

discussion paper

40

Arnim von Gleich

Forschungs- und Technologiepolitik
in der Regionalentwicklung

EURES discussion paper dp-40

ISSN 0938-1805

1994

EURES

Institut für Regionale Studien in Europa

Schleicher-Tappeser KG

Basler Straße 19, D-79100 FREIBURG

Tel. 00491 7611 70 44 1-0

Fax 00491 7611 70 44 1-44

Das EURES-Institut

Ökonomie und Ökologie gehören für uns zusammen.

Eine nachhaltige Entwicklung braucht eigenständigere regionale Strukturen und intensivere europäische Zusammenarbeit.

Wir helfen, Perspektiven zu entwickeln und Ideen in die Tat umzusetzen.

Wir vermitteln. Zwischen Wissenschaft und Praxis, zwischen Ansprüchen und Interessen, zwischen unterschiedlichen Kulturen.

Unser Anliegen

Das EURES-Institut für regionale Studien in Europa ist ein unabhängiges Unternehmen für Beratung und Forschung. Es arbeitet mit vorwiegend sozial- und wirtschaftswissenschaftlichen Methoden für öffentliche und private Auftraggeber. Alle Arbeiten und Ansätze des EURES-Instituts sind durch drei wesentliche Anliegen geprägt:

- Nachhaltige Entwicklung
- Europäische Zusammenarbeit
- Demokratie

Eine verstärkte Beachtung regionaler Strukturen und Besonderheiten in Verbindung mit einer europäischen Perspektive ist in vielen Bereichen die Voraussetzung, um diesen Zielen näher zu kommen.

Unsere Arbeitsbereiche

Das EURES-Institut gliedert sich in zwei Arbeitsbereiche, die sich in diesem Sinne ergänzen:

- Arbeitsbereich Regionalentwicklung
 - Integrierte Regionalentwicklung
 - Tourismus
 - Wirtschaft/ Arbeitsmarkti Weiterbildung
 - Unternehmenskooperation und Logistik
- Arbeitsbereich Europäische Umweltpolitik
 - Europäische Umweltpolitik allgemein
 - Güterverkehr
 - Grenzüberschreitende Zusammenarbeit

Forschungs- und Technologie- politik in der Regionalentwicklung

Ökologische Modernisierung
in einer strategischen Allianz

Arnim von Gleich

1994

EURES
Institut für Regionale Studien in Europa
Schleicher-Tappeser KG
Basler Straße 19, D-79100 FREIBURG
Tel. 00491 7611 70 44 1-0
Fax 0049/ 761/ 70 44 1-44

Diese Publikation wurde für EURES im Rahmen des Weiterbildungsprogramms "Regional and Local Development" als Kurseinheit erstellt. Dieser 300 Stunden umfassende Kurs vermittelte irischen berufstätigen Akademikern eine Zusatzqualifikation im Bereich lokaler und regionaler Wirtschaftsförderung. Er wurde durchgeführt vom Dublin Institute of Technology, dem größten irischen Berufsbildungsträger, in Kooperation mit der irischen Unternehmensberatung SICA und dem EURES-Institut. Dieses Weiterbildungsprogramm wurde im Rahmen des EUROFORM-Programms von der EU-Kommission und der irischen Regierung finanziert.

Arnim von Gleich,

geb. 1949 in Ellwangen/Jagst. Studium der Biologie und Pädagogik in Tübingen, Promotion am Fachbereich Geistes- und Sozialwissenschaften an der Universität Hannover. 1983-1985 wissenschaftlicher Mitarbeiter der ersten Bundestagsfraktion der Grünen. 1986-1988 Forschungsprojekt Technologiepolitik, gefördert vom Arbeitsministerium NRW. Seit 1986 Mitglied des wissenschaftlichen Beirats, seit 1992 Vorstandsmitglied des Instituts für ökologische Wirtschaftsforschung gGmbH (IÖW), Berlin. Seit 1994 Professor für Technikbewertung, Fachbereich Maschinenbau und Chemieingenieurwesen der FH Hamburg. Zahlreiche Publikationen.

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	1
Fordistische und postfordistische Formen industrieller Raumnutzung	3
Konzepte regionaler Technologiepolitik	12
3.1 Technologietrends _ Probleme der Früherkennung	12
3.2 Flexibilisierung_ Die Verbesserung der regionalen Innovationsfähigkeit	16
3.3 Alternative technologische Entwicklungspfade _ Ein Versuch zur Demokratisierung forschungs- und technologiepolitischer Grundentscheidungen	24
Prinzipien und Kriterien ökologischer Technikentwicklung und -gestaltung	27
4.1 Aspekte der ökologischen Krise	30
4.2 Das Kriterium Eingriffstiefe	31
4.3 Das Kriterium Mitproduktivität	33
4.4 Das Beispiel Biotechnik _ Elemente dreier konkurrierenden biotechnologischer Entwicklungspfade	35
Alte und neue Akteure und Instrumente der regionalen Technologiepolitik	41
5.1 Staatliche Regionalplanung	41
5.2 Alte und neue soziale Bewegungen	42
5.3 Industrielle Modernisierer	45
Anknüpfungspunkte im Konkreten _ Ökologischer Strukturwandel	47
6.1 Immaterielle Produktion und Ressourceneffizienz	47
6.2 Bedeutungsgewinn des Primären Sektors und der Naturproduktverarbeitung	48
6.3 Aspekte des Übergangs von fordistischer zu postfordistischer ökosozialer Produktion	49
Innovationsorientierte Regionalpolitik in einer strategischen Allianz	52
Literatur	54

Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 1	Lange Wellen auf der Basis von Megatechnologien (Quelle: Freeman/ OECD 1989)	14
Abb. 2	Erfolgsfaktoren im internationalen Wettbewerb (Quelle: Porter 1990)	17
Abb. 3	Das regionale Innovationssystem	19
Abb. 4	Innovation als rekursiver Prozeß (Quelle: Asdonk u. a. 1991)	20
Abb. 5	Werte im technischen Wandel (Quelle: VDI 1989)	28
Abb. 6	Biotechniken gruppiert nach der Eingriffstiefe (Quelle: Gleich/ Grimme 1990)	36

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1	Fordistische Produktion und flexible Qualitätsproduktion (Quelle: von Gleich/ Hesse/ Lucas 1993)	4
Tabelle 2	Unterschiede und Widersprüche zwischen wissenschaftlicher und ökonomisch-technischer Forschung und Entwicklung	22
Tabelle 3	Raumgebundenheit innovationsrelevanter Wirkungen von öffentlichen FuE-Einrichtungen	23
Tabelle 4	Technikbewertungskriterien des VDI (Quelle: VDI 1989)	29

1 Einleitung

Forschungs- und Technologiepolitik fand lange Zeit fast ausschließlich auf der nationalen Ebene statt. Seit Ende der siebziger Jahre beginnt sich das mit zunehmender Geschwindigkeit zu ändern. Die Region wird als Handlungsebene für diesen Bereich wichtiger. Auch die konkrete Ausrichtung der Forschungs- und Technologiepolitik verschiebt sich und zwar von der Förderung bestimmter für zukunftssträftig gehaltener Forschungs- und Techniklinien zu einer Förderung und Flexibilisierung des Innovationsprozesses ganz allgemein. Bei der Förderung der Innovationsfähigkeit kommen wiederum sehr stark die Bedingungen vor Ort, kommt das 'regionale Innovationssystem' in den Blick. Die Gründe für diese Veränderungen sind vielschichtig.

Eine dynamische Wirtschaftsentwicklung in bestimmten Hochtechnologieregionen - allen voran das viel diskutierte 'Silicon Valley' - erregte Aufmerksamkeit. Durch Nähe zu erfolgreichen Forschungseinrichtungen und durch intensiven Austausch mit ihnen scheint die Entwicklung und Herstellung von Hochtechnologieprodukten begünstigt zu werden.

Das Zurückbleiben sogenannter 'altindustrieller', von Branchen wie Stahl, Kohle, Schiffbau, Textil ect. geprägter, Regionen wurde auf deren institutionelle Erstarrung, auf einen Mangel an innovationsfähigkeit nicht nur in diesen Branchen selbst, sondern in der ganzen Region einschließlich Politik und Verwaltung, zurückgeführt (vgl. Hamm/Wienert u. a. 1990).

Dem stand eine dynamische Wirtschaftsentwicklung z.B. in Teilen von Oberitalien und Baden-Württemberg gegenüber. Dort bewegten sich vorwiegend Klein- und Mittelbetriebe mit einer handwerksähnlichen Produktionsweise erfolgreich auf stark differenzierten und sehr dynamischen Märkten (differenzierte Qualitätsproduktion). Die Flexibilität und Innovationsfähigkeit dieser Betriebe, die zwar nicht unbedingt forschungs- aber auf jeden Fall entwicklungsintensive Produkte mit kurzen Produktzyklen herstellen (z.B. gutes aktuelles Design, permanente Anpassung an sich ändernde Kundenwünsche, schnelle Inkorporation technischer Neuerungen), wurde auf ihre intensive regionale Kommunikation, Kooperation und Vernetzung zurückgeführt (Unternehmensnetzwerke).

Neuere Untersuchungen, die den Gründen für die internationale Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen nachspürten (vgl. z.B. Porter 1990), legten den Schluß nahe, daß nicht mehr (allein) Unternehmen, sondern Unternehmenscluster auf dem Weltmarkt miteinander konkurrieren, daß zunehmend Regionen zu den eigentlichen 'Subjekten' des Weltmarkterfolgs werden.

Im bisher wichtigsten technologiepolitischen Konfliktfeld, in dem normative, insbesondere ökologische Momente sich gegen (rüstungs)politische und ökonomische Interessen durchzusetzen begannen, im Energiebereich, wurde die regionale Ebene immer wichtiger. Nur mit integrierten 'regionalen Energiekonzepten' schien es möglich zu sein, die notwendige Verknüpfung von technischer Innovation (Nutzung regenerativer Energiequellen) und sozialer Innovation (Art ihrer Nutzung und v. a. Einsparpotentiale) auf der Basis einer optimalen Kenntnis der Bedingungen 'vor Ort' umzusetzen.

Wenn aber Innovation und Innovationsfähigkeit sowohl die Voraussetzung für wirtschaftlichen Erfolg als auch für einen ökologischen Umbau darstellen, und wenn Innovationsfähigkeit auf intensive regionale Kooperation und Kommunikation angewiesen sind (regionale Innovationsmilieus, regionales Innovationsklima), stellt sich die Frage, ob und wie weitgehend 'strategische Allianzen' zwischen der funktionalen (durch die Notwendigkeiten einer ökonomischen Modernisierung bedingten) und der normativen (durch soziale, humane, ästhetische und ökologische Werte motivierten) Regionalorientierung möglich sind. Besteht für Humanisten, Ästheten, Ökologen und Ökonomen gleichermaßen die Notwendigkeit, die regionale Innovationsfähigkeit zu verbessern?

Und bestehen damit für normativ orientierte Bewegungen realistische Möglichkeiten, sich erfolgreich auf der funktional motivierten Modernisierungswelle surfend zu bewegen?

2 Fordistische und postfordistische Formen industrieller Raumnutzung

Zumindest für die vier erstgenannten Gründe für den Bedeutungsgewinn einer funktionalen Raum- bzw. Regionalorientierung gibt es eine sehr grundlegende Erklärung. Mit der Regulationstheorie wurde versucht, einen Paradigmenwechsel in der industriellen Produktion und dem ihr entsprechenden Akkumulationsregime herauszuarbeiten.¹

Vieles deutet **darauf** hin, daß sich die wirtschaftliche Entwicklung in den modernen Industriestaaten in einem grundlegenden Umbruch befindet, vergleichbar mit den Umbrüchen beim Aufstieg der Schwerindustrie oder der Fließbandproduktion. Die Regulationstheorie versucht, für solche grundlegenden Brüche einen theoretischen Erklärungsrahmen zu liefern, wobei sie bestimmte Formen industrieller Produktion (z.B. die Fließbandfertigung), bestimmte Formen des Konsums (z.B. den Massenkonsum standardisierter Industriegüter) und bestimmte Formen der gesellschaftlich-politischen Regulation (z.B. Wohlfahrtsstaat und Sozialpartnerschaft) integriert betrachtet. Vergleichsweise gut ausgearbeitet (auch mit einer Binnendifferenzierung in verschiedene Phasen) ist hierbei das (an Bedeutung verlierende) 'fordistische Akkumulationsregime'. Leider hat demgegenüber das derzeit rasant aufsteigende 'postfordistische' Industrialisierungsparadigma einer 'differenzierten Qualitätsproduktion' sowohl in der 'Realität' als auch in ihrer wissenschaftlichen Aufarbeitung noch sehr wenig Kontur.² Fragen der Raumnutzung wurden erst allmählich und ökologische Fragen noch fast gar nicht in die Betrachtung integriert.

Trotzdem gibt es vor allem in neueren Arbeiten wichtige Hinweise auf Veränderungen im Raumbezug von Unternehmen, in den Formen ihrer Raumnutzung und der von ihnen praktizierten bzw. bevorzugten räumlich-funktionalen Arbeitsteilung, beim Übergang von fordistischer Massenproduktion zur 'postfordistischen' differenzierten Qualitätsproduktion? Und es gibt Hinweise auf damit verbundene neue Anforderungen an gesellschaftlich-politische Regulationsformen nicht zuletzt in den Bereichen der Infrastrukturpolitik und der Raum- bzw. Regionalplanung.

Die Charakterisierung des an Bedeutung verlierenden Industrialisierungsparadigmas als 'fordistisch' mit dem Hinweis auf Fließbandproduktion, tayloristische Arbeitsteilung, starken Gewerkschaften auf der Basis einer vereinheitlichten Arbeiterschaft und standardisierten Massengütern (Auto, Haushaltsgeräte, Kleidung von der Stange) ist unmittelbar einleuchtend. Schwieriger wird es mit dem neuen Industrialisierungsparadigma der 'differenzierten Qualitätsproduktion'. Meilensteine in der Theoriegeschichte dieses Konzeptes sind empirische Untersuchungen der überraschend erfolgreichen, hochwertigen Konsumgüter (v. a. Modetextilien, Schmuck und Möbel) produzierenden, Klein- und Mittelbetriebe Oberitaliens (vgl. Bagnascos Studien über das 'Dritte Italien', Bagnasco 1977, Brusco 1986). **Darauf** aufbauend entwickelten Piore/ Sabel ihre These von der 'Second Industrial Devide' oder wie der Titel in der deutschen Veröffentlichung hieß, vom 'Ende der Massenproduktion - Der Requalifizierung der Arbeit und der

¹ Vgl. Aglietta 1976, Boyer 1986, Lipietz 1986, Hübner 1989

² Letzteres drückt sich auch in der nur in Abgrenzung gewonnenen Bezeichnung 'postfordistisch' aus.

³ Vgl. Lipietz 1986, Leborgnel Lipietz 1988, Moulaert/ Swingedouw 1991, Swingedouw 1990, Hirst/ Zeitling 1991, Soja 1992, Perulli 1993.

Rückkehr der Ökonomie in die Gesellschaft' (Piore/ Sabel 1984/1985). Charakterisiert wird in diesen und in einigen folgenden Studien (vgl. z.B. über Baden-Württemberg und Massachusetts Sabel u. a. 1991) eine industrielle Produktionsweise mit quasi handwerklichen Merkmalen.⁴

Diese Analysen wurden später verknüpft mit Analysen einer zweiten Entwicklung mit ebenso 'regionalen' Konsequenzen, der Entstehung von universitätsnahen 'Clustern' von High-Tech-Betrieben nach dem vielzitierten Modell des 'Silicon Valley'. Hier ist es über vergleichbare Anforderungen an die Flexibilität der Unternehmen hinaus vor allem das Technologieniveau, das zu einem hohen Abstimmungsbedarf mit Zulieferern, Kunden und externen Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen zwingt, und deshalb zu einer verstärkten Raumbindung und Quervernetzung, also zur Entstehung von Clustern, führt (vgl. z.B. Scott/ Storper 1987, Hilpert 1991).

Aufbauend auf einem ersten Versuch von Swyngedouw 1990 lassen sich für einen kurzen Überblick die wesentlichen Unterschiede zwischen dem alten 'fordistischen' und dem neuen 'flexiblen' Industrialisierungsparadigma in Tabelle 1 darstellen, wobei uns hier am stärksten die Formen der Raumnutzung (Teil C) und die (infrastruktur-)politischen Konsequenzen (in Teil D) interessieren.

Tabelle 1 Fordistische Produktion und flexible Qualitätsproduktion (Quelle: von Gleich/Hesse/ Lucas 1993)

FORDISTISCHE PRODUKTION	FLEXIBLE QUALITÄTSPRODUKTION
A. Produktionsprozeß	
Leitbranchen: Grundstoffindustrie und Massenkongüter (insb. Automobilproduktion) eher lange Produktzyklen	Leitbranchen: Maschinenbau, Informations- und Kommunikationstechnik, Kongüter mit besonderem Design und/ oder hochwertiger Technologie relativ kurze Produktzyklen in rasch wechselnden Märkten

⁴ Es werden kleine Serien produziert in hoher betrieblicher Flexibilität bis hin zur individuellen Gestaltbarkeit der Produkte, mit Stärken im Design und in der individuellen Abstimmung auf Kundenwünsche. Auf den entsprechenden Märkten herrscht eher Qualitäts- als Preiskonkurrenz. Die Stärke im internationalen Wettbewerb wird eher durch Horizontalvernetzung von mehreren Klein- und Mittelbetrieben als durch einzelbetriebliches Größenwachstum und innerbetriebliche Hierarchisierung erreicht.

FORDISTISCHE PRODUKTION	FLEXIBLE QUALITÄTSPRODUKTION
Auf 'economies of scale' basierend	Auf 'economies of scope' basierend
<p>Massenfertigung standardisierter (homogener) Produkte große Lagerbestände, hohe Umrüstzeiten</p>	<p>Flexible Fertigung in wechselnden kleinen Serien bis hin zur Einzelstückfertigung flexible Automatisierung</p>
<p>Kostenreduzierung v. a. durch Größeneffekte und Lohnkostenreduzierung Qualitätskontrolle am Ende des Produktionsprozesses</p>	<p>Kostenreduzierung durch Effektivierung/ Flexibilisierung von Maschinen- und Ressourceneinsatz sowie Produktionsorganisation 'Systemische Rationalisierung' (auch Lager, Zu- und -Auslieferung betreffend) hohe Relevanz von Transaktionskosten prozeßbegleitende integrierte Qualitätskontrolle</p>
<p>Preiskonkurrenz auf angebotsdominiertem Markt</p>	<p>Qualitäts- und Technologiekonkurrenz auf nachfragedominiertem Markt</p>
<p>Vertikale Integration und Hierarchie in inneren und äußeren Beziehungen der Unternehmen tayloristische Formen der Arbeitsteilung starke einseitige Abhängigkeit der Betriebsteile, Unternehmensteile, Zulieferer und ggf. sogar der Kunden von der Zentrale/ dem Großunternehmen/ dem Oligopolisten</p>	<p>Horizontale Integration mit dezentralisierter Teilautonomie in inneren und äußeren Beziehungen Gruppenarbeit, abhängige Dezentralisierung, out-sourcing, Unternehmensnetzwerke mit stark wechselseitiger Abhängigkeit und Kooperation; 'regionale Innovationssysteme' mit industriell-technischen Traditionen, spezialisierten Dienstleistern, gemeinsamen Vertriebsnetzen, persönlichen Kontakten und regionalem Innovationsklima</p>

FORDISTISCHE PRODUKTION	FLEXIBLE QUALITÄTSPRODUKTION
B. Arbeitskräfte	
<p>Vertikale Arbeitsteilung (auch zwischen Kopf und Hand) überwiegend unqualifiziert (oder innerhalb eines definierten Kanons von Ausbildungsberufen) wenig Dispositionsspielräume kaum innerbetriebliche Aus- und Weiterbildung,</p>	<p>Eher horizontale Arbeitsteilung Kernbelegschaft von schwer ersetzba- ren betrieblich erfahrenen und/ oder außerbetrieblich qualifizierten Arbeits- kräften mit personengebundenem Wissen1 Können, vielfältigen und/ oder häufig wechselnden Aufgaben und großen Dispositionsspielräumen regionaler Kompetenzpool</p>
<p>Disziplinierung/ Motivation durch Druck und Beschleunigung, beschränkte Be- wegungl Tätigkeit1 Aufgabe, lohnmotiviert (Stuck- bzw. Akkordlohn)</p>	<p>Disziplinierung/ Motivation durch Ein- bindung in das Unternehmen und Über- tragung von Verantwortung corporate identity</p>
<p>wenig Bindung an das Unternehmen, geringe Arbeitsplatzsicherheit hohe Bindung an gewerkschaftliche Formen der Interessensvertretung</p>	<p>hohes Selbstbewußtsein, hohe Bindung an das Unternehmen individualisierte Formen der Interes- sensvertretung und des beruflichen Fortkommens (außertarifliche Verein- barungen, Bonussysteme, individuelle Karriereplanung)</p>

FORDISTISCHE PRODUKTION	FLEXIBLE QUALITÄTSPRODUKTION
C. Raumnutzung von Unternehmen	
<p>Standortwahl eher ressourcenorientiert und nach quantitativen Kriterien: z.B. Vorhandensein natürlicher Rohstoffe und Energiequellen, hinreichende Verkehrsanbindung und zahlreicher billiger Arbeitskräfte, nationale Gesetze und Steuerbelastungen</p>	<p>Standortwahl eher nach qualitativen Kriterien: z.B. hochwertige FuE-, Kommunikations- und Verkehrs-Infrastruktur, qualitativ hochdifferenzierter Arbeitsmarkt, Nähe zu relevanten Lieferanten, Kunden, Märkten Umweltfaktoren, Freizeitmöglichkeiten für Führungskräfte und 'regionales/lokales Wirtschaftsklima'</p>
<p>Funktionsräumliche Arbeitsteilung räumliche Verteilung von Unternehmensfunktionen, Tätigkeiten und Unternehmensteilen (z.B. verlängerte Werkbänke) nach Lohn- und Preisgesichtspunkten zwischen Zentrum und Peripherie (Stadt und Land, 1. und 3. Welt)</p>	<p>integrierte Unternehmen, Unternehmens-cluster und Unternehmensnetzwerke Räumliche Reintegration von Unternehmensfunktionen, räumliche Cluster/Netzwerke von Zulieferern, Abnehmern und (unternehmensorientierten) Dienstleistern</p>
<p>(Groß-)Unternehmen als 'Subjekte'/ Einheiten der Weltmarktkonkurrenz</p>	<p>Regionen und Städte als 'Subjekte'/ Einheiten der Weltmarktkonkurrenz</p>
<p>Räumlich segmentierte homogenisierte Arbeitsmärkte</p>	<p>Differenzierte (eher vertikal als räumlich segmentierte) Arbeitsmärkte</p>

FORDISTISCHE PRODUKTION	FLEXIBLE QUALITÄTSPRODUKTION
<p>'Global sourcing' bei Rohstoffen, Komponenten und Vertragspartnern</p>	<p>Räumliche Nähe zumindest bei denjenigen Vertragspartnern (Zulieferern/ Dienstleistern) notwendig, mit denen permanent hoher Abstimmungs- und Verhandlungsbedarf besteht</p> <p>hohe personengebundene Kommunikationsintensität: tacit knowledge, Führungsvorteile, face-to-face-Kommunikation</p>
<p>(Selektive) sozio-ökonomische Integration und Homogenisierung führt zum Massenkonsum</p> <p>Vergleichsweise homogene stabile Märkte können von ein und demselben Standort aus versorgt werden</p>	<p>Neue sozio-ökonomische Differenzierung und Individualisierung führt zu hoch differenzierten, dynamischen und stark segmentierten Märkten;</p> <p>in besonders dynamischen und anspruchsvollen, für Marktführerschaft besonders wichtigen sowie in besonders abgegrenzten Märkten ist räumliche Präsenz erforderlich</p>
<p>Zentralisierung und Suburbanisierung, funktionsräumlicher Städtebau</p>	<p>Multizentrierung und (abhängige) Dezentralisierung, dynamische Nebenzentren</p>

FORDISTISCHE PRODUKTION	FLEXIBLE QUALITÄTSPRODUKTION
D. Staat/ Politik	
<p>Versuch zentralstaatlicher Steuerung Regulation, Rigidität/ Durchgriff, kollektive auf Allgemeingültigkeit ausge- richtete Verhandlungen und Lösungen</p>	<p>Staat und Politik in der Moderatorenrolle Deregulation/ Reregulation, Flexibilität, Regionalisierung, differenzierte und individuelle (firmenbezogene, lokale oder regionale) Verhandlungen und Lösungen (private-public-partnership, Mediation) verschärfte Konflikte zwischen Städten und Regionen</p>
<p>Direkte wirtschaftspolitische Interventionen durch Subventionen und Ordnungspolitik</p>	<p>Indirekte wirtschaftspolitische Interven- tionen durch Vermittlung, Verhandlungen, Moderation und Verbesserung der Handlungsspielräume der Wirtschaftsakteure</p>
<p>Innovation und Entwicklung vorwiegend in der Hand von einzelnen (großen) Firmen</p>	<p>Innovation und Entwicklung zunehmend staatsfinanziert, staatsmoderiert und in überbetrieblicher Kooperation</p>
<p>Staat als 'Bauherr' und Unternehmer v.a. im Infrastrukturbereich: Verkehrswege, Flächenerschließung, Energie- und Wasserversorgung, Ent- sorgung</p>	<p>Staat als Moderator und Überwacher, zunehmende Privatisierung von v.a. Kommunikationsinfrastrukturleistun- gen, Verbesserung der vergleichsweise autonomen FuE-Infrastruktur</p>

FORDISTISCHE PRODUKTION	FLEXIBLE QUALITÄTSPRODUKTION
<p align="center">Wohlfahrtsstaat</p> <p>Tendenzielle Sozialisierung des Wohlstands, Kollektivierung der Risiken</p>	<p>Subsidiarität plus 'Suppenküchenstaat' (Almosen für die Allerschwächsten)</p> <p>Privatisierung des Reichtums¹ der Risiken und Sozialisierung der Armut/der Folgen</p>
<p>Relative internationale Stabilität im 'Kalten Krieg'</p>	<p>Zunahme geopolitischer Spannungen und Dezentralisierung der Konflikte</p>
<p>Auf interregionalen Ausgleich orientierte zentralstaatliche Regionalpolitik</p> <p>z.B. Gemeinschaftsaufgabe zur Förderung der regionalen Wirtschaftsstruktur: Subventionen und Infrastrukturvorleistungen (v.a. Verkehr, Flächen), Staat als Unternehmer und Finanzier</p>	<p>Auf interregionale Profilierung orientierte regionalisierte und zunehmend zivilgesellschaftliche Regionalpolitik</p> <p>gezielte Anreize v. a. mit technologie- und FuE-orientierten Infrastrukturleistungen (Technologieparks, anwendungsorientierte FuE-Programme und Forschungseinrichtungen) Staat/regionale bzw. kommunale Gebietskörperschaften/ Verbände/ Kammern usw. in der Initiatoren- und Moderatorenrolle</p> <p>Förderung der regionalen/ lokalen Kommunikation und Kooperation</p>
<p>E. Konsumformen und gesellschaftliches Klima</p>	
<p>(Massen-)Konsumgesellschaft, Kollektivierung, Hierarchie, Modernismus, Standardisierung, Homogenisierung, Totalität, Verallgemeinerung, Materialismus</p>	<p>'Spektakel- bzw. Erlebnis-Gesellschaft', Yuppiekultur, Postmoderne, Individualisierung, Segregation, Spezifität, Differenz</p>

Es gibt jedoch auch eine sehr spannende kritische Debatte über die Reichweite solcher von der Regulationstheorie getragener Ansätze. Vor allem Amin weist in seinen Beiträgen zu Recht darauf hin, daß es erstens derzeit keine klare Evidenz für einen durchgängigen Bruch mit den fordistischen Prinzipien der Massenproduktion und -konsumtion gibt, und daß ein solcher klarer Bruch bei den vielfältigen historischen Ungleichzeitigkeiten auch schwerlich zu erwarten sei (vgl. Amin/Robins 1990, Amin/Thrift 1992). Hinzuzufügen ist: Auch mit der Tertiärisierung muß nicht zwangsläufig ein Bruch mit fordistischen Prinzipien einhergehen. Es gibt durchaus auch Anzeichen für einen harten fordistischen Dienstleistungspfad mit preiswerter standardisierter Massenabfertigung (nicht nur bei McDonalds). Amin weist weiter darauf hin, daß neben den erstaunlichen Entwicklungen viel untersuchter Regionen wie den schon erwähnten - Italien, Teilen von Baden-Württemberg, Grenoble, Silicon Valley, Boston und dem M4-Korridor - insbesondere die großen Metropolen wie London, Mailand, Frankfurt und Paris als Wachstumszentren gewirkt haben, mit ihrer Anziehungskraft für Finanzen, Management, Innovation, unternehmensorientierte Dienstleistungen und hochwertige Infrastruktur. Es gibt also neben den Regionalisierungs- und Dezentralisierungstrends auch eine ungebrochene Tendenz zu weiterer Zentralisierung, aus der am Ende nur ganz wenige Metropolen (headquarter cities) erfolgreich hervorgehen dürften.

Amins Kritik gießt zwar durchaus berechtigterweise etwas Wasser in den Wein allzu euphorischer Dezentralisierungs- und Egalisierungshoffnungen, gleichzeitig bestätigt sie aber auch die These, daß zunehmend Regionen, nicht mehr nur einzelne Unternehmen zu den entscheidenden 'Subjekten' der Weltmarktkonkurrenz, und daß die lokalen und regionalen Gegebenheiten und Vernetzungen für den Weltmarkterfolg immer entscheidender werden. Regionale bzw. lokale Vernetzung wird so zur Voraussetzung für globalen Erfolg, mit der Konsequenz einer Gewichtsverlagerung auf die regionale bzw. lokale Ebene. Auf der globalen Ebene dürften allerdings die verschiedenen Regionen (aufgrund ihrer jeweiligen Ausstattungen) nur zu ganz bestimmten Wettbewerbs'ebenen' bzw. Wettbewerbs'sektoren' Zugang bekommen.

3 Konzepte regionaler Technologiepolitik

Auch in der Technologiepolitik ist eine solche gegenläufige Entwicklung der Gewichtverschiebungen zu beobachten. Einerseits nimmt in Europa die gesamteuropäische Handlungsebene rasant an Bedeutung zu, andererseits ist der eingangs beschriebene Bedeutungsgewinn der regionalen und lokalen Ebene unübersehbar. Eine Art 'Rückkehr der Forschungs- und Technologiepolitik in die Gesellschaft' findet statt auf der Basis einer Abkehr von der Vorstellung einer im wesentlichen autonomen Wissenschafts- und Technologieentwicklung. Diese Tendenz äußert sich allerdings nicht nur im virulent werden von Fragen der Raumbindung bzw. Raumüberwindung, sondern auch von Fragen der Zeitbindung und Zeitüberwindung. Letzteres insbesondere angesichts des Problems der Vorsorge bzw. dem Ziel eines differenzierteren Umgang mit dem Problem des grenzenlosen Nichtwissens bei der Technikbewertung bzw. Technikfolgenabschätzung.

Forschungs- und Technologiepolitik sowohl in wirtschaftsstrukturpolitischen als auch in ökologischer und sozialer Absicht hat es mit dem Problem der langen Zeithorizonte zu tun. Maßnahmen wie Förderprogramme, Ausbildungsprogramme oder der Ausbau der regionalen FuE-Infrastruktur entfalten ihre volle Wirkung oft erst in Jahrzehnten. Sie können nicht (nur) auf den derzeitigen Trend, Bedarf und die derzeitigen Problemlagen, sondern sie müssen auf den zukünftig erwartbaren Bedarf zugeschnitten werden. Damit stellt sich das Problem, daß solche Maßnahmen wesentlich weiter reichen als unser Wissen. Die gegenwärtig drei wichtigsten Konzepte in der (regionalen) Technologiepolitik unterscheiden sich in der Art und Weise des Umgangs mit dieser Problematik des Nichtwissens, basierend auf großen Unterschieden in der Betrachtung des Verhältnisses von 'Technik' und 'Gesellschaft'.

3.1 Technologietrends - Probleme der Früherkennung

Noch scheint in der Forschungs- und Technologiepolitik eine Richtung zu dominieren, in der v. a. die Eigendynamik der wissenschaftlichen und technischen Entwicklung betont wird, obwohl längst frühere Positionen aus den 60 und siebziger Jahren, in denen behauptet wurde, die wissenschaftlich-technische Entwicklung sei relativ autonom, und sie bestimme bzw. steuere die gesamte gesellschaftliche Entwicklung, in den Hintergrund getreten sind.⁵ Die Wissenschaft, heißt es mittlerweile fast allgemein

⁵ Der Streit zwischen 'Internalisten', die die Eigenlogik der wissenschaftlich-technischen Entwicklung betonten, und 'Externalisten', die deren gesellschaftliche Bedingtheit und Geprägtheit betonten, ist längst einer Verschränkung der beiden Ansätze, einer differenzierteren Analyse der jeweiligen Anteile in der 'Technikgenese' gewichen, vgl. Hack u. a. 1991, Asdonk u. a. 1991. Als externe Impulse werden meist der gesellschaftliche Problemdruck bzw. ein Nachfragesog genannt, der z.B. die Atomenergienutzung, aber auch die Waldschadensforschung und die Erforschung, Entwicklung und Nutzung regenerativer Energiequellen vorangetrieben hat, und der in jüngster Zeit immer wieder

anerkannt, folge in ihrer 'normalen' Phasen 'Paradigmen', die technologische Entwicklung 'Trajekten'.⁶ Solche 'normalen Phasen' sind die Realgrundlage für die Berechtigung des 'Makroblicks' auf die linearen bzw. konstanten Momente in der Wissenschafts- und Technologieentwicklung, die der letzteren den Anschein der Autonomie gaben. Nur in Ausnahmefällen und unter ganz bestimmten Bedingungen, zu denen unter anderem eine Anhäufung nicht lösbarer Probleme und die Verfügbarkeit einer möglichen Alternative gehören, gibt es diesen Theorien zufolge eine 'Revolution', in deren Verlauf ein Paradigmenwechsel vollzogen bzw. ein neues Trajekt begonnen wird.

Auch in der Ökonomie gab es den Versuch, bestimmte kontinuierliche Entwicklungen, bzw. begrenzte zeitliche Konstanz mit einem Modell von Phasen in einem übergreifenden Prozeß zu erklären, wobei hier allerdings eher das Bild von aufeinander aufbauenden oder aus einander hervorgehenden 'Wellen' bzw. 'Zyklen' dominiert. Kondratiew hat die Theorie der 'langen Wellen' formuliert, wobei als treibende Kraft für die jeweiligen ökonomischen (Prosperitäts)Wellen ein großer technologischer Schub angenommen wird (z.B. die Einführung der Dampfmaschine, der Eisenbahnbau, der Elektrotechnik, der Chemie, der Computertechnik usw., vgl. dazu van Duijn 1983). Vernon hat dasselbe Bild der sich ablösenden Zyklen auf die Einzelproduktebene projiziert und formulierte einen Produktlebenszyklus, der von der Entwicklung und Markteinführung über die Marktbeherrschung (aufgrund wichtiger Vorteile gegenüber anderen Produkten) bis zur 'Veraltung' und Verdrängung durch modernere Produkte führt (vgl. Vernon 1966, Wells 1972). Für die Unternehmen kommt es dabei v. a. in der mittleren Phase darauf an, ihre finanziellen Vorleistungen der ersten Phasen wieder hereinzuholen und darüber hinaus Profite zu machen, die zum Teil wieder in die ersten Phasen des nächsten Zyklus eingebracht werden müssen.

Die in der Technologiepolitik allenthalben anzutreffende Rede von 'Basistechnologien' oder 'Schlüsseltechnologien' (vgl. VDI/ VDE 1987) (generic technologies, mega-technologies) gründet nun im wesentlichen auf derartigen theoretischen Vorstellungen. Freeman hat fünf Bedingungen formuliert, die erfüllt sein sollten, damit eine bestimmte Technologielinie heutzutage zur Mega-Technologie werden kann (Freeman/ OECD 1989, S. 44 ff):

1. Sie muß ein breites Spektrum verbesserter Produkte und Prozesse (z.B. mehr Verlässlichkeit, Genauigkeit, Geschwindigkeit) in wachsenden Märkten ermöglichen.

angesprochen wird, wenn von der Notwendigkeit eines ökologischen Umbaus und vom Wachstumsmarkt 'Umwelttechnik' gesprochen wird. In der Technikforschung und Innovationstheorie wird zur Differenzierung zwischen 'interner Entwicklungslogik' und 'externen Impulsen' von den Faktoren eines 'technology push' einerseits und eines 'demand pull' andererseits gesprochen, vgl. Thirtle/ Ruttan 1987, S. 8ff.

⁶ Vgl. zur Wissenschaftsentwicklung Kuhn 1962. Die Übertragbarkeit der kuhnschen Erklärung einer innen-, d.h. paradigmengeleiteten Wissenschaftsentwicklung auch auf eine Interpretation der Technikgeschichte, auf eine Theorie der technischen Entwicklung und die Innovationstheorie, wurde im englischsprachigen Raum schnell erkannt, vgl., Nelson/ Winter 1977, Dosi 1982, Nelson/ Winter 1982, Clark 1987. Auch mit Blick auf die technologischen Entwicklung wird nun davon ausgegangen, daß diese auf weite Strecken vergleichsweise konservativ und kumulativ verläuft, insofern sie bestimmten Paradigmen ('Trajectories') folgt. Inwiefern aus diesem Ansatz auch Indikatoren für kommende Umbrüche, für revolutionäre Phasen bzw. für die 'Verzweigungen' in den Trajektorien ableitbar wären, ist derzeit allerdings noch nicht absehbar.

2. Sie muß erhebliche Kostensenkungen ermöglichen (Arbeit-, Kapital- oder Rohstoffkosten).
3. Sie muß sozial und politisch verträglich sein (acceptability) bezogen v. a. auf Konsumentenhaltungen, Risiken und innerbetriebliche Beziehungen.
4. Sie muß umweltverträglich sein (Rohstoffverbrauch, Emissionen, Risiken)
5. Sie muß auf das ganze ökonomische System (alle Sektoren und Branchen) durchschlagende Effekte ermöglichen (pervasiveness).

Je nach dem, inwieweit diese Anforderungen z.B. von der neuen Biotechnologie erfüllt werden können, werden die in der Abbildung 1 von ihm skizzierten Verläufe der zu erwartenden 'Biotechnologiewelle' der Wirklichkeit am nächsten kommen.

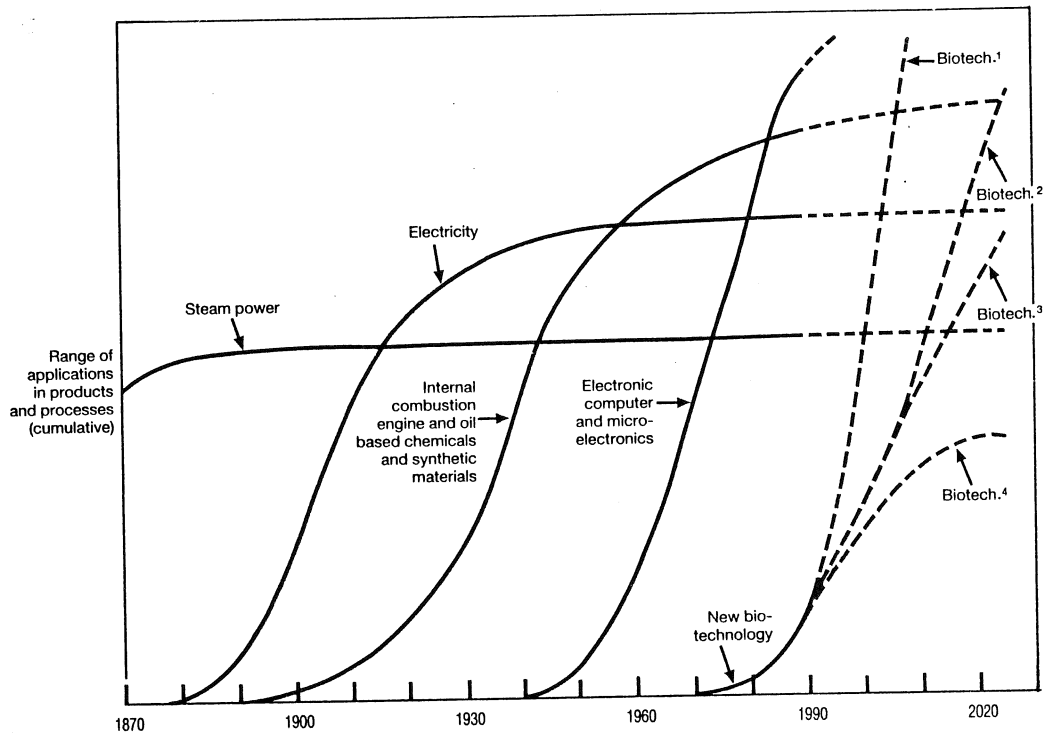


Abb. 1 Lange Wellen auf der Basis von Megatechnologien (Quelle: Freeman/OECD 1989)

Trotz der gegenüber Kondratiew erheblich weiter gehenden Operationalisierung wird deutlich, daß die Unsicherheiten immer noch immens sind, daß die 'Welle' eigentlich

erst im Nachhinein als solche erkannt werden kann.⁷ Die Dimensionen des Nichtwissens bei der Auswahl zukunftssträchtiger Technologielinien noch verschärfend kommt hinzu, daß (nicht nur) auf regionaler Ebene eine weitergehende Differenzierung erforderlich ist. Nicht Informations- und Kommunikationstechnik überhaupt sollten (und können auch nur) regional gefördert werden, sondern bestimmte Teilgebiete daraus. Dies gilt nicht nur, weil eine allumfassende Förderung nicht finanzierbar wäre, sondern vor allem auch aus dem einfachen Grund, daß es nicht sinnvoll ist, daß alle (Nationen bzw.) Regionen sich auf einunddenselben Gebieten Konkurrenz machen. So mag man wohl einigermaßen richtig liegen, wenn man in Anlehnung an die Ergebnisse des inzwischen wesentlich verbesserten internationalen bzw. nationalen **Technologiemonitoring**⁸ an die Förderung von Informations- und Kommunikationstechnik, (neue bzw. moderne) Biotechnologie, neue Werkstoffe, Lasertechnik, Medizintechnik, **Mikrosystemtechnik** und dergleichen denkt (vgl. z.B. Prognos 1990), aber das reicht in keinsten Weise aus. Erst eine raumbezogene Analyse, z.B. eine 'technologieorientierte Regionalanalyse' führt zu Informationen, auf deren Basis die notwendige Spezifizierung, das jeweilige spezifische regionale Profil entwickelt werden kann. Die Unsicherheiten bleiben allerdings auch dann noch immens.

Vergleichbares gilt auch für ein dem 'Technology-Push-Ansatz' gegenüberstehendes 'bedarfsorientiertes' Vorgehen (**Demand-Pull-Ansatz**). Hier wäre eine Orientierung an aus dem **Wirtschaftsmonitoring**⁹ bzw. aus gesellschaftlich diskutierten Zielorientierungen abgeleiteten sogenannten Wachstums- oder Zukunftsbranchen denkbar, aber auch ein

⁷ Genauso wie es für ein Unternehmen nach wie vor sehr schwer ist, zu erkennen, auf welchem Punkt im **Produktzyklus** es sich mit seinem **Produkt** derzeit bewegt.

⁸ Das **Technologiemonitoring** hat im Vergleich zum Wissenschaftsmonitoring eine etwas längere Tradition und insofern auch eine ausgearbeitetere Methodik. Als Vorläufer und Teilstränge der heutigen, im Vergleich zu den sechziger und siebziger Jahren weniger technikeuphorischen Bemühungen um eine strukturierte Technologiebeobachtung und technologische Früherkennung können z.B. die Debatten um 'technological forecasting' in den sechziger und um **Technologiefolgenabschätzung** in den siebziger Jahren gesehen werden, vgl. z.B. Jantsch 1967, Staudt 1974, **Martino** 1980, die Zeitschrift 'Technological Forecasting and Social Change' sowie das Programm 'Technology Assessment and Forecast' am U.S. Patent and Trademark Office. Als Auftraggeber für **Monitoring**-arbeiten und Studien zur Früherkennung sind im internationalen Rahmen vor allem die Aktivitäten der EG-Kommission im Rahmen ihrer Programme FAST, SPEAR und MONITOR zu nennen sowie diejenigen des Europäischen Parlaments im Rahmen seines Programms STOA (Scientific & Technological Options Assessment Program), die Arbeiten des Direktorats für Wissenschaft, Technologie und Industrie der OECD (vgl. dort auch die 'Scientific, Technological and Industrial Indicators Division', die ein international vergleichbares Berichtssystem aufzubauen versucht), die Arbeiten des Office of Technology Assessment (das ja immer schon nicht nur Risiken, sondern auch Chancen von Technologien betrachtet hat), der National Science Foundation (auch dort arbeitet eine 'Science Indicators Unit' an einem Berichtssystem), und nicht zuletzt die japanischen Aktivitäten im Umkreis des MITI. In den achtziger Jahren sind vor allem die objektivierten Verfahren auf der Basis der Auswertung der Patentstatistik und bibliometrischer Verfahren weiter ausgearbeitet worden, vgl. Faust 1987 und 1989, Franklin u. a. 1988, Fraunhofer-Institut 1988, Grupp 1986, Grupp u. a. 1987, **Grupp/Legler** 1987 und 1988, **Irvine/Martin** 1984, Raan 1988, **Schmoch** u. a. 1988, Schmoch/Grupp 1990, VDI-Technologiezentrum 1989.

⁹ Das **Wirtschaftsmonitoring**, die Beobachtung des wirtschaftlichen **Strukturwandels**, kann in den Industrienationen auf die längste Tradition zurückblicken. Es ist methodisch und institutionell, nicht nur in der Bundesrepublik, mit dem alle vier Jahre der Bundesregierung von den führenden **Wirtschaftsforschungsinstituten** vorgelegten Strukturbericht, auf einem recht hohen Niveau.

betriebsgrößenorientiertes Vorgehen. Im Zentrum des nachfrageorientierten und wirtschaftsstrukturellen Monitoring stehen Fragen nach der Entwicklung der wissenschaftsbasierten unternehmensorientierten Dienstleistungen, der spezifischen Entwicklung bestimmter 'science based industries' oder nach der Verwissenschaftlichung bestimmter Unternehmensfunktionen wie z.B. Produktionsplanung, Qualitätssicherung, Design und Marketing. Weitere Fragen gelten der Entwicklung auf bestimmten Nachfragefeldern, auf die ggf. mit wissenschaftsbasierten Innovationen reagiert werden muß (Sozioprognose/ Marktprognose: z.B. Veränderungen in den Ansprüchen an Nahrungsmittel im Zuge der Bedeutungszunahme von alten Menschen als Konsumenten), Fragen des Wertewandels, der Technikakzeptanz und schließlich der Entwicklung bestimmter Problemfelder, von denen ein Innovationsdruck und ein Nachfragesog ausgehen könnten (z.B. Substitutionsnotwendigkeiten durch Ressourcenverknappung oder Umwelttechnik als dynamisches Marktfeld). Bei der Analyse von Bedarfstrends überschneiden sich die Bereiche des Technologie- und des Wirtschaftsmonitoring. Die Nachfrage bzw. der Problemdruck ist schließlich das zentrale Moment des 'demand pull' in der Technologieentwicklung und der Markt entscheidet letztendlich, ob sich eine bestimmte Technologie durchsetzt oder nicht.¹⁰

3.2 Flexibilisierung - Die Verbesserung der regionalen Innovationsfähigkeit

Nicht zuletzt aufgrund dieser großen Unsicherheiten, des überwältigenden Nichtwissens über die 'Technologie der Zukunft' bzw. über die Unternehmen bzw. Branchen der Zukunft wird zunehmend ein anderer Weg eingeschlagen, wobei weniger einzelne Unternehmen oder Forschungseinrichtungen, sondern ganze nationale bzw. regionale 'Innovationssysteme' zum Gegenstand der Maßnahmen werden. Es geht um die Verbesserung der Reaktionsfähigkeit des nationalen bzw. regionalen Innovationssystems auf veränderte Bedingungen, auf neue Risiken und Chancen.

Die These, daß regionale Vernetzung für besonders wissens-, technologie- und/ oder designintensive Branchen/ Unternehmen eine immer wichtiger werdende Voraussetzung für globalen wirtschaftlichen Erfolg wird, ist eines der wesentlichen Ergebnisse der groß angelegten Studie Porters (vgl. Porter 1990). Er betrachtete die international erfolgreichsten Unternehmen aus den verschiedensten Branchen in den zehn ökonomisch bedeutendsten Nationen und stellte fest, daß in fast allen Branchen und Sparten Unternehmen aus relativ eng umgrenzten Regionen die größten Anteile am Weltmarkt erringen konnten. Und er ist den Gründen für diesen Erfolg und für diese räumlichen Ballungen nachgegangen. Entscheidend für den Markterfolg sind seiner Studie zufolge die Qualität und Dynamik der Produktion einerseits und Effizienz und Kosten andererseits, wobei vor allem die ersten (postfordistischen) Faktoren in dynamischen und stark segmentierten Märkten immer wichtiger werden.

¹⁰

Am häufigsten praktiziert wird derzeit vor allem eine Konzentration auf High-Tech-Branchen wie die Luft- und Raumfahrtindustrie, auf den Maschinenbau, die Computerindustrie, auf unternehmensorientierte Dienstleistungen, oder die Konzentration auf forschungsstarke Großunternehmen bzw. auf flexible aber meist FuE-schwache Klein- und Mittelunternehmen.

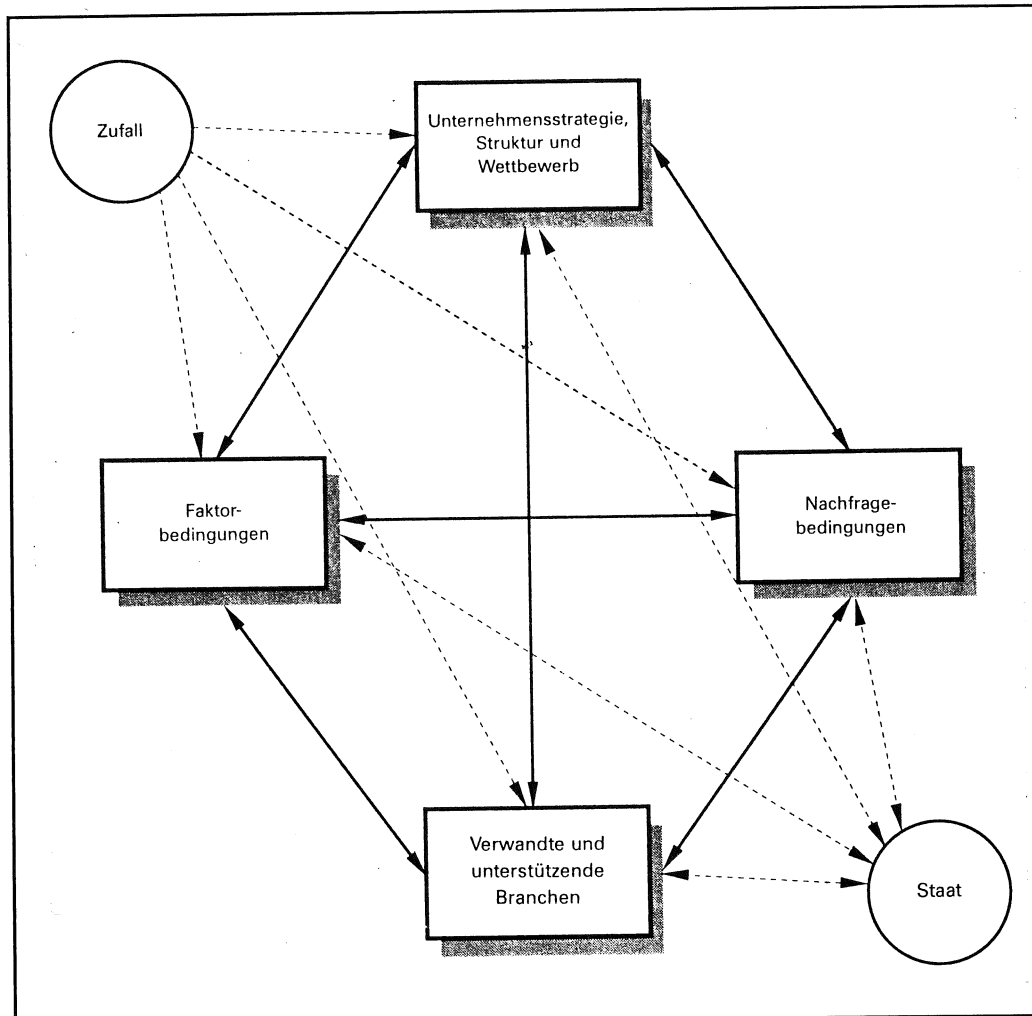


Abb. 2 Erfolgsfaktoren im internationalen Wettbewerb (Quelle: Porter 1990)

Porter konzentriert sich zunächst auf die vier wichtigsten Faktoren, d.h. auf die Ecken im von ihm in Form eines 'Diamanten' dargestellten Erfolgsfaktorenmodells (vgl. Abb. 2).¹¹

1. Produktionsfaktoren:

- a. Rohstoffe: nicht Menge und Preis, sondern Qualität und Art ihrer Nutzung sind entscheidend

¹¹ In der Abbildung 2 ist der vollständige, d. h. um die hier nicht weiter behandelten Faktoren 'staatliche Politik' und 'Zufall' ergänzte Diamant dargestellt.

- b. Arbeitskräfte: möglichst spezifisch, mit hoher Motivation und Unternehmens- bzw. Branchenbindung
- c. Infrastruktur: möglichst spezifisch, z.B. wirtschaftsnahe FuE-Einrichtungen

2. Nachfragebedingungen:

Inlandsnachfrage möglichst anspruchsvoll und spezifisch, mit Trendsignalen und regelmäßigem Dialog zwischen Anbietern und Nachfragern

3. Verwandte Branche und Zulieferer:

Vertikale Vernetzung Käufer-Anbieter, horizontale Vernetzung über gemeinsame Abnehmer, Absatzkanäle und Technologien, reger Austausch, Rückkopplung, kurze Kommunikationswege, ständiger Informationsfluß, global sourcing ist möglich, aber langfristig wirkt sich der Erwartungsdruck auf regionale Zulieferer für das regionale Innovationssystem segensreicher aus

4. Strategien/ Strukturen/ Rivalität:

- a. Führungsstil branchenangemessen, d.h. in italienischer Konsumgüterindustrie flexibel, in deutscher Automobil- oder Chemieindustrie straff
- b. Eigenheiten des Kapitalmarkts, z.B. Risikokapital, Fristen
- c. Bildungswesen, Spezifität, Qualität.

Fazit seiner Studie ist somit:

Die 'globale Strategie' ist 'home-based', wobei der Bildung regionaler Unternehmenscluster,¹² und hierfür wiederum der jeweils besonderen regionalen (Unternehmens-) Kultur und Geschichte ein besonders hoher Stellenwert zukommt. Neben der regionalen Kooperation ist auch die regionale/ lokale Rivalität und Konkurrenz als direkt erfahrbare Ansporn kaum zu überschätzen.

"Tatsächlich machen sinkende Kommunikations- und Transportkosten sowie der Abbau von Handels- und internationalen Wettbewerbsbeschränkungen lokale Vorteile für die Brancheninnovation noch wichtiger, weil Unternehmen mit echten Wettbewerbsvorteilen besser in andere Märkte eindringen können.

Während die klassischen Produktionsfaktoren aufgrund der Globalisierung mehr und mehr zugänglich werden, wird der Wettbewerbsvorteil in fortschrittlichen Branchen zunehmend durch differenzierte Kenntnisse, Qualifikation und Innovationsraten bestimmt, denen Fachkräfte und organisatorische Routine-maßnahmen konkrete Form geben. Der Vorgang der Qualifikationsbildung und die wesentlichen Einflüsse auf das Tempo von Verbesserung und Innovation sind ganz lokaler Art. Offener globaler Wettbewerb macht den heimatlichen Stützpunkt paradoxerweise nicht bedeutungsloser" (1991, S. 182).

Wenn also die regionalen Bedingungen und innerhalb derselben die regionale Innovationsfähigkeit bzw. das regionale Innovationssystem für den internationalen Erfolg so bedeutend ist, lohnt es sich, dieses regionale Innovationssystem etwas genauer zu betrachten. Wesentliche Elemente des regionalen Innovationssystems sind in den Abbildungen 3 und 4 dargestellt.

¹² Regionale Unternehmenscluster sind Ballungen untereinander hochverbundener Unternehmen (Unternehmen derselben Branche, also Konkurrenten, sodann verwandte und unterstützende Branchen sowie Zulieferer und Dienstleister, also kooperierende Unternehmen).

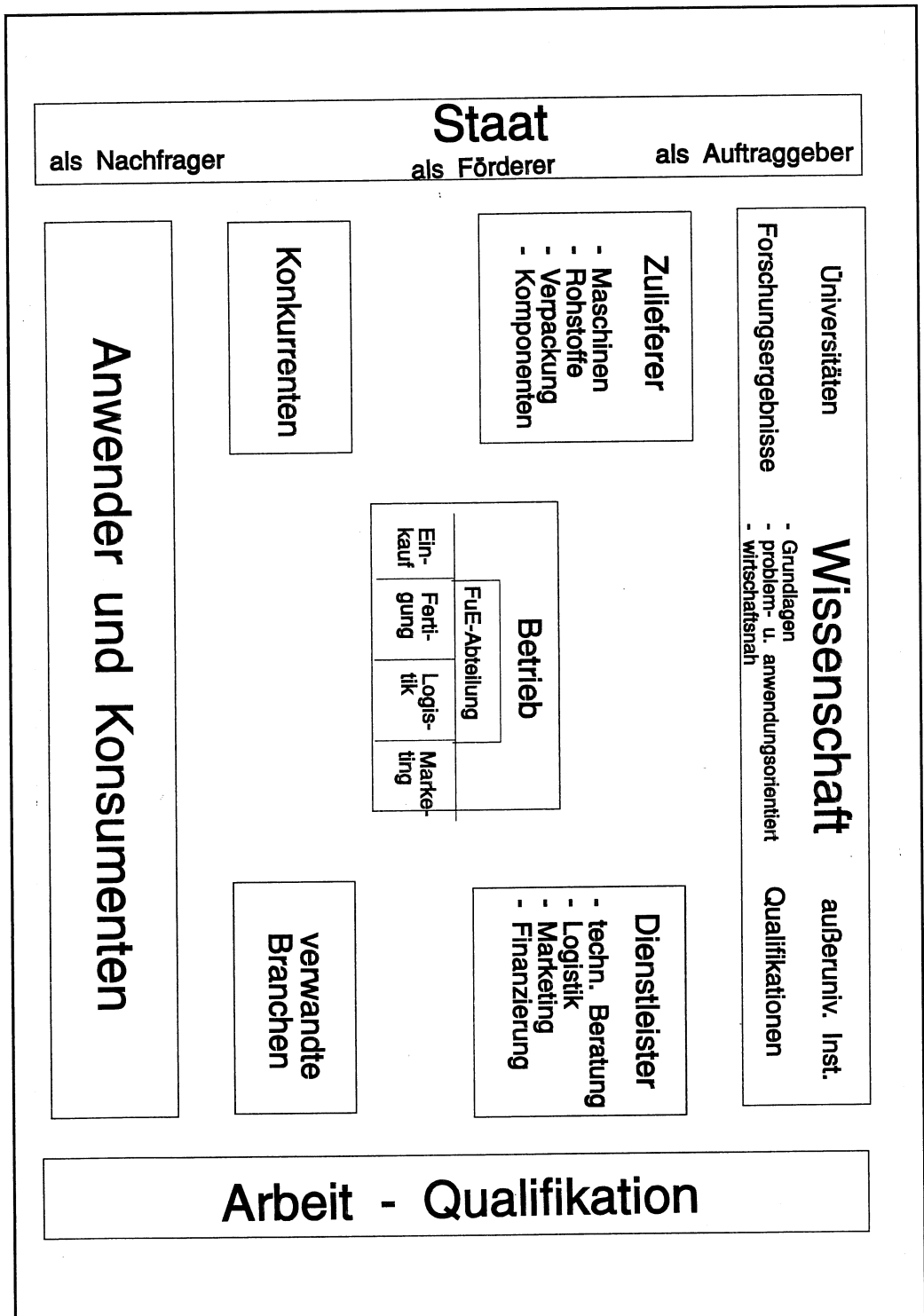


Abb. 3 Das regionale Innovationssystem

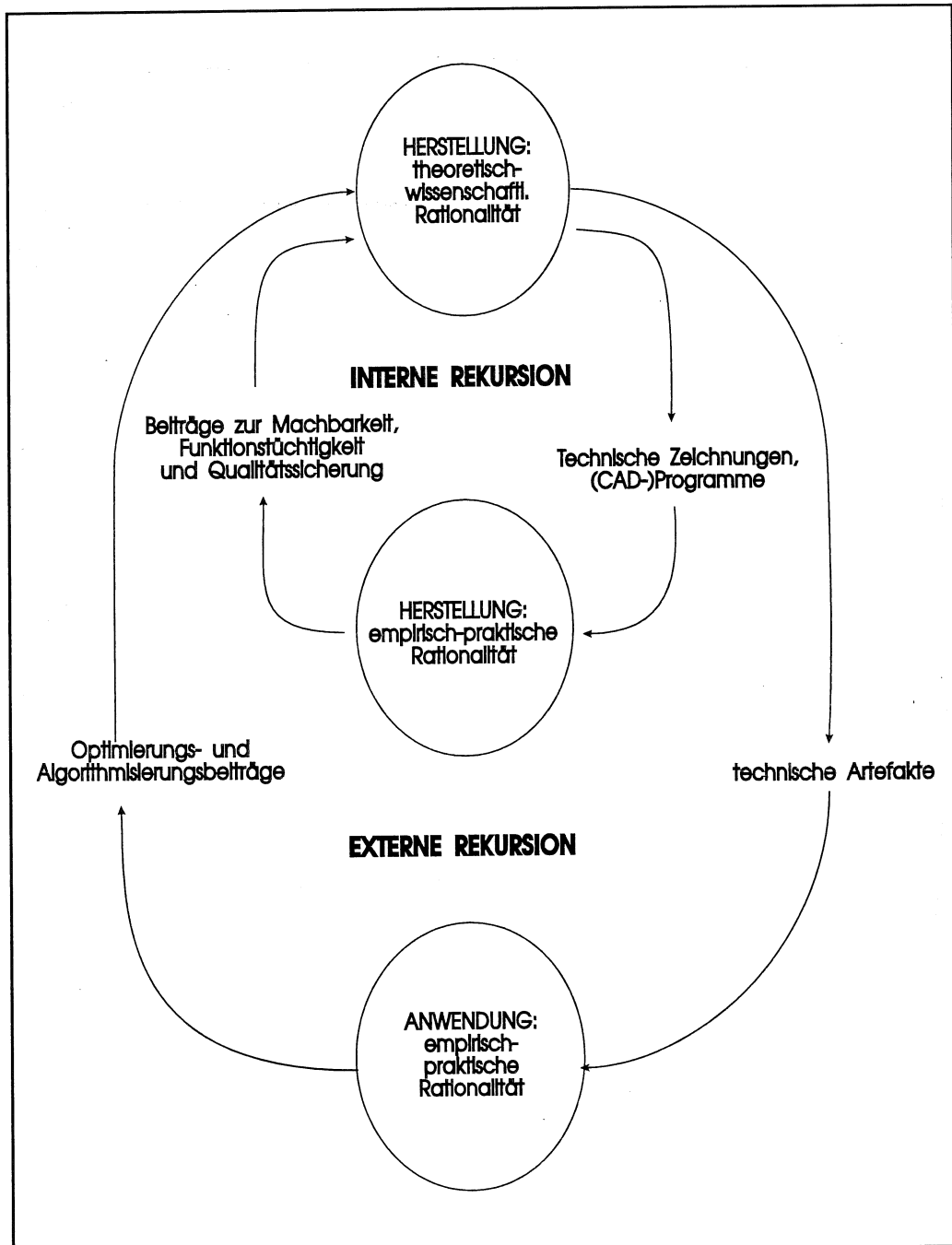


Abb. 4 Innovation als rekursiver Prozeß (Quelle: Asdonk u. a. 1991)

Technikentwicklung im regionalen Innovationssystem wird als Resultante unzähliger innerbetrieblicher, zwischenbetrieblicher und gesamtgesellschaftlicher Abstimmungs- und Aushandlungsprozesse begriffen. Für die regionale Technologiepolitik gilt es, das 'Innovationssystem' als Ganzes zu begreifen und zu verbessern, wobei es naheliegend ist, sich zunächst mit einzelnen Komponenten und den Beziehungen zwischen ihnen zu beschäftigen. Darüber hinaus notwendig ist aber auch die Beschäftigung mit den explizit 'systemischen' Momenten wie dem 'Innovationsmilieu' oder 'Innovationsklima'. Hier sind jedoch der Beeinflussbarkeit bzw. Machbarkeit durchaus Grenzen gesetzt.

In Abbildung 3, die in Anlehnung an Porter aufgebaut ist, sind die wichtigsten Elemente und Akteure des regionalen Innovationssystems dargestellt. Noch nicht enthalten sind die ebenfalls wesentlich in den Prozeß der Innovation und Technikgenese eingreifenden eher zivilgesellschaftlichen Akteure. Bei den Letztgenannten handelt es sich um intermediäre, d.h. zwischen Staat und Gesellschaft bzw. zwischen Politik und Wirtschaft angesiedelte, Institutionen wie z.B. Berufsverbände, wissenschaftliche und technische Gesellschaften (z.B. Gesellschaft deutscher Chemiker, DECHEMA, Verein deutscher Ingenieure usw.), um Institutionen, denen vom Staat bestimmte Aufgaben übertragen wurden (z.B. Technischer Überwachungsverein), um Branchenverbände, die wiederum bestimmte Aufgaben übernommen und ggf. dafür neue Institutionen geschaffen haben (z.B. Industrienormungsausschüsse, die Arbeitsgemeinschaft Industrieforschung), um öffentlich geförderte Stiftungen (wie die Stiftung Warentest oder die auf Technologietransfer orientierte Steinbeißstiftung). In vielen Gründungs-, Begleit- und Kontrollbeiräten dieser zivilgesellschaftlichen Akteure wird darauf geachtet, die gesellschaftlichen Gruppen und in jüngerer Zeit neben den Gewerkschaften auch zunehmend die neuen sozialen Bewegungen, insbesondere die Umweltverbände, angemessen zu berücksichtigen.

Noch nicht im Schema enthalten sind auch institutionelle Innovationen zur Verbesserung der regionalen Innovationsfähigkeit wie FuE-Kooperationen, joint ventures, Gemeinschaftsforschung, Risikokapital, Qualitätszirkel, Technologieparks, Transferstellen an Hochschulen, gemeinsam von Staat und Wirtschaft betriebene Forschungszentren und andere Formen der public-private-partnership.

In der dynamische Aspekte stärker betonenden Abbildung 4 wird Innovation als mehrfach rekursiver Prozeß dargestellt. Diese Mehrfachrekursion erfordert sowohl innerbetrieblich als auch zwischen Herstellern und Anwendern jenen intensiven Austausch, der zu einem wesentlichen Grund für die betriebliche Reintegration von Unternehmensfunktionen wie Forschung und Entwicklung einerseits und Fertigung andererseits und zum regionalen Zusammenrücken kooperierender bzw. durch Zulieferverflechtungen verbundener Unternehmen geworden ist. Die Interaktionsdichte ist somit einer der wesentlichen Gründe für das räumliche Zusammenrücken.

Außerdem wird in Abbildung 4 hier auch schon auf die Problematik der Verbindung verschiedener Rationalitäten hingewiesen. Innovation auf der Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse ist immer auch der schwierige Kombinationsprozeß von wissenschaftlich-theoretischer und empirisch-praktischer Rationalität. Eine aktive staatlichen Forschungs- und Technologie(infrastruktur)politik muß immer von einer in sich widersprüchlichen, aber in dieser Widersprüchlichkeit (bzw. Komplementarität) durchaus für beide Seiten effektiven und erfolgreichen Arbeitsteilung zwischen staatlich finanzierter und industrieller Forschung und Entwicklung ausgehen. Das wissenschaftlich-technologische Wissen, welches in den öffentlichen Institutionen der Wissenschaft und Forschung produziert wird, wird in die Unternehmen (nicht nur der Region) transferiert und

dort mit dem vorfindbaren betrieblichen, technischen, ökonomischen und regionalen Wissen kombiniert. Erst dadurch bekommt dieses Wissen seinen betriebsgebundenen, personengebundenen, 'regionalen' Charakter. Nur über diese Kombinations- und Spezifikationsleistung kann es überhaupt in privat vermarktungsfähige technische Produkte und Verfahren umgesetzt werden.

Ohne diese Spezifizierung und Kombination des wissenschaftlich-technischen mit dem ökonomisch-technischen betrieblichen Wissen, sind die Forschungsergebnisse allerdings für die Unternehmen in der Regel wertlos. Die diese Kombination und Spezifizierung erschwerenden deutlichen Widersprüche in der jeweiligen Binnenorientierung zwischen den staatlichen Forschungseinrichtungen einerseits und den betrieblichen FuE-Abteilungen andererseits, die in Tabelle 2 dargestellt sind, müssen beachtet werden. Die wissenschaftliche Forschung und die innerbetriebliche FuE folgen unterschiedlichen Paradigmen (vgl. dazu ausführlicher Stankiewicz 1985).

Staatliche Wissenschafts- und Forschungseinrichtungen	Betriebliche Forschungs- und Entwicklungsabteilungen
wissenschaftliches Paradigma	ökonomisch-technisches Paradigma
allgemeine zweckfreie Erkenntnisorientierung	Ergebnis- und Marktorientierung
langfristige Forschungsprogramme	kurzfristige, marktbedingte Planungs- und Realisierungsphasen
disziplinär und hochspezialisiert	interdisziplinär und generalistisch
wissenschaftliche Publizität und Profilierung	Geheimhaltung
Erstveröffentlichung ist zentral	schrittweise Verbesserungen sind ebenso wichtig wie Neuentwicklungen

Tabelle 2 Unterschiede und Widersprüche zwischen wissenschaftlicher und ökonomisch-technischer Forschung und Entwicklung

Die Interaktionsmöglichkeiten zwischen wissenschaftlichen Einrichtungen und regionaler Wirtschaft sind also einerseits abhängig von einer (gegenwärtig und zukünftig) bedarfsgerechten Ausrichtung der wissenschaftlichen Infrastrukturangebote (als Produzenten wissenschaftlichen und technologischen Wissens) auf die regionalen wirtschaftlichen Anforderungen, andererseits sind einer solchen Ausrichtung angesichts unseres unendlichen Nichtwissens auf diesem Feld und der komplementären 'internen' Rationalitäten deutliche Grenzen gesetzt. Selbstverständlich ist es wichtig und sinnvoll, bedarfsgerechte Mittlerinstitutionen zu schaffen, die den Transfer des wissenschaftlichen und technologischen Wissens aus den öffentlich geförderten Forschungseinrichtungen in die private Wirtschaft unterstützen und beschleunigen. Allzuoft wird jedoch dabei die Spezifizierungs- und Kombinationsleistung, die erst zur privaten Aneignbarkeit (ap-

propriability) von Erkenntnisprodukten führt, völlig unterschätzt (vgl. Dosi 1988). Allzuoft bestimmen noch Vorstellungen von 'Transfer' die Debatte, denenzufolge, der überquellende Container des Wissens aus den öffentlichen Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen nur möglichst flüssig in die Unternehmen hinein 'entleert' werden müsste. Es gilt also, die unterschiedlichen Paradigmen bei der Ausgestaltung von Wissenstransferangeboten zu beachten. Transfer ist keine Einbahnstraße, sondern kann nur in einer intensiven Interaktion in einem mehrfachen Rekursionsprozeß stattfinden, für den geeignete 'Räume' geschaffen werden müssen. Die Intensität, Dynamik und Qualität der Interaktionen zwischen den wissenschaftlichen Einrichtungen und der regionalen Wirtschaft bestimmt somit ganz wesentlich die Dynamik der regionalen technologischen Entwicklung.

Zu beachten ist schließlich auch, daß man bei Versuchen, die Interaktionen im regionalen Innovationssystem zu begreifen und zu verbessern, nicht allzusehr und schon gar nicht ausschließlich den Blick auf die Forschungsergebnisse lenkt. Forschungsergebnisse sind zwar für die wissenschaftlichen Einrichtungen selbst das eigentliche Ziel. Sie stehen aber, sind sie einmal publiziert, mehr oder weniger global zur Verfügung und haben als solche oft den geringsten Einfluß auf die regionale Innovationsfähigkeit. Viel wichtiger selbst als das auf Forschungsergebnissen aufbauende 'kombinierte' Wissen sind womöglich die Qualifikation von Menschen und die systemischen Wirkungen, die von regionalen wissenschaftlichen Einrichtungen z.B. auf das regionale 'Innovationsklima' ausgehen. In Tabelle 3 sind erwartbare Effekte von regionalen öffentlichen Forschungsreinrichtungen auf das regionale Innovationssystem nach dem Grad ihrer regionalen bzw. Raumgebundenheit dargestellt.

Systemische Effekte					Fühlungsvorteile/ kritische Massen	Innovationsklima
Qualifikation		Erstausbildung	Weiterbildung	Beratung	befristeter Personaltransfer/ Praktika/ Innovationsassistent	Weiterbildung, berufs begleitend
Forschung	an räumlich unspezifischen Phänomenen/ Problemen	Auftrags- und Verbundforschung	experimentelle Erfahrungen und Fertigkeiten		an regionalen Phänomenen, Problemen	

----- Zunahme der Raumgebundenheit ----->>

Tabelle 3 Raumgebundenheit innovationsrelevanter Wirkungen von öffentlichen FuE-Einrichtungen

Für die Regionalplanung und insbesondere für die regionale Forschungs- und Technologiepolitik ergeben sich aus derartigen Überlegungen natürlich mannigfache Konsequenzen. Bei Porter wird dem Staat im wesentlichen die Rolle eines Katalysators, eines Verbesserers der Handlungsmöglichkeiten der Wirtschaftsakteure und eines Herausforderers durch anspruchsvolle Nachfrage zugewiesen. Zudem sollte er bei der Schaffung spezifischer Sonderfaktoren (spezifische FuE-Infrastruktur, spezifische Ausbildungsgänge, spezifische regionale technologische Traditionen usw.) unterstützend wirken. Das Spektrum der möglichen staatlichen Maßnahmen bewegt sich also zwischen einer modernen Infrastrukturpolitik und einer Moderatorenrolle, in der der Staat zunehmend die Aktivitäten des ganzen Kranzes weiterer (zivilgesellschaftlicher) Akteure anerkennt und sich auf die Förderung der Kommunikation und Kooperation zwischen ihnen konzentriert.

Im Bereich der Infrastrukturpolitik dominiert in den meisten Staaten und Regionen derzeit noch ein relativ unspezifischer quantitativer Ausbau der nationalen bzw. regionalen FuE-Infrastruktur und die Förderung wissenschaftlich-technischer Qualifikationen und Aus- bzw. Fortbildungsgänge ganz allgemein. Darüber hinaus wird versucht, bestimmte erkennbare Engpässe zu überwinden oder im Wettlauf bei einigen Technologiefeldern aufzuholen.¹³ Nationale 'Centers of Excellence' und regionale Technologieparks werden aufzubauen versucht. Die mit den Technologieparks verbundenen Vorstellungen leiten immerhin schon über zur Rolle des Moderators, zur Verbesserung der und der Förderung der Kommunikation und Kooperation in regionalen bzw. lokalen 'Innovationssystemen'. Entsprechende Maßnahmen reichen hier von der Bezuschussung von betrieblichem FuE-Personal ganz allgemein (wichtig ist vor allem in Klein- und Mittelbetrieben, daß überhaupt FuE betrieben wird, was konkret gemacht werden muß, wissen die Unternehmen selbst am besten), über die Förderung des Transfers von Kenntnissen und Technologien zwischen Forschungseinrichtungen und Unternehmen bis hin zur Förderung der schon erwähnten intermediären Institutionen und Verbände, die die Technikgenese beeinflussen. Man konzentriert sich also auf die Beseitigung von Engpässen und Flaschenhälsen, versucht zu verbinden und zu vernetzen und bestimmte gesellschaftlich relevante Positionen früh einzubinden.

3.3 Alternative technologische Entwicklungspfade - Ein Versuch zur Demokratisierung forschungs- und technologiepolitischer Grundentscheidungen

Vieles spricht dafür, daß die zuletzt vorgestellte Konzeption von Technologiepolitik sich immer mehr durchsetzen wird. Die Planungseuphorie der 60 und siebziger Jahre dürfte unwiederbringlich dahin sein. Dies gilt nicht nur für die Regionalplanung, sondern für Planung in der Politik insgesamt. In der daraus folgenden Selbstbeschränkung des Staates auf die Moderatorenrolle stecken jedoch nicht nur die Chancen, sondern auch die Gefahren der derzeitigen Deregulierungstendenzen. Es ist nicht zu übersehen, daß die Möglichkeiten zur Durchsetzung der eigenen Interessen in den betrieblichen, regionalen und nationalen 'Innovationssystemen' durchaus ungleich verteilt sind. Zwischen den bisher skizzierten Extremen, zwischen den früheren Allmachtsphantasien

¹³ Immer noch in der Vorstellung, daß alles überall gleichermaßen vorhanden sein müsse.

staatlicher Plan- und Machbarkeit einerseits und dem völligen Rückzug aus eigenen inhaltlichen Vorstellungen auf die reine Moderatorenrolle andererseits, sollte es also noch spezifischere technologiepolitische Konzepte geben.

Schließlich besteht gerade auch dann, wenn forschungs- und technologiepolitische Grundentscheidungen ganz in die Hände der scientific community bzw. der Wirtschaftsakteure gegeben werden, die Gefahr der Verengung der Zukunft auf die bloße Verlängerung (Extrapolation) der Gegenwart. Schon Thomas Kuhn beschrieb eindrucksvoll auf die wissenschaftliche Entwicklung bezogen, wie schwer es alternative Paradigmen haben, selbst dann wenn längst ein ganzer Berg von im alten Paradigma unlösbaren Problemen angehäuft wurde und auch schon ein mögliches alternatives Paradigma vorhanden ist. Kuhn wurde stark angefeindet, wegen seiner aus der historischen Forschung gewonnenen These, daß die Vertreter des alten Paradigmas in der Regel nicht überzeugt werden, sondern eher langsam 'aussterben'. Auch die für die Entwicklung der Atomtechnik aufgebaute wissenschaftlich-technische Infrastruktur (insbesondere die Kernforschungszentren) und der auf ihr basierende Wirtschaftssektor entfalten eine starke Eigendynamik und Beharrungstendenz, die einem Paradigmenwechsel entgegen arbeitet.

Ein möglicher Ausweg, ein Ansatz zur Demokratisierung wenigstens von technologiepolitischen Grundsatzentscheidungen, wurde nicht zufällig gerade im Energiebereich als wichtigstem technologiepolitischem Konfliktfeld der vergangenen Jahrzehnte entwickelt. Es handelt sich um die Konzeption konkurrierender technologischer Entwicklungspfade.¹⁴ Aufbauend auf dem 'Es geht auch anders' der Anti-Atomkraftbewegung und auf ersten Konzepten eines 'sanften Energiepfades' (Lovins 1987), wurden im Rahmen der Arbeit der Enquete-Kommission 'Zukünftige Kernenergiepolitik' des 9. Deutschen Bundestages vier konkurrierende Entwicklungspfade entworfen und bis zu einem bestimmten Grad auch konkretisiert (vgl. Krause/Bossel/ Müller-Reißmann 1980, Enquetekommission 1980). Alle vier Pfade führten auf verschiedenen Wegen zu vergleichbarem Wohlstand oder anders ausgedrückt: Ausgehend von den Bedürfnissen, die mit bestimmten Formen von Energie befriedigt werden (sollten), bzw. von den Funktionen, die verschiedene Energieformen und Energienutzungsformen zugemessen werden, wurden verschiedene Wege zur Bedürfnisbefriedigung bzw. zur Erfüllung dieser Funktionen entworfen. Mit diesem Ansatz nicht (nur) von der Technologie her zu denken, sondern von den generellen Zielen und Bedürfnissen, konnte nicht nur die Frage aufgeworfen werden, ob das jeweilige Bedürfnis bzw. die jeweilige Funktion überhaupt auf energetischem Wege erfüllt werden bzw. sollte, sondern es kamen auch die herrschende Verschwendung und die riesigen Einsparpotentiale durch veränderte Nutzungsformen, d. h. es kam die immense Bedeutung von sozialen Innovationen neben den technischen in den Blick.

Mit der Formulierung solcher konkurrierender technologischer Entwicklungspfade wird also versucht, der Tatsache Rechnung zu tragen, daß die Zukunft offen, daß sie andererseits aber auch nicht beliebig offen ist. Anhand der Technologiepfade kann die

¹⁴

Wobei der 'Erfolg' dieser Konzeption sicher auch mit dem 'Charakter' dieser Technologielinie zu tun hat. Für die Einführung und Ausgestaltung der Computertechnologie als zweitem großen derzeitigem technologiepolitischem Konfliktfeld scheint sie nicht so geeignet zu sein. Dort, wo es weniger um das 'ob' als um das 'wie' geht, könnte die Moderatorenrolle des Staates mit gezielter Förderung derjenigen Kräfte, die in den vielfältigen Einführungs- und Ausgestaltungsprozessen in der Regel schwächer sind, eher angemessen zu sein.

öffentliche Diskussion über die Vor- und Nachteile bestimmter Techniklinien auf eine rationalere Grundlage gestellt werden. Es besteht die Chance für einen weitreichenden öffentlichen Dialog, für eine demokratischere Entscheidung über derart weitreichende gesellschaftliche Fragen und für die relative 'Planungssicherheit', die die Unternehmen als gebrannte Kinder einer gesellschaftlichen Technologieblockade zurecht einfordern.

4 Prinzipien und Kriterien ökologischer **Technikentwicklung** und -gestaltung

Sowohl die Erstellung als auch die Bewertung konkurrierender technologischer Entwicklungspfade ist auf Kriterien zur Unterscheidung und zur Bewertung von Technologien angewiesen. Trotz der Bedeutung, die der Erarbeitung von Kriterien der Technikbewertung zukommt, ist die entsprechende Literatur noch durchaus überschaubar, wobei sich die Debatte bisher vor allem auf die Energietechniken, die Chemie und die Informations- und Kommunikationstechniken konzentrierte.¹⁵ Aus der Energiedebatte und der Auseinandersetzung mit den Informations- und Kommunikationstechnologien stammen z.B. die sehr allgemeinen Kriterien der 'Wirtschaftlichkeit', der 'Sozialverträglichkeit', der 'Umweltverträglichkeit' und der 'Internationalen Verträglichkeit'.¹⁶ Der Ausschuß 'Grundlagen der Technikbewertung' des Vereins deutscher Ingenieure (VDI) hat darüber hinausgehend eine Richtlinie "Empfehlungen zur Technikbewertung" erarbeitet, die "Werte im technischen Handeln" auflistet und diskutiert, wobei diese Werte auch als Kriterien (zumindest im Sinne von Prüfbereichen) zu verstehen sind (vgl. Abbildung 5). Den Kriterien bzw. Leitwerten 'Funktionsfähigkeit', 'Wirtschaftlichkeit', 'Wohlstand', 'Sicherheit', 'Gesundheit', 'Umweltschutz', 'Persönlichkeitsentfaltung' und 'Gesellschaftsqualität' sind jeweils noch bis zu 13 Unterkriterien/ -leitwerte zugeordnet (einen Überblick gibt Tabelle 4).

Auffallend ist bei den meisten Kriterien aus der Energiedebatte ihre defensive Ausrichtung auf 'Verträglichkeiten'. Die Grundhaltung gegenüber technischen Systemen erscheint somit als prinzipiell skeptisch. So als käme es im Wesentlichen darauf an, Schäden zu vermeiden. Die Kriterien der Verträglichkeit konzentrieren sich, überspitzt formuliert, allenfalls auf die Grenzen des technisch Zumutbaren.

Ganz anders schon der Diskussionstand beim VDI. Auch bei ihm tauchen zwar noch Kriterien auf, die nur Mindestvoraussetzungen fixieren wollen. Hierher gehört das Kriterium der 'Wirtschaftlichkeit', das immerhin mit dem nicht unwichtigen Zusatz 'einzelbetrieblich' versehen ist, was auf die vorherrschende verkürzte, die gesamtwirtschaftlichen (externen) Kosten nicht berücksichtigende, Form des Wirtschaftens verweist. Sodann werden mit den klassischen ingenieurwissenschaftlichen Kriterien 'Funktionsfähigkeit' und 'Sicherheit' weitere Mindestvoraussetzungen formuliert, wobei das Kriterium der 'Sicherheit' auch explizit auf die Zukunft "im Hinblick auf das Überleben der ganzen Menschheit" zielt. Die anderen Kriterien/ Leitwerte wie 'Wohlstand' (gesamtwirtschaftlich), 'Gesundheit', 'Umweltqualität', 'Gesellschaftsqualität' und 'Persönlichkeitsentfaltung' sind dann aber durchaus vorwärtsweisend als schon in der Technikentwicklung zu berücksichtigende Zielkategorien formuliert.

¹⁵ Vgl. z.B. Müller-Reißmann/Bossel 1979, Enquêtekommission 1980, Renn u. a. 1985, Meyer-Abich/Schefold 1986 und Bossel/Müller-Reißmann 1986.

¹⁶ Vgl. Enquêtekommission Zukünftige Kernenergiepolitik 1980, Meyer-Abich/Schefold 1986, S. 18ff.

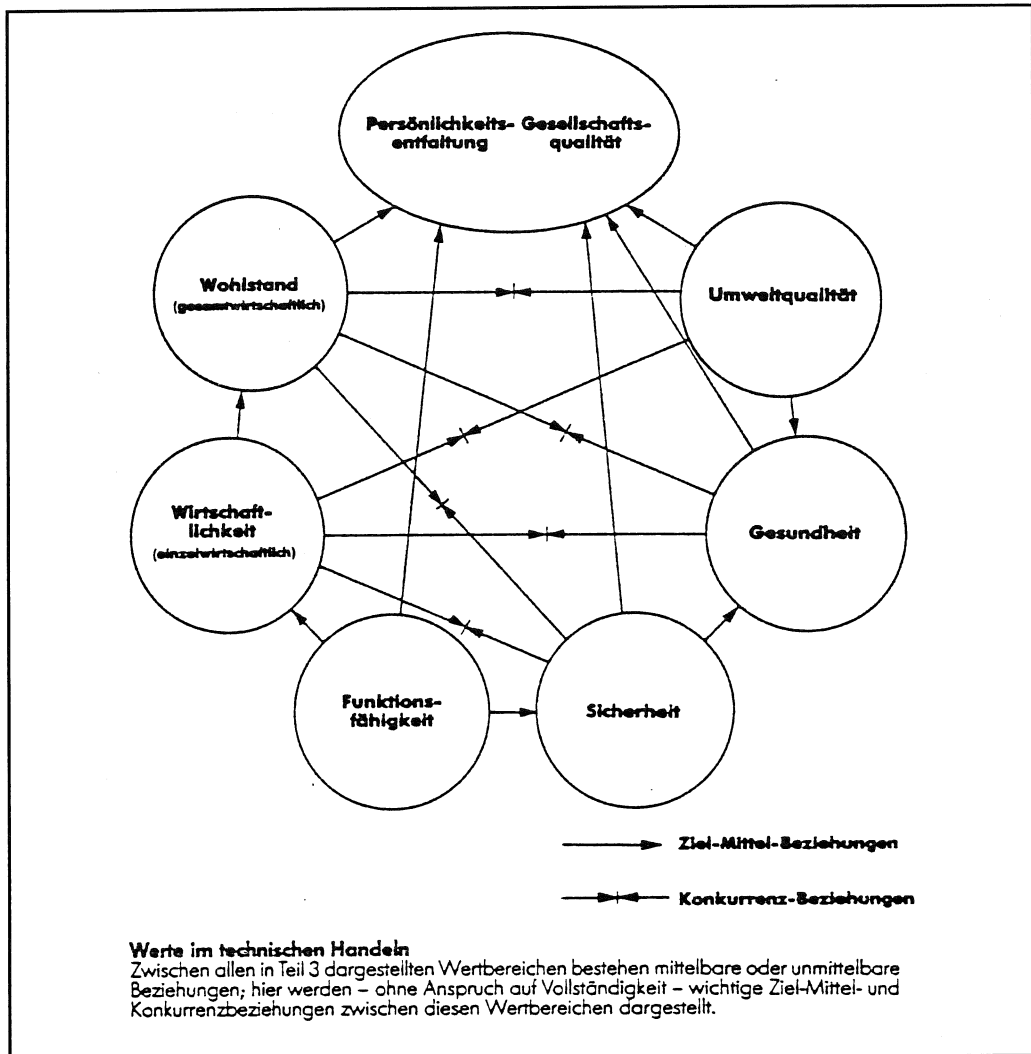


Abb. 5 Werte im technischen Wandel (Quelle: VDI 1989)

Derartige Leitideen oder 'utopische' Kriterien für das Wünschbare bzw. Anzustrebende sind neben den Kriterien für das zu Vermeidende von großer Wichtigkeit. Nur so kann die Technikbewertung aus ihrer 'nachsorgenden' erst nachträglich einsetzenden Position heraus und dem Vorsorgeprinzip näher kommen. Auch hier soll deshalb neben dem Grenzen setzenden Kriterium der 'Eingriffstiefe' mit dem Kriterium der 'Mitproduktivität' ein derartiges, dem Vorsorgeprinzip verpflichtetes, Kriterium vorgestellt werden. Mit beiden Kriterien wird versucht, eine Lücke zu füllen. Neben einem Mangel an Leitideen (utopischen Kriterien) existiert auch ein Mangel an ethische Grenzen setzenden Kriterien, für das, was nicht nur nicht 'verträglich', sondern nicht 'verantwortbar' ist.

Schließlich gibt es Techniken, denen gegenüber prinzipielle ethische Bedenken erho-

Funktionsfähigkeit	<p>Brauchbarkeit</p> <p>Machbarkeit</p> <p>Wirksamkeit</p> <p>Perfektion</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einfachheit - Robustheit - Genauigkeit - Zuverlässigkeit - Lebensdauer <p>Technische Effizienz</p>
Wirtschaftlichkeit (einzelwirtschaftlich)	<p>Kostenminimierung</p> <p>Rentabilität</p> <p>Unternehmenssicherung</p> <p>Unternehmenswachstum</p>
Wohlfahrt (gesamtwirtschaftlich)	<p>Bedarfsdeckung</p> <p>Quantitatives bzw. qualitatives Wachstum</p> <p>Internationale Konkurrenzfähigkeit</p> <p>Vollbeschäftigung</p> <p>Verteilungsgerechtigkeit</p>
Sicherheit	<p>Körperliche Unversehrtheit</p> <p>Lebenserhaltung des einzelnen Menschen</p> <p>Lebenserhaltung der Menschheit</p> <p>Minimierung des Risikos (Schadensumfang und Eintrittswahrscheinlichkeit)</p> <ul style="list-style-type: none"> - des Betriebsrisikos - des Versagensrisikos - des Mißbrauchsrisikos
Gesundheit	<p>Körperliches Wohlbefinden</p> <p>Psychisches Wohlbefinden</p> <p>Steigerung der Lebenserwartung</p> <p>Minimierung von unmittlerbaren und mittelbaren gesundheitlichen Belastungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - in der Berufsarbeit - in der privaten Lebensführung - durch umweltbelastende Produkte und Produktionsprozesse
Umweltqualität	<p>Landschaftsschutz</p> <p>Artenschutz</p> <p>Ressourcenschonung</p> <p>Minimierung von Immissionen und Deponaten</p>
Persönlichkeitsentfaltung und Gesellschaftsqualität	<p>Handlungsfreiheit</p> <p>Informations- und Meinungsfreiheit</p> <p>Kreativität</p> <p>Privatheit</p> <p>Beteiligungschancen</p> <p>Soziale Kontakte und soziale Anerkennung</p> <p>Solidarität und Kooperation</p> <p>Minimalkonsens</p> <p>Ordnung, Stabilität und Regelmäßigkeit</p> <p>Transparenz und Öffentlichkeit</p> <p>Gerechtigkeit</p>

Tabelle 4 Technikbewertungskriterien des VDI (Quelle: VDI 1989)

ben werden, und bei denen eventuell selbst die wohlmeinendsten Ziele nicht ihren Einsatz als 'Mittel' legitimieren. Mit dem Kriterium der 'Eingriffstiefe' soll versucht werden, ein solches Kriterium zu formulieren, wobei wir uns auf dem Weg dahin zunächst stärker auf einen Aspekt der 'Gegenwartsdiagnose' einlassen müssen, auf die Frage, was das ökologische Problem ausmacht.

4.1 Aspekte der ökologischen Krise

Die ökologische Krise wird hier als eine Krise im Umgang mit Natur betrachtet. Der Kern des Ökologieproblems besteht demnach darin, daß wir sowohl 'zuviel' in die Natur eingreifen als auch 'falsch' mit ihr umgehen.

In der ersten Argumentationslinie liegt die Betonung auf den quantitativen Aspekten. Wir greifen 'zu viel' in die Natur ein. Die neue Qualität der ökologischen Krise wird darin gesehen, daß 'zuviel' von etwas an sich womöglich recht Harmlosem geschieht. Sie wird also als Folge einer vor allem quantitativen Grenzüberschreitung gesehen. In der zweiten Argumentationslinie werden die qualitativen Aspekte betont, wenn es heißt: Wir gehen 'falsch' mit Natur um. Die neue Qualität der ökologischen Krise hat in dieser Linie ihren Grund in einer neuen problematischen Qualität des Naturumgangs, vor allem in einer neuen Qualität von Technik. In beiden Linien werden somit unterschiedliche Aspekte bzw. Phänomene der ökologischen Krise hervorgehoben, unterschiedliche Begründungen diskutiert und deshalb auch unterschiedliche Konsequenzen gefordert.

In der ersten Argumentationslinie wird vor allem die Ressourcenproblematik diskutiert (vgl. z.B. Meadows 1973, Council on Environmental Quality 1980), der Landschaftsverbrauch und in jüngster Zeit die CO₂-Anreicherung in der Atmosphäre. Die Ursachen für das 'zu viel' werden in der Verschwendung, im Bevölkerungswachstum gesehen und im Wirtschaftswachstum. Als Konsequenzen wird die radikale Reduktion der gesamtgesellschaftlichen Stoff- und Energiedurchsätze auf ein Drittel bis ein Fünftel des derzeitigen Niveaus gefordert. Dies soll über eine Effizienzrevolution in der Ressourcennutzung aber auch über bevölkerungspolitische Maßnahmen, über einen starken Verteilungsstaat oder über eine Ethik der Selbstbeschränkung erreicht werden.

In der zweiten Linie, der Linie des 'falschen' Umgangs mit Natur stehen bestimmte Techniken im Zentrum der Kritik. Es sind dies vor allem die Atomtechnik, die synthetische Chemie und die Gentechnik. Die neuzeitliche Wissenschaft und Technik werden hier zumindest als (Mit-)Verursacher der ökologischen Krise angesehen, wobei durchaus auch auf die gesellschaftliche Bedingtheit der modernen Naturwissenschaft und Technik reflektiert wird. Die strategischen Konsequenzen, die aus dieser Sicht der Problematik gezogen werden, sind wesentlich fortschrittsoptimistischer, wesentlich zukunftsöffener. Gefordert wird in dieser, stark durch die Wissenschaftskritik der Studentenbewegung und der Frauenbewegung beeinflussten Linie, eine andere Technik, eine andere Wissenschaft und ein anderer Umgang mit Natur.

Selbstverständlich thematisieren beide Linien wesentliche Aspekte der ökologischen Krise. Viele ökologische Probleme lassen sich durch quantitative Reduzierungen (z.B. über die Einführung von Grenzwerten) erheblich lindern, aber es gibt gerade bei der Atomenergie, der synthetischen Chemie und der Gentechnik auch ökologische Probleme und Risiken, die sich nicht durch eine bloße quantitative Reduzierung aufheben

lassen. Hier besteht die Notwendigkeit und auch die Möglichkeit für einen Umstieg auf sanftere Techniken.¹⁷ Gleichzeitig können aber diese sanfteren Techniken nicht die extrem harten und mächtigen Techniken einfach in allen ihren 'Leistungen' ersetzen. Ein weitverbreiteter Einsatz der meisten sanfteren Technologien wäre auch nur dann naturverträglich, wenn gleichzeitig eine radikale Senkung des gesamten Stoff- und Energiedurchsatzes durchgesetzt wird. Letzteres ist nicht nur aber auch ein technisches Problem. Auch für die radikale Senkung der gesellschaftlichen Stoff- und Energiedurchsätze sind weitreichende soziale wie technische Innovationen gefragt. Der Bereich der Energiepolitik, in dem diese Diskussion schon am weitesten fortgeschritten ist, hat beides sehr deutlich gezeigt. Sowohl die Wachstumskritik als auch die Krise des technischen Fortschrittsoptimismus haben also ihre volle Berechtigung. Sowohl eine quantitative Reduzierung als auch eine Zurücknahme der Eingriffstiefe in qualitativer Hinsicht ist notwendig.

4.2 Das Kriterium Eingriffstiefe

Das Kriterium Eingriffstiefe ist in der technik- und wissenschaftskritischen Debatte entstanden und bezieht sich zunächst vor allem auf die verwissenschaftlichten Techniken Atomtechnik, synthetische Chemie und Gentechnik.¹⁸ Das Kriterium wurde direkt aus dem spezifischen wissenschaftlichen Verhältnis zur Natur in den mathematisch-experimentellen Naturwissenschaften und aus dem sich daraus ergebenden experimentellen Naturumgang entwickelt.

Die mathematisch-experimentellen Naturwissenschaftler haben aufgrund ihres Wissenschaftsideals und Naturbildes ein ganz spezifisches Verhältnis zu ihrem Gegenstand - der Natur. Sie interessieren sich kaum für die Phänomene, also für das was wir von der Natur tagtäglich wahrnehmen, sondern für die 'Gesetze' hinter den Phänomenen, für das, was die Natur im Innersten zusammenhält. Sie interessieren sich für den archimedische Punkt, von dem aus die Natur aus den Angeln gehoben werden kann. Alle drei großen Naturwissenschaften waren mit diesem Forschungsprogramm einer Suche nach der 'Logik' der Phänomene sehr erfolgreich: Die Physiker postulierten, die Atome seien diejenigen Strukturen, die die physikalischen Eigenschaften der Körper bestimmen. Die Chemiker postulierten, die Molekülstrukturen bestimmen die chemi-

¹⁷ Mit der Charakterisierung als 'sanfter' soll der Tatsache Rechnung getragen werden, daß hier nicht an absolute Bestimmungen gedacht wird. Man kann die Technologien nicht in klar abgrenzbare Gruppen nach ihrer 'Härte' oder 'Sanftheit' einteilen. Dies ist nicht nur deshalb nicht möglich, weil ein solches dichotomes 'Weltbild', eine solche Schwarzweißmalerei, der real vorfindbaren Vielfalt und Komplexität der Technologien nicht gerecht würde. Selbst wenn wir uns für einen ersten Zugang auf eine solche eindimensionale idealtypische Bipolarität einlassen, sind allenfalls relative Bestimmungen möglich. Ich kann - nicht zuletzt mit Hilfe des Kriteriums **Eingriffstiefe** - nur im direkten **Vergleich zweier** Technologien die eine als 'härter' als die andere bestimmen. Immerhin könnte die Vielfalt der Technologien auf diese Weise auf einem Kontinuum zwischen den idealtypischen Polen 'hart' und 'sanft' angeordnet werden.

¹⁸ Vgl. von Gleich 1988 und 1989

schen Eigenschaften der Stoffe und die Biologen postulierten, die Gene bestimmen die biologischen Eigenschaften der Organismen.

Die Experimentatoren sind in allen drei großen Naturwissenschaften nicht beim Analysieren stehen geblieben, sondern sind, gemäß ihrer Methode, bei der 'Erkennen' immer auch schon 'Manipulieren können' bedeutet, munter zur Manipulation und Synthese fortgeschritten. Die Physiker spalteten die Atome mit den bekannten Konsequenzen. Die Chemiker synthetisierten naturfremde (*xenobiotische*) Stoffe, Stoffe, die die Natur bisher nicht kannte, die gerade wegen ihrer Naturfremdheit besonders tiefgreifende Wirkungen haben (*erbgut-* oder *fruchtschädigend* oder *krebserregend* sind). Die Natur konnte für diese xenobiotischen Stoffe keine Stoffwechselwege des Abbaus entwickeln, weshalb sie sich in der Natur und in der Nahrungskette anreichern. Und jetzt gehen auch die Biologen zur synthetischen Biologie über, zur Konstruktion von Organismen, die auf natürliche Weise nie zustande gekommen wären. Es ist zu befürchten, daß deren Wirkungen die negativen Erfahrungen mit den Produkten der synthetischen Chemie noch bei weitem übertreffen werden. Immerhin haben wir es mit sich selbst vermehrenden Lebewesen zu tun.

Bei solchen technischen Manipulationen, die nicht mehr nur an den Phänomenen ansetzen, wie dies bei allen bisherigen technischen Entwicklungen in der Geschichte der Menschheit der Fall war, sondern die an der 'Logik' der Phänomene ansetzen, haben wir es mit einer völlig neuen Qualität von Technik zu tun. Es handelt sich um eine Technik von immens gesteigerter Eingriffstiefe. Und diese Eingriffstiefe hat spezifische Konsequenzen:

a) Das technische Ansetzen an der 'Logik' der Phänomene gibt den Menschen eine bisher nicht gekannte **Macht** über die Natur. Das Machtverhältnis zwischen Mensch und Natur kehrt sich geradezu um. Hatten es frühere Generationen noch mit einer übermächtigen Natur zu tun, gegen die sie sich verteidigen mußten, so ist uns heute insbesondere mit der *Atomtechnik*, der synthetischen Chemie und der Gentechnik die ganze Natur in die Hand gegeben, und das bezieht sich nicht nur auf die uns zur Verfügung stehenden Vernichtungs- sondern auch auf die Gestaltungspotentiale. Jonas spricht deshalb davon, daß nicht der Mißbrauch oder der Unfall, sondern der 'technische Erfolg' bei diesen Techniken zum größten Problem werden könnte (vgl. Jonas 1985, S. 42 ff). Ehemals technische Schranken, die den menschlichen Eingriffsmöglichkeiten Grenzen setzten, müssten nun durch politische oder ethische Schranken ersetzt werden. Jonas zweifelt daran, daß die Politik die Kraft und die Menschen die Reife und die nötige Weisheit für diese Aufgabe haben oder entwickeln können.

b) Mit der Macht steigen aber auch die **Risikopotentiale**. Vor allem verlängern sich die mit dieser Technik ausgelösten raum-zeitlichen Wirkungsketten in einem bisher nicht gekannten Ausmaß. Wir sprechen hier zurecht von den **irreversiblen Folgen** derartiger Eingriffe. Bei der Atomspaltung wird z.B. Plutonium freigesetzt mit einer Halbwertszeit von ca. 20.000 Jahren. Von der synthetischen Chemie wurden Stoffe erzeugt, wie die **PCBs**, die sich mittlerweile nicht nur in der Muttermilch von Frauen aus den Industrieländern nachweisen lassen, sondern auch im Fett der Pinguine der Antarktis. Auch die Nichtrückholbarkeit von einmal freigesetzten gentechnisch manipulierten Mikroorganismen (eventuell sogar nur von noch intaktem verändertem genetischem Material) gehört in diese Reihe irreversibler Eingriffe in die Natur.

c) Hans Jonas weist in diesem Zusammenhang auf einen weiteren, vielleicht den wichtigsten Punkt hin: Wir haben mit diesen Techniken unsere Handlungsmächtigkeit

ungeheuer gesteigert. Die *Kluft zwischen der Reichweite unseres Handelns und der Reichweite unseres Wissens* - die selbstverständlich immer schon bestand - wird ins Unermeßliche gesteigert. Dies wird genau bei solchen Techniken zu einem besonderen Problem, bei denen nichts schief gehen darf. Es würde an den laplaceschen Glauben an eine völlige Berechenbarkeit der Welt heranreichen, wenn wir hofften, diese neue übergroße Kluft durch Risikoforschung oder durch Forschung überhaupt wesentlich verringern zu können. Deshalb drängt sich, wenn wir Vorsorge und nicht nur Krisenmanagement betreiben wollen, eine bisher kaum denkbare Konsequenz auf: Wir müssen uns ernsthaft auf eine freiwillige Verringerung unserer Handlungsmächtigkeiteinstellen. Wenn nun aber der Verzicht auf möglicherweise sehr viele technische Möglichkeiten zur Debatte steht, den (nicht nur) diese drei großen Techniklinien bieten, dann erhebt sich sofort wieder die Frage nach alternativen 'sanften' Techniken.

4.3 Das Kriterium Mitproduktivität

'Mitproduktivität' ist als Kriterium der Technikbewertung das Ergebnis des Versuchs, nicht nur Kriterien aufzustellen, mit denen Probleme, die mit Technologien verbunden sind, erfaßt und beurteilt werden können, sondern auch Kriterien mit denen beurteilt werden kann, inwieweit eine Technik einer ökologischen Utopie, einer Utopie eines anderen Umgangs mit der Natur nahekommt.¹⁹ Damit wird dem Gedanken Rechnung getragen, daß eine ökologische Orientierung nicht nur mit Naturschutzstrategien verfolgt werden kann, nach dem Motto 'Hände weg von der Natur'. Vielmehr wird davon ausgegangen, daß Umgangsweisen mit Natur möglich sind, die der Natur nicht nur keinen Schaden zufügen, sondern die sogar **ökologisch** positiv zu bewerten sind. Das wünschenswerte Ziel ist in diesem Fall ein partnerschaftliches, ein nicht mehr nur herrschaftliches Verhältnis zur Natur, bzw. noch weitergehend eine Zusammenarbeit mit der 'Produktivität der Natur'. Der Gedanke einer möglichen 'Mitproduktivität' der Natur geht vor allem auf Überlegungen von Ernst Bloch zurück. Er entwarf die Utopie einer Technik, bei der der Mensch mit der Natur zusammenarbeitet, bei der sich also die Produktivität des Menschen mit der Produktivität der Natur verbindet (vgl. Bloch 1973, Bd. 2, S. 729 ff). Die 'Produktivität' der Natur wird hier evolutionär interpretiert. Die Natur hat im Laufe ihrer Naturgeschichte einen ungeheuren Reichtum an Formen, Strukturen und Organismen hervorgebracht und tut dies immer noch. Mit diesem Reichtum und mit dieser Produktivität gilt es zusammenzuarbeiten. Leitorientierungen sind dabei:

- a) von der Natur zu lernen,
- b) die gewachsene Struktur zu achten, zu pflegen und zu kultivieren
- c) mit der Natur, nicht gegen die Natur zu arbeiten.

Die Effektivität von Technologien wird nicht durch größere Eingriffstiefe, sondern durch bessere Ausgeklügeltheit (**sophistication**) und Angepaßtheit zu erreichen versucht. Das Einklinken in ohnehin schon ablaufende Prozesse, das geschickte flexible Agieren zwi-

¹⁹

Auch das Kriterium 'Mitproduktivität' ist natürlich nicht absolut sondern nur vergleichend anwendbar. Es läßt wie die meisten Kriterien nur graduelle Bestimmungen zu.

schen den Naturkräften, eine Art 'Judo-Technik', soll die Brutalität der Eingriffstiefe ersetzen.

Mögliche Beispiele für 'mitproduktive' Techniken reichen von der Papierherstellung über den sanften Energiepfad, die Bionik, den biologischen Pflanzenschutz, die Biokonservierung bis hin zur Gestaltung von Kulturlandschaften:

1. Papier wurde zunächst aus Hadern und Lumpen, also aus Pflanzenfasern (zunächst v. a. aus Flachs- später auch aus Baumwollfasern) hergestellt. Die gewachsene faserige Struktur konnte relativ einfach aus den Pflanzenteilen herausgelöst und direkt verwendet werden. Erst als Papier aus Holz hergestellt wurde, entwickelte sich die Papierproduktion zu dem höchst umweltbelastenden Prozeß, den sie noch heute darstellt. Anstatt die gewachsene Struktur des Holzes zu achten und es z.B. als Werkstoff weiterzuverarbeiten, wurde im Holz nur die Zellulose gesehen, wurde das Holz mit großem Energieaufwand kleingerieben, und anschließend mußten noch über **40%** der Holzinhaltsstoffe (v. a. das Lignin) in einem extrem umweltbelastenden chemischen Prozeß herausgelöst werden. Die ursprünglich benutzten Pflanzenfasern haben dagegen ohnehin schon die gewünschte Struktur und bestehen schon zu 99% aus Zellulose.
2. Das Prinzip der 'sanften Energien' wie die Nutzung der Wind-, Wasser- und Sonnenenergie besteht darin, nicht extra ein eigenes Feuer anzuzünden, sondern sich in die ohnehin schon ablaufenden energetischen Prozesse mit Windrädern, Turbinen und Sonnenkollektoren 'einzuklinken'. Das Segeln, insbesondere das 'Kreuzen gegen den Wind', stellt dabei schon eine besonders ausgeklügelte Form dieser Art von Technik dar (sophisticated technology).
3. In der Bionik werden architektonische und technische Bauprinzipien von der Natur abgeschaut, werden evolutive Strategien der Anpassung an bestimmte Lebensumstände simuliert (z.B. Verringerung der Reibung in Wasser und Luft) und wird der inter- und intraorganismischen Kommunikation und Informationsverarbeitung nachgespürt, um davon für technische Lösungen zu lernen.
4. Im biologischen Pflanzenschutz wird entweder auf den von den Pflanzen selbst entwickelten Schutzstrategien aufgebaut, wenn z.B. die Möhre neben die Zwiebel gepflanzt wird, weil die Zwiebel die Möhrenfliege und die Möhre die Zwiebelfliege abhält, oder es wird an der interorganismischen Kommunikation angesetzt, mit Hormonfallen oder noch ausgeklügelter mit Verwirrstrategien (z.B. bei der stofflich-sensorischen Wirtspflanzenerkennung zur Verhinderung der Eiablage von Schadinsekten).
5. Auch die Biokonservierung arbeitet ganz anders als die herkömmliche Konservierung, bei der es um die Abtötung alles Lebens durch Hitze, Chemikalien oder Strahlen geht. So wie es im biologischen Pflanzenschutz (und in der Homöopathie) eher um die Stärkung des Angegriffenen als um die Tötung des Angreifers geht, so arbeitet die Biokonservierung eher mit Verlebendigung als mit Angriff auf das Leben. Schutzkulturen (beim Sauerkraut und Joghurt v.a. Milchsäurebakterien) besetzen die Lebensräume und verhindern so die Ansiedlung fremder Keime. Es spricht sehr viel dafür, daß gerade eine solche fermentative Konservierung die Nahrungsmittel nicht nur nicht schädigt, sondern ihre Qualität eher noch erhöht. Mit der Fermentierung steht somit eine beispielhaft 'mitproduktive' Form der Lebensmittelkonservierung zur Verfügung (vgl. Hennlich 1988).

6. Die sich über Jahrhunderte erstreckende behutsame und schrittweise Kultivierung des Landes in Mitteleuropa bescherte auch der nichtmenschlichen Natur einen neuen Reichtum von Möglichkeiten (ökologischen Nischen), den sie in einem evolutionären Schub für sich nutzte. Die Artenvielfalt in solchen alten Kulturlandschaften übersteigt diejenige in den ursprünglich vorherrschenden Wäldern beträchtlich. Nicht zufällig können diese Kulturlandschaften allein durch Schutzkonzepte des 'in Frieden lassens' nicht erhalten werden, sondern nur durch 'Arbeit' durch aktive Landschaftspflege. Die Harmonie und Schönheit dieser Kulturlandschaften signalisiert zumindest den Ansatz einer gelungenen Synthese wenn nicht gar Symbiose, die Mensch und Natur neue Entfaltungsmöglichkeiten eröffnete für die weitere behutsame Kultivierung des Landes zur Heimat für Mensch und Natur.

Die Erarbeitung von Kriterien zur vergleichenden Bewertung von Technologien und für eine rationale Technikwahl steht auch mit den hier vorgestellten Kriterien erst am Anfang. Diese Kriterien müssen ebenso wie die im Rahmen der Energiedebatte und vom VDI erarbeiteten weiter operationalisiert werden. Ihre Trennschärfe muß verbessert und ihre Reichweite genauer ausgelotet werden. Keines dieser Kriterien reicht allein zur Beurteilung einer Technologie oder gar eines technologischen Entwicklungspfad aus, obwohl gerade das Kriterium Eingriffstiefe zumindest für die Strukturierung und Gruppierung von Techniken als Grundlage für die Erarbeitung konkurrierender technologischer Entwicklungspfade schon recht brauchbar zu sein scheint.

Die Anwendung solcher Kriterien darf allerdings nicht 'mechanisch' erfolgen. Die Technikbewertung und Technikwahl sind schließlich politische und damit diskursive Prozesse. Die Erarbeitung konkurrierender stofflich-technischer Entwicklungspfade schafft gute Voraussetzungen für einen solchen öffentlichen Dialog.

4.4 Das Beispiel Biotechnik- Elemente **dreier** konkurrierenden **biotechnologischer** Entwicklungspfade

Wenn es darum geht, konkurrierende soziotechnische Entwicklungspfade auf der Basis biologischer Techniken zu entwerfen und zu bewerten sind die grundlegenden Kriterien 'Mitproduktivität' und 'Eingriffstiefe' zwar zentral, wie schon erwähnt reichen sie aber bei weitem nicht aus. Nicht jede biologische Technik, bei der *nicht* mit gentechnischen Methoden gearbeitet wird, ist allein deshalb schon eine 'sanfte' Biotechnik. Außerdem sind auch sanfte Techniken in keinster Weise gegen Mißbrauch **gefeit**.²⁰

Da es auf dem Gebiet der Bewertung biologischer Techniken und v.a. für die Erarbeitung 'sanfter' biotechnologischer Alternativen kaum Vorarbeiten gibt, kann hier bisher nur eine vorläufige Gruppierung verschiedener biologischer Techniken vorgestellt werden, bei der diese Techniken auf drei Ebenen nach dem Grad ihrer Eingriffstiefe

²⁰ (Einige) Sanfte Techniken können zwar sowohl sanft als auch hart eingesetzt und damit mißbraucht werden, das berühmteste Beispiel ist immer das Messer, mit dem sowohl Kartoffelgeschält als auch Menschen umgebracht werden können. Die meisten harten eingriffstiefen Techniken können dagegen kaum sanft oder alternativ eingesetzt werden. Zumindest sind 'sanft' eingesetzte Atombomben, Atomkraftwerke und eine 'sanft' eingesetzte Gentechnik schwer vorstellbar.

angeordnet sind. Immerhin kann die Gruppierung in Abbildung 6 schon als ein erster

E i n g r i f f s t i e f e

Gentechnik harte 'moderne' Biotechnik sanfte 'moderne' und 'klassische' Biotechnik
Gentechnik/'neue' Biotechnik

Biotechnologien nach ihrer Eingriffstiefe:		
Tiere	Pflanzen	Mikroorganismen
Nutzung wildlebender Organismen		Spontanfermentation (Kompost/Abwasser/ Sauerkraut/Tee/Matjes/Silage)
Screening		
Kultivierung (extensiv/biol.) (Ackerbau/Viehzucht/Teichwirtschaft) (Werkstoffe/Textilien/ Farben/ Pflege- mittel/ Arzneimittel/ Energie)		Mischkulturen (Sauerteig/Hefeteig/Milchveredelung/ Bier/Wein/Fleisch/Wurst)
'neue'/neu genutzte Nutztiere/Nutzpflanzen/Mikroorganismen (Öle/Fasern/Arzneimittel/biol. akt. Substanzen Algen- und Pilzkultur/Bioindikatoren) 'biologischer' Bestandsschutz		(Antibiotika/Aminosäuren/Enzyme/ Metallanr./Biosensoren/Biopolymere/ Biofilter/Biokonservierung)
Züchtung (durch Auslese und reproduktive Isolation)		Starterkulturen Bioprozeßtechnik

Kultivierung (intensiv)		
Hochleistungszüchtungen/Monokulturen/Steriltechnik (Antibiotika/Impfstoffe)		
Reproduktions- u. Vermehrungstechniken/Nachwachsende Rohstoffe		
Food-Design Enzymtechnik		
Zellkulturtechnik (Arzneimittel/Aromata/Ersatz v. Tiervers. Interferone/Impfstoffe)		Mikroorganismen aus Extrembiotopen Evolutionsreaktoren (Abbau v. Xenobiotika/ hitzetolerante Mikroorg.)

Klonieren		
DNA Vervielfältigung/PCR (Gen-Probes)		
künstliche Mutagenese Proteindesign		

Hybridomatechnik/Protoplastenfusion/Zellfusion (Monoklonale Antikörper)		
transgene Tiere	Mikroperforation/Geninjektion vektorvermittelte Gentechnik transgene Pflanzen 'transgene' Mikroorganism. synthetische Gene	

Abb. 6 Biotechniken gruppiert nach der Eingriffstiefe (Quelle: Gleich/ Grimme 1990)

Ausgangspunkt betrachtet werden für die Ausarbeitung dreier (oder vierer) konkurrierender biotechnologischer Entwicklungspfade.²¹

Auf der obersten **ersten Ebene** sind die traditionellen Nutzungen der Stoffwechsellösungen von Organismen angeführt, also der Wildfang - der fast nur noch bei Meeresfischen eine bedeutende Rolle spielt -, die Nutzung von Spontanfermentationen beim Kompostieren organischen Restmaterials und bei der Abwasserreinigung (die mengenmäßig wohl die bedeutendsten biotechnologischen Prozessen darstellen), die Nutzung von Spontanfermentationen in der Lebensmittelverarbeitung, -veredlung und -konservierung (die in den Industrieländern nur noch bei der - durchaus industriellen - Herstellung von Sauerkraut eine Rolle spielt) und Ackerbau und Viehzucht. Vor allem die Nutzung der Syntheseleistung von Pflanzen, die für die Nahrungsmittelproduktion, die Futtermittelproduktion, die Produktion von Genussmitteln, Gewürzen, Arzneimitteln und Kosmetika aber auch für technische Zwecke als Faserlieferanten (Baumwolle, Flachs, Hanf, Jute usw.), als Werkstofflieferanten (Holz, Kork, Kautschuk, Harze, Wachse, Gerbstoffe) und für die Produktion naturnaher Farben/ Lacke, Wasch- und Reinigungsmittel angebaut werden, stellt eine wichtige - auf die pflanzliche Mitproduktivität setzende - Alternative zur synthetischen Chemie dar. Ein Entwicklungspfad auf der Basis sanfter Biotechniken wird also ganz wesentlich auf der Nutzung und Kultivierung von Pflanzen und auf Fermentationsprozessen mit nicht gentechnisch veränderten Mikroorganismen aufbauen.

Nun drängt sich angesichts dieser Zusammenstellung sanfter Biotechniken der Einwand auf, daß hier allzu einfach die 'alten' Biotechniken mit 'sanften' Biotechniken gleichgesetzt werden. Obwohl tatsächlich davon ausgegangen werden kann, daß die meisten alten Biotechniken auch zu den eher sanften gehören, so ist doch die Angelegenheit nicht gar so einfach und das Projekt einer sanften Biotechnik auch nicht gar so rückwärtsgerichtet. Auf der ersten Ebene sind z.B. auch die Starterkulturen angeführt, die bei der Milchverarbeitung aber auch bei der Fleisch- und Wurstreifung eine Qualitätsverbesserung und auch ein mehr an Sicherheit bedeuten können.²² Und es ist hier auch das Screening nach neuen bisher noch nicht genutzten Organismen angeführt (v.a. nach neuen Mikroorganismen aber auch nach neuen Nutzpflanzen). Das Screening stellt zwar eine der ältesten 'Techniken' überhaupt zugleich aber auch eine sehr moderne und durchaus wissenschaftliche Tätigkeit dar, ein Projekt, das z. Zt. sowohl

²¹ Vgl. dazu ausführlicher von Gleich/ Grimme 1990. Von soziotechnischen Entwicklungspfaden kann damit auf dem jetzigen Stand der Diskussion noch keine Rede sein. Auch geht es nicht nur darum, nur die Technologien auszutauschen. Ein sanfter biotechnologischer Entwicklungspfad - der nicht erst seit dem tendenziellen Zusammenwachsen von Biotechnologie und Chemie immer ein Pfad auf der Basis sanfter Biotechniken **und einer** 'sanften Chemie' sein muß - kann nur dann realistisch entworfen werden, wenn eine Reduktion des gesamten **Stoffumsatzes** erreicht werden kann. Diese Reduktion müsste in ihrer Größenordnung in etwa mit der Reduktion des Energieumsatzes in den sanften Energiepfaden vergleichbar sein. Vgl. zur sanften Chemie: von Gleich 1991.

²² Problematisch wird es mit den Starterkulturen, wo sie ähnlich wie die auf Hochleistung gezüchteten Nutztiere und **Nutzpflanzen** durch allzu einseitige Orientierung auf Output-Maximierung derart aus ihrem organismischen Gleichgewicht gebracht wurden, daß sie nur noch mit permanenter technischer und chemischer 'Stützung' überleben können. Daß dieses Stadium bei Starterkulturen der Milchverarbeitung womöglich schon erreicht ist, wird dadurch angezeigt, daß schon mit der gentechnischen Integration von Phagenresistenzen in Milchsäurebakterien experimentiert wird, vgl. Teuber 1990.

von großen Pharma- und Chemiekonzernen in der Industrieforschung als auch mit staatlichen Forschungsprogrammen vorangetrieben wird. Die Geister scheiden sich hier nämlich erst im zweiten Schritt. Die einen betreiben Screening nur noch nach interessanten Genen, die dann in schon produktionstechnisch eingeführte Organismen gentechnisch einbaut werden sollen. Die anderen denken eher an die klassischen und modernen Formen der Züchtung und Kultivierung, also an eine Erweiterung der Fruchtfolge oder der Palette genutzter Mikroorganismen.

Das systematische Screening, ja allgemeiner die systematische (durchaus wissenschaftliche) Naturbeobachtung ist eine wichtige Voraussetzung für die Weiterentwicklung (sophistication) elaborierterer biologischer Techniken, die ebenfalls zu den 'sanften' Biotechniken gehören, bei denen aber nicht nur Stoffwechseleleistungen von Organismen, sondern auch deren Interaktionen und deren Sensorik genutzt wird, wie das bei der Umsetzung von Erkenntnissen der 'Chemischen Ökologie' im biologischen Pflanzenschutz beispielsweise der Fall ist. Eine genauere Kenntnis von Pflanzen (und eingeschränkt auch Tieren), die z.B. allelopathische Stoffe, insbesondere sogenannte Abwehrstoffe (**repellens**) und natürliche Wuchshemmer produzieren und ausscheiden, könnte die biotechnischen Grundlagen der biologischen Landwirtschaft wesentlich weiterentwickeln und mithelfen, den größten Teil der synthetischen Insektizide und Herbizide noch schneller überflüssig zu machen.²³

Auf der mittleren zweiten **Ebene** sind im wesentlichen 'moderne' biologische Techniken aufgeführt, die z. T. zwar 'härter' und eingriffstiefer sind als die traditionellen 'klassischen', die aber noch nicht zu den '**neuen**' biologischen Techniken gehören, bei denen direkt (und gezielt) am Genom manipuliert wird. Hier sind also auch diejenigen Techniken angesiedelt, bei denen Organismen nicht mehr als Ganzheiten betrachtet und behandelt, sondern zerlegt werden. Hier sind die einseitig auf **betriebswirtschaftliche** Effizienz ausgerichteten Hochleistungszüchtungen angesiedelt, die großen Monokulturen und das Konzept 'Nachwachsende Rohstoffe', bei dem, wie der Name schon sagt, keine Pflanzen mehr auf dem Acker zu wachsen scheinen, sondern 'Rohstoffe'. Der größte Teil der Pflanzenstoffe gilt in dieser Sicht schon als der zu beseitigende 'organische Müll', als der er dann ja auch tatsächlich anfällt. Hierher gehört auch die beliebige Zerlegung und Neukombination von Nahrungsmitteln, das sogenannte Food-Design, bei dem den Nahrungsmitteln oft nur aus produktionstechnischen Gründen viele Stoffe einerseits entzogen und andererseits zugesetzt werden (enrichment, fortifi-

23

Vgl. Putnam Duke 1978, Putnam 1983 und 1985, Rice 1983, Waller 1987, Francke 1989. Wenn allerdings nur mit 'natürlichen' und nicht mehr mit 'synthetischen' Pestiziden gearbeitet wird, wie das bei einer **Verwendung** von Pflanzenextrakten wie Pyrethrum oder Neem der Fall ist, dann ist das noch keineswegs sanft. Immerhin wirken diese Pflanzenextrakte als Insektizide, **letzteres** gar über eine Hemmung des Häutungshormons. Noch problematischer wird es, wenn, wie beim Pyrethrum, der Naturstoff durch Beigaben von Chemikalien stabilisiert bzw. in der Wirkung verstärkt wird, oder wenn gar das natürliche Molekül nur als Vorlage für einen synthetischen **Nachbau** einschließlich **Chlorierung** dient. Gerade beim Pyrethrum ist die Problematik einer zunehmenden 'Eingriffstiefe' chemischer Techniken sehr gut zu studieren: Die zerriebene Chrysanthemenblüte wirkt nur als Abwehrstoff (**Repellens**), der Wirkstoffextrakt schon als Insektizid. Nach synthetischem **Nachbau** inklusive Chlorierung haben wir es dann mit einem vergleichsweise 'naturfremden' und deshalb persistenten chlorierten Kohlenwasserstoff zu tun. Das Arbeiten mit nur 'abschreckenden' Stoffen (repellens) ist demgegenüber als erheblich sanfter zu bewerten. Zu den wirklich 'sanften' Techniken gehört allerdings **evtl.** nur das bisher schon **praktizierte** pflanzende Kombinieren ganzer **intakter Organismen**, wie das der biologische Gartenbau, **z.B.** mit der erwähnten Kombination von Möhre und Zwiebel, praktiziert.

kation) und bei dem jeglicher Überblick über die Herkunft und die Verarbeitungsweisen der Naturprodukte verlorengeht. Hier sind auch die 'modernen' Biotechniken angesiedelt, bei denen nicht mehr mit ganzen Organismen sondern nur noch mit Teilen von ihnen gearbeitet wird, also die gerade auch für einen sanften Biotechnikpfad sehr interessante Enzymtechnik und das schon wesentlich problematischere Arbeiten mit Zellkulturen.²⁴

Auch auf dieser 'mittleren' Ebene - aber ebenso wie das Arbeiten mit Zellkulturen schon stärker in der Nähe der dritten - sind die schon recht eingriffstiefen Techniken wie der Einsatz von Hormonen und von Pestiziden anzusiedeln, sodann die sogenannten Reproduktionstechniken und schließlich die Züchtungsverfahren für 'neue' Mikroorganismen, bei denen mit in sogenannten 'Evolutionsreaktoren' enorm verschärftem Selektionsdruck gearbeitet wird, um auf diese Weise Stämme für den Abbau von naturfremden (*xenobiotischen*) Stoffen wie chlorierte Kohlenwasserstoffe zu 'züchten'.

Die **dritte Ebene** wurde als einzige noch einmal in sich unterteilt mit Blick auf die 'Gezieltheit' mit der technisch am Genom angesetzt wird. Eine weiterer ebenso wichtiger Punkt ist die Frage, ob genetisches Material (**DNA**) 'nur' entnommen und ggf. 'in vitro' vermehrt wird, wie das bei der 'Polymerase Chain Reaction' (**PCR**) der Fall ist, einem Verfahren, mit dem Gen-Sonden hergestellt werden können (vgl. z.B. Reckmann 1989), ob Gene innerhalb eines Organismus verändert werden oder ob genetisches Material zwischen Organismen bzw. Arten technisch übertragen wird. Auf dieser Ebene ist also im oberen Teil zunächst das Klonieren, das Herstellen von identischen genetischen Kopien von Organismen bzw. von unveränderten Genen und DNA-Abschnitten angesiedelt, sodann als 'alte Gentechnik' die Mutagenese, das künstliche Erzeugen von Mutanten durch Strahlen oder Chemikalien.

Im unteren Teil liegen dann die Verfahren der Übertragung genetischen Materials über 'Artschranken' hinweg, angefangen von den noch relativ ungezielten Verfahren der Zell- bzw. Protoplastenfusion, über die schon wesentlich gezielteren Formen der Genmodifikation (einschließlich Veränderung der Gensteuerung) zur Geninjektion, Mikroperforation oder vektorvermittelte Gentechnik und schließlich der völligen Gensynthese.

Auf der Basis einer solchen Gruppierung von Biotechnologien sollte es in einem zweiten Schritt möglich sein, konkurrierende biotechnologische Entwicklungspfade zu erarbeiten, wobei wie gesagt, als technologische Basis für einen 'sanften' Biotechnologiepfad vor allem noch näher zu bestimmende Ausprägungen der mittleren Gruppe von

²⁴ Es ist klar, daß das Schema noch einen sehr unbefriedigenden Zustand wiedergibt, wenn hier die Enzymtechnik, mit den **Hochleistungszüchtungen** und Monokulturen und wenn die pflanzlichen mit den tierischen bzw. menschlichen Zellkulturen auf eine Ebene gestellt werden, obwohl wir wissen, daß mit diesen Techniken sehr unterschiedliche Probleme verbunden sind, vgl. z.B. Enquêtékommision 1987. Es wurde ja schon angedeutet, daß z.B. die Enzymtechnik auch in einem 'sanften' Biotechnologiepfad eine große Rolle spielen wird. Dies allerdings nur, wenn die Art und Weise der Enzymgewinnung ebenfalls 'sanft' ist (z.B. Enzymgewinnung aus Pflanzen oder aus Rest- und Abfallstoffen durch **Extraktion** über **hochspezifische** Membrantechniken, Immunotechniken oder technische Chromatographie). Ähnliches gilt für das Konzept '**nachwachsende** Rohstoffe', denn ein 'sanfter' Biotechnologiepfad wird sich einerseits stark auf 'nachwachsende' Pflanzenstoffe stützen, andererseits entscheidet erst die konkrete Ausgestaltung des Konzepts, die Form des Anbaus und der Verarbeitung, über die Zuordnung zu dem einen oder anderen Pfad.

'modernen Biotechnologien (mit geringer Eingriffstiefe hoher Sophistication und hohem Grad an Mitproduktivität) wesentlich sein werden.

Wie schon in der Energiedebatte wird sich aber vermutlich auch im noch wesentlich unübersichtlicheren Feld der Biotechnologien, bzw. allgemeiner der stofflichen Grundlagen der Produktion, über kurz oder lang herausstellen, daß solche Pfade zum einen am besten zunächst zu einzelnen Einsatzgebieten von Biotechniken wie Landwirtschaft, Pharmazie/ Medizin, Lebensmitteltechnik, Chemie, Umwelttechnik entworfen und dann erst zu einem Ganzen integriert werden können, und daß zum anderen die entsprechenden Szenarien am besten auf bestimmte Räume eingegrenzt als 'regionale' Entwicklungskonzepte zu erarbeiten sind.

5

Alte und neue Akteure und **Instrumente** der regionalen Technologiepolitik

Zum Abschluß der Vorstellung von Konzeptionen regionaler Technologiepolitik bzw. der möglichen Rolle von Technologiepolitik und Innovationsförderung in der Regionalentwicklung und Regionalplanung soll noch einmal auf die Akteure und ihre möglichen Instrumente eingegangen werden, um dann in einem letzten Schritt nach den Realisierungsmöglichkeiten für eine normativ, d. h. vor allem ökologisch und sozial orientierte, regionale Technologiepolitik zu fragen.

Im wesentlichen unterscheiden wir hier drei Gruppen von Akteuren der regionalen Technologiepolitik **bzw.** Innovationsförderung mit durchaus überschneidenden Orientierungen auf konkrete Regionen, den Nahbereich und auf eine mittlere politische Ebene:

1. Den Staat mit seinen verschiedenen Institutionen und Körperschaften als Hauptakteur in der Regionalplanung,
2. die schon erwähnten intermediären, bzw. zivilgesellschaftlichen Akteure, wobei wir hier über das oben Angeführte hinaus den Blick vor allem auf diejenigen Akteure aus den alten und neuen sozialen Bewegungen lenken und
3. die Wirtschaftsakteure, wobei uns hier deren flexibelste und zukunftsorientierteste 'Fraktion', die ökonomischen **Modernisierer**, interessieren.

5.1 Staatliche Regionalplanung

Die (zentral)staatliche Regionalpolitik, Regionalplanung und regionale Wirtschaftsförderung kann als Versuch einer über den Bezug auf konkrete Räume integrierten und damit ressortübergreifenden Politik bezeichnet werden, eine Politik, die allerdings (zumindest bisher) genauso wie die 'regional' genannte Wirtschaftsförderung und Infrastrukturpolitik fast völlig zentralistisch organisiert wird. Mit dieser 'klassischen' zentralstaatlichen Regionalpolitik sollten und sollen die im Zuge der Industrialisierung und Verstädterung erzeugten Disparitäten in der Raumentwicklung kompensiert werden (Herstellung gleichwertiger Lebensbedingungen). Die Regionalpolitik war mit dieser sozialstaatlichen Kompensationsaufgabe allerdings von vornherein überfordert und dies nicht nur, weil sie von den parallel ungebrochen weiterlaufenden Ressortpolitiken immer wieder konterkariert wurde.

Das Hauptinstrument der staatlichen regionalen Wirtschaftsstrukturpolitik ist in der Bundesrepublik nach wie vor die "Gemeinschaftsaufgabe zur Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur" (**GRW**). Die Hauptkritik an diesem, stark auf das fordistische Industrialisierungsparadigma ausgerichteten, Instrument betrifft:

1. die Undifferenziertheit der Ausweisung von Fördergebieten,
2. die Beschränkung der Förderung auf unternehmensorientierte Infrastrukturprojekte, auf Betriebsansiedlungen (statt regionaler Bestandspflege) und auf exportorientierte (Groß-) Betriebe (statt auf Stärkung innerregionaler Produktionsverflechtungen),

3. die Konzentration auf das Verarbeitende Gewerbe und dort wiederum allzuoft auf die Förderung bloßer Rationalisierungsinvestitionen (immer mehr Geld für immer weniger Arbeitsplätze) anstelle der Förderung von Forschung und Entwicklung, bzw. Innovationsfähigkeit
4. die rein ökonomische Wachstumsorientierung und die Vernachlässigung vor allem ökologischer Ziele (vgl. z.B. Asmacher/ Schalk/ Thoss 1986).

Auch im Rahmen einer ökologisch orientierten regionalen Technologiepolitik bleibt die zentralstaatliche Handlungsebene wichtig. Es geht dabei nicht nur um die Inanspruchnahme von Finanztransfers aus prosperierenden Regionen, sondern vor allem um die Verbesserungen der Handlungsmöglichkeiten auf regionaler Ebene, insbesondere auch der Handlungsmöglichkeiten der 'intermediären Organisationen' (Maßnahmen wären hier neben einer demokratische Gemeindereform v. a. ein Akteneinsichtsrecht für die Bürger, die Ermöglichung von Bürgerbegehren und die Förderung von regionalen Institutionen zur Verbesserung der regionalen Kommunikation und Kooperation). Zu den für eine stärkere Regionalisierung des Wirtschaftens effektivsten und ebenfalls nur auf zentralstaatlicher Ebene durchsetzbare Maßnahmen gehört sicher der Abbau der Subventionierung des (Güter-) Verkehrs und die Internalisierung seiner ökologischen und sozialen Folgekosten. Die niedrigen Transportkosten sind schließlich einerseits auf staatliche Vorleistungen in Straßen, Häfen und Flughäfen zurückzuführen, und zum anderen wurde das permanente Sinken der Transportkosten in der Vergangenheit großteils durch **Abwälzung** der Folgekosten auf die Natur, die Menschen und die Zukunft erzielt (Beispiele sind die allgegenwärtige Luftverschmutzung, die Lärmbelastung, Tankerunfälle, der Flächenverbrauch usw.).

Zum Bereich der 'staatlichen' Akteure gehören auch in gewissem Sinn die kommunalen Eigenbetriebe. Auf regionaler bzw. kommunaler Ebene sollte am "Entwicklungspotential des öffentlichen kommunalen und regionalen Wirtschaftssektors" angesetzt werden, an den wirtschaftlichen Unternehmen der Gemeinden (Stadtwerke, Verkehrsbetriebe, Sparkassen), an den übergemeindlichen Zweckverbänden und am öffentlichen Bildungssystem einschließlich der Forschungskapazität der Hochschulen. Fücks (1987) hat die Verknüpfung all dieser Bereiche zu sogenannten "kommunal-genossenschaftlichen Netzen" angeregt, die - wegen ihrer politischen Beeinflussbarkeit - in der regionalen Technologiepolitik und Innovationsförderung eine besondere Rolle spielen können..

5.2 Alte und neue soziale Bewegungen

Eine zweite Gruppe von Akteuren der Regionalisierung und der regionalen Technologiepolitik bildet das Feld der alten und neuen sozialen Bewegungen. Von ihnen wird beim Verfolgen sozialer, bürgerrechtlicher und insbesondere ökologischer Ziele der Blick auf die Besonderheiten und Eigenheiten konkreter Räume gelenkt. Zu nennen sind v. a. die Gewerkschaften mit ihrer lokalen und regionalen Beschäftigungs- bzw. in jüngster Zeit auch zunehmend regionalisierter Wirtschaftsstruktur- bzw. Industriepolitik, die Ökologiebewegung und die bisher vornehmlich auf die Probleme ländlicher Räume ausgerichteten Initiativen für 'eigenständige Regionalentwicklung'. In den Gewerkschaften markierten zunächst vor allem die Abwehrkämpfe gegen **Betriebsschließungen**, die Selbsthilfe arbeitsloser Jugendlicher in lokalen Beschäftigungsinitiativen, später auch die zentral erhobenen Forderungen nach regionalen **Beschäftigungsgesell-**

schaften und nach einer 'regionalen Strukturpolitik' den Bedeutungsgewinn der regionalen Ebene.

Für die Ökologiebewegung spielte der konkrete Raum als zu schützende Landschaft und das Ziel einer Kreislaufwirtschaft oder zumindest einer Engführung von Stoff- und Energiekreisläufen von Anfang an eine wichtige Rolle (z.B. regionale Energiekonzepte, regionale Abfallkonzepte). In der Ökologiebewegung wurde auch die große Bedeutung von Erfahrung und Erfahrbarkeit für die Ausbildung ökologischen (und sozialen) Verantwortungsbewußtseins erkannt und damit die Notwendigkeit einer stärkeren räumlichen (und zeitlichen) (Wieder-)Zusammenführung von Nutzen und Schaden wirtschaftlicher Aktivitäten, bzw. von technischen Eingriffen in die Natur und deren (Neben-)Wirkungen.²⁵

Beim industrie- bzw. regionalpolitischen Instrumentarium der intermediären Organisationen steht die Förderung der regionalen Kommunikation und Kooperation im Zentrum. Nicht auf Recht und Geld basierende Formen des politischen Aushandelns spielen hier eine große Rolle (negotiation, mediation, Runde Tische, vgl. dazu Hoffmann-Riem/Schmidt-Aßmann 1990). Angestrebt wird die Bündelung aller regionalen Kräfte, insbesondere die Kooperation zwischen Wirtschaft, Wissenschaft, Staat und sozialen Bewegungen. Ein 'runder Tisch' soll fast überall im Zentrum stehen. Die Regionalentwicklung wird wesentlich als Koordinations- und Kooperationsproblem begriffen. Dies ist sicher eine richtige Reaktion auf die eingangs beschriebenen sehr grundsätzlichen Verschiebungen in der Produktionsweise und den damit verbundenen Änderungen in den politischen Regulationsformen. Andererseits besteht dabei natürlich die Gefahr, daß kaum noch vom Widerspruch zwischen Arbeit und Kapital oder zwischen Ökologie und Ökonomie die Rede ist, sondern davon, wie man 'die Unternehmer' an den runden Tisch bekommt.²⁶

Nicht nur für Regionen, die ins ökonomische Abseits zu geraten drohen, ist es wichtig, den Strukturwandel und die Regionalentwicklung als großes gemeinsames Projekt zu begreifen. In Zeiten, in denen die alten Entwicklungsmodelle zerfallen, in denen die bisherige gesellschaftliche Arbeitsteilung und die bisherigen gesellschaftlichen 'Zuständigkeiten' in Frage gestellt werden, in denen sich neue Akteure engagieren, ist der Diskurs am runden Tisch sicher eine adäquate Reaktion. Eine nicht einfach zu überspringende Voraussetzung für den Erfolg solcher Projekte ist allerdings eine realistische Einschätzung des Verhältnisses von Konflikt und Kooperation, eine genauere Bestimmung derjenigen Bereiche, in denen es regionale Kooperation auf der Basis 'funktionaler' Interessensüberschneidungen geben kann, und derjenigen Bereiche, in denen es nach wie vor unaufgelöste 'normative' Widersprüche gibt.

Bei den in Deutschland bisher wahrnehmbaren Ansätzen scheint sich jedoch kein 'runder Tisch', sondern eher ein korporatistisches Modell der Zusammenarbeit von

²⁵

Auch dies ist im übrigen ein Faktor, den es bei der Technikwahl zu beachten gilt.

²⁶

Wobei gerade letzteres angesichts des oben beschriebenen zunehmenden Angewiesenseins 'moderner' fue-, design- oder technologieintensiver Unternehmen auf regionale Kommunikation und Kooperation, auf ein gutes 'Wirtschaftsklima' bzw. ein kreatives und kooperatives 'Innovationsmilieu', gar nicht das Problem sein dürfte. Wenn die Tendenzen richtig beschrieben sind, dann gibt es so etwas wie eine 'neue regionale Erpressbarkeit' der regionalen Unternehmen. Ihre bisher oft vorgebrachte Drohung mit Abwanderung bzw. der Auslagerung von Unternehmensfunktionen (verlängerte Werkbänke) wird unglaubwürdiger.

Staat, Unternehmern und Gewerkschaften durchzusetzen, aus dem die 'Zivilgesellschaft', die Bürgerbewegungen und -initiativen bzw. allgemein die politische Öffentlichkeit ausgeschlossen werden. In sogenannten Regionalkonferenzen versuchen sich bisher nur die 'organisierten Kräfte' der Region auf ein gemeinsames Vorgehen zu verständigen. Erste Erfahrung mit 'von oben' (vom Regierungspräsidenten im Rahmen des ZIN-Programms) initiierten Regionalkonferenzen in Nordrhein-Westfalen zeugen denn auch von wohlbekannten Grabenkämpfen und von einer großen Perspektiv- und Phantasielosigkeit derartiger Veranstaltungen. Auch die von den Gewerkschaften und einigen Gliederungen der GRÜNEN vorgebrachten Vorschläge zur Schaffung sogenannter 'regionaler Wirtschafts- und Strukturräte' liegen, zumindest mit ihrer Orientierung auf eine neue 'nebenparlamentarische' regionale Entscheidungsinstanz, noch allzusehr auf dieser korporatistischen Linie.

Neben ihren institutionellen und korporatistischen Verengungen kranken solche Vorschläge auch daran, daß zuerst an die Schaffung von Strukturen gedacht wird, um diesen dann die Erarbeitung von Perspektiven zu übertragen. Einen umgekehrten Weg favorisieren diejenigen Ansätze, die von den neuen sozialen Bewegungen, vor allem von der Ökologie- und Alternativbewegung bzw. allgemein von den Bürgerinitiativen ausgehen. Hier steht die Erarbeitung von Perspektiven im Vordergrund, um dann im zweiten Schritt die unterstützenden Strukturen zu suchen bzw. zu entwickeln. Bekanntestes Beispiel für ein solches Vorgehen sind im Energiebereich die regionalen Energiewendekomitees zur Umsetzung der vorher zumindest in groben Linien erarbeiteten regionalen Energiekonzepte. Diesem umgekehrten Weg liegt m. E. auch ein paradigmatischer Wechsel im Politikmodell zugrunde. Idealtypisch ausgedrückt wird übergegangen von einem kausal-mechanischen Push-Modell, bei dem mit Hilfe eines Satzes von 'Instrumenten' die Gesellschaft in die gewünschte Richtung gedrückt werden soll, zu einem teleonomem Pull-Modell, bei dem über die Entwicklung von Perspektiven und Leitbildern (z.B. auch konkurrierenden technologischen Entwicklungspfaden), Engagement und Kreativität für eine Selbstveränderung der Gesellschaft mobilisiert werden sollen.

Der Versuch einer Verallgemeinerung politischer Perspektiven läuft hier über die Schaffung von Voraussetzungen für eine öffentliche Debatte, für eine Verständigung über gemeinsame bzw. konkurrierende Leitbilder und Perspektiven. Die öffentliche Debatte über die Frage, 'wie wir in Zukunft leben wollen', die Ausarbeitung möglichst realistischer konkurrierender Entwicklungspfade für die Zukunft der Region gehört damit zu wichtigsten 'weichen' Steuerungsinstrumenten der regionalen Technologiepolitik.

Bei der Ausarbeitung konkurrierender regionaler Entwicklungspfade wird regionale Kooperation über das Ziel eines (partiellen) regionalen Konsenses angestrebt. Auch wenn schon die Tatsache, daß es sich um konkurrierende Pfade handelt, den real vorhandenen Dissens widerspiegelt. Wenn die Pfade gut sind, bringen sie den Dissens wirklich auf den Punkt, dann können sich die einzelnen 'Fraktionen' in den verschiedenen Pfaden wiedererkennen.

Die Pfade haben die 'Funktion', die Debatte auf eine möglichst optimale Wissensgrundlage zu stellen und zu strukturieren (sie zu rationalisieren i. S. von 'vernünftig machen'). Darüber hinaus ist kaum davon auszugehen, daß nach der öffentlichen Debatte eine große und einmalige Entscheidung zwischen den konkurrierenden Pfaden getroffen wird. Die Pfade haben mit der Überwindung scheinbarer Sachzwänge, mit der Öffnung von Zukünften und Möglichkeiten und der Initiierung des öffentlichen Dialogs im großen Ganzen ihre Funktion schon erfüllt. Realistisch zu erwarten ist dann eher,

daß Elemente der verschiedenen Pfade kombiniert werden, und/ oder daß - wie im Energiebereich - an den verschiedenen Orten verschiedene Pfade beschriftet und im Beschreiten konkretisiert werden.

Wenn möglichst viele Einwohner der Region für gemeinsame Projekte mobilisiert werden sollen, stehen Überlegungen im Zentrum, wie die Entwicklung von Perspektiven (und als deren Voraussetzung eine qualitative - unter anderem auch technologieorientierte - Regionalanalyse) und wie die regionale öffentliche Kommunikation über die Zukunft der Region unterstützt werden können. Vorschläge zur Gründung von regionalen Entwicklungsgesellschaften, die vor allem solche Animations- und Initiativfunktionen haben sollen, sowie von regionalen Entwicklungsfonds zur Förderung exemplarischer Projekte sind Instrumente dieses Ansatzes. Als Beispiele können zunächst Institutionen angeführt werden, die sich zwar aus betrieblichen Abwehrkämpfen gebildet, inzwischen aber integrierten regionalwirtschaftlichen Konzepten zugewandt haben, wie das GLEB in London, das Zentrum für Arbeit, Technik und Umwelt (ZATU) in Nürnberg, das **EntwicklungsCentrum Osnabrück (ECOS)** oder das Entwicklungszentrum Dortmund. Auch die Vereine für eigenständige Regionalentwicklung, die sich stärker um die Belange der ländlichen Regionen kümmern, sind hier zuzuordnen. All diese möglichst selbständigen aber notwendigerweise staatlich geförderten Institutionen (gemeinnützige GmbHs, Vereine oder Stiftungen) sollen Anlaufstellen und Foren für Fragen der Regionalentwicklung sein (regionale Strukturbeobachtung und Analyse endogener Potentiale). Sie sollen über die Förderung der Kommunikation in der Region die wissenschaftlichen, arbeitsmarktpolitischen und wirtschaftlichen Ressourcen der Region bündeln und exemplarische Projekte vor allem in den Bereichen Qualifikation¹ Weiterbildung, alternative Produktion/ regionale Produktionsverflechtung und ökologische Technik¹Innovation (möglichst auf der Basis regionaler Ressourcen) initiieren und fördern.²⁷

5.3 Industrielle Modernisierer

Zum Staat und den neuen und alten sozialen Bewegungen gesellt sich mit fortschreitendem Übergang von fordistischen, vergleichsweise starren zentralistisch-hierarchischen, zu 'postfordistischen', flexibleren teilautonom-dezentralen Industrie- und Regulationsformen eine dritte Akteursgruppe, das 'moderne Unternehmerlager', die 'ökonomische Modernisierungsfraktion'. Diese Akteure verbinden mit dem Projekt der Regionalisierung bzw. der regionalen Forschungs-, Technologie- und Wirtschaftsstrukturpolitik nicht die vom Staat und vor allem von den sozialen Bewegungen mit der Regionalisierung verfolgten normativen Ansprüche nach sozialem Ausgleich, ökologischem Umbau und Demokratisierung durch Dezentralisierung. Für sie stellt der Bedeutungsgewinn des Nahbereichs bzw. der regionalen Ebene schlicht eine funktionale Notwendigkeit

²⁷

Vgl. z.B. Fücks 1987, Meemken 1989 und zu weitergehenden Vorschlägen wie Leasinggesellschaft für moderne Maschinen, regionale Bahngesellschaft, Verein zur Förderung des Bauhandwerks von Gleich/ Lucas/ Schleicher/ Ullrich 1992.

dar.²⁸ Nicht zuletzt durch Beispiele besonders erfolgreicher Regionen mußten die sich an der Front der wirtschaftlichen Entwicklung bewegenden ökonomiezentrierten Verfechter einer grundlegenden und weltmarktorientierten 'Modernisierung der Volkswirtschaft' zur Kenntnis nehmen, daß die lokalen und regionalen Rahmenbedingungen, daß die lokale und regionale Eingebundenheit und Verflechtung für die Innovationsfähigkeit von Unternehmen und Regionen und damit für deren Erfolg auf dem Weltmarkt ganz entscheidend sind. Konnten moderne Unternehmen bisher noch glauben, 'nur auf dem Weltmarkt daheim zu sein', gewinnen nunmehr vor allem für die höherwertigen Unternehmensfunktionen, insbesondere für das optimale Funktionieren der unternehmensübergreifend zu denken 'regionalen Innovationssysteme', Nähe, direkte Kontakte und face-to-face-Kommunikation an Bedeutung.

²⁸ Für die Unterscheidung zwischen "normativen und funktionalen Gründen" für die "Konjunktur der Forderungen nach einer stärker regionalisierten Regionalpolitik" vgl. Danielzyk 1992.

6 Anknüpfungspunkte im Konkreten - **Ökologischer Strukturwandel**

Der ökonomisch-funktionalbegründete Bedeutungszuwachs der regionalen Ebene und das Auftreten neuer 'intermediärer' Akteure mit neuen Instrumenten wird für eine erfolgreiche 'normative', sozial und ökologisch orientierte regionale Technologiepolitik wohl kaum ausreichen. Es stellen sich Fragen nach weiteren Anknüpfungspunkten in der gesamtgesellschaftlichen Dynamik und nach Bündnispartnern bzw. nach einer realistischen Grundlage für regionale Kooperation. Das Setzen auf die motivierende, mobilisierende und integrierende, den regionalen Konsens fördernde Kraft von Leitbildern setzt z.B. voraus, daß es sich dabei im Blochschen Sinne nicht um 'abstrakte' sondern um 'konkrete Utopien' handelt, in denen die angestrebten Alternativen mit einer realen beobachtbaren oder zumindest absehbaren gesellschaftlichen Dynamik in Beziehung gesetzt werden.

Solche Anknüpfungspunkte und Tendenzen in der realen gesellschaftlichen Entwicklung sind nur denkbar und damit auch wahrnehmbar, wenn die gesellschaftliche Dynamik insgesamt als in sich widersprüchlich und offen und nicht als eine linear und vollständig einer 'Systemlogik' unterworfenen immer weitergehenden Subsumtion unter 'das Kapital' oder gar als technisch determinierte gesehen wird. Solche Anknüpfungspunkte und Tendenzen im Konkreten sind aber auch nicht als Einbahnstraßen zum Erfolg mißzuverstehen, als Selbstläufer in die ökosoziale Richtung. Auch sie sind selbstverständlich in sich widersprüchlich. Welcher Aspekt sich jeweils letztlich durchsetzen wird, hängt immer vom jeweiligen Kräfteverhältnis, von den Mehrheiten, d. h. vor allem von den Menschen und ihrem Engagement ab.

Über den bisher hervorgehobenen 'funktional' begründeten Bedeutungszuwachs der regionalen Handlungsebene hinaus, soll jetzt der Blick auf in der gesellschaftlichen Dynamik liegende mögliche Ansatzpunkte für einen ökologischen Umbau gelenkt werden.

6.1 Immaterielle Produktion und Ressourceneffizienz

Auch ökologisch auf den ersten Blick interessant ist z.B. der ökonomische Bedeutungsverlustes der Fertigung, des sekundären Sektors, ein Prozeß der (mit der problematischen Gleichsetzung von Fertigung mit Industrie) auch schon als 'Deindustrialisierung' bezeichnet wurde (vgl. Bluestone/ Harrison 1982). Mit dem Bedeutungsgewinn von Dienstleistungen und dem teilweisen Übergang von Produktionsprozessen und Produkten stofflicher und energetischer auf solche informationeller Art (immaterielle Produktion) könnte durchaus eine Umweltentlastung verbunden sein, auch wenn zuvorderst mit Blick auf die Verkehrsproblematik und den Papierverbrauch seit dem Einzug der Computer in die Büros klar sein muß, daß Tertiarisierungsprozesse und die Informatisierung nicht automatisch zu Umweltentlastungen führen (vgl. Hesse 1991). Ökologisch interessant ist sicher auch eine fortschreitende Effektivierung des Stoff- und Energieeinsatzes (vgl. Jänicke/ Mönch 1986, Larson u. a. 1986), selbst wenn auch

hierbei klar sein muß, daß die *quantitative* Abnahme ökologischer Belastungen durch die Grundstoff- und Energieindustrie durch die *qualitative* Zunahme neuer Probleme mit modernen, besonders eingriffstiefen Techniken wie synthetische Chemie und Gentechnik mehr als überkompensiert werden kann.

6.2 Bedeutungsgewinn des Primären Sektors und der **Naturproduktverarbeitung**

Wenn wir den gängigen Modellen des wirtschaftlichen Strukturwandels **zufolge** auf eine Dienstleistungs-, Freizeit- und Informationsgesellschaft zusteuern, so klingt das nach Gesellschaften, in denen die Landwirtschaft, das Handwerk und die Verarbeitende Industrie als überkommene wirtschaftliche Strukturen keine nennenswerte Funktion mehr haben, geschweige denn eine Perspektive, um die es sich für sie zu kämpfen lohnt. Doch auch die projektierte Dienstleistungsgesellschaft ist auf eine Verankerung in der materiellen Produktion angewiesen. Die Aufgabe zum **ökologischen Umbau** der materiellen Produktion bleibt bestehen.

Das Ziel ökologisch orientierter Forschungs-, Technologie- und Wirtschaftsstrukturpolitik bleibt der Umbau und - im Rahmen einer notwendigen Reduzierung der derzeitigen Energie- und Stoffumsätze - der Abbau der materiellen Produktion und Konsumtion genau dort, wo die erfolgreichen Produktivitätssteigerungen der industriellen im Vergleich zur handwerklichen, haus- und landwirtschaftlichen Produktion sowie die ggf. verbesserte Gebrauchstauglichkeit der Produkte überwiegend, wenn nicht gar ausschließlich, zu Lasten zukünftiger Generationen, der Qualität der Arbeit, der Dritten Welt und der äußeren Natur erzielt wurden.

Im Rahmen eines solchen öko-sozialen Umbaus der materiellen Produktion, insbesondere mit Blick auf die neben der Energie- und Verkehrssituation drängendsten stoff-ökologischen Probleme, muß ein Hauptaugenmerk auf stoffliche Konversion und sanfte Biotechnik gelegt werden, auf den Umstieg von synthetisch-chemischen und nicht-regenerativen auf naturnahe Stoffe und Prozesse, und das bedeutet in den überwiegenden Fällen einen Umstieg auf Stoffe pflanzlichen Ursprungs und auf biotechnologische Stoffumwandlungsprozesse. Bei wieder zunehmender Verwendung regenerierbarer Pflanzenstoffe eröffnet sich eine neue und ungewöhnliche strukturpolitische Perspektive. Mit dem Umstieg auf naturnahe Werk- und Rohstoffe, wo immer dies möglich ist, mit einer 'Biologisierung der gesamtgesellschaftlichen Produktion', würde die landwirtschaftliche Primärproduktion wieder stark an ökonomischer und gesellschaftlicher Bedeutung gewinnen. Einige der im Verlauf der Industrialisierung aus dem landwirtschaftlichen Primärsektor und der handwerklichen und hauswirtschaftlichen Produktion herausgelösten und von der großen Industrie übernommenen **Produktionsanteile** könnten heute - aufgrund ökologischer und sozialer Notwendigkeiten und auf der Basis **neuer** technischer Möglichkeiten - wieder stärker vom Primärsektor, vor allem von der Landwirtschaft und von einer handwerksähnlichen (flexiblen, kleinindustriellen) Produktion übernommen werden. Der Bedeutungsverlust des sekundären Sektors (**'Deindustrialisierung'**) wäre dann begleitet von einer Bedeutungszunahme nicht nur des tertiären Dienstleistungssektors, sondern auch des Primärsektors. Dies würde neue Chancen eröffnen für ein gleichberechtigteres Verhältnis von Stadt und Land bei

Beibehaltung und Betonung ihrer Verschiedenheit (vgl. von Gleich1 Grimme 1991, von Gleich1 Lucas/ Schleicher1 Ullrich 1992).

6.3 Aspekte des Übergangs von fordistischer zu postfordistischer ökosozialer Produktion

Neun weitere mit dem Übergang vom fordistischen zum postfordistischen Industrialisierungsparadigma, mit dem ökologischen Strukturwandel und der stofflichen Konversion Zusammenhängende mögliche Anknüpfungspunkte für ökosoziale Entwicklungen im wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Strukturwandel sollen hier noch kurz angesprochen werden.

1. Die Funktionalität streng hierarchischer Systeme und steuernder Durchgriffe von Zentralen (seien es nun Regierungen oder Konzernspitzen) bis in die Peripherie, wird mit zunehmender Komplexität der Strukturen und Prozesse immer fraglicher. Nicht zuletzt zur Senkung von Transaktionskosten setzt sich Teilautonomie von Subsystemen auch dort durch, wo der zentrale Herrschafts- und Lenkungsanspruch an sich noch ungebrochen ist. Die Förderung der Innovationsfähigkeit durch Teilautonomie, Flexibilisierung und Vielgestaltigkeit scheint die Strategie der Zukunftssicherung zu werden in einer Zeit, in der Extrapolationen und darauf aufbauende Prognosen angesichts der Geschwindigkeit und Offenheit des gesellschaftlichen und technologischen Wandels immer unbrauchbarer werden.
2. Die Tendenz zur großräumigen internationalen Arbeitsteilung und zum Taylorismus als dem herrschenden *räumlichen* Strukturierungsprinzip, scheint selbst in den noch fordistischen Teilen der industriellen Produktion brüchig zu werden. Ausgelagerte Produktionsteile wurden rückverlagert. Auch neue (noch fordistische) Produktionskonzepte wie die 'Just-in-Time-Produktion' führen zur (allerdings deutlich abhängigen) "räumlichen Rekonzentration von Produktionszusammenhängen", zu "regionalen Produktionsclustern" (Läpple 1986).
3. Im Zuge des Wertewandels ändert sich auch Verbraucherverhalten, was ja neben Marktsättigungstendenzen einer der entscheidenden Antriebe für den Übergang von der fordistischen zur 'differenzierten Qualitätsproduktion' darstellte. Auf diesen von der Nachfrage bestimmten individualisierten Märkten ist mehr Qualität als Quantität gefragt. Dies könnte, dort wo Qualitätsprodukte kurzlebige nicht reparierbare oder nicht weiterverwendbare Wegwerfprodukte ersetzen, die Chancen verbessern für eine Reduktion des **gesamtgemeinschaftlichen** Waren- und Stoffumsatzes ohne allzu große Verluste an Lebensqualität.
4. Es gibt in diesem Zusammenhang auch einen Verbrauchertrend zum hochwertigen Naturprodukt nicht nur bei den Nahrungsmitteln sondern auch bei Textilfasern, Baustoffen, Anstrichmitteln, Kosmetika usw. Dies gilt nicht nur für direkt ökologisch orientierte Verbraucher, sondern auch für die Trend setzenden jungen städtischen Aufsteiger. Die Produktion hochwertiger Naturprodukte und die Verarbeitung derselben eröffnet wiederum neue Chancen sowohl für die land-, forst- und gartenbauliche (vielleicht in Zukunft auch meereswirtschaftliche) Primärproduktion als auch für eine umweltverträglichere, weil Naturstoffe verarbeitende Form von Industrie und Gewerbe.

5. **Verschärfte Standards des Umwelt- und Arbeitsschutzes**, also eine Internalisierung der sozialen und ökologischen Folgekosten werden zudem zur Verteuerung der konkurrierenden Produkte der synthetischen Chemie führen. Diese verschärften Standards werden einen ökologisch induzierten Strukturwandel erzwingen, der für einige sowieso schon naturnäher produzierende Branchen wie die 'Naturprodukte' verarbeitende Nahrungs- und Genußmittelindustrie, die Holzverarbeitende Industrie und die Textilindustrie (so weit sie Naturfasern verarbeitet) vermutlich besser als für andere Branchen verkraftbar ist. Diesen Branchen mitsamt ihren Zulieferern aus der Primärproduktion, dem Maschinenbau und dem Verpackungsbereich gilt das besondere Augenmerk einer ökologisch orientierten Industriepolitik. Erste diesbezügliche Entwürfe stellen die Überlegungen zur ökologischen Orientierung und Vernetzung der Aktivitäten in der Produktlinie Flachs/Leinen dar (von Gleich/Lukas/Schleicher/Ullrich 1992) sowie zu den Perspektiven der Naturprodukteverarbeitenden Branchen Nahrungs- und Genußmittelindustrie, Textilindustrie und Holz- und verarbeitende Industrie (von Gleich/Grimme 1991).
6. Mit dem ökologischen Land- und Gartenbau steht zumindest für die Primärproduktion, also für die **ökologisch** verträgliche und nachhaltige Produktion gesunder Lebensmittel und hochwertiger naturnaher Werk- und Rohstoffe schon heute eine (sicher auch noch zu verbessernde) sozial und ökologisch angepaßte Wirtschaftsform zur Verfügung.
7. Bei der qualitätsorientierten Verarbeitung von Naturprodukten können eher sanfte Biotechniken der Verarbeitung, Haltbarmachung, Veredelung und Pflege, die in der Lebensmitteltechnologie schon eine lange Tradition haben, auch in anderen Bereichen wieder an Bedeutung gewinnen (v. a. Fermentierung, Schutzkulturen, Enzymtechnik). Aber auch die Chancen für eine sanftere (angepaßtere, gegenstandsgemäßere) maschinelle Verarbeitung von Naturprodukten bzw. naturnahen Werk- und Rohstoffen sind gestiegen. Das Flexibilisierungspotential der Mikroelektronik wurde bisher nur in Richtung auf Flexibilisierung des Arbeitskräfteeinsatzes und der Marktbedienung (kleine Serien) entwickelt, hat aber schon in dieser Hinsicht der maschinellen Produktion zumindest 'technisch' wieder etwas mehr 'handwerklichen' Charakter eröffnet (vgl. Piorel Sabel 1984). Dieses Flexibilisierungspotential könnte auch in Richtung auf einen wieder stärker handwerklichen Umgang mit den Stoffen weiterentwickelt werden. Dies würde eine vergleichbar effektive maschinelle Verarbeitung nicht zugerichteter naturnaher Werk- und Rohstoffe ermöglichen, sodaß in Zukunft die Maschinen und Arbeitsgänge an die Werkstoffe bzw. Arbeitsobjekte und nicht die Werkstoffe an die Maschinen angepaßt werden können. Die längst überfällige stoffliche Konversion und ein noch stärkeres Zurückdrängen der Grundstoffindustrien (einschließlich der Chemischen Industrie) aus dem Werkstoffbereich wären die Konsequenz.²⁹

²⁹

Naturnahe Werk- und Rohstoffe wie Holz, Leder, Pflanzenfasern usw. stellten vor der Industrialisierung die stoffliche Grundlage der gesamtgesellschaftlichen Produktion bzw. des im wesentlichen handwerklichen verarbeitenden Gewerbes dar. Sie waren dann aber für die 'mechanische' Automation zu heterogen und komplex (nicht maschinengerecht genug) und wurden deshalb im Zuge der fordistisch-tayloristischen Industrialisierung durch für die *mechanische* Automation extra 'zugerichtete' homogenisierte, gereinigte und normierte *maschinengerechte* Roh- und Werkstoffe wie Stahl, Glas,

8. Selbst die Chemische Industrie lernt inzwischen das hohe Komplexitätsniveau von (bio-organischen) Naturstoffen zu schätzen. Statt Kunststoffe und andere synthetische Produkte aus *Erdöl* mühevoll und umweltbelastend hochzusynthetisieren, steigt sie zunehmend schon auf dem stofflichen Niveau von Naturstoffen wie z.B. Pflanzenölen oder der Stärke ein. Die sich damit stellende Alternative 'sanfte Naturproduktverarbeitung in einer differenzierten und regional vernetzten Qualitätsproduktion' oder 'hochtechnologische und eingriffstiefe chemische und gentechnologische Massenproduktion auf der Basis sogenannter 'nachwachsende Rohstoffe', die von einer intensiv wirtschaftenden abhängigen Agrarindustrie geliefert werden, ist noch lange nicht entschieden.
9. Mit sinkender formeller Arbeitszeit steigt die Bedeutung der selbstbestimmten *Eigenarbeit*, also von *Arbeiten*, die nicht unter dem derzeit herrschenden Rationalisierungs- bzw. Zeitdiktat stehen. Die *Eigenarbeit* und ihrer Ergebnisse, mit ihrer Orientierung auf Besonderheit und ihrer Liebe zum Detail, könnten für das 'gute Leben' in der Region in nicht allzuferner Zeit ebenso wichtig werden wie die formelle Arbeit und ihr Lohn (vgl. allerdings auch zu notwendigen Voraussetzungen dafür, z.B. zur Notwendigkeit einer Kombination von formeller und informeller Arbeit, Jessen/ Siebel u. a. 1987).

Plastik und Beton verdrängt. Für diesen Zurichtungs- und Reinigungsprozeß entstand eine eigene Industrie, die sogenannte Grundstoffindustrie (v. a. Stahl-, Zement- und Chemische Industrie), die wiederum nicht zufällig stark überproportional an der industriellen Umweltbelastung beteiligt war und ist.

7 Innovationsorientierte Regionalpolitik in einer strategischen Allianz

Wenn eine ökologisch und sozial orientierte regionale Technologiepolitik - will sie erfolgreich sein - sich nicht in der Formulierung und Verfolgung 'ihres' Pfades und der Anknüpfungspunkte für ihre normative Orientierungen erschöpfen darf, wenn regionale Kooperation in pluralistischen Gesellschaften nur noch begrenzt auf der Basis gemeinsamer normativer Ziele (Leitbilder/ Pfade) zu erreichen ist, kommt es darauf an, sie auf der Basis gemeinsamer (funktionaler) Interessen zu verwirklichen. Solche gemeinsamen Interessen gilt es herauszuarbeiten.

Im Schnittpunkt der funktionalistischen und normativen Regionalorientierung liegt vor allem die Förderung der Innovationsfähigkeit von Unternehmen und Regionen also eine "innovationsorientierte Regionalpolitik" (vgl. z.B. schon Ewers/ Wettmann 1980 und Brugger 1984). Sie böte die Chance für ein begrenztes gemeinsames Projekt, für eine strategische Allianz zwischen funktionalistisch orientierten Modernisierern und normativ bzw. problemorientierten alten und neuen sozialen Bewegungen und zwar bei ungebrochenem Weiterbestehen ihrer in keinsten Weise verschleierte normativen Differenzen.

Angesichts des Spannungsverhältnisses zwischen dem raumnegierenden Ökonomischen Wirken der postfordistisch produzierenden Unternehmen auf den Weltmärkten und dem gleichzeitigem Bedeutungsgewinn ihrer regionalen Eingebundenheit befindet sich die normative Regionalorientierung nicht mehr in völligem Gegensatz zur allgemeinen ökonomischen Entwicklungsrichtung. Mit dem postfordistischen Industrialisierungsparadigma wird es sogar immer fraglicher, inwieweit die Rede von einer einzigen vorherrschenden gesellschaftlichen Entwicklungslogik die gesellschaftliche Realität noch angemessen trifft. Die bisher bekannten strategischen Alternativen des Schwimmens 'mit dem' oder 'gegen den' Strom könnten sich erweitern nicht nur um die Optionen eines 'Kreuzens' quer zum Strom (bzw. dem hier bevorzugten Bild eines Surfens auf der Welle), sondern gar eines 'Auflösens' des einen gewaltigen Stromes in viele ihre jeweils eigene Richtung einschlagende Bäche.

Hinzu kommt, daß angesichts der herrschenden gesellschaftlichen Dynamik selbst für die Erhaltung des Erhaltenswerten in (regionaler) Kultur und Natur Innovationsfähigkeit notwendig ist. Auch für eine ökologisch und sozial orientierte regionale Technologiepolitik gilt, daß sich 'alles' ändern muß, damit das 'Erhaltenswerte' erhalten werden kann.

Die bisher nur im Rahmen der 'normativen' Regionalorientierung angesprochene Ökologieproblematik führt ja längst auch schon zu ökonomischen Dysfunktionen und wird deshalb auch 'funktional' thematisiert. Die Grenzen der Möglichkeiten zur räumlichen Abwälzung ökologischer Folgen bzw. Folgekosten sind angesichts der Gefahr des Umkippens ganzer Meere und angesichts der globalen Klimaveränderungen längst erreicht.

Für eine innovationsorientierte Regionalpolitik muß das 'regionale Innovationssystem' als Ganzes den Ansatzpunkt bilden. Wie weit in dieser Situation allerdings schon ein 'Reiten auf der Modernisierungswelle' wirklich möglich ist, ob die Umsetzungsmöglichkeiten für die Ziele beider 'Fraktionen' gleichermaßen verbessert werden, ob also neben der 'Modernisierung der Volkswirtschaft' auf der Basis einer solchen Strategie

auch die Möglichkeiten zur Artikulation und Durchsetzung der normativen Ziele eines naturverträglichen Wirtschaftens, einer stärkeren regionalen Partizipation und Eigenständigkeit, des sozialen Ausgleichs bzw. insgesamt eines 'guten Lebens' in der Region, tatsächlich verbessert werden, dies alles bleiben vorerst offene Fragen.

Die 'Modernisierung der Volkswirtschaft' ist als solche kein von vornherein ökologisches oder soziales Projekt. Eine undifferenziert auf eingriffstiefe Hochtechnologien (high-tech) setzende Modernisierung würde sogar eher gegenläufig zu den sozialen, demokratischen und ökologischen Anliegen erfolgen. Die Auseinandersetzung muß also letztendlich über den jeweils einzuschlagenden technologischen Entwicklungspfad geführt werden. Während z.B. eine Modernisierung auf der Basis der Informations- und Kommunikationstechniken noch zumindest ambivalent und 'gestaltbar' erscheint, gilt diese für eine Modernisierung auf der Basis von Gentechnologie sicher nicht mehr. Doch auch im letztgenannten Fall ist der Versuch, derartige Entwicklungen schlicht aufzuhalten, wenig erfolgversprechend. Es käme auch dann eher darauf an, aufbauend auf den Erfahrungen in der Energiedebatte, alternative sanfte technologische Entwicklungspfade für den Bereich der stofflichen und Prozeßtechniken zu formulieren und durchzusetzen. Die Situation im Energiebereich zeigte immerhin, daß die Blockierung des Atompfades und die schrittweise regionale Durchsetzung des sanften Energiepfades nicht unmöglich waren.

Viel wird also auch in den zukünftigen Auseinandersetzungsfeldern von der jeweils konkreten Situation vor Ort, von den dort möglichen Allianzen und vom Kräfteverhältnis abhängen. Die innovationsorientierte Regional- und Industriepolitik erhöht zunächst vor allem die Spielräume, die dann von allen genutzt werden können. Die Kräfte sind, das muß immer wieder betont werden, allerdings nach wie vor ungleich verteilt.

8 Literatur

- Aglietta, M.: *Regulation et Crises du Capitalisme: L'Expérience des Etats-Unis*, (Calmann-Lévy), Paris, 1976
- Amin, Ash/ Robins, K.: The re-emergence of regional economies? The mythical geography of flexible accumulation, in: *Environment and Planning D: Society and Space*, 1990, Vol. 8, S. 7-34
- Amin, Ash/ Thrift, Nigel: Neo-Marshallian Nodes in Global Networks, in: *International Journal of Urban and Regional Research*, Vol. 16, 1992, S. 571-587
- Asdonk, Jupp/ Bredeweg, Udo/ Kowol, Uli: Innovation als rekursiver Prozeß. Zur Theorie und Empirie der Technikgenese am Beispiel der Produktionstechnik, in: *Zeitschrift für Soziologie*, Jg. 20, Heft 4, August 1991
- Asmacher, Cristoph/ Schalk, Hans-Joachim/ Thoss, Rainer: Wirkungsanalyse der regionalen Strukturpolitik, in: *Informationen zur Raumentwicklung* 9/10, 1986
- Bagnasco, A.: *Tre Italie: La Problematica Territoriale dello Sviluppo Economico Italiano (Il Mulino)* Bologna 1977
- Bloch, E.: *Das Prinzip Hoffnung*, 3 Bde. Frankfurt/M. 1973
- Bluestone, Barry/ Harrison, Benett (1982): *The deindustrialisation of America. Plant closings, community abandonment, and the dismantling of basic industries*, New York (Basic Books) 1982
- Bossel, H./ Müller-Reißmann, K. F.: *Kriterien für Informations- und Kommunikationstechnik*, ISP Hannover 1986
- Boyer, R.: *La Theorie de la Regulation: Une Analyse Critique (L Decouverte)*, Paris, 1986
- Brugger, Ernst A., Hrsg.: *Regionale Innovationsprozesse und Innovationspolitik*, Diesenhöfen (Ruegger) 1984
- Brusco, S.: Small firms and industrial districts: The experience of Italy, in: Keeble, D./ Wever, E. eds.: *New Firms and Regional Development in Europe* (Croom Helm) Beckenham 1986
- Clark, N.: Similarities and Differences between Scientific and Technological Paradigms, in: *FUTURES*, February 1987
- Commission of the European Communities DG for Science, Research and Development: *The FAST II Programme (1984-1987). European Futures - Prospects and Issues in Science and Technology*, Brussels o. J.
- Council on Environmental Quality, ed.: *The Global 2000 Report to the President*, Washington, U.S. Government Printing Office, 1980, dtsh.: *Global 2000. Der Bericht des Präsidenten*, Frankfurt/M. 1980
- Danielzyk, Rainer: *Niedersachsen im Umbruch - Probleme und Perspektiven der Regionen und der Regionalpolitik*, Vortrag gehalten in Loccum am 10. 1. 1992

- Dosi, G.: Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of determinants and directions of technical change, in: Research Policy, 11, (3) June 1982
- Dosi, Giovanni: Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation, in: Journal of Economic Literature, Vol. XXVI, September 1988
- Dosi, Giovanni/ Freeman, Christopher/ Nelson, Richard/ Silverberg, G./ Soete, L (eds.) (1988): Technical Change and Economic Theory, London/New York (Pinter) 1988
- Dujin, van, J. J.: The Long Wave in Economic Life, London/Boston/Sidney 1983
- Enquetekommission 'Zukünftige Kernenergiepolitik': Zukünftige Kernenergiepolitik, Kriterien, Möglichkeiten, Empfehlungen, in: Zur Sache, Heft 1, Bonn 1980
- Enquetekommission 'Chancen und Risiken der Gentechnologie': Der Bericht, in: Zur Sache, 1/1987, Bonn 1987
- Ewers, Hans-Jürgen/ Wettmann, R.: Innovationsorientierte Regionalpolitik, Schriftenreihe des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau, 06.042, Bonn 1980
- Faust, K.: Früherkennung technischer Entwicklungen auf der Basis von Patentdaten, Ifo-Studien zur Strukturforschung, Bd. 9, München 1987
- Faust, K.: Dynamische Felder der Technik im Licht der internationalen Patentaktivität, 3 Bde., ifo-Institut für Wirtschaftsforschung München 1989
- Francke, W.: Chemische Ökologie/Ökologische Chemie, in: Nachrichten aus Chemie, Technik und Laboratorium 37 (1989), Nr. 5
- Franklin, J. J./ Johnston, R.: Co-Citation Bibliometric Modeling as a Tool for S&T Policy and R&D Management: Issues, Applications, and Developments, in: van Raan 1988
- Fraunhofer-Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung (ISI): Indikatoren für Forschung, Technik und Wirtschaft: Forschungsstatistik, Patentanalyse, Technometrie, Technologischer Welthandel, Karlsruhe 1988
- Freeman, Christopher: The Diffusion of Biotechnology Through the Economy: the Time Scale, in: OECD: Biotechnology - Economic and Wider Impacts, Paris 1989
- Fücks, Ralf: Alternative Regionalökonomie. Chancen kommunal-genossenschaftlicher Ansätze in Bremen, in: PROKLA 67, 1987
- Gleich, Arnim von: Werkzeugcharakter, Eingriffstiefe und Mitproduktivität als zentrale Kriterien der Technikbewertung und Technikwahl, in: Rauner, Felix Hrsg.: Gestalten - eine neue gesellschaftliche Praxis, Bonn 1988
- Gleich, Arnim von: Der wissenschaftliche Umgang mit der Natur. Über die Vielfalt harter und sanfter Naturwissenschaften, Frankfurt/M. 1989
- Gleich, Arnim von: Über den Umgang mit Natur. Sanfte Chemie als wissenschaftliches, chemiepolitisches und regionalwirtschaftliches Konzept, in: Wechselwirkung Nr. 48, 1991
- Gleich, Arnim von/ Lucas, Rainer/ Schleicher, Ruggero/ Ullrich, Otto: Blickwende in der Technologiepolitik. Naturumgang, Bedürfnisse und räumliche Nähe - Ausgangspunkte für Entwicklungsperspektiven der Region Bergisches Land, Westdeutscher Verlag, Opladen 1992

- Gleich, Arnim von/ Grimme, L. Horst: Sanfte Biotechnik für die Region Bremen. Eine Studie im Rahmen des Programms 'Arbeit und Umwelt', Universität Bremen 1991
- Gleich, Arnim von/ Hesse, Markus/ Lucas, Rainer: Unternehmen und Industriebeziehungen im strukturellen Wandel. Raumwirtschaftliche Ansatzpunkte zur CO₂-Reduktion im Handlungsfeld Verkehr, Wuppertal 1993
- Grupp, Hariolf, ed.: Problems of Measuring Technological Change. Seminar Report, Köln 1986
- Grupp, H./ Hohmeyer, O., Kollert, R., Legler, H.: Technometrie. Die Bemessung des technisch-wirtschaftlichen Leistungsstandes. Enzyme, gentechnisch hergestellte Arzneimittel, Solargeneratoren, Laser, Sensoren, Industrieroboter in der BRD, Japan und den Vereinigten Staaten, Köln 1987
- Grupp, H./ Legler, H.: Spitzentechnik, Gebrauchstechnik - Innovationspotential und Preise. Trends, Positionen und Spezialisierungen der westdeutschen Wirtschaft im internationalen Wettbewerb, Köln 1987
- Grupp, H./ Legler, H.: Strukturelle und technologische Position der BRD im internationalen Wettbewerb, Aktualisierung 1986/1987, Hannover/Karlsruhe 1989
- Hack, Lothar/ Fleischmann, Gerd/ Schmid, Alfons/ Bender, Gerd/ Breßler, Reinhard/ Heimer, Thomas: Technologienentwicklung als Institutionalisierungsprozeß. Stand der Forschung, Lage der Dinge, gemeinsame Überlegungen, Interdisziplinäre Technikforschung, Diskussionsbeiträge, Frankfurt 1991
- Hamm, Rüdiger/ Wienert, Helmut: Strukturelle Anpassung altindustrieller Regionen im Vergleich, In: Schriftenreihe des Rheinisch-Westfälischen Instituts für Wirtschaftsforschung Neue Folge, Heft 48, Berlin (Duncker & Humblot) 1990
- Hennlich, W.: Biokonservierung von Lebensmitteln: Hemmung von lebensmittelverderbenden und lebensmittelvergiftenden Mikroorganismen durch eine erwünschte Konkurrenzflora (Starter- bzw. Schutzkulturen), in: Fraunhofer-Institut für Lebensmitteltechnologie und Verpackung, Hrsg.: Tätigkeitsbericht 1988
- Hesse, Markus: Umweltbelastung durch strukturellen Wandel. Die Entwicklung des Wirtschaftsverkehrs aus ökologisch-ökonomischer Sicht, IÖW Diskussionspapier 61/1991
- Hilpert, Ulrich (ed.): Regional Innovation and Decentralization, (Routledge) London and New York 1991
- Hirst, Paul/ Zeitling, Jonathan: Flexibility vs. Postfordism. Theory, Evidence and Policy Implications, in: Economy and Society Vol. 20, Nr. 1, 1991
- Hoffmann-Riem, Wolfgang/ Schmidt-Aßmann, Eberhard, Hrsg.: Konfliktbewältigung durch Verhandlungen, 2 Bde., Baden-Baden 1990
- Hübner, Kurt: Theorie der Regulation. Eine kritische Rekonstruktion eines neuen Ansatzes der politischen Ökonomie (Sigma), Berlin, 1989
- Irvine, J./ Martin, B.: Foresight in science - picking the winners, London 1984
- Jänicke, Martin/ Mönch, Harald (1986): Umweltentlastung durch Strukturwandel. Eine Vorstudie über 31 Industrieländer, IIUG discussion papers 86-1, Wissenschaftszentrum Berlin 1986
- Jantsch, E.: Technological Forecasting in Perspective, Paris 1967

- Jessen, Johann/ Siebel, Wolfgang/ Siebel-Rebell, G./ Walther, U.-J./ Weyrahter, I. (1987): Arbeit nach der Arbeit - Schattenwirtschaft, Wertewandel und Industriearbeit, Opladen 1987
- Jonas, Hans: Das Prinzip Verantwortung. Versuch einer Ethik für die technologische Zivilisation, Frankfurt/M. 1985
- Krause, F. M/ Bossel, H./ Müller-Reißmann, K. F.: Energiewende. Wachstum und Wohlstand ohne Erdöl und Uran, Frankfurt/M. 1980
- Kuhn, Thomas, S.: The Structure of Scientific Revolutions, University of Chicago Press 1962, dtsh. Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen, Frankfurt/M. 1967
- Läpple, Dieter: Trendbruch in der Raumentwicklung. Auf dem Weg zu einem neuen industriellen Entwicklungstyp? In: Informationen zur Raumentwicklung 11/12 1986
- Larson, Eric D/ Ross, Marc H./ Williams, Robert H.: Grundstoffindustrie ohne Wachstum: Beginn einer neuen Ära? In: Spektrum der Wissenschaft, August 1986
- Leborgne, Danielle/ Lipietz, Alain: New Technologies, new modes of regulation - some spacial implications, in: **Space and Society** 6, 1988
- Lipietz, A.: New Tendencies in the International Division of Labour: Regimes of Accumulation and Modes of Regulation, in: Scott, A. J./ Storper, M. (eds.): Production, Work, Territory (Allen and Unwin), Boston 1986, S. 16-40
- Lovins, A. P.: Sanfte Energie. Das Programm für die energie- und umweltpolitische Umrüstung unserer Gesellschaft, Reinbek 1987
- Martino, J. P.: Technological Forecasting - An Overview, in: Management Science, Vol. 26, No. 11 1980
- Meadows, Dennis, L.: The Limits to Growth (Universe Books) New York 1972, dtsh: Meadows, Dennis/ Meadows, Donella/ Zahn, Erich/ Milling, Peter: Die Grenzen des Wachstums. Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit, Reinbek 1973
- Meemken, W.: ECOS - Das EntwicklungsCentrum OSnabrück - ein Instrument regionaler Beschäftigungs- und Wirtschaftsförderung, in: Szell 1989
- Meyer-Abich, K. M./ Schefold, B.: Die Grenzen der Atomwirtschaft, München 1986
- Moulaert, Frank/ Swyngedouw, Erik: Regional Development and the Geography of the Flexible Production System. Theoretical Arguments and Empirical Evidence, in: Hilpert, Ulrich, Ed.: Regional Innovation and Decentralization. High tech industry and government policy (Routledge), London 1991
- Müller-Reißmann, K. F./ Bossel, H.: Kriterien für Energieversorgungssysteme, ISP Hannover 1979
- Nelson, Richard, R./ Winter, Sidney, G.: In search of a useful theory of innovation, in: Research Policy, 6, 1977
- Nelson, Richard, R./ Winter, Sidney, G.: An Evolutionary Theory of Economic Change, Cambridge, Mass.: Belknap Press of Harvard University Press, 1982
- OECD, ed. : Biotechnology, Economic and wider Impacts, Paris 1989
- Office of Technology Assessment (OTA): Commercial Biotechnology. An International Analysis, Washington D. C. 1984

- Perulli, Paolo: Towards a Regionalization of Industrial Relations, in: International Journal of Urban and Regional Research, Vol 17/1 1993
- Piore, Michael J/ Sabel, Charles F: The Second Industrial Divide: Possibilities for Prosperity (Basic Books) New York 1984, dtsh.: Das Ende der Massenproduktion. Studie über die Requalifizierung der Arbeit und die Rückkehr der Ökonomie in die Gesellschaft, (Verlag Klaus Wagenbach) Berlin 1985
- Porter, Michael E.: The Competitive Advantage of Nations, (Macmillan Press) London 1990, dtsh.: Nationale Wettbewerbsvorteile. Erfolgreich konkurrieren auf dem Weltmarkt, München 1991)
- Prognos: Internationaler High Tech Report. Die technische Wettbewerbsfähigkeit der BRD bei der Anwendung neuer Technologien im Vergleich zu den USA und Japan, o. O. o. J.(1990)
- Putnam, A. R.: Allelopathic Chemicals: Natures Herbicides in Action, Chem. Eng. News 61 (14), 1983
- Putnam, A. R.: Allelopathic Research in Agriculture: Past Highlights and Potential, in: Thompson, A. C., ed.: The Chemistry of Allelopathy: Biochemical Interaction Among Plants, Am. Chem. Soc., ACS Symp. Ser. 268, Washington D. C., 1985
- Putnam, A. R/ Duke, W. B.: Allelopathy in agroecosystems, in: Ann. Rev. Phytopathol. 16, 1978
- Raan, van, A. F. J. ed.: Handbook of Quantitative Studies of Science and Technology, Amsterdam u. a. 1988
- Reckmann, B. S. : DNA-Hybridisierung: Diagnostische Anwendungen und neue Trends, in: Nachr. Chem. Tech. Lab. Nr. 7/8, 37, 1989
- Renn, O./ Albrecht, G./ Kotte, U./ Peters, U/ Stegelmann, H. U.: Sozialverträgliche Energiepolitik. Ein Gutachten für die Bundesregierung, München 1985
- Rice, E. L.: Pest control with nature's chemicals, Univ. Oklahoma Press, Norman 1983
- Sabel, Charles F./ Herrigel, Gary/ Kazis, Richard/ Deeg, Richard: Regional Prosperities Compared: Massachusetts and Baden-Württemberg, in: Hilpert, Ulrich ed.: Regional Innovation and Decentralization, (Routledge) London and New York 1991
- Schmoch, U./ Grupp, H./ Mannsbart, W./ Schwitalla, B.: Technikprognosen mit Patentindikatoren. Zur Einschätzung zukünftiger industrieller Entwicklungen bei Industrierobotern, Lasern, Solargeneratoren und immobilisierten Enzymen, Köln 1988
- Schmoch, U./ Grupp, H.: The Perception of Academization of Technology as Measured by Referencing between Patents and Papers: Definition of Fields of Close Cooperation between Science and Technology (I), Paper presented at the Conference of the R&D Dynamics Network, Karlsruhe 1990
- Scott, A./ Storper, M.: High technology industry and regional development: the rise of new industrial spaces in North America and Western Europe, in: International Journal of Urban and Regional Research 12, 1988
- Soja, Edward, W.: Inside Exopolis: Scenes from Orange County, in: Sorkin, Michael, Ed.: Variations on a Theme Park. The New American City and the End of Public Space (Hill and Wang, The Noonday Press), New York 1992

- Stankiewicz, Rikard: A new role for universities in technological innovation?, In: Sweeney, G. (ed.): Innovation Policies. An International Perspective (Pinter), London 1985
- Staudt, E.: Struktur und Methoden technologischer Voraussagen, Göttingen 1974
- Swyngedouw, Erik, A: A 'regulation' interpretation of spatial change and innovation: a Belgian example, in: Nijkamp, P. (Ed.): Sustainability.... (Gower), London 1990
- Teuber, M.: Strategies for Genetic Modification of Lactococci, In: Food Biotechnology 4 (1) 1990
- Thirtle, C. G./ Ruttan, V. W.: The Role of Demand and Supply in the Generation and Diffusion of Technical Change, Chur/London/Paris/New York 1987
- Vernon, Raymond: International Trade and International Investment in the Product-Cycle, in: Quarterly Journal of Economics, Vol. 80, May, 1966
- Verein deutscher Ingenieure (VDI): VDI-Richtlinienentwurf 3780 'Empfehlungen zur Technikbewertung', Düsseldorf 1989
- VDI-Technologiezentrum Physikalische Technologien Hrsg.: Früherkennung (FER) - Berichte zu Früherkennungs-Projekten der Bundesministers für Forschung und Technologie, Tagungsband zum 1. Statusseminar, Düsseldorf 1989
- VDI/VDE-Technologiezentrum Berlin, H. Revermann/ P. Sonntag: Schlüsseltechnologien. Turbulenter Wandel der Industrie durch innovative Dynamik, Berlin/ Offenbach 1987
- Waller, G. R. (ed.): Allelochemicals: Role in Agriculture and Forestry, Am. Chem. Soc., ACS Symp. Ser. 330, Washington D. C. 1987
- Wells, Louis T. (ed.): The Product Life Cycle and International Trade, Boston, Harvard Business School 1972
- Szell, G. u. a. (Hrsg.): Konzepte alternativer Regionalentwicklung und gewerkschaftliche Handlungskompetenz, Osnabrück 1989