung mit einer Methode der Zukunftsforschung zu beantworten: mit der *Technikfolgenabschätzung*.

Der Aufbau dieser Arbeit ist folgender: Nachdem eine theoretische Einführung in soziologische Technikfolgetheorien und in die Methode der Technikfolgenabschätzung und Technikbewertung gegeben worden ist, wird die Technikfolgenabschätzung durchgeführt. Diese besteht aus mehreren Teilen: Nach der Darstellung der relevanten Technologie und dem globalen Umfeld werden verschiedene Prognosen bezüglich einer möglichen Weltsystemstrukturveränderung aufgestellt. Eine empirische Analyse versucht darauf, besonders betroffene Länder zu identifizieren. Nachdem die Ergebnisse der Technikfolgenabschätzung vorliegen, befasst sich die Technikbewertung mit der Frage nach politischer Regulierung von Technikrisiken auf der globalen Ebene. Welche Akteure sind legitimiert, in einer globalisierten Welt über die (Un)Erwünschtheit bestimmter Techniken zu entscheiden? Die Schlussfolgerung schliesslich fasst die wichtigsten Erkenntnisse noch einmal zusammen. Die nachfolgende Kapitelübersicht gibt detailliertere Informationen:

Das Kapitel 1 befasst sich mit soziologischen *Technikfolgentheorien*. Verschiedene Logiken des Zusammenhangs zwischen neuen Techniken und ihren Folgen werden diskutiert. Auch der Frage nach Verteilungseffekten als eine wichtige Form einer Technikfolge wird nachgegangen.

In Kapitel 2 wird darauf die Methode der *Technikfolgenabschätzung* dargestellt. Sie scheint geeignet zu sein, zukünftige Folgen einer bereits entwickelten Technik zu ermitteln: die Technikfolgenabschätzung versucht, prospektiv und mit Instrumenten der Zukunftsforschung mögliche Folgewirkungen ex ante zu analysieren. Die *Technikbewertung* als Konzept der politischen Technikregulierung befasst sich mit der Frage der gesellschaftlichen Antizipation und Regulation unerwünschter Folgewirkungen.

Mit Kapitel 3 beginnt die eigentliche Technikfolgenabschätzung. Dieses Kapitel bespricht die *Biotechnologie*. Kann die Biotechnologie tatsächlich als Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts gelten? Verschiedene Autoren vertreten unterschiedliche Auffassungen. Im Bereich der Landwirtschaft erhält die Biotechnologie als Substitutionsagentin epochalen Charakter. Weiter werden die relevanten substitutiven Biotechniken identifiziert und der Begriff der Substitution diskutiert. Zum Schluss versuche ich, alle Rohstoffe zu identifizieren, die möglichen Substitutionsbestrebungen unterliegen und die beteiligten Forschungsorganisationen zu benennen.

Kapitel 4 stellt die Frage nach dem gesellschaftlichen Umfeld, in dem die substitutiven Biotechniken diffundieren. Vorab erfolgt die Darstellung des *Weltsystems* und der ökonomischen *Globalisierung*. Die politische Globalisierung wird durch die Diskussion der WTO dargestellt: das 'Agreement on Agriculture' des GATT und die Ratifizierung des TRIPS-Vertrags können Anreize zu vermehrten Rohstoffsubstitutionen ausüben.

In Kapitel 5 werden der Staat und die Unternehmen als relevante *Akteure* im Bereich der technischen Entwicklung besprochen. Die Analyse der Bioindustrie zeigt die Vorherrschaft von multinationalen Unternehmen in oligopolistischen Strukturen. Während im Zentrum die Kooperation zwischen Unternehmen und dem Staat gut funktioniert, stossen (semi)periphere Staaten auf Ineffizienzen im Bereich der biotechnologischen Forschung und

Anwendung. Verschiedene Fallbeispiele geben Auskunft. Zum Schluss folgt die Darstellung der im Weltsystem unterschiedlich verteilten technologischen Potentiale.

Kapitel 6 zeigt anhand des *Fallbeispiels der Zuckersubstitution* durch den maishaltigen High Fructose Corn Syrup HFCS in den USA und Japan den Ablauf einer Rohstoffsubstitution. Es zeigt sich, dass erst geeignete politische Massnahmen Rohstoffsubstitutionen rentabel werden lassen: die Variable 'politische Einflussnahme' darf bei der Fragestellung, ob substitutive Biotechniken die Weltsystemstruktur verändern können, nicht vernachlässigt werden.

Kapitel 7 versucht schliesslich, aus den in den Kapiteln 3 bis 6 gefundenen relevanten Bausteinen *Szenarien* zu gestalten. Vier verschiedene mögliche Weltsystemstrukturveränderungen werden diskutiert und evaluiert. Das plausibelste Szenario wird als Prognose formuliert.

In Kapitel 8 erfolgen darauf einzelne *Länderprognosen*. Mittels einer empirischen Rangsummenberechnung sollen diejenigen Länder im Weltsystem identifiziert werden, die aufgrund ihrer ökonomischen und technischen Strukturdaten die grösste Verwundbarkeit bezüglich biotechnischen Rohstoffsubstitutionen aufweisen.

Nachdem mit den Länderprognosen die eigentliche Technikfolgenabschätzung beendet ist, stellt sich in Kapitel 9 die Frage, wie *Technikbewertung* im Prozess der Globalisierung organisiert und demokratisiert werden könnte. Die Ermittlung möglicher Handlungsoptionen führt mich zur Frage nach der Institutionalisierung der Technikbewertung auf internationaler Ebene und nach der Möglichkeit der Partizipation von peripheren Staaten. Diskutiert werden die Konzepte der 'Global Governance' und der globalen Zivilgesellschaft.

Die Schlussfolgerung in Kapitel 10 fasst die Ergebnisse dieser Arbeit schliesslich zusammen, versucht eine Verknüpfung mit den Technikfolgetheorien in Kapitel 1 und gibt einen Ausblick auf zukünftige Entwicklungen im Gentechbereich.

1. Technikfolgen und die Logiken ihrer Erzeugung

Das folgende Kapitel bespricht die Wechselwirkungen zwischen Technik¹ und Gesellschaft. Techniksoziologische Theorien befassen sich mit der Frage, ob die Technik als naturwissenschaftlich-technisches Artefakt neutral auf gesellschaftliche Strukturen einwirkt, ob sie dem Sachzwang ökonomischer Prinzipien folgt oder ob das Zusammenspiel zwischen Technik und Gesellschaft durch Machtkonstellationen bestimmt wird. Auch Verteilaspekte sind von Interesse: Ruft die Diffusion neuer Techniken im Sinne eines 'trickle down-Effekts' vermehrten Wohlstand für alle hervor, oder werden nur einige wenige bevorzugt?

In einem ersten Schritt wird die Techniksoziologie als soziologische Teildisziplin eingeführt. Im Hinblick auf meine Fragestellung interessieren mich vor allem soziologische Theorien über die Entstehung von *Technikfolgen*. Darauf werden, ausgehend von Karl Marx, verschiedene soziologische Techniktheorien diskutiert, die sich alle auf die eine oder andere Weise mit der Erzeugung von Technikfolgen durch die Diffusion neuer Techniken beschäftigen. Darauf bildet die Darstellung neuerer techniksoziologischer Ansätze den Abschluss dieses Kapitels.

Dieses erste Kapitel stellt mit der Darstellung verschiedener soziologischer Techniktheorien eine Klammer dar, die um die Untersuchung der Auswirkungen biotechnischer Rohstoffsubstitutionen auf die Weltsystemstruktur gelegt wird. Am Ende dieser Arbeit wird nach der Beantwortung der Fragestellung Rekurs auf die hier dargestellten allgemeinen soziologischen Techniktheorien genommen.

1.1 Techniksoziologie

Technik und Soziologie – ein auf den ersten Blick ungleiches Paar. Schliesslich scheint die Entstehung von technischen Artefakten in einem losgelösten, rational und frei von Interessen gesteuerten Wissensbereich stattzufinden. Vielleicht führte die Techniksoziologie gerade aufgrund dieses Eindrucks lange Zeit ein Mauerblümchendasein: Obwohl Technik in der Soziologie niemals ein unbekannter Gegenstand war, nahm sie doch nie einen zentralen Platz ein.

¹ Es ist nicht möglich, die terminologische Trennung zwischen Technik und Technologie trennscharf zu ziehen. Da kein allgemeingültiger interdisziplinärer Technikbegriff existiert, werden die Begriffe Technik und Technologie vielfach synonym verwendet (beispielsweise bei Hotz-Hart/Reuter/Vock 1996: 30). Auch in der englischen Sprachfooe wird nicht zwischen 'technic', 'technics' und 'technology' unterschieden (Zweck 1993: 7).

Eine Reduktion des Begriffes *Technik* auf das blosse Artefakt greift zu kurz, werden doch die sozialen Handlungszusammenhänge der Technik weggelassen. Eine mögliche Definition, die eben diese Handlungszusammenhänge integriert, liefert Ropohl (1981): „Technik umfasst (a) die Menge der nutzenorientierten, künstlichen, gegenständlichen Gebilde (Artefakte); (b) die Menge menschlicher Handlungen und Einrichtungen, in denen Artefakte entstehen; und (c) die Menge menschlicher Handlungen, in denen Artefakte verwendet werden.“ (Ropohl 1981: 14)

Unter *Technologie* verstehen einige Autoren das Know-how, so auch Zeilhofer (1995: 88): „Unter Technologie soll die Menge des für Entstehung, Verwendung und Entsorgung von Artefakten konstitutiven Know-hows verstanden werden.“ Da technisches Know-how stets in Artefakten inkorporiert ist, scheint diese Unterscheidung problematisch zu sein.

Es erscheint mir in dieser Untersuchung nicht sinnvoll, zwischen diesen beiden Begriffen eine scharfe Trennlinie zu ziehen. So wird beispielsweise häufiger von der Biotechnologie als von der Biotechnik gesprochen, obwohl unter Biotechnologie nicht nur das Know-how, sondern vor allem auch Artefakte wie veränderte Enzyme oder transgene Pflanzen mitgemeint sind. Auf die Gefahr der Unschärfe hin werde ich also in dieser Arbeit zwischen den beiden Begriffen nicht unterscheiden und hauptsächlich den Begriff 'Technik' verwenden.

Das Dogma der Neutralität von Technik und von wissenschaftlich-technischem Fortschritt in dem Sinne, dass sich – gesteuert durch den technischen Sachzwang – die bestmögliche Innovation durchsetzt und dass technischer Fortschritt per se die Wohlfahrt der Menschheit erhöht, hält sich hartnäckig aufrecht.

Die Ansicht einer autonomen Logik der Technikentwicklung, die einer technischen Eigendynamik folgt, vertreten ebenfalls SozialwissenschaftlerInnen. So impliziert beispielsweise Arnold Gehlens Konstrukt des Mängelwesens Mensch, dass technische Artefakte als Verlängerungen menschlicher Gliedmassen quasi naturhaft entstehen. „Diese Bilder der Verbundenheit mit dem menschlichen Organismus [...] verliehen den Produkten der Technik die Aura des naturhaft Unausweichlichen.“ (Strasser/Traube 1982: 244) Diese Ansicht unterstreicht die These der Autonomie und Neutralität der Technik, da quasi durch die Natur vorherbestimmt keine Alternativen möglich sind. Auch Helmut Schelsky vertritt eine technokratische Ansicht: „Die moderne Technik bedarf keiner Legitimität; mit ihr herrscht man, weil sie funktioniert und so lange sie optimal funktioniert. Sie bedarf auch keiner anderen Entscheidungen als der nach technischen Prinzipien [...].“ (Schelsky 1965: 456)

Geradezu konträr zu diesen Aussagen steht die Ansicht Marcuses, der die Technik als eine wirksame Form sozialer Kontrolle sieht, die sich sogar auf die vorindustriellen Gebiete der Welt auswirkt. Angesichts dieser Erkenntnis spricht er der Technik die Neutralität ab: „Technik als solche kann nicht von dem Gebrauch abgelöst werden, der von ihr gemacht wird; die technologische Gesellschaft ist ein Herrschaftssystem, das bereits im Begriff und Aufbau der Techniken am Werke ist.“ (Marcuse 1969: 18)

Heute besteht ein weitverbreiteter Konsens in der Ansicht, dass Technik nicht autonom und neutral ist. Deshalb lässt sich das Postulat: Technik den Technikern! nicht aufrechterhalten. Auch sozialwissenschaftliche Fragestellungen, denen die Techniker wenig Aufmerksamkeit zollen, wollen beantwortet werden. Zwei Überlegungen machen Technik zu einem soziologischen Thema: a) Die Einführung einer neuen Technik erzeugt soziale Folgen und b) Technik entsteht durch einen historisch-sozialen Prozess (Baron 1995: 36).

Mit dem Punkt a) beschäftigt sich die soziologische Forschung über *Technikfolgen*, die den durch technische Innovationen generierten sozialen Wandel untersucht. Sie betrachtet unter anderem die sozialen Wirkungen der Technikdiffusion auf verschiedene gesellschaftliche Teilsysteme. Ebenfalls im Erkenntnisinteresse steht die Institutionalisierung und Aneignung der neuen Technik (Rammert 1993: 9).

Den Punkt b) untersucht die *Technikgenese*. Es wird davon ausgegangen, dass neue Techniken innerhalb eines sozialen Kontextes entstehen. Der wissenschaftlich-technische Fortschritt wird nicht von interessensfreien Eliten betrieben, die ausschliesslich das Wohl der Menschheit im Auge haben. Die Genese einer neuen Technik wird geprägt durch wirtschaftliche Interessen, politische Machtkonstellationen und kulturelle Einflüsse, kann also ebenfalls nicht als neutral betrachtet werden. Die Forschung der Technikgenese stellt so stets die Frage nach technischen Alternativen (Rammert 1993: 19).

1.2 Drei Logiken der Erzeugung von Technikfolgen

Techniken generieren Technikfolgen. Technikfolgen können allgemein als Veränderungen innerhalb gesellschaftlicher Systeme definiert werden, die durch die Diffusion einer Technik ausgelöst werden. Beispiele sind: Veränderungen der Arbeitsorganisation, die Entstehung neuer Berufe, eine neue Ausrichtung des Bildungssystems usw. Auch die Art und Weise der Verteilung des durch die neue Technik erzeugten Wohlstands kann als Technikfolge bezeichnet werden.

Welcher *Logik* folgt die Erzeugung von Technikfolgen? Sind es Sachzwänge naturwissenschaftlicher oder ökonomischer Art, die Folgen eindeutig festlegen, oder werden

Technikfolgen durch Machtkonstellationen innerhalb der Gesellschaft geprägt? Diese Frage wurde von verschiedenen Soziologen über die Zeit kontrovers diskutiert. Ich werde im weiteren auf drei häufig rezipierte Logiken verweisen: die 'Eigenlogik des technischen Fortschritts', die 'Logik ökonomischer Verwertung' und die 'Logik der Herrschaft und Kontrolle' (vgl. auch mit Rammert 1993: 155 ff.).

Den Ansätzen, welche sich unter dem Titel '*Eigenlogik des technischen Fortschritts*' zusammenfassen lassen, ist die Vorstellung gemeinsam, dass die technische Entwicklung dem Sachzwang naturwissenschaftlich-technischer Erkenntnissen folgt. Weiter vertreten diese Theorien die Ansicht, dass ein quasi exogener technischer Fortschritt, der in seiner Genese nicht durch gesellschaftliche Beeinflussung gestaltet wird, in der Gesellschaft diffundiert und diese zu Anpassungsleistungen zwingt. Die Technikfolgen werden somit allein durch den Sachzwang des technischen Fortschritts festgelegt.

Die '*Logik der ökonomischen Verwertung*' liegt denjenigen Konzepten zugrunde, die davon ausgehen, dass „der Gang der technischen Entwicklung in der Regel den Gesetzen der Ökonomie folgt“ (Rammert 1993: 156). Die technische Entwicklung wird bestimmt durch die Möglichkeiten der Kostenersparnis und der Profitmaximierung, und die Technikfolgen ergeben sich dadurch, weil sich die effizienteste Technik durchsetzt.

Oftmals werden die beiden oben genannten Logiken gekoppelt. So folgt die 'Eigenlogik des technischen Fortschritts' nicht nur dem Sachzwang des naturwissenschaftlich-technischen Wissens, sondern wird in einem kapitalistischen System zugleich durch den Zwang der Profitmaximierung determiniert. Technikfolgen werden so durch das ökonomische und technische gesellschaftliche Subsystem geformt.

Theorien, die mit der '*Logik der Herrschaft*' argumentieren, betonen, dass Herrschaftsverhältnisse in Form der „Hegemonie der herrschenden Klasse, als Dominanz des männlichen Geschlechts, als Vorrang militärischer Interessen oder als asymmetrische Kontrollmacht des kapitalistischen Managements“ (Rammert 1993: 158) Technikentwicklung und Technikdiffusion beeinflussen. Technikfolgen werden in dieser Perspektive durch die gegebenen Machtkonstellationen bestimmt.

Die Frage nach *Verteilungswirkungen* des technischen Fortschritts thematisiert eine – auch im Hinblick auf die dieser Untersuchung zugrundeliegenden Fragestellung – wichtige Folgewirkung und wird deshalb speziell betrachtet: ist technischer Fortschritt per se erwünscht, da er den allgemeinen Wohlstand erhöht oder kann technischer Fortschritt vermehrt soziale Ungleichheit erzeugen?

Die im folgenden dargestellten Techniktheorien wurden ausgewählt, weil sie die Beziehung zwischen Technik und Gesellschaft zu ihrem Thema gemacht haben. In all diesen Theorien stellt sich die Frage, wie technologischer Wandel auf das gesellschaftliche System wirkt: insofern können diese Theorien auch als *Technikfolgentheorien* interpretiert werden². In den verschiedenen Theorien wird jeweils auf die drei Logiken und das Thema der Verteilung Bezug genommen – manchmal auf alle Punkte, teilweise auch auf nur einen einzigen. Die Tabelle 1 soll einen Überblick über die Beachtung dieser Punkte in den nachfolgend dargestellten Theorien geben. Diese werden gemäss ihrer historischen Abfolge besprochen.

² Da diese Theorien allgemeine Theorien sind, äussern sie sich nicht nur zu Technikfolgen und der Logik ihrer Koppelung an neue Techniken. Ab und an diskutieren sie auch technikgenetische Prozesse. Ich werde bei ihrer Darstellung die Aussagen zu den Technikfolgen ins Zentrum rücken.

Tabelle 1: Drei Logiken der Erzeugung von Technikfolgen und die Berücksichtigung von Verteilungseffekten

AutorIn	Eigenlogik des technischen Fortschritts	Logik der ökonomischen Verwertung	Logik der Herrschaft	Berücksichtigung von Verteilungseffekten
Karl Marx (1847)	•	•	•	•
J.A. Schumpeter (1912)	•	•		
W. Ogburn (1957)	•			
Herbert Marcuse (1967)			•	
J. Habermas (1969)			•	
Gerhard Lenski (1977)	•		•	•
H. Elsenhans (1977/1987)		•	•	•
Carlota Perez (1983/1985)	•	•		•
V. Borschier (1988)	•	•	(•)	•

1.2.1 Technik als Teil der Produktivkräfte

Karl Marx verbindet Mitte des 19. Jahrhunderts die drei Logiken im 'Historischen Materialismus'. Gemäss der Theorie des historischen Materialismus bestimmt das wirtschaftliche Leben (Unterbau), welches hauptsächlich durch die Produktivkräfte³ und die Produktionsverhältnisse⁴ definiert ist, die politischen, juristischen und ideologischen Verhältnisse einer Gesellschaft (Überbau) (Dubs 1987: 70ff.). In der Perspektive Marx' ist Technik⁵ ein Teil der Produktivkräfte (Reinhold/Lamnek/Recker 1991: 610), die 'Maschinerie' dient der Verkörperung der bestehenden Sozialbeziehung. Marx stellt im Jahre 1847 seine Sicht folgendermassen dar:

„Die sozialen Verhältnisse sind eng verknüpft mit den Produktivkräften. Mit der Erwerbung neuer Produktivkräfte verändern die Menschen ihre Produktionsweise

³ Produktivkräfte ist die Art und Weise der Gütererzeugung, die durch die benutzten Werkzeuge bestimmt wird (Dubs 1987: 71).

⁴ Produktionsverhältnisse ist die Art und Weise, wie Eigentumsverhältnisse organisiert sind (Dubs 1987: 71).

⁵ Karl Marx subsumiert unter dem Begriff Technik die Artefakte (sachliche Anlagen und Produktionsinstrumente), die Organisation der Arbeitskräfte, qualifikatorische Kompetenzen und wissenschaftlich-technologisches Wissen (Rammert 1993: 14).

und mit der Veränderung der Produktionsweise, der Art, ihren Lebensunterhalt zu gewinnen, verändern sie alle ihre gesellschaftlichen Verhältnisse.“ (Marx 1971: 130)

Marx versucht, seine These durch historische Epochenanalysen zu untermauern (Dubs 1987: 71). So entstand im Sinne der 'Eigenlogik des technischen Fortschritts' durch das primitive Pflügen in der Urgesellschaft eine Gesellschaft ohne Staat und Klassen. In der Antike führte der Ackerbau, die Viehzucht und Arbeitsteilung zu einer Sklavenhalterordnung. Im Mittelalter bestimmte die verfeinerte Technik im Ackerbau und das Handwerk die gesellschaftliche Ordnung des Feudalismus.

Neue Techniken als Teil der Produktivkräfte lösen einen gesellschaftlichen Wandel aus, so Marx' Perspektive. In der kapitalistischen Gesellschaft wird die Erfindung neuer Techniken vorangetrieben, da der Konkurrenzdruck zwischen kapitalistischen Unternehmen diese zwingt, Kosten zu senken (Logik der ökonomischen Verwertung). Neue Techniken dienen zur Rationalisierung der Arbeit: kann die neue Technik die gleiche Produktivität günstiger als die Arbeiter erzeugen, wird Arbeit durch Technik substituiert. Als illustrierendes Beispiel zu dieser Überlegung lässt sich Engels zitieren. Er führt die Entstehung des Proletariats direkt auf die Erfindung von Maschinen zurück:

„[Die] industrielle Revolution wurde herbeigeführt durch die Erfindung der Dampfmaschine, der verschiedenen Spinnmaschinen, des mechanischen Webstuhls und einer ganzen Reihe anderer mechanischer Vorrichtungen. Diese Maschinen, welche sehr teuer waren und also nur von grossen Kapitalisten angeschafft werden konnten, veränderten die ganze bisherige Weise der Produktion und verdrängten die bisherigen Arbeiter, indem die Maschinen die Waren wohlfeiler und besser lieferten, als die Arbeiter sie mit ihren unvollkommenen Spinnrädern und Webstühlen herstellen konnten.“ (Engels 1971: 363/364)

Weiter betont Marx, dass die technischen Neuerungen eine einzige Klasse begünstigen, nämlich diejenige der Kapitalbesitzer, während die Arbeitskraft der Proletarier durch die 'Maschinerie' ersetzt wird (Logik der Herrschaft).

Die Berücksichtigung der Verteilungseffekte erfolgt in Marx' 'Mehrwertlehre' (vgl. im folgenden mit Dubs 1987: 73-75). In seiner Perspektive erhält der Arbeiter für seine Arbeit nur denjenigen Lohn, den er zu seiner Reproduktion benötigt. Der ganze Mehrwert seiner Arbeit erhält der Kapitalist. Durch den Einsatz von Maschinen kann der Mehrwert der Arbeit erhöht werden. Es kommt zu einer Konzentration von technisch überlegenen Grossbetrieben, während immer mehr Arbeiter arbeitslos werden. Diese Arbeiter können die erzeugten Güter selbst nicht mehr kaufen und verelenden, während die Kapitalisten weiter ihre Produktion steigern. Die Perpetuation der ungleichen Verteilung führt gemäss Marx schlussendlich zum Zusammenbruch des kapitalistischen Systems.

Marx berücksichtigt die drei genannten Logiken und äussert sich zu Verteilungseffekten. Er ist der einzige Theoretiker, der in der Tabelle 1 alle Punkte erhält. Während die Technikfolgen in den vergangenen Epochen durch die Eigenlogik des technischen Fortschritts bestimmt scheinen, sieht Marx in der kapitalistischen Gesellschaft Technikfolgen durch Machtkonstellationen und die ökonomische Verwertung beeinflusst. In seiner Perspektive erzeugen neue Techniken in der kapitalistischen Epoche vermehrt soziale Ungleichheit.

Marx grundlegende Idee, dass der gesellschaftliche Wandel durch Veränderungen der Produktivkräfte erzeugt wird, beeinflusste viele der nachfolgend rezipierten Theoretiker.

1.2.2 Die kreative Zerstörung

In Joseph A. Schumpeters Theorie der 'kreativen Zerstörung' gehen sowohl die 'Eigenlogik des technischen Fortschritts' wie auch die 'Logik der ökonomischen Verwertung' ein. Die 'Logik der Herrschaft' und Verteilungseffekte werden nicht berücksichtigt.

Er fokussiert in seiner Theorie, die 1912 entstand, Folgewirkungen von Innovationen⁶ auf das gesellschaftliche Umfeld. Für Schumpeter sind Innovationen die fundamentalen Mechanismen, die den evolutionären Prozess bestimmen (vgl. im folgenden mit Freeman/Clark/Soete 1982: 19ff.). Schumpeter bezeichnet sein evolutionäres Konzept als kreative Zerstörung: Innovationen erscheinen diskontinuierlich und sind verantwortlich für zyklische Schwankungen ('Eigenlogik des technischen Fortschritts').

Schumpeter nimmt zur Veranschaulichung Kondratieff-Wellen⁷ in sein Konzept auf. Am Anfang einer Kondratieff-Welle steht eine bahnbrechende Innovation, die von einem fähigen Unternehmer⁸ verbreitet wird. Dieser Unternehmer verhält sich nicht primär gemäss der 'Logik der ökonomischen Verwertung', da er innovativ handelt und den Erfolg seiner Handlung nicht vorhersehen kann. Der ökonomische Erfolg des fähigen Unternehmers lockt einen Schwarm von Imitatoren an. Diese folgen nun gemäss der 'Logik der ökonomischen Verwertung', investieren und lösen einen Boom aus. Durch den Eintritt von Konkurrenten in den Markt schmälern sich die anfänglichen Monopolgewinne. Bevor sich das System allerdings in ein Gleichgewicht bewegt, startet der Prozess von neuem, da ein anderer Unternehmer eine weitere Innovation propagiert.

Der fähige Unternehmer sieht sich beim Versuch, seiner Innovation zum Durchbruch zu verhelfen, Hindernissen gegenüber. Der Prozess des Innovierens basiert auf Mut und Intuition und ist deshalb schwierig, weil er einen Bruch mit den Routinen des ökonomischen Lebens darstellt. Gelingt die Innovation und folgen Imitatoren nach, werden die bestehenden Routinen verändert, da neue Verhaltensmuster als erfolgsversprechender betrachtet werden. Als gesellschaftliche Folge der Innovation kann im schumpeterschen Sinne die Veränderung des gesellschaftlichen Umfelds durch die Veränderung allgemein akzeptierter Routinen betrachtet werden. Technikfolgen im Sinne einer Veränderung von Verhaltensregeln werden in der Perspektive Schumpeters folglich durch die 'Eigenlogik des technischen Fortschritts' und durch die 'Logik der ökonomischen Verwertung' geformt.

Schumpeter äussert sich in seiner Theorie nicht zu den Themen der Macht und Verteilung. So erscheint die Diffusion einer Innovation als Gewinn für die gesamte Gesellschaft, da durch diese Diffusion das Wirtschaftswachstum (Ansteigen der Kondratieffwelle) angekurbelt wird. Die relevanten Fragen, ob die Imitatoren überhaupt die Innovationen des anfänglichen Monopolisten erfolgreich kopieren können, oder ob der Monopolgewinn durch politische und ökonomische Strukturen längerfristig geschützt wird und folglich der

⁶ Innovationen sind neue Kombinationen von Produktionsfaktoren und die Implementation von bereits bestehenden Erfindungen. Die Erfindung selbst wird von Schumpeter nebensächlich behandelt (Witt 1992: 10).

⁷ Kondratieff-Wellen sind Preis und Output-Zyklen mit einer ungefähren Länge von 50 bis 60 Jahren, die vom russischen Oekonomen Kondratieff untersucht wurden. Untersuchungen belegten, dass langfristige Wellenbewegungen bei den Wachstumsraten der Produktivität und von Investitionen tatsächlich zu beobachten sind. Die genaue Länge dieser Wellen ist von zweitrangiger Bedeutung (Hotz-Hart/Küchler 1997: 150). Schumpeter interpretiert diese Wellen in Zusammenhang mit bahnbrechenden technischen Innovationen, deren Wachstumszyklen mehrere Dekaden dauern.

⁸ Schumpeter definiert den Unternehmer folgendermassen: „Nicht jeder, dem eine Unternehmung gehört und auch nicht jeder, der tatsächlich an der Spitze einer solchen steht, ist Unternehmer in unserm Sinne. Nur dann erfüllt er die wesentliche Funktion eines solchen, wenn er neue Kombinationen realisiert, also vor allem, wenn er die Unternehmung gründet, aber auch, wenn er ihren Produktionsprozess ändert, ihr neue Märkte erschliesst, in einen direkten Kampf mit Konkurrenten eintritt usw.“ (Schumpeter 1912: 174)

technische Fortschritt nicht der gesamten Gesellschaft zugute kommt, finden in seiner Theorie keine Beachtung.

1.2.3 Die kulturelle Phasenverschiebung

William Ogburn veröffentlichte 1957 seine umstrittene Theorie der kulturellen Phasenverschiebung – besser bekannt unter dem Begriff 'cultural lag'. Er folgt in seiner rudimentären Theorie des Zusammenspiels zwischen Technik und Gesellschaft nur der 'Eigenlogik des technischen Fortschritts'. Verkürzt dargestellt formuliert er die These, dass technischer Fortschritt die treibende Kraft des sozialen Wandels ist (Lutz 1987: 35).

Eine kulturelle Phasenverschiebung zeichnet sich dadurch aus, dass „[...] von zwei miteinander in Beziehung stehenden Kulturelementen das eine sich eher oder in grösserem Masse verändert als das andere, so dass der Grad der Anpassung zwischen den beiden Elementen geringer wird als zuvor.“ (Ogburn 1957: 134) Die Theorie der kulturellen Phasenverschiebung enthält vier Komponenten:

„1) Die Unterscheidung von wenigstens zwei Variablen; 2) den Nachweis, dass zwischen den beiden Variablen ein Anpassungsverhältnis besteht; 3) den exakten Nachweis, dass sich die eine Variable verändert hat und die andere nicht oder dass sich die eine in grösserem Masse verändert hat als die andere; 4) den Nachweis, dass infolge der früheren oder stärkeren Veränderung der einen Variablen eine weniger gute Anpassung zwischen beiden besteht als vorher.“ (Ogburn 1957: 137/138)

Diese allgemein formulierte Theorie lässt verschiedene unabhängige Variablen zu, wie Ogburn ausdrücklich betont (Ogburn 1957: 139). Die Beispiele zur Veranschaulichung seiner Theorie sind jedoch fast ausschliesslich durch autonome, eigenen Gesetzmässigkeiten unterliegenden Veränderungen im Bereich der Technik bestimmt ('Eigenlogik des technischen Fortschritts'). So beschreibt Ogburn beispielsweise die gesellschaftliche Anpassungsleistung durch die Konstruktion von Autobahnen an den Bau schnellerer Autos, die die engen kurvigen Strassen mit erhöhter Unfallgefahr befahren mussten.

Ogburn diskutiert weder, ob die Ausgestaltung von Technikfolgen ökonomischen Prinzipien folgt, noch, ob sie durch Machtkonstellationen bestimmt wird. Mit der alleinigen Verfolgung der 'Eigenlogik des technischen Fortschritts' kann er als Vertreter einer technikdeterministischen Perspektive bezeichnet werden.

1.2.4 Kritische Theorie

Herbert Marcuse veröffentlichte 1967 in 'Der eindimensionale Mensch' vor dem Hintergrund eines möglichen atomaren Vernichtungskriegs eine Theorie, die mit den bereits dargestellten Vorstellungen bricht. Er befasst sich ausschliesslich mit der industrialisierten Gesellschaft und stellt fest, dass sich die fortgeschrittene Industriegesellschaft der technischen Rationalität⁹ unterwirft.

Die herrschende Technik – darunter bezeichnet Marcuse die Mechanisierung und Teil-Automatisierung zur Befriedigung des Massenkonsums – erzeugt eine Gleichschaltung der Menschen. Anstelle der Auflehnung gegen irrationale Verhältnisse (der Vorbereitung auf einen atomaren Weltkrieg) werden die Menschen durch die mittels technischem Fortschritt ermöglichte Konsumbefriedigung besänftigt: Die Kritik an der bestehenden Gesellschaftsordnung verstummt. Marcuse äussert damit die Ansicht, dass technischer

⁹ Marcuse übernimmt den Begriff der technischen Rationalität von Max Weber. Es liegt immer dann eine technische Frage vor, wenn ein gestecktes Ziel durch die rationalste Verwendung der Mittel erreicht werden soll (Weber 1976: 32).

Fortschritt sozialen Wandel *unterbinden* kann: „Ausgeweitet zu einem ganzen System von Herrschaft und Gleichschaltung, bringt der technische Fortschritt Lebensformen (und solche der Macht) hervor, welche die Kräfte, die das System bekämpfen, zu besänftigen [...] scheinen. Die gegenwärtige Gesellschaft scheint imstande, einen sozialen Wandel zu unterbinden [...].“ (Marcuse 1967: 14)

Die technische Rationalität – die durch die naturwissenschaftlich-technische Logik bestimmt wird und damit eine 'positivistische' Ideologie verbreitet (Marcuse 1967: 265) – bestimmt das Denken des eindimensionalen Menschen: ein neuer Gesellschaftsentwurf jenseits der technischen Rationalität, der Träume, Illusionen und Metaphysisches enthält, wird in der fortgeschrittenen Industriegesellschaft nicht akzeptiert.

Marcuse enttarnt die technische Rationalität als Ideologie. Technik ist nicht neutral, sondern reflektiert Macht und Herrschaft¹⁰: „[...] im wesentlichen ist die Macht der Maschine nur die aufgespeicherte und projizierte Macht des Menschen.“ (Marcuse 1967: 23) Er beschreibt den Herrschaftscharakter der Technik folgendermassen:

„Bestimmte Zwecke und Interessen der Herrschaft sind nicht erst „nachträglich“ und von aussen der Technik oktroyiert – sie gehen schon in die Konstruktion des technischen Apparats selbst ein; die Technik ist jeweils ein geschichtlich-gesellschaftliches Projekt; in ihr ist projiziert, was eine Gesellschaft und die sie beherrschenden Interessen mit dem Menschen und mit den Dingen zu machen gedenken.“ (Marcuse 1967: 127)

Auch Jürgen Habermas – als weiterer Vertreter der Kritischen Theorie – widerspricht 1969 in „Technik und Wissenschaft als >Ideologie<“, der Neutralität der Technikentwicklung. In seiner Perspektive wirken Wissenschaft und Technik, obwohl sie als neutral und objektiv betrachtet werden, als herrschaftslegitimierend.

Habermas unterscheidet zwei Handlungstypen: zweckrationales versus kommunikatives Handeln. Zweckrationales Handeln ('Arbeit') richtet sich nach technischen Regeln und „Strategien, die auf analytischem Wissen beruhen“ (Habermas 1969: 62). Kommunikatives Handeln ('Interaktion') ist symbolisch vermittelte Interaktion, welche sich an geltenden Normen orientiert: „[...] die Geltung gesellschaftlicher Normen [ist] allein in der Intersubjektivität der Verständigung über Intentionen begründet.“ (Habermas 1969: 63) Der institutionelle Rahmen einer Gesellschaft wird durch kommunikatives Handeln dominiert, während gewisse Subsysteme (wie beispielsweise die Wirtschaft) durch zweckrationales Handeln bestimmt werden.

Durch die kapitalistische Produktionsweise wird nun zweckrationales Handeln über die Subsysteme hinaus verselbständigt und verdrängt das kommunikative Handeln. Während in der traditionellen Gesellschaft Herrschaft durch „kosmologische Weltdeutungen“ (Habermas 1969: 68) legitimiert wurde, basiert sie in der kapitalistischen Gesellschaft auf der Basis ökonomischer Legitimation. Die Wissenschaft und die Technik, die wirtschaftliches Wachstum generieren, erhalten eine herrschaftslegitimierende Funktion. Da Wissenschaft und Technik in quasi-neutraler Form daherkommen, entziehen sie die faktischen Gewaltverhältnisse der Analyse und dem öffentlichen Bewusstsein (Habermas 1969: 72). Die Technokratie wird in Habermas' Perspektive zur Ersatzideologie:

¹⁰ Der Begriff der Macht wird in einer grossen Zahl von Bedeutungen verwendet. Eine häufig rezipierte Definition ist diejenige Max Webers: „Macht bedeutet jede Chance, innerhalb einer sozialen Beziehung den eigenen Willen auch gegen Widerstreben durchzusetzen, gleichviel worauf diese Chance beruht.“ (Weber 1976: 28) Herrschaft wird definiert als „Chance, für einen Befehl bestimmten Inhalts bei angebbaren Personen Gehorsam zu finden.“ (Weber 1976: 28)

„Es liegt auf der Hand, dass diese These von der Eigengesetzlichkeit des technischen Fortschritts nicht stimmt. Die Richtung des technischen Fortschritts hängt heute in hohem Masse von öffentlichen Investitionen ab [...]. Die Behauptung, dass sich die politisch folgenreichen Entscheidungen in den Vollzug des immanenten Sachzwangs verfügbarer Techniken auflösen und dass sie deshalb zum Thema praktischer Überlegungen gar nicht mehr gemacht werden können, dient am Ende bloss dazu, naturwüchsige Interessen und vorwissenschaftliche Dezsionen zu verschleiern.“ (Habermas 1969: 117).

Habermas betont die Wichtigkeit der „Entschränkung der Kommunikation“ (Habermas 1969: 98) und damit das Wiedererstarke des kommunikativen Handelns: „Die öffentliche, uneingeschränkte und herrschaftsfreie Diskussion über die Angemessenheit und Wünschbarkeit von handlungsorientierenden Grundsätzen und Normen im Lichte der soziokulturellen Rückwirkungen von fortschreitenden Sub-Systemen zweckrationalen Handelns“ (Habermas 1969: 98) soll die Frage nach dem „wie wir leben möchten“ (Habermas 1969: 100) beantworten.

Die Argumentation der Kritischen Theorie folgt der 'Logik der Herrschaft'. Sowohl der quasi-neutrale wissenschaftlich-technische Fortschritt als auch die ökonomische Verwertung werden durch die Macht der Technokratie geformt und erhalten Ideologiecharakter, welche die bestehende Gesellschaftsstruktur legitimiert. Die Technikfolgen (die gemäss Marcuse in der *Verhinderung* eines echten gesellschaftlichen Wandels bestehen) werden ebenfalls durch Herrschaft und Kontrolle geformt. Beide Autoren äussern sich in den berücksichtigten Schriften nicht über Verteilungsaspekte.

1.2.5 Technologischer Stand und soziale Ungleichheit

Gerhard Lenski entwickelt 1977 in „Macht und Privileg“ eine Theorie, die den Zusammenhang zwischen Technologie und Ungleichheit thematisiert. Er wird durch Marx' Vorstellungen stark geprägt.

Gemäss seiner Perspektive determiniert die in einer Gesellschaft vorhandene Technologie die Höhe des wirtschaftlichen Surplus und bestimmt zudem wichtige demographische, politische und produktive Organisationsmuster (Lenski 1977: 128). Die Verteilung des Surplus geschieht entweder aufgrund der Bedürfnisse der Menschen oder aufgrund von akkumulierter Macht (Lenski 1977: 70).

Während in den Jäger- und Sammlergesellschaften, die über einen primitiven technologischen Stand verfügen, die Verteilung der Güter auf der Basis des Bedarfs geschieht, verzeichnen diejenigen Gesellschaften, die einen technischen Fortschritt aufweisen, eine Verteilung der Güter auf der Basis der Macht (Lenski 1977: 74). Die soziale Ungleichheit, die durch den technologischen Stand bestimmt wird, steigt so von den Jäger- und Sammlergesellschaften über die einfachen und fortgeschrittenen Hortikulturgesellschaften, weiter über die Agrargesellschaften zu den Industriegesellschaften hin an (Lenski 1977: 575). Die grösste Ungleichheit verzeichnen jedoch – im Gegensatz zu Marx' Annahme – nicht die Industrie- sondern die Agrargesellschaften. Der Entwicklungsstand der Industriegesellschaft mit ihrem hohen Surplus führt aufgrund der Organisation der ArbeitnehmerInnen nämlich zu einer Umverteilung: „ [...] ist ein bestimmter Grad an Wohlstand erreicht, hält die Elite es zuweilen für ratsam, einen Teil des wirtschaftlichen Surplus zu opfern, um Aggressionen und Revolutionsgefahr damit abzufangen und sich ein höheres Mass an Ansehen und Einfluss zu sichern.“ (Lenski 1977: 416)

Während in Lenskis Theorie die Genese einer neuen Technik ihrer Eigenlogik folgt, werden Technikfolgen, wie beispielsweise die Veränderung der Verteilung eines erhöhten

technischen Surplus, durch Machtkonstellationen bestimmt: da die ArbeitnehmerInnen in der Industriegesellschaft eine wichtige Gegenmacht darstellen, findet eine Umverteilung des gesellschaftlichen Surplus statt.

1.2.6 Das Staatsklassenkonzept

Hartmut Elsenhans entwickelt in den späten 1970er Jahren eine Theorie, die erklären soll, wieso industrialisierte Staaten technischen Fortschritt generieren, während in den Gesellschaften des Südens ein deformierter Kapitalismus herrscht, der technischen Fortschritt behindert. Er integriert in seiner Beschreibung der Ursachen des deformierten Kapitalismus Macht- und Verteilungsvariablen.

Elsenhans beschreibt die marktwirtschaftliche Logik folgendermassen: Technischer Fortschritt wird nur erzeugt, wenn die Eliten eines Staates gezwungen werden, ihre hohen Geldeinkommen zu reinvestieren, um so im marktwirtschaftlichen Konkurrenzkampf nicht zu unterliegen (Elsenhans 1977: 6). Prozessinnovationen ermöglichen, kostensenkende Neuerungen einzuführen, um die Konkurrenzfähigkeit von Unternehmen zu gewährleisten. Damit die Unternehmer überhaupt Interesse zeigen, Prozessinnovationen zu entwickeln, muss eine potentielle Nachfrage und damit ein genügend grosser Absatzmarkt vorhanden sein ('Logik der ökonomischen Verwertung') (Elsenhans 1987: 22).

Diese beiden Bedingungen – das Vorhandensein von Konkurrenz, das die Kapitalbesitzer zwingt, ihre Gewinne in Investitionsgüter zu reinvestieren und kostensenkende Innovationen einzuführen und das Vorhandensein einer Massennachfrage – werden gemäss Elsenhans im Süden nicht erfüllt:

„Weil der kapitalistische Vorstoss in die Gesellschaften des Südens zu schwach ist, um den für kapitalistisches Wachstum konstitutiven Mechanismus „Steigende Masseneinkommen erlauben rentable Investitionen und damit Kapitalakkumulation“ zu schaffen, entstehen im Süden zentralisierte herrschende Klassen, die auf der Grundlage von im Export angeeigneten Renten ihre Einkommen vergrössern.“ (Elsenhans 1987: 164)

Die im Süden herrschenden Eliten nennt Elsenhans *Staatsklassen*. Die Staatsklasse kann Rohstoffexportrenten¹¹ abschöpfen, die sie nicht reinvestieren muss, da sie sich in keinem marktwirtschaftlichen Konkurrenzkampf befindet. Weiter ist die Staatsklasse auch nicht zur Schaffung einer grossen Binnennachfrage bereit, da sie ihr Einkommen als absteuerbare Rohstoffrenten aus Exporten in das Zentrum erhält. Deshalb ist sie ebenfalls nicht daran interessiert, mittels Einkommensumverteilungen eine genügend grosse Massennachfrage im Binnenmarkt zu schaffen.

Elsenhans zeigt, dass Machtkonstellationen an der Bereitstellung des ökonomischen Systems und der Innovationskapazität eines Staates mitbeteiligt sind. In Elsenhans Perspektive folgt sowohl der technische Fortschritt wie auch die Verteilung des erwirtschafteten Gewinns (Schaffung eines grossen Binnenmarktes durch Umverteilung) ökonomischer Logik. Die ökonomische Logik jedoch wird durch Machtkonstellationen modelliert: während die Eliten in den industrialisierten Staaten aufgrund ihrer Produktionsweise ökonomischen Wettbewerb im Binnenraum veranstalten, erzeugt die Staatsklasse im Süden einen deformierten Kapitalismus.

¹¹ Gemessen werden kann die Rohstoffexportrentenabschöpfung an dem Verhältnis der Produzentenpreise an den Weltmarktpreisen (Egger/Rieder/Clemenz 1992: 183). Erhält beispielsweise ein Kaffeebauer 1984 in der Elfenbeinküste nur 26% des Weltmarktpreises, kann daraus geschlossen werden, dass die Staatsklasse beim Export des Kaffees 74% abschöpft.

1.2.7 Technologische Stile

Carlota Perez steht in der Tradition Schumpeters und baut 1983 dessen Theorie aus. Volker Bornschier nimmt in den späten 1980er Jahren die Ideen von Perez auf und entwickelt ihre Theorie weiter. In beiden Theorien lassen sich die 'Logik der ökonomischen Verwertung' finden. Während Perez ebenfalls die Vorstellung der 'Eigenlogik des technischen Fortschritts' vertritt, sieht Volker Bornschier den technischen Fortschritt durch gesellschaftliche Wertvorstellungen geformt.

Carlota Perez entwickelt 1983 eine Theorie, in der die bei Schumpeter skizzierten Wechselwirkungen zwischen Innovationen und Routinen in den technologischen Stil und in das sozio-institutionelle Umfeld transformiert werden¹².

Carlota Perez unterteilt das kapitalistische System in zwei Subsysteme: in ein techno-ökonomisches, welches flexibel reagiert, und in ein sozio-institutionelles, in dem der Wandel träger voranschreitet (Perez 1983: 361/362).

Der technologische Stil¹³ wird im techno-ökonomischen Subsystem generiert und wird folgendermassen definiert: „[It is] the construction of an 'ideal type' of productive organization, which defines the contours of the most efficient and 'least cost' combinations for a given period.“ (Perez 1985: 443) Das Konzept des technologischen Stils enthält sowohl technologische wie auch organisationelle Neuerungen (Perez 1983: 361).

Carlota Perez greift ebenfalls – wie Schumpeter – auf die ungefähr 50 Jahre anhaltenden Kondratieff-Wellen zurück. Die Kondratieff-Welle wird bei Carlota Perez definiert als der Aufschwung und Niedergang eines technologischen Stils. Der Aufschwung jeder Kondratieff-Welle kann mit dem Aufkommen einer spezifischen, allesdurchdringenden technologischen Revolution identifiziert werden (Perez 1985: 443). Die letzte Kondratieff-Welle mit dem technischen Schlüsselfaktor Erdöl und Petrochemikalien sowie dem organisationellen Faktor des 'scientific management'¹⁴, der die Massenproduktion¹⁵ erlaubte, begann in den 1920er Jahren und ist jetzt im Abstieg begriffen (Perez 1983: 362ff.). Die Basis des neuen technologischen Schlüsselfaktors ist die Mikroelektronik.

Die neue Schlüsseltechnologie diffundiert von ihrem Ausgangspunkt im Produktionssektor in die Gesellschaft. Die neue Dynamik, die durch die aktuelle Schlüsseltechnologie hervorgerufen wird, zerstört die bestehenden sozialen und institutionellen Strukturen (Koppelung der 'Logik der ökonomischen Verwertung' mit der 'Eigenlogik des technischen Fortschritts'). Nach und nach müssen diese Strukturen transformiert werden, denn die alten Institutionen, die den vergangenen technologischen Stil unterstützt haben, sind obsolet geworden. Diese Anpassung ist ein schwieriger Prozess, da die Institutionen über eine natürliche Trägheit verfügen und durch das Vertrauen in sie, welches aufgrund des vergangenen Erfolgs entstanden ist, gestärkt sind. Passt sich das sozio-institutionelle Subsystem nicht dem neuen technologischen Stil an, führt dieser 'mismatch' zu einer

¹² Christopher Freeman und Luc Soete schliessen sich der Theorie von Perez an (siehe auch Freeman/Soete 1987: 49-70 und Freeman/Perez 1988: 38-66).

¹³ Carlota Perez verwendet zwei verschiedene Begriffe für das gleiche Konzept: Wird im Artikel von 1983 vom 'technological style' gesprochen, heisst dasselbe Konzept 1985 'techno-economic paradigm', angelehnt an Giovanni Dosi, der Thomas Kuhns Paradigmenbegriff verwendet. Einfachheitshalber verwende ich den Begriff des 'Technologischen Stils'.

¹⁴ Das 'scientific management' geht auf Frederik Taylor zurück, der die Planung und Ausführung der formalen Arbeitsorganisation trennte. Mit standardisierten Werkzeugen und Arbeitsabläufen, die durch präzise Zeitvorgaben geregelt wurden, konnte die Arbeit rationalisiert und die Produktivität gesteigert werden (Perez 1983: 367ff.).

¹⁵ Dieser technologischen Stil herrschte vom Anfang bis in das zweite Drittel dieses Jahrhunderts. Im Zusammenhang mit den sozio-institutionellen Neuerungen wird er auch Fordismus genannt.

Rezession (Perez 1995: 445). Erst nach dieser Anpassung erfolgt der Aufschwung einer neuen Kondratieff-Welle und bewirkt neues Wirtschaftswachstum. Obwohl die Diffusion des neuen technologischen Stils eine ungleiche Verteilung hervorbringen kann, sieht Perez im ganzen doch positive Verteilungseffekte: „Although increasing wealth can be unevenly distributed, better distribution and greater welfare are more likely with increasing wealth.“ (Perez 1985: 457)

Volker Bornschier übernimmt 1988 die Konzepte von Perez. Er behält den Begriff des technologischen Stils bei und ersetzt das sozio-institutionelle Subsystem durch das politökonomische Regime. Das politökonomische Regime ist ein Bündel von sozialen Einrichtungen, das mitunter auch durch Machtkonstellationen bestimmt wird: „Regeln des Handelns im Rahmen eines Regimes ergeben sich aus einem Zusammenspiel zwischen Machtverhältnissen und Begründungen jenseits partikularistischer Machtinteressen.“ (Bornschier 1988: 123) Das Zusammenspiel zwischen dem technologischen Stil und dem politökonomischen Regime erfolgt in zyklischen Schwankungen und ist phasenverschoben. Auch Verteilungseffekte werden berücksichtigt: So erfolgt die Diffusion des neuen technologischen Stils mit seiner neuen Güterpalette ungleich. Die neuen Konsumgüter sind zuerst den gehobeneren Schichten zugänglich (Bornschier 1988: 94).

Die Genese des technologischen Stils wird in beiden Theorien nicht besprochen: sie geschieht in einer 'black box'. Indem Carlota Perez den neuen technologischen Stil als effizienteste Kombination zu einem gegebenen Zeitpunkt beschreibt, folgt sie der Argumentation, dass sich nur die 'besten Innovationen' quasi naturgemäss durchsetzen müssen. Beispiele haben aber tatsächlich gezeigt, dass im Bereich der Technikentwicklung nicht ausschliesslich die technische Rationalität vorherrscht¹⁶: Es setzt sich nicht immer die 'beste' Innovation durch. Auch politische Einflussnahme kann beispielsweise dazu führen, dass sich 'schlechtere' Innovationen durchsetzen, während die 'besten' aussen vor bleiben. Sowohl Carlota Perez wie auch Volker Bornschier beachten Verteilungseffekte bei der Diffusion des technologischen Stils. Während Volker Bornschier betont, dass das politökonomische Regime unter anderem auch durch Machtkonstellationen geprägt wird, finden die Begriffe Macht und Herrschaft keinen Eingang in Perez' Theorie.

1.3 Neuere Strömungen

Die neuere Techniksoziologie und die feministische Technikkritik (vgl. mit Wajcman 1994) widersprechen dem 'doppelten Technikdeterminismus' vieler früheren Techniktheorien. Unter dem doppelten Technikdeterminismus lassen sich Vorstellungen subsumieren, in denen die Technikentwicklung eigenen Gesetzen unterliegt und – gesteuert durch die ökonomische Rationalität – Technikalternativen auswählt. Weiter meinten frühere Techniktheorien, dass Technikfolgen nicht alternativ denkbar sind: die eindeutigen Wirkungen einer Technik sind durch sie vorgegeben (Manske/Moon 1996: 319). Dieser 'doppelte Technikdeterminismus', der sich in der 'Eigenlogik des technischen Fortschritts' und einer strikt angenommenen, quasi naturgesetzlichen 'Logik der ökonomischen Verwertung' äussert, wird heute abgelehnt. So bemerkt etwa Rammert: „Hinter jedem Sachzwang steht ein sozial konstruierter Zwang; hinter jeder technischen Norm steckt eine sozial definierte Norm.“ (Rammert 1993: 156)

Die neuere Technikgeneseforschung fokussiert die Machtperspektive und betont, dass Technikentwicklung in einem sozialen Prozess abläuft: technische Entwicklungen werden durch die Interessens- und Machtkonstellationen der beteiligten Akteure geformt

¹⁶ So haben verschiedene Studien gezeigt, dass Technikentwicklungen nicht nur von ökonomischen Überlegungen, sondern auch von strukturellen Bedingungen abhängig sind – beispielsweise von Hierarchien oder blosser Nachahmung (Rammert 1993: 157).

(Manske/Moon 1996: 319ff.). Auch die Anwendung der Technik enthält Spielräume, die wiederum durch Machtkonstellationen der eingebundenen Akteure beeinflusst werden: So entscheidet beispielsweise der Staat über den Aufbau von Industrien und damit über die Durchsetzung neuer Technologien. Jedoch muss die Vorstellung der technischen Herrschaft relativiert werden: „[...] anstatt eine feste Logik der Herrschaft zu unterstellen, sollte eher nach wechselnden Machtpositionen, Strategien und Interessendefinitionen derjenigen kollektiven Akteure gesucht werden, die jeweils an der Projektierung und Implementierung einer Technik beteiligt sind.“ (Rammert 1993: 159)

1.4 Zusammenfassung

Technik ist ein soziologisches Thema, da sowohl die Technikgenese als auch die Technikfolgen durch gesellschaftliche Kräfte geformt werden. Es wurde weiter gezeigt, wie in verschiedenen soziologischen Techniktheorien Technikfolgen modelliert werden. Während einige Autoren – wie beispielsweise Karl Marx, Herbert Marcuse und Hartmut Elsenhans – auf die Wichtigkeit der Machtkonstellationen bei der Modellierung von Technikfolgen (insbesondere auch bei der Verteilung des neu entstehenden Surplus) hinweisen, sehen andere – wie beispielsweise Joseph Schumpeter und William Ogburn – mehrheitlich in der Eigenlogik des technischen Fortschritts oder der Verfolgung der ökonomischen Logik die bestimmenden Grössen. Interessant erscheint mir die Vorstellung Elsenhans', dass politische Akteure ökonomischen Wettbewerb veranstalten oder diesen behindern: Die 'Logik der Herrschaft' bestimmt hier die 'Logik der ökonomischen Verwertung'. Die neuere Technikentwicklung schliesslich richtet ihr Augenmerk bei der Modellierung von Technikfolgen vermehrt auf Machtkonstellationen.

Bezüglich meiner Fragestellung, wie biotechnische Rohstoffsubstitutionen Weltsystemstrukturen verändern können, stehen Verteilungsaspekte im Vordergrund. Ich möchte betonen, dass der Zugang zu einer bestimmten Schlüsseltechnik und der zeitliche Vorsprung ihrer Benutzung eine Machtverschiebung oder eine Machtperpetuation innerhalb eines einzelnen Landes oder innerhalb des Weltsystems auslösen kann. Der 'trickle down-Effekt' neuer Techniken, der beispielsweise von Carlota Perez postuliert wird, muss nicht zwangsweise alle Schichten im Weltsystem erreichen. Das Vorhandensein eines bestimmten Wissens, welches beispielsweise mittels Patentierung für alle einsehbar ist, muss auch nicht dazu führen, dass ein technischer Wettbewerb unter Gleichen stattfindet, da nicht allen die nötigen Ressourcen zur Umsetzung zur Verfügung stehen. So kann die Entwicklung einer neuen Technologie zu Monopolgewinnen führen und – im Gegensatz zu der Annahme Schumpeters – andere von der Imitation ausschliessen. Die Verteilung des durch technischen Fortschritt anfallende Surplus muss nicht zwingend allen Schichten der nationalstaatlichen Gesellschaft oder der Weltgesellschaft zufallen: auch im Prozess der Technikdiffusion gibt es Gewinner und Verlierer.

Die Beantwortung der Fragen, welche Logik die Erzeugung der Technikfolgen des spezifischen technischen Bereichs der biotechnischen Rohstoffsubstitutionen verfolgen und wie die zukünftig zu erwarteten Verteilungseffekte bei der Einführung dieser neuen Technik im Weltsystem aussehen werden, sind Ziel dieser Arbeit und werden am Schluss beantwortet.

2. Technikfolgenabschätzung und Technikbewertung

In diesem Kapitel folgt die Darstellung der wissenschaftlichen Technikfolgenabschätzung und der gesellschaftlichen Technikbewertung.

Dieser Arbeit liegt bei der Bestimmung möglicher zukünftiger Folgen bei der Einführung biotechnischer Rohstoffsubstitutionen im Weltsystem die Methode der *Technikfolgenabschätzung* zugrunde. Es handelt sich bei der Technikfolgenabschätzung um ein Zukunftsinstrument, das mittels verschiedenen Methoden versucht, die Frage nach zukünftigen Folgen einer neuen Technik zu beantworten. Diskutiert werden eine vernünftige Reichweite der Technikfolgenabschätzung, zwei Konzepte und ihre Institutionalisierung in den industrialisierten Staaten.

Die *Technikbewertung* liegt in den Händen der Gesellschaft und der Politik: Hier sollen über die (Un)erwünschtheit von möglichen technischen Folgewirkungen diskutiert und Regulierungen im Bereich der Technik festgelegt werden. Ich werde versuchen, die Frage nach den relevanten Akteuren der Technikbewertung zu beantworten.

2.1 Technikfolgenabschätzung als wissenschaftliche Aufgabenstellung

Die idealtypische Definition einer Technikfolgenabschätzung ist sehr weit gefasst: sie soll dazu dienen,

„[...] neben der Früherkennung technologieinduzierter Risiken eine umfassende Analyse des Spektrums möglicher sozialer, wirtschaftlicher, rechtlicher, politischer, kultureller und ökologischer Auswirkungen zu leisten, in der problemorientierten Aufbereitung der Untersuchungsergebnisse alternative Handlungsoptionen entscheidungsorientiert aufzuzeigen und zugleich unterschiedliche gesellschaftliche Interessen und Werturteile, die sich an die Entwicklung und Nutzung neuer Technologien knüpfen, offenzulegen.“ (Schuchardt/Wolf 1990: 19)

Dass diese idealtypische Definition in einer realen Technikfolgenabschätzung praktisch niemals erfüllt wird, liegt an der Totalität ihrer Formulierung: So müsste nebst den Technikfolgen auch die Technikgenesediskussion eine Rolle spielen, die Folgen und Risiken müssten in jedem speziellen gesellschaftlichen Subsystem einzeln prognostiziert werden, was realiter wegen des grossen Aufwands, meist beschränkter Geldmittel und aufgrund der Erwartung schneller Ergebnisse unmöglich ist. Trotzdem dient diese Definition als notwendige Vorgabe, um sich die Reichweite des Themas zu vergegenwärtigen. Auch meine ich, dass eine so breit gefasste Definition den Vorteil hat, durch das Weglassen bestimmter Einschränkungen den Filter im Kopf eines Technikfolgenabschätzenden gar nicht erst entstehen zu lassen und damit den Forschungsbereich nicht unnötig einengt.

Kowalski versucht eine pragmatischere Definition. Er versteht unter 'Technology Assessment'¹⁷ die „systemanalytische, multidisziplinäre Beurteilung von Handlungsoptionen“, die mittels bereits vorhandenem Datenmaterial mögliche Konsequenzen aufzeigt, ohne eine systematische Erfassung aller denkbaren Folgen zu liefern (Kowalski 1994: 8). Dieser praxisorientierte Ansatz kommt den meisten Technikfolgenabschätzungen entgegen, da der allumfassende Bereich einer idealtypischen Definition eingeschränkt wird.

¹⁷ Technology Assessment ist der englische Begriff für Technikfolgenabschätzung. Beide werden durch ab und zu mit dem Kürzel TA bezeichnet.

2.1.1 Die Reichweite der Technikfolgenabschätzung

Konstruktionen fast undenkbarer Kausalketten zwischen technischen Innovationen und gesellschaftlichem Wandel sind vermehrt erdacht worden. So behauptet Lynn White 1962 in seinem Buch „Medieval Technology and Social Change“ einen Zusammenhang zwischen der Innovation des Steigbügels und dem Aufkommen des Feudalismus (vgl. im folgenden Kowalski 1994: 43/44). Der Steigbügel, um 500 in China erfunden, führte gemäss White dazu, dass der Reiter und sein Pferd zu einer Einheit verschmolzen und eine grössere Stossenergie im Kampf entwickelten. Da die kriegerische Ausrüstung zu jener Zeit sehr teuer war und das Fränkische Reich über wenig Geldmittel verfügte, wurden in grossen Ausmass kirchliche Güter enteignet und unter den Vasallen verteilt, die sich zum berittenen Kampf in der Kaiserlichen Armee verpflichten mussten. Eine neue Klasse von Elitekriegern entstand, die sich als feudalistische Aristokratie sah. Der Kausalzusammenhang zwischen Steigbügel und Feudalismus war hergestellt.

Ein weiterer Kausalzusammenhang kann zwischen Spinnrad und Demokratie gezogen werden (vgl. im folgenden mit Kowalski 1994: 48). Das Spinnrad wurde im 13. Jahrhundert in Europa bekannt. Es rationalisierte die Arbeit in den Spinnereien, die Preise für den Stoff fielen beträchtlich. Die Produktion von Leinen stieg sprunghaft an, und mit ihr auch die textilen Abfälle, die zur Papierherstellung gebraucht werden konnten. Papier als billiges Speichermedium des Buchdrucks konnte in ausreichender Menge zur Verfügung gestellt werden und ermöglichte die Alphabetisierung breiter Schichten, die als Voraussetzung demokratischer Gesellschaftsordnungen gilt. Und so wurde ein direkter Zusammenhang zwischen Spinnrad und Demokratie behauptet.

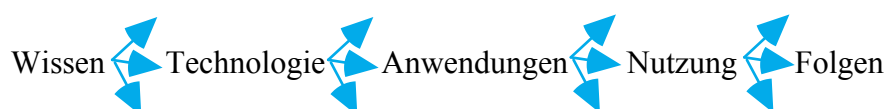
Das Problem solcher Kausalketten ist die deterministische Ansicht ihres Zusammenhangs: Hätte es den Steigbügel nicht gegeben, wäre keine Feudalgesellschaft entstanden und wäre das Spinnrad nicht erfunden worden, gäbe es keine demokratischen Gesellschaften. Solch absurde Behauptungen vergessen, dass Folgen vielschichtig und andersartig auftreten können und dass politische Konstellationen wichtige intervenierende Variablen darstellen. Im Gegensatz zu solchen über Jahrhunderte verbundenen Kausalketten kann die Technikfolgenabschätzung sinnvollerweise nur die direkten Auswirkungen einer Technologie vermuten (Kowalski 1994: 45).

2.1.2 Zwei Konzepte

Im folgenden werde ich zwei Konzepte der Technikfolgenabschätzung beschreiben, einmal eine Kausalkette, die auf einfache Weise die Komplexität der Technikfolgenabschätzung aufzeigt und als zweites Konzept dasjenige der MITRE-Corporation, welches den Versuch zu einer vollständigen Abschätzung darstellt.

Renate Mayntz' einfaches Konzept einer Technikfolgenabschätzung modelliert eine fünfgliedrige Kausalkette zwischen Wissen, angewandter Technologie und den möglichen Folgen, die bei deren Nutzung entstehen. Obwohl dieses Konzept einfach gestaltet ist, veranschaulicht es doch die Komplexität der Technikfolgenabschätzung: Jeder Begriff in der Kausalkette muss mehrfach gedacht werden.

Abbildung 2.1: Kausalkette

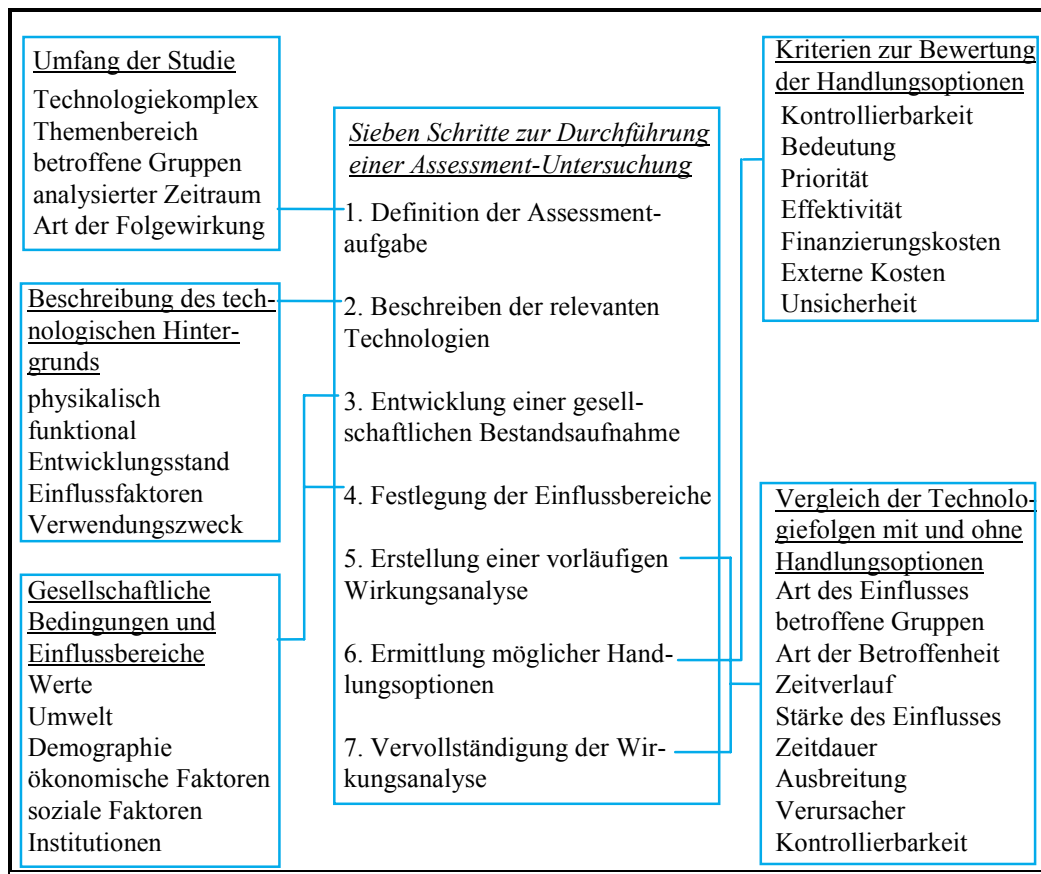


Quelle: Mayntz 1991: 48

Die multiplen Pfeile zwischen den einzelnen Begriffen weisen darauf hin, dass jeder Begriff als Folge des vorhergehenden und als alternativ gestaltbar gedacht werden soll: Grundlagenwissen erzeugt unterschiedliche Technologien, eine Basistechnologie kann zu verschiedenen Anwendungen führen, eine Anwendung kann kontingent genutzt werden, und diese Nutzungen generieren wiederum unterschiedliche Folgen: „Es besteht ein gravierendes Missverhältnis zwischen der Vielfalt technisch möglicher menschlicher Einwirkungen auf die soziale und natürliche Umwelt einerseits und unserer Fähigkeit, die dadurch über lange Kausalketten vermittelten Folgen vorherzusehen.“ (Mayntz 1991: 58) Das einfache naturwissenschaftliche Kausalmodell 'Aus der Ursache A folgt die Wirkung B' wird ausser Kraft gesetzt.

Ein komplexeres Verfahren schlug die MITRE-Corporation - ein US-amerikanisches Non-profit Unternehmen, welches Aufträge des Staates übernimmt und beispielsweise für die Armee der USA Informationssysteme entwickelt - bereits 1971 vor. Dieser Prototyp eines Technikfolgenabschätzungsverfahrens umfasst sieben Arbeitsschritte:

Abbildung 2.2: Technikfolgenabschätzungsverfahren der MITRE-Corporation



Quelle: Zeilhofer 1995: 181

Dieses siebenschrittige Verfahren stellt einen gelungenen Versuch dar, den notwendigen Aufbau einer Technikfolgenabschätzung zu beschreiben. Nachdem die Fragestellung formuliert wurde (Schritt 1), werden sowohl die relevanten Technologien (Schritt 2) wie auch die gesellschaftlichen Bedingungen und Einflussbereiche (Schritt 3 und 4) thematisiert. Diese Betrachtungen führen zu einer vorläufigen Wirkungsanalyse. Hier liegt jedoch noch nicht das Ende der Abschätzung: erst die Suche nach Lösungsmöglichkeiten und Handlungsoptionen für die betroffenen Gruppen (Schritt 6 und 7) vervollständigen die Technikfolgenabschätzung.

Die zweitälteste Verfahrensbeschreibung stammt aus dem Jahre 1976 und wurde durch das Battelle-Institut auf 14 Arbeitsschritte festgelegt. Die interessanteste Neuerung bei dem Battelle-Verfahren stellt die Miteinbeziehung der Perspektive von betroffenen Gruppen dar. Schliesslich entwickelte die OECD noch ein weiteres Verfahren, welches 36 Arbeitsschritte beinhaltet und 1978 publiziert wurde. Dieser anspruchsvolle Kriterienkatalog kann als Orientierungshilfe in einem Technikfolgenabschätzungsverfahren gelten, als eigentliche Verfahrensvorgabe ist er jedoch zu weit gefasst (Helle 1981: 419).

2.1.3 US-amerikanische und europäische Institutionalisierung

Durch die steigende Komplexität und Undurchschaubarkeit von technischen Wirkungen und durch die Erkenntnis, dass „der sozio-ökonomische Prozess der Entstehung und Durchsetzung technischen Wissens grundsätzlich gestaltbar ist“ (Tichy 1996: 14), bildeten sich eigentliche Technikfolgenabschätzungsinstitutionen heraus.

Als erste offizielle Technikfolgenabschätzungsinstitution wurde das Office of Technology Assessment (OTA)¹⁸ 1972 in den USA konstituiert, in erster Linie, um die Folgen des zivilen Überschallflugzeugs SST (Super Sonic Transport) auf die oberen Schichten der Erdatmosphäre abzuschätzen (Baron 1995: 70)¹⁹.

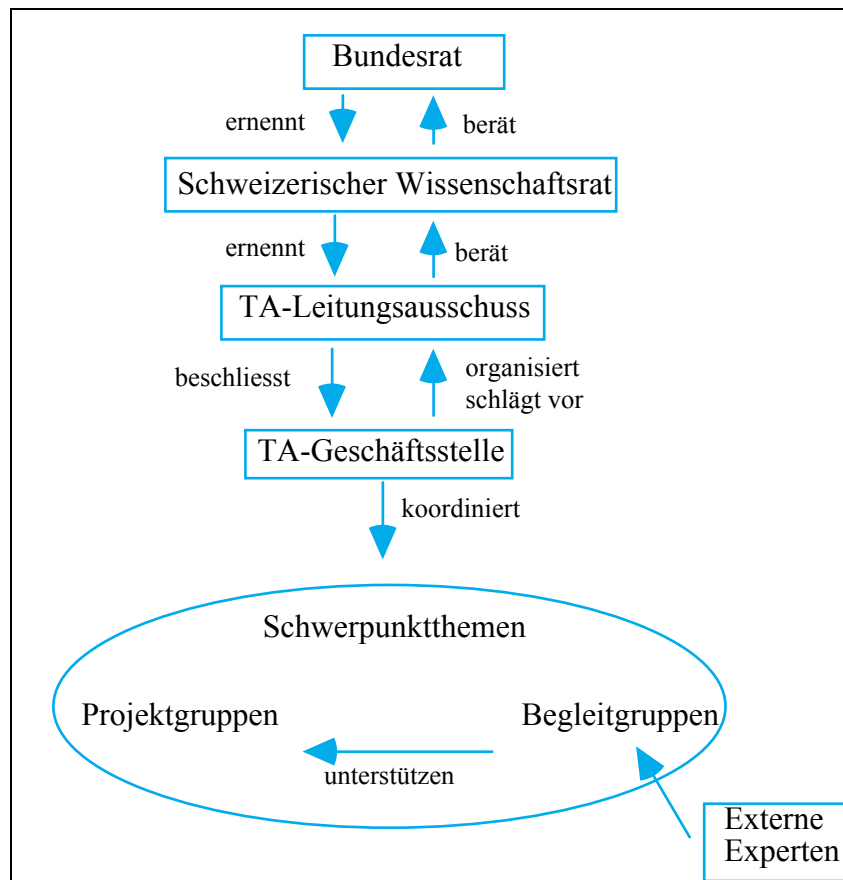
Die Idee der Technikfolgenabschätzung diffundierte darauf auch in Europa. In den europäischen Industrienationen wurden folgende Technikfolgenabschätzungsinstitutionen implementiert: OPECST (Office Parlementaire d'Evaluation des Choix Scientifiques et Technologiques) in Frankreich, das Danish Board of Technology in Dänemark, das Rathenau institut in den Niederlanden und POST (Parliamentary Office of Science and Technology) in Grossbritannien (Baron 1995: 84ff.). Weiter sind das Technikfolgenabschätzungsbüro (TAB) Deutschlands, das European Parliamentary Technology Assessment (EPTA) der EU und das Institute for Future Studies in Schweden zu nennen. Die meisten Technikfolgenabschätzungsinstitutionen gelten als parlamentarische Beratungsinstitutionen und nehmen Aufträge vom Parlament an.

In der Schweiz kümmert sich seit 1991 der Wissenschaftsrat (SWR) um die Technikfolgenabschätzung. Der SWR setzt sich hauptsächlich aus WissenschaftlerInnen zusammen, die den Bundesrat in wissenschaftspolitischen Fragen beraten. Eines der Ziele des SWR ist „die Evaluation der Forschung, der Wissenschafts- und Technologiepolitiken und deren Auswirkungen auf den Menschen, die Gesellschaft und die Umwelt“ (Schweizerischer Wissenschaftsrat 1999). Der SWR benennt den TA-Leitungsausschuss, der sich aus 20 Personen aus „Wissenschaft, Industrie, Politik, Verwaltung, Gewerkschaften und ausgewählten Interessensgruppen“ zusammensetzt (Schweizerischer Wissenschaftsrat 1998). Dieser organisiert im Bereich der Technikfolgenabschätzung mehrere Programme, bei deren Zusammenstellung die Anfragen des Parlaments, der Wirtschaft und der Nichtregierungsorganisationen berücksichtigt werden. Die Schwerpunkte der vierjährigen Arbeitsetappe, die 1996 begann, liegen im Bereich der Bio- und Gentechnologie, der Informationsgesellschaft und der Energie.

¹⁸ Im Gesetzestext zur Institutionalisierung des OTAs werden seine Aufgaben festgeschrieben: „Technology assessment is a term used to identify a process for generating accurate, comprehensive, and objective information about technology to facilitate its effective social management by political decisionmakers. Specifically, technology assessment is the thorough and balanced analysis of all significant primary, secondary, indirect and delayed consequences or impacts, present and foreseen, of a technological innovation on society, the environment or the economy.“ (U.S. Senat 1972 zit. nach Baron 1995: 70) Mit dieser Festschreibung wird die Aufgabe der Technikfolgenabschätzung als politische Entscheidungserleichterung klar.

¹⁹ 1995 wurde das (eigentlich erfolgreiche) OTA aufgrund politischer Querelen im US-Kongress bereits wieder aufgelöst (Schweizerischer Wissenschaftsrat 1998).

Abbildung 2.3: Aufbau der Technikfolgenabschätzung in der Schweiz



Quelle: Schweizerischer Wissenschaftsrat 1998

2.2 Technikbewertung als politischer Prozess

Wissenschaftliche Technikfolgenabschätzung soll den politischen Instanzen Informationen über technische und gesellschaftliche Folgen neuer Techniken geben und zur Versachlichung der Diskussion beitragen. Wissenschaftliche Technikfolgenabschätzung ist *Politikberatung*: es liegt einzig in den Händen der Politiker oder Wähler, Folgen normativ zu bewerten und politische Entscheidungen zu treffen (Tichy 1996: 15/16). Dieser Vorgang, der die normative Bewertung der wissenschaftlichen Analyse von möglichen Technikfolgen beschreibt, nenne ich in Anlehnung an Baron *Technikbewertung* (Baron 1995: 50)²⁰.

Die Forderung nach einer institutionalisierten Technikbewertung besteht schon lange. Bereits 1969 stellt Jürgen Habermas fest, dass der

„Herausforderung der Technik durch Technik allein nicht zu begegnen [ist]. Es gilt vielmehr, eine politisch wirksame Diskussion in Gang zu bringen, die das gesell-

²⁰ Es gibt in diesem Bereich unterschiedliche Auffassungen. Vielfach wird die Technikfolgenabschätzung innerhalb der Technikbewertung angesiedelt (beispielsweise beim Verein Deutscher Ingenieure 1989: 321). Hier werden die Phasen der Technikbewertung in a) Definition und Strukturierung des Problems, b) Folgenabschätzung, c) Bewertung und d) Entscheidung unterteilt. Baron weist zurecht auf die didaktisch schwer nachvollziehbare Doppeldeutigkeit des Technikbewertungsbegriffs – einmal als vier Phasen beinhaltendes Verfahren und einmal als einzelne Phase in diesem Verfahren – hin (Baron 1995: 52). Mir erscheint es sinnvoller, diese beiden Verfahren zu trennen, da – je nach unterschiedlicher institutioneller Ausgestaltung – auch unterschiedliche Akteure beteiligt sind: im Fall der Technikfolgenabschätzung die WissenschaftlerInnen, im Prozess der Technikbewertung das Parlament oder die Bürger.

schaftliche Potential an technischem Wissen und Können zu unserem praktischen Wissen und Wollen rational verbindlich in Beziehung setzt.“ (Habermas 1969: 118)

Technikbewertung „meint heute nicht weniger als die Beurteilung, Planung, Steuerung und Kontrolle hochkomplexer Strukturen und Prozesse gesellschaftlicher Wechselbeziehungen, soweit sie Bedingungen und Folgen der Technisierung sind.“ (Huisinga 1985: 13)

In die Bewertung fließen Werthaltungen ein, die nicht quantifizierbar sind (Kowalski 1994: 12), deshalb handelt es sich bei der Technikbewertung um ein *nicht-wissenschaftliches* Element der Entscheidungsfindung. Diese Definition darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass bereits die wissenschaftliche Technikfolgenabschätzung nicht wertneutral gestaltbar ist, da sie durch ihre geäußerten Lösungsvorschläge erwünschte und unerwünschte Folgen bewertet.

Zwei Begebenheiten thematisierten das Problem der normativen Bewertung der Wissenschaftler innerhalb der Soziologie (vgl. im folgenden Keuth 1991: 116ff.). Die Werturteilsdiskussion von 1913 im Verein für Sozialpolitik, dessen hauptsächlich Beteiligter Max Weber war, wurde in den 60er Jahren im 'Positivismusstreit' von Theodor Adorno und Jürgen Habermas als Gegenpole zu Karl Popper und Hans Albert erneut aufgenommen (vgl. mit Dahms 1994 und Habermas 1982: 15-88).

Max Weber äusserte sich gegen die 'Kathederwertung', in der im akademischen Unterricht Wertäusserungen bezüglich Ethik, Ästhetik und Weltanschauung erfolgen. Seiner Meinung nach kann eine empirische Wissenschaft nicht normativ bewerten, sondern nur Möglichkeiten des Handelns offenlegen. Adorno und Habermas vertraten die Auffassung, dass die Wissenschaft ethisches Wissen vermitteln soll, während Popper und Albert die Möglichkeit ethischen Wissens anzweifelten.

Konstruktivistische Theorien (vgl. mit Glasersfeld 1992) gehen heute davon aus, dass je nach Perspektive des Wissenschaftlers andere Ergebnisse entstehen und dass durch die Themenwahl bereits eine Wertung gefällt wird, da das gewählte Thema wichtiger als die anderen möglichen Themen erscheint. Das Vorhandensein von objektivem Wissen muss verneint werden. Die wissenschaftliche Technikfolgenabschätzung darf deswegen nicht als vollständig wertneutral betrachtet werden: Bewertungen und Werturteile aus der Sicht des Technikfolgenabschätzers fließen in die Technikfolgenabschätzung ein. Deshalb ist die Offenlegung der subjektiven Bewertungen innerhalb einer Technikfolgenabschätzung ein unverzichtbares Postulat (Baron 1995: 52).

2.2.1 Akteure der Technikbewertung

Hinter der Forderung nach einer institutionalisierten Technikbewertung steckt offensichtlich die Forderung nach staatlicher Technikregulierung. Es veranstalten aber verschiedene – auch nicht-staatliche Akteure – Technikbewertung. Die folgende Tabelle 2.1 gibt einen Überblick über die Vielzahl der Akteure, ihren Technikbewertungszweck und ihre Mittel.

Die Tabelle 2.1 nennt hauptsächlich durch eine Wahl legitimierte nationale und internationale politische Akteure, die sich mit der Technikbewertung auseinandersetzen. Nichtsdestotrotz werden aber auch Unternehmen, Verbände und Bürgerinitiativen erwähnt. Das lässt die Frage entstehen, ob staatliche Institutionen technische Innovationen bewerten sollen, oder ob andere Akteure die besseren Technikbewerter sind. Das folgende Kapitel versucht, diese Frage zu beantworten.

Tabelle 2.1: Akteure der Technikbewertung

	Aggregationshöhe	Technikbewertungs-Zweck	Mittel
International	UNO	Frühwarnung	Kommission
	WTO	Legitimation	Studie
	OECD	Kompromissuche	Modell
	EU	Alibi	Empfehlung
National	Regierung	Interessen-	Moratorium
	Parlament	Artikulation	Geheimabsprache
	Verbände	Ermittlung von	Marktstudie
	Unternehmen	Durchsetzungs-	Konkurrenzanalyse
		Mög-	Prognose
		lichkeiten und	Vermarktungsstrate-
-Hemmnissen von	gie		
Interessen	Corporate-Identity-		
	Entwurf		
Partei		Kommission	
		Programm	
Bürgerinitiative		Studie	
		Auftrag	

Quelle: nach Krupp 1989: 110

2.2.2 Wer soll bewerten?

Informelle Technikbewertung als eine „Vielzahl begrenzter und unkoordinierter Bewertungen, die von den verschiedensten Akteuren jeweils für ihren eigenen Handlungsbereich vorgenommen wurden“ (Ropohl 1988: 16) existiert schon lange. So ist im Prinzip schon die Entscheidung eines Erfinders, in einem bestimmten Bereich zu forschen, Technikbewertung. Da diese Bewertungen aber unkoordiniert und von partikulären Nutzenabwägungen geprägt sind, werden längerfristige Auswirkungen in der informellen Technikbewertung nicht antizipiert.

Der häufige Hinweis, dass Techniker ihre Innovationen bereits selbst informell auf ihre Folgen hin bewerten, da es sowieso in ihrem Interesse liegt, einen ökonomischen Erfolg ohne

imageschädigende Nebenfolgen zu verzeichnen, ist nicht glaubwürdig. Technische Forscher kennen sich auf ihren Spezialgebieten aus. Die Antizipation möglicher sozialer Folgen bei der Einführung ihrer Innovation findet hingegen keinen Platz in ihrer unmittelbaren Tätigkeit. Ihr vorrangiges Interesse muss darin liegen, ihre Erfindung auf den Markt zu bringen: „Wissenschaftler sind in einem Konkurrenz-System tätig. Man will den eigenen Namen mit wissenschaftlichen Durchbrüchen verbinden. Gesellschaftliche Fragen werden in diesem System viel zuwenig berücksichtigt.“ (Nowotny 1998: 57)

Auch die Forderung, die neuen Techniken dem Markt zu überlassen und die Entscheidungen der Marktteilnehmer zu akzeptieren, bleibt kurzsichtig. Der Planungshorizont von Unternehmen reicht nicht über fünf bis zehn Jahre hinaus, so dass langfristige Folgen nicht antizipiert werden können (Helle 1981: 410). Die Unternehmen lassen sich vom Wirtschaftlichkeitsprinzip leiten, welches aufgrund von Shareholder-Ansprüchen selten langfristig ausgerichtet ist:

„Auch die Kräfte des Marktes können [...] im allgemeinen zwischen sozial verträglichen und unverträglichen Techniken nicht selektieren, weil es dazu einerseits der Internalisierung aller externen Effekte bedürfte und der Horizont der Erwartungsbildung der Marktteilnehmer dazu in der Regel nicht ausreicht.“ (Tichy 1996: 21)

Doch auch die nationale und internationale Technikbewertung von staatlichen Akteuren kennt ihre Schwierigkeiten, denn die Technikbewertung bedarf Fingerspitzengefühl. Der Staat sollte seine Technikregulierung effizient – mit möglichst wenig Inanspruchnahme bürokratischer Gremien – gestalten, damit aus dem 'Technology Assessment' kein 'Technology Arrestment' wird, denn die Argumente des internationalen Wettbewerbs und der Standortkonkurrenz werden häufig gegen die staatliche Technikbewertung ins Felde geführt.

Die Vorstellung der neuen ökonomischen Wachstumstheorie²¹ illustriert diese Position. Sie behauptet einen Zusammenhang zwischen der Menge an Innovationen und dem Wirtschaftswachstum. Gemäss der neuen ökonomischen Wachstumstheorie wird technologischer Fortschritt als Zunahme des Wissensstandes definiert (Hotz/Reuter/Vock 1997: 147). Somit kann der technologische Fortschritt als Zunahme des aggregierten Humankapitals einer Volkswirtschaft interpretiert werden. Die neue ökonomische Wachstumstheorie schreibt dem aggregierten Humankapital positive Wachstumseffekte zu. Positive Spillover der Wissensakkumulation – darunter wird verstanden, dass die Wissensdiffusion in einer Gesellschaft auch Marktteilnehmern zugute kommt, die nicht an der Wissensproduktion teilgenommen haben – sollen zu Wachstumsschüben führen. Der Zusammenhang wird folgendermassen formuliert: „Je höher der Bestand an Humankapital, desto höher die positiven Externalitäten, desto grösser die Sogwirkung auf komplementäre Produktionsfaktoren (Arbeitskräfte und Kapital) und desto höher der Entwicklungsstand einer Volkswirtschaft.“ (Straubhaar 1997: 19)

Der staatliche Eingriff im Bereich der Innovationstätigkeit von Unternehmen kann gemäss dieser Perspektive folglich eine Belastung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit darstellen und negative Auswirkungen auf den Standort und das Wirtschaftswachstum haben. Hier stellt sich jedoch die normative Frage, ob hauptsächlich quantitatives Wachstum angestrebt werden soll, oder ob nicht die Frage nach Wohlfahrt und damit auch nach sauberer Umwelt und – im Rahmen einer Weltsystemperspektive – auch nach einer möglichen Entwicklung peripherer Staaten im Vordergrund stehen sollte.

²¹ Vertreter der neuen Wachstumstheorie sind: P.M. Romer, R.E. Lucas, R.J. Barro, G. Grossman, E. Helpman und S. Rebelo (Bretschger 1996: 90).

Die staatliche Technikfolgenabschätzung kennt nebst der neuen ökonomischen Wachstumstheorie weitere Kritiker. Renate Mayntz betont, dass das Ideal der Erhöhung von rationalen politischen Entscheiden in der Realität verfehlt wird, da im politischen Prozess nicht die Rationalität erste Priorität innehat, sondern Konsensfähigkeit und finanzielle Zwänge (vgl. im folgenden mit Mayntz 1991: 59/60). Dies führt dazu, dass Technikfolgenabschätzung häufig politisch instrumentalisiert und zur Legitimierung von politischen (Nicht)Entscheidungen missbraucht wird, folglich eine Alibifunktion ausübt. Renate Mayntz sieht die wichtigste Rolle der Technikfolgenabschätzung in ihrem Legitimierungsgehalt. Sie schlägt vor, die Ergebnisse der Technikfolgenabschätzung verschiedensten gesellschaftlichen Akteuren zugänglich zu machen. Dies sei umso wichtiger, da die Einwirkung auf Forschung und Entwicklung überwiegend bei privaten und gesellschaftlichen Akteuren liegt:

„Je beschränkter die Möglichkeiten politischer Steuerung der Technikentwicklung sind, umso wichtiger wird es, dass TA-Ergebnisse denjenigen Akteuren zugänglich und bekannt gemacht werden, die den Prozess der Technikentwicklung durch ihre Wahlhandlungen vorantreiben.“ (Mayntz 1991: 60)

Die neuere Technikbewertung versteht sich als „Instrument, um die breite Bevölkerung am Entscheidungsprozess zu beteiligen“ (Schweizerischer Wissenschaftsrat 1998: 3) und soll so die Gefahr einer bürgerfernen Technikpolitik vermindern. Mit *partizipativen Verfahren*, die einen Dialog zwischen Experten und Laien initiieren, sollen technokratische Lösungen von der Bevölkerung basisdemokratisch beeinflusst werden. In verschiedenen europäischen Ländern werden sogenannte Konsens-Konferenzen durchgeführt – in der Schweiz unter dem Namen PubliForum bekannt. Die Diskussion zwischen Fachleuten und BürgerInnen sollen als Stellungnahmen den Mitgliedern des Parlaments zugänglich gemacht werden und politische Entscheide über technikrelevante Themen beeinflussen.

2.3 Methoden der Technikfolgenabschätzung

Die Auftragserfüllung einer Technikfolgenabschätzung verlangt nach Interdisziplinarität. Technische Folgen und Risiken²² einer neuen Technik lassen sich am besten von Technikern abschätzen, für die gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Folgen sind Sozialwissenschaftler zuständig, die ethische Bewertung neuer Techniken fällt in die Hände der Philosophen und Theologen usw. Die Forderung nach Interdisziplinarität darf jedoch nicht falsch verstanden werden: Nicht gemeint ist, dass Fachleute einer bestimmten Disziplin sich anmassen, Expertenmeinungen in einem ihnen fremden Gebiet abzugeben. Angestrebt wird die Möglichkeit einer Konsensfindung in einer interdisziplinären Institution, die wiederum Interesse und Offenheit aller Beteiligten erfordert (Tichy 1996: 26).

Die Technikfolgenabschätzung geht, verglichen mit den in Kapitel 1 vorgestellten Technikfolgentheorien, einen Schritt weiter: sie betritt Neuland, da *zukünftige* Folgen abgeschätzt werden sollen, und ihre Aufgabe darin besteht, Antworten auf Nichtexistentes und Fiktives zu finden. Demzufolge ist die Technikfolgenabschätzung wissenschaftliche Zukunftsforschung, die im Gegensatz zur 'Science-fiction' den Zusammenhang zur Gegenwart entwicklungsgeschichtlich darstellt, folglich also 'Real-Utopien' entwirft (Schmidt-Gernig 1998: 66/67).

²² Die Risikodiskussion fällt natürlich spätestens nach Ulrich Becks 'Risikogesellschaft' auch in den Zuständigkeitsbereich der Soziologie (Beck 1986). In seiner Perspektive ist Risiko nicht mehr die Eintretenswahrscheinlichkeit natürlicher Katastrophen, die durch die Aufsummierung einzelner Teilwahrscheinlichkeiten (analog des naturwissenschaftlichen Risikoverständnisses) berechnet werden kann. Der sozialwissenschaftliche Risikobegriff meint die *Wahrnehmung* drohender Zerstörungen. Diese werden durch die Gesellschaft der zweiten Moderne, die sich durch Globalisierung und Individualisierung auszeichnet, selbst erzeugt und definiert (Beck 1998: 261ff.).

Die Früherkennung von technischen und sozialen Folgen ist die zentrale Forderung jeder Technikfolgenabschätzung. Auguste Comtes Ausspruch des „savoir pour prévoir, prévoir pour prévenir“ wird zum angestrebten Ideal, welches die (umstrittene) Frühwarnungsmöglichkeit der Technokratie in den Vordergrund rückt. Rammert spricht vom zeitlichen Dilemma der Technikfolgenabschätzung:

„Eine empirisch fundierte Analyse der Technikfolgen kann erst dann vorgenommen werden, wenn eine neue Technik fertig entwickelt, in verschiedenen Anwendungsfeldern eingesetzt und unter normalen Bedingungen längere Zeit erfolgreich genutzt wird. Dann käme sie jedoch in der Regel zu spät, um eine unerwünschte technische Entwicklung zurückzunehmen oder sie auch nur umzusteuern.“
(Rammert 1994: 17)

Die Forderung nach Interdisziplinarität und Früherkennung stellt die Technikfolgenabschätzung vor ein methodisches Problem. Eine einheitliche Technikfolgenabschätzungsmethodik lässt sich aufgrund der Vielfalt der Akteure und Themen nicht erwarten. Vielmehr werden bereits bekannte, aus den teilnehmenden Wissenschaftsbereichen (Natur-, Technik-, Geistes- und Sozialwissenschaften) entlehnte Verfahren angewendet (Zeilhofer 1995: 180). Diese Verfahren sind auch in der Zukunftsforschung bekannt.

Der Verein Deutscher Ingenieure VDI veröffentlichte eine tabellarische Übersicht über die einzelnen, häufig angewendeten Technikfolgenabschätzungsmethoden. Unterschieden wird zwischen qualitativen und quantitativen Methoden und zwischen den einzelnen Phasen, in der die jeweilige Methode am besten eingesetzt werden kann: Die Phase der Folgenabschätzung beschäftigt sich mit der wissenschaftlichen Analyse der Folgen und die Phase der Bewertung äussert sich zur (Un)erwünschtheit von Folgewirkungen und der Formulierung von Lösungsvorschlägen²³.

Ich habe die verschiedenen Methoden in der Tabelle 2.2 auf der folgenden Seite grob ihren Fachbereichen zugeordnet und werde sie kurz kommentieren. (Für die ausführlichere Diskussion der einzelnen Methoden siehe Verein Deutscher Ingenieure 1989: 235-238; Rammert 1993: 51/52; für praktische Beispiele siehe Porter/Rossini/Carpenter 1980.)

Eine Methode, die in allen Fachbereichen gebraucht wird, ist das *Brainstorming*. Eine möglichst heterogene Gruppe sammelt Einfälle zu möglichen Folgen einer Technikanwendung. Auch auf den ersten Blick absurd erscheinende Ideen werden nicht eliminiert. Diese Methode verspricht, nicht beachtete Folgenbereiche zu entdecken.

Die mathematisch-naturwissenschaftlichen Methoden versuchen mit Hilfe von Matrizen (*morphologische Klassifikation* und *Verflechtungsmatrix-Analyse*) und von graphentheoretischen Baumstrukturen (*Relevanzbaum-Analyse*), wie sie auch in der Spieltheorie in Form von 'Game-Trees' benutzt werden, mögliche Folgen vorherzusehen. Spezielle Aufmerksamkeit gilt der *Risiko-Analyse*: sie verwendet ebenfalls die Relevanzbaum-Methode und versucht, den einzelnen Ereignissen eine Eintretenswahrscheinlichkeit zuzuordnen. Die Aufsummierung der einzelnen Eintretenswahrscheinlichkeiten ergibt das Gesamtrisiko.

Diejenigen Methoden, die ich unter den ökonomischen Methoden subsumiert habe, werden oft bei ökonomischen Analysen verwendet. Die *Trendextrapolation* findet häufig Anwendung bei Konjunkturprognosen. Im Bereich einer Technikfolgenabschätzung erscheint diese Methode als weniger geeignet, da bei ihrer Anwendung Gründe dafür bestehen müssen,

²³ Bei dieser Diskussion der wissenschaftlichen Methoden zur Technikbewertung muss memoriert werden, dass sich die Technikbewertung aufgrund meiner Definition im politischen System abspielt. Die in diesem Kapitel aufgeführten Methoden zur Technikbewertung dienen dazu, innerhalb der Wissenschaft mögliche Lösungsvorschläge zu äussern.

dass sich die Rahmenbedingungen nicht verändern (*ceteris paribus*-Bedingung). Die *Kosten-Nutzen-Analyse* und die *Nutzwert-Analyse* versuchen, den zukünftigen Nutzen einer Technologie zu beziffern. Die *Kosten-Nutzen-Analyse* bewertet auch metaökonomische Kriterien, wie beispielsweise Lebensqualität, und gerät spätestens bei der monetären Bewertung eines Menschenlebens an ihre Grenzen. Die *Nutzwert-Analyse* versucht mit Hilfe von Nutzenfunktionen über gewünschte und unerwünschte Folgen zu entscheiden. Die *Modell-Simulation* schliesslich stellt wohl die komplexeste der ökonomischen Methoden dar. Fortgeschrittene Modelle der Computer-Simulation ermöglichen das Berechnen kybernetischer Systeme. Durch Variation der Variablen können verschiedene Folgemöglichkeiten am Computer durchgerechnet werden. Die Ergebnisse müssen jedoch auch hier mit Vorsicht bewertet werden, liegen der Modell-Simulation doch mathematische Funktionen zugrunde, von denen jede einzelne eine erfahrungswissenschaftliche Hypothese ausdrückt, die jedoch oftmals nicht unter Zuhilfenahme der Ökonometrie überprüft wird.

Tabelle 2.2: Methoden der Technikfolgenabschätzung

Methode	Art		Phase	
	Qualitativ	Quantitativ	Folgenabschätzung	Bewertung
Brainstorming	•		•	
<i>mathematisch-naturwissenschaftlich:</i>				
Morphologische Klassifikation	•		•	
Relevanzbaum-Analyse	•	•	•	•
Risiko-Analyse		•	•	•
Verflechtungsmatrix-Analyse	•	•	•	•
<i>ökonomisch:</i>				
Kosten-Nutzen-Analyse		•		•
Modell-Simulation		•	•	•
Nutzwert-Analyse	•	•		•
Trend-Extrapolation		•	•	
<i>soziologisch (geisteswissenschaftlich):</i>				
Akzeptanzforschung	•			•
Delphi-Umfrage	•	•	•	•
Historische Analogiebildung	•	•	•	
Szenario-Gestaltung	•		•	•

Quelle: nach Verein Deutscher Ingenieure 1989: 234

Die Methoden der Technikfolgenabschätzung und -bewertung, die sich besonders für soziologische Analysen eignen, fassen zu einem Teil auf Befragungen. Die *Delphi-Expertenumfrage* kann als Prognosemethode dienen, da sie Ansichten von Experten erhebt. Die *Akzeptanzforschung* hingegen befragt Laien, um deren Meinungen bezüglich einer bestimmten Technologie festzuhalten. Diese Methode eignet sich zur Technikbewertung, da hier ein grösserer Kreis der Bevölkerung zu Worte kommt. Die *historische Analogiebildung* schliesst von einer früheren Entwicklung auf eine zukünftige. Hier stellt sich das Problem der Vergleichbarkeit: prinzipiell ist jedes historische Ereignis unikat und kann nicht wiederholt werden. Trotzdem erscheint mir diese Methode insofern als geeignet, da bei der Interpretation eines vergangenen Ereignisses mögliche Einflüsse gefunden werden können, die sonst nicht in Betrachtung gezogen würden. Die *Szenario-Gestaltung* schliesslich eignet sich gut für eine geisteswissenschaftliche Technikfolgenabschätzung. Sie versucht, alle kontextuellen Elemente zu definieren und ihre Beziehungen zueinander darzustellen. Sie ist ihrem Wesen nach qualitativ und dient zur ganzheitlichen Beschreibung von möglichen Technikfolgen. Diese qualitative Methode integriert so weit wie möglich auch quantitative Ergebnisse, die durch andere Methoden gefunden wurden. So unterliegen der szenarischen Vorschau meist verfügbare Trendextrapolationen oder ein bestehender Expertenkonsens. Die szenarische Prognose wird häufig mit Bezug auf jeweils relevante Sozialindikatoren gestellt. Meistens werden verschiedene Szenarios entworfen, die sich einer optimistischen oder pessimistischen Zukunftssicht hingeben. „Die Szenario-Gestaltung ist eine Mischung aus prognostischem Wissen, intellektueller Kombinatorik und phantasievoller Erzählkunst; sie sagt nicht, was sein wird, sondern antwortet auf die Fragen des Typs „Was wäre, wenn...“ (Verein Deutscher Ingenieure 1989: 237)

2.4 Zusammenfassung

Dargestellt wurde das Instrumentarium der Technikfolgenabschätzung, das prospektiv Technikfolgen erkennen will, also im Bereich der Zukunftsforschung zu verorten ist. Schwierig gestaltete sich die Unterscheidung zwischen Technikfolgenabschätzung und Technikbewertung, da sich bei der Definition dieser beiden Begriffe kein Konsens gebildet hat. Ich unterscheide Technikfolgenabschätzung als wissenschaftliche Technikfolgenanalyse und Technikbewertung als Prozess der Entscheidungsfindung, der innerhalb politischer Gremien stattfindet.

Im folgenden werde ich einen Teil des eingeführten Instrumentariums der Technikfolgenabschätzung anwenden. Ich werde mich weitestgehend an dem sieben Schritte umfassenden, grundlegenden Technikfolgenkonzept der MITRE-Corporation orientieren (siehe Abbildung 2.2). Als empirische Methoden werden die historische Analogiebildung und die Szenariogestaltung zum Zuge kommen. Die genannte Forderung nach Interdisziplinarität im Technikfolgenabschätzungsbereich kann ich leider nicht erfüllen, in meinen Möglichkeiten liegt einzig die Verbindung einer ökonomischen und soziologischen zu einer wirtschaftssoziologischen Abschätzung. Trotzdem denke ich, dass die Abschätzung in nur einer Disziplin auch zu einem interdisziplinären Dialog beitragen kann.

3. Was sind biotechnische Rohstoffsubstitutionen?

Nachdem in den letzten zwei Kapiteln theoretische Vorarbeit geleistet wurde, bildet dieses Kapitel den Anfang der Technikfolgenabschätzung. Dargestellt wird der Bereich der relevanten Technologie: die *substitutiven Biotechniken*.

Nach der Definition der Biotechnologie wird diskutiert, ob von der Biotechnologie eine ähnliche globale Diffusion wie von den Informations- und Kommunikationstechnologien im Prozess der Globalisierung erwartet werden kann. Obwohl sich die einzelnen Autoren über die Reichweite der Biotechnologie nicht einig sind, wird ihrem substitutiven Charakter im Bereich der Agrarwirtschaft eine gewichtige Rolle zugestanden. Darauf werden einzelne Biotechniken identifiziert, mit deren Anwendung es möglich ist, tropische Rohstoffe zu substituieren. Schliesslich folgt ein tabellarischer Überblick über die aktuelle Forschung an Rohstoffsubstituten und den beteiligten Forschungsakteuren.

3.1 Biotechnologie als Bündel von Techniken und Industrien

Gemäss einer häufig verwendeten Definition des Office of Technology Assessment OTA der USA beinhaltet die Biotechnologie „any technique that uses living organisms (or parts of organisms) to make or modify products, to improve plants and animals, or to develop micro-organisms for specific uses.“ (OTA zit. nach Hobbelink 1991: 25)

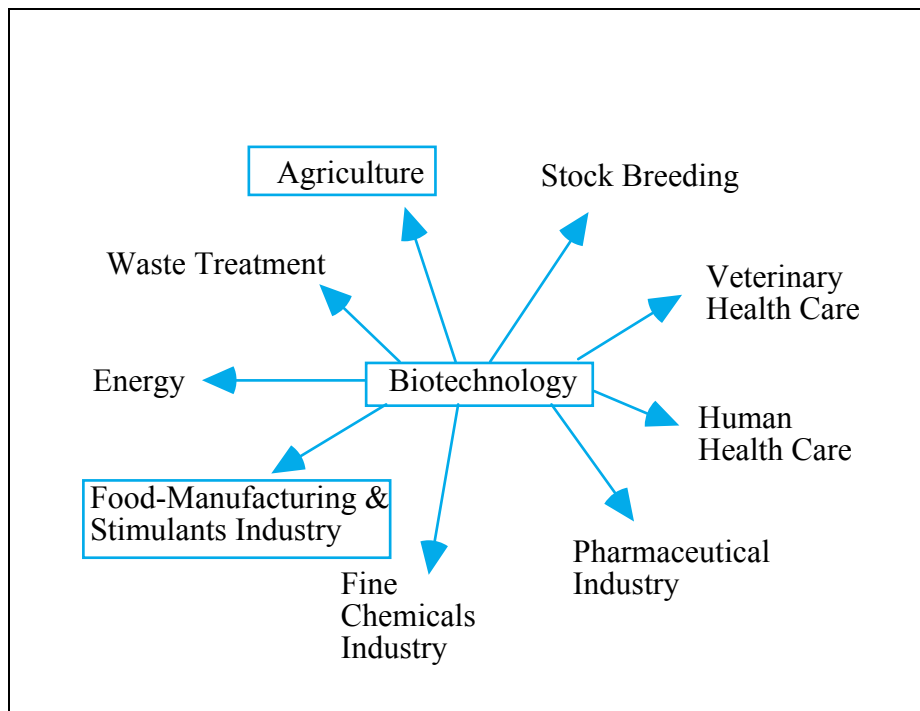
Die Biotechnologie konstituiert sich aus alten und neuen Techniken (vgl. im folgenden mit Junne 1986: 66). Diesen Techniken ist gemeinsam, dass sie biologische Organismen, Systeme und Verfahren zur Veränderung von Lebewesen und Pflanzen einsetzen.

Innerhalb der Biotechnologie kann zwischen *drei Generationen* unterschieden werden. Die erste Generation ist bereits seit Jahrhunderten bekannt und beinhaltet die Herstellung von Brot, Bier, Wein und Käse mittels Mikroorganismen (einzelligen Lebewesen), wie beispielsweise Bakterien oder Hefe. Die gegen Ende des zweiten Weltkriegs errungenen Fortschritte in der Enzym-Technologie und die Erfindung des Antibiotikas fallen in die Biotechnologie der zweiten Generation. Die dritte Generation wurde 1973 durch einen wissenschaftlichen Durchbruch begründet: durch die Extraktion von Genen aus DNS-Molekülen und deren Übertragung in Bakterien wurde die Gentechnologie geboren.

Die Biotechnologie ist folglich nicht eine einzige Technologie, sondern ein *Bündel verschiedener Techniken*. In dieser Arbeit werde ich mich auf die Darstellung derjenigen Biotechniken beschränken, die eine Rohstoffsubstituierung ermöglichen.

Die Biotechnologie findet Anwendung in verschiedenen Industrien. Ein Überblick findet sich in der folgenden Abbildung:

Abbildung 3: Biotechnologie und ihre Anwendung in verschiedenen Industrien



Quelle: Roobeek 1995: 68

In dieser Arbeit interessieren mich hauptsächlich die Anwendungen der Biotechnologie in der Landwirtschaft und im Nahrungsmittelbereich, da hier bedeutende Auswirkungen auf die (semi)peripheren Staaten, die grösstenteils als Rohstoffproduzenten in die internationale Arbeitsteilung eingegliedert sind (siehe Kapitel 4), zu erwarten sind. Die weiteren Anwendungen der Biotechnologie im Gesundheitssektor, in der Pharma- und Chemie-Industrie, in der Viehzucht, im Energiesektor und in der Abfallbeseitigung werden in dieser Arbeit nicht besprochen.

3.2 Die Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts?

Bei der Beschreibung des technologischen Hintergrunds dieser Technikfolgenabschätzung ist es notwendig, die Reichweite der relevanten Technik zu besprechen, da der Umfang der Folgen vom Erfolg der Einführung der neuen Technik abhängig ist. Hier stellt sich die Frage, ob die Biotechnologie und in ihr die substitutiven Biotechniken tatsächlich global wirken und als weltstrukturverändernd angesehen werden können.

Dass neue Techniken die globale Struktur verändern können, wird in der neueren Globalisierungsdebatte anerkannt: Die Diffusion der Informations- und Kommunikationstechnologien scheint den Prozess der Globalisierung voranzutreiben (Beisheim/Walter 1997: 161). Angeführt wird, dass erst die moderne Technik – vor allem die Informations- und Kommunikationstechnologien – es möglich machten, zu nicht-territorialen Formen der Organisation zu finden:

„Die Verschmelzung von Telekommunikation und Computern stellt eine ebenso elementare Voraussetzung für die Globalisierung der Ökonomie dar, wie die Eisenbahn eine Voraussetzung für die Herausbildung nationaler (und internationaler) Märkte im Prozess der Industrialisierung gewesen ist.“ (Altvater und Mahnkopf 1996: 284)

Altvater und Mahnkopf vertreten die Ansicht, dass die Informations- und Kommunikationstechnologien eine Ursache des sozialen Wandels sind, der die Globalisierung hervorruft. Die

Frage nach der potentiellen Veränderungsmöglichkeit der internationalen Arbeitsteilung durch die Biotechnologie fügt sich hier nahtlos an.

Da die Biotechnologie mit ihren Anwendungsmöglichkeiten dem Kindesalter noch nicht entwachsen ist, hat die Analyse ihrer Reichweite prognostischen Charakter²⁴, was dazu führt, dass die Einschätzungen durch konträre Meinungen gekennzeichnet sind.

Volker Bornschieer attestiert der Biotechnologie pervasiven Charakter und setzt sie im Vergleich zur Informationstechnik auf dasselbe Niveau: „Ähnlich wie die Informationstechnik ist auch die Biotechnik oder die „Informationstechnik des Lebens“ eine Querschnittstechnologie, die eine ganze Reihe von Industrien und Dienstleistungen von Grund auf verwandelt.“ (Bornschieer 1998: 123)

Christopher Freeman vertritt eine gegenteilige Meinung. Er spricht der Biotechnologie den revolutionären Charakter ab, da sie notwendige Aufgaben einer revolutionären Technologie nicht erfüllen kann. So kann seiner Meinung nach die Biotechnologie in der Produktion von vielen Gütern und Dienstleistungen keine Kostenminderung gewährleisten. Auch bestehen in der sozialen Akzeptanz dieser Technologie Vorbehalte. Deshalb bewertet Freeman den pervasiven Charakter der Biotechnologie geringer als denjenigen der Informationstechnik (Freeman 1995: 15 f.).

Frederick Buttel vertritt eine noch skeptischere Position (vgl. im folgenden mit Buttel 1995: 25 ff.). Er spricht der Biotechnologie jeglichen revolutionären Charakter ab. Gemäss Buttel müsste eine revolutionäre Technologie drei Kriterien erfüllen: Erstens müsste sie eine breite Anwendung finden, zweitens Produktionskosten senken und neue Konsum- und Produktionsgüter herstellen und drittens in einem aufsteigenden Wirtschaftssektor – gemessen am Anteil des BSP – Fuss fassen. Die Biotechnologie erfülle nicht jeden dieser Punkte, so seine Meinung: Sie konstituiere nur wenig neue Güter: „[...] I hypothesize that the development and application of biotechnology will serve primarily to cheapen or otherwise improve the production of existing products or to provide substitutes for existing products or services.“ (Buttel 1995: 32) Substitute seien hauptsächlich kostengünstigere Produktionsalternativen von Gütern, die bereits in den entwickelten Staaten weithin bekannt sind. Weiter werde die Biotechnologie nur in abnehmenden Sektoren wie der Landwirtschaft und dem Industriesektor genutzt, der wichtige postindustrielle Sektor der Dienstleistungen werde vernachlässigt. Aufgrund dieser Argumentationskette scheint die Biotechnologie im Gegensatz zu den Informations- und Kommunikationstechnologien keine revolutionäre Bedeutung zu erlangen: „[...] biotechnology will be a subordinate technology, subsidiary to or derivative from the social relations of the predominant information technologies.“ (Buttel 1995: 40)

Gerardo Otero widerspricht Buttels Ansicht und weist auf die wichtige Rolle der Biotechnologie in der Landwirtschaft hin (vgl. im folgenden Otero 1991: 551 ff.). Obwohl der Primärgütersektor und damit die Landwirtschaft in der westlichen Welt einen abnehmenden Wirtschaftssektor darstellt, ist sie lebenswichtig für näherungsweise 60% der Dritt-Welt-Population. So betrachtet Otero den epochalen Charakter der Biotechnologie unter dem Stichwort „Bringing the Majority of the People in“ (Otero 1991: 560) und verlagert die Perspektive auf die Weltsystemebene. In dieser Perspektive löst die Biotechnologie nicht nur die von Buttel dargestellten Landwirtschaftsprobleme der industrialisierten Staaten, sondern beeinflusst die Mehrheit der Bevölkerung der Dritten Welt. Selbst wenn die Biotechnologie hauptsächlich Produkte substituiert und nicht neu erfindet, hat sie dennoch einen grossen Einfluss: „Even confined to a substitutionist role, biotechnology could have profound impli-

²⁴ So prognostiziert Regina Galhardi, dass Resultate im Bereich der Forschung an biotechnischen Rohstoffsubstituten von Kaffee und Kakao nicht vor 10 bis 15 Jahren erhältlich sein werden (Galhardi 1995: 642).

cations for both productivity and the international division of labor, which are bound to generate major social changes.” (Otero 1991: 555/556)

Da meine Fragestellung die Auswirkung von biotechnischen Agrarsubstitutionen auf die Weltsystemstruktur betrifft, tritt die Frage nach dem revolutionären Charakter in den Hinter- und nach den sozialen Auswirkungen der biotechnischen Anwendungen in den Vordergrund. Ich stimme deshalb Oteros Argumentation zu. Betrachtet man die grosse Anzahl der im weltweiten Agrarsektor Beschäftigten, lässt sich der potentielle Einfluss der biotechnischen Rohstoffsubstitutionen nicht mehr als bloss westliche Agrarproblemlösung bezeichnen. Die beachtliche Reichweite der Biotechnologie in der Frage nach der Veränderung der Weltsystemstruktur scheint somit aufgrund ihres *substitutiven Charakters* als gegeben.

3.3 Identifikation der substitutiven Biotechniken

Bezüglich meiner Fragestellung nach den internationalen Auswirkungen der Biotechnologie im Bereich der Landwirtschaft scheinen die *Biotechnologien der zweiten Generation* und nicht diejenigen der dritten Generation im Vordergrund zu stehen. Das liegt mitunter daran, dass die Techniken der zweiten Generation in den 1970er Jahren aufgekommen sind und bereits Zeit hatten, sich weiter zu entwickeln (OECD 1989: 81 ff.). Die DNS-Rekombinationstechnologien treten folglich in den Hintergrund. Junne schätzt diesen Sachverhalt gleich ein:

„Important early shifts in international commodity trade will not result so much from advances in the genetical manipulation of higher organisms such as plants, but from applications of new and modern biotechnology to microorganisms, a field in which much more experience has been gained.” (Junne 1995: 355)

Mehrere Autoren schlugen unterschiedliche Klassifikationen der relevanten substitutiven Biotechniken vor. Ich werde im folgenden diejenigen der OECD und von Gerd Junne besprechen. Die OECD klassifiziert die Biotechniken namentlich, während Junne eine funktionale Klassifikation vorschlägt.

Die OECD nennt drei wichtige rohstoffsubstituierende Biotechniken:

- „i) The measurable impacts of advances in immobilized enzyme technology, through the extraction of fructose from starch;
- ii) Potential competition from single cell protein fermentation technologies;
- iii) The impacts arising from *in vitro* cloning and plant tissue culture on a growing number of crops used as raw material sources by industry.” (OECD 1989: 85)

Zu i): Die *Enzymtechnik* beschreibt die Applikation eines Enzyms zur Beschleunigung einer chemischen Reaktion (Towalski und Rothman 1995: 104). Sie ermöglicht, dass anstelle des Einführens ganzer Mikroorganismen zur Fabrikation bestimmter Substanzen nur einzelne spezifische Enzyme isoliert werden müssen. Enzyme eignen sich ideal als industrielle Katalysatoren, da sie zu relativ geringen Kosten und in praktisch unlimitierten Quantitäten produziert werden können. „La possibilité d'employer des enzymes dans la production alimentaire et dans bien d'autres domaines a favorisé la création d'une industrie entièrement nouvelle, qui produit des enzymes à une échelle commerciale.” (Hobbelink 1988: 17)

Zu ii): *Einzellige Proteine* (aus dem englischen 'single-cell protein', abgekürzt SCP) sind mikrobielle Proteine, die mittels Massenkulturen von Hefe oder Bakterien auf Kohlenwasserstoffen oder anderen Substraten produziert werden können. „SCP ist wegen seines hohen Proteingehalts sehr nahrhaft und enthält zusätzlich Vitamine und andere für den Körper notwendige chemische Stoffe.” (Katz/Sattelle 1991: 14) Das hauptsächliche Ziel der Produktion von einzelligen Proteinen ist die Bereitstellung von Tiernahrung.

Zu iii): Durch die *Gewebekulturtechniken* lassen sich Pflanzenzellen und Pflanzengewebe extrahieren. Diese Bestandteile ergeben wieder vollständige, identische Pflanzen (sogenannte Klone): „Une culture de tissu pas plus grosse qu'un centimètre cube peut contenir un million de cellules presque identiques, chacune ayant la possibilité de devenir une nouvelle plante entière.“ (Hobbelink 1988: 15) Diese neue Technik verkürzt die Zeit gegenüber der traditionellen Züchtungstechnik einer neuen Varietät um ein Vielfaches. Die *in vitro-Produktion* ermöglicht das Aufziehen dieser Pflanzen unter kontrollierten Bedingungen, die störende Umwelteinflüsse ausschliessen und ein ganzjähriges Angebot gewährleisten: „The key advantages of tissue culturing are that it will become a routinized industrial process in which quality can be controlled, and product supply will no longer be subject to the vagaries of weather, transportation, seasons or politics.“ (Kenney/Buttel 1985: 73)²⁵

Gerd Junne klassifiziert die Biotechniken der zweiten Generation im Vergleich zur OECD-Klassifizierung funktional. Er nennt vier biotechnische Subgruppen, die Veränderungen innerhalb des Welthandels hervorbringen könnten:

1. Einführung von zusätzlichen Charakteristika in bereits bestehende Pflanzen,
2. Veränderung in der Herstellung von Nahrungsmitteln,
3. Industrielle Produktion von Pflanzenkomponenten oder -substituten und
4. ungleiche Verteilung von neuen Produktionsprozessen (Junne 1995: 354-358).

Die Einführung von *zusätzlichen Charakteristika* in bereits bestehende Pflanzen (Punkt 1) führt dazu, dass die Pflanzen von ihrer ursprünglichen Umgebung getrennt werden können. So können die geoklimatischen Grenzen von spezifischen Pflanzen verschoben werden, da sie eine bessere Toleranz gegen umweltbedingte Stressfaktoren erhalten. Daraus resultiert, dass einige Pflanzen, die bis anhin nur im subtropischen oder gemässigten Klima wachsen konnten, nun immer nördlicher angebaut werden können. Als Beispiel nennt Junne die Entwicklung eines Futtergrases, welches auch in Zonen mit kaltem Wetter wächst²⁶.

Die Veränderung in der *Herstellung von Nahrungsmitteln* (Punkt 2) wird voraussichtlich zuerst durch die biotechnischen Veränderungen der Mikroorganismen geschehen. Fortschritte im Bereich der Herstellung von Nahrungsmitteln führen dazu, dass Pflanzen in ihre verschiedenen Bestandteile zerlegt und diese in neuen Nahrungsmitteln wieder unterschiedlich zusammengesetzt werden können. Dieses Vorgehen ermöglicht, dass Pflanzen von ihren spezifischen Charakteristika getrennt werden können und folglich austauschbar werden. Als Beispiel nennt Junne die Substitution von Zucker durch Stärkeprodukte²⁷.

Die *industrielle Produktion von Pflanzenkomponenten und -substituten* (Punkt 3) ermöglicht den direkten Wettbewerb zwischen landwirtschaftlichen und industriellen Produkten. International handelbare Rohstoffe können beispielsweise durch mikrobielle Fermentation industriell hergestellt werden. Dies führt zur Trennung der Produktion von pflanzlichen Rohstoffen vom Boden ins Labor. Als Beispiel für diesen Substitutionsprozess nennt Junne

²⁵ Die Protoplast-Fusion geht noch einen Schritt weiter: Protoplasten erhält man durch die enzymatische Behandlung von Gewebe und Zellkulturen. Durch chemische oder elektrische Behandlung können Protoplasten von zwei verschiedenen Pflanzen verschmolzen werden, die die Grundlage für eine neue Hybrid-Pflanze bilden (Biotechnology and Development Monitor 1991 Nr. 8: 9).

²⁶ Dieser Punkt wird auch durch die OECD beschrieben: Gewebekulturtechniken beschleunigen die Züchtung von neuen Pflanzenvarietäten. Auch die Gentechnologie kann neue Pflanzencharakteristika hervorbringen.

²⁷ Dieser Punkt kann durch die OECD-Gruppierung der Enzymtechniken und der Produktion von einzelligen Proteinen (SCP) bezeichnet werden.

den Süsstoff Aspartam, der in vielen Diät-Getränken verwendet wird und mit dem Zucker als Rohstoff konkurriert.²⁸

Die *ungleiche Verteilung der neuen biotechnischen Produktionsprozesse* (Punkt 4) kann zu Substitutionen innerhalb der Weltagrarmärkte führen. Staaten, die die Möglichkeit haben, die substitutiven Biotechniken selbst anzuwenden, werden ihren Marktanteil erhöhen und die Anteile anderer Exportstaaten ersetzen können. Als Beispiel nennt Junne die direkte Konkurrenz zwischen Palmöl- und Kakaoproduzenten.

Zusätzlich wird durch die moderne Anwendung der Biotechnologie eine *Dematerialisation der Produktion* prognostiziert (Junne/Komen/Tomei 1989: 128ff.). Die hauptsächliche unternehmerische Absicht der Entwicklung neuer Technologien lag früher darin, Arbeitskosten zu senken²⁹. Da dies mitunter auf vielfältige Weise geschehen ist (Stichwort Informations- und Kommunikationstechnologien), wenden sich die Unternehmen nun neuen Kostensenkungsmöglichkeiten zu. Die Entwicklung der Biotechnologie, aus der verschiedene moderne Techniken hervorgingen, ermöglicht den Ersatz von grösseren Beständen von traditionellen Rohstoffen: Während seit der industriellen Revolution Rationalisierungsbestrebungen den Produktionsfaktor Arbeit betrafen, tangieren sie mit den neuen Entwicklungen innerhalb der Biotechnologie neuerdings den Produktionsfaktor *Boden*. Vergopoulos fasst diesen Sachverhalt pointiert zusammen: „[...] agriculture will not be industrialized, as some had long been anticipating, but will be replaced by industry.“ (Vergopoulos 1985: 297)

3.4 Rohstoffe und Substitutionsprozesse

Nach diesem Überblick über die substitutiven Biotechniken stellt sich nun die Frage nach der Beschaffenheit von biotechnischen Rohstoffsubstitutionen. Durch die Anwendung der diskutierten Biotechnologien der zweiten Generation (Enzymtechniken, Produktion von einzelligen Proteinen und der Gewebekulturtechnik) werden Substitutionsprozesse innerhalb des internationalen Handels erwartet.

Zuerst muss der Begriff '*Rohstoff*' klar eingegrenzt werden. In der Ökonomie konkurrieren zwei unterschiedliche Definitionen: eine volkswirtschaftliche und eine betriebswirtschaftliche. In der Volkswirtschaft gelten Rohstoffe als unbearbeitete Grundstoffe. In der Havanna-Charta der Bretton-Woods-Organisation wird der Begriff folgendermassen aufgefasst:

„Jedes Erzeugnis der Landwirtschaft, der Forstwirtschaft oder der Fischerei und jedes Mineral, einerlei, ob dieses Erzeugnis sich in seiner natürlichen Form befindet oder ob es eine Veränderung erfahren hat, die i. a. für den Verkauf in bedeutenden Mengen auf dem internationalen Markt notwendig ist.“ (Gabler 1997: 3286)

Bei der Durchsicht der Datenlage zu den einzelnen Biotechniken und möglichen Substituten wurde mir klar, dass ein so weit gefasster Rohstoffbegriff die Datenanzahl im Datensatz (Anhang 1) drastisch ansteigen lässt, da sehr viele Staaten die Biotechniken der zweiten Generation für die einheimische Produktion anwenden und so eine Übersichtlichkeit nicht gewährleistet werden kann. Der betriebswirtschaftliche Rohstoffbegriff, der Rohstoffe als Werkstoffe auffasst, kann hier Abhilfe schaffen. Rohstoffe sind demzufolge elementare Produktionsfaktoren, die „nach der im Betrieb erfolgten Veränderung der Form oder Substanz oder durch den Einbau in andere Fertigerzeugnisse Bestandteil neuer Produkte

²⁸ Dieser Punkt kann durch die OECD Gruppierung der Enzymtechniken abgedeckt werden.

²⁹ Siehe in diesem Zusammenhang auch die direkte Konkurrenz zwischen Arbeit und Technik in Karl Marx 'Historischem Materialismus' in Kapitel 1.

[werden].“ (Gabler 1997: 4343) Gemäss dieser Definition fallen alle Nahrungsmittel, die zum Sofortverzehr bestimmt sind – wie Kartoffeln, Tomaten, Äpfel usw. – weg.

Die Biotechnologie als zweifelsohne alte Technologie ist in der Lage, neue Substitutionsprozesse von bis anhin von Industrieländern importierten tropischen Rohstoffen einzuleiten. Joachim Spangenberg gibt eine mögliche Definition des Begriffs *Substitution*:

„Substitution ist die Verdrängung etablierter Produzenten durch neue Konkurrenten, sei es, dass diese durch ertragreichere Sorten und/oder besseres Management an anderen Orten, auch in anderen Erdteilen die selben Pflanzen nutzen, um dasselbe Endprodukt herzustellen, oder sei es gar, dass sie Ersatzpflanzen produzieren, die die ursprünglichen Produzenten aus dem Markt verdrängen.“ (Spangenberg 1992: 145)³⁰

Die drei substitutiven Biotechniken der zweiten Generation unterscheiden sich gemäss der Verursachung verschiedener Substitutionsprozesse. Die Substitutionsdefinition von Spangenberg verfügt über zwei Dimensionen: Eine erste Dimension umfasst den Wettbewerb zwischen Produzenten, die den gleichen Rohstoff mittels unterschiedlicher Anbautechnik mit unterschiedlichen Erträgen anbauen. Dieser Substitutionsprozess spiegelt den Einsatz von Gewebe- und Zellkulturtechniken wieder, der primär die traditionelle Züchtung beschleunigt und bei Erfolg ertragreichere Sorten produziert. Durch den Einsatz der Gewebe- und Zellkulturtechnik kann eine *Steigerung des jeweiligen Rohstoffangebots* auf den Weltmärkten vermutet werden. Als Folge davon sinkt der Rohstoffpreis, da ein Überangebot meistens auf eine unelastische Nachfrage trifft. Der Verdrängungswettbewerb kennt Opfer: gewisse Produzenten müssen aus den jeweiligen Rohstoffmärkten aussteigen.

Die zweite Dimension bespricht die Entwicklung von Ersatzstoffen, die die ursprünglichen Rohstoffe aus dem Markt drängen. Als Beispiele für diese Substitutionsdimension gelten die einzelligen Proteine (SCP), da die benötigten Proteine beispielsweise im Tierfutter nicht mehr durch Pflanzenmehl zugemischt werden müssen. Auch die neue Enzymtechnik gilt als direkte Substitutionstechnik, da mit ihrer Hilfe die ursprünglich verwendeten Pflanzen durch andere, enzymatisch veränderte Pflanzen ersetzt werden können – als Beispiel gilt der Ersatz von Kakaobutter durch enzymatisch verändertes Palmöl. Durch den Einsatz von SCP und den Enzymtechniken kann ein *Rückgang der jeweiligen Rohstoffnachfrage* auf den Weltmärkten vermutet werden, da diese Rohstoffe durch andere ersetzt werden können. Aufgrund des entstehenden Überangebots sinken die Preise der jeweiligen Rohstoffe und gewisse Produzenten müssen aus den Märkten aussteigen, so die ökonomische Argumentation.

Substitutionsprozesse an sich sind nichts Neues. Trotzdem lässt sich eine neue Qualität von Substitutionsprozessen im Bereich der Biotechnologie gegenwärtig beobachten. Sie zeichnet sich durch folgende Punkte aus:

1. Substitutionsprozesse können mit Hilfe der neueren Biotechnologie schneller stattfinden als in früheren Perioden,
2. die Anzahl der Güter, die durch die wechselnde Nachfrage und das veränderte Angebot betroffen ist, ist grösser als zuvor und

³⁰ Dies ist eine der Fragestellung angepasste Substitutionsdefinition. In der Ökonomie gelten Substitutionsgüter als Güter, die einander ersetzen können. So soll die Preiserhöhung eines Guts zur Steigerung der Nachfrage des Substitutionsguts führen. Die tatsächliche Substitutionspotenz eines Guts kann nicht theoretisch bestimmt werden. Sie ist abhängig von technischen Eigenschaften, der Nachfrageelastizität, den Verbrauchsgewohnheiten und der Grösse der Preisdifferenz (Gabler 1997: 3681). Diese ökonomische Definition ist bedeutend enger gefasst, wird doch ein Substitutionsgut nur durch die tatsächliche Substitution zu einem solchen. Die Definition von Spangenberg ist weiter gefasst und definiert die Substitution als potentielle Möglichkeit, was meiner Fragestellung nach zukünftigen Technikfolgen besser dient.

3. alternative Quellen zum Erlangen von fehlenden Exporteinnahmen werden im Vergleich zur vergangenen Zeit als beschränkter eingestuft (Junne 1995: 354).

3.5 Die aktuelle Forschung

Die Durchsicht der relevanten Literatur und aller Ausgaben des Magazins 'Biotechnology and Development Monitor' ergab einen Überblick über die aktuellen Forschungen an biotechnischen Rohstoffsubstituten. Dem Anhang 1 sind die einzelnen Quellen zu entnehmen. Gemäss der betriebswirtschaftlichen Rohstoffdefinition wurden hauptsächlich Rohstoffe erfasst, die zur Weiterverarbeitung gebraucht werden. Trotzdem habe ich auch einige Rohstoffe aufgeführt, die zum Endverbrauch nur noch wenig Veränderung benötigen. Es sind dies Kaffee, Kakao und Zucker: Rohstoffe, die über einen hohen Weltmarktanteil verfügen und in deren Bereich heftig geforscht wird. Die nachfolgende Tabelle 3 bietet eine Zusammenfassung des Datensatzes im Anhang 1. Die Tabelle stellt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, da die biotechnischen Forschungen der jeweiligen Unternehmen geheim gehalten und der Öffentlichkeit meist erst bei der Patentierung zugänglich gemacht werden. So ist es schwierig, die neuesten Daten in diesen Forschungsbereichen zu erhalten. Deshalb scheint es wichtig, die Jahreszahlen der Quellen (siehe Anhang 1) zu betrachten. Es besteht die Möglichkeit, dass ältere Angaben bereits überholt sind: So kann die erfolgreiche Entwicklung der Substitute bereits eingetreten, oder aber die Forschung der Firma in dem genannten spezifischen Gebiet mangels Erfolg aufgegeben worden sein.

Tabelle 3: Rohstoffe, Substitute und Forschungsorganisationen

Rohstoff	substitutive Biotechnik	Substitut	Funktion	Forschungsorganisation
Erdnuss-Mehl	SCP	SCP	Tiernahrung	UK-Firmen
Fisch-Mehl	SCP	SCP	Tiernahrung	UK-Firmen
Gummi-arabikum	bakterielle Fermentation	„Aragum 3000“	Dickungsmittel	Tic Gums (USA)
	Gewebekulturtechnik	Acacia Senegal, Klone		Tic Gums (USA)
Kaffee	biotechnische Herstellung (unspezifiziert)	Kreuzung mit Mascaro	Genussmittel	Madagaskar
	Gewebekulturtechnik	Kaffee, Klone		Synthelabo (F), Native Plants (USA), DNA Plant Technology (USA), A.V. Thomas (Indien), KARI (Uganda), Kenya, Simbabwe
			Kaffee mit weniger Koffein	CIRAD (F)
Kakao	Enzymtechnik	Malaysischer Kakao	Nahrungsmittel	Nestlé (CH), Mars (UK/USA)
	Gewebekulturtechnik	Kakao, Klone		Pennsylvania University (USA), DNAP (USA), Hershey Food, Cadbury Schweppes (USA/UK), Station des Cultures Fruitières (B), IAEA/FAO (Austria), Université de Lille (F), Multinationale Firmen, Nigeria, Ghana, Elfenbeinküste
	Protoplast-Fusion			University of Manchester (UK), University of Liverpool (UK)
	Verbesserung der Fermentation	Kakao (niedrige Qualität)		unbekannt
Kakaobutter	biotechnische Herstellung (unspezifiziert)	Sucrosepolyester	Nahrungsmittel, Margarine, Kosmetik	Procter&Gamble (USA)
		andere Pflanzenöle		Nestlé (CH), Calgene (USA), Ajinomoto (J), Fuji Oil (J), USDA/ARS (USA), Unilever (NL/UK)
	Enzymtechnik	Palmöl, andere Öle	Nahrungsmittel, Margarine, Kosmetik	Ajinomoto (J), Unilever (NL/UK), Genencor (USA), KAO Corp. (J), Karlshamn (S), CPC Int. (USA), Ferrero (I)
	Gewebekulturtechnik	Kakao, Klone		University of Cornell (USA), Hershey, Nestlé (CH)
	mutierte Hefe	unbekannt		Wessanen (NL)

Rohstoff	substitutive Biotechnik	Substitut	Funktion	Forschungsorganisation
Kautschuk	Gewebekulturtechnik	Kautschuk, Klone	Gummi	A.V.Thomas (Indien), US-Firmen
Kokosnussöl	Gewebekulturtechnik	Palmöl, Klone	Margarine, Salben, Kosmetik	Malaysia in Zusammenarbeit mit Unilever (NL/UK)
		Kokosnusspalme, Klone		National Chemical Laboratory (Indien)
Palmöl	Gewebekulturtechnik	Ölpalme, Klone	Speisefett, Kerzen, Seifen	Indien, Elfenbeinküste, Nigeria, IRHO (F), ORSTOM, Unilever (NL/UK)
Pflanzenöle	biotechnische Herstellung (unspezifiziert)	Sucrosepolyester	kalorienloses Fett	Simplex Company (Monsanto)
Pyrethrum	Enzymtechnik	Pyrethrum	natürliches Insektizid	McLaughlin Gormley King (USA)
	Gewebekulturtechnik	Pyrethrum, Klone		University of Minnesota (USA), Kenya
	modifizierte Mikroorganismen	Pyrethrum		AgriDyne Technologies (USA)
Sojabohnen	SCP	SCP	Tiernahrung	Hoechst, ICI (UK), Ajinomoto (J), UK-Firmen
Sojaöl	Enzymtechnik	Palmöl	Speisefett, Kerzen, Seifen	Lubrizol Corporation (USA)
Thaumatococcus	Gewebekulturtechnik	Thaumatococcus, Klone	Süsstoff	Tate and Lyle (UK)
Tierfutter (trad.)	SCP	'Pruteen'	Tiernahrung	ICI (UK)
Vanille	biotechnische Herstellung (unspezifiziert)	Vanille, synthetisch	Aroma	Rhône-Poulenc (F)
	Zellkulturtechnik	Phyto-Vanille		ECSAgenetics (USA)
	Gewebekulturtechnik	Vanille, Klone		D. Michael&Co., IPRI, Firmenich (F)
Zucker	biotechnische Herstellung (unspezifiziert)	Acefulsamin	Süsstoff	Hoechst (D)
		Sucralose		Tate&Lyle (UK), Johnson&Johnson
	biotechnische Herstellung (unspezifiziert)	Maulbeerbäumchen	Süsstoff	Shakai Chemical Industries (J)

	Enzymtechnik	HFCS		Coca Cola, Pepsi Cola, 7-Up, Sunkist, Michigan Biotech Institute (USA)
		Aspartam		Ajinomoto (J), Asahi Chemicals (J), Bioeurope (F), Blaise Pascal University (F), Centro del CNR (I), CSIRO (Australia), Genencor (USA), Tate & Lyle (UK), WR Grace (USA), Toyo-Soda (J), Showa (J), Nutrasweet (USA)
		Thaumatococcus		Ingene (USA), University of Kent (UK), University of London, Tate & Lyle (UK), Unilever (NL/UK), Beatrice Foods (USA), Nabisco (USA)
		Mais		NOVO Industries (Dk)
		Stärke		Nippon Food (J)
	Gewebekultur-technik	Stevia		Hiroshima University of Medicine (J), Morita Chemical (J)
		Rohrzucker in vitro		Kenya und Simbabwe
	Modifikation durch Mikroben	Stevioside		Dainippon (J), Nippon Tobacco (J)
		Stärke		Daiwa Chemicals (J)
		Fructose		Lotte (J)
	Modifizierte Hefe	unbekannt		Delft University (NL), Kyoto University (J)
	Zellkultur-technik	Monellin		Lucky-Biotech (USA), University of California (USA)

Quellen: siehe Anhang 1

Bei der Durchsicht der alphabetisch geordneten Tabelle 3 lassen sich sieben verschiedene Rohstoffgruppen unterscheiden, die von biotechnischen Substitutionen tangiert werden können. Geordnet nach ihrer Bedeutung im Welthandel³¹ sind dies:

Gruppe 1: Tierfutterbestandteile (Erdnussmehl, Fischmehl, Sojabohnen),

Gruppe 2: Pflanzenöle (darunter auch Kakao und Kakaobutter),

Gruppe 3: Zucker und Thaumatococcus,

Gruppe 4: Kaffee,

Gruppe 5: Gummiarabikum und Kautschuk³²,

Gruppe 6: Vanille und

³¹ Die Bedeutung wird gemäss der Grösse des Dollarwertes der weltweit gehandelten Menge 1991/1992 identifiziert (UNCTAD 1994: 172-175).

³² Kautschuk und Gummiarabikum sind keine identischen Rohstoffe, obwohl aus beiden Gummi gewonnen wird. Gummiarabikum wird aus der Rinde der Gummiakazie gewonnen, Kautschuk aus der Rinde des Gummibaums.

Gruppe 7: Pyrethrum.

Die erste Gruppe wird bestimmt durch die potentielle Substitution durch einzellige Proteine (SCP, single cell protein). Traditionelle Proteinbeimischungen der Tiernahrungsmittel wie *Erdnussmehl*, *Fischmehl* und *Sojabohnen* können durch die Beimischung von einzelligen Proteinen ersetzt werden. Die Firma ICI – als Beispiel eines multinationalen Konzerns, der in diesem Gebiet forscht – hat sogar schon erfolgreich ein Tiernahrungsmittel namens 'Pruteen' entwickelt, welches auf der Basis von einzelligen Proteinen produziert wird (Katz/Sattelle 1991: 15).

Eine zweite Gruppe umfasst die Substitution von *Pflanzenölen*. Mittels Gewebekultur- und Enzymtechniken wird an der Austauschbarkeit der verschiedenen (langkettigen versus kurzkettigen) Ölen gearbeitet (Katz et al. 1996: 91). Als Sieger scheint das Palmöl hervorzugehen, welches sowohl das Kokosnussöl als auch das Sojaöl ersetzen kann. Durch die angewendete Gewebekulturtechnik bei Palmöl zeigen sich Bemühungen sowohl von multinationalen Konzernen als auch von peripheren Staaten, dessen Marktanteil zu erhöhen. Das von der Monsanto-Tochter Simplex Company hergestellte Sucrosepolyester ist ein kalorienloses Pflanzenölsubstitut, welches in industrialisierten Staaten Pflanzenfett ebenso substituieren könnte wie kalorienarme Süsstoffe den Zucker (Biotechnology and Development Monitor 1990, Nr. 3: 9).

Zur Gruppe zwei zu zählen sind ebenfalls *Kakao* und die aus Kakaoöl hergestellte *Kakaobutter*. Die relativ teure Kakaobutter soll durch billigere Speiseöle ersetzt werden. So gibt es Forschungsbestrebungen, mittels Enzymtechniken an Palmöl und anderen minderwertigeren Ölen einen Kakaobutterersatz zu finden:

„The use of cocoa butter equivalents (CBEs) is of great interest for the manufacturer of chocolate products because the prices of CBEs are much lower than those of cocoa butter. The incentives to use CBEs are particularly strong in periods of high cocoa prices.“ (Braunschweig/Gotsch 1998: 48)

Schätzungen behaupten, dass in der EU – unter der Prämisse gesetzlicher Erlaubnis – bis zu 20% der totalen Kakaobutterkonsumation durch Substitute ersetzt werden können (Braunschweig/Gotsch 1998: 48). Der Konzern Procter&Gamble erhielt für die Entwicklung eines Sucrosepolyesters bereits ein Patent, welches wiederum eine fettfreie Alternative zur Verwendung von Kakaobutter bieten soll (Katz et al. 1996: 93). Ebenfalls sollen mit der Anwendung substitutiver Biotechniken hohe Kakaoqualitäten durch niedrigere Kakaoqualitäten ersetzt werden. Weiter wird mittels Gewebekulturtechnik versucht, grössere Kakaoerträge zu erzielen. Auch die Technik der Protoplast-Fusion wird im Bereich des Kakaos angewendet.

Die dritte Gruppe besteht aus *Zucker* und *Thaumatococcus*. Der Rohstoff Zucker war bereits Gegenstand vermehrter Substitutionen. Die Substitution des Zuckers durch biotechnisch veränderte Maisstärke (High Fructose Corn Syrup) in den USA und Japan in den 1980er Jahren bildet die Grundlage eines in Kapitel sechs folgenden Fallbeispiels. Weiter wird mittels verschiedensten Biotechniken versucht, kalorienlose Zuckersubstitute (wie das bereits patentierte Aspartam) zu entwickeln. Als Zuckersubstitut wird ebenfalls an Thaumatococcus geforscht. Thaumatococcus ist 3000mal süsser als Zucker und könnte sich bei industrieller Produktion als Substitut eignen.

Kaffee als vierte Gruppe zieht ebenfalls die Aufmerksamkeit biotechnischer Forschungsbestrebungen auf sich. Sowohl Unternehmen wie auch periphere Staaten versuchen die Anwendung der Gewebekulturtechniken zur Optimierung der Kaffeeernten. Intensiv geforscht wird hauptsächlich an Kaffee arabica-Sorten.

Gummiarabikum und Kautschuk stellen die fünfte Kategorie. Das Unternehmen Tic Gums (USA) versucht, Gummiarabikum (traditionell extrahiert aus Akazienbäumen) mittels bakterieller Fermentation und Gewebekulturtechnik zu substituieren. Sowohl indische wie auch US-amerikanische Firmen interessieren sich für die Möglichkeit, den Ertrag von natürlichem Kautschuk mit Hilfe der Gewebekulturtechnik zu erhöhen.

Die Gruppe sechs weist auf die Forschungsanstrengungen im Bereich der Substitution von *Vanille* als Aromastoff mittels Gewebekultur- und Zellkulturtechniken hin. Durch die Behandlung von Gewebekulturen der *Vanilla planifolia*-Pflanze und dem Wachstum der extrahierten Zellen in einer speziellen Flüssigkeit vervielfältigen sich diese Zellen, die das Vanillearoma produzieren (RAFI 1991b: 1). Die *Vanilla planifolia* an sich wird nicht mehr gebraucht. Der von ESCAgenetics entwickelte Stoff PhytoVanilla, welcher den originalen Vanillegeschmack noch nicht genau trifft, scheint weiterentwickelt zu werden (Biotechnology and Development Monitor 1992, Nr. 11: 12).

Pyrethrum schliesslich bildet als siebte Klassifikation das Beispiel einer Pflanze, aus der ein natürliches Insektizid gewonnen werden kann, das ebenfalls durch die Anwendung verschiedener Biotechniken substituiert werden soll (vgl. Biotechnology and Development Monitor 1994, Nr. 21: 12).

3.6 Zusammenfassung

Die Biotechnologie findet Anwendung in vielen unterschiedlichen Industrien. In den Bereichen der Landwirtschaft und der Nahrungsmittelindustrie werden Entwicklungen erwartet, die die peripheren Staaten als Rohstoffexporteure verdrängen könnten. Gerardo Otero beschreibt als mögliche Auswirkungen *biotechnischer Rohstoffsubstitutionen* Änderungen in der Produktivität und innerhalb der internationalen Arbeitsteilung. Er zeigt so die Möglichkeit zur Veränderung der Weltsystemstruktur auf, selbst wenn die Biotechnologie nur eine substitutive Technik bleibt (Otero 1991).

Vor allem den Biotechniken der zweiten Generation werden grössere Einflüsse zugestanden (OECD 1989, Junne 1995). Es sind dies die *Enzymtechniken, die Produktion von einzelligen Proteinen (SCP) und die Gewebekulturtechniken*, die im Weltsystem Rohstoffsubstitutionsprozesse auslösen könnten. Weiter ist der Trend zur *Dematerialisation der Produktion* festzustellen (Junne et al. 1989), da aufgrund neuer Biotechniken immer weniger Rohstoffmengen benötigt werden. Dies kann als Rationalisierungsbestrebung im Bereich des Produktionsfaktors Boden aufgefasst werden.

Der Begriff der biotechnischen Rohstoffsubstitutionen wurde von mir klarer definiert. In meiner Arbeit verwende ich den *betriebswirtschaftlichen Rohstoffbegriff*, der Rohstoffe als Bestandteile von Fertigerzeugnissen auffasst (Gabler 1997: 4343). Der Substitutionsbegriff enthält gemäss Spangenberg zwei Dimensionen: die Verdrängung etablierter Produzenten durch neue Konkurrenten, da diese über ertragreichere Sorten oder ein besseres Management verfügen, und die direkte Substitution durch Ersatzpflanzen (Spangenberg 1992). Da Substitutionsprozesse an sich nichts neues sind, wird darauf hingewiesen, dass diese Substitutionsprozesse im Bereich der Biotechnologie der zweiten Generation eine neue Qualität aufweisen (Junne 1995): So wird die Substitutionsgeschwindigkeit und die Anzahl der betroffenen Güter als grösser als zuvor und die Möglichkeit zu alternativen Strategien der Einnahme von Exporterlösen peripherer Staaten als beschränkter eingestuft.

Aufgrund der betriebswirtschaftlichen Rohstoffdefinition entstand der Datensatz im Anhang 1, der durch die Tabelle 3 zusammengefasst wird. Als tatsächlich von biotechnischen Rohstoffsubstitutionen tangierte Rohstoffe gelten aufgrund dieser Auswertung *Tierfutterbestandteile (Erdsnussmehl, Fischmehl, Sojabohnen), Pflanzenöle (darunter auch Kakaobutter), Zucker und Thaumatin, Kaffee, Gummiarabikum und Kautschuk, Vanille und Pyrethrum*.

4. Das globalisierte Weltsystem

Nach der Beschreibung der substitutiven Biotechniken in Kapitel drei stellt sich nun die Frage nach der Darstellung des Umfeldes, in dem diese Techniken diffundieren. Kapitel vier versucht folglich, die ökonomische Struktur des Weltsystems zu bestimmen, die sich durch Handelsasymmetrien auszeichnet. Durch die neuen Prozesse der ökonomischen und politischen Globalisierung wird die Weltsystemstruktur zusätzlich verändert. Während die ökonomische Globalisierung anhand von Güterströmen und Auslandsdirektinvestitionen besprochen wird, wird die politische Globalisierung anhand des internationalen Regimes der WTO dargestellt: das Agrarabkommen 'Agreement on Agriculture' und der TRIPS-Vertrag können zukünftig direkte Auswirkungen auf biotechnische Rohstoffsubstitutionen haben.

4.1 Die soziale Schichtung in der Weltgesellschaft

Es existieren drei verschiedene analytische Gliederungen, die sich mit der Einteilung von sozialer Schichtung in der Weltgesellschaft beschäftigen (vgl. im folgenden mit Bornschiefer 1997/1998). Der Statusansatz beschäftigt sich mit der Frage, wie ein einzelner Staat an den verschiedenen Dimensionen der Entwicklung teilnimmt und ist der Modernisierungstheorie verpflichtet. Der Interaktionsansatz thematisiert die paarweise Verknüpfung von Staaten in bezug auf ihre Transaktionen und wird empirisch mit Hilfe der Netzwerkanalyse geprüft. Der Integrationsansatz schliesslich betrachtet die politische Weltökonomie und ihre Arbeitsteilung.

Im folgenden werde ich auf Vertreter des Interaktions- und des Integrationsansatzes bezug nehmen. Die rezipierten Autoren Johan Galtung und Immanuel Wallerstein sind als Vertreter des Integrationsansatzes zu bezeichnen (Kapitel 4.1.1), während David Smith and Douglas White mittels einer Netzwerkanalyse der Güterströme im Weltsystem den Interaktionsansatz repräsentieren (Kapitel 4.1.2), der die theoretischen Vorgaben des Integrationsansatzes testen soll.

4.1.1 Die Weltsystemstruktur

Die Welt kann als soziales System – ausgestattet mit Struktur und Funktion – betrachtet werden. Johan Galtung schlägt in diesem Sinn 1971 in „A structural Theory of Imperialism“ ein grundlegendes Modell eines dualen Weltsystems vor: Die Welt unterteilt sich in *Zentrums-* sowie auch in *Peripherienationen* (Galtung 1971: 81 ff.). Die Nation im Zentrum hat die Möglichkeit der Machtausübung über die periphere Nation. Diese Beziehung bezeichnet Galtung als imperialistisch.

Johan Galtung – ein Vertreter einer dependenztheoretischen Perspektive, welche die Ursachen für eine fehlende Entwicklung hauptsächlich im Aussenraum der jeweiligen Staaten sucht – beeinflusste die Weltsystemanalyse. In der Weltsystemanalyse, die in den 1970er Jahren ausgebaut wurde, wird die Welt als soziales System betrachtet, welches mehr ist als die Summe der involvierten Staaten und somit einer eigenen Entwicklungslogik folgt. Die Struktur des Weltsystems gilt sowohl als dezentral wie auch als hierarchisch. Diese hierarchische Struktur ist verantwortlich für eine ungleiche Entwicklung unter den beteiligten Staaten (Bornschiefer 1997/1998).

Immanuel Wallerstein gilt als ein Begründer der Weltsystemanalyse. Er befasst sich hauptsächlich mit dem wirtschaftlichen Weltsystem und analysiert dieses grundlegend. Wallerstein definiert das Weltsystem als eine Einheit mit einer Arbeitsteilung und multiplen kulturellen Systemen (Wallerstein 1974: 390). Der Begriff der Arbeitsteilung wird festgelegt

als eine gegenseitige Abhängigkeit verschiedener Gebiete im Bereich des ökonomischen Austauschs. Das Weltsystem selbst unterteilt sich in drei Schichten: in ein Zentrum, eine Peripherie und – neu – in eine mittlere Schicht: die *Semiperipherie*. Diese ist zwischengelagert und dient der politischen Stabilität des Weltsystems. Zentrum und Peripherie werden unterschieden durch die Verfügungsgewalt über das produzierte Surplus. Die Semiperipherie ist fähig, sowohl Zentrums- als auch periphere Aktivitäten zu mischen (Bornschiefer und Trezzini 1997: 435).

Seit Wallersteins Wetsystemanalyse entwickelte das Weltsystem weitere Dynamik. Differenzierungsprozesse veränderten die Weltsystemstruktur: es fanden sowohl Abstiege wie auch Aufstiege gewisser Staaten statt.

Samir Amin weist 1993 darauf hin, dass der aktuell existierende Kapitalismus die weltweite Polarisation vorantreibt (Amin 1993: 78 ff.). Einen der Pole bildet die sogenannte '*Vierte Welt*': eine Zone marginalisierter Staaten Afrikas, die für die Weltsystemstruktur ohne Bedeutung sind.

Die Erfolgsgeschichte einiger südost-asiatischen Schwellenländer veranlasste zu einer Neukonzeptionalisierung der Semiperipherie. Volker Bornschiefer und Bruno Trezzini unterteilten die Semiperipherie 1996 in zwei Teile: in eine *rohstoffarme und eine rohstoffreiche Semiperipherie* (Bornschiefer und Trezzini 1996: 66). Während sich die rohstoffarme Semiperipherie (Korea, Taiwan, Hongkong, Singapur) beim Aufstieg in die Semiperipherie in einem Durchgangsstadium befindet, scheint die rohstoffreiche Semiperipherie (Brasilien, Mexiko, Argentinien, Südafrika) hier dauerhaft zu bleiben.

Aufgrund dieser theoretischen Aussagen kann die Struktur des Weltsystems in fünf Teile gegliedert werden: Zentrum, rohstoffarme Semiperipherie, rohstoffreiche Semiperipherie, Peripherie und '*Vierte Welt*'. Weiter stellt sich die Frage, durch welche Handelsinteraktionen diese fünf Schichten des ökonomischen Weltsystems miteinander verbunden sind.

Mit dem Begriff des '*Vertikalen Handelsaustauschs*' beschreibt Johan Galtung die wirtschaftlichen Beziehungen zwischen Peripherie und Zentrum: die periphere Nation verkauft der Zentralnation Rohstoffe, diese produziert auf der Basis der in der Peripherienation extrahierten Rohstoffe Industriegüter, die sie u.a. auch wieder den peripheren Staaten verkauft (Galtung 1980 [1971]: 56).

1977 wurde die '*Neue Internationale Arbeitsteilung*' diagnostiziert (Fröbel, Heinrichs und Kreye 1977). Sie erweitert das Konzept des Austauschs von Rohstoffen gegen Industriegüter durch in Fabrikation von Halbfabrikaten oder einfachen Gütern in der Semiperipherie. Die '*Neue Internationale Arbeitsteilung*' zeichnet sich durch die Verschiebung von Fabriken und Arbeitsplätzen von Hochlohnstaaten (die sich im Zentrum befinden) zu Niedriglohnstaaten (die sich in der Peripherie befinden) aus.

Bezüglich der ökonomischen Interaktionen zwischen den verschiedenen Schichten ist das Theorem der *komparativen Kostenvorteile* von David Ricardo von Interesse (vgl. mit Ricardo 1988 [1817]: 146-185). Die Hauptaussage dieses Theorems ist, dass der internationale Handel eine Steigerung des Wohlstands auslösen kann, wenn Länder daran teilhaben, die unterschiedliche relative Kostenstrukturen bei der Güterproduktion aufweisen. Jedes Land spezialisiert sich in dem Bereich, in dem es günstiger produzieren kann (Stevens/Jabara 1988: 362-366). Entwicklungsländer haben komparative Kostenvorteile bei der Produktion einzelner Agrarrohstoffe, während industrialisierte Staaten komparative Kostenvorteile bei der Herstellung von Fabrikaten aufweisen. In dieser Perspektive sollte die Konzentration der Entwicklungsländer auf die Primärgüterproduktion Wohlstandseffekte erzeugen.

Kritik an der Strukturblindheit von Ricardos Theorem wurde unter anderem vom *Konzept des Ungleichen Tauschs* geäußert. Hinter diesem Konzept steht die Idee, dass es einen internationalen Wertetransfer gibt, der die Entwicklung bestimmter Staaten behindert (Bornschiefer

und Hartlieb 1981: 8). Das Prinzip der Ausbeutung der Peripherie durch das Zentrum wird durch die unterschiedlichen Lohnniveaus vermittelt und liegt im ungleichen Austausch der einfachen Gütern der Peripherie gegen die kapitalintensiven Güter des Zentrums (Smith und White 1992: 862; Nohlen und Nuscheler 1993: 49).

Diese theoretischen Aussagen laden zu einer empirischen Überprüfung ein: Wie sieht die Struktur des Weltsystems tatsächlich aus? Und durch welche Handelsströme zeichnet sich die Interaktionsstruktur zwischen den verschiedenen Schichten konkret aus?

4.1.2 Handelsasymmetrien im Weltsystem

Smith and White versuchten 1992, mit Hilfe einer Netzwerkanalyse die oben gestellten Fragen empirisch zu beantworten (vgl. im folgenden mit Smith und White 1992: 857 ff.). Sie reihen sich mit der Betonung der Transaktionen zwischen den Staaten in den Interaktionsansatz ein. Da die Fragestellung meiner Arbeit die Veränderung der Weltsystemstruktur durch eine potentielle Substitution von Rohstoffexporten thematisiert, erscheint mir die Rezeption einer empirischen Untersuchung, die sich mit Handelsströmen im Weltsystem auseinandersetzt, als geeignet.

Smith und White analysierten mittels einer Längsschnittuntersuchung, basierend auf Güterströmen³³ der UNO Commodity Trade Statistics, die ökonomischen Interaktionen zwischen 63 Staaten in den Jahren 1965, 1970 und 1980. Leider wurden keine Daten für 1990 erhoben, so dass mit dieser Analyse die Weltsystemstruktur im Jahr 1980 als neuester Zeitpunkt dargestellt werden kann. Smith und White stellen in ihrer Längsschnittuntersuchung allerdings fest, dass die internationale ökonomische Struktur bemerkenswert stabil bleibt (Smith und White 1992: 886).

Mit einer Blockmodellanalyse³⁴, die die reguläre Äquivalenz³⁵ berechnete, konnten sie das Weltsystem in fünf Blöcke unterteilen: in Zentrum, Semiperipherie 1 und 2 und in Peripherie 1 und 2. Zur Illustration zeigt Tabelle 4.1 die Einteilung der einzelnen Staaten im Jahr 1980.

³³ Die empirische Bestimmung der Zugehörigkeit von Staaten zu Zentrum, Semiperipherie und Peripherie kann auch unter Weglassung der Güterströme mittels alternativen Indikatoren gemessen werden: Verwendet werden können der Anteil am Welthandel, die Stabilität der Handelsbeziehungen, das Bruttoinlandprodukt, die militärische Macht und die Anzahl von Botschaften und Diplomaten (siehe Terlouw 1993: 99).

Die hier verwendeten Güterströme wurden nicht durch die Populationsgewichtung relativiert, mit der Begründung, dass die absolute Grösse der Handelsströme ebenfalls bestimmend für die Positionierung im Weltsystem ist (Smith und White 1992: 867).

³⁴ Die Blockmodellanalyse untersucht die Muster der Netzwerkbeziehungen der einzelnen Akteure und gruppiert sie dementsprechend nach ihren relationalen Ähnlichkeiten: „Blockmodeling [...], as the principal method for the network analysis of positions, consists of two steps: the blocking or clustering of actors on the basis of pattern in their network ties, and the description of aggregate relations between the positions or blocks.“ (Smith and White 1992: 859/860). Der Unterschied zur Clusteranalyse besteht darin, dass diese Einheiten aufgrund ähnlicher Attribute gruppiert, während die Blockmodellanalyse auf der Gruppierung ähnlicher Beziehungen fusst.

³⁵ Die reguläre Äquivalenz ist dasjenige Kriterium, nach dem die Staaten in der Blockmodellanalyse gruppiert werden. Dieses Kriterium basiert auf der Ähnlichkeit zweier Staaten in ihren ökonomischen Interaktionen. Zur Erfüllung der regulären Äquivalenz müssen zwei Staaten nicht mit den genau gleichen Partnern die genau gleichen Güter in gleicher Anzahl handeln (dies wäre die Definition für die strukturelle Äquivalenz), sondern es reicht, dass Handelsbeziehungen mit ähnlichen Partnerstaaten, die vergleichbare Rollen innehaben, vorhanden sind (Smith und White 1992: 888).

Bruno Trezzini weist nach einem Vergleich zwischen struktureller und regulärer Äquivalenz darauf hin, dass „die Netzwerkanalyse dann als valides Instrument zur induktiven Bestimmung der positionalen Struktur eines Interaktionssystems gelten kann, wenn sie auf dem Konzept der regulären Äquivalenz beruht [...].“ (Trezzini 1996: 31)

Tabelle 4.1: Einteilung einzelner Staaten in fünf Blöcke 1980³⁶

Zentrum	Semiperipherie 1	Semiperipherie 2	Peripherie 1	Peripherie 2
Belgien-Luxem.	Argentinien	Ägypten	Costa Rica	Burkina Faso
BRD	Australien	Chile	El Salvador	Centr.Afric.Rep.
Frankreich	Brasilien	Ecuador	Gabon	Kongo
Grossbritannien	Dänemark	Indien	Guatemala	Malawi
Italien	Finnland	Israel	Honduras	Niger
Japan	Griechenland	Kolumbien	Jordanien	Togo
Kanada	Hong Kong	Lybien	Kamerun	
Niederlande	Irland	Malaysia	Madagaskar	
Schweden	Jugoslawien	Marokko	Nicaragua	
Schweiz	Neuseeland	Peru	Pakistan	
USA	Norwegen	Philippinen	Panama	
	Österreich	Portugal	Senegal	
	Singapur	Thailand	Sri Lanka	
	Spanien	Tunesien	Sudan	
	Südkorea	Türkei		
	Venezuela	Ungarn		

Quelle: Smith und White 1992: 878

Die Tatsache, dass sie ihre Netzwerkanalyse aufgrund von klassifizierten Güterströmen durchgeführt haben, ist ausserordentlich glücklich im Hinblick auf meine Fragestellung. So können Smith und White nämlich zusätzlich noch Aussagen über die Art und Weise der Handelsbeziehungen zwischen den fünf Blöcken machen: Sie fanden *Handelsasymmetrien* in den Austauschbeziehungen zwischen den fünf Blöcken und bestätigten damit eine These, die von Johan Galtung im Konzept des Vertikalen Tauschs, mit der These des 'Ungleichen Tauschs' und auch innerhalb der Weltsystemanalyse geäussert wurde.

Zuerst stellen sie fest, dass innerhalb des Zentrums viele Handelsinteraktionen stattfinden, während diese innerhalb aller anderen Blöcke zu vernachlässigen sind. Exporte von kapitalintensiven, verarbeiteten Gütern ('high-technology heavy-manufacturing goods') finden hauptsächlich innerhalb des Zentrums und von dort zu den anderen Blöcken statt (vgl. im folgenden mit Smith and White 1992: 886 ff.).

Im Bereich des Exports von landwirtschaftlichen Gütern findet sich ein reziprokes Muster:

„The reciprocal pattern of exporting agricultural goods (crude animal and vegetable material, meat products) also fits this model: while intracore exchange is still very large, we find that interstrata exchange is more likely to move from the periphery to higher blocks, including the core.“ (Smith und White 1992: 886)

³⁶ Die Einteilung von Brasilien, Argentinien und Venezuela in die Semiperipherie 1 erstaunt hier. Ebenso denkbar wäre eine Einordnung dieser Staaten in die rohstoffreiche Semiperipherie 2 (Venezuela: Erdöl, Brasilien: Eisen, Sojabohnen, Fleischexporte, Argentinien: Tiernahrungsmittel usw.).

Die einzige Ausnahme bilden hoch industrialisierte, kapitalintensive Landwirtschaftsgüter, wie z. B. Getreide aus den USA, das von höheren zu tieferen Blöcken exportiert wird.

Weiter können Smith und White die Argumentation der 'Neuen Internationalen Arbeitsteilung' empirisch stützen. Sie stellen über die Zeit im Zentrum ein Sinken der Exporte der einfach verarbeiteten Güter, die sich durch Niedriglohn-Arbeit auszeichnen ('low-wage and simple manufacturing'), fest, welche sich nach und nach in die Semiperipherie verschieben: „Emerging specialization in low-wage manufacturing (especially cloth and clothing-related industries) may help explain the existence of an advanced or upper semiperiphery and the differentiation of two semiperipheral roles in the world-system.“ (Smith und White 1992: 886) Smith und White äussern sich leider kaum zu den Handelsströmen der Semiperipherie 2.

Die Beschreibung der rohstoffreichen Semiperipherie durch Volker Bornschier und Bruno Trezzini kann die Unterlassung von Smith und White füllen. Sie ist mittels Rohstoffexporten stark in die Weltwirtschaft eingebettet, der eigene Industriesektor jedoch ist eher binnenorientiert (Bornschier und Trezzini 1996: 66 ff. und Bornschier und Trezzini 1997: 445 f.)³⁸.

Die von Samir Amin beschriebene Zone der 'Vierten Welt' (1993) wird ebenfalls empirisch gefunden: Die Unterteilung der Peripherie in zwei Subgruppen erklärt sich durch die Entstehung einer 'Vierten Welt', einer Anzahl afrikanischer Staaten, die sich aufgrund der Handelsströme zwischen 1965 und 1980 immer mehr marginalisierten:

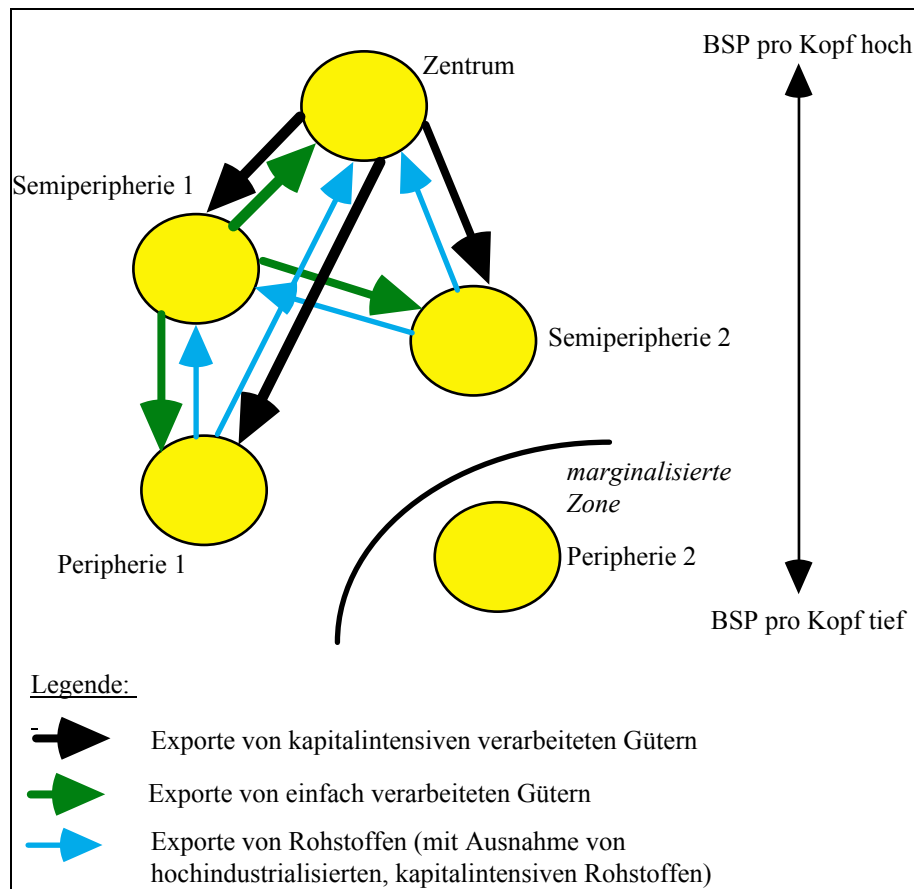
„[...] a striking (and depressing) result of our positional analysis for 1980, compared to earlier periods, is that the extreme or lower periphery of „„Fourth World““ countries appears to be becoming increasingly distinct and marginalized on this continuum between 1965 and 1980.“ (Smith und White 1992: 886)

Smith und White liefern mit ihrer Netzwerkanalyse ein plausibles Bild eines Weltsystems, welches in fünf Blöcke zu unterteilen ist. Obwohl Smith und White in ihrem Artikel mehrfach darauf hinweisen, dass sie ihren Datensatz noch detaillierter in bezug auf die qualitativ unterscheidbaren Güterströme untersuchen, ist dies leider bis heute ausgeblieben.

Die folgende Abbildung fasst vereinfacht die Befunde noch einmal zusammen und zeigt ein idealtypisches Weltsystemmodell.

³⁸ Anhand der Einteilung von Bornschier und Trezzini könnten in der Tabelle 4.1 „Einteilung einzelner Staaten in fünf Blöcke 1980“ sowohl Brasilien, Venezuela wie auch Argentinien zur Semiperipherie 2 gezählt werden (vgl. Fussnote 4).

Abbildung 4.1: Idealtypisches Modell der Weltsystemstruktur und der Handelsströme



Quelle: Graphik aufgrund der Ergebnisse von Smith und White 1992 und der Beschreibung der rohstoffreichen Semiperipherie von Bornschiefer und Trezzini 1996.

4.2 Globalisierungen

Das Schlagwort der *Globalisierung* findet seit Mitte der 1980er Jahre Eingang in die Medienlandschaft. In den letzten Jahren ist es sogar omnipräsent auffindbar. Bei der Definition des Konzepts 'Globalisierung' besteht kein Konsens (vgl. im folgenden mit Beisheim und Walter 1997: 153 ff.). Als der kleinste gemeinsame Nenner kann die Darstellung von neu ausgebildeten sozialen, wirtschaftlichen und politischen Räumen gelten. Beisheim und Walter formulieren nach der Durchsicht verschiedenster Globalisierungsliteratur folgende Definition: Globalisierung kann als Prozess bezeichnet werden, „bei dem grenzüberschreitende Interaktionen sich intensivieren, Räume gesellschaftlichen Handelns sich über den Nationalstaat hinaus ausdehnen bzw. sich von Territorien loslösen und das gesellschaftliche Bewusstsein um die globalisierte Welt zunimmt.“ (Beisheim und Walter 1997: 157) Gemäss dieser Definition wird Globalisierung in Bezug auf verschiedene Schwerpunkte untersucht: sowohl ökonomische, politische, wie auch gesellschaftliche, ökologische und kulturelle Prozesse stehen im Zentrum der Analysen. Im Hinblick auf meine Fragestellung möchte ich mich hauptsächlich mit ökonomischen grenzüberschreitenden Prozessen (Investitionen und Güterhandel) und politischen Globalisierungsbestrebungen anhand der World Trade Organization WTO beschäftigen. Die Darstellung der Veränderungen aufgrund des ökonomischen Globalisierungsprozesses können das mittels der Netzwerkanalyse von Smith und White entstandene idealtypische Weltsystemmodell (siehe Abbildung 4.1) ergänzen.

4.2.1 Die ökonomische Globalisierung

Der Begriff der Globalisierung suggeriert vermehrte Weltmarktintegration, wie sie beispielsweise auch von Anthony Giddens formuliert wird: „Es gibt nichts mehr ausserhalb des einen kapitalistischen Gesellschaftssystems. Die Welt ist ein globalisierter Markt.“ (Giddens 1998: 2)

Ob der Begriff der Globalisierung glücklich gewählt wurde und somit ein realer globalisierter Markt entsteht oder ob es sich eher um einen Euphemismus handelt, soll die Analyse der tatsächlichen ökonomischen Transaktionen beantworten. Werden die peripheren Staaten effektiv stärker in die internationale Arbeitsteilung integriert oder werden sie durch eine Verstärkung der Transaktionen innerhalb der Triade USA, EU und Japan eher ausgeschlossen?

Hirst und Thompson untersuchen in ihrem Buch „Globalization in Question“ den Prozess der ökonomischen Globalisierung empirisch. Sie beschreiben die Idealvorstellung einer globalisierten Ökonomie folgendermassen:

„The international economic system becomes autonomized and socially dis-embedded, as markets and production become truly global. Domestic policies, whether of private corporations or public regulators, now have routinely to take account of the predominantly international determinants of their sphere of operations.“ (Hirst und Thompson 1996: 10)

Hirst und Thompson entwerfen ein idealtypisches Modell der globalisierten Ökonomie. Die globalisierte Ökonomie zeichnet sich erstens dadurch aus, dass sowohl Firmen als auch Regierungen Schwierigkeiten bei ihrer Regulation haben. Die zweite Konsequenz der globalisierten Ökonomie ist die Transformation von multinationalen in transnationale Unternehmen. Während multinationale Unternehmen über eine klare Heimbasis verfügen, definieren Hirst und Thompson transnationale Unternehmen folgendermassen:

„The TNC would be genuine footloose capital, without specific national identification and with an internationalized management, and at least potentially willing to locate and relocate anywhere in the globe to obtain either the most secure or the highest returns.“ (Hirst und Thompson 1996: 11)³⁹

Drittens prognostizieren Hirst und Thompson das Schwinden des politischen Einflusses der Gewerkschaften, da die Unternehmen im weltweiten Standortwettbewerb in Regionen mit wenig Sozialabsicherung und tiefen Lohnkosten investieren werden. Und viertens wird schliesslich das Schwinden der Hegemonialmacht vorausgesagt.

Hirst und Thompson zeigen anhand von empirischen Daten, dass transnationale Konzerne gemäss ihrer Definition praktisch nicht vorhanden sind, da die meisten Konzerne nach wie vor über eine starke Heimbasis verfügen (Hirst und Thompson 1996: 95).

Die Auslandsdirektinvestitionen (Foreign Direct Investments, FDI) sind ein Indikator für vermehrte Auslandsinvestitionstätigkeit. Gemäss einer Annahme des ökonomischen Globalisierungsprozesses sollten die FDI aufgrund der Suche der ökonomischen Akteure nach den günstigsten Standorten weltweit steigen. Hirst und Thompson finden bei der Analyse der Auslandsdirektinvestitionen, dass zwar die FDI seit 1985 tatsächlich markant

³⁹ Die im folgenden rezipierten Autoren verwenden sowohl den Begriff der multinationalen als auch der transnationalen Unternehmen. Auch in der Definition dieser Begriffe besteht kein Konsens. So werden transnationale Unternehmen beispielsweise auch simpel als Unternehmen definiert, die in mehr als einem Staat operieren (Kiely 1998: 46). Da die von Hirst und Thompson vorgeschlagene Definition der transnationalen Unternehmen, auf die ich mich stütze, idealtypisch und – wie sie zeigen – in Realität nicht erreicht wird, werde ich weiterhin den Begriff der multinationalen Unternehmen verwenden.

ansteigen (Hirst und Thompson 1996: 55). Diese FDI finden jedoch in grosser Zahl innerhalb der OECD-Staaten statt (Hirst und Thompson 1996: 68f.). Deswegen kann von effektiv verstärkter Weltmarktintegration nicht gesprochen werden. Die nachfolgende Tabelle 4.2 zeigt die Befunde: Auf 28% der Weltbevölkerung fallen zwischen 1980 und 1991 ungefähr 91.5% der Auslandsdirektinvestitionen.

Dass die multinationalen Unternehmen im weltweiten Standortwettbewerb in den Regionen mit den tiefsten Lohnkosten investieren, erscheint nur auf den ersten Blick einleuchtend. John Cantwell vermutet sogar, dass sich die FDI-Ströme in afrikanische Staaten zukünftig verringern werden, obwohl viele afrikanische Staaten sehr tiefe Lohnniveaus aufweisen (Cantwell 1997: 164). Er argumentiert, dass nicht die tiefen Lohnkosten die Attraktivität von Investitionen erhöhen, sondern dass der relevante Indikator in dem Verhältnis von Lohnkosten und Produktivität liegt. Dieses Verhältnis ist kleiner (und damit besser) in Staaten, deren Produktivität durch einheimische Innovationen schneller steigt als in den meisten afrikanischen Staaten: „In these respects, with a few exceptions, African countries remain well behind the leading Asian and Latin American countries.“ (Cantwell 1997: 164)

Tabelle 4.2: Verteilung der Auslandsdirektinvestitionen innerhalb des Weltsystems

	Bevölkerung, 1990 (%)	Investitionsströme, 1980-1991 (%)
A		
USA und Kanada EC und EFTA Japan	14	75
B		
Die neun wichtigsten Entwicklungsländer und die neun wichtigsten chinesischen Küstenprovinzen ⁴⁰	14	16.5
A + B	28	91.5 (ungefähr)

Quelle: Hirst und Thompson 1996: 68

Hirst und Thompson finden zudem eine analog ungleiche Verteilung der Exportströme im Weltsystem (Hirst und Thompson 1996: 69). Der Begriff der Globalisierung muss deshalb als eine Intensivierung der internationalen ökonomischen Transaktionen seit dem Zweiten Weltkrieg verstanden werden, die aber hauptsächlich im Zentrum stattfinden: etliche (semi)periphere Staaten und vor allem afrikanische Staaten bleiben aussen vor. Hirst und Thompson schlagen denn auch vor, anstelle von einer globalisierten von einer *internationalen* Ökonomie zu sprechen.

Auch Ray Kiely legt überzeugend anhand von empirischem Material dar, dass sich die Operationen der grossen Unternehmen auf den heimischen oder regionalen Markt konzen-

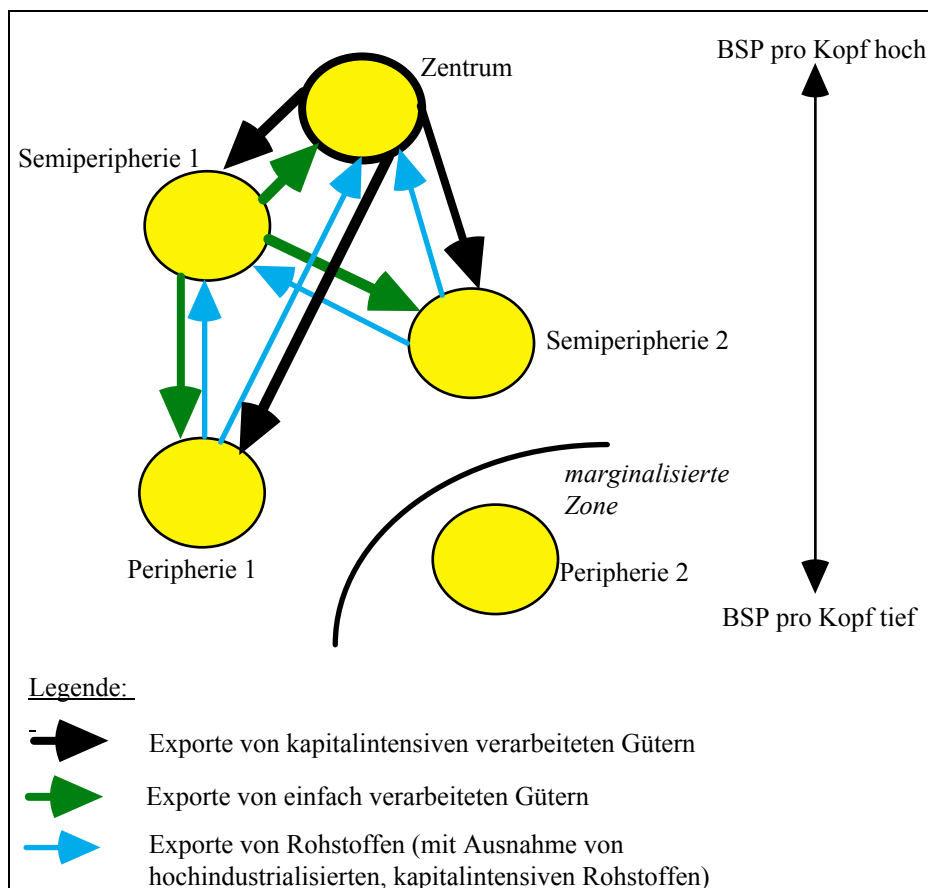
⁴⁰ Folgende Länder und Regionen wurden berücksichtigt: Singapur, Mexiko, Brasilien, Malaysia, Hong Kong, Argentinien, Thailand, Ägypten, Taiwan, Peking, Tianjin, Hebei, Shanghai, Jiangsu, Zhejiang, Fujian, Shandong, Guangdong. Die neun chinesischen Provinzen wurden unter der Annahme berücksichtigt, dass FDIs nicht ganz China, sondern nur den einzelnen berücksichtigten Provinzen zugute kommen.

trieren. Wenn diese Unternehmen ihre Aktivitäten internationalisieren, dann investieren sie vermehrt in andere industrialisierte Staaten und nicht in die Dritte Welt (Kiely 1998: 50). Die OECD spricht sogar von der Marginalisierung gewisser Entwicklungsländer im Prozess der Globalisierung (OECD 1992: 209).

Zum Prozess der Globalisierung gehört ebenfalls die weltweite Diffusion der Technologie. Auch in dieser Hinsicht ist eine steigende Divergenz zwischen den Staaten im Weltsystem zu beobachten: „If OECD countries and some Asian NIEs [Newly industrialized economies, Anm. der Autorin] may be, despite of a number of problems [...], on their way to increasing technological homogenisation, the rest of the world is increasingly excluded.“ (OECD 1992: 233)

Das durch die ökonomische Globalisierung veränderte idealtypische Weltsystem wird in Abbildung 4.2 dargestellt. Die durch den Prozess der Globalisierung entstandene Intensivierung der ökonomischen Transaktionen im Zentrum wird durch einen dicken Ring repräsentiert, und die vermehrte Einbindung der Semiperipherie 1 wird durch den geringeren Abstand zum Zentrum symbolisiert:

Abbildung 4.2: Idealtypisches globalisiertes Weltsystem



Quelle: Veränderung aufgrund der Angaben von Hirst und Thompson 1996 und Kiely 1998.

Im Hinblick auf die Weltsystemstruktur der Exportströme kann aufgrund des Phänomens der Globalisierung, welches wie dargestellt nicht tatsächlich global ist, nicht gefolgert werden, dass die Peripherie 1 oder sogar die Peripherie 2 ('Vierte Welt') stärker in die Weltökonomie integriert werden. Vielmehr ist sogar eher eine stärkere Marginalisierung gewisser peripherer Akteure zu erwarten.

Aufgrund der Abbildung 4.2 kann die Frage beantwortet werden, welche Teilsysteme besonders durch die Einführung von biotechnischen Rohstoffsubstitutionen betroffen sein werden. Die Vermutung liegt nahe, dass dies vor allem die mittels Rohstoffexporten in das Weltsystem eingebundenen Staaten sind. Diese befinden sich gemäss dem idealtypischen Weltsystemmodell in der Semiperipherie 2 und in der Peripherie 1. Die Peripherie 2 scheint durch die Substitutionen nicht betroffen zu sein, da sie ausserhalb der globalen Handelsvernetzung steht.

4.2.2 Die WTO als Vertreterin der politischen Globalisierung

Während die ökonomische Globalisierung – wie gezeigt – nicht tatsächliche Weltintegration verspricht, kann im Bereich der politischen Globalisierung schon eher davon gesprochen werden. Als eine Konsequenz der Zunahme grenzüberschreitender Transaktionen sehen Beisheim und Walter in ihrer Globalisierungsliteraturübersicht die Tangierung nationalstaatlicher Rechte:

„In Globalisierungsanalysen wird der Befund einer sich intensivierenden Interdependenz um das qualitative Element einer Restrukturierung sozialer Räume und Handlungszusammenhänge erweitert, in deren Folge es auch zu einer grundsätzlichen Veränderung politischer Strukturen kommt.“ (Beisheim und Walter 1997: 164)

Die Logik der transnationalen ökonomischen Interaktionen und das Vorhandensein von Nationalstaaten wirken konfliktiv. In einem Grossteil der Globalisierungsliteratur findet sich die Vorstellung, dass der „Staat sich zunehmend weltwirtschaftlichen Rahmenbedingungen gegenüber sieht, die seine politischen Wahlmöglichkeiten erheblich einschränken“ (Beisheim und Walter 1997: 168). Als Folge davon werden entweder nationalstaatliche Bereiche auf die globale Ebene verschoben oder es erfolgt eine Abkehr vom Nationalstaat in Richtung Regionalismus.

Die Diskussion der politischen Globalisierung anhand der WTO ermöglicht es, die Wechselwirkungen zwischen ökonomischer und politischer Globalisierung aufzeigen. So darf nicht der irrigen Meinung nachgegeben werden, dass die politische Globalisierung quasi als Korrektur der durch die ökonomischen Globalisierung hervorgerufenen Zustände nachträglich eingesetzt wird. Vielmehr veranstaltet die politische Globalisierung die ökonomische. Der Weltmarkt ist ein soziales Konstrukt, das durch die Regelungen der politischen Weltökonomie bestimmt wird (Bornschiefer 1988: 121). Ulrich Beck unterstreicht diese Ansicht:

„Auch und gerade ökonomische Globalisierung ist *kein* Mechanismus, *kein* Selbstläufer, sondern durch und durch ein *politisches* Projekt, und zwar transnationaler Akteure, Institutionen und Diskurs-Koalitionen – Weltbank, WTO, OECD, multinationaler Unternehmen sowie anderer internationaler Organisationen, die eine neoliberale Wirtschaftspolitik betreiben.“ (Beck 1997: 204)

Als Beispiel des Verschiebens nationalstaatlicher Kompetenzen auf die globale Ebene kann die World Trade Organization WTO als internationales Regime angeführt werden, das als Agent des Freihandels nationalstaatliche Bereiche wie beispielsweise die Agrarpolitik auf globaler Ebene regelt. Die WTO entstand aufgrund der Uruguay-Runde des GATT 1994. Sie umfasst das Allgemeine Zoll- und Handelsabkommen (GATT), das Allgemeine Abkommen über den Handel mit Dienstleistungen (GATS) und das Abkommen zum Schutz geistiger Eigentumsrechte (TRIPS) (Senti 1994: 21). GATT und TRIPS regeln den weltweiten Agrarhandel und den Schutz geistiger Eigentumsrechte und bilden somit einen wichtigen Rahmen bei der Einführung von biotechnischen Rohstoffsubstituten im Weltsystem.

4.2.2a) Die neue Agrarmarktordeung 'Agreement on Agriculture'

Die Agrarweltmärkte sind weit entfernt von idealen Märkten. Sie werden sowohl durch die Agrarpolitik der industrialisierten Nationen als auch durch die „Marktmacht des internationalen Grosshandels“ (Egger/Rieder/Clemenz 1992: 21) geprägt, die die Marktstrukturen der Weltagrarmärkte verzerren.

Die Agrarweltmärkte zeichnen sich durch allerlei Markteingriffe wie protektionistische Zölle, nichttarifäre Handelshemmnisse und Exportsubventionen aus. Durch garantierte produktgebundene Stützungsmaßnahmen, die die Bauern der westlichen Staaten für die meisten Agrarprodukte erhalten, erhöht sich die Agrarproduktion, da die Nachfrage-Angebotssteuerung mit dieser Massnahme ausser Kraft gesetzt wird (vgl. im folgenden mit Rieder 1995: 12). Die Binnenüberschüsse der industrialisierten Staaten müssen auf den Weltmärkten verkauft werden. Um die westlichen Agrarprodukte überhaupt auf den Weltmärkten absetzen zu können, müssen die industrialisierten Staaten Exportsubventionen leisten, da der einheimische Produktionspreis zu hoch liegt. Dies führt zu einer Wettbewerbsverzerrung auf den Weltagrarmärkten, da den Staaten des Südens, die über tiefere Produktionskosten (vgl. mit Ricardos komparativen Kostenvorteilen) verfügen, eine künstliche Konkurrenz aufgezwungen wird. Aufgrund dieser Exportsubventionen fielen die globalen Agrarpreise in den letzten 40 Jahren tendenziell.

Die WTO als Agentin des Freihandels hat sich nun 1994 (Uruguay-Runde) zum Ziel gemacht, einen Abbau der Handelshemmnisse durch eine neue Agrarmarktordeung ('Agreement on Agriculture') voranzutreiben (vgl. im folgenden mit Senti 1994: 69 ff.). Diese Agrarmarktordeung will auf den globalen Agrarmärkten mehr Wettbewerb schaffen. Drei grundlegende Punkte wurden festgelegt: „(1) Die Erleichterung des Marktzutritts auf internationaler Ebene beziehungsweise die gegenseitig stärkere Öffnung der Agrarmärkte, (2) die Beschränkung und Neuausrichtung der heimischen Stützungsmaßnahmen und (3) die Verbesserung des internationalen Wettbewerbs durch eine Reduktion der Exportsubventionen und subventionierten Exportmengen.“ (Senti 1994: 69/70)

Die Marktöffnung (Punkt 1) soll erfüllt werden durch die Abschaffung der nichttarifären Handelshemmnisse (beispielsweise mengenmässige Restriktionen, Mindestpreisvorschriften, Importlizenzen usw.) und durch einen Zollabbau, der je nach Wirtschaftskraft unterschiedlich ausfällt. Die heimischen Stützungsmaßnahmen (Punkt 2) sollen nicht mehr produktgebunden sein, sondern über Direktzahlungen gewährleistet werden. Die WTO-Agrarmarktordeung will so erreichen, dass die einheimische Unterstützung der Landwirtschaft den Aussenhandel und die Produktion nur noch wenig beeinflusst. Der Abbau der Exportsubventionen schliesslich (Punkt 3) betrifft „direkte Staatsbeiträge an exportierende Produzenten, Verarbeiter und Händler, der staatliche Verkauf von Agrarüberschüssen zu Preisen, die unter dem heimischen Niveau liegen sowie Transportbeiträge an die Landwirtschaft.“ (Senti 1994: 75)

Würden diese Bestimmungen konsequent durchgeführt werden, könnte mit einem *Anstieg der Weltagrarpreise um 10 bis 15 %* gerechnet werden (Rieder 1995: 13). Trotzdem muss die Äusserung eines vorschnellen Optimismus ausbleiben. Es wird erwartet, dass diese Regelungen nicht konsequent umgesetzt werden (Rieder 1995: 13/14). Dies kann unter anderem auch auf die mangelnde Durchsetzungsfähigkeit des GATT-Vertrags zurückgeführt werden.

Richard Senti weist in einem NZZ-Artikel auf die unterschiedliche Ausgestaltung der Handelsmacht innerhalb der WTO hin (vgl. im folgenden mit Senti 1998: 83). Gemäss Senti ist Marktmacht im Aussenhandel dann gegeben, wenn „ein Unternehmen oder eine Regierung etwas tun oder lassen kann, auf das der Handelspartner Rücksicht zu nehmen hat, ohne dass ersterer Rücksicht auf das Verhalten des Zweiten nehmen muss.“ (Senti 1998: 83) Senti weist darauf hin, dass besonders die USA und die EU überproportional viele

Verfahren wegen Vertragsverletzungen beim WTO-Schiedsgericht einreichen. Er folgert daraus, dass die starke Korrelation zwischen Marktmacht und Häufigkeit der Verfahrenseinreichung auf eine Schwäche des Schiedsgerichts schliessen lässt. Weiter können die USA und die EU, obwohl die Urteile des Schiedsgerichts verbindlich sind, praktisch nicht gezwungen werden, die Urteile umzusetzen, da Konsequenzen mittels Handelsboykotten durch Staaten mit weniger Marktmacht kaum zwingenden Charakter haben.

Die Höhe der Weltagrarpreise bildet einen zentralen Teil in dieser Technikfolgenabschätzung. Die Argumentation ist folgende: Ist der Weltagrarpreis für die traditionellen Rohstoffe tiefer als die Kosten für die Substitute, lohnen sich Substitutionen nicht, wie das momentan bei durch Exportsubventionen künstlich tiefgehaltenen Agrarpreisen gewisser Rohstoffe der Fall ist. Steigen hingegen die Weltagrarpreise durch einen deregulierten Agrarweltmarkt an, so können sich biotechnische Rohstoffsubstitutionen schon eher lohnen. Durch diese Liberalisierung sind vor allem Rohstoffe betroffen, die mittels Exportsubventionen auf den Weltagrarmarkt gelangen, folglich vor allem Rohstoffe, die ebenfalls in industrialisierten Staaten angebaut werden. Aufgrund der Exportdaten des UNCTAD Commodity Yearbooks sind dies vor allem der Zucker und die Sojabohnen (UNCTAD Commodity Yearbook 1994: 68/198/200). Wie Richard Senti aber darlegt (Senti 1998), ist die Einhaltung des Agrarabkommens des GATT-Vertrags nicht selbstverständlich gewährleistet. Mit dem Steigen der Weltagrarpreise um 10 bis 15% kann also nicht ohne weiteres gerechnet werden.

4.2.2b) Der Schutz geistiger Eigentumsrechte: TRIPS

Mit dem TRIPS-Abkommen (Trade-related aspects of intellectual property rights), propagiert von industrialisierten Staaten unter anderem zur Vermeidung von Bio-Piraterie, verfolgt die WTO das Ziel, mit der weltweiten Etablierung des Schutzes geistiger Eigentumsrechte den globalen Handel zu erhöhen (vgl. im folgenden mit Burch 1995: 219).

Die TRIPS-Unterzeichnenden (im Jahr 1996 120 Staaten) verpflichten sich, bei Nichtvorhandensein Patentsysteme in ihren Staaten einzuführen. Patente⁴¹ sind „rights to the exclusive manufacture, use, and/or sale of an innovation“ (Burch 1995: 219), dienen zum Schutz von technischen Neuerungen und bilden die Versicherung, Forschungs- und Entwicklungsinvestitionen durch den Gewinn aus dem alleinigen Gebrauchsrecht amortisieren zu können. Gemäss TRIPS werden Patente neu 20 Jahre lang geschützt. Im Biotechnologiebereich können Mikroorganismen patentiert werden. Weiter besteht für die einzelnen Mitgliederstaaten die Möglichkeit, Pflanzen und Tiere von der Patentierung auszuschliessen (Bhat 1996: 208).

Die weltweite Protektion der geistigen Eigentumsrechte sendet Signale an Unternehmen der industrialisierten Staaten, mehr zu innovieren und diese Innovationen auch in peripheren Staaten anzumelden, da durch die rechtliche Verhinderung der Bio-Piraterie ihre Monopolrente weltweit geschützt wird. Von dieser Massnahme könnten folglich vermehrt Innovationen im Bereich der biotechnischen Rohstoffsubstitute erwartet werden.

Während industrialisierte Staaten bereits eine lange Tradition im Schutz geistiger Eigentumsrechte aufweisen, zeigt sich in Entwicklungsländern ein gegenteiliges Bild (Cottier 1995: 66). Der Ausbau von geistigen Eigentumsrechten, so befürchten die

⁴¹Neben Patenten gelten ebenfalls „trademarks, geographical indications, copyright (including computer programs, audio-visual, data bases), performers' rights, models and designs, [...], integrated circuits and the protection of undisclosed informations (trade secrets)“ (Cottier 1995: 65) als Schutzinstrumente geistiger Eigentumsrechte.

Entwicklungsländer, führe zu weiteren Abhängigkeiten von den industrialisierten Staaten: Preise für essentielle Güter wie Medikamente würden steigen und die Investition in ein staatlichen Patentsystem zum Gewinn ausländischer Patenthalter würde an notwendigeren Stellen fehlen. Im Bereich der Biotechnologie wird erwartet, dass der Schutz von Saatgut und Pflanzenvarietäten zu oligopolistischen Strukturen der Bioindustrie und zur Zerstörung der Biodiversität führt.

Trotz diesen Vorbehalten sahen sich auch Entwicklungsländer gezwungen, den TRIPS-Vertrag zu unterschreiben. Gründe dafür sind die durch das Vorhandensein von Patentschutz steigende Attraktivität für Auslandsinvestitionen, Integration in die WTO, Technologietransfer auch in bezug auf Know-how, Schaffung von Anreizen zu einheimischen Innovationen und der erleichterte Marktzugang zu den Märkten USA, EU und Japan (Cottier 1995: 67).

Der Vorteil des Schutzes der geistigen Eigentumsrechte besteht darin, dass durch die Patentierung die neuen wissenschaftlichen Biotechnologiekennntnisse überhaupt öffentlich und zugänglich gemacht werden. Gegen eine Lizenzgebühr kann die Erlaubnis eingeholt werden, diese neue Technik selbst anzuwenden. Bestände kein Patentschutz, würden viele Innovationen gar nicht bekannt, da sich die Unternehmen mit dem Geschäftsgeheimnis schützen könnten (Junne 1991a: 294).

Das TRIPS-Abkommen wird sich unterschiedlich auf periphere Staaten auswirken. Semiperiphere und periphere Staaten, die über genügend Humankapital, Forschungs- und Entwicklungskapital, Infrastruktur und dergleichen verfügen, werden eventuell langfristig Gewinn aus dem TRIPS-Abkommen ziehen können und vermehrt selbständig innovieren, da ein Patentschutz gewährleistet wird. Periphere Staaten, die nicht über die nötigen Kapazitäten zur Erzeugung von Innovationen verfügen, werden mit der neuen TRIPS-Regelung eher verlieren, da Innovationen geschützt werden, die früher frei kopierbar waren.

4.3 Zusammenfassung

Zusammenfassend möchte ich noch einmal die folgenden Punkte betonen: Im Weltsystem – welches sich in Zentrum, Semiperipherie 1 und 2 und Peripherie 1 und 2 aufteilt – sind *Handelsasymmetrien* vorhanden (Smith und White 1992). Idealtypisch kann die internationale Arbeitsteilung folgendermassen dargestellt werden: Das Zentrum exportiert hauptsächlich kapitalintensive, verarbeitete Güter, die Semiperipherie 1 hauptsächlich einfach verarbeitete Güter. Die Semiperipherie 2 exportiert Rohstoffe, ebenso wie die Peripherie 1. Die 'Vierte Welt' (Peripherie 2) ist im Weltsystem handelsmässig marginalisiert. Im Hinblick auf die Auswirkungen der biotechnischen Rohstoffsubstitutionen auf rohstoffexportierende Staaten scheinen gemäss diesem Weltsystemmodell vor allem die Rohstoffexporte der Semiperipherie 2 und der Peripherie 1 betroffen.

Auch die *Globalisierung*, die in den letzten Jahren in aller Munde war, ändert an der Struktur des Weltsystems (gemessen an den Güterexportströmen) nicht viel, obwohl mit dem Prozess der Globalisierung die Hoffnung der peripheren Staaten einherging, stärker in die Weltwirtschaft integriert zu werden. Grenzüberschreitende ökonomische Transaktionen nehmen seit dem Zweiten Weltkrieg international zu, beschränken sich jedoch hauptsächlich auf die Staaten der Triade und die Schwellenländer (Hirst und Thompson 1996; Kiely 1998). Periphere Staaten werden im Prozess der Globalisierung eher marginalisiert (OECD 1992). Auch die multinationalen Unternehmen, die im Zentrum der Globalisierung stehen, bleiben vor allem auf einheimischen oder sonstigen Märkten industrialisierter Staaten präsent (Kiely 1998).

Innerhalb des Weltsystems befinden sich internationale Regime, die die politische Globalisierung vorantreiben, unter ihnen die für die Fragestellung dieser Arbeit relevante

WTO. Die neue Agrarmarktordnung '*Agreement on Agriculture*' des GATT und das TRIPS-Abkommen können mögliche Substitutionsprozesse beeinflussen. Durch die Liberalisierung der Agrarweltmärkte kann von einer Preiserhöhung der Rohstoffe (Rieder 1995), die von industrialisierten Staaten dank Exportsubventionen künstlich tief gehalten wurden, ein Anreiz für vermehrte, kostengünstigere Substitutionen ausgehen. Das TRIPS-Abkommen verlangt, dass geistiges Eigentum auch in den peripheren Staaten durch Patentsysteme geschützt wird (Bhat 1996). Dies kann ein Anreiz für Unternehmen des Zentrums sein, weiter biotechnische Rohstoffsubstitute zu entwickeln, da ihre Monopolrente weltweit geschützt wird. Für periphere Staaten werden verschiedene Auswirkungen erwartet: Das Einführen von Patentsystemen kann je nach Innovationskapazität der einzelnen Staaten sowohl langfristig zu vermehrten Innovationen der peripheren einheimischen Industrie führen wie auch Widerstände im Bereich einer eigenen technologischen Entwicklung hervorrufen.

5. Akteure im Bereich der Biotechnologie

Nachdem im Kapitel vier das globalisierte Weltsystem als Umfeld dargestellt wurde, in dem die biotechnischen Rohstoffsubstitute diffundieren, befasst sich das Kapitel fünf sich mit der Identifizierung der *Akteure*, die im Bereich der (Bio)-Technologie relevant sind: Die Kooperation zwischen multinationalen Unternehmen und den Staaten wird diskutiert. Der Staat stellt das Humankapital, die Grundlagenforschung und das rechtliche Umfeld zur Verfügung, während die multinationalen Unternehmen, die die Biotech-Industrie dominieren, neue Technologien anwenden und diese in Produkte transformieren. Weiter gehe ich der Frage nach, wieso periphere Staaten Schwierigkeiten haben, im Bereich der Biotechnologie zu innovieren: Vier Fallbeispiele sollen Antworten geben. Eine Übersicht über die technologischen Potentiale zeigt schliesslich, dass diese analog zum Zentrum-Peripherie-Gefälle ungleich verteilt sind.

5.1 Zwei relevante institutionelle Akteure

Gemäss verschiedenen Einschätzungen zeichnen sich zwei grosse institutionelle Akteure für den Grossteil der technischen Entwicklung verantwortlich: es sind dies *die multinationalen Unternehmen und die Staaten* (Kenney und Buttel 1985; Smith 1993): „The most effective advanced centers of technological development are the result of a massive mobilization of human and capital resources possible only through extensive cooperation between states and multinational companies.“ (Smith 1993: 190)

Diese Kooperation kann mit dem Analyserahmen des nationalen Innovationssystem erforscht werden. In dieser Perspektive ist vor allem das Zusammenspiel zwischen Bildungsinstitutionen (Universitäten, technischen Hochschulen und Forschungs- und Technologieorganisationen) und der Privatwirtschaft verantwortlich für den technischen Fortschritt (Hotz-Hart/Reuter/Vock 1997: 143). Das Erkenntnisinteresse dieses Analyserahmens liegt in der Ausgestaltung des Wissensflusses zwischen diesen verschiedenen Akteuren. Je besser der Wissensfluss diffundiert, desto grösser ist die Innovationskapazität.

Da sich im gegenwärtig viel beschriebenen Globalisierungsprozess nach wie vor nur wenige international orientierte Unternehmen durch 'heimatloses Kapital' auszeichnen, ist die Kooperation mit ihren Heimbasen wichtig (Hirst und Thompson 1996: 62). Die Kooperation zwischen den Universitäten und den Unternehmen ist insofern von Belang, da dadurch ein Teil der Grundlagenforschung, welcher sich zur Umsetzung in Produkte eignet, auch tatsächlich produziert und vermarktet wird (Zilinskas 1995: 503). Die Arbeitsteilung innerhalb der Kooperation ist folgende: Der Staat stellt das Humankapital, die Infrastruktur, die Produktionskosten der Grundlagenforschung (Gonsen 1998: 25) und das politische, ökonomische und rechtliche Umfeld zur Verfügung, die Unternehmen investieren Forschungs- und Entwicklungsausgaben und stellen die Endprodukte her.

David Smith benennt den Ort, in dem diese beiden Akteure erfolgreich kooperieren: „These institutions are most likely to be located and controlled by corporate and government interests in the advanced core states.“ (Smith 1993: 190) David Smith folgert aus der Positionierung der relevanten Akteure im Zentrum, dass der eigentliche angemessene Analyserahmen des technischen Fortschritts derjenige des internationalen Systems ist. Er meint weiter, dass die industrialisierten Zentrumsstaaten und die multinationalen Unternehmen ihre Positionen innerhalb des Weltsystems durch die technologische Abhängigkeit der anderen Staaten erhalten können (Smith 1993: 187).

Im weiteren werde ich auf die zwei relevanten Akteure Staat und multinationale Unternehmen getrennt eingehen.

5.2 Der Staat als Förderer/Behinderer des technischen Fortschritts

Staaten fördern oder behindern den technischen Fortschritt⁴² in unterschiedlicher Art und Weise. Im Weltsystem ist die Kapazität, technischen Fortschritt zu erzeugen, ungleich verteilt. Eine mögliche Erklärung dieser ungleichen Verteilung gibt die Theorie von Hartmut Elsenhans, die bereits im Kapitel eins besprochen wurde: Die Staatsklassen der rohstoffreichen, peripheren Staaten reinvestieren ihre abgeschöpften Rohstoffrenten nicht wieder in den Binnenmarkt, sondern verwenden das Geld hauptsächlich zu konsumtiven Zwecken. Während die rohstoffarme Semiperipherie in einem marktwirtschaftlichen Konkurrenzkampf integriert ist, treffen die von Elsenhans genannten Kriterien eines deformierten peripheren Kapitalismus zum Teil auch auf die rohstoffreiche Semiperipherie zu (vgl. Bornschiefer und Trezzini 1996: 66 ff.). Während die akquirierten Rohstoffrenten vom Staat nicht reinvestiert werden, müssen die Zollschutzrenten, die sich durch den Schutz der eigenen Binnenindustrie mittels der Besteuerung von Fabrikate-Importen ergeben, wiederum in die Binnenindustrie investiert werden. Gemäss der Argumentation Elsenhans' müsste der technische Fortschritt folglich auch in der rohstoffreichen Semiperipherie behindert werden, wenn auch nicht so stark wie in der Peripherie.

Diese Aussagen zeigen, dass der Staat an der Bereitstellung der Innovationskapazität⁴³ seines Binnenraums mitbeteiligt ist. Es ist anzunehmen, dass staatliche Eliten, die Rohstoffrenten abschöpfen, ebenfalls weniger in die Infrastruktur und in das volkswirtschaftliche Humankapital investieren, zwei Komponenten, die bei der Erzeugung von technischem Fortschritt beteiligt sind.

5.3 Multinationale Unternehmen und ihr Einfluss auf die Biotech-Industrie

Die ersten biotechnischen Unternehmen wurden durch Wissenschaftler gegründet, die mittels Zugang zu Risikokapital ihre Forschungen durchführen konnten (vgl. im folgenden mit Kenney und Buttell 1985: 63 ff.). Kleine Unternehmen wie Genentech, Genex, Biogen usw. entstanden auf diese Art und Weise. Diese Unternehmen brauchten immer mehr Bargeld, um ihre Forschungs- und Entwicklungsbemühungen, ihre Administration und – bei erfolgreicher Produkteentwicklung – eine Marketingabteilung zu finanzieren. Um diesen Geldbestand zu erwerben, übernahmen diese kleinen Biotech-Firmen Auftragsforschungen von grossen multinationalen Unternehmen: „The financial vulnerability of new biotechnology R and D firms and their lack of manufacturing and marketing facilities has made them easy prey for large acquisitive corporations anxious to secure a foothold in the new industry.“ (Goodman, Sorj und Wilkinson 1987: 111)

Nach und nach wurden diese kleinen Biotech-Firmen entweder von den grossen Unternehmen aufgekauft – als prominentestes Beispiel die wohl erfolgreichste Biotechfirma Genentech, die von Hoffmann-La Roche 1990 zu 60% übernommen wurde – oder als 'research boutiques' benutzt, die im Auftrag der grossen Firmen innovieren sollten (The Economist 1990, 10. Februar: 69). Es wird bemerkt, dass „[...] die amerikanischen Pionierunternehmen Genentech, Amgen, Celltech und Cetus letztlich nur dank der

⁴² Technischer Fortschritt kann definiert werden als „Änderungen im Produktionsprozess durch die Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse“ (Rieder 1995: 17). Dazu gehört die Einführung neuer Produkte und Verfahren, eine Erhöhung des Outputs pro Input (disembodied technological change) und die Veränderung der Inpouteigenschaften (embodied technological change).

⁴³ Im Fall der peripheren Staaten wird häufig angefügt, dass eigener technischer Fortschritt gar nicht angestrebt wird, sondern dass die Entwicklung mittels Technologietransfer aus den Zentrumsstaaten generiert werden soll (vgl. Asian Development Bank 1995). Trotzdem muss auch zur Anpassung und Reparatur der importierten Technologie notwendiges Humankapital, Infrastruktur usw. vom peripheren Staat selbst zur Verfügung gestellt werden.

Übernahme durch Grossunternehmen bzw. Kooperationsprojekten mit grösseren Partnern“ (Nollert 1996: 12) überleben konnten. So wird der Bereich der biotechnischen Innovationen durch „large, well-established firms with multinational operations“ (Walsh und Galimberti 1993: 177) dominiert.

Multinationale Unternehmen der USA, der EU und Japans begannen erst Ende der 70er Jahre oder sogar erst anfangs der 80er Jahre, in die Biotechnologie zu investieren (vgl. im folgenden mit Hobbelink 1991: 31ff.). Doch trotz ihres eher kurzen Engagements dominieren sie den Biotechnologiebereich, auch mit Hilfe der finanziellen Unterstützung der jeweiligen Regierungen. Obwohl immer noch kleine Biotech-Firmen gegründet werden, kann daraus nicht geschlossen werden, dass sich der Biotechnologie-Sektor wünschenswert diversifizieren und ein Wettbewerb von verschiedensten Unternehmen stattfinden wird. Denn häufig werden diese neuen kleinen Biotechfirmen wiederum stark von den bereits bestehenden multinationalen Konzernen kontrolliert, sei dies als joint-venture-Unternehmen oder mittels Kapitalbeteiligungen. Während die Grüne Revolution vor allem von öffentlichen Stellen propagiert wurde, wird der Biotechnologiesektor hauptsächlich durch private Unternehmen dominiert:

„[...] les entreprises privées dominent la recherche biotechnologique et contribuent approximativement aux deux-tiers des dépenses globales engagées dans ce domaine [...], avec, au cours des dix dernières années, une augmentation spectaculaire de cette participation au détriment des petites entreprises.“ (Junne 1992: 145)

Die Globalisierung spielt in der Betrachtung der multinationalen Konzerne im Weltsystem ebenfalls eine Rolle. Die multinationalen Unternehmen nehmen in diesem Prozess eine *Weltoligopolstellung* ein (OECD 1992: 209). Weltoligopole gibt es nicht erst seit neuestem (vergleiche beispielsweise mit der Erdölindustrie). Die Neuheit im Prozess der Globalisierung ist die Ausdehnung der Oligopolisierung in den Bereich der Hoch-Technologie: „What is new is the current rapid extension of global oligopoly and the fact that it now constitutes the dominant form of supply structure in most R&D intensive or „high-technology“ industries, and in an increasing number of service industries.“ (OECD 1992: 221) Verschiedene Autoren bezeichnen denn auch die Struktur der Nahrungsmittelindustrie als oligopolistisch (vgl. Hobbelink 1991: 47 und Goodman et al. 1987: 80). Durch die Dominanz der multinationalen Unternehmen in der Nahrungsmittelindustrie, welche mittels neuen Biotechniken innovieren, ist ein Angebotsoligopol zu vermuten, bei dem auf der Angebotsseite nur wenige, relativ grosse Verkäufer auftreten.

Oligopole wirken dann wettbewerbsverhindernd, wenn sie kooperieren. Die Einschränkung des Wettbewerbs im Biotechnologiebereich kann empirisch durch ein Auffinden von strategischen Allianzen⁴⁴ bestätigt werden. John Hagedoorn und Jos Schakenraad finden in ihrer Untersuchung über strategische Allianzen Übereinkommen zwischen Biotechnologiefirmen, im Bereich der Forschungs- und Entwicklung zusammenzuarbeiten (vgl. mit Hagedoorn und Schakenraad 1990: 171 ff.). Ihre Analyse der 45 Biotechfirmen, die die meisten Übereinkommen haben, zeigt, dass die intra-USA-Kooperation am häufigsten vertreten ist. Sie finden aber auch internationale Kooperationen: „Apart from a number of US tie-ups, some international cases of more intensive co-operation are combinations of Merck and Ciba-Geigy, Boehringer and Genentech, Bayer and Bristol Meyers, Gist-Brocades and Shell, and Shell and Cetus and Abbott and Amgen.“ (Hagedoorn und Schakenraad 1990: 185) Durch diese transatlantischen Kooperationen kann von einem Wettbewerb innerhalb der Triade nicht mehr gesprochen werden: „Die wichtige globalwirtschaftliche Konfliktlinie [verläuft] folglich nicht

⁴⁴ Strategische Allianzen werden definiert „[...] as a situation in which two or more companies join efforts to develop new products, share their technology or pool R&D resources.“ (Hagedoorn und Schakenraad 1990: 171)

zwischen den drei Akteuren, sondern zwischen der Triade und dem Rest der Welt.“ (Nollert 1996: 69)

Diese Kooperationen verhindern natürlich, dass die einzelnen Unternehmen die Monopolrente der eigenen Innovation erhalten. Wieso kooperieren Firmen trotzdem? Der Grund scheint in der Reduktion der Unsicherheit und im Zeitgewinn zu liegen (Hagedoorn und Schakenraad 1990: 173). Kooperieren zwei Firmen, wird der Wettbewerbsdruck entschärft: ein potentieller Konkurrent wird durch die Kooperation eingebunden. Gerd Junne sieht in diesen Kooperationen eine Verlangsamung des biotechnischen Fortschritts: Aufgrund der strategischen Allianzen werden weniger individuelle Forschungsanstrengungen unternommen und weniger Forschungs- und Entwicklungsausgaben bereitgestellt (Junne 1992: 149/150).

Anhand der Tabelle 3 mit dem Titel 'Rohstoffe, Substitute und Forschungsorganisationen' ist ersichtlich, dass viele multinationale Konzerne im Bereich der biotechnischen Rohstoffsubstitute forschen. Unter ihnen befinden sich Nestlé, Cadbury-Schweppes, Procter&Gamble, Ajinomoto, Unilever und Monsanto – um nur einige bekannte zu nennen. Was treibt diese Firmen in diesen Forschungsbereich? Den potentiellen Rohstoffsubstitutionen liegt die Annahme zugrunde, dass sie sich lohnen – sprich, dass bestimmte Rohstoffe durch biotechnische Manipulationen im Vergleich zur traditionellen Anbautechnik günstiger produziert werden können. Auf den ersten Blick ist dies nicht gegeben, sind doch Rohstoffpreise auf dem Weltmarkt eher tief angesetzt.

Verschiedene mögliche *Profitmotive* werden genannt. Joachim Spangenberg vermutet folgende Beweggründe:

„[...] einerseits das Bestreben der den Weltmarkt beherrschenden Grosskonzerne oder anderer interessierter und finanziell potenter Kräfte, von Marktpreisschwankungen und internen (politischen) Entwicklungen in den Staaten des Südens unabhängig zu werden bzw. sich neue Märkte zu erschliessen, und andererseits die Notwendigkeit, angesichts der horrenden landwirtschaftlichen Überschussproduktion in Nordamerika und Europa alternative Verwendungszwecke für die Agrarüberschüsse zu finden [...].“ (Spangenberg 1992: 140)

Das Technikfolgenabschätzungsbüro des Deutschen Bundestags äussert andere Vermutungen (Technikfolgenabschätzungsbüro des Deutschen Bundestags 1995: 3). Es sieht besonders in der von der WTO angestrebten Handelsliberalisierung einen beeinflussenden Faktor: Steigen diejenigen Rohstoffpreise, die bis anhin durch Exportsubventionen der industrialisierten Staaten künstlich tief gehalten wurden, könnten sich die biotechnischen Substitutionen dieser Rohstoffe plötzlich lohnen. Ein weiteres Profitmotiv liegt in der Erwartung eines schnellen biotechnischen Fortschritts, der die Produktion der Substitute rentabler macht.

Während der finanzielle Anreiz der multinationalen Unternehmen bei der Rohstoffsubstitution durch Enzymtechniken und durch einzellige Proteine tatsächlich durch die Höhe der Rohstoffpreise bestimmt wird, zeigt sich bei den Gewebekulturtechniken ein anderes Bild. Nicht nur multinationale Unternehmen sondern auch periphere Staaten wenden die Gewebekulturtechniken an, um höhere Erträge zu erwirtschaften. In diesem Bereich könnte eine Verdrängungssubstitution erwartet werden. Kommt es beispielsweise durch die Ausweitung der Gewebekulturtechnik zu einer weltweiten Kaffeeüberproduktion, wird der Rohstoffpreis sinken. Wer dann noch fähig ist, zu diesem tieferen Preis zu produzieren, geht als Gewinner aus der Verdrängungssubstitution hervor.

Zusammenfassend lässt sich folgendes Bild zeichnen: Multinationale Unternehmen dominieren den Biotechnologiebereich. Sie kaufen kleine spezialisierte Biotechfirmen auf und kooperieren untereinander mittels strategischen Allianzen, die den biotechnischen Fortschritt möglicherweise verlangsamen, da sie den Wettbewerb entschärfen. Der

Biotechnologiemarkt ist folglich *kooperativ oligopolistisch* strukturiert. Vielfältige Profitmotive, die nicht auf den ersten Blick ersichtlich sind, üben Reizsignale auf die Forschung multinationaler Unternehmen im Bereich der biotechnischen Rohstoffsubstitute aus: Unabhängigkeit von Marktpreisschwankungen und der internen Entwicklung peripherer Staaten, das Ansteigen der Rohstoffpreise aufgrund der Handelsliberalisierung des GATT und zukünftige Erwartungen eines schnellen biotechnischen Fortschritts werden als Motivation zu Forschungsbestrebungen angeführt.

5.4 Unterschiedliche Kooperationsfähigkeit zwischen Staat und Industrie im Weltvergleich

Die Kooperation zwischen Staat und Industrie soll den technischen Fortschritt vorantreiben (siehe Kapitel 5.1). Diese Kooperationsfähigkeit ist innerhalb des Weltsystems unterschiedlich verteilt. Während in industrialisierten Staaten das nationale Innovationssystem mit der Vernetzung zwischen Universitäten, technischen Hochschulen und Unternehmen vergleichsweise gut ausgebaut ist, sehen sich gewisse (semi)periphere Staaten mit Ineffizienzen konfrontiert.

Trotz der vorangegangenen Darstellung der Behinderung des technischen Fortschritts durch die Staaten der rohstoffreichen (Semi)Peripherie und der Forschungsbestrebungen von multinationalen Unternehmen darf nicht der Eindruck entstehen, dass periphere Staaten die Biotechniken nicht anwenden. Im Gegenteil: in vielen (semi)peripheren Staaten propagieren hauptsächlich öffentliche Stellen die Biotechnologie (vermehrt Gewebekulturtechnik) im Hinblick auf die Verbesserung des Saatguts und der Erhöhung und Stabilisierung der Erträge. (Semi)periphere Staaten wenden folglich Biotechniken weniger im Hinblick auf potentielle Substitutionen als im Hinblick auf eine Ertragssteigerung und -stabilisierung im Nahrungsmittelbereich an (Cottier 1995: 68/69).

Periphere Staaten stossen bei der Entwicklung einer einheimischen Biotechindustrie trotz der erfolgreichen Anwendung gewisser Biotechniken auf mehr Widerstände als die industrialisierten Staaten. Kenney und Buttell nennen vier Gründe, welche den erfolgreichen Aufbau einer einheimischen Biotechindustrie in peripheren Staaten verhindern: es sind dies der Mangel an Investitionskapital, der Mangel an Humankapital aufgrund des 'brain drain', die ineffiziente Infrastruktur und der mangelnde politische Wille (Kenney und Buttell 1985: 77ff.).

Raymond Zilinskas geht ebenfalls der Frage nach, wie erfolgreich periphere Staaten in der Entwicklung einer eigenen Biotechindustrie sind. Er untersucht in diesem Hinblick drei Fallbeispiele: Ägypten, Thailand und Venezuela.

Zilinskas sieht folgende Probleme (vgl. im folgenden mit Zilinskas 1995: 511ff.): In den evaluierten drei Staaten fehlen im Hinblick auf eine ausreichende Wissensvermittlung der breite Zugang zu Büchern, Fachzeitschriften und Datenbanken. Weiter findet er im Bereich der Grundlagenforschung Mängel an der Bereitstellung notwendiger Materialien (beispielsweise Enzyme) und an Ausrüstungsgegenständen. Zudem ist die Infrastruktur unzuverlässig: eine unterbrochene Wasserversorgung und ineffiziente Telefonsysteme führen zu Verzögerungen.

Vor allem im Hinblick auf eine fruchtbare Kooperation zwischen Universitäten und Industrie, wie sie in industrialisierten Staaten besteht, herrschen in den drei beobachteten Staaten Missstände: der Wissensfluss im nationalen Innovationssystem wird behindert. In den Universitäten wird wenig angewandte Forschung betrieben, und die Verbindung zur einheimischen Industrie fehlt praktisch ganz. Entweder besteht die Binnenindustrie aus Tochtergesellschaften multinationaler Konzerne, die importierte Produkte vermarkten oder die tatsächlich einheimische Industrie importiert die benötigte Technologie. Zwischen Uni-

versität und Industrie fehlt folglich die notwendige Beziehung: „[...] industry does not access the knowledge base, cannot assimilate results from basic or applied research, and is incapable of independently performing research to solve problems or to develop new products or processes.“ (Zilinskas 1995: 514)

Ein weiteres Fallbeispiel – die Analyse der Biotechnologieindustrie in Mexico – kommt zum selben Schluss: „The lack of university-industry linkages may constitute a major obstacle to such realisation, particularly in the case of BT (biotechnology, Anm. der Autorin), a science-based industry.“ (Gonsen 1998: 123)

Mit den Beispielen Venezuela, Ägypten, Thailand und Mexico werden vier Fälle analysiert, die durch die Netzwerkanalyse von Smith und White mindestens in der Semiperipherie 2 verortet werden (siehe Tabelle 4.1). Es handelt sich bei diesen Fällen, die mit Schwierigkeiten im Bereich der biotechnischen Innovationen zu kämpfen haben, folglich nicht einmal um eigentliche periphere Staaten. Es ist daher anzunehmen, dass die Widerstände in peripheren Staaten noch höher sind.

5.5 Das technologische Potential

Die effiziente Kooperation zwischen Unternehmen und dem Staat scheint technischen Fortschritt zu erleichtern. Jedes Land verfügt über ein eigenes *technologisches Potential*, welches aufgrund des Zusammenspiels dieser beiden Akteure zustande kommt.

Der Begriff des technologischen Potentials kann durch das Technologiekonzept der Asian Development Bank gefüllt werden (siehe Asian Development Bank 1995: 105). Dieses enthält vier Komponenten:

1. Physische Anlagen: Werkzeuge, Ausrüstung, Maschinen, Instrumente usw.,
2. Menschliche Fähigkeiten: Qualifikationen, Kreativität und Erfahrung,
3. Dokumentierte Fakten: Bücher, Pläne, Anleitungen und
4. Organisatorische Rahmenbedingungen: z.B. Infrastruktur.

Die Asian Development Bank geht davon aus, dass der Begriff der Technologie ein vielfältiges Konzept darstellt. Es dürfen nicht nur Indikatoren, die den offensichtlichen Erfolg von technischen Innovationen messen (wie beispielsweise Patente) berücksichtigt werden. Vielmehr braucht es für den technischen Erfolg ein Zusammenspiel sowohl von gut ausgebildetem Humankapital, einer zugrundeliegenden Finanzierungsstruktur als auch von einer vernetzten Infrastruktur, die die Kommunikation zwischen den Forschern gewährleistet.

Aus der in den vorhergehenden Seiten dargestellten notwendigen Kooperation zwischen Unternehmen und Staaten, deren Verhinderung durch Staatsklassen und dem fehlenden Bindeglied zwischen Unternehmen und Universitäten in der Peripherie kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass sich die technologischen Potentiale der Staaten *im Zentrum - Semiperipherie 1 - Semiperipherie 2 - Peripherie - Gefälle* unterscheiden. Die nachfolgende Abbildung 5 gibt einen Überblick über die unterschiedliche Höhe der staatlichen technologischen Potentiale⁴⁵ von 36 Ländern. Tatsächlich zeigt sich eine gewisse Übereinstimmung

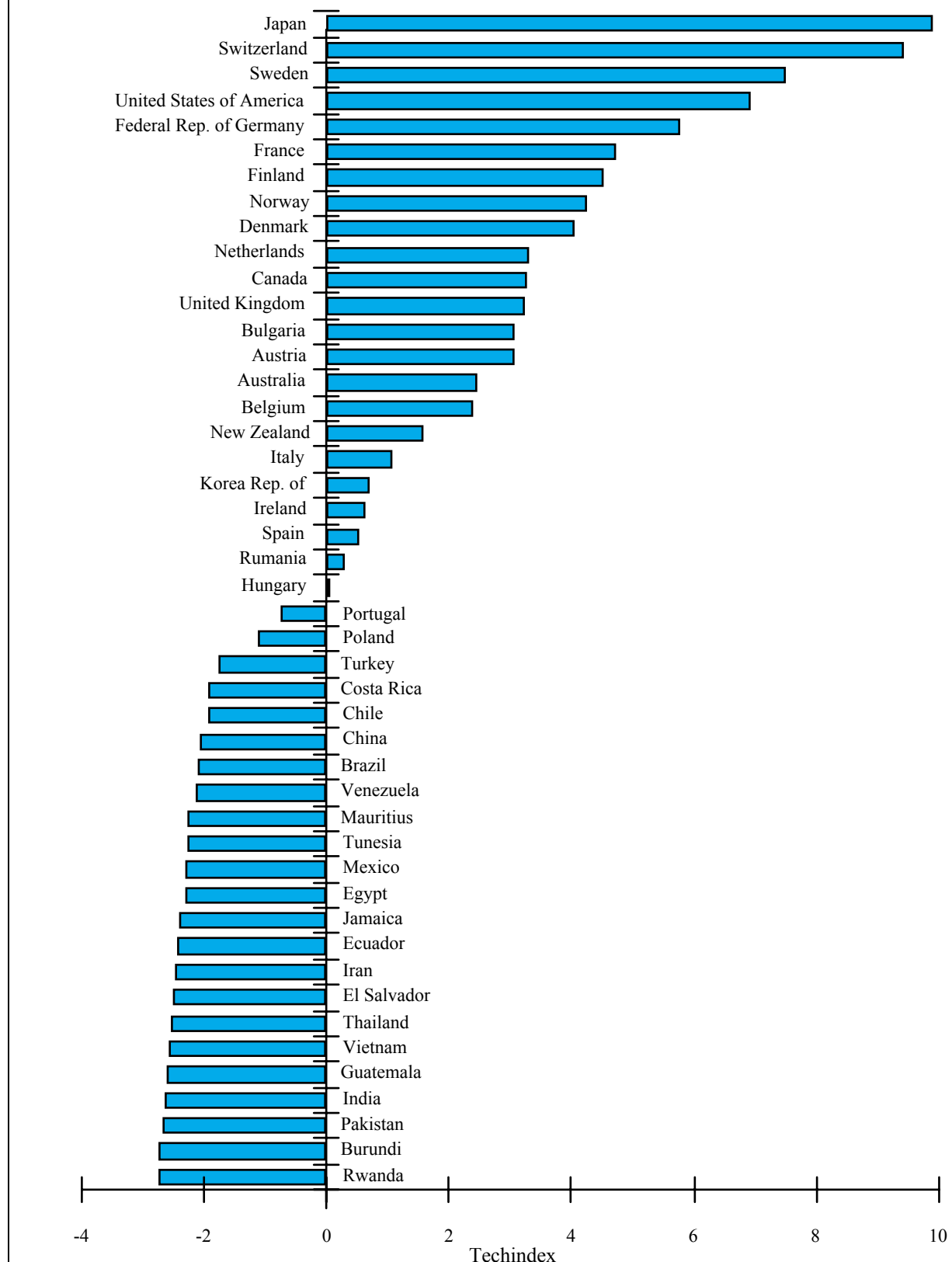
⁴⁵ Operationalisiert wurde das technologische Potential anhand des Technologiekonzepts der Asian Development Bank im Zeitraum um 1990. Der erste Punkt wurde mit 'Research und Development Ausgaben' (Quelle: UNESCO 1992: (5-1) - (5-7) und United Nations 1990/1991: 822 - 826) operationalisiert, Punkt 2 mit 'Manpower' (Quelle: UNESCO 1992: (5-17) - (5-22), UNESCO 1994: (5-14) - (5-19) und UNESCO 1996: (5-5) - (5-7)), Punkt 3 mit 'Patents to Residents' (Quelle: World Intellectual Property Organization 1990: ANHANG (V) - (XV) und 1-8, World Intellectual Property Organization 1993: ANHANG (V) - (XVII) und 1-8) und Punkt

mit der Einteilung der Staaten gemäss der Blockmodellanalyse von Smith und White im Jahr 1980 (siehe Tabelle 4.1) und der Höhe der technologischen Potentiale (diese wurden um das Jahr 1990 erhoben). Eine krasse Abweichung zeigen Brasilien und Venezuela, die von Smith und White in der Semiperipherie 1 eingeteilt wurden, im Histogramm der Technologieindizes aber einen vergleichsweise tiefen Rang einnehmen. Das kann durch den unterschiedlichen Zeitpunkt der beiden Messungen erklärt werden: Zumindest Venezuela – als Vertreter der rohstoffreichen Peripherie (Erdöl) – verlor seine starke Position in den letzten Jahren.

4 mit 'Telephonhauptanschlüsse' (Quelle: Weltbank 1995: 250-251). Falls notwendig, wurden die einzelnen Indikatoren in US-Dollar umgerechnet und durch die Bevölkerungszahlen normalisiert.

Alle vier Indikatoren wurden z-standardisiert und gleich gewichtet zu einem Technologieindex aufsummiert. Negative Indizes erklären sich dadurch, dass die z-transformierten Werte negativ werden, wenn der Wert unter dem Mittelwert des noch nicht transformierten Indikators lag. Die Berechnung des Technologieindexes wurde im Rahmen eines soziologischen Forschungsprojektes mit dem Namen 'Vertikaler Tausch und Technologisches Potential' von Baumeler und Dirr (1998) vorgenommen. Die einzelnen Werte sind in Anhang 2 zu finden.

Abbildung 5: Histogramm der technologischen Potentiale



Quellen und Berechnung: Siehe vorangehende Fussnote.

5.6 Zusammenfassung

Als Akteure im Bereich der Biotechnologie werden die *Staaten* und die *multinationalen Unternehmen* genannt (Buttel und Kenney 1985; Smith 1993). Wichtig erscheint die *Kooperation* zwischen beiden. Diese Kooperation funktioniert im Zentrum gut, während die peripheren Staaten hier auf Widerstände stossen.

Die Theorien von Hartmut Elsenhans (Elsenhans 1977; Elsenhans 1987) über die Staatsinvestitionen in peripherisierten Staaten und von Volker Bornschier und Bruno Trezzini zu den Staatsinvestitionen in der rohstoffreichen Semiperipherie (Bornschier und Trezzini 1996) zeigen, dass der rohstoffreiche Staat den technischen Fortschritt im Binnenraum verschiedener (semi)peripherer Staaten behindern kann.

Die multinationalen Unternehmen dominieren die Biotechnologie-Industrie. Die Struktur des Biotechnologiemarktes im Nahrungsmittelbereich wird als *oligopolistisch* bezeichnet (Hobbelink 1991; Goodman et al. 1987): Auf der Angebotsseite sind nur wenige relativ grosse Anbieter anzutreffen, die ihr Leitungssitzland im Zentrum haben. Die multinationalen Unternehmen kooperieren mittels strategischen Allianzen (Hagedoorn und Schakenraad 1990). Daraus kann gefolgert werden, dass der technische Fortschritt in diesem Bereich langsamer abläuft, da kooperierende Oligopole wettbewerbsverzerrend wirken. Es kann angenommen werden, dass aufgrund dieser Konstellationen biotechnische Rohstoffsubstitute langsamer entwickelt werden als bei erhöhtem Wettbewerb (Junne 1992).

Als *Profitmotive* bei der Entwicklung biotechnischer Rohstoffsubstitute gelten: Unabhängigkeit von Marktpreisschwankungen und internen Entwicklungen der peripheren Staaten und die Verwendung für die landwirtschaftliche Überschussproduktion des Zentrums (Spangenberg 1992) und die angestrebte Handelsliberalisierung der WTO, aufgrund derer einige Rohstoffpreise steigen sollten (Technikfolgenabschätzungsbüro des Deutschen Bundestags 1995). Auch die Erwartung, dass der biotechnische Fortschritt Rohstoffsubstitute günstiger macht, kann als Profitmotiv angeführt werden.

Die Kooperation zwischen Staat und einheimischen Unternehmen ist in (semi)peripheren Staaten mit Problemen behaftet: Eine Fallanalyse der Biotechnologie in Ägypten, Thailand, Venezuela (Zilinskas 1995) und Mexico (Gonsen 1998) zeigt, dass die Verbindung zwischen den Universitäten und der Industrie fehlt, da die Industrie entweder aus Tochterfirmen multinationaler Konzerne besteht, die hauptsächlich Produktvermarktungsaufgaben übernehmen oder weil die einheimische Industrie die benötigte Technologie aus dem Ausland bezieht.

Die erfolgreiche Kooperation zwischen Staaten und Unternehmen findet ihren Eingang in ein *nationales technologisches Potential*. Es hat sich gezeigt, dass die Höhe des technologischen Potentials mit der Entfernung vom Zentrum abnimmt.

6. Fallbeispiel einer biotechnischen Rohstoffsubstitution

Zur Festlegung des Einflussbereichs von biotechnischen Rohstoffsubstitutionen erscheint es mir hilfreich, eine bereits geschehene Substitution zu untersuchen. Die gutdokumentierte Zuckersubstitution durch den High Fructose Corn Syrup HFCS, in die in den 1980er Jahren nebst der USA und Japan, die den HFCS einführten, einige (semi)periphere Zuckerlieferanten involviert waren, wird im folgenden unter Zuhilfenahme der Methode der *historischen Analogiebildung* nachgezeichnet.

6.1 Die Zuckersubstitution durch den High Fructose Corn Syrup HFCS

Die technische Methode der Erzeugung von Süsstoffen aus Stärke durch den Gebrauch von Enzymen wurde bereits anfangs dieses Jahrhunderts entwickelt, ist also nicht neu (OECD 1989: 86). Doch nur durch die Verbesserung dieser bekannten Enzymtechnik wurde es möglich, kostengünstig und in grossen Mengen zu produzieren. Als eine der ersten bedeutenden Anwendungen der Biotechnologien der zweiten Generation gilt die Produktion des *High Fructose Corn Syrup HFCS*, der zu einem Substitut von Rüben- und Rohrzucker wurde (Spangenberg 1992: 165 ff.). Mittels immobilisierten Enzymen gelang die Umwandlung von Maisstärke in einen Zuckerersatz. Der HFCS wird heute hauptsächlich als Flüssigsüsstoff in Erfrischungsgetränken eingesetzt, da die Produktion der kristallinen Form zu teuer ist. In den USA verwenden mehr als 30 Unternehmen in der Getränkebranche den HFCS, so beispielsweise Coca Cola, Pepsi Cola, 7-Up und Sunkist (Hobbelink 1988: 37).

Die globalen Zuckermärkte darf man sich auf keinen Fall als vollkommene Märkte vorstellen (vgl. im folgenden mit Maskus 1989: 85 ff.). Sie werden politisch reguliert, beispielsweise durch Handelsbarrieren und Produktionskontrollen. So verfügt die USA seit 1934 über ein *Zuckerimportquotensystem*: Die Einfuhr von Zucker aus peripheren Staaten wurde mittels Quoten kontingentiert. Das Importquotensystem wurde in den 1970er Jahren temporär ausser Kraft gesetzt, da die Weltzuckerpreise stiegen. Nach dem Fall der Rohzuckerpreise 1981 und aufgrund des Drucks der einheimischen Zuckerproduzenten wurde das protektionistische Importquotensystem wieder eingesetzt: „As a result, domestic sugar prices have been far above world prices since 1982, with the price differential averaging 353 per cent and reaching a maximum of 776 per cent in June 1985.“ (Maskus 1989: 86)

Diese künstlich erhöhten Zuckerpreise im US-amerikanischen Binnenmarkt stellten einen Anreiz für Substitutionsbestrebungen dar. Als Substitut bot sich Getreide an, da die USA als weltgrösster Maishersteller über niedrige Inlandpreise verfügte. Der HFCS konnte auf der Basis von Maisstärke günstiger als Zucker hergestellt werden. Die Nachfrage nach diesem Zuckerersatz nahm stark zu: „In 1986, corn sweeteners accounted for 53 per cent of caloric-sweetener consumption in the United States, up from 32 per cent in 1980.“ (Maskus 1989: 88) Diese Politik bewirkte, dass sich die Zuckerimporte der USA rapide verminderten.

Die USA vergab in den 1980er Jahren 41 Zuckerimportquoten. Die nachfolgende Tabelle 6 zeigt diejenigen Staaten, die von den USA Importquoten erhielten, und die jeweiligen Importmengen, die zwischen 1982 und 1987 beträchtlich abnahmen. Die mengenmässig grössten Rückgänge hatten diejenigen Länder zu verzeichnen, die die grössten Importquoten aufwiesen: So fielen die brasilianischen Exporte in die USA von 368 200 auf 119 700 Tonnen Zucker, die Exporte der Dominikanischen Republik von 447 000 auf 145 300 Tonnen und diejenigen der Philippinen von 342 800 auf 130 400 Tonnen, also ungefähr um je zwei Drittel.

Was von der US-Regierung vorderhand als protektionistische Massnahme zum Schutz der einheimischen Zuckerproduzenten gedacht war, richtete sich gegen diese selbst und führte zur Substitution von Zucker durch den preisgünstigeren HFCS. Weiter veränderte diese

Politik die Struktur des Zuckerweltmarktes, benachteiligte periphere Staaten und löste Konflikte zwischen den beteiligten Akteuren aus. Diese vier Punkte zählt Maskus als Fazit dieses US-amerikanischen Zuckerprogramms auf:

„[...] it has (i) encouraged the production of alternative sweeteners which threaten American sugar producers, (ii) imposed punitive costs on developing-country sugar exporters, (iii) spurred conflicts between the United States and its trading partners and (iv) altered the structure of international relations in sugar trade.“ (Maskus 1989: 85)

Auch Japan beteiligte sich an der Zuckersubstitution durch den HFCS (Junne 1991: 361 f.). Zwischen Ende der 1970er Jahre und Ende der 1980er Jahre verachtfachte sich Japans HFCS-Produktion. Auch bei der Erzeugung dieser Substitution sind *politische Motive* ausschlaggebend. So wird vermutet, dass der Import von US-amerikanischem Getreide den politischen Vorteil hatte, den japanischen Zahlungsbilanzüberschuss gegenüber den USA zu verringern, der ständig zu politischen Konflikten führte: ein politischer Druck, der von den peripheren Staaten nicht ausgehen konnte. Die durch die japanische Zuckersubstitution am meisten betroffenen Staaten waren Kuba, Thailand und einmal mehr die Philippinen, während andere Staaten - wie beispielsweise Australien - über langfristige Zuckerexportverträge mit Japan verfügten, die durch diese Substitution nicht tangiert wurden.

Tabelle 6: Zuckerimportmengenveränderungen der USA in der Zeit der Zuckersubstitution durch den HFCS

Staat mit Zuckerimportquote	Quoten in % der Gesamt- quote		Importmenge (in 1000 Tonnen)	
	1982/83	1986/87	1982/83	1986/87
Argentinien	4.3	4.3	109.2	35.5
Australien	8.3	8.3	210.7	68.5
Barbados	0.7	0.7	17.8	6.8
Belize	1.1	1.1	27.9	9.1
Bolivien	0.8	0.8	20.3	6.8
Brasilien	14.5	14.5	368.2	119.7
Costa Rica b	1.5	1.9	38.1	16
Dominikanische R.	17.6	17.6	447	145.3
Ecuador	1.1	1.1	27.9	9.1
El Salvador b	2.6	2.9	66	23.9
Elfenbeinküste			15	6.8
Fiji	0.7	2.8	17.8	22.9
Gabon a			11.3	6.8
Guatemala	4.8	4.8	121.9	39.6
Guyana	1.2	1.2	30.5	9.9
Haiti			15	6.8
Honduras b	1	1.7	25.4	14.4
Indien	0.8	0.8	20.3	6.8
Jamaica	1.1	1.1	27.9	9.1
Kanada	1.1	1.1	27.9	9.1
Kolumbien	2.4	2.4	61	19.8
Kongo a			15	6.8
Madagaskar			15	6.8
Malawi	0.7	1	17.8	8.3
Mauritius	1.1	1.2	27.9	9.9
Mexico			15	6.8
Mozambique	1.3	1.3	33	10.7
Nicaragua b	2.1	0	53.3	0
Panama	2.9	2.9	73.6	23.9
Papua Neu Guinea a			11.3	6.8
Paraguay			15	6.8
Peru	4.1	4.1	104.1	33.8
Philippinen	13.5	15.8	342.8	130.4
Simbabwe	1.2	1.2	30.5	9.9
St. Christopher-Nevis			15	6.8
Südafrika c	2.3	0	58.4	0
Swasiland	1.6	1.6	40.6	13.2

Taiwan	1.2	1.2	30.5	9.9
Thailand	1.4	1.4	35.6	11.5
Trinidad-Tobago	0.7	0.7	17.8	6.8
Uruguay a			15	6.8
Total			2621.8	908.6

Quelle: nach Maskus 1989: 90

Legende:

a Kongo und Uruguay bekamen die ersten Quoten 1983/1984 und Gabon und Papua Neu Guinea 1984/85.

b Nicaraguas Quote wurde 1985 eliminiert und umverteilt auf Costa Rica, El Salvador und Honduras.

c Südafrikas Quote wurde 1986 den Philippinen gegeben.

Die EU hingegen erliess HFCS-Produktionskontrollen, um ihre eigenen Zuckerproduzenten zu protegieren. Auch hier ein politischer Beschluss, der diesmal eine Zuckersubstitution durch den HFCS verhinderte.

Bei der Betrachtung dieses Fallbeispiels fällt auf, dass die Zuckersubstitution durch den HFCS nicht in erster Linie durch profitlogisches Verhalten bestimmt war. Augenscheinlich mussten zuerst politische Akteure Rahmenbedingungen schaffen, die eine biotechnische Rohstoffsubstitution rentabel werden liessen. So ist zu betonen, dass erst die US-amerikanische Zuckerpolitik mit ihrem protektionistischen Quotensystem und paradoxerweise das erfolgreiche Lobbying der US-amerikanischen Zuckerproduzenten dazu geführt haben, dass sich die Produktion des HFCS wegen den geringeren Herstellungskosten lohnte. Hätte die USA den Rohzucker zum tieferen Weltmarktpreis im Binnenmarkt zugelassen, wäre diese Substitution ausgeblieben. (Beispielsweise erlaubte Kanada den Einkauf des Rohzuckers zu Weltmarktpreisen, die Zuckersubstitution durch den HFCS war folglich nicht profitabel und blieb aus.) Auch die HFCS-Produktion Japans lässt sich politisch motiviert erklären, ebenso wie die Entscheidung der EU, den HFCS Produktionskontrollen zu unterwerfen. Von liberalisierten Weltmärkten und einer ökonomischen Zielen unterworfenen Entscheidungsfindung kann in dieser Einflussphäre nicht gesprochen werden, schon eher jedoch von der politischen Durchsetzung von Partikulärinteressen.

Es wird heute davon ausgegangen, dass der durch die Entwicklung von HFCS ausgelöste Substitutionsprozess abgeschlossen ist, da der Markt für den flüssigen HFCS in den USA und Japan näherungsweise gesättigt ist (OECD 1989: 87). Nichtsdestotrotz wird der Zucker weiterhin Substitutionsprozessen ausgesetzt sein. So verkündete die US-Firma Staly Continental 1987, dass sie eine Technik entwickelt habe, um eine kristalline Form des HFCS herzustellen (Hobbelink 1991: 77). Weitere Substitutionen drohen auch durch kalorienarme Süsstoffe wie Aspartam oder Thaumatin (siehe Tabelle 3).

6.2 Alternativstrategien

Im folgenden werde ich mich mit den Alternativstrategien Brasiliens und der Philippinen beschäftigen⁴⁶. Wie haben diese beiden Staaten, die stark von der Zuckersubstitution durch den HFCS betroffen waren, reagiert? Konnten sie ihren Rohzucker anderweitig verwenden oder mussten sie die Zuckerproduktion verringern? Mit Brasilien und den Philippinen werden absichtlich zwei Staaten gewählt, die auf unterschiedlichen Ebenen in das Weltsystem integriert und auf unterschiedliche Weise mit diesem Problem umgegangen sind.

6.2.1 Brasilien

Brasilien startete bereits 1975 das biotechnische Programm „Proálcool“, in dem *Ethanol* als alternativer Brennstoff zu Erdöl hergestellt wurde. Ethanol kann aus Zucker, Stärke oder Zellulose unter verschiedenen Schwierigkeitsgraden hergestellt werden. Zuckerehaltende Biomasse, wie beispielsweise Zuckerrohr, kann direkt umgewandelt werden, während die Verwendung von Mais oder Cassava schwieriger ist (Biotechnology and Development Monitor 1990 Nr. 2: 11).

Die Produktion von Ethanol war als Alternativstrategie geplant, da die internationalen Erdölpreise Mitte der 1970er Jahre stark anstiegen. Die gleichzeitige Krise auf den internationalen Zuckerrohrmärkten gekoppelt mit dem Versprechen der brasilianischen Regierung, den gewonnenen Alkohol und den produzierten einheimischen Zucker zu einem Preis einzukaufen, der über den Herstellungskosten lag, überzeugte die brasilianischen Zuckerproduzenten, in den Alkoholmarkt einzusteigen (Galhardi 1994: 395). Zudem stimmte die brasilianische Automobilindustrie, die sich aus Ablegern US-amerikanischer und europäischer Unternehmen (unter anderem Volkswagen und Ford) zusammensetzte, zu, die brasilianischen Autos mit Motoren zu bauen, die auf der Basis von Ethanol fuhrten. Ab 1979 strebte die brasilianische Regierung die vollständige Substitution von Benzin durch Ethanol an.

Die US-amerikanische Zuckersubstitution durch den HFCS fiel in eine Zeit, in der sich Brasilien mit Schwierigkeiten konfrontiert sah, genug Zucker für das Ethanolprogramm und für die Zuckerexportverpflichtungen zu produzieren, so dass die Einführung des HFCS durch die USA in Brasilien *keine offensichtlich negativen Auswirkungen* zeigte (Junne 1991: 362).

Obwohl das brasilianische Ethanolprogramm zweifelsohne Arbeitsplätze schuf (Galhardi 1995: 654), die Zuckersubstitution durch den HFCS auffangen konnte und zudem bei der Anwendung umweltfreundlicher als Erdöl ist, wurde es von vielen Seiten kritisiert. Da die Zuckerpreise 1989 wieder anstiegen⁴⁷, während die Erdölpreise tief blieben, lohnte sich die Erdölsubstitution durch Ethanol ökonomisch nicht mehr (Biotechnology and Development

⁴⁶ Das dritte Land, das eine grosse Zuckerexportmenge aufgrund der Zuckersubstitution durch den HFCS eingebüsst hat, ist die Dominikanische Republik. Gemäss der Tabelle 6.1 fielen die Zuckerexporte in die USA um rund zwei Drittel innerhalb von vier Jahren. Die Dominikanische Republik müsste durch diesen Verlust stark getroffen worden sein, betrug ihr Zuckerexportanteil doch teilweise über 50% (Junne 1991: 362). Leider war es nicht möglich, Unterlagen über die Auswirkungen des HFCS auf die Dominikanische Republik und ihre Alternativstrategie zu finden, so dass sich die Alternativstrategiediskussion nur auf Brasilien und die Philippinen beschränkt.

⁴⁷ Da der Rohzuckerpreis in den 80er Jahren so tief war, dass die Weltmarktpreise die Produktionskosten nicht mehr deckten, stagnierte die Weltproduktion. Der Verbrauch hingegen stieg weiter an, hauptsächlich bedingt durch die höhere Nachfrage der Entwicklungsländer. Als die Zuckervorräte kontinuierlich abgebaut wurden, stieg der Rohzuckerpreis wieder an und erreichte 1990 einen neuen Höchststand (Egger/Rieder/Clemenz 1992: 92).

Monitor 1990 Nr. 2: 10). Negative Effekte der Ethanolproduktion waren ökologischer Natur. Diese entstanden aufgrund der grossen Monokulturen und dem bei der Herstellung von Ethanol stark belasteten Abwasser (Spangenberg 1992: 175 ff.) Ausserdem liegen die Zuckerrohrfelder im Nordosten Brasiliens, wo allgemein Unterernährung herrscht und Subsistenzwirtschaft durch den Zuckerrohranbau verunmöglicht wird. José Lutzenberger, ehemaliger Umweltminister Brasiliens, fasst den Erfolg des Ethanolprogramms folgendermassen zusammen:

„Das Alkoholprogramm hat zu grossen sozialen Problemen geführt, auch oder gerade weil es, rein technologisch gesehen, ein Erfolg war. Wir fahren heute zu siebzig Prozent Autos, deren Kraftstoff zu dreissig Prozent aus Alkohol besteht. Der einzige Vorteil ist, dass wir kein Blei mehr im Benzin haben. Aber die Ausweitung des Zuckerrohranbaus hat dazu geführt, dass ganze Landschaften z. B. im Staat Sao Paulo, wo früher eine einigermaßen überlebensfähige Kleinbauernwirtschaft bestand, nur noch Ozeane von Zuckerrohr sind.[...]So gesehen, ist das Alkoholprogramm eine Kalamität. Es ist einer der Gründe, warum heute im Amazonasgebiet soviel Urwald gerodet wird, denn es hat viele Menschen bodenlos gemacht.“ (José Lutzenberger zit. nach Spangenberg 1992: 177/178)

6.2.2 Die Philippinen

Die Philippinen waren durch die Zuckersubstitution besonders betroffen, da sie Rohzucker sowohl in die USA als auch nach Japan exportierten. Der Anteil der Zuckereporte am Exporteinkommen, der während vielen Jahren ein Viertel betrug, sank 1988 auf ein Prozent (Biotechnology and Development Monitor 1990 Nr. 2: 3-4). Als durch diese Substitution besonders stark betroffene Region gilt die Zuckerinsel Negros: Diese beheimatet rund 60 % der philippinischen Zuckerproduktion.

Die Krise auf der Zuckerinsel Negros begann aufgrund des Sinkens der Weltzuckerpreise bereits 1976. Sie verschlimmerte sich in den 1980er Jahren aufgrund der steigenden Produktion von HFCS. Seit den 1970er Jahren besass die philippinische Regierung das Zuckermonopol im eigenen Land. Durch die Verminderung der US-Zuckerimportmenge fehlten der philippinischen Regierung Devisen, um das monopolhaltende Unternehmen Nasutra (National Sugar Trade Corporation) finanziell zu unterstützen. Die Nasutra wurde 1986 geschlossen, ohne dass sie die Bauern für die Zuckerlieferungen des Jahres 1984/1985 entschädigen konnte.

Viele Zuckerproduzenten konnten ihre Schulden nicht bezahlen, keine neuen Kredite aufnehmen und mussten ihre Produktion reduzieren. 250'000 Zuckerarbeiter wurden arbeitslos. Diejenigen Arbeiter, die ihren Arbeitsplatz behielten, mussten eine noch drastischere Unterschreitung der Mindestlöhne hinnehmen.

Die Zuckerkrise auf Negros gilt als ein Faktor, der die sozialen Konflikte und den Zulauf zu der Guerilla der NPA (New People's Army), die in kriegesischen Konflikten mit den Regierungstruppen standen, verstärkten. Weiter stieg die Landflucht, hauptsächlich in das Gebiet der Provinzhauptstadt Bacolod, wo die Migranten in vorübergehenden Behausungen wohnten.

Nebst all diesen negativen Effekten gab die Zuckerkrise ebenfalls den Anstoss zu positiven Veränderungen. So wurde die Zuckermonokultur⁴⁸ zugunsten anderer Pflanzen aufgegeben,

⁴⁸ Monokulturen, die durch die Grüne Revolution begünstigt wurden, weisen verschiedene Nachteile auf. So werden heute Felder mit nicht mehr mit heterogenen Pflanzen bebaut, die in ihrer Wechselwirkung für ein ausbalanciertes System sorgen: „In the Green Revolution's focus on single commodity output, such balances

beispielsweise für Reis und Getreide, Baumwolle und schwarzen Pfeffer und ausserdem für die Garnelenzucht. Forderungen nach einer Landreform im Bereich der Zuckerplantagen wurden laut. Die Konzeption der Landreform blieb jedoch nur halbherzig und würde, falls man sie jemals einführt, weniger als 10% des Agrarlandes betreffen.

Alle diese Anzeichen positiver Veränderungen wurden Ende der 1980er Jahre jäh gestoppt. Als der Zuckerpreis erneut anstieg, kehrten viele ehemalige Zuckerproduzenten wieder zum Zuckeranbau und damit zur Monokultur zurück. Obwohl es möglich gewesen wäre, aufgrund der Zuckerkrise weg von der Monokultur und hin zu breiterer Diversifikation zu gelangen, wurde dieses Ziel aufgrund ungünstiger politischer und sozialer Rahmenbedingungen nicht erreicht. Erhoffte langzeitige Veränderungen stellten sich nicht ein.

6.3 Zusammenfassung

Obwohl das Fallbeispiel der Zuckersubstitution durch den HFCS historisch einzigartig ist und gemäss der Prämisse der Methode der historischen Analogiebildung nicht davon ausgegangen werden darf, dass alle folgenden Substitutionen ähnlich verlaufen werden, können – so meine ich – aus diesem Fallbeispiel doch verallgemeinerbare Annahmen abgeleitet werden.

So zeigte sich, dass die Zuckersubstitution durch den HFCS durch politische Entscheide und aufgrund des Lobbyings partikulärer Gruppen überhaupt geformt und ermöglicht wurde: Hätte die USA ihr Zuckerquotensystem nicht eingeführt, hätte sich eine Zuckersubstitution durch den HFCS ökonomisch nicht gelohnt. Dasselbe in Europa: Hätte die EU nicht Produktionskontrollen für den HFCS erlassen, hätte die Zuckersubstitution auch innerhalb der EU stattgefunden.

Hier lässt sich an der Diskussion 'Technikfolgen und die Logiken ihrer Erzeugung' in Kapitel 1 anknüpfen: Eine Erfindung wird nicht dann zur Innovation im schumpeterschen Sinne, wenn sie im Vergleich zu jeder anderen Erfindung effizienter ist, sondern wenn bestimmte Rahmenbedingungen die Rentabilität dieser Erfindung herstellen. Obwohl die Anwendung des HFCS der Logik der ökonomischen Verwertung folgte, waren ökonomische Motive nicht ausschlaggebend für die Entwicklung dieser Technik. Die Möglichkeit zur ökonomischen Verwertung musste zuerst durch politische Regelungen, die sich den Forderungen von machtvollen Akteuren beugten, erzeugt werden. In erster Linie folgte so die Durchsetzung des HFCS der Logik der Herrschaft. Die Rentabilität einer Technik darf deshalb auch nicht in dem Sinne verstanden werden, dass allein das ökonomische System quasi naturgesetzlich über sie entscheidet, vielmehr werden auch Rentabilität und Profitmöglichkeiten durch soziale Akteure erzeugt, die sich im politischen Prozess aufgrund ihrer Ressourcenausstattung unterschiedlich durchsetzen können.

Hier kann deshalb auch nicht von einem *Technikdeterminismus* gesprochen werden, der Eigenlogik des technischen Fortschritts muss widersprochen werden. Eine neue Technologie löst nicht an sich schon gesellschaftliche Veränderungen aus, vielmehr entscheiden politische und ökonomische Akteure über ihre Verwendung. Die Variable 'politische Rahmenbedingung' muss berücksichtigt werden. Gerd Junne fasst die Interaktion zwischen politischen und ökonomischen Akteuren und der Biotechnologie folgendermassen zusammen:

„Biotechnology has no direct impact on commodity trade. The influence is always mediated by economic and political variables, such as the strategies of large com-

panies that organize the international division of labour, and political decisions of governments which set the parameters for world trade. Political decisions can push as well as delay substitution processes." (Junne 1991: 364)

Brasilien und die Philippinen reagierten auf unterschiedliche Weise auf die US-amerikanische Zuckersubstitution durch den HFCS. Während Brasilien bereits in den 1970er Jahren ein eigenes biotechnisches Programm zur Ethanolgewinnung namens „Proálcool“ initiiert hatte und deshalb der überflüssige Rohrzucker nur eine andere Verwendung fand, konnten die Philippinen keine sofortige Alternativstrategie entwickeln, da ihnen dazu die notwendigen Ressourcen fehlten. Im Gegensatz zu Brasilien löste die biotechnische Zuckersubstitution in den Philippinen direkte soziale Spannungen aus und erzeugte vermehrt Arbeitslosigkeit. Sie gab auch den Anstoss zu einem eigentlich erfreulichen Wandel weg von der Monokultur, der jedoch, sobald die Zuckerpreise wieder anstiegen, rückgängig gemacht wurde. Brasilien konnte dank der eigenen bereits vorhandenen Bioindustrie mit dem exogenen Schock der sinkenden Zuckernachfrage besser umgehen als die Philippinen, obwohl im ganzen gesehen auch das brasilianische Ethanolprogramm an vielen Stellen kritisierbar ist.

Hier ist es schwieriger, verallgemeinerbare Aussagen abzuleiten, da nur zu zwei Staaten Informationen erhältlich sind. Trotzdem formuliere ich aufgrund dieser Fallbeispiele eine allgemeine Aussage, die jedoch mit der Analyse weiterer Staaten, die durch Substitutionen betroffen sind, überprüft werden müsste: *Es ist anzunehmen, dass ein (semi)peripherer Staat, der bereits über eine vorhandene Bioindustrie verfügt (im Fallbeispiel Brasilien), exogene, durch biotechnische Rohstoffsubstitutionen ausgelöste Nachfrageschocks einfacher auffangen kann als ein (semi)peripherer Staat (im Fallbeispiel die Philippinen), der aufgrund mangelnder technischer Ressourcen keine Alternativstrategie entwickeln kann.*

7. Die Szenariogestaltung

In den vorhergegangenen Kapiteln wurden relevante Punkte diskutiert, die bei der Abschätzung möglicher Weltsystemstrukturveränderungen durch die Einführung von biotechnischen Rohstoffsubstituten beachtet werden müssen. In diesem Kapitel folgt nun die *Szenariogestaltung*. Anhand von verschiedenen alternativen Szenarien soll das plausibelste Szenario als Prognose formuliert werden.

7.1 Die Szenariotechnik als Methode der Zukunftsforschung

Das Szenario befasst sich mit der „Aufzeichnung der möglichen episodischen Abfolge von Ereignissen eines besonders interessierenden Systemaspekts“ (Gabler 1997: 3700) und konstruiert damit hypothetische Sequenzen von Ereignissen:

„Die Szenario-Technik ist eine Methode, mit deren Hilfe isolierte Vorstellungen über positive und negative Veränderungen einzelner Entwicklungsfaktoren in der Zukunft zu umfassenden Bildern und Modellen, d.h. möglichen und wahrscheinlichen „Zukünften“, zusammengefasst werden und die sowohl sinnlich als auch intellektuell nachvollziehbar, d.h. „kommunikabel“ sind.“ (Weinbrenner 1998: 1)

Die Szenariotechnik agiert als eine „Wenn-Dann-Konstruktion“: zu Beginn jedes Szenarios wird eine Hypothese formuliert, die den folgenden szenarischen Ereignissen zugrundeliegt.

Die Methode der Szenariotechnik stammt ursprünglich aus der Zukunftsforschung: erste Verwendungsbereiche lassen sich in den 1950er und 1960er Jahren in den USA innerhalb der militärischen Planung (Atomwaffen-Szenarien) und in der Planung von Unternehmensstrategien finden (Sträter 1988: 421). Während die Anwendung der Szenariotechnik in weitere Bereiche diffundierte (zum Beispiel Politologie und Raumplanung), ist sie in der Soziologie weitgehend unbekannt geblieben. Die Szenario-Technik wird insbesondere bei langfristigen Zeitspannen eingesetzt, in denen *ceteris paribus*-Bedingungen zu unwahrscheinlich werden und der Unsicherheitsgrad hoch ist.

Eigentliche Gütekriterien, nach denen die einzelnen Szenarien beurteilt werden, gibt es nicht (Missler-Behr 1995: 44). Oberstes Gebot ist, dass die Argumentation bei der Gestaltung und Bewertung der Szenarien plausibel und nachvollziehbar ist.

Unterschieden wird zwischen normativen und explorativen Szenariotechniken. Die normative Szenariogestaltung soll gegebene Ziele erreichen, während die explorative mögliche Auswirkungen wertneutral beschreiben soll. Als eine *deskriptiv-explorative Szenariotechnik* gilt die vorliegende (Gabler 1997: 3701), da sie sich aufgrund gegebener Ursachen die Frage nach erwartbaren Wirkungen stellt. In explorativen Studien werden meist kontingente Entwicklungspfade gedacht, die zwischen einem Status quo-Szenario und Alternativszenarien unterscheiden. Häufig wird ein optimistisches und ein pessimistisches Szenario entworfen. Das 'wahrscheinlichste' Szenario dient als Prognose (Segner 1976: 8).

Die Szenariotechnik kann sowohl quantitativ als auch qualitativ vorgenommen werden. In der vorliegenden Szenario-Gestaltung handelt es sich um eine 'qualitative Simulation': mit den in den vorhergegangenen Kapiteln gefundenen relevanten Bezugspunkten (Bausteine) werden im folgenden Ereignisketten konstruiert, die plausibel und für die Lesenden nachvollziehbar sein sollen.

In diesem Kapitel werden Globalszenarien folglich aufgrund einer qualitativen, deskriptiv-explorativen Szenariotechnik gebildet. Das *Globalszenario* liegt auf der komplexen Betrachtungsebene, die die Welt zum Bezugspunkt hat und dementsprechend stark komplexitätsreduzierend arbeitet. Als wohl berühmtestes Beispiel eines Globalszenarios gilt die 1972

vorgelegte Studie „Grenzen des Wachstums“ des Clubs of Rome (siehe Meadows/Meadows/Zahn/Milling 1994).

Gegenüber der Szenario-Technik wurden sporadisch Vorwürfe mangelnder Wissenschaftlichkeit erhoben (Sträter 1988: 419). Diese Vorwürfe erfolgten meist auf dem Hintergrund eines Verständnisses von Wissenschaft, das die Quantifizierbarkeit zukünftiger Geschehnisse – sprich: die traditionelle *Futurometrie* – in den Vordergrund rückte. Als übliche quantitative Prognoseverfahren gelten Trendextrapolationen, Korrelationen und Regressionen, die auf dem Hintergrund von *ceteris paribus*-Bedingungen die Zukunft modellieren. Ein Anliegen der Szenariotechnik ist hingegen gerade das Aufgeben der *ceteris paribus*-Bedingungen und die Änderung der Rahmenbedingungen (Segner 1976: 12). Die Szenario-Methode stellt die Möglichkeit dar, „gegenüber den „traditionellen“, quantifizierenden Analyse- und Prognosemethoden die gegenwärtige und zukünftige(n) Wirklichkeit(en) zutreffender, differenzierter und umfassender – wenn auch insgesamt spekulativer – zu beschreiben und abzubilden.“ (Sträter 1988: 419)

7.2 Relevante Bausteine

Kurz zusammengefasst werden nochmals die wichtigsten Bausteine aus den vergangenen Kapiteln aufgelistet, mit denen die nachfolgenden Szenarien gestaltet werden:

- durch die substitutiven Biotechniken (Enzymtechniken, Gewebekulturtechniken und die Produktion der einzelligen Proteine) werden folgende Produktgruppen tangiert: 1) Tierfutterbestandteile (Erdnussmehl, Fischmehl, Sojabohnen), 2) Pflanzenöle (mit Kakao und Kakaobutter), 3) Zucker und Thaumatin, 4) Kaffee, 5) Gummiarabikum und Kautschuk, 6) Vanille und 7) Pyrethrum (*Kapitel 3*).
- Zwei unterschiedliche Substitutionsprozesse werden erwartet: eine *direkte* Substitution durch die Enzymtechniken und die einzelligen Proteine und eine *indirekte* Substitution durch den Verdrängungswettbewerb beim Einsatz der Gewebekulturtechnik (*Kapitel 3*).
- Die Weltsystemstruktur zeichnet sich durch Handelsasymmetrien aus. Durch den Prozess der Globalisierung erfolgte in den letzten Jahren eine Zunahme des Handels und der Auslandsdirektinvestitionen im Zentrum und in einigen wenigen Schwellenländern (*Kapitel 4*).
- Die WTO als Agentin des Freihandels innerhalb der politischen Globalisierung schafft zwei relevante Rahmenbedingungen: steigen aufgrund des Agrarabkommens des GATT die Agrarpreise, werden Reizsignale zugunsten von Substitutionen ausgesendet. Diese werden zudem durch das TRIPS-Abkommen verstärkt, das einen weltweiten Monopolschutz mittels Patenten garantiert (*Kapitel 4*).
- Der Staat im Zentrum verfügt dank der erfolgreichen Kooperation mit den Unternehmen über ein hohes Technologiepotential. Die Eigenlogik des peripheren Staats (Staatsklassenkonzept) und mangelnde Kooperationen mit Unternehmen führen zu einem niedrigeren Technologiepotential in den rohstoffreichen (semi)peripheren Staaten (*Kapitel 5*).
- Die kooperativ oligopolistische Struktur der Biotechindustrie wird durch multinationale Unternehmen dominiert (*Kapitel 5*).
- Es herrscht kein Technikdeterminismus: politische und ökonomische Akteure bestimmen über die Verwendung der neuen Technik (*Kapitel 6*).
- Es ist anzunehmen, dass ein (semi)peripherer Staat, der bereits über eine vorhandene Bioindustrie verfügt, exogene, durch biotechnische Rohstoffsubstitutionen ausgelöste

Nachfrageschocks einfacher auffangen kann als ein (semi)peripherer Staat, der aufgrund mangelnder technischer Ressourcen keine Alternativstrategie entwickeln kann (Kapitel 6).

7.3 Vier Szenarien: Die Diskussion der Marginalisierung im Weltsystem

Im folgenden werden vier Szenarien entworfen. Diese vier Szenarien diskutieren mögliche Veränderungen der Weltsystemstruktur. Im Zentrum steht die Frage, ob durch biotechnische Rohstoffsubstitutionen weitere Länder in die marginalisierte Zone der 'Vierten Welt' absteigen werden. Unter dem Begriff der *Marginalisierung* wird im folgenden Randständigkeit im Weltsystem insofern verstanden, dass die Staaten nicht mehr durch Exportströme in die Weltwirtschaft eingebunden sind.

Bei der Bewertung der Marginalisierung stellt sich die Frage, wieso sie im Weltsystem als ungünstig angesehen wird. Gerade Dependenztheoretiker (u.a. Samir Amin und Dieter Senghaas) forderten seit den 1970er Jahren die Abkoppelung peripherer Staaten von der Weltwirtschaft (vgl. im folgenden mit Menzel 1992: 155ff.). Da die Ansicht der Dependenztheoretiker beinhaltete, dass die Probleme peripherer Staaten extern, also aufgrund ihrer Einbindung in die Weltwirtschaft verursacht werden, lag die Forderung nach Abkoppelung nahe. In einer eigenständigen Entwicklung und somit losgelöst von äusseren Abhängigkeiten sollten periphere Staaten eine eigene Industrie aufbauen:

„Dabei sei dem Rückgriff auf traditionelle oder selbstentwickelte einfache (angepasste) Technologien der Vorrang gegenüber dem Import moderner Grosstechnologien einzuräumen, um die im Sinne einer eigenständigen Entwicklung für notwendig erachteten Lernschritte durch die Mobilisierung der eigenen Kreativität statt durch Nachahmung zu vollziehen.“ (Menzel 1992: 156)

Effektiv entkoppelt haben sich nur einige wenige Länder: so China, Nordkorea, Albanien, Myanmar (ehemals Burma) und Kambodscha. Bei der Betrachtung dieser Länder ist ersichtlich, dass die Abkoppelung nicht den erhofften wirtschaftlichen Aufschwung brachte. Ein weiteres Problem: Hand in Hand mit der wirtschaftlichen Abkoppelung ging auch die politische Isolierung. Seit Ende der 1970er Jahre kehrte allen voran China zu einer Strategie zurück, die mittels einer teilweisen Modernisierung à la westlichem Vorbild zu einer grösseren wirtschaftlichen Entwicklung fand.

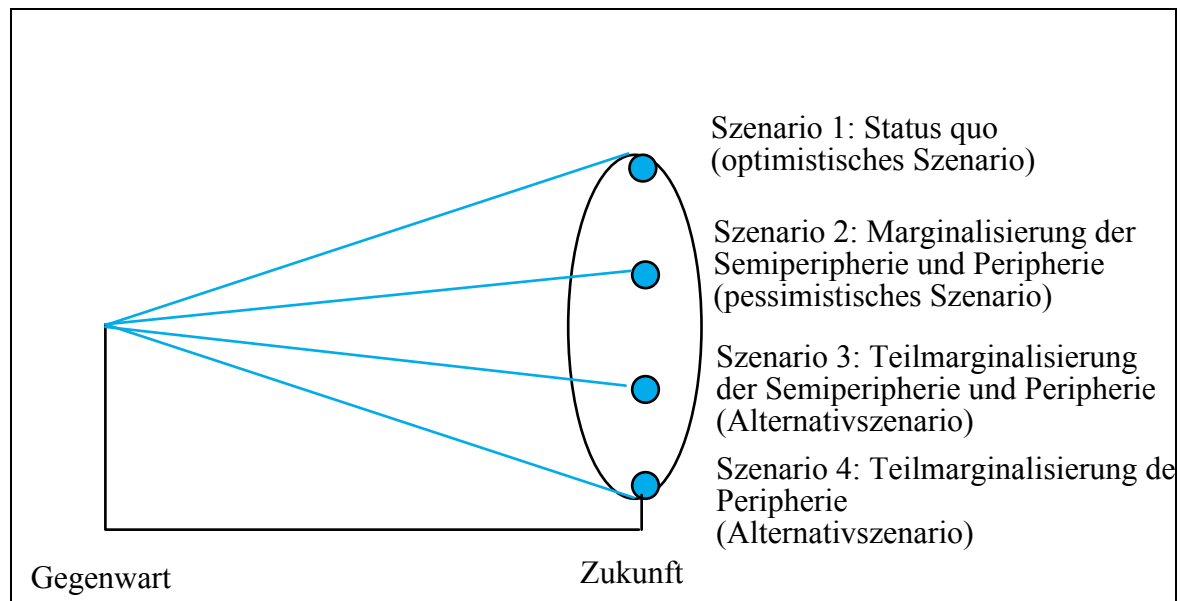
Weiter muss betont werden, dass die Länder der heutigen 'Vierten Welt' (hauptsächlich Sub-Sahara Staaten) sich ihre Abkoppelung aus der Weltwirtschaft nicht gesucht haben, sondern dass sie aufgrund ihres Unvermögens, eigene Produkte auf den Weltmärkten zu handeln, aus dem Weltsystem ausgeschieden und damit auch politisch isoliert wurden. Im Zeitalter der Globalisierung und deren Imperativ zur notwendigen Einbindung in internationale Netzwerke hat Marginalisierung heute nicht mehr viel mit Eigenbestimmung zu tun. Vielmehr wird marginalisiert, wer nicht marktgängig ist und nichts Interessantes anzubieten hat.

Die Begriff der LLDCs (Least Developed Countries) gilt als Synonym der 'Vierten Welt' (vgl. im folgenden mit Nohlen 1998: 468). Die Einteilung gewisser Staaten als LLDCs durch die UNO zeigt denn auch, dass sich die Länder der 'Vierten Welt' durch Unterentwicklung auszeichnen. So werden nur diejenigen Staaten der 'Vierten Welt' zugeteilt, die ein geringes Bruttoinlandprodukt pro Kopf, eine geringe Lebenserwartung, einen ungenügenden Kalorienverbrauch pro Kopf, eine kleine Einschulungs- und Alphabetisierungsrate, einen geringen Industrie-Anteil am BIP und eine kleine wirtschaftliche Exportorientierung aufweisen. 1995 erhielten 45 – vor allem afrikanische – Länder den LLDC-Status.

Die nachfolgende Szenariogestaltung thematisiert die potentielle (Teil)marginalisierung der Semiperipherie 2 und der Peripherie 1 durch die Einführung von biotechnischen Rohstoff-

substituten auf den Weltmärkten. Es wird folgendermassen vorgegangen: Am Anfang jedes Szenarios wird eine Hypothese aufgestellt, die als Voraussetzung der nachfolgenden Ereignisketten gilt. Die vermuteten Weltsystemstrukturveränderungen werden anhand des idealtypischen globalisierten Weltsystemmodells (siehe Abbildung 4.2) graphisch dargestellt. Abschliessend werden die skizzierten Szenarien evaluiert und bezüglich ihrer Plausibilität bewertet. Die Abbildung 7.1 gibt anhand eines Zukunftstrichters eine Übersicht über die vier nachfolgenden Szenarien.

Abbildung 7.1: Übersicht über die vier Szenarien



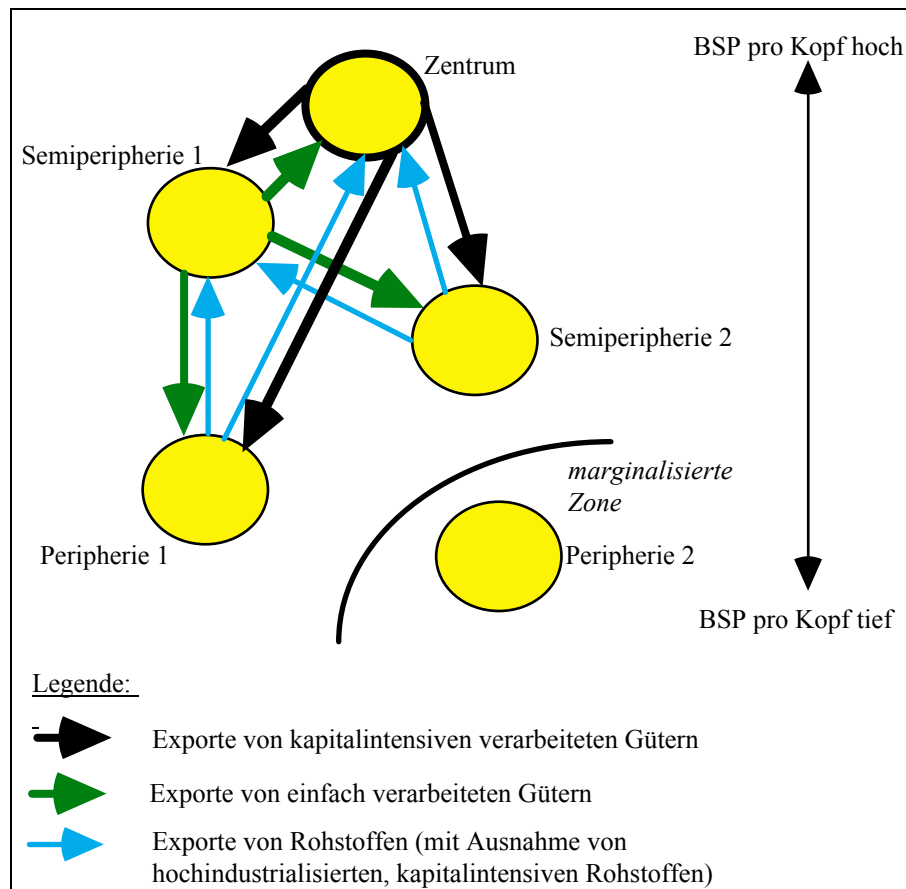
7.3.1 Szenario 1: Status quo

Die diesem 'optimistischen' Szenario zugrundeliegende Hypothese lautet: *Biotechnische Rohstoffsubstitute sind im allgemeinen unrentabel und werden unrentabel bleiben.* Als Folge dieser Hypothese bleibt das idealtypische globalisierte Weltsystemmodell unverändert (siehe die nachfolgende Abbildung 7.2).

Dieses Szenario gilt als Trend- oder Status quo-Szenario: es schreibt die Vergangenheit linear in die Zukunft fort. Angenommen wird, dass es sich für (multinationale) Unternehmen auch in Zukunft nicht lohnen wird, biotechnische Rohstoffsubstitute in grossen Mengen zu entwickeln, da traditionelle Anbaumethoden günstiger bleiben. Das Technikfolgenabschätzungsbüro des Deutschen Bundestags formuliert diese Prämisse folgendermassen:

„Hauptvoraussetzung für den breiten Einsatz von Substituten ist [...] ihre Rentabilität. Diese ist zur Zeit bei vielen technisch bereits verfügbaren Substituten bzw. Substitutionsverfahren noch nicht gegeben, und es ist fraglich, ob sie bei anhaltend niedrigen Herstellungskosten für die entsprechenden natürlichen Rohstoffe in absehbarer Zeit erreicht werden kann.“ (Technikfolgenabschätzungsbüro des Deutschen Bundestags 1995: 3)

Abbildung 7.2: Szenario 1: Status quo



Das Status quo-Szenario verneint, dass das 'Agreement on Agriculture' des GATT und die daraus erwarteten Rohstoffpreissteigerungen Anreize zu Rohstoffsubstitutionen geben. Auch die Entwicklung verbesserter Biotechniken, die den Preis der Substitute senken könnten, wird als unwahrscheinlich angesehen. Als weitere unsichere Variable kann die soziale Akzeptanz der Konsumenten genannt werden: Stossen biotechnologisch produzierte Produkte auf die Ablehnung der Konsumenten, so wird das kommerzielle Interesse der Firmen eingeschränkt, da kein garantierter Absatzmarkt vorhanden ist: biotechnische Rohstoffsubstitute bleiben unrentabel.

Dass vereinzelt Rohstoffsubstitutionen trotzdem stattfinden könnten, wird gemäss des Status quo-Szenarios von spezifischen, nicht verallgemeinerbaren politischen Konstellationen abhängen, wie sie beispielsweise bei der Zuckersubstitution durch den High Fructose Corn Syrup HFCS in den USA und in Japan vorlagen. Die aufgrund dieses Szenarios nur sporadisch auftretenden Substitutionen führen zu keiner (Teil)Marginalisierung weiterer Weltsystemebenen: Die 'Vierte Welt' bleibt weiterhin als einzige aussen vor.

Es stellt sich die Frage nach der *Plausibilität* dieses Szenarios. Aufgrund der Beschreibung des Machtgefälles innerhalb der WTO (vgl. mit Senti 1998) ist es durchaus vorstellbar, dass industrialisierte Staaten weiterhin Exportsubventionen auf Agrarrohstoffe leisten, da sie mittels Handelsboykotten der (semi)peripheren Staaten nicht sanktioniert werden können. Auch ist es möglich, dass die Forschung an biotechnischen Rohstoffsubstituten aufgrund der momentanen mangelnden Rentabilität eingestellt wird, was die Erzeugung von kostengünstigeren biotechnischen Prozessinnovationen verhindern würde. Ebenfalls könnte die soziale Akzeptanz der Konsumenten bei einer grösseren Havarie im Biotechbereich abnehmen.

Trotzdem scheint dieses Status quo-Szenario *realitätsfern*, sind doch zu viele Umbrüche gerade in letzter Zeit – beispielsweise in der WTO 1994 – geplant worden, denen nicht im allgemeinen Missachtung unterstellt werden kann. Die soziale Akzeptanz, so zeigen Umfragen, ist bei biotechnischen Eingriffen an Pflanzen grösser als bei höheren Lebewesen (Rieder und Anwanger Phan-huy 1998: 91), so dass keine absolute Konsumentenablehnung von biotechnisch veränderten Rohstoffen erwartet werden kann. Auch ist darauf hinzuweisen, dass gewisse Unternehmen seit den 70er Jahren an biotechnischen Rohstoffsubstituten forschen, obwohl eine Rentabilität vorrangig nicht gewährleistet ist. Weiter ist zu bedenken, dass die dokumentierten Rohstoffsubstitute in Anhang 1 nicht der Gesamtheit entsprechen: es ist aufgrund des Forschungsgeheimnisses der Unternehmen mit einer grossen Dunkelziffer zu rechnen. Werden geeignete politische Rahmenbedingungen vorgegeben oder mittels Lobbying geschaffen, so ist glaubhaft, dass diese Unternehmen versuchen werden, ihre Forschungs- und Entwicklungskosten zu amortisieren und die biotechnischen Rohstoffsubstitute zu vermarkten.

Trotzdem ist darauf hinzuweisen, dass sich die Ablehnung des Status quo-Szenarios auf *hoch spekulativem* Boden befindet. Obwohl eine Reihe von Rohstoffsubstitutionen (zum Beispiel die Zuckersubstitution durch den HFCS oder durch Aspartam) bereits stattfand, ist eine breitere Substitution abhängig von ihrer Rentabilität sowie von politischen Faktoren, welche unvermutet eintreffen und Substitutionen generieren oder verhindern können. Zudem ist der Zeitrahmen relativ langfristig gesetzt – bei gewissen Techniken wie bei der Anwendung der Gewebekulturtechnik beim Kakao werden erste Ergebnisse erst in 20-30 Jahren erwartet (Braunschweig/Gotsch 1998: 41) – so dass Prognosen sowieso sehr spekulativ ausfallen müssen.

7.3.2 Szenario 2: Marginalisierung der Semiperipherie 2 und der Peripherie 1

Das genaue Gegenteil zum Status quo-Szenario bildet Szenario 2. Die diesem Szenario zugrundeliegende Hypothese lautet: *Biotechnische Rohstoffsubstitute sind rentabel. Zudem werden zukünftig weitere Rohstoffe biotechnisch substituiert, so dass alle Rohstoffexporte der Semiperipherie 2 und der Peripherie 1 durch Exporte aus dem Zentrum und aus der Semiperipherie 1 ersetzt werden.*

Die nachfolgende Abbildung 7.3 zeigt das aufgrund dieser Annahme veränderte Weltsystem: Sowohl die Semiperipherie 2 als auch die Peripherie 1 steigen in den marginalisierten Bereich des Weltsystems ab. Das Zentrum (als Heimatbasis der innovierenden multinationalen Konzerne) und die Semiperipherie 1 werden zu Rohstoffexporteuren der bis anhin in der Semiperipherie 2 und Peripherie 1 angebauten Rohstoffe. Aufgrund der geringen Kaufkraft der marginalisierten Staaten werden nur dünne Rohstoffpfeile eingezeichnet. Ebenfalls ist anzunehmen, dass auch die Exporte von kapitalintensiven und einfach verarbeiteten Gütern in die Semiperipherie 2 und die Peripherie 1 abnehmen und sich längerfristig – wieder aufgrund der geringen Kaufkraft – stark ausdünnen.

die Rohstoffexporte der Semiperipherie 2 und der Peripherie 1 ab. Die nachfolgende Abbildung 7.4 zeigt das veränderte Weltsystem: Die verminderten Rohstoffexporte der Semiperipherie 2 und der Peripherie 1 werden durch dünne Pfeile symbolisiert, die marginalisierte Zone, in der sich bis anhin nur die Peripherie 2 befindet, vergrößert sich um diejenigen Staaten, deren Rohstoffexporte substituiert werden.

Aufgrund der Dominanz des Zentrums im Weltsystem, seinen durchwegs hohen nationalstaatlichen Technologiepotentialen und der Lokalisierung der multinationalen Unternehmen in der Triade USA-EU-Japan, die die Biotechindustrie oligopolistisch strukturieren, ist anzunehmen, dass Substitutionsbestrebungen hauptsächlich von Zentrumsstaaten und -unternehmen ausgehen. Tabelle 3 führt denn auch massgeblich im Zentrum niedergelassene Akteure als Forschungsorganisationen auf.

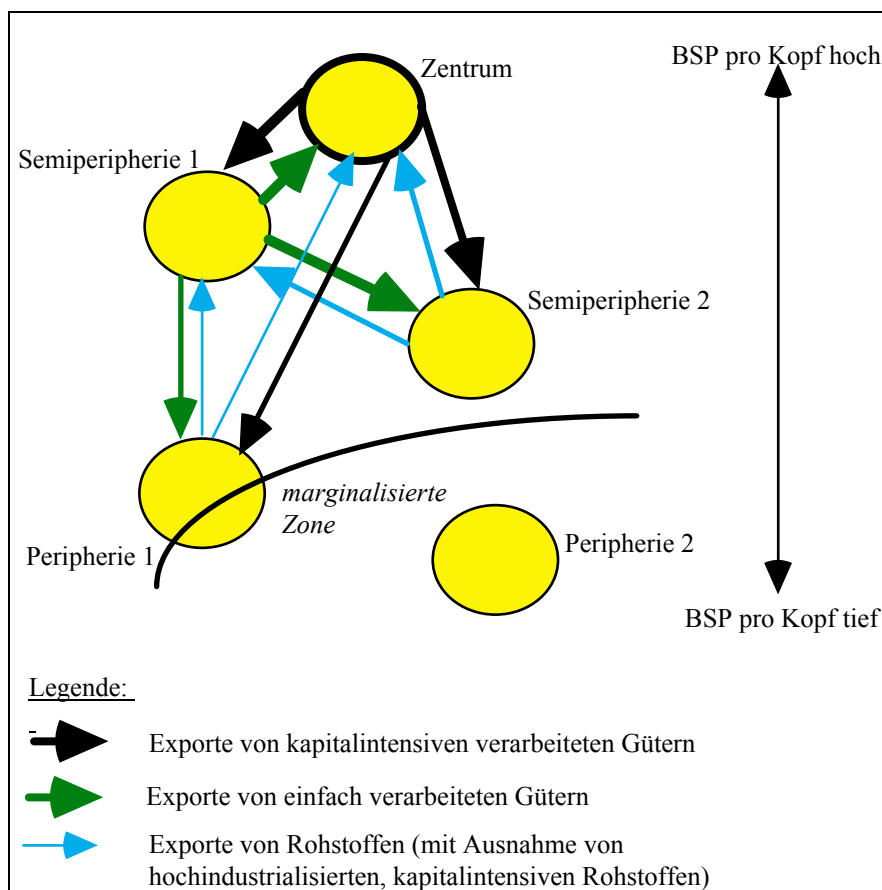
Im Hinblick auf die Forschungsbestrebungen der Akteure im Zentrum wird angenommen, dass sowohl die Staaten der Semiperipherie 2 wie auch der Peripherie 1, die durch potentiell substituierbare Rohstoffexporte in die Weltwirtschaft eingebunden sind, keine Alternativstrategien entwickeln können. Das würde zu einer Teilmarginalisierung der Semiperipherie 2 und der Peripherie 1 führen und den Kreis der bereits innerhalb des Weltsystems marginalisierten Staaten erhöhen.

7.3.4 Szenario 4: Teilmarginalisierung der Peripherie 1

Die diesem vierten Szenario zugrundeliegende Hypothese lautet: *Biotechnische Rohstoffsubstitute sind rentabel. Durch diese werden hauptsächlich die Staaten der Peripherie 1, die substituierbare Rohstoffe exportieren, tangiert.*

Diesem Szenario liegt die Annahme zugrunde, dass sowohl die Substitutionsebene Zentrum – Peripherie wie auch die Substitutionsebene Peripherie – Peripherie zu beachten ist. Die Abbildung 7.5 auf der nächsten Seite zeigt das aufgrund dieser Annahme veränderte Weltsystem: Die Rohstoffexporte der Peripherie 1 verdünnen sich, während die Semiperipherie 2 nach wie vor Rohstoffe exportiert. Die marginalisierte Zone enthält nun denjenigen Teil der Peripherie 1, der mittels potentiell substituierbaren Rohstoffen ins Weltsystem eingebunden ist.

Abbildung 7.5: Szenario 4: Teilmarginalisierung der Peripherie 1



Diesem Alternativ-Szenario 4 liegt die Annahme zugrunde, dass die rohstoffreichen Staaten der Semiperipherie 2, die durch mögliche Substitutionsbestrebungen des Zentrums tangiert werden, im Vergleich zu den Staaten der Peripherie 1 eher fähig sind, Alternativstrategien zu entwickeln. Diese Annahme wird gestützt durch die im Vergleich zur Peripherie 1 durchschnittlich höheren Technologiepotentiale in der Semiperipherie 2 (siehe Abbildung 5).

Auch das Fallbeispiel des High Fructose Corn Syrups HFCS gibt dieser Annahme Rückhalt: Während Brasilien (auf höherer Ebene im Weltsystem integriert) den überzähligen Zucker in die eigene Bioindustrie (Ethanolproduktion) investieren konnte, versagten die Philippinen (auf tieferer Ebene ins Weltsystem integriert) bei der Entwicklung einer Alternativstrategie:

die erfreuliche Bewegung weg von der Zuckermonokultur wurde beim Ansteigen der Weltzuckerpreise wieder rückgängig gemacht.

Weiter scheint es wahrscheinlich, dass die Staaten der Semiperipherie 2 Gewebekulturtechniken – auch aufgrund des Forschungsvorsprungs – erfolgreicher anwenden als Staaten der Peripherie 1 und damit als Gewinner im Verdrängungswettbewerb der indirekten Substitution hervorgehen.

Gerd Junnes Ansicht lässt sich bei diesem Szenario anfügen. Er weist auf die Heterogenität der (semi)peripheren Staaten im Hinblick auf die Weltsystemintegration hin (Junne 1991a: 283ff.). Junne unterscheidet vier verschiedene Kategorien peripherer Staaten bezüglich dem Export/Import von landwirtschaftlichen Produkten und den jeweiligen Technologiepotentialen:

Table 7: Vier Kategorien peripherer Staaten

	Netto-Exporteure von landwirtschaftlichen Produkten	Netto-Importeure von landwirtschaftlichen Produkten
Hohes technologisches Potential	Brasilien Malaysia	Indien China
Niedriges technologisches Potential	die meisten afrikanischen und karibischen Länder	Bangladesch Äthiopien

Quelle: Junne 1991a: 284

Gemäss Junne sind diejenigen Staaten am meisten von den biotechnischen Rohstoffsubstitutionen betroffen, die Netto-Exporteure von landwirtschaftlichen Produkten sind und über ein niedriges technologisches Potential verfügen – kurzum: die meisten afrikanischen und karibischen Länder. Diese werden sowohl durch die direkte Substitution der Zentrumsstaaten und multinationalen Unternehmen tangiert, als auch durch die bei der Anwendung der Biotechnologie höchstwahrscheinlich erfolgreicher Staaten der Netto-Exporteure von landwirtschaftlichen Produkten mit hohen Technologiepotentialen (in der Tabelle 7 Brasilien und Malaysia).

Können die betroffenen Staaten keine Alternativstrategie entwickeln, nehmen die Deviseneinnahmen, die aus dem Export der substituierten Rohstoffe gewonnen wurden, ab. Wenn die Rohstoffe einen grossen Anteil am gesamten Export eingenommen haben, sinken durch den Wegfall eines grossen Teils der Exportbesteuerung die Staatseinnahmen drastisch. Die Folgen davon sind die verminderte Kapazität des peripheren Staates, eine aktive Politik zu führen. Die einzelnen Rohstoffproduzenten müssten durch den Nachfragerückgang eine Schmälerung ihrer Einnahmen hinnehmen.

Bei Unfähigkeit zur Entwicklung von Alternativstrategien durch periphere Staaten, die durch potentiell substituierbare Rohstoffe in das Weltsystem integriert sind, droht eine Teilmarginalisierung der Peripherie 1: Die marginalisierte Zone der 'Vierten Welt' würde mehr Staaten umfassen.

Dieses Szenario erscheint plausibler als die vorhergehenden: es berücksichtigt sowohl die Substitutionsebene Zentrum-Peripherie als auch die Substitutionsebene Peripherie-Peripherie und trägt der Heterogenität (semi)peripherer Staaten im Bereich einer eigenständigen technologischen Entwicklung Rechnung.

7.4 Intrastaatliche Substitutionen

Während die vorhergegangenen Szenarien die möglichen Substitutionen innerhalb des Weltsystems besprochen haben (Substitution Zentrum - Peripherie und Substitution Peripherie - Peripherie) und die darauffolgenden Weltsystemstrukturveränderungen aufzeigten, ist zudem im innerstaatlichen Bereich eine dritte Substitutionsdimension zu erwarten: von kleinen (small-scale producers) zu grossen Produzenten.

Biotechnologien können den Landwirtschaftssektor unterstützen, wenn genügend Ressourcen zu erfolgreicher Anwendung vorhanden sind. Diese benötigten Ressourcen sind jedoch ungleich verteilt, nicht nur innerhalb des Weltsystems sondern auch innerhalb der einzelnen Nationalstaaten. So ist beispielsweise anzunehmen, dass biotechnisch verändertes Saatgut, das von ausländischen Firmen hergestellt wird, zuerst von ressourcenstärkeren (bezüglich Kapital und Informationen) Bauern gekauft wird. Diese Annahme ändert sich auch nicht, wenn periphere Staaten über eigene biotechnologische Programme verfügen und deshalb der Kauf einer in vitro hergestellten Pflanze im Vergleich zu ihrem Import günstiger wird. Auch in diesem Fall wird eine steigende Ungleichheit zwischen grossen und kleinen Bauern erwartet:

„Local supply of improved disease-free planting materials may reduce the production costs of these crops and increase the net income of farmers who are able to purchase the plant. But this may also result in an unbalanced distribution of income among farmers. So far, resource-poor farmers continue to prefer shoots obtained from their fields as planting materials.“ (Biotechnology and Development Monitor 1993, Nr. 14: 19)

Diese verstärkte Ungleichheit kann darauf zurückgeführt werden, dass „Kleinbauern nach wie vor benachteiligt sind bezüglich des Zugangs zu Krediten, zu Informationen und Beratung“ (Rieder und Anwender-Phan huy 1998: 78). Weiter können mit den 'economies of scale' argumentiert werden: Grössenkostenersparnisse sind bei grösseren Betrieben deshalb zu verzeichnen, da der Anteil der fixen Kosten, beispielsweise verursacht durch Informationskosten bezüglich der neuen Technologie, gegenüber kleineren Betrieben je produzierter Einheit immer kleiner wird: grössere Produzenten sind strukturell per se bevorzugt. Als Folge dieser unterschiedlichen Ressourcenausstattung könnte ein Verdrängungswettbewerb zwischen grossen und kleinen Produzenten stattfinden, in dem vermutlich die kleinen verlieren würden.

Dieses für periphere Staaten geschilderte Phänomen könnte auch in semiperipheren Staaten und sogar im Zentrum analog vor sich gehen.

7.5 Zusammenfassung

Zu Beginn der Szenariogestaltung muss der Status quo-Ansatz (Szenario 1) verworfen werden. Die nachfolgenden Alternativ-Szenarien operieren mit der Hypothese, dass biotechnische Rohstoffsubstitutionen zukünftig rentabel sind. Sie verweisen auf drei mögliche Substitutionsdimensionen, die alle zeitgleich stattfinden könnten: die Substitution Zentrum - Peripherie, die Substitution Peripherie - Peripherie und die innerstaatliche Substitution von kleinen zu grossen Produzenten.

Während sowohl die Marginalisierung der Semiperipherie 2 und der Peripherie 1 (Szenario 2) und die Teilmarginalisierung der Semiperipherie 2 und der Peripherie 1 (Szenario 3) die unterschiedliche Ressourcenausstattung der (semi)peripheren Staaten nicht beachten und folglich ihre Heterogenität nicht berücksichtigen, erscheint als plausibelste Lösung die Teilmarginalisierung der Peripherie 1 (Szenario 4).

Die durch das plausibelste Szenario gefundene Prognose heisst: Die Rohstoffexporte derjenigen peripheren Staaten, die potentiell substituierbare Rohstoffe exportieren, nehmen ab. Die im Weltsystem marginalisierte Region der 'Vierten Welt' wird durch den Abstieg einiger Staaten der Peripherie 1, die eine kritische Exportstruktur und eine hohe Technologieschwäche aufweisen, zusätzlich erweitert.

8. Länderprognosen: Welchen Staaten droht der Abstieg in die marginalisierte Zone des Weltsystems?

In diesem Kapitel steht nun die Identifizierung derjenigen Staaten im Vordergrund, die durch biotechnische Rohstoffsubstitutionen besonders verwundbar sind. Es sind dies Länder, die einen hohen Exportanteil an potentiell substituierbaren Rohstoffen aufweisen, die also in grossem Masse Kaffee, Kakao, Zucker, Kautschuk oder Gummiarabikum, Tierfutterproteine, Vanille oder Pyrethrum exportieren. Mit Hilfe einer empirischen Rangsummenberechnung, die die Exportstrukturen und die technologischen Potentiale der verschiedenen Staaten berücksichtigt, werde ich mögliche Kandidaten identifizieren, denen aufgrund potentieller Rohstoffsubstitutionen der Abstieg in die marginalisierte Zone des Weltsystems ('Vierte Welt') drohen könnte.

8.1 Hypothese und Interaktionseffekte

Aufgrund der vorhergegangenen Überlegungen zu den Szenarien werde ich Länderprognosen im Hinblick auf die Verwundbarkeit jeweiliger Staaten zu formulieren. Meine prognostische Hypothese lautet:

Diejenigen Staaten, die über eine kritische Exportstruktur verfügen und ein tiefes technologisches Potential besitzen, sind bei der Durchführung von biotechnischen Rohstoffsubstitutionen am meisten verwundbar.

Die kritische Exportstruktur wird operationalisiert durch den Exportanteil an potentiell substituierbaren Rohstoffen, der Exportquote und der Exportkonzentration eines Landes.

Zur Erklärung der Indikatoren: Der hohe Exportanteil von potentiell biotechnisch substituierbaren Rohstoffen an den gesamten Exporten zeigt die Verwundbarkeit des jeweiligen Landes durch mögliche Substitutionen an. Die Exportquote weist auf die Integration im Weltmarkt hin. Da bei dieser Länderprognose die Frage nach einer möglichen Marginalisierung gestellt wird, gilt: Je kleiner die Exportquote, desto kritischer die Exportstruktur. Eine tiefe Exportquote kann als Anzeichen einer beginnenden Marginalisierung oder bereits bestehenden Marginalisierung⁴⁹ (d.h. Randständigkeit in Bezug auf die Einbindung in die Weltwirtschaft) interpretiert werden. Eine hohe Exportkonzentration schliesslich zeigt an, dass das Land nicht über die Möglichkeit verfügt, bei der Substitution eines Exportguts schnell auf ein anderes umzusteigen, da es nicht über die dafür notwendige Exportdiversifizierung verfügt. Ein Staat, der über einen hohen Exportanteil potentiell substituierbarer Rohstoffe, über eine hohe Exportkonzentration und über eine kleine Exportquote verfügt, kann durch den Wegfall dieses Exports innerhalb der Weltwirtschaft marginalisiert werden.

Die kritischste Exportstruktur wird nun mittels Rangsummen berechnet. Da Interaktionseffekte zwischen den einzelnen Exportvariablen zu vermuten sind, berechnet sich die Betroffenheit eines Landes aufgrund potentieller Rohstoffsubstitutionen wie folgt:

$$ES_{xi} = \text{Rang } X_{xi} + \text{Rang } X_{xi} * \text{Rang } Y_{xi} + \text{Rang } X_{xi} * \text{Rang } Z_{xi}$$

⁴⁹ Gemäss der Definition der LLDCs der UNO gilt eine geringe Exportorientierung als ein bestimmender Faktor bei der Zuordnung der Staaten in die 'Vierte Welt' (Nohlen 1998: 468).

wobei: ES = kritische Exportstruktur, x_i = Land, X= Exportanteil⁵⁰, Y= Exportquote⁵¹, Z= Ausfuhrkonzentrationsindex⁵²; Ränge werden durch den Vergleich zu den anderen Ländern berechnet. Der höchste Rang (Rang 1) der kritischen Exportstruktur weist auf die schlechtesten Exportbedingungen hin.

Interaktionseffekte sind dann zu propagieren, wenn der Effekt einer unabhängigen Variablen X_1 auf die abhängige Variable Y von der Variablen X_2 abhängig ist (vgl. mit Jaccard/Turrisi/Wan 1990: 5 ff.).

Der Interaktionseffekt X*Y kann folglich interpretiert werden als ein durch die Höhe des Exportanteils vermittelter Effekt der Exportquote auf die kritische Exportstruktur. Die Exportquote alleine hat keinen Effekt auf die kritische Exportstruktur eines Landes. So hat beispielsweise Burkina Faso eine geringe Exportquote von 5.5%, weist aber nur einen 0.46%igen Exportanteil an potentiell substituierbaren Rohstoffen (Tierfutterbestandteile) auf. Durch den Wegfall dieses Exportanteils scheint Burkina Faso nicht in grossem Masse marginalisiert zu werden. Erst wenn eine hoher Exportanteil an potentiell substituierbaren Rohstoffen vorliegt und zudem eine kleine Exportquote auf eine drohende Marginalisierung hinweist, kann von einer Erhöhung kritischer Exportstrukturmerkmale gesprochen werden.

Analog liegt dem Interaktionseffekt X*Z die Annahme zugrunde, dass der Effekt der Ausfuhrkonzentration auf die kritische Exportstruktur eines Landes durch den Indikator 'Exportanteil' vermittelt wird. So ist beispielsweise ein Land wie Nigeria, das einen hohen Ausfuhrkonzentrationsindex (0.934) aufweist, hauptsächlich aber Erdöl exportiert, von potentiellen biotechnischen Rohstoffsubstitutionen nicht betroffen. Erst wenn der hohe Ausfuhrkonzentrationsindex auf einen hohen Exportanteil an potentiell substituierbaren Rohstoffen trifft, kann von kritischen Exportstrukturmerkmalen gesprochen werden.

Die Möglichkeit eines Landes, bei potentiellen Rohstoffsubstitutionen anderer Länder Alternativstrategien zu entwickeln, liegt gemäss der formulierten Hypothese in der Ausstattung seines technologischen Potentials.

Ein ideales biotechnologisches Potential müsste folgende Indikatoren umfassen: Als Input-Indikatoren Anzahl Wissenschaftler und Techniker in biotechnologierelevanter Forschung und Entwicklung und die Höhe der Forschungs- und Entwicklungsausgaben im Bereich der Biotechnologie, als Output-Indikatoren biotechnologische Patente und als Infrastrukturvariable beispielsweise Anzahl der Telephonhauptanschlüsse - da die biotechnologische Forschung auch auf Computerisierung angewiesen ist.

Da in meiner Länderprognose aber hauptsächlich periphere Staaten betrachtet werden, zu denen die vorgeschlagenen Indikatoren leider nicht vorhanden sind, versuche ich eine Annäherung der Messung an ein allgemein relevantes technologisches Potential. Um eine möglichst breite Datenbasis zu erhalten und da weder Patente, Forschungs- und Entwicklungsausgaben noch Infrastrukturindikatoren ähnlich breit erhoben werden wie Bildungsindikatoren, operationalisiere ich das technologische Potential an 'Anzahl

⁵⁰ Quelle: UNCTAD (1994): Handbook of International Trade and Development Statistics 1994. Tabelle 4.3. Export structure at the SITC Revision 2, group (3-digit) level (ranked by average 1991-1992 values). Spalte: as percentage of country total, Jahr 1991-1992. 184-200.

⁵¹ Berechnet als $[(100 / \text{BSP in } \$) * \text{Export in } \$]$. Quellen: Weltbank (1994): Weltentwicklungsbericht 1994. Infrastruktur und Entwicklung. USA/Washington: Oxford University Press. Tabelle 1: Grundlegende Kennzahlen, Jahr 1992: 200/201 und Tabelle 1a: Grundlegende Kennzahlen für übrige Länder, Jahr 1992. 266. Und UNCTAD (1994): Handbook of International Trade and Development Statistics 1994. Tabelle 4.3. Spalte: Value (thousands of dollars), Jahr 1991-1992. 184-200.

⁵² Quelle: UNCTAD (1994): Handbook of International Trade and Development Statistics 1994. Export concentration and diversification indices. Tabelle 4.5. 219-220. Der Konzentrationsindex stammt aus dem Jahr 1992. 0 bedeutet keine Konzentration und 1 bedeutet maximale Konzentration.

StudentInnen auf 100'000 Einwohner⁵³. Eine vergleichsweise tiefe Anzahl von Studierenden weist auf eine hohe Technologieschwäche hin. (Diese Messung ist natürlich unzulänglich, gerade wenn man bedenkt, wie vielfältig das Konzept „technologisches Potential“ ist. Trotzdem bin ich gezwungen, diesen Indikator zu benutzen, da sonst ein Grossteil meines Samples mangels Datenlage nicht in die Analyse kommen würde und es mir wichtiger scheint, möglichst viele verwundbare Staaten aufzuzeigen.)

Die Verwundbarkeit bezüglich potentieller Rohstoffsubstitutionen berechnet sich schliesslich mit Hilfe von Rangsummen aus der Exportstruktur eines Landes und seiner Technologieschwäche:

$$V_{xi} = \text{Rang } ES_{xi} + \text{Rang } B_{xi},$$

wobei: V= Verwundbarkeit, x_i = Land, ES = kritische Exportstruktur, B= Technologieschwäche; Ränge werden durch den Vergleich mit den anderen Ländern berechnet. Der höchste Rang der Verwundbarkeit (Rang 1) weist auf die Gefahr einer verstärkten Marginalisierung hin.

Zur Identifizierung der Länder mit der grössten Verwundbarkeit nehme ich nur diejenigen Staaten ins Sample auf, die über einen mindestens 10%igen Exportanteil eines potentiell substituierbaren Rohstoffs verfügen und deshalb per se schon eine kritische Exportstruktur aufweisen – unter der Annahme, dass bereits ein Wegfall eines 10%igen Exportanteils schwierig aufzufangen ist. Die potentiell substituierbaren Rohstoffe sind in Tabelle 3 dargestellt. Es handelt sich um sieben Rohstoffgruppen: Tierfutterbestandteile (Erdnussmehl, Fischmehl, Sojabohnen), Pflanzenöle (darunter auch Kakao und Kakaobutter), Zucker und Thaumatin, Kaffee, Gummiarabikum und Kautschuk, Vanille und Pyrethrum. Unter der Berücksichtigung dieses Kriteriums gelangen 31 Staaten ins Sample. Es handelt sich vor allem um periphere Staaten. Eine Übersicht über die Daten gibt Anhang 3.

8.2 Einzelne Länderprognosen

Die nachfolgenden Tabellen 8.1 bis 8.5 zeigen die Rangfolge derjenigen Staaten, die aufgrund der dargestellten Berechnung die grösste Verwundbarkeit aufweisen. Staaten, bei denen die vier benötigten Indikatoren nicht auffindbar sind, werden aus der Analyse eliminiert. Ich werde bei der Interpretation der Tabellen in den Fussnoten auf diese Fälle hinweisen.

Für die Tabelle 8.6 werden auch Staaten, die jeweils einen unter 10%igen Exportanteil potentiell substituierbarer Rohstoffe aufweisen, betrachtet. Dieser Tabelle liegt die Vorstellung zugrunde, dass sich viele verschiedene kleinere Exportanteile potentiell substituierbarer Rohstoffe ebenfalls zu einem grösseren Gesamtanteil aufsummieren können. Somit kann auch ein Land eine grosse Verwundbarkeit aufweisen, das mittels der Aufsummierung verschiedener Exportanteile, die unter 10% liegen, ebenfalls über einen über 10%igen Exportanteil verfügt. (Togo beispielsweise verzeichnet erst durch die Addition eines 5.62%igen Kaffeeexportanteils, eines 3.79%igen Kakaoexportanteils und eines 1.58%igen Tierfutterexportanteils einen mindestens 10%igen Exportanteil an potentiell substituierbaren Rohstoffen.) Auch bildet die Tabelle 8.6 mit der Darstellung aller verwundbaren Staaten einen abschliessenden Überblick über das Thema. Anhand dieser Tabelle wird schliesslich die Diskussion um den Abstieg in die marginalisierte Zone des Weltsystems abgeschlossen.

⁵³ Quelle: Education at the third level: number of students per 100'000 inhabitants. UNESCO (1997): Statistical Yearbook. Tabelle 3.9. Zahlen aus dem Jahr 1990.

Würde ich die Technologieschwäche beispielsweise an Anzahl Wissenschaftler und Techniker in R&D messen, was sinnvoller wäre, hätte ich nur noch zwei Länder – Mauritius und El Salvador – in der Analyse.

8.2.1 Tierfutterbestandteile

Gemäss Tabelle 3 sind Erdnussmehl, Fischmehl und Sojabohnen, die als Proteinzusatz im Tierfutter verwendet werden, Ziel biotechnischer Substitutionsbestrebungen. Die industrielle Produktion einzelliger Proteine (single cell protein) unter anderem durch die britische Firma ICI soll die oben genannten Agrarprodukte als Proteinspender verdrängen.

Die Tabelle 8.1 zeigt diejenigen Staaten, die einen über 10%igen Exportanteil an Tierfutterbestandteilen aufweisen: Peru und Argentinien⁵⁴. Während Peru die im Vergleich knapp kritischere Exportstruktur (Rang ES) aufzeigt, verzeichnen beide ungefähr den gleichen Bildungsindikator, so dass sie bei der Verwundbarkeit (Rang V) ranggleich sind.

Da es sich bei der Proteinsubstitution durch einzellige Proteine um eine *Zentrum-Peripherie-Substitution* handelt, müssten, bei ihrer erfolgreichen Durchführung, Peru und Argentinien Alternativstrategien zur Verwendung ihrer Tierfutterbestandteile entwickeln oder den Anbau anderer Rohstoffe aufnehmen. Beide gelten nicht als besonders verwundbar, da sie über eine Exportdiversifizierung (kleiner Ausfuhrkonzentrationsindex) und über ein im Vergleich zu den anderen (semi)peripheren Staaten hohes Humankapital verfügen.

Tabelle 8.1: Rangliste der Verwundbarkeit der Staaten mit Exportanteilen über 10% an Tierfutterbestandteilen (Erdnussmehl, Fischmehl, Sojabohnen)⁵⁵

Land	X	Rang X	Y	Rang Y	Z	Rang Z	ES	Rang ES	B	Rang B	V	Rang V
Peru	12.45	1	15.2	2	0.260	1	4	1	3161	2	3	1
Argentinien	11.27	2	6.0	1	0.153	2	8	2	3116	1	3	1

Legende:

X= Exportanteil in % der gesamten Exporte eines Landes

Y= Exportquote in % des BSP

Z= Ausfuhrkonzentrationsindex (0=keine Konzentration; 1=vollständige Konzentration, nur ein Gut wird ausgeführt)

ES= kritische Exportstruktur (Berechnung: $ES = Rang X + Rang X * Rang Y + Rang X * Rang Z$)

B= Technologieschwäche (gemessen am Humankapitalindikator: Anzahl Studierende pro 100'000 Einwohner)

V= Verwundbarkeit (Berechnung: $Rang ES + Rang B$)

⁵⁴ Es fallen keine relevanten Staaten aufgrund einer mangelnden Datenlage weg.

⁵⁵ Gemessen an der SITC-Kategorie 081: Feeding stuff for animals im UNCTAD-Handbook of International Trade and Development Statistics 1994. Tabelle 4.3 D. 184-200.

8.2.2 Kakao und Pflanzenöle

Die Gruppe 2 der identifizierten Rohstoffe in Tabelle 3 beinhaltet Pflanzenöle und Kakao/Kakaobutter. Sowohl Kokosnussöl und Sojaöl wie auch Kakaobutter sollen durch das biotechnisch veränderte Palmöl substituiert werden. Firmen wie die US-amerikanische Simplex Company, Procter & Gamble und Nestlé beteiligen sich an diesen Forschungen. Im Bereich der Kokosnussölsubstitution durch Palmöl nimmt sogar Malaysia in Zusammenarbeit mit Unilever teil. Im folgenden werde ich den Kakaomarkt besprechen, da dieser viele periphere Staaten einbindet und die Substitutionsanstrengungen im Bereich der Kakaobutter bereits weit vorangeschritten sind.

Das Hauptanbaugebiet des Kakaos liegt im Äquatorialgürtel (vgl. im folgenden mit Egger et al. 1992: 204ff.). Das in der Kakaobohne enthaltene Fett wird Kakaobutter genannt. Mit der Kakaobutter werden unter anderem Nahrungsmittel, Margarine und Kosmetik hergestellt. Die wichtigsten Anbieter des Kakaos sind Brasilien, Ecuador, Kamerun, die Elfenbeinküste, Ghana, Nigeria, Indonesien und Malaysia. Während in Westafrika die Produktionsstruktur der Kleinbauernbetriebe vorherrscht, finden sich in Brasilien, Indonesien und Malaysia grosse Plantagen.

Die Nachfrager sind die industrialisierten Staaten und die multinationalen Konzerne, die eine oligopsonistische Nachfragestruktur bilden, die sich durch Fusionen und Übernahmen laufend weiter konzentriert (Braunschweig/Gotsch 1998: 48ff.). Die Verarbeitung des Kakaos in Kakaobutter, Kakaopuder und Schokolade wird durch Mars, Nestlé, Philip Morris, Cadbury, Ferrero und Hershey kontrolliert (Biotechnology and Development Monitor 1992, Nr. 10: 12). (Semi)periphere Staaten weisen keine grosse Eigenkonsumation von Kakao auf, weshalb Kakao ein typisches Exportprodukt ('cash-crop') ist.

Da der Preis von Speiseöl ungefähr ein Drittel des Kakaobutterpreises beträgt (Biotechnology and Development Monitor 1992, Nr. 10: 12), kann angenommen werden, dass diese Substitution rentabel ist und folglich bei günstigen rechtlichen Rahmenbedingungen eintritt. Wird die Kakaobutter durch Palmöl biotechnisch substituiert, ist aufgrund der Initiative der multinationalen Konzerne eine *Peripherie-Peripherie-Substitution* zu erwarten: Während Kakaoexporteure an Marktanteilen verlieren, werden voraussichtlich Palmölproduzenten gewinnen. Tabelle 8.2 zeigt diejenigen Staaten, die einen über 10%igen Exportanteil an Kakao aufweisen und durch diese Substitution am meisten betroffen wären⁵⁶.

⁵⁶ Aufgrund fehlender Daten sind die folgenden Staaten aus der Analyse gefallen, die ebenfalls einen über 10%igen Exportanteil an Kakao aufweisen: Vanatu mit 10.47% und Grenada mit 12.24%.

Tabelle 8.2: Rangliste der Verwundbarkeit der Staaten mit Exportanteilen über 10% an Kakao⁵⁷

Land	X	Rang X	Y	Rang Y	Z	Rang Z	ES	Rang ES	B	Rang B	V	Rang V
Ghana	25.96	2	13.0	1	0.465	2	8	2	127	1	3	1
Elfenbeink.	35.59	1	32.6	3	0.368	3	7	1	271	2	3	1
Kamerun	10.74	3	23.5	2	0.485	1	12	3	289	3	6	3

Legende:

X= Exportanteil in % der gesamten Exporte eines Landes

Y= Exportquote in % des BSP

Z= Ausfuhrkonzentrationsindex (0=keine Konzentration; 1=vollständige Konzentration, nur ein Gut wird ausgeführt)

ES= kritische Exportstruktur (Berechnung: $ES = \text{Rang X} + \text{Rang X} * \text{Rang Y} + \text{Rang X} * \text{Rang Z}$)

B= Technologieschwäche (gemessen am Humankapitalindikator: Anzahl Studierende pro 100'000 Einwohner)

V= Verwundbarkeit (Berechnung: $\text{Rang ES} + \text{Rang B}$)

Während die Elfenbeinküste mit einem 35.59%igen Exportanteil, einer zwar relativ hohen Exportquote (32.6%) und dem niedrigsten Ausfuhrkonzentrationsindex (0.368) die kritischste Exportstruktur (Rang ES) aufweist, ist sie ranggleich mit Ghana bezüglich der Verwundbarkeit (Rang V), da Ghana über ein kleineres Humankapital verfügt und deshalb per definitionem technologisch schwächer ist. Kamerun folgt auf Rang 3. Durch die geringe Kakao-Angebotselastizität aufgrund der mehrjährigen Anbauzeit bis zu Ernte können diese Staaten nicht schnell auf Marktveränderungen reagieren und sind aufgrund ihrer kritischen Exportstruktur durch die Substitution mittels Palmöl besonders gefährdet.

Hauptanbieter von Palmöl sind Malaysia, Indonesien und Singapur, die mit grossen Investitionen Plantagen und Verarbeitungsprozesse aufgebaut haben. Die drei Länder verzeichnen 90% der weltweiten Palmöl-Ausfuhren (Egger et al. 1992: 110). Die Ölsaaten werden in erster Linie von industrialisierten Staaten importiert.

Die Kakaobuttersubstitution kann folglich interpretiert werden als eine *Peripherie-Peripherie-Substitution*, in welcher die südostasiatischen (Schwellen)länder Malaysia, Singapur und Indonesien als Gewinner hervorgehen, wohingegen die afrikanischen Kakaoexporteure Ghana, die Elfenbeinküste und Kamerun mit einer kritischen Exportstruktur zu den Verlierern gehören.

⁵⁷ Gemessen an der SITC-Kategorie 072: Cocoa im UNCTAD-Handbook of International Trade and Development Statistics 1994. Tabelle 4.3 D. 184-200.

8.2.3 Zucker

An Zucker wird gemäss der Tabelle 3 zahlreich geforscht: sowohl kalorienlose Alternativen wie auch die Substitution durch Isoglukose (Beispiel HFCS) sind aufgeführt.

In der Zuckerproduktion beteiligen sich sowohl Zentrums- als auch periphere Staaten: Während Zuckerrohr eine tropische Süssgrasart ist, werden Zuckerrüben in industrialisierten Staaten angebaut (vgl. im folgenden mit Egger et al. 1992: 73ff). Da die Saccharose identisch sowohl aus Zuckerrohr als auch aus Zuckerrüben gewonnen werden kann, konkurrenzieren sich die beiden Rohstoffe. (Ethanol jedoch kann nur aus Zuckerrohr gewonnen werden.)

Während Egger et al. den kalorienlosen Süssstoffen keine bedeutende Konkurrenz für den Zucker zubilligt, soll ein weiteres Wachstum der Isoglukoseproduktion zu erwarten sein (Egger et al. 1992: 81-84). Die kann vor allem dann eintreffen, wenn der Agrarprotektionismus der EU, Lateinamerikas, Afrikas und Australiens, der bis jetzt die HFCS-Produktion rechtlich einschränkte, durch das Agrarabkommen der WTO aufgeweicht wird. Von der Liberalisierung der Zuckermärkte wird erwartet, dass sich höhere Zucker-Weltmarktpreise ergeben, die Anreizsignale zu einer vermehrten *Zentrum-Peripherie-Substitution* aussenden könnten.

Folgende Staaten treten als Hauptexporteure auf den Zuckermärkten auf: Kuba, die EU, Brasilien, Australien und Thailand (Egger et al. 1992: 88). Neben diesen Ländern gibt es einige kleinere Produzenten, die aufgrund ihrer kritischen Exportstruktur stark von ihren Zuckerexporten abhängig sind. Die Tabelle 8.3 zeigt die Rangliste der betroffenen Staaten⁵⁸. Fiji weist mit dem höchsten Zuckerexportanteil von 44.74% die kritischste Exportstruktur (Rang ES) auf. An zweiter Stelle folgt Guyana mit einem ähnlich hohen Exportanteil. Obwohl Mauritius bezüglich der Exportstruktur nur an dritter Stelle liegt, zeigt es aufgrund seines tiefen Humankapitalindikators die grösste Verwundbarkeit (Rang V) ranggleich mit den Fijis auf. Guyana und Guatemala folgen auf dem dritten Rang und Nicaragua belegt den fünften Rang.

⁵⁸ Einige Staaten, die einen über 10%igen Zucker-Exportanteil aufweisen, wurden aufgrund der Datenlage aus der Analyse ausgeschlossen. In erster Linie ist Kuba zu nennen, das einen Exportanteil von 56.4% aufweist und über einen hohen Ausfuhrkonzentrationsindex (0.560) verfügt. Sein Humankapital - gemessen am Indikator von 2281 Studierenden auf 100'000 Einwohner - ist relativ hoch. Deshalb ist zu vermuten, dass Kuba trotz seiner kritischen Exportstruktur fähig sein wird, Biotechniken zum eigenen Vorteil anzuwenden. Ebenfalls ausgeschlossen wurden: Barbados (18.16%iger Exportanteil), Belize (36.41%iger Exportanteil), die Dominikanische Republik (24.53%iger Exportanteil), Guadeloupe (18.18%iger Exportanteil) und Reunion (68.24%iger Exportanteil).

Tabelle 8.3: Rangliste der Verwundbarkeit der Staaten mit Exportanteilen über 10% an Zucker⁵⁹

Land	X	Rang X	Y	Rang Y	Z	Rang Z	ES	Rang ES	B	Rang B	V	Rang V
Mauritius	27.99	3	43	4	0.332	3	24	3	330	1	4	1
Fiji	44.74	1	26.20	3	0.413	2	6	1	757	3	4	1
Guyana	40.66	2	62.44	5	0.495	1	14	2	923	5	7	3
Guatemala	12.76	5	13.1	1	0.219	5	35	5	714	2	7	3
Nicaragua	12.93	4	18.9	2	0.289	4	28	4	861	4	8	5

Legende:

X= Exportanteil in % der gesamten Exporte eines Landes

Y= Exportquote in % des BSP

Z= Ausfuhrkonzentrationsindex (0=keine Konzentration; 1=vollständige Konzentration, nur ein Gut wird ausgeführt)

ES= kritische Exportstruktur (Berechnung: $ES = \text{Rang X} + \text{Rang X} * \text{Rang Y} + \text{Rang X} * \text{Rang Z}$)

B= Technologieschwäche (gemessen am Humankapitalindikator: Anzahl Studierende pro 100'000 Einwohner)

V= Verwundbarkeit (Berechnung: $\text{Rang ES} + \text{Rang B}$)

Ob die Staaten – analog wie Brasilien – Alternativstrategien (beispielsweise die Produktion von Ethanol als Antriebsstoff aus Zucker oder eine weitere Diversifizierung der Exporte) entwickeln können, oder weiterhin – wie die philippinische Zuckerinsel Negros – abhängig von den Zuckerexporten bleiben und den Ausstieg aus der Monokultur nicht schaffen, kann unter anderem von ihrem eigenen technologischen Potential abhängen. Aufgrund der Rangliste tritt Nicaragua als möglicher Kandidat zur Entwicklung einer Alternativstrategie auf, da es im Vergleich der Staaten mit einer ohnehin kritischen Exportstruktur den letzten Platz belegt.

⁵⁹ Gemessen an der SITC-Kategorie 061: Sugar and honey im UNCTAD-Handbook of International Trade and Development Statistics 1994. Tabelle 4.3 D. 184-200.

8.2.4 Kaffee

Im Bereich des Kaffees wird mittels Gewebekulturtechnik geforscht (siehe Tabelle 3). Sowohl die Produktion eines koffeinfreien Kaffees als auch die Verbesserung der Kaffee arabica-Sorte stehen im Zentrum der Forschung. Erste Resultate sollen bis zum Jahr 2000 erhältlich sein (Biotechnology and Development Monitor 1990, Nr. 4: 20).

Kaffee ist das wichtigste Weltexportprodukt der Agrarrohstoffe. Die Weltproduktion des Kaffees besteht zu über 70% aus der Kaffee arabica-Sorte (vgl. im folgenden Egger et al. 1992: 178 ff.). Diese wächst in Lateinamerika, Ost-Afrika, Madagaskar, Indien und Indonesien. Die Arabica-Sorte weist eine starke Frostanfälligkeit auf. Die weniger anspruchsvolle, koffeinreichere und bittere Robusta-Sorte wächst in Westafrika, tiefer gelegenen Regionen Zentral- und Süd-Amerikas, in der Karibik und Südostasien. Kaffee ist somit ein typisches Produkt (semi)peripherer Staaten. Als Substitutionstyp steht folglich die *Peripherie-Peripherie-Substitution* zur Diskussion.

Über 50% des Kaffees wurden 1992 in den folgenden Staaten produziert: Kolumbien, Brasilien, Mexico, Indonesien, Elfenbeinküste, Guatemala und Costa Rica (UNCTAD 1994: 202). Während in Brasilien rund die Hälfte der Kakaoproduktion von der eigenen Bevölkerung konsumiert wird, und weiter nur in Mexiko und Indien eine beachtenswerte Binnennachfrage besteht, ist Kaffee in den anderen Produzentenländern ein typisches Exportprodukt. Der Kaffee wird in Lateinamerika in erster Linie auf Grossplantagen mit mehreren hundert Arbeitern angebaut, es gibt aber vor allem auch in Kolumbien kleinere Produzenten. In Afrika herrschen kleinere bis mittlere Familienbetriebe vor (Ausnahme: Kenya). Aufgrund der lateinamerikanischen Produktionsstruktur kann ebenfalls eine *innerstaatliche Substitution* von kleinen zu grossen Produzenten vermutet werden, da es grossen Produzenten vermutlich leichter fallen wird, die neuen Biotechniken anzuwenden.

Importiert wird der Kaffee hauptsächlich von Zentrumsstaaten (EU, USA und Japan). Als Nachfrager auf den Weltmärkten treten multinationale Konzerne auf.

Wird die Gewebekulturtechnik bei Kaffee erfolgreich angewendet und somit die Produktion erhöht, kann aufgrund der unelastischen Nachfragestruktur bezüglich des Kaffees (Egger et al. 1992: 190) angenommen werden, dass die Weltmarktpreise sinken. Da sich der Kaffee aus biologischen Gründen nicht lange lagern lässt und somit mittels Lagerhaltung kein grosser Einfluss auf die Weltmarktpreise durch die (semi)peripheren Anbieter ausgeübt werden kann, muss mit einem Verdrängungswettbewerb gerechnet werden: Diejenigen Anbieter, die zum gesunkenen Weltmarktpreis anbieten können, gewinnen, während die anderen Produzenten ausscheiden.

Die nachfolgende Tabelle 8.4 zeigt die Liste der Verwundbarkeit derjenigen Staaten, die einen über 10%igen Exportanteil an Kaffee verzeichnen⁶⁰.

⁶⁰ Aufgrund der ungenügenden Datenlage wurden ein ebenfalls stark verwundbarer Staat mit einem mindestens 10% Kaffeeexportanteil aus der Analyse ausgeschlossen: Ruanda weist – wie Burundi – einen sehr hohen Exportanteil (57.99%), einen hohen Ausfuhrkonzentrationsindex (0.505) und eine geringe Einbindung in der Weltwirtschaft mit einer Exportquote von 4.5% auf. Es ist zu vermuten, dass Ruanda, ähnlich wie Burundi, über ein tiefes Humankapital verfügt. Deshalb ist anzunehmen, dass Ruanda, einen der vorderen Ränge auf der Liste der Verwundbarkeit einnehmen würde.

Tabelle 8.4: Rangliste der Verwundbarkeit der Staaten mit Exportanteilen über 10% an Kaffee⁶¹

Land	X	Rang X	Y	Rang Y	Z	Rang Z	ES	Rang ES	B	Rang B	V	Rang V
Burundi	74.48	1	6.8	3	0.667	1	5	1	65	2	3	1
Ethiopia	57.95	2	3.1	1	0.557	3	10	2	71	3	5	2
Uganda	57.92	3	6.2	2	0.561	2	15	3	106	4	7	3
Tanzania	19.69	7	13.4	7	0.248	9	119	7	33	1	8	4
Guatemala	21.46	5	13.1	6	0.219	12	95	5	714	7	12	5
Kenya	11.44	11	15.7	8	0.305	5	154	8	143	5	13	6
El Salvador	29.06	4	7.3	4	0.238	10	60	4	1555	11	15	7
Honduras	21.3	6	21.6	11	0.457	4	96	6	884	9	15	7
Madagaskar	10.72	12	9.8	5	0.285	8	168	11	283	6	17	9
Nicaragua	17.25	9	18.9	10	0.289	7	162	10	861	8	18	10
Kolumbien	19.20	8	16	9	0.238	10	160	9	1495	10	19	11
Costa Rica	13.48	10	27.60	12	0.303	6	190	12	2461	12	24	12

Legende:

X= Exportanteil in % der gesamten Exporte eines Landes

Y= Exportquote in % des BSP

Z= Ausfuhrkonzentrationsindex (0=keine Konzentration; 1=vollständige Konzentration, nur ein Gut wird ausgeführt)

ES= kritische Exportstruktur (Berechnung: $ES = \text{Rang X} + \text{Rang X} \cdot \text{Rang Y} + \text{Rang X} \cdot \text{Rang Z}$)

B= Technologieschwäche (gemessen am Humankapitalindikator: Anzahl Studierende pro 100'000 Einwohner)

V= Verwundbarkeit (Berechnung: $\text{Rang ES} + \text{Rang B}$)

⁶¹ Gemessen an der SITC-Kategorie 071: Coffee and substitutes im UNCTAD-Handbook of International Trade and Development Statistics 1994. Tabelle 4.3 D. 184-200.

Auf Rang 1 sowohl der kritischen Exportstruktur (Rang ES) wie auch der Verwundbarkeit nach Berücksichtigung der Technologieschwäche (Rang V) erscheint Burundi. Burundi weist den überragenden Kaffee-Exportanteil von 74.48% auf, und bedingt durch diesen hohen Exportanteil, einen hohen Ausfuhrkonzentrationsindex. Dagegen ist Burundi mit einer Exportquote von unter 7% nicht stark in die Weltwirtschaft eingebunden. Weiter belegt es beim Bildungsindikator Platz 2, was daran zweifeln lässt, dass Burundi fähig ist, die Biotechnologien der zweiten Generation zu eigenen Zwecken zu nutzen. Auf dem zweiten und dem dritten Rang der Verwundbarkeit folgen Äthiopien und Uganda mit einem ebenfalls sehr hohen Kaffeeexportanteil (57.95% versus 57.92%), wiederum kleinen Exportquoten und einem geringen Humankapital. Ebenfalls auf diesen Rängen dürfte sich Ruanda befinden, das aufgrund der Datenlage aus der Analyse fiel. Darauf folgen Staaten, die einen Exportanteil zwischen 10 bis 30% aufweisen. Die letzten Plätze belegen Kolumbien und Costa Rica.

Während die vorderen Verwundbarkeitsränge (1. bis 4. Rang V) afrikanische Staaten belegen, folgen auf den hinteren Rängen (9. bis 11. Rang V) lateinamerikanische Staaten. Folgendes Fazit drängt sich auf: Als Verlierer des Kaffee-Verdrängungswettbewerbes erscheinen die stark Kaffee-exportabhängigen afrikanischen Staaten Burundi, Äthiopien, Uganda und Ruanda, wohingegen es Kolumbien und Costa Rica aufgrund ihres im Vergleich hohen Bildungsindikators gelingen könnte, Gewebekulturtechniken selbst erfolgreich anzuwenden.

8.2.5 Kautschuk und Gummiarabikum

An Kautschuk und Gummiarabikum wird mittels Gewebekulturtechnik und bakterieller Fermentation geforscht (siehe Tabelle 3). Diese Rohstoffe werden hauptsächlich zur Herstellung von Reifen und zur Latexproduktion verwendet.

Kautschuk und Gummiarabikum sind Rohstoffe, die nur in (semi)peripheren Staaten angebaut werden. Als grösste Produzenten treten Thailand, Indonesien, Malaysia und Singapur auf den Weltmärkten auf: 1991 hielten sie zusammen fast 90% des Marktanteils (UNCTAD 1994: 202). Diese grossen Produzenten weisen jedoch selbst nur bis zu einem 4%igen Exportanteil an Kautschuk und Gummiarabikum auf. Weitere Produzenten lokalisieren sich in Afrika und Südamerika. Kautschuk wird hauptsächlich in Kleinplantagen angebaut (RAFI 1991a: 2). Der grösste Weltimporteur von Kautschuk ist die USA. Die hauptsächlichsten Nachfrager sind multinationale Unternehmen: sechs Unternehmen sind für 80% der Nachfrage verantwortlich (RAFI 1991a: 2).

Der einzige Produzent, der über einen 10%igen Exportanteil verfügt, ist Kambodscha. Da sich eine Rangsummenanalyse bei nur einem Staat erübrigt, sind in Tabelle 8.5 die Kennzahlen von Kambodscha dargestellt. Mit einer kleinen Exportquote von 2.88 erscheint Kambodscha marginalisiert. Seine vergleichsweise hohe Technologieschwäche (gemessen am geringen Humankapital) lässt vermuten, dass Kambodscha Schwierigkeiten haben dürfte, Alternativstrategien einzuschlagen.

Tabelle 8.5: Kennzahlen des Landes mit einem mindestens 10%igen Exportanteil an Gummiarabikum und Kautschuk ⁶²

Land	X	Y	Z	B
Kambodscha	10.94	2.88	0.514	133

⁶² Gemessen an der SITC-Kategorie 232: Natural rubber, gums im UNCTAD-Handbook of International Trade and Development Statistics 1994. Tabelle 4.3 D. 184-200.

Legende:

X= Exportanteil an % der gesamten Exporte

Y= Exportquote an % des BSP

Z= Ausfuhrkonzentrationsindex (0= keine Konzentration; 1= vollständige Konzentration, nur ein Gut wird ausgeführt)

B= Technologieschwäche (gemessen Humankapitalindikator: Anzahl Studierende pro 100'000 Einwohner)

8.2.6 Vanille

Am Vanille-Aroma wird gemäss Tabelle 3 mittels Zell- und Gewebekulturen geforscht. Verschiedene multinationale Firmen (unter anderem Rhône-Poulenc, ECSAgenetics und Firmenich) versuchen, Vanille zu substituieren.

Vanille ist kein grosses Exportprodukt, weshalb es in den Exportstatistiken der UNCTAD nicht erscheint. Wegen der fehlenden Datenlage wird deshalb bei diesem Rohstoff auf eine Rangsummenberechnung verzichtet. Jedoch können aufgrund der Literatur auch hier Aussagen über die Verwundbarkeit gewisser Staaten oder Produzenten gemacht werden.

Vanille wird von über 100'000 Kleinbauernbetrieben in Madagaskar, Reunion, den Komoren und Indonesien angebaut (vgl. im folgenden mit RAFI 1991b: 1). Ist die Substitution des Vanille-Aromas rentabel, wie das beispielsweise von der Firma ECSAgenetics behauptet wird, können Vanille-Exporte durch eine *Zentrum-Peripherie-Substitution*, bei der vor allem viele Kleinbauern verlieren würden, verdrängt werden:

„If commercially successful, this new technology will displace vanilla bean exports on a massive scale, eliminating the need for traditional cultivation of the vanilla orchid, and many thousands of jobs related to vanilla bean cultivation and harvest. For vanilla bean growers in Madagascar and elsewhere, the only consolation is that these countries may have a few extra years to plan for the loss of a major export crop and the urgent need to diversify their agricultural economies.“ (RAFI 1991b: 2).

8.2.7 Pyrethrum

An der Substitution von Pyrethrum wird gemäss Tabelle 3 mittels Enzym- und Gewebekulturtechniken und modifizierten Mikroben geforscht. Da es sich beim Pyrethrum wie bei der Vanille nicht um ein grosses Exportprodukt handelt, wird es in den UNCTAD-Exportstatistiken ebenfalls nicht aufgeführt. Da verschiedene Artikel im 'Biotechnology and Development Monitor' die Fragestellung der Pyrethrum-Substitution thematisieren, ist es auch hier möglich, Prognosen bezüglich der Verwundbarkeit gewisser Staaten oder Produzenten aufzustellen (vgl. im folgenden mit Biotechnology and Development Monitor 1992, Nr. 12: 22 und 1992, Nr. 13: 11 und 1994, Nr. 21: 12/13).

Die Pflanze Pyrethrum wird in erster Linie angepflanzt, weil ihre Blüten ein umweltfreundliches Bioinsektizid enthalten. Sie wird vor allem in Ost-Afrika angebaut. Auch Ecuador, Tasmanien, Ruanda und Tansania beteiligen sich an der Produktion. Der Hauptexporteur jedoch ist Kenya: über zwei Drittel der weltweiten Pyrethrum-Produktion stammen aus diesem Land. Schätzungen zufolge sollen ungefähr 195'000 afrikanische Kleinbauern Pyrethrum kultivieren.

Hauptabnehmer ist die USA. Da die weltweite Nachfrage nach Pyrethrum das Angebot übersteigt, wendet Kenya Gewebekulturtechniken zur Produktionsexpansion an. Durch die Substitution des Pyrethrum unter anderem durch die US-amerikanische Firma AgriDyne Technologies kann diese geplante Expansion überflüssig werden: „If AgriDyne Technologies Inc. could overcome the technological constraints, bio-pyrethrum would cost less than East African pyrethrum and capture a substantial share of the natural pyrethrum market.“ (Biotechnology and Development Monitor 1994, Nr. 21: 13). Die Folge wäre eine *Zentrum-Peripherie-Substitution*, in der hauptsächlich Kleinbauern in Kenya verlieren würden.

8.2.8 Alle Rohstoffe

Da gewisse periphere Staaten jeweils mehrere der besprochenen Rohstoffgruppen exportieren, zeigt die nachfolgende Tabelle 8.6 diejenigen Staaten, die nach der Addition der einzelnen Exportanteile der potentiell substituierbaren Rohstoffe insgesamt am verwundbarsten sind. Nicht einbezogen wurden Vanille- und Pyrethrumexporte, da die Daten zu diesen Rohstoffen fehlen und es sich um kleinere Substitutionen handelt.

Tabelle 8.6: Rangliste der Verwundbarkeit der Staaten mit Exportanteilen über 10% an Tierfutterbestandteilen, Kakao, Zucker, Kaffee und Kautschuk und Gummiarabikum

Land	X	Rang X	Y	Rang Y	Z	Rang Z	ES	Rang ES	B	Rang B	V	Rang V
Burundi	74.48	1	6.8	5	0.667	1	7	1	65	2	3	1
Ethiopia	58.83	2	3.1	2	0.557	3	12	2	71	3	5	2
Uganda	57.92	3	6.2	4	0.561	2	21	3	106	4	7	3
Kambods.	10.94	22	2.88	1	0.514	4	132	5	133	6	11	4
Elfenbeink.	45.55	4	32.6	20	0.368	11	128	4	271	8	12	5
Ghana	25.96	11	13	8	0.465	8	187	9	127	5	14	6
Tanzania	19.69	13	13.4	10	0.248	18	377	15	33	1	16	7
Fiji	44.74	5	26.2	18	0.413	10	145	6	757	14	20	8
Guatemala	34.22	8	13.1	9	0.219	21	248	10	714	13	23	9
Guyana	40.66	6	62.44	22	0.495	5	168	7	923	17	24	10
Mauritius	27.99	10	43	21	0.332	12	340	13	330	12	25	11
Kamerun	16.56	15	23.5	17	0.485	7	375	14	289	11	25	11
Nicaragua	31.45	9	18.9	15	0.289	15	279	11	861	15	26	13
Madagaskar	14.4	17	9.8	7	0.285	16	408	16	283	10	26	13
Togo	10.99	21	16.9	14	0.491	6	441	17	282	9	26	13
El Salvador	36.87	7	7.3	6	0.238	19	182	8	1555	19	27	16
Kenya	11.44	19	15.7	12	0.305	13	494	20	143	7	27	16
Honduras	23.6	12	21.6	16	0.457	9	312	12	884	16	28	18

Ko- lum- bien	19.20	14	16	13	0.238	19	462	18	1495	18	36	19
Peru	15.29	16	15.2	11	0.260	17	464	19	3161	22	41	20
Argen- - tinien	11.27	20	6	3	0.153	22	520	21	3116	21	42	21
Costa Rica	13.48	18	27.6	19	0.303	14	612	22	2461	20	42	21

Legende:

X= Exportanteil in % der gesamten Exporte eines Landes

Y= Exportquote in % des BSP

Z= Ausfuhrkonzentrationsindex (0=keine Konzentration; 1=vollständige Konzentration, nur ein Gut wird ausgeführt)

ES= kritische Exportstruktur (Berechnung: $ES = \text{Rang X} + \text{Rang X} * \text{Rang Y} + \text{Rang X} * \text{Rang Z}$)

B= Technologieschwäche (gemessen Humankapitalindikator: Anzahl Studierende pro 100'000 Einwohner)

V= Verwundbarkeit (Berechnung: $\text{Rang ES} + \text{Rang B}$)

Angeführt wird die Liste von *Burundi*, das durch seinen 74.48%igen Kaffeeexportanteil sowohl über die kritischste Exportstruktur als auch - vermittelt über ein tiefes Humankapital - den ersten Platz der Liste der Verwundbarkeit belegt. Auf dem zweiten Rang folgt *Äthiopien*, das zu 57.95% Kaffee und zu 0.88% Zucker exportiert. Den dritten Rang belegt *Uganda* mit einem 57.92%igen Exportanteil an Kaffee. Diese drei Staaten verfügen - bedingt durch ihre hohen Exportanteile - über hohe Ausfuhrkonzentrationsindizes und über kleine Exportquoten (6.8% versus 3.1% versus 6.2%).

Zu diesen Staaten könnte weiter *Ruanda* hinzugezählt werden (mangels Datenlage nicht in der Tabelle), das ebenfalls über einen 57.99%igen Kaffeeexportanteil, über eine tiefe Exportquote von 4.5% und höchstwahrscheinlich - ähnlich wie sein Nachbar Burundi - über ein tiefes Humankapital verfügt.

Rang 4 der Verwundbarkeit belegt Kambodscha: mit seinem 10.94%igen Kautschukexport und der geringen Einbindung in die Weltwirtschaft (Exportquote: 2.88%) scheint Kambodscha, unter anderem auch aufgrund seines geringen Humankapitalindikators nicht fähig zu sein, Alternativstrategien zu ergreifen.

Auf Platz 5 und 6 folgen die *Elfenbeinküste* und *Ghana*, die hauptsächlich Kakao exportieren und direkt durch die Kakaobuttersubstitution mittels Palmöl betroffen wären. Ihr relativ tiefes Humankapital lässt ebenfalls nicht auf ein erfolgreiches Entwickeln von Alternativstrategien schliessen. Auf Platz 7 ist *Tanzania*, das einen 20%igen Exportanteil an Kaffee aufweist.

Auf den Plätzen 8, 10 und 11 folgen Zuckerexport-Staaten: *Fiji*, *Guyana* und *Mauritius*. *Guatemala* belegt Platz 9 der Verwundbarkeit. Diese wird hauptsächlich durch die hohen Exportanteile an Kaffee (21.46%) und Zucker (12.76%) verursacht.

Die Ränge 11, 13 und 16 werden sowohl von afrikanischen wie auch von latein-amerikanischen Staaten belegt. Auf den Rängen 18 bis 21 folgen schliesslich nur noch latein-amerikanische Staaten, *Argentinien* und *Costa Rica* bilden aufgrund ihres relativ kleinen Exportanteils und ihres vergleichsweise hohen Humankapitals die Schlusslichter.

Ich versuche nun, den Bogen zurück zu der Szenariogestaltung zu ziehen, die als plausibelste Prognose die Teilmarginalisierung der Peripherie 1 formulierte. Aufgrund der Tabelle 8.6 lässt sich herausfinden, welchen Staaten der Abstieg in die Marginalisierung droht.

Zuerst muss festgestellt werden, dass der erste bis vierte Rang der Verwundbarkeit bereits von Ländern der 'Vierten Welt' belegt wird: Burundi, Äthiopien, Uganda, Kambodscha und auch das nicht aufgeführte Ruanda erhielten den LLDC-Status der UNO (Nohlen 1998: 852-854). Diesen Staaten, die bereits im Weltsystem marginalisiert sind, droht aufgrund der biotechnischen Anwendung an Kaffee eine 'Marginalisierung innerhalb der marginalisierten Zone'. Die *Elfenbeinküste* und *Ghana* (Rang 5 und 6) hingegen zählen nicht zur 'Vierten Welt'. Sie gelten als die ersten potentiellen Absteiger in die marginalisierte Zone des Weltsystems. Wenn die Kakaobuttersubstitution durch Palmöl erfolgreich durchgesetzt wird, könnten sie die Hälfte (*Elfenbeinküste*) oder einen Viertel (*Ghana*) ihrer Exporte verlieren.

Auf den Rängen 7 bis 21 der Verwundbarkeit befinden sich noch drei Länder, die ebenfalls bereits in der marginalisierten Zone des Weltsystems zu lokalisieren sind: es sind dies *Tanzania*, *Madagaskar* und *Togo*. Diesen Staaten droht analog wie den Rangersten die verstärkte Marginalisierung in der marginalisierten Zone. Als weitere potentielle Absteiger im Weltsystem, die sich noch nicht in der 'Vierten Welt' befinden, gelten weiter *Fiji* (Zuckerexport), *Guatemala* (Zucker- und Kaffeeexport), *Guyana* (Zuckerexport), *Mauritius* (Zuckerexport) und *Kamerun* (Kakaoexport) (Rang 8 bis 11). Diese Staaten könnten bei der erfolgreichen Einführung der jeweiligen Rohstoffsubstitute bis zur Hälfte ihrer Exporte (Beispiel *Fiji*) verlieren. Obwohl es schwierig ist, einen Strich zwischen den verwundbaren und weniger verwundbaren Staaten zu ziehen, gelten meiner Meinung nach die Staaten auf den hinteren Plätzen (Rang 13 bis 21) als weniger gefährdet, in die Zone der marginalisierten Ebene des Weltsystems abzustiegen. Gerade bei *Argentinien* und *Costa Rica* (Rang 21) scheint die Annahme einer drohenden Marginalisierung überhaupt nicht mehr plausibel zu sein.

8.3 Zusammenfassung

Die Rangsummenanalysen der Verwundbarkeit einzelner Staaten ergaben folgende Ergebnisse: Die durch die Tierfuttermittelsubstitution betroffenen Staaten *Peru* und *Argentinien* können aufgrund ihres hohen Humankapitals Alternativstrategien entwickeln. *Ghana* und die *Elfenbeinküste* könnte die Kakaobuttersubstitution durch Palmöl hart treffen. Die zuckerexportierenden Staaten *Mauritius*, *Fiji* und *Guayana* könnten aufgrund ihrer kritischen Exportstruktur und einer hohen Technologieschwäche nicht selbst zu Substitutionsagenten werden. Beim Verdrängungswettbewerb in der Gewebekulturanwendung beim Kaffee scheinen vor allem *Burundi*, *Äthiopien*, *Uganda* und *Ruanda* stark betroffen. *Kambodscha* ist in der Kautschuk- und Gummiarabikum-Substitution am verwundbarsten. Die Vanillesubstitution wird die kleinen Produzenten in *Madagaskar* am stärksten treffen, ebenso wie die Pyrethrumsubstitution die kleinen kenyanischen Pyrethrumproduzenten.

Während gewisse bereits marginalisierte Staaten durch die Einführung von biotechnischen Rohstoffsubstituten im Weltsystem noch stärker marginalisiert werden könnten (so *Burundi*, *Äthiopien*, *Uganda*, *Ruanda* und *Kambodscha*), ist es möglich, dass gewisse Staaten marginalisiert werden, sprich: von der Peripherie 1 in die Peripherie 2 absteigen. Dazu gehören in ersten Linie die *Elfenbeinküste* und *Ghana*, die zu einem grossen Teil durch

Kakaoexporte in die Weltwirtschaft eingebunden sind. Möglich wäre eine Marginalisierung ebenfalls bei den zuckerexportierenden Staaten Fiji, Guatemala, Guyana und Mauritius. Auch Kamerun scheint durch den Wegfall seines Kakaoexportanteils betroffen zu werden.

Folgendes Fazit drängt sich auf: Während bereits marginalisierte Staaten bei der weltweiten Einführung von Rohstoffsubstituten selbst in der marginalisierten Zone noch weiter marginalisiert werden können, ist es möglich, dass einige Staaten aus der Peripherie 1 in die Peripherie 2 absteigen. Gewisse Staaten der Semiperipherie 2 hingegen könnten von den substitutiven Biotechniken profitieren (beispielsweise die palmölproduzierenden Staaten Malaysia und Singapur) und vermehrt auch Rohstoffe der Peripherie 1 produzieren. Durch den Einsatz der substitutiven Biotechniken kann demzufolge eine *verstärkte Polarisierung* im Weltsystem prognostiziert werden.

9. Technikbewertung in einer globalisierten Welt

Die Technikfolgenabschätzung mit der Gestaltung unterschiedlicher Szenarien kommt im Kapitel 7 zum Schluss, dass aufgrund potentieller biotechnischer Rohstoffsubstitutionen eine Teilmarginalisierung der Peripherie 1 am plausibelsten ist. Die Länderprognosen im Kapitel 8 zeigen, dass bereits marginalisierte Staaten möglicherweise noch stärker marginalisiert werden und dass gewisse Staaten der Peripherie 1 in die Peripherie 2 absteigen könnten (allen voran die Elfenbeinküste und Ghana). Die Diskussion dieser Ergebnisse zeigt, dass die substitutiven Biotechniken bei geeigneten politischen Rahmenbedingungen sehr wohl Weltsystemstrukturen verändern können und mit einer verstärkten Polarisierung im Weltsystem gerechnet werden muss.

Nach der eigentlichen Technikfolgenabschätzung stellt sich nun erstens die Frage nach der Zuständigkeit der Akteure im Bereich der *Technikbewertung* und zweitens nach den Lösungsmöglichkeiten. Inwieweit kann die Weltgesellschaft Technik bewerten, in dem Sinne, dass legitimierte Akteure über die (Un)Erwünschtheit einer bestimmten Technik bestimmen können, und welche Akteure eignen sich dazu in einer globalisierten Welt?

9.1 Das Konzept 'Global Governance'

Die Technikbewertung, wie bereits schon im Kapitel 2 besprochen, liegt in den Händen der Politiker oder Wähler, jedenfalls nicht in denjenigen des Wissenschaftlers, da es sich um eine nicht-wissenschaftliche, normative Bewertung von möglichen Folgen und Lösungen handelt. Mögliche Technikfolgenpotentiale und Lösungsvorschläge müssen innerhalb der Gesellschaft diskutiert werden. Wie Tabelle 2.1 bereits zeigte, sind die Technikbewertungsakteure heterogen auf verschiedenen Ebenen anzusiedeln: Sowohl die internationalen Regimes der UNO, der WTO, der OECD und der EU als auch nationalstaatliche Akteure, Unternehmen und Bürgerinitiativen betreiben Technikbewertung. Somit sind Nationalstaaten nicht alleine legitimiert, Technikbewertung zu veranstalten.

Die Risiken neuer Technologien werden seit der Diffusion der Informations- und Kommunikationstechnologien vermehrt in bezug auf die gesamte Welt diskutiert. Auch die Diffusion der Biotechnologie kann – wie in dieser Arbeit gezeigt wurde – die Weltsystemstrukturen verändern. Deshalb sollte sich die Institutionalisierung der Technikbewertung naheliegenderweise auf derselben Ebene befinden, auf der sich Technikfolgen bemerkbar machen: nämlich auf der globalen. Renate Mayntz sieht jedoch bezüglich einer globalen Technikbewertung in der jetzigen Situation Schwierigkeiten:

„Unter den gegenwärtigen Bedingungen weltweiten Wettbewerbs nicht nur zwischen Unternehmen, sondern auch zwischen Nationen und Militärbündnissen, wird es keiner einzelnen Regierung gelingen, die Weiterentwicklung einer politisch unerwünschten Technik zu verhindern, solange diese Wettbewerbsvorteile verspricht.“ (Mayntz 1991: 55)

Da die Einführung biotechnischer Rohstoffsubstitute allerdings nicht per se rentabel ist und somit Wettbewerbsvorteile und Rentabilitäten erst politisch geschaffen werden müssen, kann eine Technikbewertung auf globaler Ebene den Erfolg von biotechnischen Rohstoffsubstituten beeinflussen.

Das Konzept der *Global Governance*, vorgeschlagen durch den programmatischen Text 'Our global Neighbourhood' der 'Commission on Global Governance' (Commission on Global Governance 1998 [1995]), repräsentiert die Neuerungen im Bereich der politischen Handlungsfähigkeit auf globaler Ebene. Das System zwischenstaatlicher Beziehungen und

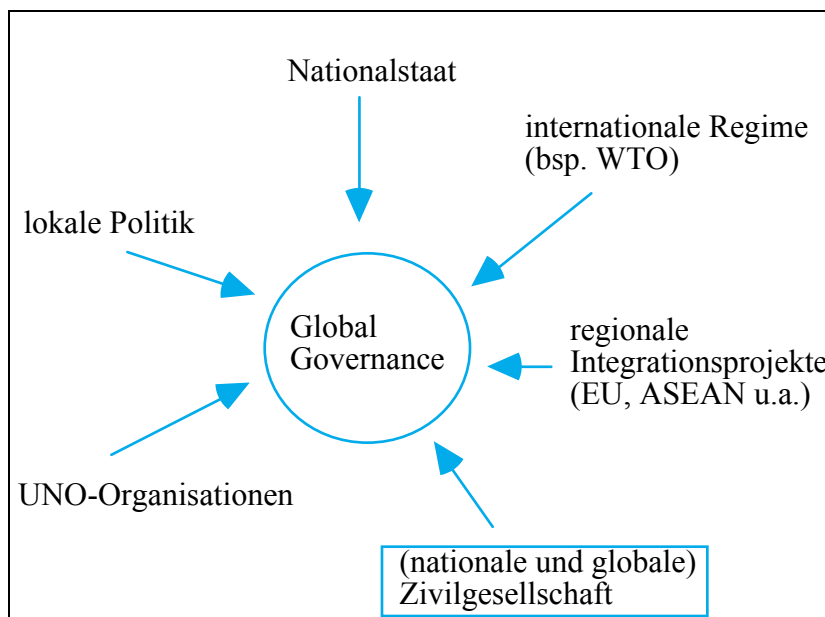
deren Regulation durch internationale Regime soll neu durch Nichtregierungsorganisationen (NGOs⁶³), multinationale Konzerne und die Institution des globalen Finanzmarkts erweitert werden (Commission on Global Governance 1998: 1). Die Global Governance bildet somit ein Kontrastprogramm zu den bis jetzt bestehenden Hegemoniekonzepten. Durch dieses politische Handlungskonzept werden in erster Linie starre nationalstaatliche Strukturen aufgebrochen und Akteure sowohl transnationaler wie auch regionaler Ebenen zugelassen:

„Global Governance verlangt vor diesem Hintergrund die Akzeptanz geteilter Souveränitäten durch Übertragung von Handlungskompetenzen auf lokale, regionale und globale Organisationen zur Lösung von Problemen, die Nationalstaaten nicht mehr im Alleingang lösen können.“ (Messner und Nuscheler 1997: 343/344)

Zweitens soll Global Governance die Zusammenarbeit von internationalen Regimen verdichten. Und drittens meint Global Governance die Orientierung der Politik am Weltgemeinwohl: „Auch im internationalen Rahmen gilt, dass Demokratisierung, der Abbau von Entwicklungsdisparitäten und wirtschaftliche Verflechtung die Kooperationsfähigkeit zwischen Nationen tendenziell verbessern.“ (Messner und Nuscheler 1997: 344)

Die folgende Abbildung 9 stellt die verschiedenen Ebenen der Global Governance dar:

Abbildung 9: Global Governance



Quelle: Messner und Nuscheler 1997: 346

Während der Nationalstaat, die internationalen Regime, die regionalen Integrationsprojekte und die UNO-Organisationen bereits seit längerer Zeit den transnationalen Handlungsbereich repräsentierten, stellt die zusätzliche Einbettung der lokalen Politik und der nationalen und globalen Zivilgesellschaft ein Novum dar. Im folgenden möchte ich der

⁶³ NGOs (Non-governmental organizations) oder NROs (Nicht-Regierungs-Organisationen) werden aufgrund ihrer Bezeichnung negativ definiert: darunter fallen alle Organisationen, die nicht durch den Staat gegründet wurden, also auch Lobbyorganisationen der Wirtschaft. Verschiedene Konzepte versuchen, diesen Begriff zu unterteilen (vgl. auch Klein 1997: 318 ff.). Ich werde im weiteren den Begriff der NGOs als Bezeichnung derjenigen Organisationen des 'Non Profit'- Bereichs verwenden, die nicht-private Interessen verfolgen und im Sinne einer 'Anwaltschaft' für die Belange der Menschheit eintreten.

Frage nachgehen, inwiefern eine globale, demokratische Technikbewertung mittels Einbindung der globalen Zivilgesellschaft in internationale Organisationen möglich ist und ob die globale Zivilgesellschaft geeignet ist, stellvertretend für und legitimiert durch die Weltbürger im Sinne eines *partizipativen Verfahrens* Technikbewertung zu betreiben.

9.2 Die Zivilgesellschaft als korrektive Instanz

Der Begriff der Zivilgesellschaft existiert bereits seit einiger Zeit, bezog sich bis anhin jedoch vor allem auf den Nationalstaat. Zwischen Markt und Staat verortet, bezeichnet sie einen Raum des gesellschaftlichen Zusammenlebens, der nicht durch den Staat konstituiert wird (Altvater 1997: 254).

Antonio Gramsci gilt als einer der Vertreter der Zivilgesellschaft im nationalstaatlichen Rahmen. Bereits Anfang dieses Jahrhunderts definierte er die Zivilgesellschaft als nicht-öffentliche, private Ebene der Gesellschaft (Gramsci 1991: 1502). In der Zivilgesellschaft wird die kulturelle Hegemonie geschaffen (vgl. im folgenden mit Demirovic 1998: 101ff.). Private Hegemonieapparate wie die Kirche, Schulen, Wirtschaftsverbände, Gewerkschaften, Wissenschaftsgesellschaften usw. organisieren den nationalstaatlichen Konsens. Einzelne Gruppen bilden diese kulturellen Hegemonieapparate der Zivilgesellschaft, von Gramsci als Intellektuelle bezeichnet. Diese gelten als „Gehilfen der herrschenden Gruppe“ (Gramsci 1991: 1502), indem sie durch ihren Status Übereinstimmung in Bewertungen und folglich Konsens unter der Bevölkerung erzeugen. Die Zivilgesellschaft im Sinne Gramscis dient mittels der kulturellen Deutung der Intellektuellen als herrschaftssichernd.

Diejenigen Texte, die sich mit der globalen Zivilgesellschaft (referiert wird auch auf die transnationale und die internationale Zivilgesellschaft) beschäftigen, deuten den Begriff der nationalstaatlichen Zivilgesellschaft, der die herrschaftssichernde Funktion der Intellektuellen herausstreicht, um in eine herrschaftsfreie Kommunikation, bei der alle teilnehmen können. Die globale Zivilgesellschaft gilt als „die Infrastruktur und der Ort einer als herrschaftsfrei gedachten öffentlichen Kommunikation und Selbstorganisation demokratischer Aktivbürger“ (Demirovic 1998: 104).

Nebst den multinationalen Konzernen, die sich schon seit einiger Zeit global betätigen, treten transnationale soziale Bewegungen neuerdings verstärkt auf dem globalen Parkett auf. Ihre Entstehung wird nicht auf die wirtschaftliche, sondern auf die *kulturelle Globalisierung* zurückgeführt: die westliche Bildungs- und Wertediffusion begründet die transnationale Zivilgesellschaft (Bornschieer 1997: 440). Zudem schaffen weltweit operierende Massenmedien (Stichwort CNN) eine Weltöffentlichkeit (Shaw 1998: 241/242; Herzka 1995).

Die Kommission der 'Global Governance', die von 28 (ehemaligen) Staatspräsidenten geführt wird, beschreibt die Zivilgesellschaft folgendermassen:

„This term covers a multitude of institutions, voluntary associations, and networks - women's groups, trade unions, chambers of commerce, farming or housing co-operatives, neighbourhood watch associations, religion-based organizations, and so on. Such groups channel the interests and energies of many communities outside government, from business and the professions to individuals working for the welfare of children or a healthier planet.“ (Commission on Global Governance 1998: 13)

Die Bewegung der Nichtregierungsorganisationen kann als „Organisationskern einer zwar noch schwach entwickelten, aber global orientierten „internationalen Zivilgesellschaft“ mit der Vision einer Welt-Bürgerschaft“ (Messner und Nuscheler 1997: 339) bezeichnet werden. NGOs können Beobachterstatus bei internationalen Organisationen einnehmen, als sachkompetente Berater und als Vertreter in Regierungsdelegationen auf globaler Ebene aktiv werden. Anthony Giddens beschreibt in einem Zeitungsinterview die aktive Teilnahme der globalen Zivilgesellschaft und gibt ein Beispiel der von ihm genannten Sub-Politik:

„Viele Leute arbeiten unterhalb der politischen Ebene, aber oberhalb der Ebene des Nationalstaates und bilden eine Art globaler Infrastruktur. Sie beschäftigen sich zudem mit Fragen sozialer Gerechtigkeit und der Ökologie. Denken Sie an die Rolle von Greenpeace in der Konfrontation mit Shell. Das war eine wichtige Auseinandersetzung zwischen zwei Versionen der Globalisierung.“ (Giddens 1998: 2)

Die Zivilgesellschaft soll als Korrekturinstanz in denjenigen Feldern auftreten, in denen Nationalstaaten über keine umfassende Handlungsautonomie verfügen (vgl. im folgenden mit Messner und Nuscheler 1997: 349f.). Zivilgesellschaftliche Institutionen (beispielsweise Gewerkschaften, Unternehmensverbände und Umweltorganisationen) können diese Lücke füllen. Sie können Problemfelder aufgreifen, um die sich der Nationalstaat nicht kümmert und sich als relevante Vertreter innerhalb der Weltgesellschaft etablieren.

Trotzdem sollte in der stärkeren Beteiligung von Nichtregierungsorganisationen nicht das alleinige Mittel zur Rückgewinnung politischer Handlungsfähigkeit auf globaler Ebene gesucht werden. NGOs vertreten trotz ihres anwaltschaftlichen Anspruchs, wie andere Organisationen auch, Partikularinteressen: „Aber die Überlagerung und Ergänzung von Aktivitäten von Parlamenten, staatlichen Institutionen und privaten Organisationen können zu deren wechselseitiger Demokratisierung beitragen.“ (Messner und Nuscheler 1997: 350)

Ausserdem ist darauf hinzuweisen, dass es sich bei der Integration in NGOs zeitgleich auch um eine Exklusion derjenigen handelt, die nicht an der globalen Zivilgesellschaft teilnehmen: sei es aus Ablehnung oder aus Nicht-Vermögen aufgrund unzureichender Ressourcenausstattung (beispielsweise Bildung, Zeit usw.).

Die Einbindung von NGOs in internationale Entscheidungssysteme wird nicht überall angestrebt. Während die WTO oder der Internationale Währungsfonds als Institutionen des Marktes nicht demokratisch legitimiert werden wollen, verhält es sich bei den UNO-Konferenzen umgekehrt: „Hier wird die Partizipation gesellschaftlicher Akteure zur Herstellung von Legitimation und Erzeugung von Glaubwürdigkeit durchaus gesucht.“ (Brunnengräber 1997: 263)

9.3 Biotechnische Rohstoffsubstitutionen als Thema der globalen Zivilgesellschaft

Als Beispiel der Schaffung internationaler Öffentlichkeit durch die globale Zivilgesellschaft kann das vorliegende Thema gelten. Durch die Zusammenarbeit von Universitäten, NGOs und internationalen Organisationen – im vorliegenden Fall die ILO und die OECD – war es dem Thema der biotechnischen Rohstoffsubstitutionen und seiner Auswirkungen auf (semi)periphere Staaten möglich, international beachtet zu werden. Die Schaffung internationaler Öffentlichkeit kann als Frühwarnungsmöglichkeit verstanden werden und erfüllt so bereits teilweise das Ziel einer Technikfolgenabschätzung. Zur Verständnis des Zusammenwirkens der verschiedenen Akteure werde ich den *Lebenszyklus* dieses Themas veranschaulichen.

1985 wurde das Thema der biotechnischen Rohstoffsubstitutionen zum ersten Mal angesprochen: Martin Kenney und Frederick Buttel – Assistenzprofessoren der Agrarsoziologie in den USA – wiesen in einem Artikel auf die möglichen Auswirkungen der Biotechnologie auf (semi)periphere Staaten hin.

Gerd Junne, Professor der Internationalen Beziehungen in Amsterdam, begann bereits 1986 damit, verschiedene Artikel zu diesem Thema zu publizieren. Unter anderem auch aufgrund seiner Initiative entstand der 'Biotechnology and Development Monitors', eine Publikation, der diese Untersuchung grundlegende Informationen verdankt. Der Biotechnology and Development Monitor wird vom Departement der Politischen Wissenschaften von Amsterdam und dem niederländischen Aussenministerium finanziert und verarbeitet seit

1990 in seinen Artikeln biotechnologische Themen, die für (semi)periphere Staaten von Interesse sind.

Nach Gerd Junne publizierte Henk Hobbelink 1988 Bücher zu diesem Thema. Henk Hobbelink ist Agronom und Mitglied der NGO 'GRAIN' mit Sitz in Barcelona, die sich hauptsächlich für den Schutz der Biodiversität einsetzt. Ebenfalls bereits Mitte der 1980er Jahre folgten Publikationen im Communiqué des Rural Advancement Funds International (RAFI), einer weiteren NGO, die Büros in Kanada und den USA unterhält. RAFI engagiert sich hauptsächlich im Bereich der Biodiversität und der verantwortlichen Technologieentwicklung im Bereich der Agrargesellschaften.

Darauf folgte 1989 die OECD mit einem Biotechnologie-Report, der bereits Prognosen über die unterschiedliche Verwundbarkeit gewisser Länder in Bezug auf die biotechnischen Rohstoffsubstitutionen aufstellte. Danach äusserten sich 1995 sowohl Regina Galhardi, Mitarbeiterin der ILO, als auch das Technikfolgenabschätzungsbüro des Deutschen Bundestags zur Fragestellung der biotechnischen Rohstoffsubstitutionen und ihren Auswirkungen auf den Nord-Süd-Handel.

Die Diffusion dieses Themas und der Einbezug der beteiligten Akteure zeigen die Schaffung einer internationalen Öffentlichkeit durch das Wirken der globalen Zivilgesellschaft: Ausgehend vom universitären Umfeld diffundierte die Fragestellung der biotechnischen Rohstoffsubstitutionen zu den NGOs und weiter zu internationalen Organisationen und zu politischen Akteuren. Anhand dieses Themas kann aufgezeigt werden, dass die globale Zivilgesellschaft nicht nur allein durch NGOs begründet wird, sondern dass sich auch Wissenschaftler und VertreterInnen internationaler Organisationen durch ihre Themenwahl in die globale Zivilgesellschaft integrieren.

An der Diffusion dieses Themas lässt sich ebenfalls auch die *Exklusion nicht-industrialisierter Akteure* beobachten und damit das drängende Problem der globalen Zivilgesellschaft diskutieren: wie lassen sich auch (semi)periphere Akteure integrieren? Da dieses Thema vor allem die Betroffenheit (semi)peripherer Produzenten untersucht, erstaunt es, dass diese kaum selbst am Dialog teilnehmen. Die Diffusion des Themas der biotechnischen Rohstoffsubstitutionen erinnert an die frühe Definition der Zivilgesellschaft von Antonio Gramsci: Intellektuelle benennen relevante Themen in einem hierarchischen Dialog. Betroffene und damit ein Grossteil der „demokratischen Aktivbürger“ (Demirovic 1998: 104) bleiben aussen vor.

Dasselbe Problem wird sich auch bei der verstärkten Einbindung von NGOs im Konzept der Global Governance zeigen: Ist es möglich, dass nur einige westliche NGOs die *globale* Zivilgesellschaft repräsentieren? Gerade bei der Technikbewertung auf globaler Ebene – um wieder zur anfänglichen Fragestellung zurückzukehren – erscheint eine Zivilgesellschaft, die nur durch westliche NGOs repräsentiert wird, nicht legitimiert, die (Un)Erwünschbarkeit einer Technik normativ zu diskutieren und mögliche Lösungsvorschläge zu erörtern. Betroffene Akteure müssten ebenfalls in eine Technikbewertung und damit auch in die Diskussion um Lösungsmöglichkeiten einbezogen werden.

Folgende Lösungsmöglichkeiten laden zur Diskussion ein:

1. Der altbekannte Ratschlag, die hauptsächlichliche Ausfuhr von in Monokulturen erzeugten Rohstoffen aufzugeben und eine Exportdiversifizierung einzuleiten.
2. Die Entwicklung von alternativen Verwendungszwecken von potentiell substituierbaren Rohstoffen (Panchamukhi/Kumar 1988: 222).
3. Kompensatorische Zahlungen des Zentrums an (semi)periphere Staaten zum Ausgleich der verlorenen Exporterlöse (Panchamukhi/Kumar 1988: 222).

4. Das Labelling der Produkte, die biotechnische Rohstoffsubstitute enthalten: die KonsumentInnen könnten durch ihre Wahlhandlungen ihre Bewertung der Erwünschtheit dieser Technik kundtun und eventuell solidarisch mit (semi)peripheren Akteuren handeln.
5. Das Abschliessen von langfristigen Abnahmeverträgen durch periphere Staaten mit importierenden Staaten.
6. Die verstärkte Kontrolle des Exports genetischer Ressourcen (semi)peripherer Staaten (Junne 1991a: 295).

Langfristig jedoch erscheint nur die Abkehr von der von David Ricardo geäußerten These der 'komparativen Kostenvorteile', wonach (semi)periphere Staaten in der Produktion von Rohstoffen einen natürlichen Vorteil haben, sinnvoll. Dieses an sich gute Rezept innerhalb eines Marktaustausches, bei dem vollkommene Konkurrenz herrscht, verkehrt sich angesichts der Machtasymmetrien zwischen Zentrums- und peripheren Staaten auf den Agrarmärkten ins Gegenteil: Die doppelte Verzerrung der Weltagrarmärkte – bedingt durch die Agrarpolitik der westlichen Industrieländer und der Marktmacht des internationalen Grosshandels (Egger et al. 1992: 21) – verhindert die Umsetzung natürlicher komparativer Kostenvorteile in Gewinne. Die Konzentration peripherer Staaten auf ihre komparativen Kostenvorteile wird durch die Entwicklung biotechnischer Rohstoffsubstitute weiter in Frage gestellt.

9.4 Zusammenfassung

Als Vertreter der globalen Zivilgesellschaft, die aufgrund der kulturellen Globalisierung entsteht, gelten NGOs. Diese können gemäss dem Konzept der Global Governance auf der globalen Ebene Einfluss auf politische Entscheide nehmen. In einer globalen Technikbewertung, die wegen der weltweiten Diffusion neuer Techniken notwendig wird, erscheint die Teilnahme der NGOs im Sinne eines partizipativen Verfahrens wichtig. Gerade das Thema der biotechnischen Rohstoffsubstitute scheint ein Paradebeispiel für die Arbeit der globalen Zivilgesellschaft zu sein, die in einem Geflecht von Universitäten, NGOs und internationalen Organisationen auf dieses Thema aufmerksam machte.

Nur stellt sich die Frage nach der Legitimität der bereits bestehenden globalen Zivilgesellschaft. Wie anhand des vorliegenden Themas gezeigt wurde, nehmen hauptsächlich westliche NGOs an der Diskussion teil, südliche NGOs bleiben ausgeschlossen. Gerade bei der Bewertung von Lösungsvorschlägen scheint dies problematisch zu sein. Da sich das Nord-Süd-Gefälle auch im Bereich der globalen Zivilgesellschaft reproduziert, müsste, damit eine tatsächliche Legitimierung der globalen Zivilgesellschaft erreicht wird, ein 'Empowerment' der kleinen NGOs in (semi)peripheren Staaten stattfinden. Der globalen Zivilgesellschaft darf nicht derselbe Fehler unterlaufen wie der ökonomischen Globalisierung, die sich allein aufgrund einer verstärkten westlichen Vernetzung euphemistisch als globale Vernetzung bezeichnet, sonst verliert sie ihre Glaubwürdigkeit.

10. Schlussfolgerung

Im Zentrum dieser Arbeit stand der Versuch, die makrosoziologische Fragestellung zu beantworten, ob die Einführung biotechnischer Rohstoffsubstitute zukünftig die Weltsystemstruktur verändern kann.

Da es sich bei dieser Fragestellung um eine Frage nach zukünftigen Ereignissen handelt, erschien die *Technikfolgenabschätzungsmethode* geeignet, mögliche Folgen aufzuzeigen. Die Ermittlung potentieller Handlungsoptionen versuchte, die *Technikbewertung* und damit die normative Einschätzung der (Un)Erwünschbarkeit der biotechnischen Rohstoffsubstitutionen auf globaler Ebene zu verorten und die globale Zivilgesellschaft zur Demokratisierung der Technikbewertung einzubinden.

Kurz zusammengefasst lieferte diese Arbeit folgende Ergebnisse: Die Biotechnologie kann im Agrar- und Nahrungsmittelbereich als *Substitutionstechnologie* bezeichnet werden, da sie primär keine neuen Produkte erzeugt, sondern bereits bestehende verändert. Die Rationalisierungsbestrebung dieser Technologie richtet sich auf den Faktor Boden. Durch ihren Substitutionscharakter kann die Biotechnologie Rohstoffexporte (semi)peripherer Staaten verdrängen. Identifiziert wurden sieben Rohstoffgruppen, die durch die Biotechnologien der zweiten Generation (Enzymtechniken, Produktion einzelliger Proteine und Gewebekulturtechniken) substituiert werden können. Es sind dies: Tierfutterbestandteile (Erdnussmehl, Fischmehl, Sojabohnen), Pflanzenöle (darunter vor allem Kakaobutter), Zucker und Thaumatin, Kaffee, Gummiarabikum und Kautschuk, Vanille und Pyrethrum.

Nach der Identifikation der relevanten Techniken und der Rohstoffe wurde das gesellschaftliche Umfeld betrachtet. Das Weltsystem zeichnet sich durch *Handelsasymmetrien* aus: Während das Zentrum und die Semiperipherie 1 hauptsächlich verarbeitete Güter exportieren, sind die Semiperipherie 2 und die Peripherie 1 mittels Rohstoffexporten eingebunden. Die 'Vierte Welt' ist handelsmässig nicht im Weltsystem integriert und damit marginalisiert. Auch die ökonomische Globalisierung verändert die Weltsystemstruktur nicht wesentlich, findet der verstärkte internationale Handel doch hauptsächlich im Zentrum und in den Schwellenländern statt. Periphere Staaten bleiben weiterhin aussen vor.

Die WTO als Agentin des Freihandels und Vertreterin der politischen Globalisierung kann durch die Unterzeichnung des TRIPS-Vertrags vermehrt Anreize zu biotechnischen Substitutionen geben, da die durch Patentierung erzeugte Monopolrente weltweit geschützt wird. Auch das 'Agreement on Agriculture' des GATT, das in erster Linie peripheren Staaten nutzen soll, da es die Exportsubventionen auf Agrarrohstoffe industrialisierter Staaten reduziert, kann aufgrund der zu vermutenden steigenden Rohstoffpreise auf den Weltmärkten Anreize zur Rohstoffsubstitutionen geben.

Zwei institutionelle Akteure zeigen sich hauptsächlich für den technischen Fortschritt verantwortlich: der Staat und die multinationalen Unternehmen. Der weltweite Biotechnologiemarkt ist durch multinationale Konzerne oligopolistisch strukturiert. Während die Kooperation zwischen dem Staat und der Industrie in den Zentrumsländern funktioniert, ist sie in peripheren Staaten mit Ineffizienzen versehen. Die Kooperation zwischen Staaten und Unternehmen erzeugt nationalstaatliche *technologische Potentiale*. Diese sind analog zum Zentrum-Peripherie-Gefälle ungleich verteilt.

Das Fallbeispiel der *Zuckersubstitution* durch den High Fructose Corn Syrup HFCS in den USA und Japan verdeutlichte, dass es zur Durchführung einer Rohstoffsubstitution geeignete politische Rahmenbedingungen und die politische Schaffung von Rentabilität bedarf: Hätten sowohl die USA wie auch Japan den Zucker zu Weltmarktpreisen eingekauft, hätte sich die Substitution durch den maishaltigen HFCS nicht gelohnt. Die Alternativstrategien der beiden betroffenen Zuckerexporteure Brasilien und den

Philippinen zeigte, dass (semi)periphere Staaten unterschiedliche Kapazitäten zur erfolgreichen Entwicklung von Alternativstrategien aufweisen: Während Brasilien mit dem überschüssigen Rohzucker die Ethanolproduktion ankurbelte, versagte die Umstellung weg von der Zuckermonokultur der Philippinen.

Die *Szenariogestaltung* zeigte, dass mit drei Substitutionen zu rechnen ist: erstens mit der Zentrum-Peripherie-Substitution, zweitens mit der Peripherie-Peripherie-Substitution und drittens mit der innerstaatlichen Substitution von kleinen zu grossen Bauern. Bezüglich der Veränderung der Weltsystemstruktur ergab die Szenariogestaltung als plausibelste Lösung und unter der Annahme, dass biotechnische Rohstoffsubstitutionen zukünftig in grösserem Masse rentabel werden, die Teilmarginalisierung einiger Staaten der Peripherie 1, die mittels potentiell substituierbaren Rohstoffexporten in das Weltsystem integriert sind. Da sich das Zentrum mit Hilfe der substitutiven Biotechniken selbst mit tropischen Rohstoffen versorgen könnte, würde die Nachfrage auf den Weltmärkten abnehmen. Bei einer Überproduktion der tropischen Rohstoffe im Zentrum würden die industrialisierten Staaten auf den Weltmärkten mit den Exporten der (semi)peripheren Staaten in Konkurrenz treten. Da gewisse periphere Staaten aufgrund der biotechnischen Rohstoffsubstitutionen im Zentrum ihre tropischen Rohstoffe nicht mehr exportieren könnten, würden die Rohstoffexporte dieser Länder und ihre Exporteinnahmen drastisch sinken. Ein Abstieg in die marginalisierte Zone des Weltsystems wäre möglich.

Als *verwundbarste Staaten* (aufgrund ihrer kritischen Exportstruktur und ihrer Technologieschwäche) wurden bei der Kakaobuttersubstitution durch Palmöl Ghana und die Elfenbeinküste identifiziert. Eine Zuckersubstitution könnte vor allem Mauritius, Fiji und Guyana hart treffen. Kambodscha scheint bei der Kautschuk-Substitution am verwundbarsten. Und bei einem Verdrängungswettbewerb aufgrund der Gewebekulturanwendung beim Kaffee scheinen Burundi, Äthiopien, Uganda und Ruanda stark betroffen. Die Vanillesubstitution trifft die Kleinbauern Madagaskars am stärksten, die Kleinbauern Kenyas sind bei der Pyrethrumsubstitution am verwundbarsten.

Eine Veränderung der Weltsystemstruktur könnte folglich in einer *verstärkten Polarisierung* bestehen. Die *Länderprognosen* zeigten, dass Burundi, Ruanda, Äthiopien, Uganda und Kambodscha, die bereits den LLDC-Status haben, durch die Substitutionsbestrebungen im Bereich des Kaffees innerhalb der marginalisierten Zone noch weiter marginalisiert werden könnten. Als potentielle Absteiger von der Peripherie 1 in die marginalisierte Zone gelten vor allem die Elfenbeinküste und Ghana. Diese könnten bei einer erfolgreichen Kakaosubstitution durch Palmöl bis zur Hälfte ihrer Exporteinnahmen verlieren. In der gleichen Zeit könnten gewisse Staaten der Semiperipherie 2 stärker in die Weltwirtschaft integriert werden, da sie durch die erfolgreiche Anwendung der substitutiven Biotechniken die Rohstoffanteile der Staaten der Peripherie 1 übernehmen könnten. Als Beispiel kann Malaysia angeführt werden, das mit einer aggressiven Agrarpolitik den Anbau des preisgünstigeren Palmöls fördert, das durch die Anwendung von Enzymtechniken die Kakaobutter verdrängen könnte. Der Trend der Abspaltung der Peripherie 2, der sich seit den 1960er Jahren zeigt, kann folglich durch die Einführung von biotechnischen Rohstoffen im Weltsystem noch weiter verstärkt werden.

Die Technikbewertung fragte schliesslich nach der gesellschaftlichen Regulation von Technikfolgen. Da - wie gezeigt wurde - Biotechniken der zweiten Generation die Weltsystemstruktur möglicherweise verändern können, ist die angebrachte Perspektive die globale Ebene. Das Konzept der *Global Governance* versucht, die durch die ökonomische Globalisierung beschnittene Handlungsfähigkeit der Nationalstaaten auf globaler Ebene zu reinstitutionalisieren. Mittels Einbindung der *globalen Zivilgesellschaft*, die durch den Prozess der kulturellen Globalisierung entsteht, erscheint es möglich, Technikbewertung auf globaler Ebene zu demokratisieren. Zur Legitimation der Vertretung der globalen Zivilgesellschaft durch NGOs und deren Demokratisierung fehlt die Teilnahme der südlichen NGOs. Diese

ist unabdingbar, wird doch sonst die globale Zivilgesellschaft nur durch einige industrialisierte NGOs repräsentiert, und Lösungsmöglichkeiten werden einseitig diskutiert.

Nachdem die Ergebnisse der Technikfolgenabschätzung und -bewertung bekannt sind, kann der Bogen zurück zu Kapitel 1 und zur Diskussion gespannt werden, welche Logiken der Entstehung von Technikfolgen zugrundeliegen. Diskutiert wurden die 'Eigenlogik des technischen Fortschritts', die 'Logik der ökonomischen Verwertung' und die 'Logik der Herrschaft'. Welcher Logik folgen nun die biotechnischen Rohstoffsubstitute und ihre Verteilungseffekte?

Einmal mehr muss der '*Eigenlogik des technischen Fortschritts*' widersprochen werden. Ich möchte betonen, dass die Entwicklung und die Folgewirkungen einer neuen Technologie nicht zwangsweise einem Technikdeterminismus folgt. Es sind nicht immer die effizientesten und kostengünstigsten Techniken, die sich durchsetzen und ihr Umfeld aufgrund einer Profitlogik zur Verwendung dieser Technik zwingen. Da viele bereits entwickelte Rohstoffsubstitute nicht rentabel sind, kann einerseits darauf gewartet werden, dass der technische Fortschritt diese Substitute rentabler macht. Andererseits können die Forschungsakteure – und das zeigt das Fallbeispiel des HFCS – versuchen, auf politischem Weg Rentabilitäten herzustellen. Aufgrund der machtvollen Akteure, die hinter der Entwicklung der rohstoffsubstituierenden Biotechniken stehen (multinationale Unternehmen), ist anzunehmen, dass in diesem Hinblick Einfluss ausgeübt wird.

Es stellt sich die Frage, ob die '*Logik der ökonomischen Verwertung*' im Bereich der Rohstoffsubstitute anzutreffen ist. Dies scheint schon eher einzutreffen, wie das Fallbeispiel des HFCS zeigt. Nur: die Möglichkeit zur ökonomischen Verwertung musste hier zuerst durch politische Rahmenbedingungen geschaffen werden. Erst das erfolgreiche Lobbying der Zuckerproduzenten in den USA und die darauffolgende Erhöhung der Zuckerpreise im Binnenmarkt erzeugten monetäre Anreize zur Zuckersubstitution durch den maishaltigen Sirup. Weiter zeigt die Analyse der regulierenden Mechanismen der WTO, dass die Agrarweltmärkte nicht allein naturgesetzlichen Marktimperativen folgen. Sie sind durch Machtkonstellationen potenter Akteure sozial konstruiert, wie das beispielsweise auch die Propagierung des TRIPS-Vertrags durch die industrialisierten Staaten zeigt. Es scheint mir wichtig zu betonen, dass Effizienz und Rentabilität immer auch im Hinblick auf das *durch soziale Akteure gestaltete* ökonomische System zu betrachten sind und diese Begriffe deshalb einen relativen Charakter haben. So können auf der Ebene der Weltagrarmärkte nicht zwei getrennte Systeme, ein ökonomisches und ein politisches, identifiziert werden. Vielmehr durchdringen sich diese beiden: das politische System folgt ökonomischen Imperativen, die es selbst erzeugt.

So scheint die '*Logik der Herrschaft*' doch die bestimmende Grösse zu sein, die die Folgen bei der Einführung von biotechnischen Rohstoffsubstituten im Weltsystem modelliert. Allgemein formuliert muss die Durchsetzung bestimmter Techniken in bezug auf das *politische* System betrachtet werden: Die Einführung gewisser Technologien sollte demzufolge immer auch als Mittel der Machtausübung potenter Gruppen verstanden werden.

Ebenfalls kann angenommen werden, dass die *Verteilungseffekte* als ein wichtiger Teil der Technikfolgen bei der Einführung von biotechnischen Rohstoffsubstituten die Ungleichheit im Weltsystem perpetuieren oder sogar verschärfen: Während die substitutiven Biotechniken hauptsächlich multinationalen Unternehmen und eventuell den KonsumentInnen im Zentrum zugute kommen könnte, scheinen Rohstoffproduzenten, die einen hohen Exportanteil von potentiell substituierbaren Rohstoffen haben, benachteiligt zu sein. Es scheint sich deshalb um keine integrative, sondern um eine polarisierende Technik zu handeln. Dieses Ergebnis verneint einen allgemeinen 'trickle down-Effekt', der beispielsweise von Carlota Perez unterstellt wird. Technischer Fortschritt muss so nicht per se zu einer allgemeinen Wohlstandserhöhung führen, bestimmte Verteilungsmechanismen können ebenfalls eine vermehrte Ungleichheit – auch im Weltsystem – erzeugen.

Gegenstand dieser Untersuchung waren Biotechnologien der zweiten Generation: Enzymtechnologien, Gewebekulturtechniken und die Produktion der einzelligen Proteine. Absichtlich wurde die Biotechnologie der dritten Generation, die *Gentechnologie*, nicht angesprochen, da vorerst Substitutionseffekte von Biotechnologien der zweiten Generation erwartet werden, während sich der Zeithorizont der Auswirkungen von gentechnisch veränderten Rohstoffen noch weiter vergrößert. Die transgenen „Superpflanzen“ (Albrecht 1997: 182), die tolerant gegen Boden- und Klimateigenheiten in allen klimatischen Zonen sind, gibt es momentan noch nicht. Die einzigen transgenen Nutzpflanzen, welche marktgängig sind, sind „[...] bis heute primär Produkte mit einer Toleranz gegen breit wirkende Herbizide oder mit der Fähigkeit der Bildung eines Toxins gegen Schädlinge.“ (Albrecht 1997: 182)

Bereits heute wird allerdings versucht, transgene Pflanzen zu entwickeln, die zu neuen Substitutionsprozessen Anlass geben könnten. Ein Beispiel ist der Transfer von Kakaogenen in Sojapflanzen (Galhardi 1995: 647). Dieser Transfer könnte den Anbau des tropischen Kakaos auch in unseren Breitengraden möglich machen und die peripheren Kakaoproduzenten weiter benachteiligen. Aufgrund der zu erwartenden technischen Innovationen im Bereich der Gentechnologie wird das Thema der biotechnischen Rohstoffsubstitute wohl noch länger aktuell bleiben.

Bibliographie

- Albrecht, Stephan (1997): TA zur Biotechnik. So what? In: Martinsen, Renate (Hrsg.) (1997): Politik und Biotechnologie. Die Zumutung der Zukunft. Baden-Baden: Nomos. 169-187.
- Altvater, Elmar; Mahnkopf, Birgit (1996): Grenzen der Globalisierung. Ökonomie, Ökologie und Politik in der Weltgesellschaft. Münster: Westfälisches Dampfboot.
- Altvater, Elmar (1997): Markt und Demokratie in Zeiten von Globalisierung und ökologischer Krise. In: Altvater, Elmar; Brunnengräber, Achim; Haake, Markus; Walk, Heike (Hrsg.) (1997): Vernetzt und Verstrickt. Nicht-Regierungs-Organisationen als gesellschaftliche Produktivkraft. Münster: Westfälisches Dampfboot. 241-248.
- Amin, Samir (1993): Social movements at the periphery. In: Wignaraja, Ponna (Hrsg.) (1993): New Social Movements in the South. Empowering the People. London & New Jersey: Zed Books. 76 - 100.
- Asian Development Bank (1995): Technology Transfer and Development: Implications for Developing Asia. Manila: Asian Development Bank.
- Baron, Waldemar M. (1995): Technikfolgenabschätzung. Ansätze zur Institutionalisierung und Chancen der Partizipation. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Baumeler, Carmen; Dirr, Carole (1998): Vertikaler Tausch und technologisches Potential. Forschungsprojekt an der Uni Zürich. Unveröffentlichtes Manuskript.
- Beck, Ulrich (1986): Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Beck, Ulrich (1997): Was ist Globalisierung? Irrtümer des Globalismus - Antworten auf Globalisierung. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Beck, Ulrich (1998): Die Politik der Technik. Weltrisikogesellschaft und ökologische Krise. In: Rammert, Werner (Hrsg.) (1998): Technik und Sozialtheorie. Frankfurt/New York: Campus. 261-292.
- Beisheim, Marianne; Walter, Gregor (1997): „Globalisierung“ - Kinderkrankheiten eines Konzepts. In: Zeitschrift für Internationale Beziehungen. 1997. Nr. 1. 153 - 180.
- Bhat, Mahadev G. (1996): Trade-related intellectual property rights to biological resources: Socioeconomic implications for developing countries. In: Ecological Economics. 1996. Nr.19. 205-217.
- Biotechnology and Development Monitor (1990): Negros. März 1990. Nr.2. 3-4.
- Biotechnology and Development Monitor (1990): Tate & Lyle: Largest sweetener producer in the world. März 1990. Nr. 2. 7-8.
- Biotechnology and Development Monitor (1990): Ethanol. März 1990. Nr. 2. 9-11.
- Biotechnology and Development Monitor (1990): Unilever and biotechnology. Juni 1990. Nr. 3. 9-10.
- Biotechnology and Development Monitor (1990): The new research strategy of IRRI. Juni 1990. Nr. 3. 20-21.
- Biotechnology and Development Monitor (1990): Reviews. Juni 1990. Nr. 3. 22-23.
- Biotechnology and Development Monitor (1990): Biotechnology in four South American countries. September 1990. Nr. 4. 13-17.

- Biotechnology and Development Monitor (1990): Coffee and Biotechnology. September 1990. Nr. 4. 20-22.
- Biotechnology and Development Monitor (1991): Nestlé. September 1991. Nr. 8. 7-8.
- Biotechnology and Development Monitor (1991): Ajinomoto. Dezember 1991. Nr. 9. 11-12.
- Biotechnology and Development Monitor (1992): Biotechnology and the current shift in the world's cocoa production. März 1992. Nr. 10. 12-13.
- Biotechnology and Development Monitor (1992): Vanilla production from cell culture scaled up. Juni 1992. Nr. 11. 12.
- Biotechnology and Development Monitor (1992): Pyrethrin producing microbes threaten Kenya's exports. September 1992. Nr. 12. 22.
- Biotechnology and Development Monitor (1992): Kenya's pyrethrum export under pressure. Dezember 1992. Nr. 13. 11.
- Biotechnology and Development Monitor (1993): India uses tissue culture to substitute edible oil imports. März 1993. Nr. 14. 8-9.
- Biotechnology and Development Monitor (1993): Côte d'Ivoire and the challenges of plant biotechnology. März 1993. Nr. 14. 18-19.
- Biotechnology and Development Monitor (1994): Rhône-Poulenc. März 1994. Nr. 18. 20-22.
- Biotechnology and Development Monitor (1994): Tissue culture for coffee: the case of Uganda. September 1994. Nr. 20. 19-20.
- Biotechnology and Development Monitor (1994): Natural pyrethrins and biotechnological alternatives. Dezember 1994. Nr.21. 12-13.
- Biotechnology and Development Monitor (1995): Technological changes and the perils of commodity production: Biotechnology and the Philippine coconut farmers. Juni 1995. Nr. 23. 6-10.
- Biotechnology and Development Monitor (1997): Setting research priorities through an international date palm network. März 1997. Nr. 30. 18-20.
- Bornschiefer, Volker; Hartlieb, Otto (1981). *Weltmarktabhängigkeit und Entwicklung: Übersicht über die Evidenzen und Reanalyse*. Zürich.
- Bornschiefer, Volker (1988): *Westliche Gesellschaft im Wandel*. Frankfurt a.M./New York: Campus.
- Bornschiefer, Volker; Trezzini, Bruno (1996): *Jenseits von Dependencia- versus Modernisierungstheorie: Differenzierungsprozesse in der Weltgesellschaft und ihre Erklärung*. In: Müller, Hans-Peter (Hrsg.) (1996): *Weltsystem und kulturelles Erbe*. Berlin: Reimer. 53-79.
- Bornschiefer, Volker (1997): *Zivilisierung der Weltgesellschaft trotz Hegemonie der Marktgemeinschaft?* In: Senghaas, Dieter (Hrsg.) (1997): *Frieden machen*. Frankfurt am Main: Suhrkamp. 421-443.
- Bornschiefer, Volker; Trezzini, Bruno (1997): *Social stratification and mobility in the world system: Different approaches and recent research*. In: *International Sociology*. 1997. Vol 12. Nr. 4. 429-455.
- Bornschiefer, Volker (1997/1998): *Weltgesellschaft*. Vorlesung Uni Zürich WS 97/98. Unveröffentlichtes Manuskript.
- Bornschiefer, Volker (1998): *Westliche Gesellschaft - Aufbau und Wandel*. Zürich: Seismo.

- Braunschweig, Thomas; Gotsch, Niklaus (1998): *Cocoa Biotechnology Research and Issues in Competitiveness: Guidelines for Assessing Potential Economic Impact*. Münster/Hamburg/London: Lit.
- Bretschger, Lucas (1996): *Wachstumstheorie*. München/Wien: Oldenbourg.
- Brunnengräber, Achim (1997): 'Global Governance' oder die Notwendigkeit eines neuen Globalkonzeptes – diskutiert am Beispiel der internationalen Klimapolitik. In: Altvater, Elmar; Brunnengräber, Achim; Haake, Markus; Walk, Heike (Hrsg.) (1997): *Vernetzt und Verstrickt. Nicht-Regierungs-Organisationen als gesellschaftliche Produktivkraft*. Münster: Westfälisches Dampfboot. 249-285.
- Burch, Kurt (1995): Intellectual property rights and the culture of global liberalism. In: *Science Communication*. Dezember 1995. Vol.17. Nr.2. 214-232.
- Buttel, Frederick H. (1995): *Biotechnology: An epoch-making technology?* In: Fransman, Martin; Junne, Gerd; Roobeek, Annemieke (Hrsg.) (1995): *The Biotechnology Revolution?* Oxford/Cambridge: Blackwell. 25-45.
- Cantwell, John (1997): *Globalization and development in Africa*. In: Dunning, John H.; Hamdani, Khalil A. (Hrsg.) (1997): *The New Globalism and Developing Countries*. Tokyo/New York/Paris: United Nations University Press. 155-180.
- Commission on Global Governance (1998): *Our Global Neighbourhood*. <http://www.cgg.ch/Chap1.html>
- Cottier, T. (1995): *The protection of intellectual property rights: A requirement for technical cooperation, foreign investment, and equitable returns in biotechnology prospecting*. In: Schweizerisches Zentrum für Internationale Landwirtschaft ZIL (Hrsg.) (1995): *Biotechnologie für Entwicklungsländer? Chancen und Risiken der Biotechnologie bei landwirtschaftlichen Nutzpflanzen. Eine Zusammenstellung der Vorträge des SVIAL/ZIL-Symposiums an der ETH Zürich, 8.-9. Juli 1994*. Zürich: vdf. 65-72.
- Dahms, Hans-Joachim (1994): *Positivismustreit. Die Auseinandersetzungen der Frankfurter Schule mit dem logischen Positivismus, dem amerikanischen Pragmatismus und dem kritischen Rationalismus*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Demirovic, Alex (1998): *Löwe und Fuchs. Antonio Gramscis Beitrag zu einer kritischen Theorie bürgerlicher Herrschaft*. In: Imbusch, Peter (Hrsg.) (1998): *Macht und Herrschaft. Sozialwissenschaftliche Konzeptionen und Theorien*. Opladen: Leske + Budrich.
- Dubs, Rolf (1987): *Volkswirtschaftslehre. Wirtschaftsbürgerkunde für Mittelschulen und zum Selbststudium*. Bern/Stuttgart: Paul Haupt.
- Egger, Urs; Rieder, Peter; Clemenz, Daniela (1992): *Internationale Agrarmärkte*. Zürich: vdf.
- Elsenhans, Hartmut (1977): *Ungleichheit und Unterentwicklung: Staat - Wirtschaft - Gesellschaft in der unterentwickelten Welt: Eine kommentierte Textsammlung*. Berliner Studien zur Internationalen Politik. Schriftenreihe Band 2. Berlin: Schindele.
- Elsenhans, Hartmut (1987): *Nord-Süd-Beziehungen: Geschichte - Politik - Wirtschaft*. Stuttgart: Kolhammer.
- Engels, Friedrich (1971): *Grundsätze des Kommunismus*. In: Marx, Karl; Engels, Friedrich: *Werke*. Band 4. Berlin: Dietz. 361-380.
- Freeman, Christopher; Clark, John; Soete, Luc (1982): *Unemployment and Technical Innovation. A Study of Long Waves and Economic Development*. London: Pinter.
- Freeman, Christopher; Soete, Luc (Hrsg.) (1987): *Technological Change and Full Employment*. Oxford/Cambridge: Basil Blackwell.

- Freeman, Christopher; Perez, Carlota (1988): Structural crisis of adjustment. In: Dosi, Giovanni (Hrsg.) (1988): *Technical Change and Economic Theory*. London/New York: Frances Pinter.
- Freeman, Christopher (1995): Technological revolutions: Historical analogies. In: Fransman, Martin; Junne, Gerd; Roobeek, Annemieke (Hrsg.) (1995): *The Biotechnology Revolution?* Oxford/Cambridge: Blackwell. 7-24.
- Fröbel, Volker; Heinrichs, Jürgen; Kreye, Otto (1977): *Die neue internationale Arbeitsteilung. Strukturelle Arbeitslosigkeit in den Industrieländern und die Industrialisierung der Entwicklungsländer*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Gabler (1997): *Wirtschaftslexikon*. 14. Auflage. Wiesbaden: Gabler GmbH.
- Galhardi, Regina (1994): Brazilian policy for biotechnology: A critical review. In: *Science and Public Policy*. December 1994. Vol. 21. Nr. 6. 395-403.
- Galhardi, Regina (1995): The impact of biotechnology on North-South trade. Implications for employment in Latin America. In: *Futures*. 1995. Vol. 27. Nr. 6. 641-656.
- Galtung, Johan (1971): A structural theory of imperialism. International Peace Research Institute Oslo, University of Oslo. In: *Journal of Peace Research*. 1971. Nr. 8. 81-117.
- Galtung, Johan (1980): Eine strukturelle Theorie des Imperialismus. In: Senghaas, D. (Hrsg.) (1980): *Imperialismus und strukturelle Gewalt: Analysen über abhängige Reproduktion*. Frankfurt am Main: Suhrkamp. 29-104.
- Giddens, Anthony (1998): „Die Welt braucht dringend neue Ideen“. In: *Tagesanzeiger*. November 1998. Nr. 6. 2.
- Glaserfeld, Ernst von (1992): Konstruktion der Wirklichkeit und des Begriffs der Objektivität. In: Foerster, Heinz von (Hrsg.) (1992): *Einführung in den Konstruktivismus*. München/ Zürich: Piper. 9-39.
- Gonsen, Ruby (1998): *Technological Capabilities in Developing Countries. Industrial Biotechnology in Mexico*. London: Macmillan Press.
- Goodman, David; Sorj, Bernardo; Wilkinson, John (1987): *From Farming to Biotechnology. A Theory of Agro-Industrial Development*. Oxford: Basil Blackwell.
- Gramsci, Antonio (1991): *Gefängnishefte: kritische Gesamtausgabe*. Band 6: *Philosophie der Praxis*. Hamburg: Argument.
- Habermas, Jürgen (1969): *Technik und Wissenschaft als >Ideologie<*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Habermas, Jürgen (1982): *Zur Logik der Sozialwissenschaften*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Hagedoorn, John; Schakenraad, Jos (1990): Strategic partnering and technological co-operation. In: Dankbaar, B. (Hrsg.) (1990): *Perspectives in Industrial Organization*. 171-191.
- Helle, Horst-Jürgen (1981): Technology Assessment – ein Instrument der Technologiepolitik. In: *Zeitschrift für Politik (ZfP)*. Organ der Hochschule für Politik München. November 1981. Nr. 4. 396 - 423.
- Herzka, Michael (1995): *Die Menschenrechtsbewegung in der Weltgesellschaft*. Bern: Peter Lang AG.
- Hirst, Paul; Thompson, Grahame (1996): *Globalization in Question. The International Economy and the Possibilities of Governance*. Cambridge: Polity Press.

- Hobbelink, Henk (1988): *La biotechnologie & l'agriculture du tiers monde. Espoir ou illusion?* Genève: Equilibres/Cetim.
- Hobbelink, Henk (1991): *Biotechnology and the Future of World Agriculture. The Fourth Resource.* London/New Jersey: Zed Books Ltd.
- Hotz-Hart, Beat; Reuter, Andreas; Vock, Patrick (1996): *Ökonomie und Politik der Technologie. Skript. 1. Auflage WS 96/97.* Zürich: Sozialökonomisches Seminar.
- Hotz-Hart, Beat; Reuter, Andreas; Vock, Patrick (1997): *Ökonomie und Politik der Technologie. Skript. 2. überarbeitete und erweiterte Auflage WS 97/98.* Zürich: Sozialökonomisches Seminar.
- Hotz-Hart, Beat; Kuchler, Carsten (1997): *Technologie: Herausforderung und Chance für die Beschäftigung.* Internes Papier des Bfk/Bern.
- Huisinga, R. (1985): *Technikfolgen-Bewertung. Bestandsaufnahme, Kritik, Perspektiven.* Frankfurt am Main.
- Jaccard, James; Turrisi, Robert; Wan, Choi K. (1990): *Interaction Effects in Multiple Regression.* Newbury Park/London/New Dehli: Sage publications.
- Junne, Gerd (1986): *Ruinöse Entwicklung. Auswirkungen der Biotechnologie auf die Agrarexporte der Dritten Welt.* In: *Der Überblick. Zeitschrift für ökumenische Begegnung und internationale Zusammenarbeit.* Dezember 1986. Nr. 4. 66-68.
- Junne, Gerd; Komen, John; Tomei, Frank (1989): *Dematerialization of production: Impact on raw material exports of developing countries.* In: *Third World Quarterly.* 1989. 11. 128-142.
- Junne, Gerd (1991): *The impact of biotechnology on international trade.* In: Sasson, A., Coslgrani, V. (Hrsg.) (1991): *Biotechnologies and Prospective Socio-Economic Implications for Developing Countries.* Paris: Unesco.
- Junne, Gerd (1991a): *Technologiepolitik und Kontrollstrategien für Biotechnologie in Entwicklungsländern.* In: Studier, A. (Hrsg.) (1991): *Biotechnologie - Mittel gegen den Welthunger.* Hamburg: Deutsches Übersee-Institut. 283-298.
- Junne, Gerd (1992): *Les grandes entreprises face à la révolution biotechnologique.* In: *Cahiers d'économie et sociologie rurales.* 1992. Nr.24-25. 143-159.
- Junne, Gerd (1995): *The impact of biotechnology on international trade.* In: Fransman, Martin; Junne, Gerd; Roobbeek, Annemieke (Hrsg.) (1995): *The Biotechnology Revolution?* Oxford & Cambridge: Blackwell. 354-367.
- Katz, Christine; Schmitt, Joachim J.; Hennen, Leonhard; Sauter, Arnold (1996): *Biotechnologien für die „Dritte Welt“. Eine entwicklungspolitische Perspektive?* Berlin: edition sigma.
- Katz, Jonathan; Sattelle, David B. (1991): *Biotechnologie für alle.* Cambridge: Hobsons Publishing.
- Kenney, Martin; Buttel, Frederick (1985): *Biotechnology: Prospects and dilemmas for Third World development.* In: *Development and Change.* 1985. Nr. 16. 61-91.
- Keuth, Herbert (1991): *Die Abhängigkeit der Wissenschaften von Wertungen und das Problem der Werturteilsfreiheit.* In: Lenk, Hans (Hrsg.)(1991): *Wissenschaft und Ethik.* Stuttgart: Reclam. 116-134.
- Kiely, Ray (1998): *Transnational companies, global capital and the Third World.* In: Kiely, Ray; Marfleet, Phil (Hrsg.) (1998): *Globalisation and the Third World.* London/New York: Routledge. 45-66.

- Klein, Ansgar (1997): Die NGOs als Bestandteil der Zivilgesellschaft und Träger einer partizipativen und demokratischen gesellschaftlichen Entwicklung. In: Altvater, Elmar; Brunnengräber, Achim; Haake, Markus; Walk, Heike (Hrsg.) (1997): Vernetzt und verstrickt. Nicht-Regierungs-Organisationen als gesellschaftliche Produktivkraft. Münster: Westfälisches Dampfboot. 308-332.
- Kowalski, Emil (1994): Möglichkeiten und Grenzen des Technology Assessment. In: Schweizerischer Wissenschaftsrat: Technology Assessment TA. 1994. Nr. 3. Bern: Schweizerischer Wissenschaftsrat.
- Krupp, Helmar (1989): Der Deutsche Bundestag braucht eigenständige Technikbewertung in Form von integrativer „Technikfolgen-Abschätzung und -Bewertung“ (10 Thesen). In: Rapp, Friedrich; Mai, Manfred (Hrsg.) (1989): Institutionen der Technikbewertung. Düsseldorf: VDI. 110-123.
- Lenski, Gerhard (1977): Macht und Privileg. Eine Theorie der sozialen Schichtung. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Lutz, Burkart (1987): Das Ende des Technikdeterminismus und die Folgen – soziologische Technikforschung vor neuen Aufgaben und neuen Problemen. In: Lutz, Burkart (Hrsg.): Technik und sozialer Wandel. Verhandlungen des 23. deutschen Soziologentages in Hamburg 1986. 34-52.
- Manske, Fred; Moon, Yong-Gap (1996): Technik und Gesellschaft – Anmerkungen zum Stand der sozialwissenschaftlichen Technikforschung. In: Soziologische Revue. 1996. Nr. 3. 317-326.
- Marcuse, Herbert (1967): Der eindimensionale Mensch. Studien zur Ideologie der fortgeschrittenen Industriegesellschaft. Darmstadt/Neuwied: Luchterhand.
- Marx, Karl (1971): Das Elend der Philosophie. Antwort auf Proudhons „Philosophie des Elends“. In: Marx, Karl; Engels, Friedrich (1971): Werke. Band 4. Berlin: Dietz. 63-182.
- Maskus, Keith E. (1989): Large costs and small benefits of the american sugar programme. In: The World Economy. 1989. Nr. 12. 85 - 104.
- Mayntz, Renate (1991): Politische Steuerung und Eigengesetzlichkeiten technischer Entwicklung - zu den Wirkungen von Technikfolgenabschätzung. In: Albach, H.; Schade, D.; Sinn, H. (Hrsg.) (1991): Technikfolgenforschung und Technikabschätzung. Tagung des Bundesministeriums für Forschung und Technologie. 22. Bis 24. Oktober 1990. Berlin: Springer. 45-64.
- Meadows, Dennis; Meadows, Donella; Zahn, Erich; Milling, Peter (1994): Die Grenzen des Wachstums. Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt.
- Menzel, Ulrich (1992): Das Ende der Dritten Welt und das Scheitern der grossen Theorie. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Messner, Dirk; Nuscheler, Franz (1997): Global Governance. Herausforderungen an der Schwelle zum 21. Jahrhundert. In: Senghaas, Dieter (Hrsg.) (1997): Frieden machen. Frankfurt am Main: Suhrkamp. 337-361.
- Missler-Behr, Magdalena (1995): Methoden der Szenario-Erstellung. In: Gausemeier, Jürgen (Hrsg.) (1995): Die Szenario-Technik – Werkzeug für den Umgang mit einer multiplen Zukunft. Paderborn: Heinz Nixdorf Institut. 43 - 62.
- Nohlen, Dieter; Nuscheler, Franz (Hrsg.) (1993): Handbuch der Dritten Welt. Band 1: Grundprobleme. Theorien. Strategien. Bonn: Dietz.
- Nohlen Dieter (Hrsg.) (1998): Lexikon Dritte Welt. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.

- Nollert, Michael (1996): Biotechnologienpolitik als neue Aufgabe der Europäischen Union: Regulation, Forschungspolitik und Interessenvermittlung im Bio- und Gentechniksektor. Forschungsbericht im Rahmen des Nationalfonds-Projekts „Die Genese der Einheitlichen Europäischen Akte“, unter Leitung von Prof. Dr. V. Bornschier. Unveröffentlichtes Manuskript.
- Nowotny, Helga (1998): „Wir brauchen Tauschzonen für Wissen“. In: Weltwoche. 1998. 18. Juni. Nr. 25. 57.
- OECD (1989): *Biotechnology: Economic and Wider Impacts*. Paris: OECD.
- OECD (1992): *Technology and the Economy: The Key Relationships*. Paris: OECD.
- Ogburn, William F. (1957): Die Theorie der kulturellen Phasenverschiebung (lag). In: Maus, Heinz; Fürstenberg, Friedrich (Hrsg.) (1969): William F. Ogburn. Kultur und sozialer Wandel. *Ausgewählte Schriften*. Berlin: Luchterhand. 134-145.
- Otero, Gerardo (1991): The coming revolution of biotechnology: A critique of Buttel. In: *Sociological Forum*. 1991. Vol. 6. Nr. 3. 551-565.
- Panchamukhi, V.R.; Kumar, Nagesh (1988): Impact on commodity exports. In: *Research an Information System for the Non-Aligned and Other Developing Countries* (Hrsg.) (1988): *Biotechnology Revolution and The Third World. Challenges and Policy Options*. New Dehli: Bharat Enterprises. 207-224.
- Porter, Alan L.; Rossini, Frederick A.; Carpenter, Stanley R. (Hrsg.) (1980): *A Guidebook for Technology Assessment and Impact Analysis*. New York/Oxford: North Holland.
- Potrykus, Ingo (1998): Transgene Pflanzen könnten helfen, Hungersnöte zu vermeiden. *NZZ*. 1998. 17. April. Nr. 88. 15.
- Perez, Carlota (1983): Structural change and assimilation of new technologies in the economic and social system. In: *Futures*. 1983. Vol. 15. Nr. 5. 357-375.
- Perez, Carlota (1985): Micro-electronics, long waves and world structural change: New perspectives for developing countries. In: *World Development*. 1985. Vol. 13. Nr. 3. 441-463.
- RAFI Communiqué (1991a): *Biotechnology and Natural Rubber - a Report on Work in Progress*. <http://www.rafi.org/communique/fltxt.19911.html>
- RAFI Communiqué (1991b): *UPDATE: Vanilla and Biotechnology*. <http://www.rafi.org/communique/fltxt/19912.html>
- RAFI Communiqué (1995): *Genetically Engineered High-Lauric Rapeseed (Canola): What Threat to Tropical Lauric Oil Producers?* <http://www.rafi.org/communique/fltxt/19952.html>
- Rammert, Werner (1993): *Technik aus soziologischer Perspektive. Forschungsstand, Theorieansätze, Fallbeispiele - ein Überblick*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Rammert, Werner (1994): Vom Nutzen der Technikgeneseforschung für die Technikfolgenabschätzung. In: Bechmann, Gotthard; Petermann, Thomas (Hrsg.) (1994): *Interdisziplinäre Technikforschung. Genese, Folgen, Diskurs*. Frankfurt/New York: Campus. 15-34.
- Reinhold, Gerd; Lamnek, Siegfried; Recker, Helga (Hrsg.) (1991): *Soziologie-Lexikon*. München/Wien: Oldenbourg.
- Ricardo, David (1988): *On the Principles of Political Economy, and Taxation*. London: John Murray.

- Rieder, P.(1995): Handelspolitische und agrarökonomische Voraussetzungen neuer Biotechnologien in der Landwirtschaft von Entwicklungsländern. In: Schweizerisches Zentrum für Internationale Landwirtschaft ZIL (Hrsg.) (1995): Biotechnologie für Entwicklungsländer? Chancen und Risiken der Biotechnologie bei landwirtschaftlichen Nutzpflanzen. Eine Zusammenstellung der Vorträge des SVIAL/ZIL-Symposiums an der ETH Zürich, 8.-9. Juli 1994. Zürich: Hochschulverlag AG ETH Zürich. 5-24.
- Rieder, Peter; Anwander Phan-huy, Sibyl (1998): Soziale und ökonomische Risiken der Gentechnologie im Agrarsektor. ETH Zürich. Unveröffentlichtes Manuskript.
- Roobeek, Annemieke (1995): Biotechnology: A core technology in a new techno-economic paradigm. In: Fransman, Martin; Junne, Gerd; Roobeek, Annemieke (Hrsg.) (1995): The Biotechnology Revolution? Oxford/Cambridge: Blackwell. 62 - 84.
- Ropohl, Günter (1981): Das neue Technikverständnis. In: Ropohl, Günter (Hrsg.) (1981): Interdisziplinäre Technikforschung. Beiträge zur Bewertung und Steuerung der technischen Entwicklung. Berlin: Schmidt. 11-24.
- Ropohl, Günter (1988): Konzeptionen der Technikbewertung. In: Daimler-Benz-Aktiengesellschaft (Hrsg.) (1988): Technikfolgenabschätzung und Technikbewertung: Konzeption, Anwendungsfälle, Perspektiven. Düsseldorf: VDI Verlag. 15-26.
- Schelsky, Helmut (1965): Der Mensch in der wissenschaftlichen Zivilisation. In: Schelsky, Helmut (1965): Auf der Suche nach Wirklichkeit. Gesammelte Aufsätze. Düsseldorf/Köln: Eugen Diederichs. 439-480.
- Schmidt-Gernig, Alexander (1998): Die gesellschaftliche Konstruktion der Zukunft. Westeuropäische Zukunftsforschung und Gesellschaftsplanung zwischen 1950 und 1980. In: Welttrends. Zeitschrift für internationale Politik und vergleichende Studien. 1998. Nr. 18. 63-84.
- Schuchardt, Wilgart; Wolf, Rainer (1990): Technikfolgenabschätzung und Technikbewertung: Möglichkeiten und Schwierigkeiten der Technikkontrolle und Technikregulierung. In: Ropohl, Günter; Schuchardt, Wilgart; Wolf, Rainer (Hrsg.) (1990): Schlüsseltexte zur Technikbewertung. Dortmund: ILS. 9-38.
- Schumpeter, Joseph (1912): Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung. Leipzig: Duncker & Humblot.
- Schweizerischer Wissenschaftsrat (1998): Das TA-Programm Schweiz stellt sich vor. Bern: Schweizerischer Wissenschaftsrat.
- Schweizerischer Wissenschaftsrat (1999): <http://www.admin.ch/swr/e/swr.html>
- Segner, Matthias (1976): Szenario-Technik. Methodische Darstellung und kritische Analyse. Forschungsreihe Systemtechnik. Bericht Nr. 8. Berlin: Technische Universität Berlin.
- Senti, Richard (1994): GATT-WTO. Die neue Welthandelsordnung nach der Uruguay-Runde. Zürich: Institut für Wirtschaftsforschung.
- Senti, Richard (1998): Macht kann man nicht totschiagen, man muss sie zählen. Betrachtungen zum Kräfteverhältnis im Welthandel. In: NZZ. 1998. 25. April. Nr. 95. 83.
- Shaw, Martin (1998): Die Repräsentation ferner Konflikte und die globale Zivilgesellschaft. In: Beck, Ulrich (Hrsg.) (1998): Perspektiven der Weltgesellschaft. Frankfurt am Main: Suhrkamp. 221-255.

- Smith, David A.; White, Douglas R. (1992): Structure and dynamics of the global economy: Network analysis of international trade 1965-1980. In: *Social Forces*. Juni 1992. Vol. 70. Nr. 4. 857-893.
- Smith, David A. (1993): Technology and the modern world-system: Some reflections. In: *Science, Technology, & Human Values*. 1993. Vol. 18. Nr. 2. 186-195.
- Spangenberg, Joachim (1992): *Das grüne Gold der Gene. Vom Angriff der Gentechnik auf das Leben in der 3. Welt*. Wuppertal: Hammer.
- Stevens, Robert D.; Jabara, Cathy L. (1988): *Agricultural Development Principles. Economic Theory and Empirical Evidence*. Baltimore/London: Johns Hopkins University Press.
- Strasser, Johann; Traube, Klaus (1982): Technik und Herrschaft. In: Jokisch, Rodrigo (Hrsg.) (1982): *Techniksoziologie*. Frankfurt am Main: Suhrkamp. 242 -334.
- Sträter, Detlev (1988): Szenarien als Instrument der Vorausschau in der räumlichen Planung. In: Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.) (1988): *Regionalprognosen. Methoden und ihre Anwendung*. Hannover: ARL. 417-440.
- Straubhaar, Thomas (1997): Auf dem Weg in die Wissensgesellschaft des 21. Jahrhunderts. Mikro- und makroökonomische Aspekte. In: *Die Volkswirtschaft*. 1997. Nr. 5. 14 - 20.
- Technikfolgenabschätzungsbüro des deutschen Bundestags (1995): Zusammenfassung des TAB-Arbeitsberichtes Nr. 34. Auswirkungen moderner Biotechnologien auf Entwicklungsländer und Folgen für die zukünftige Zusammenarbeit zwischen Industrie und Entwicklungsländern. <http://www.tab.fzk.de/deut/projekte/zusa/textab34.htm>
- Terlouw, C.P. (1993): The elusive semiperiphery: A critical examination of the concept semiperiphery. In: *International Journal of Comparative Sociology* XXXIV. 1993. Nr. 1-2. 87-102.
- The Economist (1990): The sale of Genentech. Test-tube trauma. 1990. 10. Februar. 69.
- Tichy, Gunther (1996): Was ist Technikfolgen-Abschätzung. In: Tichy, Gunther (Hrsg.) (1996): *Technikfolgenabschätzung in Österreich. Entscheidungshilfe in einer komplexen Welt. Beispiele aus der Praxis*. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. 12-29.
- Trezzini, Bruno (1996): Versuche zur netzwerkanalytischen Gliederung des modernen Weltsystems. In: Hans-Peter Müller (Hrsg.) (1996): *Weltsystem und kulturelles Erbe*. Berlin: Reimer. 21-52.
- Towalski, Z. ; Rothman, H. (1995): Enzyme technology. In: Fransman, Martin; Junne, Gerd; Roobeek, Annemieke (Hrsg.) (1995): *The Biotechnology Revolution?* Oxford/Cambridge: Blackwell. 104-114.
- UNCTAD (1994): *Handbook of International Trade and Development Statistics*. New York und Genf: UNO.
- UNESCO (1992): *Statistical Yearbook*. France: Unesco.
- UNESCO (1994): *Statistical Yearbook*. France: Unesco.
- UNESCO (1996): *Statistical Yearbook*. France: Unesco.
- UNESCO (1997): *Statistical Yearbook*. USA: Unesco.
- UNITED NATIONS (1990): *Statistical Yearbook*. New York: United Nations Publication.
- UNITED NATIONS (1991): *Statistical Yearbook*. New York: United Nations Publication.

- Vergopoulos, Kostas (1985): The end of agribusiness or the emergence of biotechnology. In: *International Social Science Journal*. 1985. Vol. 37. Nr. 3. 285-299.
- Verein Deutscher Ingenieure VDI (1989): Richtlinienentwurf „Empfehlungen zur Technikbewertung“. In: Rapp, Friedrich; Mai, Manfred (Hrsg.) (1989): *Institutionen der Technikbewertung. Standpunkte aus Wissenschaft, Politik und Wirtschaft. Vorträge und Diskussionen*. Düsseldorf: VDI. 209-242.
- Wajcman, Judy (1994): *Technik und Geschlecht: die feministische Technikdebatte*. Frankfurt am Main: Campus.
- Wallerstein, Immanuel (1974): The rise and future demise of the world capitalist system: Concepts for comparative analysis. In: *Comparative Studies in Society and History*. 1974. Nr. 16. 387-415.
- Walsh, V.; Galimberti, I. (1993): Firm strategies, globalisation and new technological paradigms. The case of biotechnology. In: Humbert, Marc (Hrsg.) (1993): *The Impact of Globalisation on Europe's Firms and Industries*. London: Pinter publishers. 175-190.
- Webber, David J. (ed.) (1990): *Biotechnology. Assessing Social Impacts and Policy Implications*. New York: Greenwood.
- Weber, Max (1976): *Wirtschaft und Gesellschaft. Grundriss der verstehenden Soziologie*. Fünfte, revidierte Auflage. 1. Halbband. Tübingen: Mohr.
- Weinbrenner, Peter (1998): Die Wiedergewinnung der Zukunftsfähigkeit durch Szenario-Technik. [http:// www.wiwi.uni-bielefeld.de/~weinbren/szenario.htm](http://www.wiwi.uni-bielefeld.de/~weinbren/szenario.htm)
- Weltbank (1995): *Weltentwicklungsbericht 1995*. Washington, D. C.: Weltbank.
- Witt, Ulrich (1992): Evolution as the theme of a new heterodoxy in economics. In: Witt, Ulrich (Hrsg.) (1992): *Explaining Process and Change. Approaches to Evolutionary Economics*. University of Michigan: the University of Michigan Press. 3-22.
- World Intellectual Property Organization (1990): *Industrial Property Monthly Review*. Vol. 29. Genf: WIPO.
- World Intellectual Property Organization (1993): *Industrial Property Monthly Review*. Vol. 32. Genf: WIPO.
- Zeilhofer, Markus (1995): *Technikfolgenpolitik. Zur Gestaltbarkeit des technischen Wandels*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Zilinskas, Raymond A. (1995): Biotechnology and the Third World: The missing link between research and applications. In: Fransman, Martin; Junne, Gerd; Roobeeck, Annemieke (Hrsg.) (1995): *The Biotechnology Revolution?* Oxford & Cambridge: Blackwell. 501-520.
- Zweck, Axel (1993): *Die Entwicklung der Technikfolgenabschätzung zum gesellschaftlichen Vermittlungsinstrument*. Opladen: Westdeutscher Verlag.

Anhang

Anhang 1

Rohstoff	Substitutive Biotechnik	Substitut	Funktion	Forschungs-akteur	Quelle
Erdnussmehl	SCP	SCP	Tiernahrung	UK-Firmen	OECD 1989: 88
Fischmehl	SCP	SCP	Tiernahrung	UK-Firmen	OECD 1989: 88
Fischmehl	SCP	SCP	Tiernahrung		Goodman et al. 1987: 129
Gummiarabikum	bakterielle Fermentation	„Aragum 3000“	Dickungsmittel	Tic Gums (USA)	Katz et al.: 1996: 95
Gummiarabikum	Gewebekulturtechnik	Acacia Senegal, Klone	Dickungsmittel	Tic Gums (USA)	Hobbelink 1988: 41
Kaffee	biotechnologische Herstellung	Kreuzung mit Mascaró Kaffee	Kaffee mit weniger Koffein	Madagaskar	BDM ⁶⁴ 1990, Nr. 3: 22
Kaffee	Gewebekulturtechnik	Kaffee, Klone	Nahrungsmittel	Synthelabo (F), Native Plants (USA)	BDM 1990, Nr. 3: 20
Kaffee	Gewebekulturtechnik	neue Kaffeevarietäten	Verbesserung des Geschmacks	DNA Plant Technology (USA)	BDM 1990, Nr. 3: 22
Kaffee	Gewebekulturtechnik	Kaffee, Klone	Nahrungsmittel	A.V. Thomas (Indien)	BDM 1993, Nr. 14: 8
Kaffee	Gewebekulturtechnik	Kaffee, Klone	Nahrungsmittel	KARI (Uganda), wird von der EU und CIRAD (F) unterstützt	BDM 1994, Nr. 20: 19
Kaffee	Gewebekulturtechnik	Kaffee, in vitro	Nahrungsmittel	Kenya, Uganda, Simbabwe	BDM 1994, Nr. 20: 20
Kaffee arabica	Gewebekulturtechnik	Kaffee arabica, Klone	Kaffee mit weniger Koffein	CIRAD (F)	BDM 1990, Nr. 3: 22
Kaffee arabica	Gewebekulturtechnik	Kaffee arabica, Klone	Nahrungsmittel	Synthelabo (F), Native Plants (USA)	BDM 1990, Nr. 4: 20
Kaffee arabica	Gewebekulturtechnik	Kaffee arabica, Klone	Kaffee mit weniger Koffein	CIRAD (F)	BDM 1990, Nr. 4: 21/22
Kakao	biotechnologische Herstellung	neue Variante einer Sojapflanze	Nahrungsmittel	Unilever (NL/UK)	Katz et al. 1996: 93
Kakao	biotechnologische Herstellung	Palmöl	Kakaobutterersatz	Ajinomoto (J), Genencor (USA), CPC (USA)	Hobbelink 1988: 40
Kakao	Enzymtechnik	günstigerer Kakao aus Malaysia	Nahrungsmittel	Nestlé (CH)	Hobbelink 1991: 87
Kakao	Enzymtechnik	Malaysischer Kakao	Nahrungsmittel	Mars (UK/USA)	Hobbelink 1991: 87
Kakao	Gewebekulturtechnik	Kakao, Klone	Nahrungsmittel	Pennsylvania University (USA)	Hobbelink 1991: 87

⁶⁴ BDM: Biotechnology and Development Monitor

Rohstoff	Substitutive Biotechnik	Substitut	Funktion	Forschungs-akteur	Quelle
Kakao	Gewebekulturtechnik	Kakao, Klone	Nahrungsmittel	DNAP (USA), Hershey Food	Hobbelink 1991: 87
Kakao	Gewebekulturtechnik	Kakao, Klone	Nahrungsmittel	Cadbury-Schweppes (USA/UK), University of Reading (UK)	Hobbelink 1991: 87
Kakao	Gewebekulturtechnik	Kakao, Klone	Nahrungsmittel	Station des Cultures Fruitières (B)	Hobbelink 1991: 88
Kakao	Gewebekulturtechnik	Kakao, Klone	Nahrungsmittel	IAEA/FAO (Oesterreich)	Hobbelink 1991: 88
Kakao	Gewebekulturtechnik	Kakao, Klone	Nahrungsmittel	University of Lille (F)	Hobbelink 1991: 88
Kakao	Gewebekulturtechnik	industrielle Produktion durch Klone	Nahrungsmittel	Multinationale Firmen	Hobbelink 1988: 40
Kakao	Gewebekulturtechnik	Kakao, Klone	Nahrungsmittel	Pennsylvania University (USA), Nestlé (CH), Hershey (USA)	BDM 1992, Nr. 10: 13
Kakao	Gewebekulturtechnik	Kakao, in vitro	Nahrungsmittel	Nigeria, Ghana und Elfenbeinküste	BDM 1994, Nr. 20: 20
Kakao	Protoplast-Fusion	Kakao, neue Hybridsorte	Nahrungsmittel	Universität Manchester (UK)	Hobbelink 1991: 88
Kakao	Protoplast Isolierung		Nahrungsmittel	Universität Liverpool (UK)	Hobbelink 1991: 88
Kakao	Verbesserung in Fermentation	niedrige Kakao-Qualitäten	Nahrungsmittel		Katz et al. 1996: 93
Kakao (hohe Qualität)	biotechnologische Herstellung	Kakao (niedrige Qualität)	Nahrungsmittel		Katz et al. 1996: 93
Kakaobutter	biotechnologische Herstellung	Sucrosepolyester	Nahrungsm., Margarine, Kosmetik	Procter & Gamble (USA)	Katz et al. 1996: 93
Kakaobutter	biotechnologische Herstellung	andere Pflanzenöle	Nahrungsm., Margarine, Kosmetik	Nestlé (CH) und Calgene (USA)	BDM 1991, Nr.8: 8
Kakaobutter	biotechnologische Herstellung	billige Öle	Nahrungsm., Margarine, Kosmetik	Ajinomoto (J)	Hobbelink 1991: 87
Kakaobutter	biotechnologische Herstellung	Oliven- oder Palmöl	Nahrungsm., Margarine, Kosmetik	Fuji Oil (J)	Hobbelink 1991: 87
Kakaobutter	biotechnologische Herstellung	Olivenöl	Nahrungsm., Margarine, Kosmetik	USDA/ARS (USA)	Hobbelink 1991: 88
Kakaobutter	biotechnologische Herstellung	Sojapflanze	Nahrungsm., Margarine, Kosmetik	Unilever (NL/UK)	Katz et al. 1996: 93
Kakaobutter	biotechnologische Herstellung	Sucrosepolyester	Nahrungsm., Margarine, Kosmetik	Procter & Gamble (USA)	Katz et al. 1996: 93
Kakaobutter	Biotechnologisch Herstellung, Hefe		Nahrungsm., Margarine, Kosmetik	CPC Int'l (USA)	Hobbelink 1991: 87

Rohstoff	Substitutive Biotechnik	Substitut	Funktion	Forschungs-akteur	Quelle
Kakaobutter	Enzymtechnik	Palmöl, minderwertige Öle	Nahrungsm., Margarine, Kosmetik	Ajinomoto (J), Unilever (NL/UK)	Katz et al. 1996: 93
Kakaobutter	Enzymtechnik	Palmöl	Nahrungsm., Margarine, Kosmetik	Genencor (USA)	Hobbelink 1991: 87
Kakaobutter	Enzymtechnik		Nahrungsm., Margarine, Kosmetik	KAO Corp. (J)	Hobbelink 1991: 87
Kakaobutter	Enzymtechnik	Öle	Nahrungsm., Margarine, Kosmetik	Unilever (UK/NL)	Hobbelink 1991: 87
Kakaobutter	Enzymtechnik	minderwertige Öle	Nahrungsm., Margarine, Kosmetik	Ajinomoto (J)	Katz et al. 1996: 93
Kakaobutter	Enzymtechnik	Palmöl	Nahrungsm., Margarine, Kosmetik	Unilever (NL/UK)	Katz et al. 1996: 93
Kakaobutter	Enzymtechnik, Gewebekulturtechnik	Palmöl	Nahrungsm., Margarine, Kosmetik	Unilever (NL/UK)	BDM 1990, Nr. 3: 10
Kakaobutter	Enzymtechnik	Speiseöl	Nahrungsm., Margarine, Kosmetik	Unilever (NL/UK), Ajinomoto (J), Karlshamn (S), CPC Inst. (USA), Genencor (USA), Ferrero	BDM 1992, Nr. 10: 13
Kakaobutter	Gewebekulturtechnik	Kakao, Klone	Nahrungsm., Margarine, Kosmetik	Cornell Universität, Hershey, Nestlé (CH)	Kenney/Buttel 1985: 74
Kakaobutter	mutierte Hefe		Nahrungsm., Margarine, Kosmetik	Wessanan (NL)	Hobbelink 1991: 88
Kakaobutter	Zellkulturtechnik		Nahrungsm., Margarine, Kosmetik	Cornell Universität (USA)	Hobbelink 1991: 87
Kakaoöl	Fermentationstechnik	Palmöl		Frankreich	Kenney/Buttel 1985: 76
Kautschuk	Gewebekulturtechnik	Kautschuk, Klone	Gummi	A.V. Thomas (Indien)	BDM 1993, Nr. 14: 8
Kautschuk (nat.)	Biotechnologische Herstellung	nat. Kautschuk produzierende Pflanze	Gummi	US-Firmen	Katz et al. 1996: 95
Kautschuk (nat.)	Biotechnologisch Herstellung	Guayule	Gummi, Reifen, Kondome (Latex)	U.S. Departments, U.W.-Firmen, Rockefeller University (USA), Wissenschaftler in Singapur	RAFI 1991, Juni
Kokosnussöl	Gewebekulturtechnik	Palmöl, Klone	Margarinen, Salben, Kosmetik	Malaysia in Zusammenarbeit mit Unilever (NL/UK)	BDM 1995, Nr. 23: 7-10
Kokosnusspalme	Gewebekulturtechnik	Kokosnusspalme, Klone	Margarine, Salben, Kosmetik	National Chemical Laboratory (Indien)	BDM 1993, Nr. 14: 8-9

Rohstoff	Substitutive Biotechnik	Substitut	Funktion	Forschungs-akteur	Quelle
Kokosnusspalme	Gewebekulturtechnik	Kokosnusspalme, in vitro	Margarine, Salben, Kosmetik		OECD 1989: 89
Ölpalme	Gewebekulturtechnik	Ölpalme, in vitro	Speisefett, Kerzen, Seifen	Elfenbeinküste, Nigeria	BDM 1994, Nr. 20: 20
Ölpalme	Gewebekulturtechnik	Ölpalme, in vitro	Speisefett, Kerzen, Seifen		OECD 1989: 89
Palmöl	Gewebekulturtechnik	Palmöl, Klone	Speisefett, Kerzen, Seifen	IRHO (F), ORSTOM	Hobbelink 1991: 91
Palmöl	Gewebekulturtechnik	Palmöl, Klone	Speisefett, Kerzen, Seifen	Unilever (UK/NL)	Hobbelink 1991: 91/92
Pflanzenöle	Biotechnologisch Herstellung	Sucrosepolyester	kalorienloses Fett	Simplese Company (Monsanto, USA)	BDM 1990, Nr. 3: 9
Pyrethrum	Biotechnologisch Herstellung	Pyrethrum, Substitut	natürliches Insektizid	AgriDyne Technologies (USA)	BDM 1992, Nr. 12: 22
Pyrethrum	Enzymtechnik	Pyrethrum, Substitut	natürliches Insektizid	McLaughlin Gormley King (USA)	BDM 1992, Nr. 13: 11
Pyrethrum	Gewebekulturtechnik	Pyrethrum, Klone	natürliches Insektizid	Universität von Minnesota (USA)	Kenney/Buttel 1985: 74
Pyrethrum	Gewebekulturtechnik	Pyrethrum, in vitro	natürliches Insektizid	Kenya	BDM 1994, Nr. 20: 20
Pyrethrum	Modifizierte Mikroorganismen	Pyrethrum	natürliches Insektizid	AgryDyne Technologies (USA)	BDM 1994, Nr. 21: 13
Rohrzucker	Gewebekulturtechnik	Rohrzucker, in vitro	Süsstoff	Kenya und Simbabwe	BDM 1994, Nr. 20: 20
Sojabohnen	SCP	SCP	Tiernahrung	Hoechst (D), ICI (UK), UDSSR	Hobbelink 1991: 94
Sojabohnen	SCP	SCP	Tiernahrung	ICI (UK), Hoechst	Kenney/Buttel 1985: 76
Sojabohnen	SCP	Mais mit Zusatz von Lysin	Tiernahrung	Ajinomoto (J)	BDM 1991, Nr. 9: 12
Sojabohnenmehl	SCP	SCP	Tiernahrung		Goodman et al. 1987: 129
Sojabohnenmehl	SCP	SCP	Tiernahrung	UK-Firmen	OECD 1989: 88
Sojaöl	Enzymtechnik	Palmöl	Speisefett, Seifen, Kerzen	Lubrizol Company (USA)	BDM 1995, Nr. 23: 6
Thaumatococcus	biotechnologische Herstellung	industrielle Produktion von Thaumatococcus	Süsstoff		Katz et al. 1996: 94
Thaumatococcus	Biotechnologisch Herstellung	Thaumatococcus	Süsstoff		Katz et al. 1996: 94
Thaumatococcus	Gewebekulturtechnik	Thaumatococcus, Klone	Süsstoff	Tate and Lyle (UK)	Kenney/Buttel 1985: 74
Tierfutter (traditionell)	SCP	„Pruteen“	Tiernahrung	ICI (UK)	Katz/Sattelle 1991: 15
Vanille	Biotechnologisch Herstellung	Vanille, synthetisch	Aroma	Rhône-Poulenc (F)	BDM 1994, Nr.18: 21
Vanille	Gewebekulturtechnik	Phyto-Vanille	Aroma		Katz et al. 1996: 95

Rohstoff	Substitutive Biotechnik	Substitut	Funktion	Forschungs-akteur	Quelle
Vanille	Gewebekulturtechnik	industrielle Produktion durch Klone	Aroma	Biotech-Firmen	Hobbelink 1988: 40
Vanille	Gewebekulturtechnik	Vanilla planifolia, Klone	Aroma	D. Michael & Co., IPRI, Firmenich (F)	Hobbelink 1988: 41
Vanille	Zellkulturtechnik	PhytoVanilla	Aroma	ESCAgenetics (USA)	BDM 1992, Nr. 11: 12
Vanille	Zellkulturtechnik	Vanille, Klone	Aroma	ESCAgenetics (USA), D. Michaels (USA), Universität Delaware (USA)	RAFI 1991, Juli
Zucker	Biotechnologisch Herstellung	Aspartam	kalorienloser Süsstoff	Searle (Monsanto, USA)	Hobbelink 1988: 38
Zucker	Biotechnologisch Herstellung	Acefulsam-K	Süsstoff	Hoechst (D)	Hobbelink 1988: 38
Zucker	Biotechnologisch Herstellung	Sucralose	Süsstoff	Tate & Lyle (UK), Johnson & Johnson	BDM 1990, Nr. 2: 8
Zucker	Biotechnologisch Herstellung	Aspartam	kalorienloser Süsstoff	Ajinomoto (J), Nutrasweet (USA)	BDM 1991, Nr. 9: 11
Zucker	biotechnologische Herstellung	Thaumatococcus	kalorienloser Süsstoff	Ingene (USA)	Hobbelink 1991: 79
Zucker	biotechnologische Herstellung	Süsstoff	Süsstoff	Meiji-Sheika (J)	Hobbelink 1991: 79
Zucker	biotechnologische Herstellung	Stärke	Süsstoff	Mitsubishi Chemicals (J)	Hobbelink 1991: 79
Zucker	biotechnologische Herstellung	Maulbeerbaum	Süsstoff	Shakai Chemical Industries (J)	Hobbelink 1991: 80
Zucker	biotechnologische Herstellung	Thaumatococcus	Süsstoff	University of Kent (UK)	Hobbelink 1991: 80
Zucker	biotechnologische Herstellung	Thaumatococcus	Süsstoff	University of London (UK)	Hobbelink 1991: 80
Zucker	biotechnologische Herstellung	Thaumatococcus	Süsstoff	Tate & Lyle (UK), Unilever (NL/UK)	Hobbelink 1988: 38
Zucker	Enzymtechnik	HFCS	industrielle Zuckerproduktion		OECD 1989: 86
Zucker	Enzymtechnik	HFCS	Süsstoff	Coca Cola, Pepsi Cola, 7-Up, Sunkist	Hobbelink 1988: 38
Zucker	Enzymtechnik	Aspartam	kalorienloser Süsstoff	Ajinomoto (J)	Hobbelink 1991: 79
Zucker	Enzymtechnik	Aspartam	kalorienloser Süsstoff	Asahi Chemicals (J)	Hobbelink 1991: 79
Zucker	Enzymtechnik	Thaumatococcus	kalorienloser Süsstoff	Beatrice Foods (USA)	Hobbelink 1991: 79
Zucker	Enzymtechnik	Aspartam	kalorienloser Süsstoff	Bioeurope (F)	Hobbelink 1991: 79
Zucker	Enzymtechnik	Aspartam	kalorienloser Süsstoff	Blaise Pascal University (F)	Hobbelink 1991: 79
Zucker	Enzymtechnik	Aspartam	kalorienloser Süsstoff	Centro del CNR (I)	Hobbelink 1991: 79

Rohstoff	Substitutive Biotechnik	Substitut	Funktion	Forschungs-akteur	Quelle
Zucker	Enzymtechnik	Aspartam	kalorienloser Süsstoff	CSIRO (AUS)	Hobbelink 1991: 79
Zucker	Enzymtechnik	Süsstoff	Süsstoff	Enzym Bio Systems (USA)	Hobbelink 1991: 79
Zucker	Enzymtechnik	Aspartam	kalorienloser Süsstoff	Genencor (USA)	Hobbelink 1991: 79
Zucker	Enzymtechnik	HFCS-Verbesserung	Süsstoff	Michigan Biotech Institute (USA)	Hobbelink 1991: 79
Zucker	Enzymtechnik	Süsstoff	Süsstoff	Mitsui Sugar (J)	Hobbelink 1991: 79
Zucker	Enzymtechnik	Fructose	Süsstoff	Nabisco (USA)	Hobbelink 1991: 79
Zucker	Enzymtechnik	Stärke	Süsstoff	Nippon Food (J)	Hobbelink 1991: 80
Zucker	Enzymtechnik	Süsstoff	Süsstoff	Queens University Ontario (C)	Hobbelink 1991: 80
Zucker	Enzymtechnik	Süsstoff	Süsstoff	Science University of Tokyo (J)	Hobbelink 1991: 80
Zucker	Enzymtechnik	Thaumatococcus, Aspartam	kalorienloser Süsstoff	Tate & Lyle (UK)	Hobbelink 1991: 80
Zucker	Enzymtechnik	Süsstoff, Aspartam	Süsstoff	WR Grace (USA)	Hobbelink 1991: 80
Zucker	Enzymtechnik	Mais	Süsstoff	NOVO Industries (D)	Hobbelink 1991: 80
Zucker	Enzymtechnik, Mikroben	Aspartam	kalorienloser Süsstoff	Toyo-Soda (J)	Hobbelink 1991: 80
Zucker	Gewebekulturtechnik	Stevia	Süsstoff	Hiroshiam University of Medicine (J)	Hobbelink 1991: 79
Zucker	Gewebekulturtechnik	Stevia	Süsstoff	Morita Chemical Co. (J)	Hobbelink 1991: 79
Zucker	Modifikation durch Mikroben	Stevioside	Süsstoff	Dainippon (J)	Hobbelink 1991: 79
Zucker	Modifikation durch Mikroben	Stärke	Süsstoff	Daiwa Chemicals (J)	Hobbelink 1991: 79
Zucker	Modifikation durch Mikroben	Fructoseprodukt ion	Süsstoff	Lotte INC.	Hobbelink 1991: 79
Zucker	Modifikation durch Mikroben	Stevioside	Süsstoff	Nippon Tobacco (J)	Hobbelink 1991: 80
Zucker	Modifikation durch Mikroben	Aspartam	kalorienloser Süsstoff	Showa (J)	Hobbelink 1991: 80
Zucker	Modifikation durch Mikroben	Thaumatococcus	kalorienloser Süsstoff	Unilever (UK/NL)	Hobbelink 1991: 80
Zucker	Modifikation durch Mikroben	Süsstoff	Süsstoff	USDA (USA)	Hobbelink 1991: 80
Zucker	Modifizierte Hefe	Süsstoff	Süsstoff	Delft University (NL)	Hobbelink 1991: 79
Zucker	Modifizierte Hefe	Süsstoff	Süsstoff	Kyoto University (J)	Hobbelink 1991: 79
Zucker	Zellkulturtechnik	Monellin	Süsstoff	Lucky-Biotech (USA)	Hobbelink 1991: 79

Zucker	Zellkulturtechnik	Monellin	Süsstoff	University of California (USA)	Hobbelink 1991: 79
--------	-------------------	----------	----------	--------------------------------	--------------------

Anhang 2

Ländersample	R&D pro Kopf (US \$)	Manpower (Mio)	Patents to Residents (Mio)	Telephonhauptanschlüsse (je 1000 Pers.)	Techindex
Afghanistan					
Albania				13	
Algeria				37	
Angola					
Argentina	20.182	352		123	
Australia	234.973	2115	65.062	471	2.450
Austria	330.210	1153	172.486	440	3.061
Bangladesh			0.028	2	
Belgium	328.833	1691	67.432	425	2.408
Benin	2.335	177		3	
Bhutan					
Bolivia	11.729	221		33	
Botswana			0.742	27	
Brazil	14.085	390	3.216	71	-2.110
Bulgaria	14.910	5641	144.510	275	3.083
Burkina Faso				2	
Burundi	0.630	32	0.189	2	-2.757
Cambodia					
Cameroon				5	
Canada	292.826	2347	40.770	592	3.270
Central African Republic		54		2	
Chad				1	
Chile	24.674	363	4.629	94	-1.945
China	2.777	1124	0.965	10	-2.085
Colombia			1.948	85	
Congo				7	
Costa Rica	4.019	534	1.351	102	-1.927
Cote d'Ivoire				7	
Cuba	32.857	1146	4.087		
Czechoslovakia	104.964	4195	330.948		
Denmark	468.692	2074	66.056	581	4.052
Domenican Republic				66	
Ecuador	1.072	169	0.286	48	-2.436
Egypt	5.417	439	0.155	39	-2.313
El Salvador	24.040	27	0.960	31	-2.497
Ethiopia				3	

Ländersample	R&D pro Kopf (US \$)	Manpower (Mio)	Patents to Residents (Mio)	Telephonhauptanschlüsse (je 1000 Pers.)	Techindex
Federal Republic of Germany	520.729	2842	272.382	457	5.776
Finland	369.573	2283	187.276	544	4.538
Former U.S.S.R.		5871	289.775		
Former Yugoslavia	31.579	1471	19.245		
France	533.463	2071	147.810	525	4.723
Gabon	1.077	192		23	
German Democratic Republic		7664	594.107		
Ghana				3	
Greece	42.229	54		487	
Guatemala	1.527	99	0.560	22	-2.607
Guinea				2	
Haiti			0.453		
Honduras				21	
Hong Kong			3.298		
Hungary	36.951	1936	114.672	125	0.067
India	2.799	145	0.538	8	-2.649
Indonesia	0.870	181		8	
Irak			3.720		
Iran	4.942	67	0.221	50	-2.466
Ireland	168.390	1737	6.832	314	0.636
Israel	295.649		47.345	353	
Italy	217.120	1310	3.529	410	1.089
Jamaica	0.309	8	0.423	70	-2.414
Japan	825.009	5183	444.646	464	9.911
Jordan	2.857	119		71	
Kenya			0.039	8	
Korea Dem. Peoples of			123.783		
Korea Republic of	145.820	1343	27.867	357	0.714
Kuweit				245	
Lao Peoples Dem. Rep.				2	
Liberia					
Libyan					
Madagaskar	0.726	23		3	
Malawi				3	
Malaysia	11.386	327		112	
Mali				1	
Mauritania				3	
Mauritius	10.538	180	0.935	72	-2.257
Mexico	0.013	95	1.469	80	-2.305
Morocco			2.906	25	
Mozambique				3	

Ländersample	R&D pro Kopf (US \$)	Manpower (Mio)	Patents to Residents (Mio)	Telephonhauptanschlüsse (je 1000 Pers.)	Techindex
Myanmar				2	
Namibia			0.671	40	
Nepal				3	
Netherlands	368.449	2543	56.758	487	3.300
New Zealand	128.039	1560	68.539	449	1.575
Nicaragua	0.014	207		14	
Niger				1	
Nigeria	0.246	14		3	
Norway	467.719	2882	70.026	529	4.262
Oman				74	
Pakistan	2.931	58	0.190	10	-2.690
Panama	0.080		0.422	97	
Papua New Guinea				9	
Paraguay			0.722	28	
Peru			0.773	27	
Philippines			0.616	10	
Puerto Rico				317	
Rumania	8.893	2582	120.681	113	0.292
Rwanda	1.501	12		2	-2.761
Saudi Arabia				93	
Senegal				8	
Sierra Leone				3	
Singapore	271.775	1283		415	
Somalia					
South Africa	26.440	311		89	
Spain	110.074	799	63.593	353	0.524
Sri Lanka		173	1.488	8	
Sudan					
Sweden	715.020	2712	244.057	682	7.511
Switzerland	926.031	2299	438.694	606	9.434
Syrien Arab Republic					
Thailand	2.743	104	0.325	31	-2.554
Togo				4	
Trinidad and Tobago				142	
Tunesia	6.052	388	5.689	45	-2.262
Turkey	13.941	224	0.546	160	-1.760
Uganda				2	
United Arab Emirates				321	
United Kingdom	358.321	2417	73.974	473	3.253
United Republic of Tanzania				3	
United States of America	650.000	3874	202.891	565	6.921
Uruguay		686	2.597	168	
Venezuela	14.040	210	1.091	91	-2.124

Ländersample	R&D pro Kopf (US \$)	Manpower (Mio)	Patents to Residents (Mio)	Telephonhauptanschlüsse (je 1000 Pers.)	Techindex
Vietnam	0.964	334	0.475	2	-2.583
Yemen				11	
Zaire					
Zambia			0.385	9	
Zimbabwe			2.083	12	

Für Quellenangaben und Erklärungen der Indikatoren siehe Kapitel 4.

Anhang 3

Land	SITC-Kategorie	LLDC-Status	Exportanteil (in % aller Exporte)	Exportanteil addiert	Exportquote (in % des BSP)	Ausfuhrkonzentrationsindex	Anz. Studenten pro 100'000 Einwohner
Äthiopien	071: Coffee and substitutes	ja	10.77	11.65	3.10	0.557	71
	061: Sugar and honey		0.88				
Argentinien	081: Feeding stuff for animals	nein	11.27	11.27	6.00	0.153	3116
Barbados	061: Sugar and honey	nein	18.16	18.16	10.00		2586
Belize	061: Sugar and honey	nein	36.41	36.41	26.80	0.446	
Burundi	071: Coffee and substitutes	ja	74.48	74.48	6.80	0.667	65
Costa Rica	071: Coffee and substitutes	nein	13.48	13.48	27.60	0.303	2461
Dominik. Rep.	072: Cocoa	nein	6.45	36.66	8	0.383	
	071: Coffee and substitutes		5.68				
	061: Sugar and honey		24.53				
El Salvador	071: Coffee and substitutes	nein	29.06	36.87	7.30	0.238	1555
	061: Sugar and honey		7.81				
Elfenbeinküste	072: Cocoa	nein	35.59	45.55	32.60	0.368	271
	071: Coffee and substitutes		9.96				
Fiji	061: Sugar and honey	nein	44.74	44.74	26.20	0.413	757
Ghana	072: Cocoa	nein	25.96	25.96	13	0.465	127

Land	SITC-Kategorie	LLDC-Status	Exportanteil (in % aller Exporte)	Exportanteil addiert	Exportquote (in % des BSP)	Ausfuhrkonzentrationsindex	Anz. Studenten pro 100'000 Einwohner
Grenada	072: Cocoa	nein	12.24	12.24	9.70	0.294	
Guadeloupe	061: Sugar and honey		18.18	18.18		0.437	
Guatemala	071: Coffee and substitutes	nein	21.46	34.22	13.10	0.219	714
	061: Sugar and honey		12.76				
Guyana	061: Sugar and honey	nein	40.66	40.66	62.44	0.495	923
Honduras	071: Coffee and substitutes	nein	21.3	23.6	21.6	0.457	884
	061: Sugar and honey		2.3				
Kambodscha	232: Natural rubber, gum	ja	10.94	10.94	2.88	0.514	133
Kamerun	072: Cocoa	nein	10.74	16.56	23.50	0.485	289
	071: Coffee and substitutes		4.36				
	232: Natural rubber, gum		1.46				
Kenya	071: Coffee and substitutes	nein	11.44	11.44	15.7	0.305	143
Kolumbien	071: Coffee and substitutes	nein	16.12	16.12	16.00	0.238	1495
Kuba	061: Sugar and honey	nein	56.40	58.49		0.560	2281
	071: Coffee and substitutes		2.09				
Madagaskar	071: Coffee and substitutes	ja	10.72	14.4	9.8	0.285	283
	061: Sugar and honey		3.68				
Mauritius	061: Sugar and honey	nein	27.99	27.99	43	0.332	330
Nicaragua	071: Coffee and substitutes	nein	17.25	31.45	18.9	0.289	861
	061: Sugar and honey		12.93				
	081: Feeding stuff for animals		1.27				
Peru	081: Feeding stuff for animals	nein	12.45	15.29	15.2	0.260	3161
	071: Coffee and substitutes		2.84				
Reunion	061: Sugar and honey		68.24	68.24		0.674	

Land	SITC-Kategorie	LLDC-Status	Exportanteil (in % aller Exporte)	Exportanteil addiert	Exportquote (in % des BSP)	Ausfuhrkonzentrationsindex	Anz. Studenten pro 100'000 Einwohner
Ruanda	071: Coffee and substitutes	ja	57.99	57.99	4.5	0.505	
Tanzania	071: Coffee and substitutes	ja	19.69	19.69	13.4	0.248	33
Togo	071: Coffee and substitutes	ja	5.62	10.99	16.9	0.491	282
	072: Cocoa		3.79				
	081: Feeding stuff for animals		1.58				
Uganda	071: Coffee and substitutes	ja	57.92	57.92	6.2	0.561	106
Vanatu	072: Cocoa	ja	10.47	10.47	9.5	0.469	

Für Quellenangaben und Erklärungen der Indikatoren siehe Kapitel 8.

ETH Zürich / Institut für Geschichte / Preprints zur Kulturgeschichte der Technik

1. Barbara Orland, Zivilisatorischer Fortschritt oder Kulturdeformation? Die Einstellung des Deutschen Kaiserreiches zur Technik. Paper entstanden nach einer Veranstaltung der Deutschen UNESCO-Kommission und des Hessischen Volkshochschulverbandes zu Jugendstil und Denkmalpflege, Bad Nauheim 1997. *Preprints zur Kulturgeschichte der Technik / 1998 / 1.*
2. Patrick Kupper: Abschied von Wachstum und Fortschritt. Die Umweltbewegung und die zivile Nutzung der Atomenergie in der Schweiz (1960-1975). Lizentiatsarbeit Universität Zürich. Eingereicht bei Prof. Dr. Hansjörg Siegenthaler, 1997. *Preprints zur Kulturgeschichte der Technik / 1998 / 2.*
3. Daniel Speich, Papierwelten. Eine historische Vermessung der Kartographie im Kanton Zürich des späten 18. und des 19. Jahrhunderts. Lizentiatsarbeit Universität Zürich. Eingereicht bei PD. Dr. David Gugerli, 1997. *Preprints zur Kulturgeschichte der Technik / 1998 / 3.*
4. David Gugerli, Die Automatisierung des ärztlichen Blicks. (Post)moderne Visualisierungstechniken am menschlichen Körper. *Preprints zur Kulturgeschichte der Technik / 1998 / 4.*
5. Monika Burri, Das Fahrrad. Wegbereiter oder überrolltes Leitbild? Eine Fussnote zur Technikgeschichte des Automobils *Preprints zur Kulturgeschichte der Technik / 1998 / 5.*
6. Tobias Wildi, Organisation und Innovation bei BBC Brown Boveri AG 1970-1987. Lizentiatsarbeit Universität Zürich. Eingereicht bei Prof. Dr. Hansjörg Siegenthaler, 1998. *Preprints zur Kulturgeschichte der Technik / 1998 / 6.*
7. David Gugerli, Do accidents have mere accidental impacts on the socio-technical development? Presentation at the Forum Engelberg, March 1999. *Preprints zur Kulturgeschichte der Technik / 1999 / 7.*
8. Daniel Speich, Die Finanzierung ausserordentlicher Arbeiten am Linthwerk. Historischer Bericht im Auftrag der Linthkommission. *Preprints zur Kulturgeschichte der Technik / 1999 / 8.*
9. Angelus Eisinger, Die Stadt, der Architekt und der Städtebau. Einige Überlegungen zum Einfluss der Architekten und Architektinnen auf die Stadtentwicklung in der Schweiz in den letzten 50 Jahren, Referat BSA Basel 24.06.1999. *Preprints zur Kulturgeschichte der Technik / 1999 / 9.*
10. Regula Burri, MRI in der Schweiz. Soziotechnische, institutionelle und medizinische Aspekte der Technikdiffusion eines bildgebenden Verfahrens. Studie im Rahmen des Projekts „Digitalizing the human body. Cultural and institutional contexts of computer based image processing in medical practice. The case of MRI in Switzerland“. *Preprints zur Kulturgeschichte der Technik / 2000 / 10.*
11. Daniel Kauz, Wilde und Pfahlbauer. Facetten einer Analogisierung. *Preprints zur Kulturgeschichte der Technik / 2000 / 11.*
12. Beat Bächli, Diskursive und viskursive Modellierungen. Die Kernkraftwerk Kaiseraugst AG und die Ausstellung in ihrem Informationspavillon. *Preprints zur Kulturgeschichte der Technik / 2001 / 12.*
13. Daniela Zetti, Three Mile Island und Kaiseraugst. Die Auswirkungen des Störfalls im US-Kernkraftwerk Harrisburg 1979 auf das geplante KKW Kaiseraugst. *Preprints zur Kulturgeschichte der Technik / 2001 / 13.*
14. Patrick Kupper, From the 1950s syndrome to the 1970s diagnose. Environmental pollution and social perception: How do they relate? *Preprints zur Kulturgeschichte der Technik / 2001 / 14.*
15. David Gugerli, ‚Nicht überblickbare Möglichkeiten‘. Kommunikationstechnischer Wandel als kollektiver Lernprozess 1960-1985. *Preprints zur Kulturgeschichte der Technik / 2001 / 15.*
16. Beat Bächli, Kommunikationstechnologischer und sozialer Wandel: „Der schweizerische Weg zur digitalen Kommunikation“ (1960 – 1985). Lizentiatsarbeit Universität Zürich. Eingereicht bei Prof. Dr. David Gugerli, 2002. *Preprints zur Kulturgeschichte der Technik / 2002 / 16.*
17. David Gugerli, The Effective Fiction of Internationality. Analyzing the Emergence of a European Railroad System in the 1950s. *Preprints zur Kulturgeschichte der Technik / 2003 / 17.*
18. Carmen Baumeler, Biotechnologie und Globalisierung: Eine Technikfolgenabschätzung. Lizentiatsarbeit Universität Zürich. Eingereicht bei Prof. Dr. Volker Bornschier, 1999. *Preprints zur Kulturgeschichte der Technik / 2003 / 18.*

Sämtliche Preprints sind als PDF-Dokumente auf <http://www.tg.ethz.ch> zugänglich.
Das Copyright liegt bei den Autorinnen und Autoren.