

TA als theoriegeleitete Interventionsstrategie Der Ansatz des „Constructive Technology Assessment/CTA“ in der sozialwissen- schaftlichen Technikdebatte

Lothar Hack

Vollständige bibliographische Angaben

Hack, L.: TA als theoriegeleitete Interventionsstrategie. Der Ansatz des „Constructive Technology Assessment/CTA“ in der sozialwissenschaftlichen Technikdebatte. Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe 1995 (Wissenschaftliche Berichte, FZKA 5641)

Hinweis zur vorliegenden Kopie

Es handelt sich um ein Gutachten, das im Auftrag des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS, genauer: damals noch AFAS – Abteilung für Angewandte Systemanalyse) erstellt wurde.

Für die vorliegende elektronische Kopie wurde das Original eingescannt und mit OCR-Software (Optical Character Recognition) bearbeitet. Das angezeigte Seitenabbild entspricht unter Berücksichtigung der Qualitätseinbußen beim Scannen dem Berichtslayout. Durch die OCR-Software wurde zusätzlich die Durchsuchbarkeit des Textes ermöglicht. Auf Grund einer gewissen Fehleranfälligkeit des Verfahrens kann keine Garantie gegeben werden, dass der so erzeugte Text hundert Prozent mit dem Originaltext identisch ist. Mit Fehlern muss gerechnet werden. Eine intellektuelle Kontrolle des OCR-Ergebnisses hat nicht stattgefunden. Wird Text aus dem Dokument kopiert, basiert der exportierte Text auf dem OCR-Ergebnis und kann deshalb ebenfalls Fehler enthalten.

Gutachten zum Thema

TA als theoriegeleitete Interventionsstrategie

Der Ansatz des "Constructive Technology Assessment/CTA" in der sozialwissenschaftlichen Technikdebatte

L. Hack

Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse

November 1995

FORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

Technik und Umwelt

Wissenschaftliche Berichte

FZKA 5641

Gutachten zum Thema

TA als theoriegeleitete Interventionsstrategie

**Der Ansatz des "Constructive Technology Assessment / CTA"
in der sozialwissenschaftlichen Technikdebatte**

Lothar Hack

Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe

1995

Als Manuskript gedruckt
Für diesen Bericht behalten wir uns alle Rechte vor

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH
Postfach 3640, 76021 Karlsruhe

ISSN 0947-8620

Zusammenfassung

In Aufnahme theoretischer Argumente aus der neueren Soziologie wissenschaftlichen Wissens hat sich das sozialwissenschaftliche Verständnis von Technik grundlegend geändert. Es ist jetzt gerade der "Erfolg von Technologien", der erklärt werden muß; daß eine Technik "funktioniert", wird als Resultat gesellschaftlicher Konstruktionen verstanden. Die Grenze zwischen "Technik" und "Gesellschaft" ist keine ontologische Vorgabe, sondern Ergebnis immer neuer Formen und Prozeduren der Abgrenzung. Auf dieser Grundlage wurde der Ansatz der "konstruktivistischen Technik(folgen)forschung (CTA)" auf- und ausgebaut, der Möglichkeiten einer pragmatischen Vorgehensweise bei der gesellschaftlichen und politischen Bearbeitung und Beeinflussung (Gestaltung) von Technologieentwicklungen eröffnen soll. TA wird als gesellschaftlicher Lernprozeß konzipiert; Technologieentwicklung wird als komplexer Prozeß interpretiert, der sich im Rahmen strategischer Spiele vollzieht. Vor dem Hintergrund derartiger empirischer Themenstellungen und korrespondierender praktischer Erfahrungen werden wiederum veränderte Theoretisierungsstrategien entwickelt, die auf eine "endogene Theorie der Emergenz kognitiver und sozialer Strukturierungen" abstellen. Schwächen (Eklektizismus) des derzeitigen Standes der Theoriebildung sollten nicht darüber hinwegtäuschen, daß mit CTA in ungewöhnlich geschickter Weise Wissenschaftspolitik gemacht wird - nicht zuletzt, weil damit ein neuer Zugang zur gesellschaftlichen Behandlung (Gestaltung) von Technik eröffnet worden ist, Machtstrukturen werden dabei theoretisch unterbelichtet, aber empirisch-praktisch außerordentlich ernst genommen.

Abstract

TA as a Theory-driven Intervention Strategy

The "Constructive Technology Assessment / CTA" Approach in the Social Science Debate on Technology

Using theoretical motives of the new sociology of scientific knowledge (SSK) social sciences have developed a new kind of handling technology. "Success of technology" is no longer self-evident, but it has to be explained; that a technology "works" is not (only) a matter of engineering, but (also) the result of social constructions. The borderline between "technology" and "society" cannot be taken as an ontological phenomenon, it rather has to be grasped as outcome of always changing forms and procedures of demarcation. On these foundations there has been built the approach of the so-called "Constructive Technology Assessment (CTA)" which is meant to open up possibilities for a pragmatic manner in the societal and political shaping of technological developments. TA is now conceived as a social learning-process; technological developments are seen as highly complex processes, taking place in the frame of strategic games. On the background of such empirical topics and corresponding practical experiences, there have been developed new strategies of theorizing, which aim at an "endogenous theory of the emergence of cognitive and social structurations". It is rather obvious, that there are shortcomings (eclecticism) in the basic theoretical conceptions; but there cannot be any doubt that, by using CTA, there is made science policy in a very skillful manner - especially by opening up a new entrance for the societal handling (shaping) of technology. Power structures are theoretically underexposed, but they are taken quite seriously for practical purposes.

Inhaltsverzeichnis

Seite

I	Einleitung, Übersicht	1
1.	Ausgangspunkte, Defizite	1
2.	Theoriestrategische Ausgangspunkte: Anschlußstellen für eine zeitgemäße soziologische Thematisierung von Technik und Technologie	5
3.	Versuche eines "Constructive Technology Assessment" (CTA)	7
II	Theoriestrategische Begründungen für eine zeitgemäße sozialwissenschaftliche Technikforschung: Gemeinsamkeiten und Kontroversen	15
1.	Anleihen der sozialwissenschaftlichen Technikforschung bei der neueren Wissenschaftssoziologie	15
2.	Kritik an den soziologischen Implikationen von SCOT	20
3.	Verstärkung der evolutionstheoretischen Orientierung	21
4.	Insistieren auf der Differenz zwischen "Social Shaping of Tech- nology" (SST) und "Social Construction of Technology" (SCOT)	27
5.	Versuch, theoriestrategische Differenzen festzuhalten	30
6.	Konfigurationen: Öffnung der technologischen Entwicklungspro- zesse gegenüber den Kontingenzen der Anwendungsbedingungen	32
7.	Soziale Formung von Innovation: Versuch einer Vermittlung	34
III	Konturen einer pragmatischen Nutzung der theoretisch eröffneten Möglichkeiten: CTA	37
1.	Notwendigkeit und Schwierigkeit gesellschaftlicher Kontrolle von Technologieentwicklung	37
2.	Abbau der evolutionstheoretischen Simplifizierungen; Konturen des CTA	43
3.	Das Interesse der NOTA	52

IV	Forschungspolitische Strategie mit CTA: Twente Workshop on Constructive Technology Assessment (September 1991)	59
1.	CTA: TA als Interventionsstrategie	59
2.	Lektionen für CTA-Praktiker: Technologische Entwicklung und Adoptionsnetzwerke	62
3.	Erweiterung um die historische Dimension: Programm für Wissenschaft und Technologie im Kontext	70
4.	Eine ökonomische Perspektive auf CTA	76
5.	CTA in Aktion: Der Fall der Biotechnologie	77
6.	Diffusion und Transfer: Aspekte einer Technologie- Erzwingungspolitik	82
7.	Technische Lösungen für politische Visionen?	86
8.	Eine vergleichende Untersuchung von Faktoren, die Technologieentwicklung beeinflussen	93
V	Zusammenfassung, Kritik	94
1.	Versuch eines integrierten Ansatzes	94
2.	Inside the "black box": Pragmatischer Umgang mit einem empirischen Terrain, das durch neue Theoretisierungsstra- tegien geöffnet wurde	98
	Literatur	100

I Einleitung, Übersicht

1. Ausgangspunkte, Defizite

Die zweifelsfreie Bedeutung der Technikfolgenforschung (und -abschätzung) wird wohl am stärksten dadurch infragegestellt, daß TFA nicht genügend eigene theoretische Substanz aktivieren kann, um sich gegen politische Denunziation wehren zu können.

Technologiefolgenabschätzung stehe "im Widerspruch zur Freiheit des Geistes" und sei zu verstehen als "die neue Form der (staatlichen) Inquisition", gegen die man anzugehen habe, indem man auf "Gedankenfreiheit" insistiere.¹

Das ist ein besonders drastischer Beleg dafür, daß die auf Technikfolgenabschätzung (TFA) gerichtete sozialwissenschaftliche Technikdiskussion in Deutschland in erheblichem Maße darunter leidet, daß sie den Anschluß an die internationale wissenschaftstheoretische und wissenschaftssoziologische Debatte nur zögernd gesucht, und nur partiell hergestellt hat.²

Ein ähnlich eindrucksvolles Beispiel für die Ignoranz bzw. Hilflosigkeit, mit der theoriefreie Technikforschung sich vorstellt, ist eine andere Variante, die sich von ihrem Gegenstand die Thematisierungsformen vorgeben lassen möchte:

"Wichtige Forschungsfelder der heutigen Technikforschung sind die Technikgenese-, Diffusions- und Folgenforschung.

Erste konzentriert ihr Erkenntnisinteresse auf Forschung und Entwicklung von

1 Prof. Werner Kaltefleiter, Direktor des Instituts für Politische Wissenschaft an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel; in einem Artikel im *HANDELSBLATT* Nr. 179, vom 16. November 1993.

2 Bezeichnend das Symposium, mit dem 1987 das ZIT (Zentrum für Interdisziplinäre Technikforschung) an der TH Darmstadt einer breiteren Öffentlichkeit vorgestellt wurde (vgl. E. Mayer 1988). Thomas P. Hughes, der im Studienjahr 1986/87 als erster die von der SEL-Stiftung getragene Stiftungsprofessur für Technikforschung an der THD innehatte, hatte mit David Edge, Wiebe Bijker und John Law u.a. drei der profiliertesten Sozialwissenschaftler als Referenten gewonnen, die den Stand der internationalen Technikforschung vorstellten. Die Referte wurden ohne erkennbare Rezeption abgenommen; die anschließenden Diskussionen beschränkten sich auf konventionelle Themen der Technikforschung, die als technische Großsysteme präsentiert wurden.

Generell ist zu vermerken, daß gerade auch die Rezeption der Arbeiten von Thomas P. Hughes sich in der Bundesrepublik Deutschland weitgehend auf den eher konventionellen Teil seiner Großtechnischen Systeme beschränkte; die Übereinstimmung seiner Theoretisierungsstrategie (s. "Seamless Web etc.") mit den Arbeiten der Akteur-Netzwerk-Interpreten (Callon, Latour) oder den Sozialkonstruktivisten (Bijker, Pinch) wurde eher ignoriert.

Vgl. über die Thematik "The Development of Large Technical Systems" die Berichte über die beiden internationalen Konferenzen, im November 1987 am MPIfG, in Köln (Mayntz, Hughes) sowie, im Oktober 1989, in Berkeley (La Porte 1991). Bezeichnender als die Tatsache, daß die zweite Konferenz finanzielle Unterstützung vom NATO Advanced Research Workshop Program erhielt (S. viii), ist das Faktum, daß der Vortrag von Wiebe(!) Bijker - "Technology Assessment and the Dutch Chemical Industry: Contributions of the 'Social Constructionist'" - (angezeigt unter Tagesordnungspunkt IV. "Taking Control") in dem Sammelband (La Porte) nicht abgedruckt wurde.

Techniken, auf einen Zeitpunkt [!] also, bei dem über die Förderung, den Stopp oder die Umlenkung einer Techniklinie entschieden wird.

Forschungen über die Diffusion moderner Techniken befassen sich mit der sozialen Situierung einer Technik, die als Fremdkörper [!] erstmals in den Alltag eindringt.

Die Folgenforschung steht am Ende einer Technik-'karriere', dort, wo sie über die Stufen der Genese und Diffusion hinaus in der Gesellschaft Wirkungen unterschiedlichster Art entwickelt." (Bröchler 1993.)

Die Gesamtinterpretation ist auf exemplarische Weise grotesk: In der Technikentwicklung gibt es drei Zeitpunkte - Anfang, Mitte, Ende - , die jeweils unterschiedliche Formen der Technikforschung begründen. Kein Gedanke wird daran verschwendet, daß es eventuell unterschiedlich begründete wissenschaftliche Fragestellungen sind, durch die verschiedene Aspekte bzw. Dimensionen des komplexen Prozesses der Technik- / Technologie-Entwicklung eine jeweils spezifische Bedeutung bekommen.

Demgegenüber haben vor allem die neueren Formen der "Soziologie wissenschaftlichen Wissens" mit einiger Konsequenz herausgearbeitet, daß es nicht hinreichend (bzw.: nicht möglich) ist, sich darauf zu verlassen, daß die empirische Realität schon zu erkennen geben wird, wie sie angemessen interpretiert werden muß (interpretiert werden will).³

Die Theoretisierungsstrategien, die im folgenden Text dargestellt sind, haben damit nicht nur die Funktion, die Begründungszusammenhänge zu liefern, auf die sich die neuere Technikforschung - und mit ihr speziell auch die Konzeption des "Constructive Technology Assessment" (CTA) - berufen; sie können (sollten) zugleich auch dazu dienen, der nach wie vor wichtigen Technikfolgenabschätzung (TFA) theoretische Stabilisierungen zu liefern, die sie gegen Denunziationen und Kurzschlüsse schützen können, wie sie eingangs zitiert worden sind.

Im Anschluß daran ist die neuere sozialwissenschaftliche Technikforschung durch den professionspolitisch begründeten Versuch gekennzeichnet, einen breiten interdisziplinären Konsens herzustellen, in dem sehr verschiedene Vorgehensweisen auf einen gemeinsamen Nenner gebracht werden sollen (vgl. Bijker, Hughes, Pinch 1987; Pinch, Bijker 1984, 1987). Dem stehen dezidierte Bemühungen gegenüber, die Bedeutung einiger theoriestrategischer Differenzen - z. B. zwischen CTA und "SST" (social shaping of technology) - zu betonen.

Der Stand der sozialwissenschaftlichen Technikforschung läßt sich durch folgende Grundannahmen bzw. Ansprüche kennzeichnen:

- (1.) Das Verhältnis von Wissenschaft und Technik/Technologie wird neu definiert (Pinch 1986; Pinch, Bijker 1984, 1987; Bijker, Law 1992). Technik wird nicht mehr (ausschließlich) als "angewandte Wissenschaft" begriffen,

3 Der einfache "wissenschaftstheoretische Realismus" (s. Knorr-Cetina 1984) gibt nur mehr Anlaß für ironische Kommentare.

sondern als prinzipiell gleichrangiges "Wissenssystem" (vgl. "technology as knowledge", Skolimowski; Layton) bzw. als systematisch äquivalentes Muster von Aktivitäten. Dabei spielt der Einsatz von Instrumenten und Apparaten in den modernen Naturwissenschaften eine große Rolle, um die Bedeutung praktischen Handelns zu unterstreichen.

- (2.) Obwohl als zentraler Bezugspunkt der neueren Technikforschung immer wieder die Abkehr vom traditionellen Technikdeterminismus hervorgehoben wird (Bijker, Hughes, Pinch 1987), ist das zentrale Motiv genauer zu bestimmen als Abkehr vom traditionellen Externalismus des sozialwissenschaftlichen Technikverständnisses: "opening the black box" ist die allgemeine Formel, mit der an die vorgängigen Anstrengungen der Wissenschaftssoziologie (s. Whitley 1972) angeknüpft wird, das eingeschränkte Mertonianische Verständnis von Wissenschaftssoziologie (Institutionen, Normen) systematisch zu erweitern (vor allem mit Rückgriff auf Kuhn). Die empirischen Formen der Erzeugung ingenieurwissenschaftlichen/technologischen Wissens und technischer Artefakte wird damit ebenso zum legitimen Thema der Soziologie/Sozialwissenschaften, wie die "Fabrikation wissenschaftlicher Erkenntnis" (Knorr-Cetina 1985) bzw. die gesellschaftliche Produktion wissenschaftlichen Wissens zum legitimen Gegenstandsbereich der neueren Wissenschaftssoziologie (gemacht) worden ist.

- (3.) Aus dieser systematischen Äquivalenz von Wissenschaft und Technik/Technologie resultiert die Möglichkeit der Übernahme von zentralen Interpretationsanforderungen, die vor allem im sog. "Empirical Programme of Relativism" (EPOR) erarbeitet worden sind (Bloor, Barnes; Collins). Dazu gehört insbesondere das sog. "Symmetriegebot" in der Wissenschaftstheorie bzw. Wissenschaftssoziologie; es besagt, daß es nicht nur sinnvoll und nötig ist, soziale Faktoren einzubeziehen, wenn es darum geht, "falsches Wissen" zu bestimmen, sondern daß soziale Begründungszusammenhänge - symmetrisch - auch für die Analyse der "Wissensansprüche" [knowledge claims] heranzuziehen sind, die sich auf "wahres" Wissen beziehen.

Die analoge Konsequenz für die neuere sozialwissenschaftliche Technikforschung besteht darin, daß das Kriterium der "Funktionsfähigkeit" von technischen Artefakten nicht mehr als Erklärungsursache (explanans) begriffen werden kann, sondern gerade als explanandum zu sehen ist. Die Kriterien - wie: Sicherheit, Geschwindigkeit, Kosten; oder auch: elektromagnetische Verträglichkeit, Störanfälligkeit etc. - in ihrer konkreten und verbindlichen Wirksamkeit, so das entscheidende Argument, entstehen in dem gleichen Prozeß, in dem die (grundlegenden) neuen Technologien selbst entstehen. Hier liegt vermutlich die entscheidende Differenz - bzw. der "point of departure" - gegenüber allen traditionellen Formen sozialwissenschaftlicher Technikforschung (auch noch zur Technikgeneseforschung, zu Sotech etc.): Die Aussage "es funktioniert" ("it works") gilt jetzt nicht mehr als (zureichende) Begründung dafür, warum eine Technik/Technologie "erfolgreich" ist (war) und sich "folgerichtig" bzw. "zwangsläufig" durchgesetzt hat - quasi

als Begründung dafür, die Diskussion abzuschließen; sondern das "Funktionieren" wird jetzt zum Ausgangspunkt einer neuen Kette von Fragestellungen, die auf die Rekonstruktion der Genese (Entstehung) der Kriterien gerichtet sind, nach denen das Funktionieren bzw. Nicht-Funktionieren faktisch bestimmt wird. Diese Funktions-Kriterien sind (oft) Resultat des gleichen Prozesses, in dem die Technologie selbst erzeugt wird.⁴ Ein Auto, das heute nach den Funktionskriterien hergestellt würde, die vor 50 Jahren galten, ließe sich gar nicht mehr auf den Markt bringen (Abgasvorschriften, Benzinverbrauch, Sicherheitsstandards etc.).

- (4.) Das impliziert wiederum die Abkehr von einem einfachen Konzept der evolutionstheoretischen Interpretation von Technologieentwicklungen (vgl. van den Belt, Rip 1987). Die "Selektionsumgebungen" (Märkte etc.) stellen im sozialen Bereich - und damit auch im Kontext der Technologieentwicklung - keine unabhängige Konstellation der "Selektion" und "Stabilisierung" von "Variationen" dar, sondern werden selbst im Prozeß der Technologieentwicklung mit aufgebaut, modifiziert, außerkraftgesetzt und erneuert. Neuere Konzepte, die auf die von Unternehmen oder staatlichen Agenturen (s. MITI) betriebenen "Technologiestrategien" (s. Dodgson et al.) abstellen und in denen neben wissenschaftlichen, technologischen, sozialen und wirtschaftlichen Ressourcen auch die Möglichkeiten des Aufbaus neuer Märkte oder Marktsegmente eine wichtige Rolle spielen, tragen dieser Entwicklung bereits Rechnung.

Wesentliche Schwächen der neueren sozialwissenschaftlichen Technikforschung liegen einmal in der Gefahr, die Differenz von "technischen" und (anderen) sozialen Faktoren ganz wegzudefinieren, sowie der - damit eng zusammenhängenden - weitgehenden Unfähigkeit, soziale Strukturzusammenhänge festzuhalten, die nicht als bloßes Resultat der Aus-Handlungen einzelner Akteure oder sozialer Gruppierungen gesehen werden können und die gleichsam vom ständigen Zusammenbruch bedroht sind.

Vor allem das von Bijker et al. favorisierte Konzept der "relevanten sozialen Gruppen" ist in der Gefahr, die Beliebigkeit von sozialen Strukturzusammenhängen zu fetischisieren und jeden Zugang zu Machtstrukturen u. dgl. zu verlieren. Prinzipiell gilt dieses Problem aber auch für die Konzeption der "Akteur-Netzwerke" (Callon, Latour; Law).

Der Stand der neueren sozialwissenschaftlichen Technikforschung ist somit gekennzeichnet durch eine starke Theoretisierungsstrategie. Sie definiert neue Möglichkeiten für TA (s. CTA, vgl. SST). Sie begründet aber auch, warum sich Schwächen - von CTA zum Beispiel - primär als theoretische Defizite aufweisen lassen.

4 Vgl. Bijker (1987/88), in: E. Mayer, S. 45.

2. Theoriestrategische Ausgangspunkte: Anschlußstellen für eine zeitgemäße soziologische Thematisierung von Technik und Technologie

1985 erschien - unter dem programmatischen Titel "The Social Shaping of Technology" (herausgegeben von David MacKenzie und Judy Wajcman) - ein Sammelband, in dem die herkömmlichen Fragestellungen der sozialwissenschaftlichen Technikforschung radikal geändert wurden: "Social scientists have tended to concentrate on the 'effects' of technology, on the 'impact' of technological change on society. This is a perfectly valid concern, but it leaves a prior, and perhaps more important, question unasked and therefore unanswered: What has shaped the technology that is having 'effects'? What has caused and is causing the technological changes whose 'impact' we are experiencing?" (Introduction in: MacKenzie/Wajcman 1985, p. 2)

Das war das erste - für eine breitere Öffentlichkeit sichtbare - Dokument einer Diskussion, die bereits über mehrere Jahre andauerte. 1981 war EASST (European Association for the Study of Science and Technology) gegründet worden; dem ging wiederum eine Kooperation zwischen britischen und französischen Wissenschafts- und Technikforschern (PAREX) voraus, die allmählich auf andere Länder erweitert wurde (vgl. Götschl, Rip 1984).

Im Juli 1984 fand dann an der niederländischen Universität Twente (in Enschede) ein Workshop statt, an dem Technikhistoriker und Techniksoziologen aus sechs Ländern teilnahmen und zusammen ihre jeweiligen Untersuchungskonzepte und -verfahren diskutierten.

In dem Berichtsband über diese Tagung, der 1987 unter dem Titel "The Social Construction of Technological Systems" (Bijker et al.) erschien, wurde als Ergebnis des Workshops ein "neuer Typus von Technologie-Studien" vorgestellt, der durch drei Trends gekennzeichnet wird, die allen Teilnehmern gemeinsam seien:

- (1.) Man will weg von einem Erklärungsansatz, für den individuelle Erfinder (genius) im Zentrum der Analyse stehen - wie es vor allem für die traditionelle Technikgeschichtsschreibung kennzeichnend gewesen war.
- (2.) Man will weg vom technologischen Determinismus - wie er in dieser Zeit durchaus noch in der soziologischen Diskussion vorherrschend war: z.B. technische Erfindungen (Dampfmaschine, Elektromotor, Kernkraft) treiben die Entwicklung voran, und die Gesellschaft muß sich daran anpassen - was i.d.R. einige Zeit dauert (s. das Konzept des "cultural lag" von William Ogburn).
- (3.) Man will weg von Untersuchungsansätzen, für die die Unterscheidung von technischen, sozialen, ökonomischen, politischen und kulturellen Aspekten der Entwicklung grundlegend war; stattdessen werden Modelle vorgezogen, die sich an Netzwerken, Systemen usf. orientieren, die ein "nahtloses Gewebe" ["seamless web"] von technischen und sozialen Faktoren als Ausgangssi-

tuation nehmen, aus der heraus allmählich erst definiert wird, was "technisch" ist und was "sozial".⁵

Wie radikal dieser Perspektivenwechsel ("Paradigmawandel") der internationalen Technikforschung war, läßt sich daran ermessen, daß noch wenige Jahre vorher in einem verbreiteten Handbuchartikel ("Industriesoziologie", 1977) zu lesen war: "Was allgemeinsprachlich unter Technik gefaßt wird, ..., ist für den Sozialwissenschaftler unmittelbar nicht von Interesse. Den Soziologen interessieren die gesellschaftlichen Bedingungen und Folgen der Entwicklung von Technik und insbesondere auch die Richtung der technisch-organisatorischen Entwicklung." (Lutz, Schmidt, 1977, S. 184)

Zu diesem Zeitpunkt (1977) hatte der US-amerikanische Sozialhistoriker David F. Noble bereits eine schöne Studie ("America by Design") veröffentlicht, in der er das enge Zusammenspiel zwischen Wissenschaft, Technologieentwicklung und Wirtschaftsstrukturen in den USA aufgezeigt hatte. Und von einem anderen US-amerikanischen Sozialhistoriker, Thomas P. Hughes, war schon 1975 eine Studie erschienen, in der er - am Beispiel der Kohlehydrierung im Deutschen Reich (BASF) - gezeigt hatte, in welchem komplexen Systemzusammenhang scheinbar rein technische Entwicklungen zu sehen sind. Diese Studien wurden allerdings hierzulande zunächst kaum wahrgenommen.

Die Situation hatte sich zu Beginn der 80er Jahre offensichtlich grundlegend geändert, als fast zeitgleich zahlreiche empirische Untersuchungen publiziert wurden, die mit neuen Interpretationskonzepten arbeiteten:

- Thomas P. Hughes veröffentlichte 1983 seine Studie "Networks of Power", in der er einen internationalen Vergleich zwischen den Elektrizitätsversorgungssystemen vorlegte, die Ende des 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts in Chicago (USA), London (England) und Berlin (Deutschland) aufgebaut wurden.
- David F. Noble veröffentlichte 1984 eine große Studie über die Entwicklung der NC-Maschinentechnologie in den USA (nach dem II. Weltkrieg), in der er zeigte, daß vieles, was herkömmlicherweise als mehr oder weniger unbeabsichtigte "soziale Folge" von Technik interpretiert worden war, tatsächlich von militärischen, politischen, wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Interessen gesteuert und gestaltet worden war.
- Wilbur Shrum legte 1985 eine System- bzw. Netzwerk-Interpretation komplexer Technologieentwicklungen vor, für deren Aufbau und Durchsetzung er die Bedeutung von Organisationsstrukturen etc. herausarbeitete.

Ab Mitte der 80er Jahre erschienen die folgenden - teilweise bereits erwähnten - Studien bzw. Sammelbände:

5 Vgl. das Elektroauto in der Interpretation von Callon (1982).

- 1984: "The Nature of Technological Knowledge. Are Models of Scientific Change Relevant?", hgg. von Rachel Laudan;
- 1985: "The Social Shaping of Technology", hgg. von MacKenzie, Wajcman;
- 1986: "Mapping the Dynamics of Science and Technology", hgg. von Callon, Law, Rip;
- 1987: "The Social Construction of Technological Systems" [über die "erste Twente-Konferenz"], hgg. von Bijker, Hughes, Pinch;
- 1988: "Technology and Social Process" (gemeinsames Seminar des Centre of Canadian Studies der University of Edinburgh und der Queen's University (Kingston/Can.) im Juni 1986), hgg. von B. Elliott;
- 1991: "The Sociology of Monsters", hgg. von D. Law;
- 1992: "Shaping Technology, Building Society" [über die "zweite Twente-Konferenz 1987], hgg. von Bijker, Law;
- 1992: "Technological Change and Company Strategies. Economic and Sociological Perspectives", hgg. von Coombs, Saviotti, Walsh.

3. Versuche eines "Constructive Technology Assessment" (CTA)

"Konstruktiv verfahrenende Technikfolgen-Abschätzung" (CTA) kann als spezifischer Beitrag der niederländischen Technikforschung zur TA-Diskussion angesehen werden.⁶ Das Konzept wurde m. W. erstmals 1986 (Rip, van den Belt) vorgestellt, auf einer Tagung in Edinburgh, auf der u.a. auch Nelson und Freeman, Hughes, Pinch und Latour Vorträge hielten. 1987 wurde ein Konzept-Papier der

6 Die niederländische Diskussion wurde wesentlich beeinflusst durch die politischen Konzepte der 60er Jahre (Verantwortung der Wissenschaft, Studentenbewegung, STS); Anfang der 80er Jahre spielte die wissenschaftstheoretische Konzeption der "Finalisierung" bzw. der "Gesellschaftlichen Orientierung der Wissenschaft" (G. Böhme u.a. 1973, 1978; van den Deale 1977) eine erhebliche Rolle, die von W. v. d. Daele im Rahmen einer Gastprofessur an der Univ. Amsterdam vorgestellt wurde. In dieser Zeit wurde eine wissenschaftspolitische Neubestimmung von Forschungsthemen und -standorten in den NL vorgenommen ("Science Dynamics"), in deren Rahmen es zu einer (fruchtbaren) Konkurrenz zwischen Amsterdam, Leiden und dem Gespann Groningen/Twente kam. In Twente/Groningen wurde dabei ff. Themenspektrum definiert: "three themes have been selected as a framework for more concrete analyses. These concern, respectively, the 'industrialization', 'legitimation' and 'control' of scientific development. The study of these themes will be taken up in nineteen projects in fields as diverse as pharmacology, nuclear energy, ecology, psychiatry, biology, DNA technology, sociology and chemistry." (Hagendijk 1982, p. 294-5) Die starke wissenschaftsphilosophische Orientierung wurde durch eine vorwiegend pragmatische Definition der Problemstellungen abgelöst; der Schwerpunkt der Themenstellungen verschob sich, auch in Amsterdam, allmählich stärker auf Motive der "technology dynamics" (vgl.: Hack, Breßler, Kostka 1993). Vgl. den Titel des Textes von Schot (1992). Vgl. zum Zusammenhang von Wissenschafts- und Technologiedynamik den Sammelband von W. Krohn, E. Layton, P. Weingart (1978).

NOTA vorgelegt, formuliert von C. Daey Ouwens et al. mit dem Titel "Constructief Technologisch Aspectenonderzoek". 1988 wurde das Konzept der CTA auf einer gemeinsamen Konferenz von 4s⁷ und EASST in Amsterdam diskutiert (A. Rip, 1988; vgl. auch Rip, van den Belt 1988). Als Schwerpunkt kann Twente (Enschede)⁸ gelten, auch wenn Wiebe Bijker, der zusammen mit Trevor Pinch - in Aufnahme von Motiven des "Empirical Programme of Relativism" (EPOR) - das Konzept der "Social Construction of Technology" (SCOT) entwickelte (1987), inzwischen nach Maastricht (MERIT) gegangen ist und CTA eher distanziert gegenübersteht. Vor allem Arie Rip hat CTA in Twente bzw. von Twente aus vorangetrieben. (s.a. Schot 1991)

Die strategische Ausrichtung fand aber schnell Eingang in die internationalen Diskussionen, sowohl in workshops und Tagungen der zuständigen scientific communities (4S, EASST) als auch in Konzepte der OECD (1988, insbes. S. 24). Im September 1991 wurde auf einem CTA workshop in Twente der Einzugsbereich auf französische, dänische, schwedische, US-amerikanische etc. Beiträge erweitert.

Der Zusatz "konstruktiv" hat dabei eine doppelte Bedeutung (vgl. Vergragt, Groenewegen 1989, p. 34). Erstens wird ganz pragmatisch und "aufbauend" die Idee verfolgt, daß TA nicht die technologische Entwicklung behindern [impede], sondern sie vielmehr in Richtung auf (gesellschaftlich) optimale Ergebnisse beeinflussen soll, indem sie vor allem unerwünschte Nebenwirkungen zu minimieren versucht. In diesem Sinne ist CTA ein "policy framework"⁹ bzw. eine Methode zur Organisation von Diskussionen darüber, wie Technologie gemacht wird und wie sie gemacht werden sollte. Genauer: es geht um die Öffnung von Möglichkeiten für eine Politik-Variante, die nicht mehr bloß reaktiv verfährt.¹⁰

Zweitens wird mit CTA versucht, Motive der theoriegeleiteten sozialkonstruktivistischen Technikforschung (Bijker, Hughes, Pinch 1987) aufzunehmen und sich entsprechend gerade auch auf die Phasen einzulassen, in denen neue Technolo-

7 Society for Social Studies of Science (USA); vgl. deren Zeitschriften "Science, Technology & Human Values" und "Techno-Science".

8 Die Universität Twente ist zwar keine Technische Hochschule i.e.S.; sie bietet aber einen stark technisch orientierten Kontext für die sozialwissenschaftliche Technikforschung. Twente, mit der Stadt Enschede als Zentrum, ist eine der europäischen Technologieregionen, wobei die Universität Twente sowie das Transfer-, Research- & Development-Zentrum (TRD) von besonderer Bedeutung sind. Technologieschwerpunkte sind: Mikro- und Optoelektronik, Halbleitertechnik, Software, Lasertechnik, Produktionsautomation, Sensorik, Membrantechnologie (vgl. Wirtschaftswoche Nr. 46, 12. 11. 1993, S. 105). Vgl. auch die zusammenhängende Darstellung in: Hack, Breßler, Kostka (1992)

9 Das impliziert (auch in den Niederlanden) eine Kritik an der Vernachlässigung theoretischer Aspekte des Konstruktivismus; vgl. Hack, Breßler, Kostka (1991).

10 In dieser Hinsicht gibt es weitgehende Übereinstimmungen mit dem wissenschaftlich anspruchsvolleren Konzept des "Social shaping of technology": "... more fundamentally, if research is restricted to questions of effects, it can contribute only to what may be called 'reactive' policy - measures designed to cope with, or adapt to, the consequences of technical change, rather than anticipating (and so influencing) these consequences." (Edge 1988, p. 13)

gien "sozial konstruiert" werden.¹¹

Zusammengenommen ergibt sich eine handfeste politisch-praktische Orientierung der CTA, deren Möglichkeit mit Bezug auf den Stand der einschlägigen Theoriediskussionen begründet wird:

"CTA beruht auf der Idee, daß im Verlaufe der technologischen Entwicklung ständig Wahlen bezüglich der Form, der Funktion und des Nutzens dieser Technologie vorgenommen werden und daß die technologische Entwicklung folgerichtig in gewissem Umfang gesteuert werden kann. Diese Idee kann sich auf eine große Zahl von Studien stützen, die auf dem Gebiet der Techniksoziologie und der Technikgeschichte durchgeführt wurden und die zeigen, daß sich Technologien nicht als Resultat irgendeiner inneren Logik entwickeln, sondern vielmehr als eine Funktion eines komplexen Gemenges [set] von sozialen, ökonomischen, technischen und politischen Faktoren." (Schot 1992, p. 37)

Dahinter steht die Konzeption des "seamless web" (Bijker et al. 1987; Hughes 1989), des nahtlosen Gewebes von hochgradig heterogenen sozialen, kulturellen, ökonomischen, technischen und naturwissenschaftlichen Faktoren, die von "heterogenen Ingenieuren" (John Law 1987; s.a. Soerensen, Levold 1992) bzw. den "Systembauern" (Thomas P. Hughes) ohnehin als austauschbar - oder genauer: als kommensurabel (Hack u.a. 1991) - gehandhabt werden. Da CTA "tatsächlich ständig stattfindet, aber sozusagen naturwüchsig¹², und die Herausforderung darin liegt, CTA absichtvoll" zu betreiben (Rip 1991, p. 2), könne sich die Aufmerksamkeit grundsätzlich problemlos von den externen Wirkungen, die in der traditionellen TA im Vordergrund standen, auf die Möglichkeiten der "Steuerung der internen Entwicklung von Technologien" verlagern (Schot 1992, p. 37). Ziel von CTA ist entsprechend das "aktive Management der Prozesse des technologischen Wandels" (a.a.O., p. 36).

Die Theoriebezüge, die aufgenommen werden, differieren in den CTA-Konzepten beträchtlich. In den niederländischen¹³ Diskussionen dominiert der Versuch, die

11 Hier gibt es weitreichende Ähnlichkeiten mit den Begründungen, auf die die (vor allem in Deutschland betriebene) "Technikgeneseforschung" (Dierkes; Rammert; Ziefuß) rekurriert. - Gemeinsamkeiten gibt es auch mit dem Konzept der "Begleit- und Gestaltungsforschung", wie sie von der ISDN-Forschungskommission des Landes NRW (vgl. Lange u.a. 1990) formuliert wurde. Hier sind allerdings die Theoretisierungsansprüche noch weiter zurückgenommen als bei CTA: "Gestaltungsoffenheit" wird hier einfach als Eigenschaft spezifischer Technologien bzw. Konstellationen gesehen und (noch) nicht als theoretisch zu klärende Grundbestimmung aller technologischen Entwicklungen (mit unterschiedlicher empirischer Bedeutung).

12 Arie Rip (1991) benutzt den deutschen Begriff "naturwüchsig" auch, um an die Debatten im und über den Marxismus anknüpfen zu können (vgl. Anm. 2, p. 2).

13 Aber auch der französische Techniksoziologe Michel Callon (1991) versucht, sein allgemeines Akteur-Netzwerk-Konzept in die CTA-Diskussion einzubringen. Eine Reihe von Übereinstimmungen gibt es mit dem Konzept des "social shaping of technology", das vor allem an der Universität Edinburgh entwickelt wurde (vgl. Edge 1988; MacKenzie, Wajcman 1985; MacKenzie 1990; Williams, Edge 1991).

Schwächen der Neo-Schumpeterianischen ökonomischen Evolutionstheorie durch das soziologisch und historisch begründete Koevolutionsmodell zu korrigieren, mit dem der Möglichkeit Rechnung getragen werden soll, daß Variation und Selektion sich im sozialen Bereich weder unabhängig voneinander vollziehen noch gänzlich zufällig nebeneinander existieren (Schot). In einem engen Zugriff (Schot 1992) ergeben sich hieraus drei mögliche konstruktive TA-Strategien:

- (1.) die Stimulation alternativer Variationen;
- (2.) Veränderungen der Selektions-Umgebung und
- (3.) die Schaffung oder Nutzung des sog. "technologischen Nexus", durch den Akteure Variation und Selektion miteinander verknüpfen können.

Die Notwendigkeit einer grundlegenden Modifikation evolutionstheoretischer Annahmen ergibt sich vor allem dadurch, daß im gesellschaftlichen Bereich Selektionen keineswegs nur ex post (post factum) erfolgen, sondern - gerade auf dem Gebiet der wissenschaftlichen und technologischen Entwicklungen - durch frühzeitige Antizipationen gewünschter und unerwünschter Resultate sowie durch Erwartungsmuster [matrices of expectation], die überhaupt erst die strukturierende Funktion von Institutionen und Regeln verständlich machen: Antizipationen und Erwartungen werden gegebenenfalls wirksam lange bevor das Stadium erreicht ist, in dem die Selektion vorliegender (technischer) Varianten tatsächlich stattfinden könnte (vgl. A. Rip 1988, p. 5).

Das organisierte Zusammenspiel der Erwartungen und Antizipationen verschiedener Akteure und die dabei entstehenden bzw. angewandten Regeln faßt Arie Rip (1988) in dem "Konzept des strategischen Spiels" (1988, p. 5). Für CTA folgt daraus:

"Der Punkt, der hier unterstrichen werden soll, ist der, daß eventuelle technologische Innovation nicht das Ergebnis eines Prozesses ist, der auf möglichst rationale Weise auf das Ziel der Innovation gerichtet ist, sondern daß sie [die Innovation] die Wirkung verschiedener Gruppen und Individuen ("Akteure") ist, die ihre eigenen Interessen verfolgen, die aber durch etwas miteinander verbunden sind, was primär ein Produktions- und Profitspiel ist". (A. Rip 1988, p. 7)

CTA läßt sich entsprechend reformulieren in der Frage: "Welche Elemente in dem Spiel können 'von außen' beeinflußt werden?" (Rip 1988, p. 8)

"Das allgemeine Bild, das entsteht, ist eines von Akteuren und Institutionen, die an der Entwicklung und Realisierung von Technologie beteiligt sind, d.h. Firmen, Professionen, Regierungskörperschaften, Lobbyisten und gesellschaftlich[-rele-

vant]en Gruppierungen¹⁴, die nach ihren spezifischen Interessen und Wertvorstellungen handeln." (Rip 1988, p. 9)

Um diese Ebene zu erreichen, ersetzt Rip den Begriff der "sozialen Konstruktion" [von Technologie] - weil dieser allzu eng an mikrosoziologische Interpretationen gebunden sei - durch den der "gesellschaftlichen" [societal] Konstruktion.

Grundlegend ist für Arie Rips Interpretation damit die Annahme, daß Technologien in und durch "strategische Spiele" geformt [shaped] werden, die den Rahmen liefern, in dem die Technologien entwickelt werden. "In herkömmlichen Begriffen formuliert: Technologie sollte nicht als unabhängige Variable angesehen werden, sondern als abhängige Variable, als das Produkt gesellschaftlich konstruktiver Aktion und Interaktion." (Rip 1988, p. 12) Das aber stellt theoretische Ansprüche, auf die noch zurückzukommen sein wird.

Das programmatische "Ziel der Konstruktiven Technikfolgenabschätzung (CTA) ist es, den technischen Wandel auf gesellschaftliche Bedürfnisse und Ziele - wie Vollbeschäftigung und Qualität der Arbeit, Verringerung von Umweltbelastung, Sicherheit, Reduktion von Kosten, Privatheit und andere ethische Überlegungen - zuzuschneiden. Während die traditionelle TA sich auf die externen Wirkungen von Technologien und Frühwarnungen¹⁵ konzentrierte, verlagert CTA die Aufmerksamkeit auf die Steuerung des technischen Wandels selbst. CTA versucht, die Konstruktions-, Entwicklungs- und Implementationsprozesse selbst zu verbreitern, wie es bereits innerhalb der Organisationen in Hinblick auf Aspekte der Sicherheit und der Umweltbelastung geschieht. Dies könnte auch zwischen Organisationen und sozialen Gruppierungen funktionieren. Auf diese Weise kann ein gesellschaftlicher Lernprozeß inganggesetzt werden, der zukünftige Auswirkungen antizipiert und bessere Technologien und Praktiken erzeugt."¹⁶

Die praktischen bzw. politisch-strategischen Vorteile von CTA sind deutlich: das Konzept bietet eine Vielzahl von konkreten Ansatzpunkten, die es aussichtsreich erscheinen lassen, technologische Entwicklungen in eine gesellschaftlich erwünschte - oder: weniger unerwünschte - Richtung lenken zu können. Die Berücksichtigung von vernachlässigten oder ausgegrenzten "Akteuren" und Interessen, die in das "strategische Spiel" aufgenommen werden sollen oder wollen, kann zu einem zentralen Punkt des Aushandelns oder der Auseinandersetzungen um die

14 Ins Blickfeld geraten sind dabei insbesondere auch die Banken (vgl. Soerensen, Levold 1992) und Versicherungen (Rip, van den Belt 1988), die für die Bewertung von Technologien - incl. der Einschätzung der jeweiligen Risiken - eine bisher in der Technikforschung vernachlässigte Rolle spielen.

15 Dieses konventionelle "Frühwarnkonzept" liegt auch der "Akademie für Technikfolgenabschätzung" in Baden-Württemberg zugrunde (vgl. Conrady 1992). Demgegenüber enthielt das ursprüngliche Konzept (vgl. Krupp 1987) immerhin den Versuch, zentrale Begründungen der neueren sozialwissenschaftlichen Technikforschung aufzunehmen.

16 Arie Rip 1991, p. 1. Der Text formuliert zugleich die Programmperspektive der Amsterdamer CTA-Tagung.

Gestaltung von Technologien werden. Für die Rolle des Staates ergeben sich neue Anforderungen.

Natürlich hat CTA umgehend eine Reihe von Kritiken ausgelöst. Relativ belanglos dürfte es sein zu monieren, CTA lasse sich kaum noch von "Produktentwicklung" unterscheiden (Smits 1992, S. 266). Gerade umgekehrt kann man einen der Vorteile von CTA darin sehen, daß das Konzept relativ problemlos Zugang zu den empirischen Problemstellungen sowohl der konkreten Produktentwicklungen und der Entwicklungen neuer Produktionsverfahren finden kann als auch - was ungleich wichtiger ist - zu den neuen "Technologiestrategien" (Friar, Horwitch 1985; Dodgson et al., 1987) von Unternehmen und Regierungen, die ohnehin dadurch gekennzeichnet sind, daß sie ganze Strukturkomplexe von naturwissenschaftlichen, technischen, ökonomischen, soziokulturellen etc. Faktoren enthalten und die sich nicht auf der Mikro-Ebene fassen lassen.

Wichtiger ist die Kritik, daß CTA allzu leicht die traditionellen TA-Aufgaben aus den Augen verliert, etwa auch die der "Frühwarn"-Funktion (Smits 1992, S. 265), speziell hinsichtlich der Wahrnehmung von unbeabsichtigten Folgen. Daraus wird aber wohl nur dann ein systematisch relevantes Argument, wenn man die Kritik auf eines der (beiden) grundlegenden Defizite von CTA - wie des gesamten Sozialkonstruktivismus - bezieht:

Erstens: die Besonderheit von Technik und Technologie - bis hin zu ihrer physikalischen Form und der Materialität der Artefakte - wird nahezu vollständig ignoriert (vgl. Vergragt, Groenewegen 1989). Die Annahme einer Gleichrangigkeit und Austauschbarkeit der heterogenen Elemente führt zur Vernachlässigung der Differenzen. Damit wird zugleich eine der entscheidenden soziologischen Fragen eliminiert, nämlich die nach den Mechanismen der Transformation sozialer und politischer Faktoren oder Dimensionen in technische. Die (gut begründete) Annahme, daß Technologien gesellschaftlich formbar oder gestaltbar sind, ist weder logisch noch soziologisch identisch mit der Behauptung, sie seien beliebig formbar.

Zweitens: Theoriestrategisch entscheidend ist m. A. n. allerdings ein anderes grundlegendes Defizit, das CTA von der sozial-konstruktivistischen Technikforschung übernommen hat und (bisher) mitschleppt: die handlungstheoretische Reduktion bzw. die Ausblendung gesellschaftlicher Strukturen (vgl. die entsprechenden Kritiken bei: Vergragt 1989; Vergragt, Groenewegen 1989). Auch der Aufbau von Netzwerken und die Einrichtung von "strategischen Spielen" bedeutet ja nicht, daß es für die Handelnden keine strukturellen Bedingungen oder Zwänge gibt.¹⁷

17 In ihrer Kritik bringen Vergragt, Groenewegen (1989) ein weiteres Motiv, das für jede TA-Diskussion folgenreich ist: In der bisherigen Praxis habe sich gezeigt, daß TA nicht als neutraler Schiedsrichter fungiere, der dazu beitrage, Kontroversen rational zu entscheiden, sondern selbst nur wieder eine weitere Ressource darstelle, die für einige Akteure - die über TA verfügen - im Kampf bzw. in der Aushandlung der Interessen durchaus von Vorteil sein könne. (S. 30)

Folgerichtig ergibt sich die Notwendigkeit einer forcierten theoretischen Orientierung von CTA, die in den einschlägigen Texten frühzeitig und immer wieder betont worden ist. Der Anspruch ist dabei nicht eben bescheiden. Anlässlich der CTA-Tagung in Twente hat Rip (1991) das folgendermaßen formuliert:

"CTA erfordert letztlich eine Theorie der Gesellschaft und ihrer Entwicklung, einschließlich der technologischen Entwicklung: Eine Theorie von allem und jedem. Aber wegen der spezifischen Positionierung von CTA wird es immer einen Fokus geben auf Technologie, auf Antizipation und Bewertung [assessment] und auf Rückkoppelung zur Handlung." (p. 3)

Mit Blick auf die Teilnehmer der Konferenz in Twente (1991) sieht Arie Rip drei theoretische Stränge [strands], die hierfür besonders wichtig seien:

- (1.) die Analyse und Interpretation von "Technologiedynamik" (von Callon bis Soete);
- (2.) eine Theorie dezentraler Multi-Akteurs-Steuerung (oder Beeinflussung) der technologischen Entwicklung (mit Anknüpfungsmöglichkeiten bei der Regime- und Regulationstheorie); und
- (3.) die Theorie der "normativen Orientierung von (C)TA-Aktionen" und der Rolle entsprechender Agenturen (mit möglichen Anleihen bei der politischen Philosophie).

Etwas pauschal heißt es (Rip 1991, p. 2): Theorie sei erforderlich, um die "Kluft zwischen naturwüchsigen und intentionalen" Aspekten der CTA zu überbrücken. Daraus sei die Notwendigkeit "einer soziologischen Theorie auf Meso-Ebene" (Rip 1988, p. 6f.) abzuleiten, die zwischen den mikrosoziologischen Studien des Sozialkonstruktivismus und der macchiavellistischen Ingenieurssoziologie (Callon) einerseits und den makrosoziologischen Studien der Langen Wellen und des Postfordismus andererseits zu vermitteln habe.

In einem neueren Text von Soerensen, Levold (1992) ist dieses Motiv wieder aufgenommen worden. Während die auf der Mikro-Ebene angesiedelten Konzepte des Sozialkonstruktivismus und der Akteur-Netzwerke in ihrer Ausrichtung auf individuelle Handlungen den Aspekt des Fließenden bzw. des Flüssigen bezüglich der sozio-technischen Relationen [fluidity of sociotechnical relations] betonten, akzentuierten die Studien der Makro-Ebene nach wie vor die Bedeutung der strukturellen Zwänge und der Determination des Sozialen durch die Technik. Hervorzuheben seien demgegenüber die "intermediären" Institutionen und institutionellen Arrangements (Netzwerke), die bei technologischen Innovationen involviert sind und die weder fließend noch determiniert seien (p. 14f.). Gefordert wird entsprechend eine Theoretisierungsstrategie, die primär auf die bisher vernachlässigte Meso-Ebene abstellt.

So wichtig die Aufnahme des Motivs der "Institutionen und der institutionellen Arrangements" sicher ist (vgl. Teil III), so falsch scheinen mir zwei zentrale kon-

zeptionelle Vorentscheidungen zu sein: Das bezieht sich zum einen darauf, Handlungsmöglichkeiten und Flexibilitäten [fließende Übergänge] grundsätzlich auf der Mikro-Ebene zu lokalisieren und strukturelle Zwänge bzw. Determinationen prinzipiell auf der Makro-Ebene anzusiedeln.

Außerdem ist es ebenfalls eine theoretische Unterstellung, die empirische Bedeutung von Institutionen und institutionellen Arrangements auf die Meso-Ebene zu beschränken.

Zu vermuten ist, daß sich die erforderliche gesellschaftstheoretische Öffnung der technologieorientierten sozialwissenschaftlichen Diskussionen nicht alleine mit den "Bordmitteln" bewerkstelligen läßt, die in den TA- und CTA-Interpretationen bereits verfügbar sind. Theorieleitung führt dann allzu leicht in die Irre, wenn man die strukturellen Zwänge ausschließlich induktiv aus den Handlungssituationen selbst hervorgehen läßt, bzw. die Gründe dafür, daß CTA bisher "naturwüchsig" erfolgt ist, dadurch außerkraftzusetzen versucht, daß man die Zwänge "theoriegeleitet" in Intentionalitäten zu "überführen" oder zu übersetzen versucht.

Das politisch-praktische Potential der "Konstruktiven Technologieabschätzung" (CTA) läßt sich (seinerseits) nur abschätzen, wenn man die Reichweite der theoriestrategischen Begründungen ausmißt, auf die sich deren Begründungszusammenhänge beziehen.

II Theoriestrategische Begründungen für eine zeitgemäße sozialwissenschaftliche Technikforschung: Gemeinsamkeiten und Kontroversen

1. Anleihen der sozialwissenschaftlichen Technikforschung bei der neueren Wissenschaftssoziologie

Der Versuch, das "Empirical Programme of Relativism" (EPOR) der neueren Wissenschaftsforschung in eine - entsprechend begründbare - Konzeption der Technikforschung zu überführen, ist zumindest auf zwei Wegen unternommen worden. Neben dem Programm "Social Shaping of Technology", in dem Edinburgher Wissenschaftler (Edge u.a.) die eigenen wissenschaftstheoretischen Vorarbeiten (s. Barnes; Bloor) umzusetzen versuchen (s.u.), gibt es das (weniger anspruchsvolle) Unternehmen, EPOR auf direktem Wege in eine Perspektive des "Social Construction of Technology" (SCOT) zu überführen.¹⁸

Der erste programmatisch gemeinte Vorschlag, die sozialkonstruktivistische Interpretation von Wissenschaft auf die Bedingungen der Technologieentwicklung zu übertragen, erfolgte m.W. 1982 auf der EASST-Konferenz in Wien, auf der Bijker, Bönig, van Oost einen Beitrag vorlegten mit dem Titel "The Social Construction of Technological Artefacts" (s. 1984). In seiner kurzen Einleitung zur Sondernummer 2 der Zeitschrift "Wissenschaftsforschung" schreibt Arie Rip¹⁹ zu diesem Text:

"In the study of technological developments, economists like Nelson and Winter have recognized the importance of institutional, and in general social factors. But the further step, to consider technological developments as social construction and to devise empirical studies showing this, has not been taken. Bijker et al. come a long way in showing, already on the basis of secondary materials, that this next step is possible and fruitful." (1984, p. 8)

Aufschlußreich an dem kurzen Text²⁰ sind zunächst folgende Kontextbestimmung-

18 Sie ist vor allem von Wiebe E. Bijker und Trevor J. Pinch formuliert worden; vgl.: Bijker, Bönig, van Oost (1982); Pinch/Bijker (1984 in SSofS); weitgehend ident. mit (1987); Kritik von Russell: Pinch/Bijker (1986), Antwort auf Russell; Bijker (1987): Bakelit - theoret. Anspruch verstärkt; Pinch (Edinburgh, 1987/8); Bijker (1992): relevante soziale Gruppen.

19 Arie Rip firmierte 1984 als EAASR Secretary und arbeitete am Chemistry and Society Programme, University of Leiden. In der niederländischen Techniksoziologie hat A. Rip fast die Rolle einer grauen Eminenz; vor allem die Entwicklung von CTA und der Aufbau der entsprechenden Forschungseinheiten in Twente gehen in erheblichem Maße auf ihn zurück (vgl. L. Hack, R. Breßler, I. Kostka 1992).

In Anm. 2 heißt es bei Bijker, Bönig, van Oost: "The extensive comment of Arie Rip has been of great value to the modification of our congress paper into the present article." (p. 50)

20 Von den 13 Seiten Text bestehen fast sechs Seiten aus Abbildungen (Fahrrad etc.) und Schaubildern, eine Seite aus Anmerkungen.

gen:

- (1.) Das Projekt, über das berichtet wird, wurde gemeinsam am "subdepartment Philosophy and Social Sciences" der Twente University of Technology und dem "Institut für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte" der Universität Hamburg durchgeführt. Die Finanzierung erfolgte durch die Stiftung Volkswagenwerk und die Universität Twente.²¹
- (2.) Die Interpretation bezieht sich auf sechs Fallstudien (s. S. 50):
 - Aluminium (1854 - 1909),
 - Bakelit (1906 - 1919),
 - Leuchstoffröhre (1910 - 1940),
 - Sicherheitsfahrrad (1879 - 1898),
 - Sulzer Webmaschine (1928 - 1951) und
 - Transistor (1945 - 1951).
- (3.) Als Literatur-Verweise tauchen auf:
 - Ludwik Fleck (1980 / 1935),
 - Garfinkel: Human Understanding (1974),
 - Cicourel/Knorr-Cetina (1981),

21 Die Stiftung Volkswagenwerk hatte 1975 "nach längerer Vorbereitung" ein Schwerpunktprogramm "zur Förderung historischer Wissenschafts- und Technikforschung eingerichtet, dessen Benennung 'Wissenschaft und Technik - Historische Entwicklung und sozialer Kontext' anzeigt, daß sich das Förderungsangebot auf Forschungen zur Bedingtheits- und Wirkungsgeschichte, d.h. auf Untersuchungen bezieht, die die Gesamtsituation von Wissenschaft und Technik innerhalb der Gesellschaft, die sie bedingenden Faktoren, die von ihnen ausgeübten Wirkungen sowie ihre Wechselbeziehungen berücksichtigen. ... Für die Einrichtung des Schwerpunktes war mitbestimmend, daß die Forschung dort, wo sie Wissenschaft und Technik zu ihrem Gegenstand macht, interdisziplinär vorgehen muß und sich dabei vor erhebliche Probleme gestellt sieht. Auch sollen durch den Schwerpunkt gerade solche Vorhaben gefördert werden, die dazu verhelfen könnten, die wissenschaftlichen Kontakte deutscher Forscher zu wissenschaftlichen Institutionen im Ausland zu intensivieren und etwaige in der Bundesrepublik Deutschland gegenüber anderen Ländern bestehende Forschungsrückstände auszugleichen." (Stiftung Volkswagenwerk: Bericht 1979/80, S. 43)

Gefördert wurde (1978/79) u.a. ein Gemeinschaftsprojekt der Univ. Hamburg, Seminar für Sozialwissenschaften, Abt. Sozial- und Wirtschaftsgeschichte (Prof. Dr. U. Troitzsch) mit der Technischen Hogeschool Twente, Enschede/NL (Dr. A. L. van Schelven, Dr. H. J. Zacher) mit dem Thema: "Untersuchungen zu determinierten Faktoren und zur Struktur des Entwicklungsprozesses technischer Neuerungen (ca. 1850 - 1960)". In dem Projekt "soll der Entwicklung von etwa 25 solchen Neuerungen aus dem Zeitraum von 1850 bis 1960 nachgegangen werden; stellvertretend für das Gesamtvorhaben können die Amoniaksynthese, der Bessemer-Konverter, Nylon und Perlon, die Triode und die Polaroid-Fotografie genannt werden. Ob die technik-geschichtlichen Untersuchungen am Ende allgemeine Aussagen über Strukturen und Mechanismen zulassen, nach denen der Entwicklungsprozeß technischer Neuerungen abläuft, bleibt zunächst abzuwarten. Das Projekt, für das die Stiftung Volkswagenwerk insgesamt rund 257.000 DM zur Verfügung gestellt hat, nimmt Anregungen auf, wie sie sich aus einer ebenfalls von der Stiftung geförderten Studie zum Stand der Technikgeschichte (!) in der Bundesrepublik Deutschland [Hinweis auf: Rammert 1981 (1975)] ergeben haben." (Stiftung VW: Bericht 1978/79, S. 46f.) Das Förderungsprogramm der VW-Stiftung lief Ende 1983 aus.

- Kuhn (1962),
- Latour, Woolgar (1979),
- Nelson, Winter (1977) und Dosi (1982)
- sowie Marx, mit dem Begriff "Verdinglichung" und
- Berger, Luckmann mit "The Social Construction of Reality" (1966).
- Außerdem: Barnes, Law (1976).

Die inhaltlichen Ausführungen des Textes sind knapp: Nach einigen illustrierenden Bemerkungen zum Sicherheitsfahrrad (bicycle, tricycle) heißt es:

"We want to take a second step, technological innovations are socially constructed, that is, we claim that the 'evolution' of the technological artefacts depends on the shift of meaning attached to them by social groups that develop and interact." (p. 41)

Es folgt eine Darstellung (Figure 3, p. 42), mit drei Schichten:

- "technologische Entwicklung" (mit Artefakten, zwischen denen es eigene Beziehungen gibt);
- "soziale Prozesse" (bestehend aus "sozialen Gruppen", zwischen denen es "Interaktionen" gibt);
- und zwischen beiden eine Schicht, die bezeichnet ist mit "Soziale Interpretationen / Bedeutung gebend", wobei die Pfeile nur in die eine Richtung zeigen: von den "sozialen Prozessen" zu der "technologischen Entwicklung".

Das Ziel ihrer Arbeit bestimmen Bijker et al. wie folgt: "In this article we intend to support this claim [s.o.] by devising a new way of describing the developmental process of technological innovations." (p. 41.) Dafür wird zunächst die zentrale Rolle der technischen Artefakten beigegebenen Bedeutung bei verschiedenen sozialen Gruppen betont; und danach der Entwicklungsprozeß in den Begriffen "Variation", "Selektion" und "Stabilisierung" interpretiert.

Mit der vorgängigen Bestimmung "a problem is only a problem when there is a social group for which it has the meaning of a problem" (p. 43) werden einige Aspekte des Evolutionsprozesses der technologischen Entwicklung durchgespielt; am Bsp. des Sicherheitsfahrrads heißt das u.a. die Unterscheidung von "Sicherheitsproblem", "Geschwindigkeitsproblem" und "Vibrationsproblem" (p. 47).

Der Aspekt der "sozio-kulturellen Stabilisierung technischer Artefakte" (p. 48) wird mit dem Begriff der "Verdinglichung" [reification] assoziiert, wobei die Variante der Interpretation von Berger, Luckmann der von Marx vorgezogen wird. "Ein hochgradig verdinglichtes Artefakt erzwingt die Möglichkeit eines Wechsels der Problemdefinition und determiniert in großem Ausmaß den Bereich [domain] möglicher Lösungen. Mit anderen Worten: die soziale Existenz eines Artefaktes dominiert teilweise die konzeptuelle Realität für relevante soziale Gruppen." (p. 49)

Um diese Art von konzeptionellen Zwängen zu bestimmen, schlagen Bijker et al. den Begriff des "technologischen Stils" vor, der sich weitgehend auf dasselbe be-

ziehe wie "Paradigma" (Kuhn), "technologisches Regime" (Nelson, Winter) oder "Denkstile" (Fleck).

In den abschließenden Bemerkungen (p. 49f.) wird die Notwendigkeit weiterer Differenzierungen betont, so die zwischen Artefakten, die neue Produktionssysteme erforderlich machten, und solchen, bei denen das nicht der Fall sei. Eine weitere Unterscheidung ergebe sich bezüglich der "Problem-Lösungs-Struktur", da es nicht nur die Richtung des Prozesses gebe, das vom Problem zur Lösung führe, sondern auch die Gegenrichtung von der Lösung zum Problem (Bsp.: Aluminium).

Abschließend heißt es: "The aim is to explain developmental processes, making use of the concept of 'social construction of technological artefacts' in order to expose regularities in these processes." (p. 50)

Angesteuert werde eine mittlere Ebene zwischen der Mikro-Ebene und ihren "singulären Artefakten" und der Makro-Ebene, mit hoch-aggregierten Daten. (p. 51)

Die theoretische Ausstattung dieses Textes ist zweifellos kärglich zu nennen. Wenn theoretische Bezüge hergestellt werden, bleiben sie nahezu beliebig.

Eine sehr viel anspruchsvollere Version erschien 1984 in den "Social Studies of Science" - mit den Autoren Trevor J. Pinch und Wiebe E. Bijker.²² Der Anschluß an die neuere Wissenschaftsforschung wird jetzt (erst) hergestellt durch den programmatisch doppelt erweiterten Titel: "The Social Construction of Facts and Artefacts: or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology might Benefit Each Other".

Pinch brachte detaillierte Kenntnisse der Sociology of Scientific Knowledge (SSK) ein, die an die wissenschaftstheoretisch orientierten Arbeiten von B. Barnes und Bloor anschloß und sich u.a. in einem Empirical Programme of Relativism (EPOR) verdichteten, das von H. M. Collins - mit dem Pinch zusammengearbeitet hatte - systematisch aufbereitet worden war.

Skizziert wird jetzt die Notwendigkeit eines integrierten sozialkonstruktivistischen Ansatzes von Wissenschaft und Technologie: innerhalb eines solchen Programms sollen wissenschaftliche Fakten wie technologische Artefakte als soziale Konstrukte verstanden werden (p. 399).

Innerhalb der letzten Dekade habe sich die Wissenschaftssoziologie zunehmend von dem Mertonianischen Konzept gelöst, Wissenschaft als Institution (Normen, Karrieremuster, Belohnungssysteme) zu verstehen, und dabei zugleich wissenschaftssoziologische Fragestellungen auf die sog. "harten" Wissenschaften (i.e.: die Naturwissenschaften) ausgeweitet.

"Innerhalb eines solchen Programms werden alles Wissen und alle Wissensansprüche [knowledge-claims] als sozial konstruierte behandelt: d.h. Erklärungen der Genese, der Akzeptanz und der Zurückweisung von Wissensansprüchen wer-

22 Die Autoren danken (in den Anmerkungen) Henk van den Belt, Ernst Homburg, Donald MacKenzie und Steve Woolgar für Kommentare zu früheren Fassungen des Papiers; und sie danken der VW-Stiftung und der TU Twente für die Finanzierung. Vgl. Pinch, Bijker (1987, pp. 26ff.).

den im Bereich der Sozialen Welt gesucht und nicht in der Naturalen Welt." (p. 401) Bei allen Unterschieden zwischen den verschiedenen wissenschaftstheoretischen Positionen innerhalb dieser neuen Richtung gebe es eine weitverbreitete Zustimmung für die Annahme, daß man zeigen könne und auch bereits gezeigt habe, daß "wissenschaftliches Wissen sorgfältig sozial konstruiert ist" (p. 401). Erst allmählich setze sich das Verständnis durch, daß Wissenschaft und Technologie sozial produziert sind²³ und daß beide "sozial konstruierte Kulturen" (p. 404) sind. "In dieser Perspektive ist die Grenze zwischen Wissenschaft und Technologie, ..., eine Angelegenheit sozialer Aushandlungen und repräsentiert keine grundlegende Unterscheidung" (p. 404).

Für die derartig ausgerichteten Technologiestudien gelte, im Unterschied zur herkömmlichen sozialwissenschaftlichen Technikforschung: "Der Erfolg eines Artefaktes ist genau das, was erklärt werden muß. Für eine soziologische Theorie der Technik sollte es das explanandum sein und nicht das ex planans." (Pinch, Bijker 1984, p. 406)

Mit dem "Empirical Programme of Relativism (EPOR)" der neueren Wissenschaftsforschung werden drei Stufen der Erklärung angestrebt:

Erste Stufe: die "interpretative Flexibilität wissenschaftlicher Ergebnisse" wird offengelegt; mit anderen Worten: es werde gezeigt, daß wissenschaftliche Ergebnisse durch mehr als eine Interpretation aufgenommen werden können (p. 409).

Zweite Stufe: solche Flexibilität verschwindet aus der Wissenschaft durch wissenschaftlichen Konsens über das, was in jedem einzelnen Fall "Wahrheit" ist: "Soziale Mechanismen, die interpretative Flexibilität begrenzen, und auf diese Weise erlauben, wissenschaftliche Kontroversen zu beenden .." (p. 409).

Dritte Stufe: "Schließungs-Mechanismen" [closure] gegenüber dem weiteren soziokulturellen Milieu. (In dieser Hinsicht gebe es bisher nur wenige Ansätze.)

Der entscheidende - und heftig umstrittene - Schritt von Pinch, Bijker (1984) war der Versuch, dieses Muster von der Wissenschaft auf den Bereich der Technologie zu übertragen. Dabei spielte das Konzept der "relevanten sozialen Gruppen" eine zentrale Rolle, mit denen der Tatsache Rechnung getragen werden soll(te), daß bei der Entwicklung von Technologien nicht nur "scientific" resp. "technological communities" zu berücksichtigen sind, sondern auch das Militär, Industriekonzerne u. dgl., aber auch alle möglichen informellen Gruppierungen.²⁴

²³ Verweis auf die Arbeiten von B. Hessen (1937), Layton, Barnes.

²⁴ Vgl. das Konzept der "transepistemischen Arenen" von Karin Knorr-Cetina (1983).

2. Kritik an den soziologischen Implikationen von SCOT

In einer scharfen Stellungnahme zu dem Text von Pinch/Bijker (1984) hat Stewart Russell (1986) eine Reihe von Kritikpunkten aufgeführt, von denen einige sicher auf einem zu traditionellen (defensiven) Konzept beruhen. Einige bezeichnen aber wohl wichtige Schwachpunkte von SCOT, die in der Zwischenzeit keineswegs ausgeräumt wurden (eher noch schärfer hervorgetreten sind, s. Bijker 1992).

Russell unterstützt die Zielvorstellung, eine Erklärung für den Gehalt [content] von Technologie als sozialem Produkt zu entwickeln, und er begrüßt die Kritik an herkömmlichen "black box"-Interpretationen (in der Ökonomie), den linearen Innovationsmodellen. Als Schwächen des SCOT-Ansatzes identifiziert Russell (1.) dessen Relativismus (wobei R.s Position etwas traditionell ausgerichtet ist) und (2.) dessen Evolutionsmodell (s.u.). Der wichtigste Kritikpunkt bezieht sich auf (3.) das Verständnis von "Sozialstruktur", das dem SCOT-Konzept zugrundeliegt.

"Die dritte Hauptschwäche des SCOT-Konzeptes, wie es das Papier beschreibt, liegt in einer inadäquaten Vorstellung von Sozialstruktur, wie sie insbesondere in der Diskussion der "sozialen Gruppen" [Pinch/Bijker, pp. 414 - 419] zutage tritt, und die auch nicht geheilt [remedied] wird in der späteren kurzen Passage über 'den weiteren Kontext' [428 - 429]. Weit über bloße 'Identifikation' und 'Deskription' hinaus, müssen Gruppen in einem strukturellen und historischen Kontext lokalisiert werden. D.h. wir müssen nicht nur ihre Beziehung zur Technologie aufzeichnen [map], sondern auch ihre Beziehungen zu anderen Sektoren der Gesellschaft, den ökonomischen, politischen und ideologischen Zwängen und Einflüssen, denen sie ausgesetzt sind, den breiteren historischen Veränderungen, die sie beeinflussen, und den spezifischeren Ereignissen, die sie in den Prozeß bringen, der untersucht wird. Es ist dieser strukturelle Ort, der weitgehend ihre Beziehung zu jeder Technologie determiniert [?], die sie konzipieren oder der sie konfrontiert sind - sei es als Entwickler, Anpasser, Operateur, Konsument, unter Nebenwirkungen Leidender oder was auch immer. Und hieraus leiten sie ihre Zielvorstellungen ab und ihre Interpretationen der Optionen, die sie wahrnehmen.

Das Diagramm in dem Papier von Pinch und Bijker [Figur 4, p. 416], das dazu dienen soll, 'Beziehungen' zwischen einem Artefakt und sozialen Gruppen zu zeigen, ist bestenfalls trivial; aber es kann auch einen Eindruck visuell verstärken, daß soziale Gruppen voneinander isoliert und wirklich gleich mächtig sind. Der Mangel an Klarheit und die offensichtliche Austauschbarkeit, mit der Begriffe wie 'politisch', 'kulturell', 'sozio-politisch' und 'sozio-kulturell' in dem Papier gebraucht werden, verleitet gleichermaßen zu einer grundsätzlich pluralistischen Sicht der Gesellschaft.

Außerdem ist die Verwendung des Konzeptes 'relevanter sozialer Gruppen' nicht, wie die Autoren hoffnungsvoll behaupten, 'unkompliziert' [straightforward]. Erstens ist es leicht, Gruppen auszublenden, entweder weil sie keine Stimme in dem Prozeß hatten oder weil sie gegenüber den spezifischen verfügbaren Optionen, gleichgültig waren: Positionen, die nichtsdestoweniger erklärt werden müssen. Zweitens ist es leicht, in Überaggregation zu verfallen; die öffentlichen Erklärun-

gen z.B. des Gewerkschaftsdachverbandes [TUC] oder auch nur einer einzelnen Gewerkschaft zum Kernenergieprogramm verdecken signifikante interne Differenzen. Drittens kann es sein, daß die festgesetzten Ziele oder Grundprinzipien einer Organisation nicht einfach mit ihren Interessen oder mit der faktischen Funktion übereinstimmen, die sie in der Interaktion mit anderen Gruppen in einem strukturierten sozialen Kontext ausüben. Viertens ist es bestimmten Teilbereichen der Gesellschaft aus ähnlichen Gründen möglich, ihre Interessen zu sichern oder sichern zu lassen, ohne direkt am Konflikt beteiligt zu sein." (Russell 1986, pp. 334f.)

Die Bestimmung der Ergebnisse [outcomes]: mit diesem (4.) Kritikpunkt bezieht sich Russell auf die "interpretative Flexibilität" (p. 335). Ergebnisse werden in spezifischen Arenen erzeugt - im Kontext wirtschaftlicher Imperative, staatlicher Industriepolitik, Regulationen, gesetzlichen Pflichten und Zwängen, politischen Strategien und Taktiken, bürokratischen Prozeduren und kulturellen Traditionen. (p. 336) Diese Konditionen sind in vorangegangenen Konflikten erzeugt worden und werden durch soziale Routinepraktiken reproduziert.

"Eine entscheidende Variable ist der Zugang verschiedener sozialer Gruppen zu diesen Arenen und zu den Informationen über die Technologien - etwas, was Pinch, Bijker mehr vermuten als untersuchen. Wir sollten z.B. erklären, warum eine Belegschaft [workforce] von der Konstruktion der Ausrüstungsinvestitionen, die sie benutzen muß, ausgeschlossen ist". (p. 336)

"Pinch und Bijker übernehmen das Konzept der 'Schließung' [closure] aus der relativistischen Wissenssoziologie: bezogen auf Technologie wird 'Schließung' zur 'Stabilisierung eines Artefakts und dem "Verschwinden" von Problemen'. Sie gestehen ein, daß es 'möglich (ist), daß der Typ des Schließungsmechanismus, der in der Naturwissenschaft vorherrscht, und der Typ, der in der Technologie vorherrscht, verschieden sind' [p. 430]. Das ist eine Untertreibung. Welche Validität 'Schließung' auch immer haben mag, um die Richtung zu erläutern, in der Theoriebildung in der Naturwissenschaft gefestigt [settled] wird, halte ich es im Hinblick auf Technologie - begrenzte Fälle ausgenommen - für völlig unangemessen. Die Art und Weise, wie Gruppen technische Argumente führen und abschließen, oder allgemeiner eine Interpretation der Realität gegenüber einer anderen absichern, ist nur ein Teil des sozialen Prozesses hinter [!?] der Technologie - wohl nicht einmal ein notwendiger, wie es in der Wissenschaft der Fall ist." (Russell 1986, p. 336)

3. Verstärkung der evolutionstheoretischen Orientierung

In einer ebenso scharfen Replik haben Pinch/Bijker (1986) auf die Kritik von S. Russell geantwortet. Das Ziel der neuen Techniksoziologie sei es, "zu erklären, wie Technologie sozial geformt" wird (Pinch, Bijker 1986, p. 348).

Den Vorwurf von Russell, sie würden die Unterschiede zwischen Wissenschaft und Technik [Technologie] einebnen, beantworten Pinch, Bijker wie folgt: Das Ar-

gument sei ein anderes: es gehe darum, Wissenschaft und Technologie in demselben konzeptionellen Rahmen zu behandeln. Dafür seien drei Überlegungen relevant:

- (1.) der unbefriedigende Charakter der Versuche, zwischen Wissenschaft und Technologie/Technik harte Demarkationslinien zu ziehen;
- (2.) die praktischen Probleme, denen Forscher begegnen, wenn sie das Verhältnis von Wissenschaft und Technik untersuchen, insbesondere die Schwierigkeit, die spezifischen Beiträge zu erkennen, die Wissenschaft und Technik zu bestimmten Innovationen leisteten;
- (3.) die konkrete Demonstration (mit aus den eigenen empirischen Untersuchungen gewonnenen Beispielen), daß Probleme und Themen, die durch die Untersuchung von Wissenschaft aufgeworfen werden, denen ähnlich [similar] sind, die durch die Untersuchung von Technologie aufgeworfen werden. (p. 349)

"Die Behauptung, daß die Literatur über Wissenschaftssoziologie für die Untersuchung von Technologie relevant ist, bedeutet nicht, daß wir unterstellen, die Ähnlichkeiten zwischen Wissenschaft und Technologie seien ausschließlich darin begründet, daß beide Wissenssysteme sind. Unser Argument war vielmehr, daß Wissenschaft wie Technologie als sozial konstruierte Kulturen behandelt werden können. Die Arbeit an Wissenschaft behandelt Wissen als Bestandteil von Praktiken und Methoden, die innerhalb eines kulturellen Rahmens geteilt werden. Unser 'konstruktivistischer' Ansatz von Wissenschaft und Technologie meint nicht, wie Russell impliziert, daß wir Technologie ausschließlich als Wissenssystem behandeln." (Pinch, Bijker 1986, p. 349)²⁵

"Die Parallelen zwischen der Arbeit an Wissenschaft und der an Technologie können noch schärfer hervorgehoben werden, indem man neuere Untersuchungen über wissenschaftliche Instrumentierung berücksichtigt. Dabei sollte gezeigt werden, wie in die Instrumentierung und die instrumentellen Praktiken verschiedene kulturelle Annahmen eingebettet sind.²⁶ Darin, daß wissenschaftliche Instrumente und Maschinen in der Technik die Eigenschaft teilen, materielle Artefakte zu sein, die ihre Bedeutung von der sozialen Welt erhalten, finden wir wiederum nur eine Ermutigung dafür, sie in äquivalenter Art und Weise zu behandeln. Ist einmal anerkannt, daß Wissenschaftssoziologie Wissen in einem aktiven Sinne begreift - im Hinblick darauf, wie Wissen in Praktiken und in Instrumentierung erzeugt [rendered] und reproduziert wird - löst sich Russell's Kritikpunkt, wir seien unfähig, Zwecke und spezifische soziale Interessen zu berücksichtigen, in Luft auf." (Pinch, Bijker 1986, p. 350) Ziel des "integrierten Ansatzes" sei es,

²⁵ Folgt Verweis auf Thomas S. Kuhn.

²⁶ In einer Anmerkung Verweis auf Arbeiten von Pinch, Latour u.a.

damit zu beginnen, die beiden Kulturen in äquivalenter Weise zu behandeln. (p. 351)

Der Unterschied zwischen den beiden Ansätzen liege eher darin, daß Pinch/Bijker die Notwendigkeit betonen, das interne Funktionieren [internal working] von Technologie zu untersuchen; während Russell den Hauptakzent auf das Studium der makrosozialen Strukturen lege. (351)

Strategisch wichtig für die neue Techniksoziologie sei es, dieses Vertrauen [reliance] auf das "rein Technische" zur Sprache zu bringen [address], wenn sie den technologischen Determinismus endlich begraben will.

"Dieses Argument läßt sich nicht dadurch bekämpfen, daß man zu makrosoziologischen Theorien zurückkehrt oder über mögliche alternative Technologien spekuliert, sondern dadurch, daß man Mikro-Studien darüber durchführt, wie Ingenieure und Technologen tatsächlich vorgehen, wenn sie entscheiden, ob eine Technologie funktioniert [works] oder nicht, und wie das getestet werden kann.²⁷ Das ist eine Lektion, die die Wissenschaftssoziologie gelernt hat. Viele der jüngsten Fortschritte auf diesem Gebiet sind dadurch gemacht worden, daß Forscher detaillierte Mikro-Studien darüber erstellt haben, wie Wissenschaftler Experimente ausführen und Entscheidungen darüber erreichen, was die Fakten der Natur sind. .. Wenn wir eine genuin [full-blooded] soziologische Annäherung an die Technologie erreichen wollen, dann - so würden wir behaupten - muß der Ausgangspunkt die Mikro-Untersuchung darüber sein, wie Technologien getestet werden und wie Ingenieure solche technischen Einschätzungen machen." (Pinch, Bijker 1986, p. 352)

Der Ansatzpunkt zur Verlängerung der SCOT-Thematisierungen auf die praktischen Problemstellungen von CTA ist in der Formel angelegt, man müsse untersuchen, wie Ingenieure solche technologischen Bewertungen tatsächlich vornehmen: "how engineers make such technical assessments".

Die anschließende Verteidigung des evolutionstheoretischen Modells (gg. die entsprechende Kritik bei Russell) bleibt schwach.²⁸ Noch schwächer ist der anschließende Abschnitt, in dem Pinch, Bijker sich gegen die Kritik von Russell an ihrem Konzept, "soziale Gruppen" als Analyseinheit zu konzipieren, zu wehren versuchen. Z.B.: "By studying the activities in laboratories it is possible to understand how society is transformed in the laboratories." (p. 354)

Eine falsche Alternative wird aufgebaut, wenn es zur Verteidigung des Konzeptes heißt: die entscheidende Frage betreffe "nicht so sehr die soziale Wirkung von Technologie, sondern den sozialen Input in Technologie, insbesondere in der Entwicklungsphase; ... ein Komplex sozialer Faktoren formt Technologie" (ebd.).

27 Vgl. insbesondere das Konzept "follow the actor" von Latour (1987): Science in Action. (How to follow scientists and engineers through society): s.a. Callon, Law, Rip, 1986.

28 Vgl. die Kritik von van den Belt, Rip in dem Sammelband von Bijker, Hughes, Pinch (1987), in dem auch der Text von Pinch, Bijker wieder abgedruckt wurde.

In dem von Bijker, Hughes, Pinch herausgegebenen Sammelband veröffentlichte Bijker (1987) einen weiteren Artikel, der den programmatisch anspruchsvollen Titel hat (übersetzt): "Die soziale Konstruktion von Bakelit. Auf dem Wege zu einer Theorie der Erfindung". Im Unterschied zu dem "deskriptiven Modell", das er zusammen mit Pinch (1984, 1987) vorgelegt habe, will Bijker in diesem Text "einige theoretische Konzepte" vorantreiben, die helfen sollem, die Entwicklung technischer Artefakte besser zu verstehen. (p. 159)

Die Nähe zum Neo-Schumpeterianischen Paradigma-Konzept (vgl. dazu: Schot 1991, p. 14) ist vor allem in dem SCOT-Konzept des "technologischen Rahmens" (technological frame) offensichtlich. "A technological frame is composed of, to start with, the concepts and techniques employed by a community in its problem solving. ... Problem solving should be read as a broad concept, encompassing within it the recognition of what counts as a problem as well as the strategies available for solving the problems and the requirements a solution has to meet. This makes a technical frame into a combination of current theories, tacit knowledge, engineering practice (such as design methods and criteria), specialized testing procedures, goals, and handling and using practice. The analogy with Kuhn's 'paradigm' among others is obvious." (Bijker 1987, p. 168) Auf den folgenden Seiten (171 - 174) wird dieser "technologische Rahmen" weiter expliziert und mit ähnlichen Konzeptualisierungsvorschlägen verglichen.

Eine knappe Zusammenfassung der Argumente, die aus der neueren Wissenschaftssoziologie zum Verständnis von Technologie gewonnen werden sollen, lieferte Trevor Pinch (1988).

Angeknüpft wird dabei an dem herkömmlichen Verständnis von Technologie, die weithin als "Black box" behandelt worden sei. "Mein Argument wird sein, daß die Arbeit auf dem Gebiet der Soziologie wissenschaftlichen Wissens (SSK) strategische und methodologische Anleitung dafür liefert, wie wir Technologie verstehen können." (Pinch 1988, p. 70)

Bereits Richard Whitley (1972) hat den "Black boxism" der klassischen Mertonianischen Wissenschaftssoziologie kritisiert. Gerade in der "Science Studies Unit" in Edinburgh (Barnes, Edge; Bloor) seien grundlegende Arbeiten geleistet worden, die "gezeigt haben, wie Wissenschaft als Form von Kultur behandelt werden kann, analog zu den Rechtssystemen oder den Aktivitäten sog. 'primitiver' Stämme". (71)

Die Frage "Sind Wissenschaft und Technologie grundlegend verschieden?" [significantly different] wird entsprechend mit dem Verweis darauf zu beantworten versucht, daß sie als äquivalente Gestalten [bodies] sozial konstruierter Kulturen" behandelt werden könnten. (p. 74) "In dieser Perspektive ist die Grenze zwischen Wissenschaft und Technologie ein sozial erworbenes Phänomen - es ist Gegenstand von sozialer Aushandlung und repräsentiert keine (!) zugrundeliegende Distinktion." (S. 74) "Wenn, wie ich behaupte, wissenschaftliches Wissen sozial produziert und geformt ist, warum sollen wir dann die Analyse anhalten, wenn es um Technologie geht?" (S. 74) Das Argument meine nicht, daß es keine Unterschiede zwischen (Natur-)Wissenschaft und Technologie gebe. Es gehe nur darum, daß der

Ausgangspunkt der Untersuchung sein solle, sie als äquivalent zu behandeln. (S. 74)

Zentral ist für diese Position die Forderung nach "Symmetrie" [need for symmetry]. In der SSK ist es axiomatisch, daß der Soziologe keine epistemologische Unterscheidung machen darf zwischen "beliefs" der Wissenschaftler, die für wahr gehalten werden, und solchen [Glaubensformen], die für falsch gehalten werden (Bloor 1976). Das "Prinzip der Symmetrie" halte uns von der leichten (leichtfertigen) Option ab anzunehmen, daß "true beliefs" keinerlei Erklärung bedürfen, weil sie "wahr" sind. "Ähnlich wollen wir im Studium der Technologie nicht in die Falle tappen, anzunehmen, daß erfolgreiche technologische Produkte und Prozesse keine Erklärung erforderlich machen." (S. 75) Hier werden gerade Entwicklungen interessant, die gescheitert sind. "Die nicht-symmetrische Behandlung von Erfolg und Mißerfolg/Scheitern [failure] - wobei erfolgreiche Entwicklungen privilegiert werden - ist eine Form des technologischen Determinismus. Der Erfolg einer Technologie resultiert einfach daraus, daß sie ein besseres technologisches Funktionieren [technological fix] zur Verfügung stellt. Es wird eine Logik der technologischen Entwicklung angenommen/unterstellt, die der Technologie selbst inhärent ist." (S. 75)

Als Beispiel gilt das von Bijker untersuchte Sicherheitsfahrrad. "Bijkers sozialkonstruktivistische Sicht der Technologie behandelt Erfolg und Mißerfolg auf die gleiche symmetrische Weise, wie sie in der Soziologie wissenschaftlichen Wissens behandelt werden. Der Erfolg und das Scheitern eines Prozesses oder Artefaktes sind eine soziale Leistung [achievement], die in Begriffen sozialer Faktoren erklärt werden müssen." (S. 75f.)

Als "strategischer Ort der Forschung" [Strategic Research Location] gilt dabei das "Technological Testing". In der SSK hat die Untersuchung der experimentellen Praktiken eine besondere strategische Bedeutung gehabt. Mit Bezug auf das Konzept der "interpretativen Flexibilität" (Collins 1985) sowie auf die Arbeiten von Constant II bzw. MacKenzie²⁹ schlägt Pinch (1988) folgende Differenzierung der Argumentation vor: Zwar gebe es durchaus etwas spezifisch Zwingendes [compelling] an technologischen Produkten: "schließlich funktionieren sie!" ["after all, they work"]. Es gehe aber nicht (bloß) darum, zu sagen, daß einem funktionierenden TV-Apparat unterschiedliche Interpretationen oder sozial konstruierte Bedeutungen beigegeben werden können. "Was in Angriff genommen werden muß, ist das Problem der 'Funktionsfähigkeit' [workability] selbst." (Pinch 1988, S. 76)

Der von W. Bijker und J. Law (1992) herausgegebenen Sammelband enthält einen (weiteren) Text von Bijker, über "Die soziale Konstruktion der Leuchtstoffröhre [fluorescent lighting], Oder wie ein Artefakt im Diffusionsstadium erfunden wurde".

Der Text habe zwei Ziele: Es solle (1.) gezeigt werden, daß die Anwendung eines linearen Phasenmodells der technologischen Entwicklung nachteilig/schädlich [detrimental] ist für das Verständnis der Entwicklung technischer Artefakte.

29 Vgl. zu Genauigkeit (Accuracy) MacKenzie .

Und es solle (2.) eine Illustration geliefert werden für "die Möglichkeiten der Integration der Perspektiven der sozialen Gestaltung und der sozialen Auswirkungen/Folgen [social-shaping and social-impact perspectives] hinsichtlich der Technologie". (Bijker 1992, p. 75) Mit Verweis auf seinen früheren Text (Bijker 1987) werden zentrale konzeptionelle Aspekte - wie die "interpretative Flexibilität" und der "technische Rahmen einer sozialen Gruppe" - wieder aufgenommen, um die Interaktionen innerhalb und zwischen sozialen Gruppen zu erklären, die technische Artefakte formen.

"In dem deskriptiven SCOT-Modell stellen 'relevante soziale Gruppen' den Schlüssel-Ausgangspunkt [key starting point] dar". (p.75f.) In einem eigenen Abschnitt über "Relevante soziale Gruppen" (S. 76 - 78) versucht Bijker die Kritik aufzunehmen und abzuwerten, die gerade dieses Interpretationskonzept gefunden hatte: "Es ist relativ leicht, relevante soziale Gruppen zu identifizieren, indem man 'dem Akteur folgt'" [Verweis auf Callon] (S. 76). "Relevante soziale Gruppen" sind eine Akteurs-Kategorie. (S. 77) Natürlich sei es nicht einfach, sie "idiotensicher" zu machen. (S. 77) Es gebe zweifellos einige methodologische Probleme.³⁰ Nach dem ersten Schritt ("following the actor") bestehe der zweite Schritt zur Identifizierung relevanter sozialer Gruppen in dem, was man (mit Harry Collins) "historical snowballing" nennen könne: man folge einfach jedem Akteur und jeder sozialen Gruppe. Das sei einfach eine Sache der "Intuition des Forschers" (S. 78) "'Relevante soziale Gruppe' ist sowohl ein Akteur als auch eine analytische Kategorie. [...] Wenn man den Akteuren in ihren Identifikationen, Definitionen und Begrenzungen folgt, kommt man zu den relevanten sozialen Gruppen des Akteurs. Der zentrale Anspruch in der sozialen Konstruktion von Technologie ist, daß diese relevanten sozialen Gruppen für den Analytiker ebenso relevant sind - 'relevante soziale Gruppe' ist auch ein Analystenkonzept." (S. 78)

Damit ist allerdings zugleich deutlich gemacht, daß die Einwände, die Russell bereits 1986 erhoben hatte, nach wie vor - genauer: mehr denn je - zutreffend sind. Die Vorstellung, daß man "soziale Akteure" dadurch als "relevant" glaubt identifizieren zu können, daß man allem, was sich bewegt, einfach nur zu folgen brauche, ist wohl doch etwas grotesk. Die Defizite der theoretischen Grundausrüstung der Bijkerschen Sozialkonstruktivismus schlagen hier ungehindert durch.

30 Es folgt: Polemik gegen marxistischen Strukturalismus und Parsonianischen Funktionalismus.

4. Insistieren auf der Differenz zwischen "Social Shaping of Technology" (SST) und "Social Construction of Technology" (SCOT)

In "Opening the Black Box and Closing it Behind you ..." haben Robin Williams und Stewart Russell (1988)³¹ eine scharfe Kritik der "Mikrosoziologie in der sozialwissenschaftlichen Analyse von Technologie" (Untertitel) vorgelegt; eine Kritik, die als Ausdruck bemerkenswerter forschungspolitischer Differenzen anzusehen ist.

Im Zentrum stehen die Analysen und theoretischen Ansprüche einiger Schreiber (Law, Latour, Callon; Pinch, Bijker;), zwischen denen es zwar wichtige Differenzen gebe, die in ihrer Zusammenarbeit aber einen gemeinsamen grundlegenden paradigmatischen Anspruch einer neuen "Soziologie der Technik" aufzubauen versuchten. Betont wird, daß es in diesen Arbeiten viele wichtige Aspekte gebe.

"Sie weisen jedoch theoretische und substantielle Arbeiten zurück, die sich mit breiteren sozialen Strukturen und Prozessen befassen. Sie können sich die Auswirkungen und selbst die Existenz von 'Makrostrukturen' nur durch Extrapolation von den Mikroprozessen der Interaktion zwischen individuellen sozialen Akteuren erklären. Gesellschaft, und ihre Analyse der Gesellschaft, ist von unten her aufwärts [upwards] konstruiert; das 'Makro' wird letztlich reduziert auf das 'Mikro'. Wir denken, daß diese Vorgehensweise falsch und unnötig ist.

Unser Ausgangspunkt ist davon sehr verschieden. Wir analysieren die Verfahren, durch die umfassendere soziale Strukturen, ökonomische Kräfte und politische Prozesse die Gesamtentwicklungen von Technologien formen." (Williams, Russell, p. 1. Hervorh. von mir, L.H.)

Es sei notwendig, sich gerade gegenläufig, von den Makrostrukturen herunterzuarbeiten auf die Ebene von Akteuren etc.: "working from the macro end 'downwards'" (p. 2).

Um die eigene Position zu begründen, werden eine Reihe von Kritikpunkten herausgearbeitet:

- (1.) Probleme in der Extrapolation von Wissenschaft auf Technologie (S. 4f.)³²
"Insbesondere die Begriffe von 'Schließung' wissenschaftlicher Debatten und 'Erfolg/Mißerfolg' von wissenschaftlichen Theorien sind unangebracht, wenn sie in die Analyse von Technologie importiert werden. Zum Beispiel bringt Schließung in der Wissenschaft Konnotationen von Konsensus innerhalb der wissenschaftlichen Gemeinschaft mit sich. Im Gegensatz dazu mag

31 Ursprünglich: Vortrag auf der Konferenz über Wissenschaft, Technik und Gesellschaft, die im April 1987 von der British Sociological Association durchgeführt wurde. - S. Russell war zu dieser Zeit "lecturer in Science and Sociology Studies" an der University of Wollongong, in Neusüdwaales.

32 Verweis auf S. Russell 1986; sowie Pinch/Bijker 1984.

eine technologische Lösung ohne Konsens zwischen den verschiedenen involvierten Gruppen durchgesetzt werden." (p. 4)

- (2.) Überschreiten der Grenzen der technologischen Gemeinschaften [Moving Beyond Technological Communities (p. 7f.)].³³

"Der konzeptionelle Ausgangspunkt des Paradigmas sind die Aktionen von Individuen und die Interaktionen zwischen ihnen, die eine Art unmittelbaren Kontext formen. Im Brennpunkt steht ein beobachtbares Verhalten. Ihr [Pinch, Bijker, Law, Callon] Widerwillen, präexistierende Strukturen und deren Auswirkungen anzuerkennen - oder ihre Schwierigkeit, solche zu konzeptualisieren - verleitet sie dazu, Akteure so zu behandeln, als ob sie in die Interaktionen, die untersucht werden, irgendwie frei von ihren Vergangenheiten kommen, frei von vorbedachten Zielvorstellungen, frei von anderen Zwängen als denen, in die sie durch andere involvierte Gruppen gebracht werden. Akteure, Motive und Zielsetzungen werden ganz neu in den Interaktionen konstituiert. Nur die Akteure, die leicht als in die Interaktionen involviert ausgemacht (beobachtet) werden können, werden in die Analyse einbezogen. Die Identität der 'relevanten Gruppen' ist unproblematisch.³⁴

Der Ansatz kann mit den vorgängigen Strukturierungen der Akteure und Arenen nicht umgehen: die Einbeziehung bestimmter Akteure und der Ausschluß anderer; die Zulassung bestimmter Themen und technischer Möglichkeiten, die in Erwägung gezogen werden, und andere nicht; die Zulassung der Artikulation bestimmter Interessen in expliziten Themenstellungen und die Unterdrückung anderer. Angesichts der Tatsache, daß Callon z.B. die Notwendigkeit betont, daß man bestimmten Ereignissequenzen folgen muß, um jegliches Ergebnis zu erklären, ist es paradox, daß die Autoren nicht dafür gerüstet sind, die Analyse vor einen willkürlich angenommenen [arbitrary] Ausgangspunkt vorzuverlagern, und jene Kräfte zu berücksichtigen, die die Gruppen zunächst einmal in die Interaktion hineingebracht haben." (Williams, Russell 1988, S. 8)

Mit einiger Schärfe werden die konzeptionellen Kurzschlüsse kritisiert, die sich aus einem weithin undifferenzierten Akteursmodell ergeben, das nicht einmal mehr in der Lage ist, zwischen "natürlichen" und "juristischen" Personen zu unterscheiden.³⁵ "Die Konzeption des Makroakteurs als 'Akteur' selbst führt zu individualistischen Grundannahmen über das effektive Verhalten: daß sie z.B. eine kohärente Identität haben, statt interner Strukturen mit Aufteilungen und Widersprüchen; daß sie Themenstellungen [objectives] haben, die wie eine individuelle Präferenz ausgedrückt werden können, statt daß sie in internen Prozessen

33 Die Zurückweisung struktureller Analysen und ihrer Befunde durch John Law wird als "generalisierter Agnostizismus" bezeichnet: die Kritik wird noch einmal explizit bezogen auf Pinch, Bijker, Law, Callon.

34 Verweis auf Pinch, Bijker (1984) p. 414; und die Kritik von Russell (1986), p. 335

35 Vgl. die gleichlaufende Kritik in Hack, Fleischmann (1991).

konstruiert werden. Wir akzeptieren nicht, daß Institutionen wie die des Staates - oder vor allem der Staat als ganzer - in derselben Manier behandelt werden können wie ein individueller Akteur." (S. 9)

Kritisiert wird auch die "überpolitisierte Sicht" der Technik³⁶, die nur eine neue Art des technologischen Determinismus schaffe.

Ein weiteres Problem wird in der "Selektivität" gesehen: die Studien dieser Akteurs-Soziologen befaßten sich vorwiegend mit frühen Stadien der Entwicklung von Technologien (p. 9). Dabei vernachlässigten sie die große Zahl von technischen Veränderungen, die "entlang wohl-definierter Trajekte" immer noch zu inkrementalen Innovationen führten (p. 10). So gebe es z.B. bei industriellen Produktionstechnologien auch noch deutlich artikuliert ökonomische und soziale Interessen; die Möglichkeiten für Neu-Verhandlungen sind hier allerdings enger begrenzt.³⁷ Außerdem gebe es in kapitalistischen Gesellschaften, zumal im Bereich der Arbeitsplätze, technische Veränderungen im Kontext nationaler und internationaler Märkte; eine wichtige Rolle spielten weiterhin gesetzliche Strukturen und ideologische Systeme etc. All das sei wichtig, um die Rolle der Arbeiter in diesem Kontext zu verstehen; sowohl die der Gewerkschaften als auch die der Beschäftigten selbst.

"Indem Mikrosoziologen diese Strukturen auf Interaktionen zwischen beobachtbaren Institutionen (Akteuren) reduzieren, versprechen sie entweder Erklärungen, die irre unhandlich (und als solche nicht zu bearbeiten) wären, oder sie sind gezwungen, diese Interaktionen so weit zu vereinfachen, daß sie auf das Wirken einer ziemlich simplen Verkettung hinauslaufen."³⁸ (Williams, Russell 1988, S. 10)

Hervorgehoben wird (3.) die Notwendigkeit einer breiteren Analyse (pp. 10f.). Zu Recht werde der Ansatz des Struktur-Funktionalismus (Althusser) zurückgewiesen, der die Bedeutung von menschlichen Akteuren auf die von Trägern gesellschaftlicher Verhältnisse reduziere.³⁹

36 Vgl. den Macchiavelli-Aufsatz von B. Latour (1988). Die Pointe dieses Textes liegt in der These: "Wenn Wissenschaft und Politik die Fortsetzung von Politik mit anderen Mitteln sind, dann besteht die einzige Möglichkeit, Demokratie fortzusetzen (aufrechtzuerhalten) darin, in Wissenschaft und Technologie hineinzusteigen [to get inside], um bis dahin durchzudringen, wo Gesellschaft und Wissenschaft gleichzeitig [simultaneously] durch dieselben Strategien definiert werden." (pp. 38f.) Ob man das tatsächlich als "Überpolitisierung" bezeichnen muß oder nicht gerade als Einsicht in die zentrale strategische Bedeutung von Wissenschaft und Technologie für moderne Gesellschaften ansehen sollte, ist eine zentrale Frage für die Bestimmung der diskutierten wissenschaftspolitischen Positionen.

37 Vgl. hierzu das Konzept der "Innofusion" (Innovation + diffusion) von Fleck.

38 "... explanations that would be mind-bogglingly unwieldy (...), or are forced to simplify these interactions so far that they amount to the operation of a rather crude conspiracy."

39 "Explicitly excluding human agency except insofar as agents are bearers of structurally determined social relations" (p. 10).

Die Schlüsseldifferenz zu den Akteurs-Techniksoziologen sei die, daß Williams/Russell eine weiter gefaßte Analyse für möglich und wesentlich halten.

"Analysen breiterer Strukturzusammenhänge sind wesentlich, um den Kontext zu verstehen, in dem detaillierte Interaktionen stattfinden: kurz, Interaktionen können nicht aus sich selbst heraus [in their own terms] erklärt werden. Ein akontextueller Zugriff [account] ist analytisch unterdeterminiert." (S. 11)

Zwei weitere Probleme werden nur kurz angedeutet: (4.) Die Erklärung des Nichtvorhandenseins von CHP/DH, i.e. combined heat and power (CHP), for district heating (DH). Daß so etwas wie die Kraft-Wärme-Koppelung in Britannien fehle, könne man nicht zureichend in einem handlungstheoretischen Rahmen erklären. (S. 11).

Ein letztes Defizit sehen Williams, Russell (5.) in der Behandlung der politischen Analyse und des Staates.⁴⁰ Callons akontextuelle Behandlung des Akteurs demonstriert, daß er über keinerlei Entwicklungstheorie der Beziehungen zwischen Staat, Wirtschaft und ziviler Gesellschaft verfüge. (Williams, Russell 1988, p. 13)

5. Versuch, theoriestrategische Differenzen festzuhalten

In einem neuen "Arbeitspapier" haben Robin Williams und David Edge (1992) die Konzeption des "Social shaping of technology (SST)" - wie sie am Research Centre for Social Sciences an der University of Edinburgh entwickelt worden ist - noch einmal zu präzisieren und von der unkritischen Beimischung von SCOT-Motiven zu bereinigen versucht.

Sie verweisen zunächst darauf, daß es in der neueren Technikforschung einen breiten Konsens gibt, der insbesondere durch die übereinstimmende Kritik am technologischen Determinismus gekennzeichnet ist bzw., gegenläufig, durch "ein Insistieren darauf, daß die 'Black box' der Technologie geöffnet werden muß, um es so möglich zu machen, daß die sozioökonomischen Strukturen, die sowohl in den Inhalt von Technologien wie in die Prozesse der Innovation eingebettet sind, herausgearbeitet und analysiert werden" (S. 1). SST-Untersuchungen hätten gezeigt, daß Technologie sich nicht gemäß einer inneren technischen Logik entwickle (oder irgendeiner anderen einzelnen Rationalität, etwa der ökonomischen). "Jeder Schritt in der Erzeugung und Implementierung neuer Technologien enthält einen ganzen Satz von Wahlen [choices] zwischen verschiedenen technischen Optionen. Neben im engeren Sinne 'technischen' Aspekten gibt es eine ganze Bandbreite von 'sozialen' Faktoren, die Einfluß darauf haben, welche Optionen ausgewählt werden - und die auf diese Weise den Gehalt [content] von Technologien und deren soziale Implikationen beeinflussen." (S. 2)

Das Verhältnis zwischen SST und CTA ist dabei offenbar recht ambivalent. Auf

40 Verweis auf: Elektroautos und Bleifarben [lead paint] (S. 13f.)

der einen Seite gibt es weitreichende Übereinstimmungen ["strong resonances"], vor allem bezüglich der Erweiterung der "politischen Agenda". Mit Verweis auf Schot (1992) heißt es: "Die Politik-Nützlichkeit der konventionellen TA ist eingeschränkt durch ihre Konzentration auf retrospektive Abschätzung der Kosten und Vorteile von Technologien, die bereits konstruiert und entwickelt (worden) sind. Im Gegensatz dazu bietet CTA die Aussicht auf strategische Intervention auch schon in frühen Stadien der Innovation - indem sie sowohl die möglichen Konsequenzen verschiedener technologischer Routen unterstreicht als auch die Probleme und Möglichkeiten ihrer Kontrolle, um gesellschaftlichen Zielsetzungen zu entsprechen." (Williams, Edge 1992, S. 5/6)

Auf der anderen Seite haben Williams und Edge (1992) große Vorbehalte gegen die Art, in der die Argumente der Sociology of Scientific Knowledge (SSK)⁴¹ im SCOT-Konzept aufgenommen worden sind (S. 7).⁴² Das Konzept der "Social Construction of Technology" /SCOT (s. Pinch/Bijker 1984) habe sich auf dem "International Workshop on New Developments in the Social Studies of Technology" (Twente, vom 5. bis 7. Juli 1984) entwickelt. Die Autoren seien stark von der Akteur-Netzwerk-Theorie (Callon, Latour) beeinflusst worden. Inzwischen aber werde der Anspruch von SCOT - auf wenig hilfreiche Weise ["unhelpfully"] - synonym gesetzt mit dem SST-Konzept (S. 8).

"Der SCOT-Ansatz hat gewisse Schwierigkeiten, Vorgänge der "Schließung" ["closure"] zu erklären. Die Möglichkeiten 'interpretativer Flexibilität' (z.B. von "Wahlen") scheinen endlos zu sein. Akteur-Netzwerk-Untersuchungen bleiben skeptisch bezüglich der Art und des Einflusses breiterer sozialer und ökonomischer Strukturen von Macht und Interessen, indem sie darauf bestehen, daß Akteure die Welt neu schaffen (Latour 1983, 1986, 1988), und indem sie implizieren, daß Technologien (und soziale Systeme ganz allgemein) für lokale Akteure hochgradig dehnbar [malleable] sind. Ihre frühe Forschung hat sich jedoch vor allem auf Untersuchungen auf der Mikro-Ebene konzentriert, wobei wissenschaftliche und (!) FE-Laboratorien im Zentrum standen; und wobei sie neu entstehende technologische Felder untersuchten, in denen der breitere institutionelle Kontext fließend war (Russel, Williams 1988). Neuerdings haben Forscher aus dieser Tradition jedoch mehr Interesse an der relativen Stabilität bestimmter größerer Strukturzusammenhänge gezeigt, sowie an den Praktiken und dem Kontext von Innovation. Diese Beschäftigung mit der Stabilisierung und "Verstocktheit" ["obduracy"] sozio-technischer Systeme signalisiert einen Versuch, mit anderen Traditionen in dem Feld in Kontakt zu treten (Bijker, Law 1992)." (Williams, Edge 1992, S. 8)

41 Williams/Edge betonen, daß SSK in den 70er Jahren in Großbritannien entwickelt wurde, und zwar gleichzeitig an verschiedenen Zentren: in Edinburgh (Barnes, Bloor; Edge: s.a. Elliott; MacKenzie), York (T. Pinch) und Bath.

42 Verwiesen wird auf "Kontingenz", "interpretative Flexibilität" etc.. Vgl. das sog. "strong programme" of SSK (Bloor); insbes.: die Wissensansprüche müssen symmetrisch behandelt werden (knowledge claims).

6. Konfigurationen: Öffnung der technologischen Entwicklungsprozesse gegenüber den Kontingenzen der Anwendungsbedingungen

In einer Reihe von Texten hat James Fleck⁴³ eine weitere theoriestrategische Öffnung auszuarbeiten versucht, mit der der "systemische" Charakter komplexer Technologien aufgenommen, aber nicht dessen Stabilität und Dauerhaftigkeit als immer schon gegeben unterstellt, sondern als Ergebnis von Prozessen der Kristallisierung aufgefaßt werden soll.

Die Bereiche [domains] des Technischen und des Sozialen / Organisatorischen würden weiterhin als vollständig unterschiedliche und getrennte wahrgenommen und als legitime Gegenstände für verschiedene wissenschaftliche Disziplinen - von Technologen oder Industriesoziologen - angesehen. Eine Teilabsicht des Papiers ist es, herauszuarbeiten, daß die Trennung zwischen Sozialem und Technischem aufgelöst werden muß, um zu einem vollen Verständnis der technologischen Entwicklung zu kommen.

Darüberhinaus beginne mit den modernen Technologien - insbesondere mit der Informations- und Kommunikationstechnologie - eine neue Ära extrem komplexer und weiträumig operierender Systeme. Diese Systeme überschritten zunehmend Organisations- und Unternehmensgrenzen, sogar nationalstaatliche Grenzen. Folgerichtig stellten die Konstruktion, die Handhabung und, vor allem, das Verständnis solcher operativen Systeme und der in sie einbezogenen Technologien eine wachsende Herausforderung dar.

Verschiedene Konzepte von "Systemen" - i.S.v. "Komplexen von Elementen, die miteinander in Wechselwirkung stehen" - versuchten, diesen Entwicklungen Rechnung zu tragen. Innerhalb dieser Systemperspektive sei immer wieder beiläufig der Begriff "Konfiguration" verwendet worden, den man als "Arrangement von Teilen in einer spezifischen Formation oder Figuration" [form or figure] bestimmen könne. Bezüglich der Kombination von Komponenten sei die Konfiguration einem System ähnlich; der Unterschied bestehe darin, daß Konfigurationen "etwas losere, vorübergehende, mehr ad hoc-bestimmte - kurz: weniger systematische" (p. 2) - Formationen seien.⁴⁴ Innerhalb der sozialwissenschaftlichen Analyse sei der Begriff ebenfalls vielfach verwendet worden, vor allem zur Kennzeichnung spezifischer Anwendungsbedingungen der Informationstechnologie oder anderer Implementationsprozesse innerhalb von Nutzer-Organisationen, in CIM-Projekten etc.⁴⁵

⁴³ Vgl. "Configurations: Crystallising Contingency" (1992) und "Configurations and Standardization" (1993); zitiert wird aus (1992).

⁴⁴ Verwiesen wird auf den gängigen Gebrauch des Begriffs "Konfiguration" im Rahmen von Großcomputern: mit Speicher, Prozessoren, Diskettenantrieb, Peripheriegeräten etc. (p. 3).

⁴⁵ Fleck verweist auf seine eigenen Arbeiten zur sog. "Innofusion" (Fleck 1988), auf die MIT-Studie zur internationalen Automobilindustrie (Womack et al. 1990) sowie auf die Arbeit von Badham, Schallock 1990). Vgl. bereits: Hack (1987).

Konfigurationen könnten dazu dienen, die Tiefenstruktur von technologischer Entwicklung besser zu verstehen, indem sie zeigten, wie Kontingenz in den Prozeß der Technologieentwicklung eingearbeitet [accommodated] werden kann. Insbesondere verarbeiteten Konfigurationen den Beitrag, den bestimmte "nicht-technische" Faktoren - vor allem menschliche Faktoren - zur Generierung und Evolution von Technologie leisteten. (pp. 4f.)

Kennzeichnung von "Konfigurationen": Konventionellerweise seien "Systeme" bezogen auf Ketten von Elementen oder Komponenten, die sich wechselseitig bedingen und erzwingen.

"Configurations are closely related to systems. Indeed, at the level of the individual operating unit, configurations are systems, in the tautological sense that any complex functioning entity is a system. But it is of greater importance to consider the manner in which different classes of individual operating systems stand in relation to their constitutive components, and their patterns of development. In these terms configurations can usefully be identified as a specific subspecies of system distinguishable from a more coherent type: 'generic systems'." (Fleck 1992, p. 5f.)

Solche 'generischen Systeme' seien gekennzeichnet (a) durch generische Identität, d.h. eine Identität quer zu Beispielen; (b) durch "Systematizität", d.h. eine zugrundeliegende Kohärenz, die bestimmt [governs], wie Komponenten aufeinander bezogen und integriert sind; und (c) durch eine Systemdynamik, d.h. eine inhärente Logik, die in starkem Maße die Entwicklung im Verlaufe der Zeit bestimme.

Im Gegensatz dazu haben "Konfigurationen" diese Bestimmungsmerkmale nicht. Entsprechend sind sie offener gegenüber den Kontingenzen der Anwendung [application] als generische Systeme. Und vor allem gebe es eine größere Notwendigkeit für die nachhaltige Einbeziehung der Nutzer [user involvement] in die Entwicklung der sozio-technischen Konfigurationen. (p. 6)

Im Vergleich zu den "generischen Systemen" sind Konfigurationen also lockerer konzipiert und stärker ad hoc bestimmt. "Die übergreifende Gestalt [shape] von Konfigurationen resultiert aus den besonderen Anforderungen und Erfordernissen [requirements and exigencies] der angepeilten Anwendung - d.h. das Schema oder der Plan, nach dem die Komponenten arrangiert werden, variiert entsprechend den Kontingenzen der spezifischen Anwendungen. Auf diese Weise wird die besondere Form, die durch die funktionierende Konfiguration [working configuration] angenommen wird, diktiert von den Spezifitäten der Anwendungssituation. Es ist nicht möglich, Lösungen vollständig vorweg zu formulieren, weil Anforderungen entweder unbekannt sind oder ein großes Maß an Varianz besitzen." (p. 7)

"The crucial point about configurations in comparison to generic systems, then, is the lack of stability in the overall system performance characteristics and requirements. ... Configurations are very much subject to contingencies. Consequently, development is highly uncertain, offering great opportunities for innovation at

the level of the whole configuration itself, rather than only in terms of secondary or incremental innovations." (Fleck 1992, p. 8)

7. Soziale Formung von Innovation: Versuch einer Vermittlung

In einem Text mit dem Titel "Social Shaping of Industrial Innovation" hat Ph. Vergragt (1988) den Versuch übernommen, sozialkonstruktivistische Interpretationen aufzunehmen, ohne in die Tendenz zu verfallen, soziale Strukturierungen und deren Verbindlichkeiten so aufzuweichen, wie das bei den Akteurs-Konzepten durchgängig der Fall ist.

Der Text beginnt mit der anspruchsvollen Begründung für die Themenstellung:

"Industrielaboratorien sind die Orte der Erzeugung neuer technologischer Produkte und Prozesse durch die Nutzung naturwissenschaftlicher Methoden und Theorien.

In den industriellen Forschungslaboratorien werden

- naturwissenschaftliches Wissen,
- technologisches Expertenwissen [expertise],
- ökonomische Erwägungen [considerations] und
- Marketing-Fähigkeiten [skills]

kombiniert, um Produkte und Prozesse zu schaffen, die die moderne [Natur-]Wissenschaft inkorporieren, die am Markt profitabel verkauft werden können und die die wirtschaftliche Macht der Firma perpetuieren. Die Produkte und Prozesse formen und transformieren die Welt, wie wir sie kennen. Informationstechnologie, Biotechnologie, chemische und pharmazeutische Produkte werden nicht nur auf dem Markt gekauft und verkauft; sondern sie haben [zugleich] tiefe Auswirkungen [impacts] auf die Gesellschaften [insgesamt]. Aus diesem Grunde ist es erforderlich, nicht nur die Auswirkungen [impacts] dieser Technologien zu untersuchen; sondern insbesondere auch die Prozesse, die sie formen [shape], und die Möglichkeiten, den öffentlichen Einfluß auf diese Gestaltungsprozesse zu vergrößern [enhance]." (S. 483)

Traditionellerweise werde der öffentliche Einfluß auf die Gestaltung [shaping] technologischer Prozesse in zweierlei Hinsicht studiert; (1.) Durch Untersuchung der öffentlichen Kontrolle von Technologien durch Regierungen; i.e. als Steuerung [regulation] durch Regierungen, was i.d.R. erst nach der Entwicklung der Technologien greift (vgl. Collingridge). (2.) Durch die Untersuchung der sozialen Formung [shaping] von Technologien; dabei ist gezeigt worden, daß es - in frühen Stufen der Entwicklung - Wahlmöglichkeiten [choices] gibt, wobei ökonomische und politische Interessen der involvierten Akteure eingreifen können (vgl. Noble; MacKenzie, Wajcman). In beiden Ansätzen bleibe jedoch die Rolle der industriellen (natur-)wissenschaftlichen Forschung unterbelichtet [underexposed]. (S. 484)

In seinem Aufsatz will Vergragt die industriellen Forschungslaboratorien aus

zwei Gründen erforschen: Erstens, weil in industriellen Forschungslaboratorien bedeutsame Entscheidungen getroffen und Wahlen [choices] vorgenommen werden in Hinsicht auf die Zukunft industrieller Innovationen und Produkte; und zweitens, weil er erwarte, daß diese Wahlhandlungen nicht nur durch lokale Unternehmensinteressen beeinflußt werden sondern [auch] - eher indirekt - durch soziale Bedürfnisse [wants] und Interessen. Aus diesem Grunde sei eine sorgfältige Untersuchung beider Aspekte nützlich: der Art und Weise, wie wissenschaftliche "Tatsachen" in industrieller Forschung konstruiert werden; und wie diese Konstruktionsprozesse durch die Interessen des Unternehmens und der weiteren Gesellschaft beeinflußt werden. (Vergragt 1988, S. 484)

In der nachfolgenden Diskussion wichtiger Konzepte⁴⁶ wird (1.) das Fehlen eines angemessenen Konzeptes von Sozialstruktur herausgearbeitet, sowie (2.) die unzureichende Behandlung von "sozialen Gruppen", "Interessen", "Bedürfnissen" etc. moniert. Vergragt kritisiert außerdem, der Innovationsprozeß werde selbst bei Pinch, Bijker allzu unproblematisch behandelt: wenn eine Gruppe ein "Problem" definiere, werde von Pinch, Bijker unterstellt, daß es dann selbstverständlich auch von den Ingenieuren und Naturwissenschaftlern gelöst werde. (p. 495) "Pinch und Bijker betrachten die Analogie der Konstruktion von wissenschaftlichen Fakten und technologischen Artefakten; indem sie das tun, scheinen sie das Gebiet zu übersehen, in dem Wissenschaft und Technologie sich stark überlappen und interagieren: die industriellen FE-Laboratorien." (S. 485)

Anschließend folgt eine knappe Darstellung weiterer Ansätze, der "natürlichen Projekte" (Nelson, Winter); der "technologischen Paradigmata" und der "technologischen Trajekte" (Dosi). Diese Konzeptualisierungen betonten die Kontinuität; sie gerieten aber wieder unversehens in die Nähe eines "technologischen Determinismus". (486)

Als Kontrast dazu wird das Konzept der Akteur-Netzwerke (Callon) gesehen, mit dem "Problemdefinitionen" der verschiedenen Akteure aufgenommen werden könnten, aus denen sich die ständig zu erneuernde Stabilität von sozialer Realität ergebe, also gerade die Diskontinuität betont werde.

Durch Kombination der Stärken beider Ansätze versucht Vergragt, einen eigenen konzeptionellen Rahmen für die Analyse innovativer industrieller Forschungsprozesse (S. 500ff.) zu erstellen. In diesem Kontext soll dann der Vorteil des spezifischen Gegenstandsbereichs genutzt werden.

"In einem industriellen Forschungslabor sind die offensichtlichen Akteure Wissenschaftler und Techniker. Aber im Unterschied zu einem akademischen Forschungslaboratorium, wo die meisten Akteure Wissenschaftler sind und wo wissenschaftliche "Tatsachen" durch Prozesse der Aushandlung [ausschließlich] zwischen wissenschaftlichen Akteuren etabliert werden, können wir in einem Industrielaboratorium andere, nicht-wissenschaftliche Akteure identifizieren. Dazu

46 Latour, Woolgar; Collins; Knorr-Cetina: "transepistemische Arenen": Pinch, Bijker, SCOT: und Kritik daran von Stewart Russell.

gehören: das Management des Industrieforschungslaboratoriums; die Ingenieure; die Marketing- und Verkaufsabteilungen; die Leitung des Unternehmensbereichs [divisional board and the corporation's board of directors]. Jeder dieser Akteure hat seine /ihre eigenen unterschiedlichen Problemdefinitionen von jedem Forschungsprojekt." (S. 500)

Zwei Defizite in der Argumentation Vergragts sind hier auffällig: (1.) Völlig vergessen wird der gesamte Produktionsapparat sowie die fertigungstechnische Entwicklung; ebenso weggelassen sind die Beschäftigten und ihre Vertreter. (2.) Ohne das explizit zu kalkulieren, changiert Vergragt bei seinen "Akteuren" zwischen dem (dominierenden) Alltagsverständnis, das "Akteure" als natürliche Personen versteht, und der unausgewiesenen Unterstellung, daß Organisationen (Departments), Institutionen, Makro-Akteure u. dgl. im Kontext der Technologieentwicklung realitätsmächtige "Akteure" seien.

Damit ist auch das Problem angelegt, das Vergragt am Ende des Textes selbst notiert: der Mangel an Beachtung von "sozialen Strukturen" und den zugehörigen Macht- und Herrschaftsverhältnissen.

III Konturen einer pragmatischen Nutzung der theoretisch eröffneten Möglichkeiten: CTA

1. Notwendigkeit und Schwierigkeit gesellschaftlicher Kontrolle von Technologieentwicklung

(a) Das "Kontroll-Dilemma"

"This book considers one of the most pressing problems of our time - 'can we control our technology - can we get it to do what we want and can we avoid its unelcome consequences?'" (Collingridge 1980, p. 11)¹

Zentral ist dabei die Diskussion dessen, was David Collingridge das "Kontroll-Dilemma" nennt:

"Die Wurzeln der manifesten Schwierigkeiten, mit denen die Kontrolle von Technik behaftet ist, liegt darin, daß unsere technische Kompetenz bei weitem unser Verständnis der sozialen Auswirkungen übersteigt, die sich aus ihrem [der T.] Gebrauch ergeben. Aus diesem Grunde können die sozialen Konsequenzen einer Technologie nicht in einem frühen Lebens-Stadium der Technologie vorhergesagt werden. Zu der Zeit, da die unerwünschten Konsequenzen entdeckt werden, ist die Technologie jedoch oft bereits so sehr Teil des gesamten ökonomischen und sozialen Gefüges [fabric; Struktur], daß ihre Kontrolle extrem schwierig ist. Das ist das Kontroll-Dilemma. Wenn Wandel leicht ist, kann der Bedarf [need] dafür nicht vorhergesehen werden; wenn die Notwendigkeit [need] für einen Wandel offensichtlich ist, ist der Wandel [Wechsel: change] teuer, schwierig und zeitfressend.

Die geläufige Antwort darauf ist die Suche nach besseren Methoden der Vorhersage der sozialen Wirkung [impact] von Technologien, aber Anstrengungen in dieser Richtung sind müßig [wasted]. Es ist nicht möglich, die komplexen Wechselwirkungen zwischen einer Technologie und der Gesellschaft über den ganzen Zeitraum hinweg mit der Sicherheit vorherzusehen, die erforderlich ist, um rechtfertigen zu können, daß die Technologie jetzt kontrolliert wird, wenn Kontrolle sehr kostspielig und zerstörerisch [disruptive] ist. Diese Arbeit schlägt [deshalb] eine neue Art und Weise der Behandlung des Kontrolldilemmas vor. Wenn man die unerwünschten sozialen Auswirkungen einer Technologie erst erkennen kann, wenn diese Wirkungen tatsächlich fühlbar sind, dann benötigt man eine Methode [way], die die Fähigkeit zur Kontrolle einer Technologie aufrechterhält, obwohl diese bereits gut entwickelt ist und extensiv genutzt wird. Was wir, in dieser Perspektive, verstehen [lernen] müssen, ist der Ausgangspunkt jener berüchtigten Kontrollresistenz [notorious resistance], die die Technologien erwerben [achieve], wenn sie reif werden. Wenn wir das verstehen und ihm mit verschiedenen Metho-

1 Dank an: Technology Policy Unit, insbesondere Prof. Ernest Braun (Leeds University); und vor allem an Jerome Ravetz. (p. 12).

Vgl. zum Kontrollthema auch: Elliot, Elliot (1976); Winner (1977) über die "Technics-out-of-Control"; sowie Collingridge (1983), u.a. mit den "Tools for Control" (Part III).

den entgegenwirken könnten, dann würde die Qualität unserer Technologieentscheidungen erheblich verbessert, wie auch das Ausmaß der Kontrolle vergrößert, die wir ausüben können. Wenn sich herausstellt, daß Technologie irgendeine unerwünschte soziale Folge [consequence] hat, dann müßte man diese nicht einfach erdulden, denn die Technologie könnte leicht und schnell geändert werden." (Collingridge 1980, p. 11)

Der Angriff auf das Verständnis der Kontrollresistenz wird doppelt geführt:

- "Eine Theorie der Entscheidung unter Bedingungen des Nicht-Wissens [ignorance]"; da Zukunft extrem unsicher ist, müssen Entscheidungen reversibel, korrigierbar und flexibel sein. (p. 12)
- Rolle der Experten im Entscheidungsprozeß; im traditionellen Verständnis werde die Rolle von Experten radikal falsch wahrgenommen als neutral und des-interessiert ["unbiased"]. Demgegenüber schlägt D. Collingridge vor: "an expert is best seen as committed advocate, matching his opinions with other experts who take a different view on the data available to them in a critical battle" (p. 12).

Das Kontrolldilemma. Die großen Erfolgsgeschichten in den Annalen der Technologieentwicklung - wie vor allem das Manhattan Project (angewandte Physik) und "American landings of men on the moon" - hätten die Vorstellung produziert, daß alles machbar ist. Dagegen habe die "Grüne Revolution" (Verbesserung der Landwirtschaft, Weizen) - verstehbar als angewandte Biologie; Genetik - zwar einige Erfolge in Indien gehabt; sie müsse aber sonst eher als Mißerfolg gesehen werden. Die Frage sei: warum?

Die Lektion, die aus dem Vergleich zu lernen sei, bestehe in der (doppelten) Einsicht, daß das (stark verbesserte) Verständnis der physikalischen und biologischen Welt begrüßenswert sei, denn das versorge uns mit Mitteln zur Produktion aller möglichen technischen Wunder [marvels]; aber unser Verständnis [appreciation] dessen, wie sich diese Wunder auf die Gesellschaft auswirken, ist prekär [parlous]. Es gebe eine riesige Disparität zwischen unserer technischen Kompetenz und unserem Verständnis davon, wie die Früchte dieser Kompetenz die menschliche Gesellschaft beeinflussen. Daraus entstehe die weitverbreitete Technikfeindschaft [hostility]. (Collingridge 1980, p. 15)

Die zentrale Frage des Buches sei es deshalb, zu klären, wie Technologieentwicklung besser kontrolliert werden könne, als es gegenwärtig der Fall sei. (16)²

² Als Beispiele, die die Konturen der Argumentation verständlicher machen können, werden genannt: Eine Untersuchung der British Royal Commission (1908) über die Motorfahrzeuge; befürchtet wurde seinerzeit vor allem die Staubentwicklung auf den (ungeteerten) Straßen; mehr nicht. Gegenwärtig (1980) resultiere tiefe Unsicherheit (hinsichtlich Arbeitslosigkeit etc.) aus der Mikroelektronik, deren Entwicklung kaum absehbar sei.

"Das Kontroll-Dilemma kann folgendermaßen zusammengefaßt werden: zu versuchen, eine Technologie zu kontrollieren, ist schwierig und oft sogar unmöglich, weil während des frühen Stadiums, wenn sie kontrolliert werden kann, nicht genug über ihre schädlichen [harmful] sozialen Folgen gewußt werden kann, um eine Kontrolle der Entwicklung zu rechtfertigen [warrant]; aber zu dem Zeitpunkt, zu dem diese Konsequenzen offensichtlich sind, ist [die Möglichkeit von] Kontrolle kostspielig und langsam geworden." (p. 19)

Tatsächlich besteht das Kontrolldilemma aus zwei Problemen, einem Informationsproblem (die Konsequenzen sind schwer vorhersagbar, bevor die Technologie weitgehend entwickelt und breit eingesetzt wird), und einem Machtproblem (Kontrolle oder Wandlungen sind schwierig, wenn die Entwicklung der Technologie erst einmal zum Abschluß gekommen ist).

Die Fragestellung läuft darauf hinaus, einen Weg zu finden, auf dem schädliche Konsequenzen technischer Entwicklungen so schnell wie möglich festgestellt werden können; und auf dem Technologie kontrollierbar bleibt trotz ihrer Entwicklung und Diffusion. Entsprechend sei das Schlüsselproblem bei der Kontrolle der Mikroelektronik nicht die Vorhersage, sondern es bestehe darin, Wege zu finden, mit jeder Art künftiger Arbeitslosigkeit, die sie erzeugen mag, umzugehen; und darin, Wege zu finden, eine übermäßige Abhängigkeit von der Technologie zu vermeiden, die eine Kontrolle erschweren könnte.

Erforderlich sei eine "vollständig neue Art", die die Technologie betreffenden Entscheidungen zu betrachten. (p. 20) Möglich gewesen wären als Ausgangspunkte:

- Kontrolltheorien,
- Systemtheorie,
- konventionelle Ökonomie,
- politische Theorie technologischer Entscheidungen etc.

Collingridge wählte die Entscheidungstheorie, die allerdings auf dramatische Weise ausgeweitet werden müsse. (20)

Decision Making under Ignorance. Skizziert wird die relativ einfache Ausgangssituation der Entscheidungstheorie(n), die anschließend schrittweise erweitert wird. Speziell müsse das traditionelle Spektrum von Entscheidungen [certainty, risk, uncertainty] erweitert werden auf das verbreiterte Spektrum, zu dem - neben Gewißheit/Sicherheit, Risiko und Unsicherheit - auch Unwissenheit [ignorance] gehöre. (p. 25)

In einem eigenen Kapitel - "Keeping Control" (pp. 141ff.) - ist Collingridge (1980) dem Problem weiter nachgegangen, wie sich Flexibilität, Kontrollierbarkeit, Korrigierbarkeit etc. von Technologie sicherstellen lassen. Dazu versucht er einen

Leitfaden [guide] aufzustellen, mit dem das Problem der Steigerung der Kontrolle über Technologie angegangen werden könne.

Der erste Aspekt, den Collingridge in diesem Zusammenhang aufführt, ist "entrenchment"³, d.h. "Verschanzung". Darunter versteht er die "Resistenz gegenüber Kontrolle, die aus der Anpassung der umgebenden Technologien an die eine, die in Entwicklung befindlich ist, besteht, so daß die Veränderung der letzteren gegebenenfalls weiträumige Veränderungen aller möglichen anderen Arten von Technologien einschließt." (p. 141)

Als Beispiel verwendet Collingridge das Automobil-Transportsystem, zu dem als umgebende Technologien [surrounding technologies] u.a. auch die Öl-Raffinerien gehören sowie andere Transportsysteme, die sich der Dominanz des privaten Automobilverkehrs untergeordnet haben. "Natürlich gibt es - neben diesen technologischen - auch soziale Anpassung [social adjustments]", wie zum Beispiel das Wachstum der Satellitenstädte und ausgelagerten Vororte. (p. 142)

Diese Bindung von "entrenchment" an rein technologische Aspekte wird wenige Jahre später in den Konzepten der "system builders" (Thomas P. Hughes), des "seamless web" (s. Bijker, Hughes, Pinch) und des "heterogeneous engineer" (Law 1987) aufgegeben zugunsten einer Aufnahme ökonomischer, kultureller und sonstiger sozialer Aspekte.)⁴

Weitere Aspekte, die für die Verbesserung der Kontrolle bedeutsam sind, sind - neben der "Verschanzung" - "Competition", "Hedging Circle", "Lead Time and Unit Size". Vor allem das Motiv der "Vorlaufzeiten" ist für die weitere Diskussion wichtig geworden (vgl. J. Jelsma 1991); zudem eröffnet es den Zugang zu den neuen Themenstellungen der Beschleunigung von Durchlaufzeiten (nicht nur) in der Entwicklung (s. Clark, Fujimoto 1992) sowie, allgemeiner, zum Thema der Forcierung zeitökonomischer Strukturveränderungen (vgl. Hack u.a. 1993).

In konventioneller Interpretation läßt sich das von Collingridge vorgestellte Kontroll-Dilemma als Beleg für die Unmöglichkeit gesellschaftlicher bzw. politischer Kontrolle von Technologieentwicklung aufnehmen (vgl. Nowotny 1987).

Im Umkreis des Niederländischen Office for Technology Assessment (NOTA) wurde gerade gegenläufig die Schlußfolgerung gezogen, man müsse die Bedingungen

3 Das Verbum - "to entrench" - hat zwar auch diese militärische Bedeutung: (1.) mit (Schützen-)gräben [trench] umgeben oder befestigen; es wird aber auch (2.) im übertragenen Sinne angewandt und wird z.B. im Verfassungsrecht für besonders geschützte, d.h. "festgeschriebene" Bestimmungen verwendet. (Webster; Langenscheidt). "To entrench" ist in diesem Sinne zu übersetzen mit: festschreiben, einlassen.

4 Anschließend diskutiert Collingridge (1980, pp. 142ff.) einige Aktionsformen, mit denen die Flexibilität und Korrigierbarkeit vergrößert werden könne. Interessant ist hierbei vor allem der Punkt (d): "Wissen ist ein großer Kontroll-Vergrößerer, weil es die Zeit reduziert, die für den Einsatz von Kontrolle erforderlich ist." (p. 143). Ausdrücklich erwähnt wird FuE.

der Kontrollierbarkeit genauer untersuchen, um dann - ganz pragmatisch - Ansatzpunkte für Steuerung resp. Kontrolle einzubauen. Explizit und implizit spielten dabei die Arbeiten von D. Collingridge (1980, 1983) eine wichtige Rolle.

Erforderlich waren aber auch Veränderungen der theoretischen Grundannahmen, die gerade von den SCOT-Autoren (vorschnell) aus der ökonomischen Technikforschung (Nelson, Winter; Dosi etc.) übernommen worden waren.

(b) Pragmatische Relativierungen des Kontroll-Dilemmas: CTA als eine von drei Varianten von TA

In einem Text von 1991 hat Arne Remmen (Dänemark) den direkten Bezug der "Constructive Technology Assessment"-Perspektive auf das Motiv des Kontroll-Dilemmas zum Ausgangspunkt gemacht. Aufgenommen wird die Formulierung von Collingridge (1980): "When change is easy, the need for it cannot be foreseen; when the need for change is apparent, change has become expensive, difficult and time consuming." Entsprechend - so Remmen - scheine es nur möglich zu sein, in dem Entwicklungsstadium Einfluß auszuüben, in dem die Auswirkungen [consequences] der Technologie schwer vorhersehbar sind. Auf diese Weise entstünden die beiden von Collingridge 1980] unterschiedenen Problemaspekte, ein Informationsproblem und ein Machtproblem.⁵

Verstärkt werde das Kontroll-Dilemma noch durch ein "lineares Verständnis der technologischen Entwicklung" - von der Forschung zur Konstruktion und zur Produktion - sowie der Implantation (vom Plan über den Prozeß zum Resultat). Diese Art der Interpretation impliziere, daß einmal getroffene Wahlen und Entscheidungen irreversibel seien. (p. 186). Die Herausforderung sei es gerade, eine dynamische, iterative Wahrnehmung des technologischen Wandels vorzustellen, durch die die Interaktion von Innovation und Implementation aufgezeigt werden könne. In dieser Hinsicht könne TA dazu verwendet werden, aktiv verschiedene Optionen und Strategien des Handelns zu demonstrieren, um auf diese Weise die Nutzer [user] besser für die Teilnahme am technologischen Wandel auszustatten.

'Technology Assessment' in die Prozesse technologischer Innovation und Implementation zu integrieren impliziere - zusammen mit den Such- und Lernprozessen, die in die Experimente eingebettet sind - , daß Forschung ein konstruktiver Dialog werde. (p. 186)

Unterschieden werden drei Ansätze des Technology Assessment:

1. Consequence assessment [Folgenabschätzung] - reaktiv ausgerichtet

⁵ Verwiesen wird hier auf Rip, van den Belt: Towards a Theory, p. 10.

2. Comprehensive assessment - proaktiv (gegebener Raum für Lösungen)
3. Constructive assessment - interaktiv (zukünftiger Raum für Lösungen, d.h. Beeinflussung der technologischen Entwicklungen). (p. 188)

Dem traditionellen TA-Konzept wird das des Constructive Technology Assessment gegenübergestellt (vgl. pp. 189f., insbes. Figure 1, p. 190). Gekennzeichnet werden die beiden Positionen wie folgt:

Traditionelle TA:

- der Wissenschaft wird eine dominierende Rolle zugeschrieben (Forscher)
- bestimmt direkte Folgen und Nebenwirkungen der Technologie
- begrenzte Problemanalyse
- im Zentrum stehen technische Lösungen
- Ergebnis = Bericht
- große Erwartungen: Werkzeug für Entscheidungsfindung
- automatische Verknüpfung mit den parlamentarischen Entscheidungsprozessen.

CTA:

- Forscher und Anwender/Nutzer [user] handeln als Opponenten (Dialog)
- ständige Konkretisierung von Zielen und Mitteln sowie von Folgen und potentiellen Problemen
- Betonung der Problemanalyse
- Verknüpfung einer Vielzahl von Möglichkeiten
- Ergebnis = Konstruktionskriterien + Bericht + Vermittlung
- gemäßigte Erwartungen: "Katalysatorwirkung"
- Kopplung an eine Vielzahl von Prozessen der Entscheidungsfindung unterschiedlicher Regie. (p. 190)

Mit dieser Spezifizierung des Anspruchs von CTA geht also zugleich eine Relativierung einher, derzufolge CTA keineswegs all das abzudecken versucht, was im engeren Sinne als "Technikfolgenforschung" verstanden wird.

2. Abbau der evolutionstheoretischen Simplifizierungen; Konturen des CTA

Während Bijker et al. (1984) und Pinch/Bijker (1984) sich weithin unkritisch an dem evolutionstheoretischen Modell der Technologieentwicklung orientierten - was frühzeitig (Russell 1986) kritisiert wurde -, formulierten Henk van den Belt, Arie Rip (1987⁶) eine dezidierte Kritik an der wirtschaftswissenschaftlichen Interpretation von Nelson, Winter (1977) und Dosi. Genauer: der soziologische Gehalt des Modells sollte elaboriert und erweitert werden (p. 135), um die "deterministischen Obertöne" (p. 136) in dem Trajektkonzept zu vermeiden.

In dem Abschnitt "Technological Paradigms, Trajectories, and Selection Environments: Some Refinements" (pp. 140 - 142) werden einige der theoretischen Motive formuliert, die in der CTA-Diskussion aufgenommen werden.

Die Analogie mit der biologischen Evolution gelte im gesellschaftlichen Bereich nur beschränkt.

".. obwohl die Mutationen zufällig erfolgen, ist der Selektionsprozeß in der biologischen Evolution deterministisch; d.h. 'es gibt wohl-definierte Kriterien, um gegebene Mutationen zu akzeptieren oder zurückzuweisen' (Elster 1984). In der gesellschaftlichen Evolution - die technologische Entwicklung eingeschlossen - ist selbst der Selektionsprozeß weit davon entfernt, ein deterministischer [Prozeß] zu sein. Intentionen und Erwartungen spielen eine Rolle und Akteure können Wahlen treffen und Reaktionen anderer antizipieren. Noch wichtiger ist, daß menschliche Akteure die Reaktionen anderer zu beeinflussen und deren Umgebungen zu verändern versuchen. Deshalb ist die Annahme einer Selektionsumgebung, die wirklich unabhängig von einer bestimmten technologischen Flugbahn [trajectory] ist, kaum zu rechtfertigen." (van den Belt, Rip 1987, pp. 140f.)

Zeitgleich legten Rip, van den Belt (1986)⁷ einen ersten Vorschlag vor, CTA zu konzipieren, um Technologieentwicklungen zu beeinflussen: "Constructive Technology Assessment: Influencing Technological Development?".

TA (technology assessment) gebe es seit den späten 60er Jahren; die Institutionalisierung in den USA sei erfolgt, in anderen Ländern werde sie erwogen. Die Idee der TA umfasse jedoch "mehr als nur Untersuchungen zur Abschätzung potentieller zukünftiger Auswirkungen technologischer Entwicklungen. Die gekoppelten Ziele der Antizipation solcher Auswirkungen und folgender Rückkopplung in (re-

6 In Rip, van den Belt (1986) wird im Literaturverzeichnis ein thematisch gleich-gerichteter Text in holländischer Sprache von 1984 aufgeführt.

7 Der Text ist nur in der Zusammenstellung der Collected Papers der Tagung (1986 in Edinburgh) enthalten, nicht in dem offiziellen Sammelband (s. Elliott (Ed.). - Zum Zeitpunkt der Tagung arbeiteten Arie Rip und Henk van den Belt am Department of Science Dynamics der University of Amsterdam.

levante) Entscheidungsprozesse, was als 'Philosophie' der TA bezeichnet worden ist, sind zunehmend auch (Teil der) Praxis von TA.

Ganz allgemein werden vier verschiedene TA-Strategien, mit den zugehörigen Clustern von Methoden und Vorgehensweisen, unterscheiden.

- (1.) Die traditionelle TA besteht aus ex ante-Bestandsaufnahmen von Einflüssen/Folgen [impacts], mit Abschätzung [valuation] und (hoffentlich) einer gewissen Rückkopplung in die relevante Entscheidungsfindung.
- (2.) Die Verbreiterung von Prozessen der Konstruktion und der Implementation von Technologien, wie es bereits innerhalb von Organisationen im Hinblick auf Aspekte der Sicherheit geschieht, was aber vielleicht auch zwischen Organisationen funktionieren könnte.
- (3.) Die (stärkere) Ausrichtung von Technologien auf menschliche/soziale/umweltbezogene Ziele wird diskutiert und Druck wird ausgeübt, z.B. von sozialen Bewegungen und Regierungsagenturen im Hinblick auf unerwünschte Folgen/Auswirkungen, die andernfalls eintreten würden.
- (4.) Ex post-Bestandsaufnahmen von Folgen/Auswirkungen, zunehmend auf der Grundlage von 'monitoring' (wie es in einer Reihe von Ländern z.B. bei neuen Arzneimitteln bereits geschieht).

Solche TA-Strategien können durchgeführt werden von Firmen, nicht-gewinnorientierten Einrichtungen, Regierungsagenturen, sozialen Gruppen; und sie können als Leitlinien von denen genutzt werden, die TA-Untersuchungen durchführen." (van den Belt, Rip 1986, p. 2)

Eingenommen wird im folgenden die Perspektive der Regierung; erforderlich sei dabei mehr als ein bloßes "Technologie-Auslese-Verfahren". Bisher hätten die Regierungen sich vor allem darauf konzentriert, die Anzahl der technologischen Optionen zu vergrößern, die ihnen zur Verfügung standen.

"Im Prinzip könnten sie [die Regierungen] aber auch die Prozesse der technologischen Entwicklung selbst, wie sie innerhalb und zwischen Organisationen stattfinden, zu beeinflussen versuchen. Idealerweise würde die erfolgreiche Rückkopplung von korrekt antizipierten Folgen/Auswirkungen die Entwicklung von Technologien ohne negative Folgen erlauben, oder wenigstens mit handhabbaren negativen und vielen erwünschten positiven Auswirkungen. Das impliziert, Aufmerksamkeit auf die Technologietransformation zu richten und deshalb die Verwendung der Strategie (2.), und die Realisierung von relevanten Anreizen und Zwängen für die Akteure, die Technologien entwickeln und über sie entscheiden. Eine solche Situation zu erreichen, ist das Ziel dessen, was (zumindest in den Niederlanden) 'constructive technology assessment' genannt wird. Es stellt eine Mi-

schung der vier TA-Strategien dar, mit starker Betonung der (2.) und (wahrscheinlich) der (4.).

Das Ziel der konstruktiven TA zu unterstützen impliziert mindestens zwei Voraussetzungen:

- (i) daß es in technologischen Entwicklungen Spielräume [margins] gibt, Raum für Auswahl, und daß es möglich ist, einigen Einfluß [leverage] auszuüben;
- (ii) daß zukünftige Folgen [impacts] mit einiger Sicherheit abgeschätzt werden können, d.h. daß das sog. "Kontroll-Dilemma" (Collingridge 1980) in gewissem Ausmaß überwunden werden kann." (pp. 2f.)

Das Papier von van den Belt /Rip (1986) konzentriert sich auf die erste Annahme. Wenn Technologietransformation ins Auge gefaßt werde, stelle sich das Kontrolldilemma anders dar: für Regierungsagenturen werde es schwer, die erwünschten Formen der Technik frühzeitig realistisch zu bestimmen.

"Auf der anderen Seite ist es in den Großunternehmen, die Technologie entwickeln, Standards des Funktionierens (und der Sicherheit) setzen, gängige Praxis, den Konstruktionsprozeß zu lenken. Auf diesem niedrigen Niveau läßt sich das Problem in der Praxis offenbar überwinden. Man könnte darüber spekulieren, ob das 'Kontrolldilemma' nicht dadurch zumindest aufgeweicht werden könnte, daß man die Technologie-Entwickler (und -Anwender und -Nutzer) in den TA-Prozeß mit einbezieht." (p. 3)

Verwiesen wird auf die Interpretation Callons, derzufolge die innere "Logik" der Technologieentwicklung tatsächlich eine "Sozio-Logik" sei; entsprechend können die Annahmen der CTA auf fruchtbare Weise in Forschungsfragen überführt werden. Zu überlegen sei weiterhin, was man z.B. aus neueren Untersuchungen der technologischen Entwicklung über die Entwicklungsdynamik und ihre sozialen und institutionellen Orte lernen könne, vor allem darüber, welche Rolle technische Gemeinschaften (Constant) in diesem Prozeß spielen.

Aus der Konzeption von Nelson/Winter könne man schließlich folgern, daß eine Beeinflussung der technologischen Entwicklung möglich ist, durch Veränderung der Selektionsumgebung oder durch Modifikation der Heuristiken, die technologische Trajekte begründen." (p. 3)

Die niederländische Regierung sei an CTA und entsprechenden Fragen interessiert. Sie habe ein Programm zur Stimulierung von TA eingerichtet; nicht nur in dem traditionellen Verständnis von TA, sondern erweitert auf die Themenstellung: "Integration von Wissenschaft und Technologie in die Gesellschaft". (p. 3)

(a) CTA - Auf dem Wege zu einer Theorie

In einem Text mit dem Titel "Towards a Theory" haben Arie Rip und Henk van den Belt (1988)⁸ versucht, das herkömmliche exogene Verständnis von Technologieentwicklung⁹ abzustreifen/abzubauen: "Was notwendig ist, ist eine endogene Theorie der Emergenz kognitiver und sozialer Strukturierung, Zwänge, Imperative, Regime." (p. 4)

In der Einleitung werden drei Strategien für CTA formuliert. Ein Weg, die TA-Philosophie zu verfolgen, sei es, die "Prozesse der Konstruktion und der Implementation von Technologien zu verbreitern". (p. 2) Das zu erreichen sei die Zielvorstellung von CTA.

"Obwohl die CTA-Strategie von Firmen, nicht-gewinn-orientierten Einrichtungen, von Regierungsagenturen oder von sozialen Gruppen durchgeführt werden kann, werden wir eine Regierungsperspektive¹⁰ einnehmen. Nicht weil die Regierung immer der wichtigste Akteur bei Technologieentwicklungen ist (sie ist es oft nicht), sondern weil Betrachtungen des öffentlichen Interesses in der Abschätzung der Auswirkungen [impacts] und der Schaffung von Anreizen an oberster Stelle stehen. Insofern muß die Regierung in irgendeiner Weise involviert sein, sei es als Regulator, als Verfügbarmacher von Anreizen oder als Quelle autoritativer Erklärungen bezüglich sozialer Prioritäten.." (p. 3)

Für die Rolle von Regierungen im Rahmen der CTA-Strategien bieten sich zwei von selber an; eine dritte wird hinzugefügt.

- (1.) Die offensichtliche Rolle einer Regierung ist die der Unterstützung der Entwicklung von erwünschten Technologien. (p. 3)
- (2.) Eine andere wichtige Möglichkeit besteht darin, daß Regierungen unerwünschte Technologien regulieren oder besteuern ("bestrafen") (p. 4). In gewisser Hinsicht sei diese Vorgehensweise das Gegenteil der traditionellen TA-Konzeptionen, in denen Technologien als mehr oder weniger bekannt vorausgesetzt werden und die entsprechenden Auswirkungen antizipiert werden sollen. "Hier ist die Technologie unbekannt oder muß zumindest noch entwickelt werden, wohingegen die erwünschten Auswirkungen in der Form von Standards, denen die Technologie entsprechen muß, festgelegt [stipulated] werden." (p. 4)¹¹

8 Der Text ist eine revidierte und erweiterte Version des Textes von 1986. [Die erste Passage ist weithin identisch mit der des Textes von Rip (Nov. 1988); vgl. TA philosophy]

9 Verweis auf Studien von Abernathy, Clark, Kantrow; Neo-Schumpeterianer etc.

10 Government perspective, i.e. incl. Verwaltung etc.

11 Beispiel: Umwelt-Gesetzgebung - bzw. allgemeiner - Regulation als eine "Kraft" [force], die auf Technologien einwirkt (wird in Abschnitt 2 weiterverfolgt).

- (3.) Eine dritte CTA-Strategie: Versuche, die Transformation von Technologien, die ohnehin entstehen, zu beeinflussen (p. 4). Im Unterschied zur Setzung von externen Standards - wobei Technologieentwicklung oftmals als black box behandelt wird - liegt der Hauptakzent hier darauf, ingangbefindliche Transformationen zu modulieren. "Ziele oder Kriterien der Wünschbarkeit werden interaktiv eingeführt durch einen gesellschaftlichen Lernprozeß. ...die(se) dritte Strategie erfordert ein Verständnis der soziotechnischen Dynamiken der Technologieentwicklung." (p. 5) Wichtig sei die Einbeziehung "Dritter" (z.B. der öffentlichen Meinung).

Zusätzlich und gegenläufig zu dem von Collingridge (1980) bestimmten "Kontrolldilemma" gebe es ein "Technologie-Erzwingungs-Dilemma". Collingridge (s.o.) argumentierte, es gebe ein Informationsproblem - Auswirkungen können nicht leicht vorausgesagt werden, so lange eine Technologie nicht entwickelt ist - , und ein Machtproblem - Kontrolle oder Veränderung wird schwierig, wenn die Technik/Technologie etabliert ist. Zusammengenommen begründen die beiden Probleme ein Dilemma: Einfluß erscheint nur in dem Stadium möglich zu sein, in dem man noch wenig über die weitere Entwicklung vorhersehen kann. Allerdings haben Collingridge u.a. (nach Ansicht von Rip und van den Belt) eine etwas seltsame Vorstellung von Technologieentwicklungen: als ob diese in der Form von Ja-/Nein-Entscheidungen abliefen. Tatsächlich seien es viele Wahlen und Entscheidungen, die getroffen werden müssen.

Das Problem könne deshalb dahingehend reformuliert werden: erforderlich sei eine "Veränderung der Dynamiken der Kontrolle, anstatt zu kontrollieren, was zuvor nicht kontrolliert worden ist. Das grundlegende Prinzip der dritten Strategie für eine konstruktive TA ist deshalb: wenn die Dynamiken der ingangbefindlichen Technologieentwicklungen und der strategischen Spiele, die gespielt werden, verstanden werden, können sie so moduliert werden, daß ihre Outputs verbessert werden." (p. 10)

Das heiße auch: die weitere Verfeinerung von Antizipationen hinsichtlich der Auswirkungen könne man vergessen (!). Man solle sich vielmehr "auf den Einfluß [leverage] konzentrieren, der durch strategische Anreize und konstruktive Arten der Technologieabschätzung auf solche Entwicklungen ausgeübt werden" könne. (p. 10)¹²

Diese Strategie habe zwei wichtige Vorteile: "Erstens, Auswirkungen [impacts] sind nicht bloß Ergebnis [effect] einer gegebenen Technologie auf ihre Umgebung, sondern werden von den Akteuren, die in die Technologieentwicklung involviert sind, aktiv gesucht oder vermieden, und sind deshalb durch die Entwicklung von Technologie mit-produziert. Diese Tatsache kann vollständig in Rechnung ge-

¹² Damit ist allerdings ein beträchtlicher Teil dessen, was die traditionelle TA zumindest zu leisten versuchte, von vorneherein aufgegeben. Soziologisch ist es (potentiell) ein Rückfall hinter die Versuche, theorie-geleitet "unintended consequences" etc. zu bestimmen.

stellt werden, wenn die Dynamiken der Technologieentwicklung als Startpunkt verwendet werden.

Zweitens, es wird weniger nötig, den Hauptakzent auf Regierungen oder Regierungsagenturen als wichtigsten Akteuren zu legen, was bei der Strategie der Technologieerzwingung automatisch geschieht. Regierungsagenturen sind ggfs. gar nicht die wichtigsten Akteure bei der Gestaltung der Entwicklungen, selbst wenn es immer noch ihre Aufgabe sein mag, bei der Ausrichtung der Entwicklungen zu helfen oder andere Akteure dazu zu bewegen, weitere Technologieaspekte in Betracht zu ziehen." (pp. 10f.)

"Es ist diese dritte Strategie von CTA, für die man systematisch eine 'Theorie' zu entwickeln versuchen kann, auf der Grundlage von Untersuchungen der technologischen Entwicklung; der Art und Weise, wie sie in Institutionen eingebettet wird¹³; und der Art, wie sie in die Gesellschaft eingegraben wird." (p. 11)

(b) Ein soziologisches Modell technologischer Entwicklung.

"Als die naiven Vorstellungen des Technikdeterminismus ersetzt wurden durch "market-pull"-Modelle technologischer Entwicklung, implizierte dies ein Verständnis von Technologie als undifferenziertem Reservoir, ohne irgendeine eigene Vorstrukturierung oder Dynamik. Als Reaktion darauf haben eine Reihe von Ökonomen, Historikern und Soziologen die Herausforderung angenommen, die Prozesse technologischer Entwicklung zu untersuchen und zu verstehen. Die derzeitige Situation kann als eine solche gekennzeichnet werden, in der viel Arbeit getan worden ist in Hinblick auf die kognitive Strukturierung technologischer Entwicklungen (man vergleiche Schlüsselbegriffe wie 'dominante Konstruktion', 'technologisches Regime', 'technologisches Paradigma', 'Konstruktionshierarchie'), in der aber auf soziologische Aspekte nur mehr angespielt wird, diese aber nicht systematisch angesprochen werden. Das kann als eine Konsequenz der unbefriedigenden Aspekte früherer ökonomischer oder sozial-institutioneller Determinismen verstanden werden: neoklassische oder marxistische ökonomische Determination von technologischer Entwicklung und Industrieentwicklung wurde kritisiert wegen ihrer Vernachlässigung technologischer Unsicherheit (...), während sozial-institutionelle Determinismen (wie Galbraith's 'Technostruktur' ...) - während sie eine wichtige Dimension hinzufügen - sicherlich dazu neigen, in hastige Schlußfolgerungen zu springen. Außerdem bleibt die Beziehung zu technologischer Entwicklung eine exogene. Was aber nötig ist, ist eine endogene Theorie der

13 Das ist unversehens dann doch wieder ein recht traditonelles Verständnis des Verhältnisses von "Technik und Gesellschaft". Die konsequentere Fortsetzung der Interpretation von "Technologieentwicklung als sozialer Prozeß" ist es wohl doch, die Institutionalisierungsfunktion von Technologie anders zu definieren, nämlich Technologieentwicklung selbst "als Institutionalisierungsprozeß" (vgl. L. Hack, G. Fleischmann u.a. 1991) zu begreifen.

Emergenz von kognitiven und sozialen Strukturierungen, Zwängen, Imperativen, Regimen." (Van den Belt/Rip 1988, pp. 11f.)

Um die Möglichkeiten einer Soziologie der technologischen Entwicklung zu zeigen, werden anschließend kurz zwei Konzepte diskutiert: das Konzept der "Konstruktionshierarchien" (Abernathy et al.), und die soziologische Erweiterung des Nelson/Winter-Modells technologischer Regimes und Selektionsumgebungen, wie sie von Henk van den Belt, Arie Rip (1987) selbst vorgenommen worden ist.

Dabei resultieren "Begrenzungen des Ansatzes via Konstruktions-Hierarchien aus seiner Zentrierung auf Firmen und der sich daraus ergebenden Vernachlässigung der Transformation von Technologien in den Anpassungs- und Diffusionsphasen." (p. 14) Eine weitere Begrenzung dieser Firmenzentrierung sei die Vernachlässigung horizontaler Interaktionen, insbesondere auf der Ebene der "technological practitioners". Im Prinzip stelle das Evolutionsmodell des technologischen Wandels (Nelson, Winter 1977) solche Interaktionen zwar in Rechnung, aber die soziologischen Aspekte blieben oft eher implizit. "Das grundlegende Konzept ist das der 'technologischen Routinen' und der Lernprozesse zur Erzeugung solcher Routinen, die ihrerseits durch 'Suchroutinen' und 'Heuristiken' angeleitet werden." (p. 14).

Obwohl das Evolutionskonzept klare Vorteile habe, zeige die weitere Ausarbeitung, daß die Unabhängigkeit von Trajekten und Selektionsumgebungen als Spezialfall anzusehen sei, und nicht als das allgemeine Muster. (p. 16) Die eigene Untersuchung zur synthetischen Teerfarbenindustrie im 19. Jahrhundert (van den Belt, Rip 1987) habe gezeigt, daß die Unterscheidung zwischen Selektionsumgebung und technologischem Trajekt verwischt werden kann, wenn die Heuristiken Aspekte der Umgebung in sich aufnehmen. Abstrakt formuliert lasse sich sagen: die Trajekte können die Selektionsumgebung beeinflussen, um ihre eigenen Überlebenschancen zu vergrößern - aber nur dadurch, daß sie hinreichend viel von den Bedürfnissen und Anforderungen der Selektionsumgebung inkorporieren (p. 16).

Daraus ergeben sich (Rip, van den Belt zufolge) zweierlei Folgerungen für CTA. Erstens ist die technologische Entwicklung keine rein darwinistische Evolution zufälliger Mutationen und blinder Selektionen der "überlebensfähigsten" Varianten. Hingegen versuchen Akteure potentielle Selektionseffekte zu antizipieren und diese zu vermeiden; zumindest werden sie versuchen, ihnen entgegenzuwirken. Zweitens: obwohl die Akteure versuchen, die Selektionsumgebung zu beeinflussen, um ihre Interessen zu schützen, können sie das doch nur dadurch tun, daß sie sich an die Ansprüche der Umgebung anpassen - sei es passiv oder in einem Versuch, einen strategischen Vorteil auszunutzen. Daraus folgt, daß Veränderungen der Selektionsumgebung - etwa durch Maßnahmen der Regierung - gewisse Auswirkungen auf die technologische Entwicklung haben werden.

Damit ergeben sich Möglichkeiten der Einflußnahme von außen auf die technologische Entwicklung. Es sei also kein müßiges Unterfangen, wenn eine Regierung CTA propagiere.

(c) Akteure und Faktoren beim Verschanzen [entrenchement] von Technologie.

Wichtige Faktoren bei der Entwicklung neuer Technologien seien die Erwartungen von Akteuren und deren Realisierung. Vor allem am Zusammenbau, an der konkreten Anwendung und an der Verbreitung von Technologien sind viele neue Akteure interessiert; und indem sie ihre Interessen einbringen, beeinflussen sie im aktuellen Gebrauch die Gestalt der Technologie und auf diese Weise auch die gleichzeitige Produktion [co-production] von Auswirkungen/Folgen [impacts]. Eben weil die Realisierung von Technologie eine Investition von Interesse verlangt, werden starke Interessen [vested interests] an einer Technologie erzeugt. Schon auf technischem Niveau ist es notwendig, Infrastruktur zur Verfügung zu stellen, z.B. Elektrizitätsversorgung oder Rohr-Netzwerke bei Firmen, die von Öl oder Gas abhängig sind. Elektrizitätsversorgungsunternehmen haben deshalb ein Interesse an der Nutzung von elektrischen Hilfsmitteln und die bloße Existenz von Öl- oder Gas-Pipelines schafft differentielle Vorteile für Technologien, die solche Pipelines benutzen (oder produzieren, wie im Falle der Kohlevergasung). Technologische Infrastruktur impliziert immer organisatorische Infrastruktur, und manchmal - vor allem wenn Firmen neue Technologien (z.B. der Automatisierung) einführen - sind die Veränderungen in der Organisation über alle Maßen für den Erfolg der Einführung wichtig und sie sind zugleich auch die wichtigsten Determinanten für die Auswirkungen/Folgen, die die Technologie auf die Arbeitsqualität hat. Nach Collingridge (1980) bezeichne man das Auftreten von Blockaden [investments] in und um eine Technologie als "Verschanzung"¹⁴ [entrenchment]: 'Das bezieht sich auf die Anpassung anderer Technologien an die, die sich gerade entwickelt, so daß schließlich Kontrolle über Letztere nur möglich ist auf Kosten einer erneuten Anpassung der Technologien, die sie umgeben. Kontrolle wird deshalb schwierig, teuer und langsam.' (pp. 17f.) Daran schließen Rip/van den Belt (1988) die explizite Aussage an: es handelt sich also nicht einfach um eine technische Anpassung, sondern um etwas, woran Akteure interessiert sein müssen; insofern ist Verschanzung nicht bloß ein technisches, sondern auch ein sozial-institutionelles Phänomen (p. 18).

Das Konzept der "Verschanzung" als sozial-technischer Prozeß sei eine natürliche Ausweitung ihrer soziologischen Analyse der technologischen Entwicklung. Um die Dynamiken soziologischer Verschanzung in allgemeinen Begriffen aufzuzeichnen, sei es wichtig herauszufinden, was die strategischen Spiele sind, in die die Akteure involviert sind. Wie im Falle der Innovationskonkurrenz sind die Regeln

14 Bzw. als "Festschreibung" dessen, was zur Erreichung "vollendeter Tatsachen" erforderlich ist (vgl. Hack 1988).

solcher Spiele wichtige Determinanten der Form von Technologien, wie auch der Art und des Ausmaßes ihrer Auswirkungen/Folgen. (p. 18)

Einerseits gebe es die firmeninternen Dynamiken. Innovationsstudien hätten gezeigt, daß es viele verschiedene Gruppen sind, die in einem Unternehmen - mit je eigenen Interessen - eine Rolle spielen (mal fördernd, mal eingrenzend). Und dabei könne man keineswegs so einfach sagen, auf der einen Seite gebe es Technologie-/ FE-Schub, und auf der anderen Seite Markt-/Verkaufs-Zug. (p. 19) Für CTA sei es eine interessante Frage zu bestimmen, wie das Zusammenspiel zwischen den verschiedenen Akteuren bzw. Gruppen die Technologieentwicklung beeinflusst.

Diese unternehmensinternen Dynamiken seien wiederum nicht unabhängig von den "horizontalen" externen Beziehungen, wozu vor allem auch die Berufsgruppen und Verbände [professional societies, technological communities] gehören. Für die Möglichkeiten der CTA sei es dabei möglicherweise besonders wichtig, daß 'Professionals' und Wissenschaftler bereit sind, weitere Kriterien in ihre Arbeit einzubeziehen; zum Beispiel könnten Chemiker und Chemieingenieure das öffentliche Ansehen der Chemie stärker beachten. (p. 20)¹⁵

Schließlich gebe es noch die Dynamiken zwischen den Unternehmen, wozu einerseits Kunden und Zulieferer gerechnet werden, andererseits die Beziehungen zwischen den Firmen derselben Branche. (p. 22)

Die drei Dynamiken wirken zusammen. Strategische Spiele entstehen, wenn die Akteure und ihre Strategien interagieren. Dabei könne die Struktur der von Märkten entsprechen oder eher der von Netzwerken. Wandel der Interessen von Akteuren, die Einbeziehung neuer Akteure usw. führen zu Veränderungen des Spiels.

"Eine Methode, das Spiel zu verändern, besteht darin, neue Technologien zu entwickeln oder bestehende Technologien auf neue Art zu nutzen." (p. 24) Der letzte Punkt soll die Grundannahme der Autoren plausibel machen, "daß Technologie in und durch strategische Spiele gestaltet wird, die den Rahmen abgeben, in dem sie entwickelt wird. D. h. Technologie sollte nicht als unabhängige Variable angesehen werden, sondern als abhängige." (p. 24)

(d) Möglichkeiten für Wandel

"Für Regierungen wie für Unternehmen implizieren diese Überlegungen, daß langfristige strategische Überlegungen noch wichtiger werden, als es in der Technologieförderung und der Innovationskonkurrenz bereits jetzt der Fall ist. Tech-

15 Auch hier kommen die Autoren wieder auf die besondere Bedeutung von Versicherungsgesellschaften zu sprechen (Übersetzung von Risiken in Prämien etc.).

nologieförderung und Technologieabschätzung sind dann nur die beiden Seiten derselben Münze: Technologie als strategischer Faktor in unserer Gesellschaft. CTA kann deshalb als eine Neudefinition der Grenze zwischen Technologieförderungspolitik und TA angesehen werden: Fördere die Technologien (oder ihre Entwicklung), die versprechen, viele erwünschte und wenig unerwünschte Folgen/Auswirkungen zu haben." (pp. 24f. Hervorhebungen im Original)

Das seien nicht nur Hintergrundfaktoren, gegenüber denen die Möglichkeiten des Wandels abgeschätzt werden sollten. Es gebe tatsächlich bereits einen Trend in Richtung konstruktiver Interaktionen zwischen den Akteuren der Technologiespiele. (p. 25)

Abschließend machen die Autoren einige Vorschläge, die von der NOTA in Erwägung gezogen werden sollten:

- Modifikation der Ausbildung von Technikern und Managern habe vielleicht keine großen Auswirkungen, aber eine symbolische Präsenz von CTA (incl. STS) würde die entsprechenden Themenstellungen wenigstens auf der Tagesordnung halten.
- Ein kleiner Prozentsatz (1% bis 2%) der Aufwendungen für Forschungsförderungsprogramme könne für TA bzw. CTA verfügbar gemacht werden, wiederum vor allem, um diese Art der Betrachtung zu legitimieren.
- Direkt verbunden mit der konstruktiven Teilnahme an strategischen Spielen ist der Vorschlag, Beziehungen zu ausgewählten (großen) Unternehmen aufzubauen, die an TA interessiert sind. (pp. 26f.)

Was die Realisierbarkeit ihres Konzeptes betrifft - insbesondere angesichts der "sog. Zwänge" struktureller und kultureller Art - schlagen die Autoren abschließend als Motto für CTA einen "moderaten Pessimismus" vor.

3. Das Interesse der NOTA

Arie Rip hat das Interesse der Netherlands Organisation for Technology Assessment auf einer gemeinsamen Konferenz von 4S (USA) und EASST (in Amsterdam, Mitte November 1988) dargestellt.

(a) Perspektiven von bzw. auf TA.

TA werde zu oft als bloße Methode verstanden. Stattdessen müsse man auf eine "TA-Philosophie" hinzielen, d.i. "der Versuch, die (menschlichen) Kosten zu reduzieren, die dadurch entstehen, daß die Lernprozesse hinsichtlich der Art und Weise, wie man Technologie in der Gesellschaft zu handhaben hat, auf bloßem Versuch-und-Irrtum beruhen; das kann man insbesondere dadurch tun, daß man

zukünftige Entwicklungen und ihre Auswirkungen antizipiert, vorausgesetzt, daß solche Einsichten an die Entscheidungsfindung und -implementation angepaßt werden können." (p. 2)

Zugleich will Rip eine andere Reduktion vermeiden, nämlich die, die mit der Wirkungsweise des US-amerikanischen OTA verbunden sei, in dessen Arbeiten sich die Kontingenzen seiner besonderen Beziehungen zum Kongreß und die der amerikanischen politischen Kultur niederschlugen.

Stattdessen sollten die TA-Aktivitäten als Ausdruck einer gesellschaftlichen Funktion "TA" verstanden werden, wobei "TA" für ein Gemisch steht aus:

- den Bedürfnissen, Technologie rationaler zu handhaben;
- einschließlich der Bedeutung von "Frühwarnung" vor Gefahren;
- und dem Wunsch, informiertere Entscheidungsfindung zu betreiben. (Rip 1988, p. 2)

Es gebe eine spezifische Form, in der das TA-Problem in den Niederlanden angegangen werde. In einer Anmerkung verweist Rip auf einige allgemeine Tendenzen, die mit dem Zeitpunkt der Institutionalisierung des NOTA zusammenhängen; so die Überwindung der Planungseuphorie der 60er und 70er Jahre; außerdem gebe es niederländische Besonderheiten, nämlich eine politische Konstellation, auf der einen Seite aus Sozialdemokraten und Liberalen, die Gesellschaft - und entsprechend auch Technologie - gestalten wollten, und aus konfessionellen Parteien auf der anderen Seite, die auf sozialen und kulturellen Wandel vornehmlich normativ reagierten. Im vorliegenden Zusammenhang [4S-EASST Conference] sei der zentrale Punkt darin zu sehen, daß der niederländische Ansatz annimmt, daß Technologie sozial konstruiert ist, und daß es außerdem einen bewußten Versuch gibt, die Dynamiken besonderer Fallbeispiele zu analysieren, um Möglichkeiten des Wandels herauszufinden und auszunutzen. Der Ausdruck 'Constructive Technology Assessment' werde benutzt, um den Ansatz zu kennzeichnen und zu legitimieren. (p. 3)

Die Bezüge zur neueren sozialwissenschaftlichen Wissenschafts- und Technikforschung seien offensichtlich; die wechselseitige Stimulierung zwischen dieser und dem CTA-Konzept könnte zu Synergien führen. Rip will sich im Folgenden darauf konzentrieren¹⁶, "eine Perspektive der gesellschaftlichen (und nicht der sozialen) Konstruktion von Technologie" zu skizzieren; diese Differenzierung habe ihre Begründung darin, daß die derzeitigen sozialkonstruktivistischen Ansätze oft mit Mikro-Analysen begannen und anschließend Schwierigkeiten hätten, die übergreifende Dynamik zu begreifen, wie schon Russell (1986) kritisiert habe. (p. 3)

¹⁶ Er verweist auf zwei andere niederländische Beiträge zur Konferenz, die sich mit konkreten Fallstudien zu TA beschäftigen würden: vgl. Mulder, Verbragt 1988.

(b) Suchprozesse und strategische Spiele

Rip knüpft an den Interpretationen von Nelson, Winter (1977, 1982) an, insbesondere an deren Betonung der Bedeutung von Suchprozessen, die durch Heuristiken - "Routinen" und "Routinen zur Entwicklung neuer Routinen" - strukturiert seien. Im Unterschied zu der Art, wie Psychologen diese Vorgänge interpretieren, sei es soziologisch notwendig zu sehen, daß solche Heuristiken keine individuellen Vorgänge sind, sondern "geteilte Heuristiken, eingebettet in organisatorische Kontexte und/oder die Gemeinschaften von Praktikern". (p. 4) Solche Suchprozesse schaffen neue Ergebnisse und Routinen, wenn man also wolle: "Mutationen". Die Produkte solcher Suchprozesse werden der Abschätzung bzw. Bewertung ausgesetzt, was zur Selektion führe.

Demgegenüber betont Rip, daß es sich um eine "quasi-evolutionäre Entwicklung" handele, die intentional und strategisch sei: die Heuristiken sind auf Erfolg ausgerichtet, sie antizipieren Selektion, und die Selektionsumgebungen selbst werden durch die suchenden Akteure modifiziert. Aus diesem Gesamtkomplex greift Rip einen Aspekt heraus, die Rolle von Erwartungen.

Oft seien Erwartungen hinsichtlich des Erfolgs oder Versprechungen über bestimmte Routen oder Optionen - in Relation zu Wahrnehmungen der Umgebung - die Grundlage für Entscheidungen und dafür, daß eine bestimmte Richtung eingeschlagen werde. Solche Erwartungen können stabilisiert werden (in einer Organisation, in einer professionellen Gemeinschaft, in einem Sektor der Gesellschaft oder in der Gesellschaft insgesamt - man denke an die Versprechungen der Biotechnologie); und sie formten auf diese Weise eine kulturelle Matrix der Erwartungen.¹⁷ Solche Erwartungen könnten ganz informell und nahezu unartikulierte bleiben, aber mit wachsendem Bedürfnis, Aktionen zu rechtfertigen und zu legitimieren - z.B. von einer FE-Abteilung gegenüber dem Vorstand oder von Technologen, die einer Regierungsagentur oder für ein Regierungsprogramm Vorschläge unterbreiten - gebe es ad hoc oder systematische Artikulationen (einschließlich spezieller Einschätzungen von Trends und Potentialen).

Weil solche Erwartungs-Matrizen eine intermediäre Rolle spielten, werde es überhaupt erst verständlich, wie Technologieentwicklung durch Institutionen und Regeln (oft Residuen einer früheren strategischen Aktion, z.B. Patentsystem) strukturiert werden könne, noch bevor irgendeine tatsächliche Selektion stattfinde (p. 4f.). Damit solle zugleich die allzu einfache Anwendung des Kuhnschen Paradigma-Begriffes (s. Dosi 1982) ersetzt werden.

17 Rip verweist hier in einer längeren Anmerkung u.a. auf die Arbeit von Callon über das Elektroautomobil und den Bezug, den er dabei auf die Soziologie von Alain Touraine herstellt. Während Touraine allerdings für die Ingenieure der EdF keine besondere Bedeutung erhalten habe, sei Daniel Bell mit seiner Theorie der "nachindustriellen Gesellschaft" zum "anerkannten Ideologen" der japanischen Wissensingenieure bei ihrer Arbeit an der 5. Computer-generation geworden.

Um zu bestimmen, wie Erwartungen aufgenommen werden und zu Interaktionen und Regeln führen, führt Rip anschließend das Konzept der "strategischen Spiele" ein. Akteure, die Technologie entwickeln, tun dies in einer Umgebung mit Ressourcenknappheit und Konkurrenz, aber sie schaffen sich auch gleichzeitig Beziehungen, die ihre Suchprozesse stabilisieren und ihre Erfolgchancen vergrößern. Beispiele dafür seien die Verbindungen mit Zulieferern und Kunden, die Beziehung zu Regulationen, Standardisierung und verschiedenen Formen von Kartellen. "Weil solche Beziehungsmuster mit einem Repertoire von gemeinsam geteilten Regeln verknüpft sind, kann man von einem (strategischen) Spiel sprechen." (p. 5) Interorganisatorische Beziehungen und Strukturen seien dabei von besonderer Bedeutung.

In einer Welt, in der Innovationskonkurrenz immer wichtiger werde, werden frühe Innovationsversprechungen als solche gewertet; sie bilden so etwas wie eine notwendige Matrix der Erwartungen. Vor dem Hintergrund von Forschungsfirmen auf dem Gebiet der Biotechnologie (s. GENENTECH) betont Rip, daß solche frühen Erwartungen zu einem spekulativen Markt führen können, ein Prozeß, der analog zur Herausbildung von Aktienbörsen gesehen werden könne, wo mit den erwarteten Profiten von Firmen gehandelt werde.

Mit dem Konzept der "kulturellen Matrix von Erwartungen" könne man außerdem das Problem lösen, wie Selektion auf Optionen Einfluß nehmen könne oder auf technologische Potentiale, allgemein auf Möglichkeiten und nicht bloß auf bereits bestehende Technologien.

Mit dieser Konzeptualisierung will Rip zweierlei erreichen. Auf der einen Seite sollen die Schwierigkeiten vermieden werden, in die z.B. Latour mit seinen voluntaristischen Studien über den Machiavellistischen Ingenieur gerate, wobei er vernachlässige, daß "Aktionen, Interaktionen, Anpassungen usw. sich auf kollektivem Niveau zu etwas aufaddieren, das hinreichend stabil ist, um den Akteuren verbindlich als Ressource zur Verfügung zu stehen." (p. 6) Zugleich könne man Konzeptualisierungen auf der Makroebene in Betracht ziehen, wie Konzepte der langen Wellen oder des (post-)fordistischen Regime.¹⁸ "Diese können aber nicht leicht mit ingangbefindlichen technologischen Entwicklungen in Verbindung gebracht werden, wenn man nicht eine soziologische Theorie auf der Meso-Ebene kreiert" (p. 6). Das will Rip im ff. leisten.

(c) Implikationen für (konstruktive) TA.

"Die Möglichkeit einer auf der Meso-Ebene angesiedelten Theorie gesellschaftlicher Konstruktion von Technologie vorausgesetzt, kann man die Vorstellung von TA als einer Strategie des Wandels weiter verfeinern. Wie .. angedeutet, war TA

¹⁸ Verwiesen wird auf Arbeiten von Russell (1986); Chr. Freeman; Aglietta etc.

traditionellerweise auf die Abschätzung - verbunden mit Vorhersage und Antizipation - zukünftiger Auswirkungen/ Folgen [impacts] ausgerichtet. Wie solche Abschätzungen in die technologische Entwicklung rückgekoppelt sind, wurde etwas vernachlässigt oder verbannt in die Regulation, d.h. Eingrenzung [containment] von Technologie. Wenn technologische Entwicklung in einer Matrix von Erwartungen und Antizipation von Selektionsumgebung kontinuierlich stattfinden, dann könnte man versuchen, die Selektionsumgebung zu verändern, oder noch besser: die strategischen Spiele zu modulieren, die gespielt werden.

Es stellt sich dann die Frage, was nützliche Einstiegspunkte für solche CTA sind. Aus der Perspektive der gesellschaftlichen Konstruktion sind Prozesse technologischer Innovation nicht einfach eine Sache von Technologie-/FE-Schub oder Markt-/Verkaufs-Druck oder ausgefeilterer Versionen mit zusätzlichen Akteuren, wie "product champion" und "protector", mit hinreichend hohem Status." Unterstrichen werden sollte der Punkt, daß die eventuelle technische Innovation nicht das Ergebnis eines Prozesses sei, der in möglichst rationaler Weise auf das Ziel der Innovation ausgerichtet ist, sondern das Ergebnis von verschiedenen Gruppen und Individuen ("Akteuren"), die ihre eigenen Interessen verfolgen, die aber durch etwas aneinander gebunden sind, "was vor allem ein Produktions- und Profitspiel ist." (p. 7)

"Spiele, in denen Spieler ihre Interessen verfolgen, aber an die Regeln gebunden sind, die in die relevante Struktur & Kultur eingebettet sind, treiben Handlungen voran, die technologische Innovation produzieren, ob das nun ausschließlich zum Zwecke des Profits geschieht oder mit offensichtlich sozialerer Zielsetzung." (p. 7f.)

Damit könne das Ziel von CTA nun so reformuliert werden: "welche Elemente in dem Spiel können 'von außerhalb' beeinflußt werden?" (p. 8) Man könne die unmittelbaren Akteure beeinflussen, wie FE-Beschäftigte, Konstrukteure und Produktentwickler in der Industrie, oder Entscheidungsträger in den Firmen. Wichtiger sei es wahrscheinlich, sich auf deren Interaktionen zu konzentrieren, also auf die firmen-internen Dynamiken [?]. Diese sind wiederum nicht unabhängig zu sehen von den Beziehungen zwischen den Unternehmen (Zulieferer, Kunden) und somit in dem begründet, was Rip "horizontale externe Beziehungen" nennt - im Unterschied zu "vertikalen externen Beziehungen", etwa in Relation zur Regierung, den Gerichten etc.

Typische horizontale externe Beziehungen mit einem "dritten Akteur" sind solche mit Versicherungsgesellschaften. Durch ihre Festlegung von Versicherungsprämien übersetzen sie Risiken - auch Risiken hinsichtlich der Folgen von Technologien (für Gesundheit und Sicherheit der Arbeiter z.B. oder für Konsumenten) - in Geldwerte, die die Firmen bei ihren Kosten-Nutzen-Erwägungen in Betracht ziehen. Bei Chemieunternehmen spiele das bereits eine große Rolle. "Für CTA sind Versicherungsunternehmen definitiv eine wichtige Sorte von Akteuren." (p. 9)

Entstehen könne im übrigen - s. Chemieunfälle u. dgl. - eine neue gesellschaftliche Rolle, die des "Glaubwürdigkeits-Maklers".

(d) Implikationen für eine gesellschaftliche Konstruktion von Technologie.

"Das allgemeine Bild, das entsteht, ist eines von Akteuren und Institutionen, die in die Entwicklung von Technologien involviert sind, z.B. Firmen, Berufsgruppen, Regierungskörperschaften, Lobby-Gruppen und soziale Gruppierungen, die nach Maßgabe ihrer spezifischen Interessen und Werte handeln." (p. 9)

Aber die Handlungen der Akteure seien eben nicht nur durch ihre Interessen determiniert, sondern auch durch die Regeln des Spiels. Um die übergreifende Dynamik der technologischen Entwicklung verstehen zu können, müsse die Liste der Akteure und Faktoren beträchtlich verbreitert werden; z.B. auf Vorgänge der Standardisierung usw.

"In der Perspektive der gesellschaftlichen Konstruktion von Technologie (SCT) kann der ganze Komplex als 'Technologieentwicklung' betrachtet werden: Organisation und Interaktion sind ebenso Teil von Technologie wie Stücke von Hardware und deren Konfiguration. Es ist ein 'nahtloses Gewebe', wie Thomas Hughes betont hat." (p. 10)

Eine Trennung müsse allerdings doch eingeführt werden. Nicht die zwischen Hardware und dem Rest, vielmehr eine Trennung zwischen dem, was nach der Konstruktion mehr oder weniger unveränderlich und damit außer Kontrolle [?] sei, und dem, was leicht zu verändern bleibe (p. 11). Die Konfiguration des Spiels und die technischen Produkte, die herauskommen, sind die beiden Hauptkandidaten für diese konstruierte Unveränderlichkeit und damit plausible Ziele für CTA.

Die Natur des Spiels könne sich aus verschiedenen Gründen ändern:

- (i) Wachstum des Spiels selbst, etwa durch das Reifwerden einer Technologie;
- (ii) wechselseitige Anpassung der heterogenen Elemente;
- (iii) Veränderungen in den Interessen und Werten der Spieler;
- (iv) Teilnahme neuer Akteure. (p. 12).

"Eine Art, das Spiel zu ändern, besteht darin, das zu entwickeln, was Akteure 'neue Technologien' nennen, oder bestehende Technologien auf eine neue Weise zu nutzen.

Hier kehrt der grundlegende Punkt zurück, daß Technologie in den und durch die strategischen Spiele gestaltet wird, die den Rahmen bilden, in dem sie entwickelt wird. In mehr traditioneller Ausdrucksweise: Technologie sollte nicht als unab-

hängige Variable angesehen werden, sondern als abhängige, als Produkt gesellschaftlich konstruktiver Aktion und Interaktion.¹⁹" (p. 12)

Die (relativ) unabhängigen Variablen seien die Faktoren und Akteure des Spiels. Diese müsse man manipulieren, um Wandel zu bewirken. "Das schließt eine Strategie für CTA ein, einschließlich der Ideen, daß andere Parteien und andere Betrachtungsweisen Teil des Spiels der Technologieentwicklung werden können." (p. 13)

Damit ist das Spielfeld der Interpretation weit geöffnet; die Grenzen zwischen Technologie und Nicht-Technologie - wo immer sie liegen mögen und wie immer sie aussehen könnten - sind verschwunden. Zugleich ist das von Rip vorgelegte Konzept offen für scharfe Einwände, die das Fehlen struktureller Bestimmungen monieren, ohne die Machtverhältnisse und Herrschaftsmechanismen nicht angemessen berücksichtigt werden können (s. Vergragt et al.; s.a. L. Hack, G. Fleischmann u.a. 1991).

19 In einer Anmerkung verweist Rip u.a. darauf, daß nicht nur die Technologieentwicklung sozial konstituiert ist, sondern auch der Eindruck des Determinismus. "Opening the black box of the artifact and recognizing its social origins do not dissolve the power of the networks in which the artifact or procedure is embedded and from which it derives its force. A translucent box does enable people to conceive of resistance and to employ their own forces more effectively to such an end." (Anm. 18, p. 12)]

IV Forschungspolitische Strategie mit CTA: Twente Workshop on Constructive Technology Assessment (September 1991)

Die forschungspolitischen Ambitionen und Fähigkeiten der niederländischen CTA-Protagonisten manifestierten sich in dem Twente-Workshop, der im September 1991 zum Themenkomplex "Constructive Technology Assessment" abgehalten wurde.

Der Vorbereitung dienten zwei Papiere, die zuvor verschickt wurden: "Constructive Technology Assessment: Toward a theory" von Arie Rip und Henk van den Belt (vgl. III.2 und III.3) sowie ein Text von Johan Schot (s. IV.1). Auf dem Workshop selbst wurden 17 weitere Texte aus div. Ländern und unterschiedlichen wissenschaftlichen Perspektiven vorgelegt, von denen einige in den Abschnitten IV.2ff. skizziert werden.¹ Bemerkenswert ist auch die Bandbreite der konkreten Probleme, die in den jeweiligen Fallbeispielen bearbeitet wurden.

1. CTA: TA als Interventionsstrategie

Der Text von Johan Schot - mit dem Titel "Technology Dynamics: An Inventory of Policy Implications for Constructive Technology Assessment. Werkdocument" - wurde speziell für den Internationalen Workshop über CTA (20. - 22. September 1991, in Enschede) erstellt und ins Englische übersetzt.

In einem kurzen Vorwort von Prof. W. Zegfeld, Chairman NOTA Steering Committee, wird der Arbeitszusammenhang wie folgt skizziert: Das Arbeitsprogramm von NOTA von 1988 stellt fest: Die Entwicklung von Technologie ist nicht nur ein wirtschaftlicher Prozeß. Soziale und ethische Vorbedingungen sind ebenso Kriterien einer erfolgreichen Einführung und Entwicklung neuer Technologien.

Um ein besseres Verständnis der Faktoren und Akteure zu erhalten, die die technische Entwicklung beeinflussen, wurde das TNO Center for Technology and Policy Studies im August 1988 beauftragt, die Bedeutung der Forschung über Technologiedynamik für TA in einem Diskussionspapier zusammenzustellen. Forschung über Technologiedynamik ist Grundlagenforschung über die Beziehung zwischen technologischen und sozialen (einschließlich ökonomischen) Entwicklungen. Beteiligt daran ist eine Vielzahl von wissenschaftlichen Disziplinen, u.a. Wirtschaftswissenschaften, Soziologie, Geschichtswissenschaft, Anthropologie und Philosophie.

1 Bei einigen der Texte ist der Bezug auf das Tagungsthema (CTA) eher beliebig - was die forschungspolitische Ausrichtung der Veranstaltung allerdings nochmals betont.

Auf der Angebotsseite beschränke sich das ff. Diskussionspapier auf die Neo-Schumpeterianische Ökonomie, die neuere Techniksoziologie und Technikgeschichte.

Auf der Nachfrageseite gehe es ausschließlich um TA als "Interventionsstrategie", genannt "CTA". "CTA konzentriert sich auf die Intervention in die technologische Entwicklung, mit dem Ziel, in diese Entwicklung soziale Aspekte wie Umwelt, Sicherheit, Privatheit, Arbeitsqualität zu integrieren."

Der Titel des Papiers von Schot nimmt mit dem Begriff "Technologiedynamik" ein Motiv auf, das in der niederländischen wissenschaftspolitischen Diskussion - ausgehend von dem Konzept der "Wissenschaftsdynamik" (vgl. Hack u.a. 1992) - eine große Rolle bei dem Versuch gespielt hat, das traditionelle (aus den späten 60er Jahren stammende) Thema "Science, Technology, Society" (STS) in die veränderten Thematisierungsformen der späten 80er Jahre zu transferieren bzw. zu transformieren.

In der Einleitung (pp. 1 - 3) skizziert Schot die Ausgangssituation und die Absichten des Papiers wie folgt: Der mainstream der Ökonomie (Neo-Klassik) behandelte Technik als exogenen Faktor; einige wenige Ausnahmen seien die neo-Schumpeterianischen Ökonomen (s. Nelson, Winter; Freeman; Dosi etc.). Innerhalb der Technikgeschichte und -soziologie hatte es ebenfalls Versuche gegeben, die Technik zu endogenisieren: Staudenmaier (1985); außerdem Hughes; Pinch, Bijker; Callon, Law, Rip; Latour, 1986; sowie Noble (1978).

"Der Ansatz dieses Papiers ist: welche Richtlinien [leads] werden von der Forschung zur Technologiedynamik (als Oberbegriff für alle Ansätze, auf die oben Bezug genommen wurde) für CTA bereitgestellt? CTA definiert als Verbreiterung der Konstruktion [design] und Implementation von Technologien, um die Integration von sozialen Kriterien in die Technologieentwicklung selbst zu stimulieren (Rip, van den Belt 1986)." (p. 1)

Bearbeitet werden in dem von Schot vorgelegten Text fünf Themen [issues]:

- (1) Technical development as evolution, co-evolution or quasi-evolution
- (2) The importance of cognitive structuring
- (3) The importance of structural situation characteristics
- (4) Diffusion of innovation
- (5) The locus of technical development and the international technology race.

Dabei werden jeweils entsprechende Thematisierungsformen bzw. Konzeptualisierungen aufgenommen, die von den neo-Schumpeterianischen Ökonomen, den Sozialkonstruktivisten und den Akteur-Netzwerk-Protagonisten ins Spiel ge-

bracht worden sind; anschließend werden Argumente notiert, die sich aus der jeweiligen Themenstellungen für CTA ergeben (können).

Ein wichtiges Motiv ist dabei zunächst das Konzept des "technologischen Nexus" (s.o.). Die Nexus-Rolle solle nicht als eine passive aufgefaßt werden, die nur Stimuli von der Selektionsumgebung aufnimmt und sich an den Variationsprozeß anpaßt. Die Nexus-Rolle impliziere (auch), daß Selektions- und Variationsprozeß als Ressource und als Option aufgefaßt werden, d.h. als Aktivitäten, die durch aktive Anstrengungen geformt [moulded] und harmonisiert werden können und müssen. Die Aktivitäten eines technologischen Nexus resultieren in einem Lernprozeß, der sowohl in der Firma stattfindet - "einem Ort, wo ein wichtiger Teil des Variationsprozesses stattfindet" (p. 6) - als auch in deren Umgebung. Diese Umgebung schließt eine große Bandbreite von Akteuren ein, u.a.: die Akteure auf den Märkten (Konkurrenten, Kunden), Regierungs-Institutionen, Gewerkschaften und Banken.²

Präferiert wird von J. Schot das "quasi-evolutionäre Modell", das drei Arten (Wege) der Beeinflussung von technischer Entwicklung zur Verfügung stelle:

- die Entwicklung alternativer Variationen
- die Veränderung der Selektionsumgebung
- die Beeinflussung der Mechanismen, die Variation und Selektion verbinden, z. B. Schaffung oder Nutzung des technologischen Nexus. (p. 7) (Die drei Wege werden anschließend genauer durchgespielt.)

Der Abschnitt über die Bedeutung "struktureller Kennzeichen der Situation" wird zusammengefaßt in der (allgemeineren) Einschätzung: "Die allgemeine Bedeutung der zuvor aufgeführten Klassifikationen für CTA liegt darin, daß es klarer wird, auf den Einfluß welcher spezifischen Lokalisierungen und Faktoren man sich konzentrieren muß." (p. 22)

Das Thema "Diffusion von Innovation" beginnt mit folgenden Fragen: "Durch welche Phasen geht die technische Entwicklung voran? In welchen Phasen der technischen Entwicklung sind die Möglichkeiten der Beeinflussung am größten? Macht es Sinn, den Einfluß vor allem auf eine Phase zu konzentrieren, z.B. auf die Entwicklungs-/Konstruktionsphase [design phase]?" (p. 24)

Damit ist allerdings unversehens wieder ein ziemlich traditionelles theoretisches Grundkonzept unterstellt, das z.B. von Collingridge (1980) infragegestellt worden war (s.a. Rip, van den Belt).

2 Die Skizze zeigt einen sehr diffusen Begriff von "Akteuren", bei denen Personen und alle möglichen Formen von Organisationen und Institutionen gleich-gemacht werden.

2. Lektionen für CTA-Praktiker: Technologische Entwicklung und Adoptionsnetzwerke³

Die Definition von CTA, wie sie von Schot (in Anlehnung an Rip und van den Belt) vorgeschlagen werde, verweise sowohl auf ein demokratisches Prinzip wie auf eine spezifische Interpretation des technologischen Entwicklungsprozesses.

CTA is "aiming at broadening the design and implementation of technological systems in order to stimulate the integration of social criteria into the technological development itself." (p. 1)

Das demokratische Prinzip, daß alle Entscheidungen, die eine Gemeinschaft betreffen, auch von den Mitgliedern dieser Gemeinschaft diskutiert und bewertet werden müssen, habe eine moralische Dimension (nämlich das Recht des Individuums zur Teilnahme an diesem Prozeß) und eine pragmatische Dimension, nämlich daß die Wirksamkeit einer Entscheidung von dem Ausmaß der Akzeptanz abhängt.

Das CTA-Konzept der technischen Entwicklung beruhe auf drei Hypothesen:

(1.) Technologische Entwicklungen kämen durch eine große Zahl von Entscheidungen von zahlreichen heterogenen Akteuren zustande. Die Verschiedenheit der Entscheidungszentren und ihre unterschiedlichen Kriterien für die Auswahl der Optionen implizierten einen gewissen Grad von technischer Plastizität.

(2.) "Technologische Optionen lassen sich niemals auf ihre enge technische Definition reduzieren." Immer komme es bei Entwurf und Einführung neuer Technologien zu einer neuen sozialen Strukturierung und Rollenverteilung. "Die Bewertung [appraisal] technischer Optionen ist ganz und gar ein Gegenstand der politischen Debatte." (p. 1)

(3.) Technologische Optionen führten zu irreversiblen Situationen, da Wahlmöglichkeiten durch getroffene Entscheidungen nach und nach verschwänden.

Für die Implementierung von CTA müßten diesen Hypothesen entsprechende Fragen geklärt werden: (1.) Wie können alle (auch machtlose) Akteure in den Entscheidungsprozeß einbezogen werden. (2.) Wie können alternative Optionen offengehalten werden; sonst gibt es keine Wahlmöglichkeit und politische Debatte mehr. (3.) Wie können irreversible Situationen vermieden werden, die technische Optionen nur deshalb ausschließen, weil sie zu einer bestimmten Zeit keine Unterstützung fanden. (p. 2)

3 Vgl. Michel Callon: Technological Development and Adoption Networks: Lessons for the CTA practitioner.

[a] Beeinflussung der Dynamik technologischer Entwürfe und von Übernahmnetzwerken [Modelling the dynamics of technological design and adoption networks]

Für diesen Prozeß müßten die Fragen anders formuliert werden: (1.) Wie können die Akteure identifiziert werden; wie und wann intervenieren sie? (2.) Wie erklären wir das Entstehen oder Verschwinden alternativer techn. Optionen (oder der techn. Verschiedenheit? (3.) Wie stellen wir irreversible (od. lock-in) Situationen fest?

Callon geht zur Klärung (dieser Fragen?) von drei Wahlen (choices) aus: (1.) Der Grad der Verschiedenheit [variety] und Irreversibilität ist Ergebnis der früheren Entscheidungen der Akteure. (2.) Diese dynamische Beziehung wird mit Begriffen von Netzwerken beschrieben. (3.) Die Darlegungen [my own demonstrations] basieren auf einem Set von Modellen. (p. 3)

Für diese Setzungen (choices) gibt er folgende Erläuterungen bzw. Begründungen:

ad (1.) Die Ergebnisse zahlreicher Untersuchungen der vergangen Jahre in verschiedenen Disziplinen zur Dynamik der technischen Entwicklung. Alle Konzepte (Arthur, Daid; Hughes, MacKenzie; Nelson, Winter; Dosi; Rip; Callon, Latour, Law; Cambrosio) untermauerten diesen Zusammenhang.⁴

ad (2.) Das Netzwerkkonzept ermögliche die Wiederherstellung [reconstitute] der Dynamik der getroffenen Entscheidungen. (a) Im Netzwerk seien unterschiedliche Einheiten (menschliche, technische) enthalten, deren Beziehungen sich ändern könnten. (b) Das Netzwerkkonzept konzentriere sich auf das Rekrutierungsproblem (von neuen Einheiten/Teilnehmern: z.B. Nutzern), d.h. der Erweiterung des Netzwerks. (c) Der Rekrutierungsprozeß geschehe durch individuelle Entscheidungen, die zur Bildung eines kollektiven Systems führten, zu einer Struktur von Interaktionen, die eine ständige Neudefinition des jeweiligen Universums bedingten und Einfluß auf die Zukunft hätten. (p. 4)

ad (3.) Das Arbeiten mit Modellen habe zwei Vorteile: Zum einen könnten die Hypothesen und die Voraussetzungen für deren Validität dargelegt werden; zum anderen bereiteten sie den Weg für Simulationen. Denn nur mit dieser Technik könne die Dynamik so komplexer Prozesse wie der Schaffung und Annahme von technischen Innovationen erforscht werden.

4 Callon allerdings formuliert das so: sie betonen alle, daß Entscheidungen zum Zeitpunkt t von der Aggregation der Entscheidungen von $t-1$ beeinflußt werden; und: die Möglichkeit zur Teilnahme am Entscheidungsprozeß und die Eigenschaften der verfügbaren Optionen sind pfadabhängig. S. 3. Die Neigung Callons (in diesem Text) zu einer mathematischen Formelsprache macht die Sache nicht gerade überzeugender.

In einem laufenden Projekt habe er drei relevante Modelle identifiziert, die alle durch die Einheiten des Netzwerks, die Ein- und Austritsbedingungen für das Netzwerk und die Dynamik der Ausdehnung des Netzwerks bestimmt seien.

Modell 1 ("diffusion") diene der Beschreibung des Diffusionsprozesses eines gegebenen technischen Produkts in einem sozialen Milieu, das durch gegenseitige Abhängigkeit der Akteure in Netzwerken gekennzeichnet sei. Bei der Verfolgung des Diffusionspfades könne die Herausbildung [emergence] neuer sozialer Strukturen durch die Aufeinanderfolge von Entscheidungen beobachtet werden. (p. 4)

Modell 2: Substituierbare Technologien stünden in Konkurrenz zueinander ("competition diffusion"; Erweiterung/Komplizierung des 1. Modells)

Modell 3: Integration der Ergebnisse der ersten beiden Modelle und ihre Erweiterung [increment] durch den technologischen Erfindungs- [creation] und Entwicklungsprozeß. ("desing-producton-diffusion") Dieses Modell sei für CTA vermutlich das wichtigste; und dieses Modell ist das Thema des Papiers.

[b] The "Design-Production-Diffusion" model; the actor networks

Das dritte Modell überwinde die Annahmen der ersten beiden Modelle, die sich durch die ökonomischen Studien zum technischen Wandel und die Innovationssoziologie als wirklichkeitsfern erwiesen hätten. In ihnen würden die Einheiten des Systems als exogen betrachtet: Technologien würden als gegeben angenommen; Veränderungen im Übernahmeprozess [adoption] vernachlässigt; die Definition der am Übernahmeprozess beteiligten Gruppen sei statisch.

Im actor-network-Modell würden alle diese Prozesse in einem einzigen integriert:

- die Phasen des techn. Entwurfs und Neu-Entwurfs im Entwicklungsprozeß, in dem die Anwender [adopter] mit gleichberechtigten Chancen wie die Hersteller [supplier] teilnehmen.
- Koevolution von Technologien und menschlichen Wesen in der Interaktion.
- Es wird relativ offen gehalten, ob eine Einheit zum technologischen oder menschlichen Bereich gehört (d.h. ob sie als passiv [adoptable] oder aktiv [designer and/or adopter] definiert wird). Das berücksichtige die evolutive Natur der Konventionen (power, rules, customs), die im Entwicklungsprozeß gelte. (p. 6)

Das actor-network Modell wird in drei Abschnitten präsentiert (jeweils wieder unterteilt in Unterabschnitte, die mit i, ii, etc. und weiteren unnummerierten Zwischentiteln bezeichnet werden):

(a) Die Einheiten des Systems [The component entities] (S. 6-15)

(b) Der Rekrutierungsprozeß [The recruiting process] (S. 15-21)

(c) Dynamik des Akteur-Netzwerks [Dynamics of the actor-network] (S. 21-30)

ad (a) Die Einheiten des Systems [The component entities] (i.e. Ausdifferenzierung des "Aktanten"). Der Ausdruck "Aktant" werde in diesem Modell benutzt, um alle Einheiten eines Systems zu beschreiben. Die einzige Eigenschaft/Fähigkeit [competence] eines Aktanten bestehe darin, daß andere Aktanten, mit und zwischen denen Beziehungen gesetzt werden, definiert werden könnten.

"An actant structures its environment by establishing the identity of other identities and their relationships with it and each other." (6)⁵

Aus der Definition folge ein weiter Bereich von Handlungsmöglichkeiten: von "voluntaristischen" zu ganz passiven Aktanten. Die Definition [identification] von anderen Aktanten und deren Beziehungen geschehe auf unterschiedliche Art:

- durch mündliche oder schriftliche Äußerungen
- durch Verknüpfung einer Reihe von Einheiten ohne Austausch von Wort und Sprache (Bsp. automatisches Zugangskontrollsystem in Metrostationen).

Als Aktanten könnten sowohl ein Mensch, mehrere Menschen, ein technisches System oder auch ein finanzielles Arrangement wirken, es könnten menschliche, technische oder hybride Systeme sein, weil einzig maßgebend sei, daß der Aktant ein Netzwerk, in dessen Mittelpunkt er stehe, aus sonst heterogenen Elementen zustandebringe; er stimme mit dem Netzwerk überein: "An actant (..) is co-extensive with the network it identifies." (p. 7) Mit mathematischen Buchstabenkürzeln und einer Grafik (p. 8) wird nun das Netzwerk [R(Aij)], in dessen Zentrum das Fahrkartenkontrollsystem als Actant [Ai] steht, beschrieben. Zu ihm gehören die Lieferfirma (Thomson), die Wartungsabteilung der Metrogesellschaft, der Kunde, die spezielle Fahrkarte [tagget ticket], der Kontraktor.

Das "label" R(Aij) könne auch als Narration dargestellt werden. Gingen die Beschreibungen von anderen vergleichbaren/beteiligten Einheiten im zusammengesetzten Netzwerk [U(R(Aij))] aus, komme es zu Narrationen ("und also Definitionen") (p. 9) unterschiedlicher Ähnlichkeit: Übereinstimmung [concordance] vs. Widerspruch [discordance] zwischen den Netzwerkkomponenten (Auflistung und Definition der Aktanten). Bei technischen Innovationen sei es offensichtlich, daß Kontroversen über die zu berücksichtigenden Einheiten und deren Definition entstehen müssen. (Bsp. Thomson/Unterlieferanten vs. Ingenieurabteilung der Metro).

5 Erläuterungen/Ausdifferenzierung [commments] in 8 Punkten (i bis viii) zu: actors, intermediaries, actor networks, convergence, divergence, die jedoch "der Einfachheit halber" am Ende des Abschnitts zusammenschnurren zur Unterscheidung zwischen "technologies" [tj] und "actors" [ai] (S. 15).

Auch die Anerkennung der Definition des Aktanten (Selbstdefinition) könne strittig sein: z.B. Zuschreibung von Artikeln mit mehreren Autoren; von Erfindungen etc. Die Einigung hänge weitgehend von den jeweils herrschenden Übereinkommen und Regeln ab (z.B. Patentgesetze), die jedoch wiederum als Resultat von Kontroversen ständig neu interpretiert und neu formuliert würden. Beim Beispiel der Metro-Kontrolleinheit würde die Zuschreibung von Thomson oder der RATP reklamiert werden; die Einheit selbst scheide nach den gegenwärtigen Regeln als akzeptabler Autor aus. (p. 10) Es müsse also zwischen einem Aktanten und einem "Intermediar" [intermediary] unterschieden werden.

"Ein Aktant ist jede Einheit, die andere Einheiten definiert und sich dabei selbst zu erkennen gibt [identifies]." (p. 10) Ein Akteur [actor] solle dagegen ein Aktant sein, dem ein Netzwerk von Einheiten zugeschrieben wird, für das er sozusagen verantwortlich ist (p. 11). Der Grad der Verantwortung könne variieren: das vom Aktanten vorgeschlagene Netzwerk kann mit dem dem Akteur zuerkannten identisch sein oder auch nicht; der Akteur war in der Durchsetzung seiner Definition erfolgreich bzw. es wurden ihm andere Definitionen aufgezwungen. In beiden Fällen seien Akteur und Netzwerk "ko-extensiv". Daher das "actor-network"-Konzept. (p. 11)

Als Intermediar [intermediary] wird ein Aktant bezeichnet, dessen Netzwerk einem anderen zuerkannt werde (der dadurch Akteur werde) und der das Netzwerk ohne Veränderung übernehme.⁶ Die Metro-Kontrolleinheit sei so ein "Intermediar". Die Unterscheidung zwischen Akteuren und Intermediaren sei jedoch nicht gleichzusetzen mit der zwischen menschlichen und nicht-menschlichen Einheiten, wenn das bisher auch überwiegend der Fall gewesen sei. Das massenhafte Aufkommen von hybriden Systemen verwische jedoch mehr und mehr die Grenzen. Die Entwicklung von wissensbasierten Computersystemen und der Biotechnologie verändere den Status von Einheiten: aus Intermediaren würden Akteure, trotz des nicht-menschlichen Status (wie Unternehmen ja auch schon lange "Rechtspersonen" sind), und aus Menschen mit Akteurspotential würde "Intermediarmaterial".

"Furthermore, (...) countless numbers of human beings engaged in down-graded occupations are steadily being deprived of actor-status potential and becoming all-time intermediary material". (13)

Akteure hätten Rechte und Verpflichtungen, die in gewissen Grenzen verhandelbar seien. Das Privileg der Teilnahme am Verhandlungsprozeß unterscheide Akteure von Intermediaren; die Zuerkennung von Urheberschaft [authorship] sei ein

6 Eine zweite Spielart des Aktanten ohne Netzwerk sei die, bei der die Netzwerkdefinition verändert wird (durch mediators), bevor sie einem anderen Aktanten, der dadurch zum Akteur wird, zuerkannt wird. (!!)

wesentlicher Faktor, der die Identifikation von Aktanten erlaube, die zum Verhandlungsprozeß zugelassen seien.

Die Trennung von Netzwerkdefinition und Zuerkennung und das Konzept von Übereinstimmung [concordance] und Differenz [discordance] führt zur Herstellung einer Vierfeldertafel (p. 14), in der "Konvergenz" und "Divergenz" bzw. Kontroversen die extremen Kennzeichen des Netzwerks sind. Ihre jeweilige Ausprägung sei Resultat eines Verhandlungsprozesses, in dem sich die Aktanten veränderten.

Der Status der Konvergenz bedeute Stabilisierung des Netzwerkes, während die konfligierenden Definitionen in den Zwischenstufen die Dynamik des Netzwerkes ausmachten.

"(I)n the interest of simplification, we from here on distinguish between those actants destined to be adopted (they are simple intermediaries), collectively called 'technologies' (written Tj) and those who design or adopt, whom we call 'actors'." (p. 15)

ad (b) Der Rekrutierungsprozeß. Es werden zwei Phasen in diesem Prozeß unterschieden, denen unterschiedliche Entwicklungsmuster zugeordnet werden: (1.) die Entwurfsphase [design], als design network bezeichnet, und (2.) die Vervielfältigungs-Verbreitungsphase [multiplication-diffusion] mit dem production-adoption network-Muster.

The design network [td*]. In dieser Phase würde nach und nach ein konvergentes Netzwerk konstruiert; die Akteure und Intermediäre stünden am Anfang fest (Beispiel: div. Unternehmensabteilungen, die an einem Entwicklungsprozeß beteiligt sind; und/oder andere Organisationen, Gruppen wie öffentliche Forschungsinstitute, Nutzer etc.); ihre Eigenschaften und Verbindungen unterlägen jedoch einer Transformation im Verlauf der Herausbildung des Netzwerks. "The network designs itself as much as it designs technologies" (p. 16) Dieser Prozeß könne als Verhandlungsprozeß begriffen werden, an dessen Ende ein Kompromiß (Konsens) stehe, und aus dem sowohl die Akteure wie die Technik (i.e. intermediaries) verändert hervorgingen.

The production-adoption networks [t(p+a)*]. In dieser nachfolgenden Phase finde ein Prozeß der Schaffung und Expansion des Netzwerks statt [network creation-expansion], neue Einheiten würden aufgenommen. Das wird von Callon mit einer Darstellung der Design-Phase begründet:

Die Akteure in der Design-Phase seien Repräsentanten von Netzwerken, von Personen ("the unheard mass of constituents", p. 18); der Mikrokosmos des Design-Netzwerks repräsentiere den Makrokosmos, der evtl. zum Produktions-Adoptions-Netzwerk werde. Unsicherheit über den Grad der Repräsentanz präge die Designphase; für die ausgehandelten Optionen müßten die Akteure erst die Zustimmung der von ihnen Repräsentierten bekommen, das sei um so wahrscheinlicher,

je ähnlicher sich die repräsentierten Netzwerke seien. Der Erfolg oder Mißerfolg der Übernahmephase hänge davon ab.

Production and adoption phase. Der Übernahmeprozess beginne, wenn am Ende der Design-Phase Konvergenz erreicht sei. Das technische Produkt sei stabilisiert und kann in Konkurrenz zu den Ergebnissen anderer Design-Netzwerke treten. Komme der Übernahme-Prozess in Gang, würden die Ressourcen, die die Akteure im Designprozess vertreten, mobilisiert/aktiviert: Finanzierung, Zulieferung, Fertigung etc. setzten ein.

ad (c) Dynamiken der Akteur-Netzwerke.

"A t^* sequence (i.e. die Gesamtheit aus Design- und Übernahme/Produktionsphase) starts with the process of creating convergency within the design network and the resulting stabilization, after a great deal of negotiations, of the T_j (i.e. 'technology', 'intermediary') and A_i (i.e. Akteur) components. It then draws in the networks of similarity lying behind the A_i actors who represent them within the design network, and concludes with the gradual construction of the production-adoption network. Another sequence can then be started along the same lines .." (pp. 21/22)⁷

Callon glaubt, daß es mit seinem Ansatz, über das Netzwerkkonzept als gemeinsame Referenz, gelinge, das Akteur-Netzwerk-Modell und die Diffusionstheorie, Modelle, die von technischer Konkurrenz ausgingen, und solche, deren Vorstellungen auf Trajekten basierten, kompatibel zu machen und damit die Forschungsergebnisse, die von verschiedenen Disziplinen und mit verschiedenen Ansätzen erzielt werden, zu verbinden.

Für CTA könne man aus der Analyse einiges lernen:

- Bestätigt werde die Bedeutung der Entwurfsphase:

Die Form [shape] einer Technologie und der Bereich ihrer Verbreitung seien weitgehend von den Optionen der Akteure und Intermediäre abhängig, die das Design-Netzwerk herstellen/ausmachen. Veränderungen hier haben Auswirkungen auf das technische Endprodukt wie auf den Nutzerkreis.

Wichtig sei ebenso, wie die Aushandlungen geführt würden. Unterschiedlich organisierte Interaktionen könnten trotz der gleichen Teilnehmer zu unterschiedlichen Ergebnissen führen.

7 Es folgen Abschnitte über: Functioning of the design networks; The trajectories; Irreversibility and convergence.

Von der Anzahl konkurrierender Design-Netzwerke, und mehr noch, von ihrer Zusammensetzung und ihrer Verbindung untereinander, hänge der Grad der Varietät der Technologien ab.

- Fundamental sei die Unterscheidung zwischen Akteuren und Intermediären (innerhalb der Aktanten), da mit der Zuerkennung der jeweiligen Rollen (Teilnahme an Verhandlungsprozessen bzw. passiver Status) Aussagen über Machtpositionen gemacht würden.
- Irreversibilität und Konvergenz seien von der Dynamik des Netzwerkes abhängig. Die noch offenen Optionen und eine mögliche Rückkehr von Technologien, die in der Vergangenheit vernachlässigt wurden, müßten bei einer Analyse der Netzwerke festgehalten werden. Wichtig sei die Diffusion; denn die "networks of similarity" seien wesentlich am Zustandekommen irreversibler Situationen sowie am Ausmaß technischer Varietät beteiligt.
- Das auf Modellen aufbauende Vorgehen zur Beobachtung der Netzwerkdynamik, das auch Simulationsmöglichkeiten impliziere, erlaube Zustandsbeschreibungen, und damit eröffneten sich Wege für Interventionen, was ja das Ziel von CTA sei, in Entscheidungsprozesse, sowohl in der Design-, wie in der Diffusionsphase.

Für das Problem, wie die Vielfalt von Akteuren und von Technologien [technological variety] in der Adoptionsphase gewahrt werden könne, könnten mit Hilfe der vorgestellten Modelle einige Lösungswege gefunden werden, indem sie die entscheidenden Faktoren identifizierten und definierten: "die Identifikation der ersten, die eine Technik übernehmen [adopter]; die Herstellung von Kompatibilität (z.B. durch allgemeine Standards) um ausweglose [lock-in] Situationen zu vermeiden, die Herausbildung und Transformation der verschiedenen networks of similarity (durch Er- oder Entmutigung bestimmter Assoziationsmuster von Akteuren, durch Zölle, Steuern, Vorschriften oder auch durch regionale Entwicklungs- und Informationsentscheidungen [policies])." (p. 33)

In der Konstruktionsphase [design] müßten auf die gleichen Fragen andere Antworten gegeben werden. Intervention in der Designphase könne bedeuten:

- Einführung von Akteuren zur Teilnahme am Designprozeß (durch Hilfe bei der Anstellung von Wissenschaftlern und Ingenieuren [designers], Zuschüsse zur industriellen FE, Entwicklung ausgewählter Trainingsbereiche, Regulierungen für Unter-Aufträge, Beteiligungsmodelle für Beschäftigte, Regulierung des Zutritts zu bestimmten Positionen im Design-Netzwerk für bestimmte Akteure usw.);
- Einflußnahme auf die Art der Organisierung des Design-Netzwerks und der Aushandlungsprozeduren (durch Anreize für gemeinsame Forschungspro-

gramme im Bereich der Umwelt von privaten und öffentlichen Institutionen, Durchsetzung von offiziellen Spezifikationen und Standards etc.);

- Unterstützung für sich herausbildende Design-Networks, um technologische Varietät aufrechtzuerhalten;
- Überwachung von Regeln und Übereinkommen, die zwischen Akteuren und Intermediären trennen. Die Absicht dabei sei, die zu bestimmen, denen ein Rest [margin] von Initiative erlaubt sei, und die, deren einzige Funktion die Unterwerfung [to comply] sei; ebenso solle die Verteilung der Verhandlungsmacht zwischen den Akteuren beeinflusst werden.

3. Erweiterung um die historische Dimension: Programm für Wissenschaft und Technologie im Kontext⁸

Thema ist der mögliche Beitrag (technik-)historischer Forschung zum CTA-Projekt [nach Rip/van den Belt]. Misa will vor allem darlegen, "daß es [bereits] eine Menge historisches Material gibt, das die durchgängige [motivating] Idee von CTA stützt, nämlich daß Technologien - im Prinzip - in eine sozial gewünschte Richtung gelenkt werden können." (p. 1) Außerdem könnten (anhand des historischen Materials) einige Irrtümer, Grenzen und Schwierigkeiten, die erfolgreiche CTA-Aktionen behindern können, kenntlich gemacht werden.

Der Text ist in drei Abschnitte gegliedert: [1.] Fallstudien von Technikhistorikern, [2.] ausgewählte Konzepte von Technikhistorikern (Bestandsaufnahme der historischen Literatur, quasi Ergänzung der ökonomischen und soziologischen Bestandsaufnahme von Schot und [3.] einen Vorschlag für eine neue Konzeptualisierung: die Mesoebene.

[1.] Geschichte als Quelle für Fallstudien

Durch Reinterpretationen sollen vorhandene technik-historische Studien Argumente für CTA liefern, und zwar werden die Beispiele nach drei Gruppen unterschieden.

[a] "Forecasting is Impossible"⁹. In diesem Abschnitt stützt sich Misa auf einen

8 Text von Thomas J. Misa, Illinois Institute of Technology, Chicago. Fallstudien zur Transistorentwicklung (1985) und zur amerik. Stahlindustrie (1991); refl. Aufsätze in ST&HV 1988 + 1991 (s. Lit.verz.)

9 Im Original in Anführungsstrichen: tatsächlich geht es eher um "Fallgruben/Irrtümer" [pitfalls] bei der Voraussage der technischen Zukunft und erfolgreicher Intervention.

Aufsatz von Constant (1989)¹⁰, dessen "empirisches Material - Verbindungen zwischen Veränderungen des wissenschaftlichen Wissens, technologischen Artefakten und Regierungseingriffen [government regulation] .. - sich zentral mit CTA-Topics" befasse. Aus seiner Analyse könnten wichtige Konsequenzen für Rolle und Strategie von CTA gezogen werden.

Zentrales Argument von Constant (nach dem Referat von Misa) sei, daß Technologie beides sei: nicht bestimmend und nicht bestimmt ["both indeterminant and indeterminate"]. [p. 3] "Indeterminant", weil Technologie weder autonom sei, noch ganz allein irgend etwas anderes bestimmen könne. Das Argument der Unbestimmtheit sei für die CTA-Analyse wichtiger. Der zukünftige Verlauf und die Konsequenzen einer Technologie könnten nicht vorhergesagt werden, eine ex ante Zusammenstellung bestimmender soziale Faktoren sei unmöglich. Für Constant sei technischer Wandel eher dem Spiel eines kleinen Kindes ähnlich (inventive, wondrous, curious ..) als dem Ablauf von Truppenmanövern; Technologie könne auch mit einem Fluß auf seinem Weg zum Meer zu verglichen werden: geformt von geologischen, meteorologischen etc. Gegebenheiten und selber die Welt verändernd. (p. 4)

Das verweise auf ein zweites Kontrolldilemma: Für eine CTA-Intervention benötige man Voraussicht für die Konsequenzen; da das aber nicht möglich sei, könne man auch nicht intervenieren.

"To initiate a CTA-intervention, one needs foresight into the consequences of the intervention; but if predicting technology's future trajectories and consequences is impossible, knowing how to intervene seems inconceivable." (p. 4)

Das bedeute: Eine auf einen Zeitpunkt gezielte Intervention schlage vermutlich fehl; kontinuierliches Feedback sei gefordert; nicht Diagnose sondern soziales Lernen [Verweis auf Rip]. Wirkungsvoll sei CTA eher in der Rolle als "insider-participant", weniger in der des "outsider-analyst". (p. 5)

[b] Technologie als soziales Produkt. Eine Reihe von Studien zeigten, ohne daß der politische Kontext Ausgangspunkt bzw. Thema der Untersuchungen gewesen war, "daß Technologien relativ plastisch oder geschmeidig [malleable] sind und in greifbarer [tangible] Weise geformt [shaped] werden können." (p. 5) Genauer geht Misa auf politischen Einfluß ein, den er in vier Kategorien unterteilt:

Indirekter Einfluß, "technology charging" nach Rose habe latente Funktionen und unintendierte Folgen (Abgasvorschriften für Fabriken hätten zum Verzicht auf Kohlefeuerung bei der Eisenbahn geführt) (p. 6).

10 Constant, Edward W. II (1989): Cause or Consequence: Science, Technology, and Regulatory change in Oil Business in Texas, 1930-1975. In: TECHNOLOGY AND CULTURE 30, pp. 426-455

- Eine Variante stelle die Ausübung von Macht [power] dar, die technologische Systeme verändern und zerstören könne (Bsp. öffentliche städtische Verkehrsmittel).
- Technologie und Politik seien durch Kontingenzen verbunden (lokale, nationale etc. Besonderheiten: z.B. französisch-englische Rivalität in Montreal).
- Große integrierte technologische Systeme hätten in modernen Gesellschaften konstitutionell-politische Rollen übernommen (inklusive einer Verringerung demokratischer Verantwortung). Hier bezieht sich Misa auf Langdon Winner und empirische Studien zum Highway-System, Raumfahrtprogramm und zur öffentlichen Stromversorgung. (p. 6)

Solche Untersuchungen könnten Mechanismen aufzeigen, die un intendierte Konsequenzen von latenten Funktionen so verändern könnten, daß richtig antizipierte Konsequenzen manifester Funktionen zustandekämen.

[c] Technologische Innovation als CTA-Prozeß. Hier geht es um direkte Eingriffe der US-Regierung mit weitreichenden Konsequenzen, und zwar um Projekte des Verteidigungsministeriums (DoD), dessen Rolle im CTA-Prozeß mit der nicht-militärischer Agenturen ("oder anderer sozialen Gruppen") zu vergleichen sei. Wie z.B. auch das MITI, habe das DoD spezielle Technologien oder institutionelle "Gewinner" ausgewählt und die maßgebende Selektionsumgebung durch Eingriffe verändert.

Drei Beispiele aus unterschiedlichen Epochen und ein Gegenbeispiel dienen Misa dazu, Mechanismen der Generierung und Verbreitung neuer Technologien aufzuzeigen.

- Das Waffenamt habe Anfang des 19. Jahrhunderts ein Einheitssystem in der US-Werkzeugmaschinenindustrie initiiert (durch ständige personelle Kontrolle; institutionelle Absicherung und langfristige Bindung). Die Diffusion sei erreicht worden durch Setzen von Standards für private Fabrikanten, durch die Migration der qualifizierten Handwerker und auch durch den Kauf wichtiger Fabriken (z.B. Kauf einer Waffenfabrik durch eine Nähmaschinenfabrik). (p. 8)
- Das OSRD habe während des 2. Weltkriegs das (mit Modifikationen) noch heute gültige FE-Kontrakt-System eingeführt, das die breiteste Erfahrungsbasis der amerikanischen Regierung für das Stimulieren technol. Innovationen darstelle. Seine Wirkung beruhe, neben massiver finanzieller Förderung, auf dem Setzen von Standards. (p. 9)
- Der Einfluß des Militärs auf die Transistor-Entwicklung sei ein Beispiel für "technology forcing". Die Bedürfnisse des Militärs nach Strahlungssicherheit (Anwendung in atomgetriebenen Flugzeugen und Unterseebooten) und Hochfrequenzgebung (Raketensteuerungen, Hochgeschwindigkeitsdatenübertra-

gung) habe zur Durchsetzung des Siliziums gegenüber Germanium und von spezifischen Auslegungen [manufacturing designs] geführt, die für den ursprünglichen Zweck (Telefon/Bell System) nicht notwendig gewesen seien.¹¹

Aus diesem Beispiel hält Misa zwei Verallgemeinerungen für CTA fest: Zum einen sei beim Transistor das Entwicklungsmuster eine Variante von "technological convergence", die Rosenberg (1963) für die Werkzeugmaschinenindustrie aufgezeigt habe: die Unterstützung einer spezifischen Technologie für spezifische Zwecke deckt potentielle technische Möglichkeiten auf und sorgt für generelle Verbreitung. Es sei nicht um "picking the winners" gegangen, sondern die Technik sei deshalb erfolgreich gewesen, weil sie ausgewählt wurde. (p. 10) Zum anderen werde auf den "technological nexus" (Schot) verwiesen: das Militär habe mit technischen Informationen, Standardisierungskonferenzen und finanzieller Förderung sowohl den Selektions- wie den Variationsprozeß beeinflußt.

"The possibility of technological convergence, as well as the promise of creating an effective 'nexus', suggests that intervening during the development phase is an especially promising CTA strategy." (10)

- Ein Gegenbeispiel soll zur Warnung vor einer Überschätzung der Möglichkeiten dienen, rationale Prozeduren durchzusetzen: Trotz (gegenteiliger) militärischer Planung habe es schleichende Technologieentwicklungen ["technology creep"] gegeben, z.B. die Entwicklung der überschallschnellen Luft-Luft-Sidewinder-Rakete und der radargesteuerten Luft-Luft Phönix-Rakete; B1-Bomber seien in mehr oder weniger informellen Nischen trotz offiziellen Stops weitergeführt worden, bis sie unter neuen Konstellationen offiziell wieder gefördert wurden. Möglich sei dieser Typ der Technologieentwicklung durch fortbestehende institutionelle Unterstützung, durch entschlossene Projektleiter (auch: "particular individuals") und durch ungenügende Top-Down-Kontroll-Mechanismen, ein Rekurs auf "natürliche Trajekte" oder "autonome Technologie" (i.e. McKenzie, p. 10/12) sei nicht nötig.

[2.] Geschichte als Quelle für Konzepte.

Als Antwort auf die von Dosi (1982) gestellte Frage, ob es Regelmäßigkeiten in der Beziehung zwischen ökonomischen, sozialen, institutionellen und wissenschaftlichen Faktoren gibt, die vermutlich den Innovationsprozeß beeinflussen, müßten zahlreiche Perspektiven herangezogen werden (p. 12). Misa macht eine Bestandsaufnahme der historischen Literatur, wie Schot die ökonomische und soziologische Literatur zusammengestellt habe.

- Phasen technologischen Wandels. In Anlehnung an Staudenmaier (1985), an dessen Drei-Stufen-Modell der technischen Entwicklung - invention, development, innovation - sich nahezu alle Technikhistoriker orientierten und der aus

11 Über diesen Bereich hat Misa selbst eine Studie veröffentlicht.

Veröffentlichungen in der Zeitschrift "Technology & Culture" Subthemen (i.e. mögliche Einstiegspunkte für CTA) für alle drei Phasen aufgelistet hatte, zieht Misa den Schluß, daß "externe" Einflüsse nicht in jeder Phase die gleiche Wirkung haben: in der Inventions- und Entwicklungsphase seien Technologien offener für Veränderungen; insbesondere die "Entwicklungs"-Phase sei eine nicht untersuchte Gelegenheit [unexamined opportunity] für eine CTA-Analyse (p. 14), und sei in dieser Phase sicher kosten- und aufwandseffektiver durchzuführen (und weniger entmutigend).

- Systeme, Momentum, Selektive Investition. Zum Systemkonzept verweist Misa mit einem Zitat von Staudenmaier auf Adam Smith, der ein System mit einer imaginären Maschine [imaginary machine] erklärt habe (um festzuhalten, daß das Systemkonzept schon vor Th. Hughes vorhanden war). Für wichtig hält Misa Staudenmaiers Überlegungen zum Funktionalismus: da das Systemkonzept vor allem (zunächst) eine Interpretation sei (Konzept des Analysators und nicht des Akteurs) könne die Wahrnehmung funktionaler Integration mit deren Verursachung [causation] verwechselt werden und so (doch noch) mögliche Einflußnahmen von menschlichen Akteuren herunterspielen.

Das Konzept des "Momentums" von Hughes sei nicht identisch mit der Autonomie eines Systems, es sei ein soziales Konzept. Das Vorhandensein eines Momentums, in Kombination mit reduzierter Formbarkeit von Technologien in der Innovationsphase, bedeute praktische Schwierigkeiten, wenn reife technische Systeme mit CTA beeinflußt werden sollten. (p. 15)

Das Konzept der selektiven Investition ["selective investment"] von Aitken (1985) verweise auf das Vorgehen ökonomischer oder staatlicher Akteure, vor allem aufgrund von Informationen aus dem ökonomischen System, wenn sie zwischen verfügbaren alternativen Technologien wählen. (p. 16)

- Technologischer Stil. Wieder von Staudenmaier übernimmt Misa das Interpretationskonzept des "technological style" "that attempts synthetically to relate a set of specific technical characteristics with their societal context." (p. 16)¹²

Die Dauerhaftigkeit von nationalen technologischen Stilen deute darauf hin, daß die Imperative des internationalen technologischen Wettrennens modifizierbar seien. Die Theorie von Ellul¹³ sei Ergebnis eines solchen nationalen Stils: dem Stil der französischen Verwaltung, der von im Dienst des Staates stehenden Ingenieuren geprägt wurde.

12 Nicht näher referiert M. zwei weitere Konzepte: "technological support network" und "technical tradition", die den Konzepten "technological trajectory" und "technological regime" (Dosi; Schot) ähnlich seien.

13 Hier stützt sich Misa auf Cecil O. Smith Jr. (1990): The Longest Run: Public Engineers and Planning in France. In: American Historical Review Vol. 95, pp. 657-92.

"Faced with such a pattern - the systematic growth of centralized, standardized, statist technologies - no wonder that Ellul could conceive of technology being out of control, all the while it was very firmly in control: of the elite group of French public engineers." (p. 18)

[3.] Geschichte als Kozeptualisierung - zur Meso-Ebene

In der historischen Literatur zur Technik und zum technologischen Wandel gebe es eine Zweiteilung in "micro" und "macro"-Untersuchungen, was nur Ausdruck des allgemeineren "agency/structure"-Problems sei. Während sich bei den Mikrostudien gute Interventionsmöglichkeiten für CTA zu ergeben scheinen (p. 18), könnten bei den Makrostudien, die "strukturelle Zwänge, rigide Marktkräfte und technologischen Determinismus" betonen, keine Handlungsmöglichkeiten ausgemacht werden. (p. 19) Die Kombination der Stärken beider Vorgehensweisen - "die soziale Konstruktion von Technik und die technologische Konstruktion von Gesellschaft" (p. 20) - könnte für die CTA-Analyse von Vorteil sein. Eine solche Analyse auf der Meso-Ebene sollte in zwei Richtungen gehen:

- (1.) Analyse von Institutionen zwischen Unternehmen und Markt; zwischen Individuum und Staat (Beispiele: Branchen- und Standardisierungsorganisationen, Investmentbanken, Consultingunternehmen; Ingenieurfirmen etc.),
- (2.) Analyse von Interaktionsprozessen (Verhandlungen, Anpassungen u.dgl.) zwischen diesen intermediären Institutionen (Akteuren).

Diese Institutionen faßten individuelle Aktivitäten zusammen, transzendierten sie damit und stellten die Verbindung zu den umfassenderen sozialen Systemen und Strukturen her. Da diese Institutionen und Interaktionsprozesse häufig am Prozeß der Technologieentwicklung beteiligt seien, scheine hier ein besonders fruchtbarer Ansatzpunkt für CTA-Analysen zu liegen (p. 20).

[4.] Die Schlußfolgerungen von Misa aus der Analyse historischer Studien zum technischen Wandel, zu "social forces" und staatlicher Politik sind durchaus optimistisch:

- Die neueren ökonomischen, soziologischen und historischen Studien hätten das Verständnis der Zusammenhänge von "social forces" und technischer Innovation weit vorangebracht. Es gebe nur geringfügige Differenzen ("Schattierungen") zwischen den Konzeptionen von Dosi, Bijker, Hughes u.a.
- Technologien seien während der Erfindungs- und Entwicklungsphase leichter zu steuern als in den späteren Phasen der Innovation und Diffusion. Große technische Systeme könnten im Prinzip verändert werden, aber nur mit einem Aufwand, der dem entspreche, der sie auch auf der Spur halte.

- Steuerungsstrategien seien am erfolgreichsten, wenn sie auf spezifische Industriesektoren, nationale oder regionale Kontexte zugeschnitten würden.
- Es gebe bereits genügend empirisches Material, das belege, daß das Konzept von CTA lebensfähig sei. Es müsse nur systematisch aufgearbeitet werden.

4. Eine ökonomische Perspektive auf CTA¹⁴

In dem Beitrag soll vom ökonomischen Standpunkt aus die Rolle und der Beitrag von TA für die Technologiepolitik reflektiert werden, wobei die gesellschaftliche Integration von Technologie das Zentrum von Technologiepolitik ausmachen sollte. Das Referat umfaßt vier Abschnitte:

[1.] "Economics and Technological 'Progress': What is there to assess?" (S. 2 - 8) soll einen Überblick über traditionelle ökonomische Fehlinterpretationen ("misconceptions") von Technologie geben, inklusive deren Messung.

[2.] "Assessing Economic Progress and Endogenous Technology" (S. 5 - 8) erweitere die Perspektive und analysiere die endogene Natur von technologischem Wandel.

[3.] "'Market Failure' as a Failed Technology Policy" (S. 8 - 12) beinhalte die Diskussion der traditionellen ökonomischen Argumente für eine Technologiepolitik [Versagen von Marktmechanismen] mit dem daraus resultierenden Übergewicht der Angebotsseite.

[4.] "Endogenous Technology Policy: or How to Assess 'Constructively' Technology" (S. 12 - 15) nenne eine Reihe von ökonomischen Befürchtungen ("misgivings") in Bezug auf CTA.

ad [1.]: Für die meisten Ökonomen sei TA eine Art puzzle, weit von der Realität entfernt; denn im Rahmen der traditionellen Ökonomie sei Technik "exogen", ein Parameter wie andere auch (Bsp. Bevölkerungswachstum), der als "Black Box" behandelt werde. Mit dieser Auffassung sei gleichzeitig eine Sichtweise verbunden, in der technologischer Wandel immer als technologischer Fortschritt gesehen wird ("thanks to the general allocative efficiency characteristics of the market with welfare increasing aspects", S. 2). Gemessen werde dementsprechend nur,

14 Der Text stammt von Luc Soete. Soete spielte eine wichtige Rolle bei der Gründung von MERIT (Maastricht Economic Research Institute on Innovation and Technology) im Jahre 1988: hilfreich hierfür waren die Unterstützung von SPRU (Brighton, Sussex), die der Belgier Luc Soete einbrachte, sowie die Konferenz, die im Mai 1987 in Maastricht abgehalten wurde, deren Texte in einem umfangreichen Sammelband veröffentlicht wurden (s. Dosi, Freeman, Nelson, Silverberg, Soete 1988). - Vgl. zum Entstehungskontext von MERIT: Hack, Breßler, Kostka 1992.

was ökonomische Auswirkungen habe: als Produktivitätswachstum oder als Nachfrage nach neuen Produkten. (S. 3)

Soete benennt einige Bereiche, die mit einem derartigen Ansatz nicht erfaßt werden können:

- Es gebe Innovationen mit weitreichenden gesellschaftlichen Auswirkungen, deren ökonomische Wirkungen jedoch nur gering bzw. indirekt seien (Bsp.: orale Kontrazeption, genetischer Fingerabdruck). (S. 3)
- In der ökonomischen Analyse werde der Wirkungsradius von Innovationen nur ungenügend berücksichtigt (nur einen Sektor betreffend, vs. alle Sektoren). Mit Bezug auf Freeman, Nelson, Pavitt, Rosenberg wird das als 'localized' vs. 'pervasive' bezeichnet (S. 4). (Bsp.e: Floatglas-Verfahren von Pilkington vs. Mikroprozessoren).
- Die Defizite verschärften sich in der letzten Zeit, da sich ökonomische (empirische) Studien auf den industriellen Sektor beschränkten, zunehmend jedoch Dienstleistungsbereiche ("service sectors") zu Initiatoren technologischen Wandels würden. Dort sei die Unterscheidung zwischen meßbaren Auswirkungen und solchen gesellschaftlicher Art, wie der Qualität des Lebens sehr viel schwieriger zu treffen.

"The separation between economic 'measurable' impact and 'societal', quality of life impact of technological change is indeed far more difficult to make." (S. 5).

5. CTA in Aktion: Der Fall der Biotechnologie¹⁵

Schlüsselement im Konzept von CTA sei, TA als gesellschaftlichen Lernprozeß zu sehen. Beispiele dafür gebe es bei der Entwicklung der Biotechnologie im Überfluß. Aber die Einsicht in die Notwendigkeit solcher Lernprozesse (um Sicherheit zu gewährleisten) sei auch erst in einem Lernprozeß erworben worden.

Das Aufkommen öffentlichen Interesses [public concern] an der Biotechnologie. 1973 bis Ende der 70er Jahre: Debatte über die Sicherheit in der Genforschung und schließliche Verabschiedung von Richtlinien für öffentliche Laboratorien; freiwillige Übernahme durch die Industrie. Anfang der 80er Jahre Aufhebung des allgemeinen Verbots der Freisetzung von gentechnisch veränderten Organismen, Aufsicht und Erlaß von Richtlinien für Einzelfälle durch das NIH.

1983 erreichte J. Rifkin als Vertreter einiger Bürgerinitiativen in einem Prozeß gegen das NIH, daß die Aufsicht für die kommerzielle Biotechnologie auf andere

15 CTA in action: The Case of Biotechnology von Jaap Jelsma, Univ. of Twente; vgl. zum Themenkomplex auch: Conzelmann (1987).

Agenturen, die für Regulierungen der entsprechenden Märkte zuständig waren, übertragen wurde (FDA; EPA, u.a.). Nun begann ein neuer Lernprozeß innerhalb dieser Agenturen, untereinander sowie zwischen ihnen und der Industrie. (1988 erfolgte die erste Erlaubnis zur Freisetzung).

Auch in Europa (Holland, Deutschland) habe es öffentliche Debatten, Unruhe über die Sicherheit der Biotechnologie gegeben. Der wachsende Widerstand (bis zu Sabotage) sei als strategischer Faktor in der Wissenschafts- und Technologiepolitik erkannt worden.

"Public concern, and the realization of its strategic meaning for the promotion of technology, have given a new momentum to risk assessment of trajectories in biotechnology." (p. 2)

Risk-assessment Programme hätten den Impuls für die Entwicklung von Sicherheitstechnologien gegeben, die die Möglichkeiten der zu kontrollierenden Gentechnik nutzen.

"It may be expected that, as safeguards for biotechnology become available, their uptake in biotech trajectories will become a social condition for further development of these trajectories." (p. 2)

Jelsma stellt zwei Strategien zur Entwicklung einer sicheren Biotechnologie vor.

Strategien zum Aufspüren und Überwachen (detecting and monitoring) genveränderter Organismen seien für fast alle Trajekte in der Biotechnologie notwendig, sie seien geradezu Grundlage [basic]. Und doch habe sich erst im Verlaufe der öffentlichen Diskussion zur Freisetzung herausgestellt, daß derartige Kenntnisse und Technologien fehlten. Der Stimulus für Forschung in diese Richtung sei aus dieser Diskussion gekommen. Man verfolge verschiedene Strategien: Entwicklung von Markierungssystemen, Selektionsmedien, Gentests [gene probes] und, vor allem, Immunofluoreszenz und Immunoradiographie.

Strategien zur biologischen Eingrenzung [containment] in Feldsituationen ["eco-safeguards"] beruhten z.T. auf Strategien, die schon in den 70er Jahren entwickelt worden seien, mit dem Ziel, zu verhindern, daß aus Laboratorien entwichene Organismen überlebten (Konzept von "crippled mutants", die nur unter ganz bestimmten Bedingungen überlebensfähig seien). Gentechnisch eingebaute Selbstmordsysteme, und gentechnisch erzeugte männliche Sterilität bei Pflanzen seien andere Möglichkeiten des biologischen Einschlusses.

Modifizierung biotechnologischer Trajekte (Beispiele für "CTA in action")

[1.] Biologische Pestizide

(a.) Das *Pseudomonas*-Projekt von Monsanto (USA): Einsatz von Wurzelbakterien als Vehikel von Substanzen gegen Schädlinge. Ein Projekt, dessen Entwicklungs-

linie nach Auflagen der EPA geändert und dann doch ganz eingestellt wurde (die Entwicklung von biolog. Einschlußsystemen [containment] wurde nicht geplant) und die Entwicklung von Markern zur besseren Überwachung bei Freisetzen, werden skizziert [sehr technisch/wissenschaftlich]

(b.) Das Baculo-Virus-Projekt von NERC (Natural Environment Research Council, GB) dient der Verbesserung einer schon lange verbreiteten biologischen Schädlingsbekämpfungsmethode. Risikoabschätzung und Einschlußstrategien seien Teil des FE-Trajekts.

[2.] Biologische Düngemittel

Im Rahmen des EG-Programms für Biotechnologie sei ein von GB, Frkr. und Dtl. getragenes Projekt zur Überwachung des möglichen Gen-Transfers von veränderten stickstoffbindenden Bakterien (rhizobia) in den Boden in Gang gesetzt worden. Diesen genetisch veränderten Bakterien wird eine hohe wirtschaftliche Bedeutung zugesprochen. In Europa ginge hier die Entwicklung der Mittel zur Risikobewertung [assessment] den (erhofften) kommerziellen Entwicklungen voraus. (p. 8) Der Ablauf dieses Projekts illustriere auch, daß es unterschiedliche nationale Interpretationen darüber geben könne, was eine sozial akzeptable Technologie sei. (Vgl. GB/Dtl.).¹⁶

[3.] Abfallbehandlung

Gentechnische Verfahren zur Beseitigung von Verschmutzungen durch Öl oder Chemieabfälle gehörten zu den ersten Optionen der Biotechnologie. Von Anfang an hätten Besorgnisse der EPA über mögliche Gefahren die Entwicklungen beeinflußt, z.B. durch den Einbau von Selbstmord-Plasmiden etc. Am Beispiel des Ölunglücks in Alaska sei ein weiterer für CTA relevanter Aspekt deutlich geworden: In der Biotechnologie könne eine Spannung zwischen kommerzieller Stimulierung und sozialer Kontrolle bestehen, und beides sei sozial wünschbar: Der EPA sei nach diesem Unglück vorgeworfen worden, sie habe die Produktion von genveränderten wirksamen ölfressenden Bakterien dadurch verhindert, daß sie wegen der Freisetzungsdebatte keine entsprechenden Tests erlaubt habe. Hier drücke sich die zwiespältige Aufgabenstellung der EPA aus: Unterstützung von Technologien für eine verbesserte Umwelt einerseits und Durchsetzung von Regulierungen, die als Einschränkungen empfunden werden, andererseits. (p. 9)

Jelsma kommt nach dieser Darstellung zu folgendem Resumé: "The study makes clear enough that biotechnological trajectories are modified in the name of safety and social desirability, in relation with public concern about features of biotechnology or 'gene technology'." (p. 10) D.h. biotechnologische Trajekte/Entwicklungs-

¹⁶ Anschließend Darstellung des Fünf-Jahres-Moratoriums, das von der Enquêtekommission in der BRD vorgeschlagen wurde.

linien seien durch soziale Kriterien wie Sicherheit und sozialer Wünschbarkeit - in Verbindung mit der öffentlichen Aufmerksamkeit - geändert worden.

Diskussionspunkte. Wie die Prozesse und Ergebnisse im Hinblick auf das in CTA enthaltene normative Element (Rip/van den Belt) allerdings zu beurteilen seien, stellt für Jelsma eine wichtige Frage dar, für die er keine eindeutigen Antworten findet.

Das gelte für die aus dem Prozeß hervorgegangene "Hardware" (das Produkt) ebenso wie für den Prozeß des "produktiven Lernens". Produkte, die nicht in Frage gestellt würden (wie Herbizide), müßten nicht unbedingt "gute" Biotechnologie sein, und eingeschränkte oder gestoppte Technologien (wie biologische Pestizide) nicht unbedingt "schlechte".¹⁷ Auch die Resultate des Lernprozesses seien nicht automatisch positiv. Dafür werden eine Reihe negativer Stellungnahmen von (frustrierten) Vertretern aus Wissenschaft, Industrie, Verwaltung etc. angeführt; solche Lernprozesse könnten auch zur Verfestigung negativer Einstellungen und für Jahre zur Blockade von Kooperationen führen. So hätten sich Erfahrungen aus der Regulierungsdebatte der 70er Jahre in Schwierigkeiten bei den Freisetzungsdebatten der 80er Jahre niedergeschlagen. (p. 10)

"Thus CTA, both on the level of the technology it wants to transform, and on the level of the social learning process it seeks to modulate, is a risky process. For trajectories of biotechnology, we can still not be sure that we will have finally technology, and a world, that is better than without CTA being practiced." (p. 11)

Da eine Rückkehr zu einer Situation, in der Technik das Geschäft einer Handvoll von "Unternehmen, Politikern und Wissenschaftlern" (p. 11) ist, auch nicht wünschenswert sei, müßten die Risiken der CTA-Praxis reduziert werden. Der Vorschlag von Jelsma ist es, sich auf den Lernprozeß und nicht auf die Bewertung der Ergebnisse zu konzentrieren; bessere Lernprozesse lieferten bessere Ergebnisse. Allerdings formuliert Jelsma vorsichtiger als Rip/van den Belt: das Begreifen der Lernprozesse sei erst einmal die Voraussetzung für ihre mögliche Veränderung, die dann zu einer Verbesserung des Ergebnisses [output] führen könne.

Lehren. Bei den geschilderten Lernprozessen rund um die Regulierung der Biotechnologie springe die den Prozessen anhaftende Unsicherheit ins Auge, die sich auf kognitive und auf soziale Aspekte beziehe.

Die kognitive Unsicherheit betreffe das fehlende Wissen (theoretisch und empirisch) zur Risikoabschätzung, sie sei aber auch im Bereich der Regulierung vorhanden; nötig seien Begriffsklärungen, z.B. bezüglich Organismen, "pathogen" etc. - mit unmittelbarer Auswirkung auf die Konzeptionen [design] der Technologien. Eine weitere Unsicherheit bestehe darin, daß für Sicherheits- und Überwa-

¹⁷ Zudem könne eine anders betriebene Landwirtschaft insgesamt die bessere Lösung sein als der Einsatz noch so verbesserter biologischer Produkte. (S. 11)

chungsmaßnahmen die gleiche Technik benutzt werde wie für die Technologie, deren Sicherheit zur Diskussion steht ("two-layered CTA", i.e. zweischichtiges CTA) und damit zur Aufheizung der Auseinandersetzungen beitrage.

Im Lichte dieser kognitiven Unsicherheiten, wenn Ziel und Richtung unklar seien, werde "technology forcing" problematisch. Die Erfahrungen in der Biotechnologie unterstrichen die Bedeutung des von Rip/van den Belt erwähnten "technology forcing dilemma". (p. 12)

Die soziale Unsicherheit resultiere aus dem komplexen Feld der Akteure/Netzwerke. Zwar sei allen Beteiligten aus dem angenommenen Beziehungsdreieck von Staat [regulators] Unternehmen und Bürgerinitiativen [public interest groups] ihre gegenseitige Abhängigkeit klar, und sie gingen rücksichtsvoll miteinander um. Da jedoch jeweils wichtige Interessen [high stakes] auf dem Spiel stünden, komme es zu strategischen Spielen, in denen versucht werde, die anderen auszutricksen. Der strategische Zug im Verhalten der Akteure zueinander sei eine Quelle für die Unsicherheiten in den Lernprozessen, nie könne mit Sicherheit die wirkliche Bedeutung einer Handlung erschlossen werden.

Als weitere Quellen für Unsicherheiten in den Lernprozessen, die als Ansatzpunkte für "strategische Spiele" fungieren können, nennt Jelsma:

- Schlechte Kommunikation;
- zweideutige Aufgabenstellungen [missions and policies] der (Regulierungs-) Agenturen (Bsp. NIH, das sowohl einen Beitrag zur Konkurrenzfähigkeit der USA leisten solle, als auch am Regulierungsprozeß beteiligt sei; s.a. EPA);
- zweideutiger Charakter von Zwischenergebnissen des Prozesses;
- schlechte Politik [poor performance of government] durch widerstreitende Interessen innerhalb der Bürokratie und Regierungsagenturen. Die Regierung könne der (wichtigen) Rolle, die ihr im CTA-Konzept zugedacht werde, nicht immer gerecht werden;
- (keine¹⁸) Offenheit des Prozesses: In Großbritannien hätten die Regulierungskomitees für Biotechnologie einen viel breiteren Teilnehmerkreis als in den USA; das könne ein Grund für den konfliktfreieren Verlauf [runs rather smoothly] sein. (p. 14)

Zwei Ratschläge stellt Jeelsma an den Schluß des Referats: Erstens sollte in Bereichen, in denen Lernprozesse zu erwarten seien, Netzwerke hergestellt werden¹⁹, in die möglichst viele Akteure integriert werden sollten. Zweitens sollte

¹⁸ Jelsma listet nur "openness of the process" auf.

¹⁹ Verweis auf die "techno-economic networks" (Callon 1991, 1992).

rechtzeitig damit angefangen werden, Netzwerke aufzubauen. Unter Rückgriff auf die Arbeit von Collingridge (1980) schlägt Jelsma die gegenseitige Abstimmung der Vorlaufzeiten ["lead times"] für die Entwicklung technologischer Trajekte einerseits und für die Regulation andererseits vor:

"The problem of the long lead time of regulation becomes smaller as the design of such regulation, and of the necessary networks, is shifted to earlier stages of the technological trajectory. That is, if advantage is taken of the long lead times of technological trajectories for the building up of regulatory networks." (p. 14)

Die von Rip/van den Belt vorgeschlagene dritte CTA-Strategie - Modulation der Lernprozesse während ihres Ablaufs - habe sehr viel größere Erfolgchancen, wenn die notwendigen Netzwerke schon vorhanden seien. Das "Kontrolldilemma" läßt Jelsma aufgrund der Erfahrungen in der Biotechnologie hier nur mit Einschränkungen gelten: Es sei immer vorhersehbar, daß bestimmte Aspekte eines technologischen Trajekts reguliert werden müßten.²⁰

Der Industrie sei mittlerweile klar geworden sei, daß Umweltprobleme in den Gesellschaften ernst genommen würden; und so sei es für sie von strategischer Bedeutung [strategic issue], daß die Regulierungen rechtzeitig vorhanden sind. Damit seien die Aussichten günstiger geworden, daß das Kontrolldilemma umgangen und daß ein "momentum" für frühzeitige Lernprozesse im Bereich der Regulation geschaffen werden können. (p. 14)

6. Diffusion und Transfer: Aspekte einer Technologie-Erzwingungspolitik²¹

Die seit langem mögliche gemeinsame Erzeugung von Strom und Wärme [cogeneration²²] in der Energietechnik erlaubt eine Erhöhung des Wirkungsgrades. Das bedeutet Schonung der Umwelt (Reduzierung der Abgase) und der Ressourcen. Für Schweden ist dieses Verfahren darüber hinaus interessant als mögliche Substitution für die Energieerzeugung aus KKW's (Ausstieg gesetzlich festgeschrieben). Zu dieser Debatte soll das Diskussionspapier durch die Aufnahme ausländischer Erfahrungen (speziell in Österreich) beitragen.

20 Zum Beispiel sei von Anfang an (seit Beginn der 70er Jahre) klar gewesen, daß die Regulation der voraussehbaren Freisetzungen nur mit Schwierigkeiten in das vorhandene Regelsystem würde integriert werden können. Aber erst nach 1983, nach den Mißerfolgen der ersten Feldversuche, sei etwas unternommen worden.

21 The diffusion of Cogeneration: Technology Commanding and Organizational Culture von Mikael Hård, Ass. Prof., Unit of Human Technology Centre for Interdisciplinary Studies, Univ. Göteborg; Aug. 91 bis Aug. 92: WZB (Organisation und Technikgenese).

22 Kraft-Wärme-Kopplung. Im Folgenden als "K-W-K" abgekürzt. In der englischen Literatur (bei Hård allerdings nur im Zitat) wird auch der Ausdruck "CHP": "combined heat and power" benutzt.

"Die Analyse kann als vorläufiger Beitrag für CTA der K-W-K (Rip & Belt, 1988) gesehen werden. CTA, dessen Aufgabe [endeavor] mit dem 'Aufspüren [trace], Formulieren und Entwickeln von sozial wünschenswerten und nützlichen technologischen Anwendungen' (Leyten & Smits, 1987:3) definiert wurde, umfaßt einen breiten Bereich von politikunterstützenden Maßnahmen. Da die K-W-K eine schon existierende Technologie ist, konzentriert sich das Referat auf den Aspekt des Aufspürens, in Ergänzung zu Implementierungsstrategien." (p. 2)

In Schweden werde Technologiepolitik vor allem als FE-Politik gesehen; Transfer und Verbreitung existierender Technologien sollten jedoch auch dazu gehören. Das betrifft K-W-K: nicht eine neue Technik müsse geschaffen werden, sondern Organisationen (bestehende oder neu zu schaffende) müßten veranlaßt werden, diese Technologie einzuführen. Das heißt, eine solche "technology forcing policy" und CTA müßten auf Diffusion und Transfer zielen; auf den Aufbau einer entsprechenden Selektionsumgebung.

Anweisungspolitik [command policy] als eine Form von Technologiedurchsetzung [technology forcing] sei vermutlich bei der Einführung ganz neuer Technologien wenig erfolgsträchtig (Rip/van den Belt), im Fall von Technologiediffusion könne das jedoch eine tragfähige Alternative sein. (p. 5)

Die Verbreitung der Kraftwärmekopplung sei primär weder ein technologisches (K-W-K entspreche dem "Stand der Technik") noch ein ökonomisches Problem (Fördermaßnahmen bzw. Abgabepolitik bezogen auf Schadstoffausbringung griffen nicht; Bsp.e aus Frkr., Schweden, USA), sondern ein organisatorisches, ein Problem der institutionellen Schranken. Diese Technologie berühre nämlich zwei verschiedene Ingenieurbereiche (Heizung und Elektrizität) und vier verschiedene Arten von Unternehmen (EVUs [power utilities], regionale Heizkraftwerke [district heating firms], Industrien mit Wärmeüberschuß und solche mit einem Überschuß an el. Energie). Elektrizitätskraftwerke, vor allem bei zentraler Organisation, würden wohl in dem von ihnen beherrschten Technikfeld Veränderungen vornehmen, jedoch nicht in einen anderen Bereich wechseln. Dafür seien weniger ökonomische Argumente als Verhaltens- und Denkmuster [behavioral and ideological factors] ausschlaggebend. (p. 7) Die von Dierkes (1988) und Dierkes/Knie (1989) angezogene Interpretation der Organisationskultur, bzw. der Leitbilder und Stile sieht Hård allerdings als zu eng gefaßt: Das Konzept der Organisationskultur müsse beides enthalten, Elemente der Vorstellung und Elemente des Verhaltens; Handlungsmuster und Interaktionsroutinen als Ergänzung zu Annahmen, Werten und Wahrnehmungen. Stile und Traditionen seien dann als integrale Bestandteile der Kultur, nicht als ihr Produkt zu denken. (p. 8)

Eine Organisationskultur müsse offen genug für die Übernahme fremder Elemente sein, für die Aufnahme neuer Suchroutinen. Hier könne ein Eingreifen von außen [external force] nötig werden. Auf den Fall der K-W-K bezogen: Soziale Träger [social carriers] müßten gefunden werden. Da das wegen der hohen Kapitalkosten und der langen Vorlaufzeit [lead time] nicht einfach sei, könnte eine

technologie-anordnende Politik [technology commanding policy] erfolgreich sein. (S. 9)

Fallbeispiel Österreich.

Den organisatorischen Hintergrund skizziert Hård folgendermaßen: Die Österr. Elektrizitätswirtschaft ist seit den 20er Jahren ganz überwiegend auf Länderebene organisiert, jedoch in der "Verbundwirtschaft" national zusammengeschlossen. Seit 1987 ist das Kapital der 1947 verstaatlichten Gesellschaften zwar zu 49% für private Anleger geöffnet, die öffentliche Kontrolle blieb jedoch erhalten. Auch der Fernwärmebereich [heating sector] wird vorwiegend öffentlich kontrolliert, jedoch eher auf der kommunalen Ebene.

Es sei naheliegend, daß die Aufsplitterung sowohl der Technik wie der Zuständigkeit für die Einführung der K-W-K nicht förderlich war. Der Bau des ersten K-W-K-Kraftwerks erfolgte (1949) in einer Stadt (Klagenfurt), die nach dem 2. Weltkrieg auch die Verfügung über ein eigenes Elektrizitätswerk hatte, so daß die Stadtverwaltung die Kombination von Wärme und Strom erzwingen konnte und so u.a. die Strompreisspitzen im Winter (dominierende Wasserkraftwerksversorgung) vermeiden konnte. (p. 11). Für den Bau des 2. K-W-K-Kraftwerks Mitte der 50er Jahre in Salzburg war eine vergleichbare Konstellation kommunaler Interessen maßgebend.

Die 3. Anlage in Graz (Anfang der 60er Jahre) ging aus einer komplizierteren Konstellation hervor: Sie sei gegen das Zögern sowohl der Stadtwerke wie der landeseigenen Elektrizitätsgesellschaft, deren Organisationskultur von Wasserkraftwerken geprägt gewesen sei, von Landesregierung und Stadtverwaltung gemeinsam durchgesetzt worden. Für die Politik ausschlaggebend seien Argumente der Arbeitsplatzsicherung (Braunkohlenbergbau), des Verbrauchszuwachses und der städt. Wärmeversorgung gewesen; Erfolg hätten die politischen Akteure gehabt, weil sie einen gemeinsamen sozialen Träger gefunden hätten. Eine systematische Planung in Richtung K-W-K habe jedoch erst Mitte der 70er Jahre (Ölkrise, Club of Rome-Bericht) begonnen, die einen weiteren Schub durch den in einer Volksabstimmung erzwungenen Stop des Baus des KKW-Zwentendorf bekommen habe: Vergleichbar mit der Situation, der sich Schweden gegenübersehe, hätten damals die Energieversorgungsunternehmen nach Alternativen Ausschau halten müssen. (p. 16) Der Bau eines großen K-W-K-Kraftwerks südlich von Graz in den 80er Jahren sei von den Energieunternehmen initiiert worden; der staatliche Druck (forcing) habe sich auf die Durchsetzung von niedrigen Abgaswerten konzentriert. Für Hård ist die neue Konstellation, im Unterschied zu der in den 60er Jahren, Folge der Herausbildung einer eigenen Tradition der Zusammenarbeit. K-W-K sei Teil der Organisationskultur beider Firmen geworden, "a technological selection environment fostering the erection of cogeneration plants had been shaped within these firms." (p. 17)

Auch für die Stadt Wien zeichnet Hård die Entwicklung nach, die zum Bau eines K-W-K-Kraftwerks führte. Der Ausgangspunkt sei anders als in Graz gewesen (Umweltschutz), das Ergebnis aber vergleichbar:

"In beiden Fällen wurde die K-W-K ursprünglich von den [politischen] Autoritäten ausgewählt und die öffentlich kontrollierten [Energieversorgungs-]Unternehmen gezwungen, [forced] diese Beschlüsse zu übernehmen [implement]. Eine staatliche Elektrizitätsgesellschaft (..) bekam die Verantwortung für die K-W-K-Anlage und eine städtische Organisation (..) sorgte für die Verteilung der Wärme. [Eine weitere Ähnlichkeit besteht darin], daß die Unternehmen ihre Zusammenarbeit fortsetzten und gemeinsam zukünftige Projekte planten, nachdem die Kooperation einmal in Gang gesetzt worden war. (..) Mit anderen Worten: die gemeinsame Erzeugung von Strom und Wärme ist jetzt integraler Teil ihrer Organisationskulturen." (p. 19)

Voraussetzung dieser erfolgreichen Umsetzung politischer Vorgaben sei vermutlich die öffentliche Kontrolle der Versorgungsunternehmen gewesen. Eine Politik über Abluft-Grenzwerte und ökonomische Steuerung hätte wohl kaum die Unternehmen zur Kooperation gebracht. Es sei schwer vorstellbar, daß eine Elektrizitätsgesellschaft, ohne dazu gezwungen zu sein, in den ihr fremden Bereich der Wärmeversorgung vordringt.

Internationale Vergleiche bestätigten die am österreichischen Beispiel gewonnenen Ergebnisse. Eine Studie der Internationalen Energieagentur verweise auf zwei Hemmnisse bei der Einführung der K-W-K, wobei das erste Argument²³ - Elektrizitätsgesellschaften, die Wärmekraftwerke errichteten, seien nicht fähig oder nicht daran interessiert, Heizwärme zu erzeugen - von Hård in anderer Terminologie vorgestellt wird:

"Man könnte sagen, die Organisationskulturen der Elektrizitätsgesellschaften beinhalten gewöhnlich keine Fernwärme-[heating]Techniken. Wegen dieses Mangels sind die Unternehmen sowohl uninteressiert wie unfähig, von reiner Elektrizitätsproduktion sich der K-W-K zuzuwenden." (p. 21)

Auch die in Dänemark verbreitete Kopplung von Fernwärme- und Elektrizitätsversorgung sei auf Grund staatlicher Interventionen (in diesem Fall national-staatlicher) durchgesetzt worden [technology commanding policy]; jedoch auch da über "soziale Träger" auf kommunaler und regionaler Ebene. In Ländern, in denen solche möglichen Träger nur schwach ausgebildet sind, gebe es dementsprechend nur selten die gemeinsame Erzeugung von Strom und Wärme. (p. 22)

23 Das zweite Hindernis, die Standorte für Kraftwerke seien eher nach Anforderungen der Stromnetze als nach denen der Fernwärme (Stadt Nähe) ausgelegt, könne durch verbesserte Techniken mittlerweile als überwunden gelten.

Unter der mit Absicht provokativen Überschrift "Why Technology Forcing is Necessary" resümiert Hård seine Argumente (pp. 23f.). Um die K-W-K einzuführen, sei zumindest in den ersten Phasen politischer Druck nötig. Organisationen müßten (als soziale Träger) ausfindig gemacht oder aufgebaut werden, die allein oder gemeinsam mit anderen diese Technik in ihre Kultur übernehmen würden [incorporate].²⁴ Erfolgversprechend sei eine technologische Selektionsumgebung, an der folgende Akteure [agents] beteiligt seien:

- Interessengruppen [pressure groups];
- Politiker, die die entsprechende Technologiepolitik konzipieren und finanziell fördern könnten;
- Autoritäten vor allem auf lokaler oder regionaler Ebene, die öffentliche Unternehmen zur Aufnahme solcher Projekte veranlassen könnten, i.e. "technology commanding policy";
- öffentliche oder private Unternehmen, die diese Technik in ihre Organisationskulturen übernehmen.

Sobald aber die Technologie technisch und kulturell etabliert sei, d.h. selber zum "herrschenden Stand der Technik" geworden und in bestehende Organisationen integriert worden sei, ändere sich der Charakter der Selektionsumgebung: Die "technology forcing policy" könne durch Grenzwert-Taktiken ersetzt werden; seien soziale Träger erst einmal gefunden, könne auch eine Politik der wirtschaftlichen Steuerung [economic regulation policy] Wirkung zeigen.

7. Technische Lösungen für politische Visionen?

Die Frage nach der Möglichkeit technischer Lösungen für politische Visionen diskutieren Ulrik Jorgensen und Peter Karnoe²⁵ am Fallbeispiel der dänischen Windturbinenindustrie.

Das Referat soll eine Basis schaffen für die Diskussion²⁶ von "theoretischen und

24 Hård weist hier explizit die auf Westdeutschland bezogene Argumentation von Verbruggen/Marcellis (1986) zurück, die als günstigste Konstellation zur Durchsetzung der K-W-K die Erzeugung von Strom und Wärme durch private Unternehmen und ihre Verteilung durch städtische Gesellschaften vorschlugen.

25 Ulrik Jorgensen (Technological Assessment Unit, Technical University of Denmark), Peter Karnoe (Institute of Organisation and Industrial Sociology, Copenhagen School of Economics): The Danish Wind Turbine Story - technical solutions to political visions?

26 Verwiesen wird auf das in der Dissertation von Peter Karnoe (1991) zusammengetragene Material. Eine Überarbeitung des Papiers (draft) nach der Tagung wird gleich in der Einführung angekündigt; und zwar sei beabsichtigt den historischen Hintergrund, Industriestatistiken und Literaturverweise (references ?) auszubauen.

methodologischen Fragen, die insbesondere vorangetrieben werden in Theorien über die soziale Konstruktion von Technik, in ökonomischen Theorien der Innovation und Evolution und durch die eklektischen Ideen von CTA." (S. 1)

Dargestellt wird die Entwicklung der dänischen Windturbinenindustrie aus dem Nichts zu einer auf dem internationalen Markt wettbewerbsfähigen Exportindustrie. Im Vergleich mit anderen Ländern (enorme FE-Förderung mit geringer Wirkung) überrasche die aus der dänischen Entwicklung hervorgegangene Technik durch eine Kombination von niedrigen Kosten und hoher Leistung [performance]. Zugrunde liege diesem Erfolg die Arbeit begeisterter Ingenieure und ein Konzept des "learning by doing" in der Industrie. Obwohl die Nutzung der Windenergie zur Stromerzeugung in Dänemark schon Ende des 19. Jahrhunderts begann (als Teil der "Volkshochschulbewegung", vorangetrieben mit der Intention der Modernisierung des Lebens auf dem Land/der Landwirtschaft) und es auch in der Zeit unmittelbar nach dem 2. Weltkrieg (im Rahmen eines OEEC-Programms, mit Marshallplan-Geldern) - wiederum vorwiegend getragen von einer Einzelperson - intensive Entwicklungsarbeiten auf diesem Gebiet gegeben hatte, habe erst die als Reaktion auf die Energiekrise und den Kampf gegen Kernkraftwerke entstehende grass-root-Bewegung die unternehmerischen Ideen und den institutionellen Rahmen für die erfolgreiche Entwicklung der Windturbinen(industrie) geschaffen, wobei die technischen Prinzipien und Konstruktionen der Anfänge aufgenommen und weiterentwickelt wurden.

Für die Diskussion und Kommentierung des ausgebreiteten empirischen Materials [i.e. Darstellung der Windkraftentwicklung seit dem Ende des 19. Jh.] werden vier theoretische Fragen vorgegeben:

[1.] Das Konzept des "seamless web" wird in Frage gestellt, "indem die relative Unabhängigkeit technischer Konzeptionen und ihrer jeweiligen Entwicklungsverläufe [path of development and independence] aufgezeigt wird. Technologische Entwürfe und Konzeptionen scheinen nicht aus sich heraus voraussagbare Entwicklungslinien zu implizieren, sondern [nur] in Kombination mit institutionalisierten sozialen Strukturen, die die 'verborgenen' Möglichkeiten, die in der Technik angelegt sind, zum Vorschein bringen, entwickeln und gebrauchsfähig machen [bring into use] können." (S. 3)

[2.] "Wissensakkumulation und die Stärke der industriellen Produktionsweise setzen die Bedingungen für die 'industrielle Dominanz' im technologischen Entwicklungsprozeß. Das weist auf die Notwendigkeit hin, 'Netzwerke', 'Meso-Ebenen' und 'Spiele' mit Fleisch und Blut sozialer, institutioneller und politischer Art zu versorgen." (S. 3)

[3.] Die Fähigkeit organisierter und etablierter Interessen, Perioden, in denen sie unter Druck [attack] geraten, durchzustehen, könnten nicht einfach mit den aus der Institutionalisierung eines technologischen Regimes resultierenden Machtbeziehungen [power relations] erklärt werden. Macht sei, wie andere soziale Ele-

mente auch, zugleich Ergebnis einer Entwicklung wie auch deren Vorbedingung. Es sei wichtig, bestehende Machtbeziehungen in ihrer Erscheinungsweise zu erkennen, z.B. als antizipiertes Verhalten. Das methodologische Problem bestehe in der Interpretation, z.B. der Übernahme von Energiesparkonzepten durch die Stromkonzerne.

[4.] "Die Konnotationen, die insbesondere Modellkonzepten eigen sind, die von der Evolutionstheorie und deren Verwendung der Spieltheorie beeinflusst sind, sind schwierig zu handhaben. Insbesondere bei der Interpretation von Selektionsumgebung und Spielstrukturierung endet man nur allzu leicht unabsichtlich in einer Art 'survival of the fittest'-Analogie." (S. 3)

Faktenhintergrund²⁷ ["intertwined story of social and technical developments"] (S. 4ff):

Die Entwicklung und der Einsatz von Windturbinen in Dänemark begann schon Ende des 19. Jahrhunderts, vorangetrieben von dem Prof. für Physik Poul La Cour, der die Landwirtschaft u.a. mit Hilfe der Elektrizität modernisieren wollte; er entfaltete gleichermaßen Aktivitäten in der dänischen Volkshochschulbewegung, in Kooperativen und im Bauernverband [farmer]. Nach systematischen Konstruktionsverbesserungen (mit finanzieller Unterstützung durch die Regierung) und der Entwicklung von Stromspeichermöglichkeiten, kam eine Produktion von mehreren hundert Turbinen in Gang, die an große Bauernhöfe, Maschinengeschäfte und Dörfer abgesetzt wurden, so daß in Dänemark auf dem Land die Elektrizität z.T. früher verfügbar war als in den Städten (Gas als Energiequelle).

Elektrizität wurde als fortschrittliche Kraft für die Neuordnung [restructuring] der Gesellschaft angesehen, die auch die konservative antiparlamentarische Regierung anstrebte, gegen die wiederum Sozialdemokraten und linke Kleinbauernpartei [peasant] kämpften. (S. 4)

Dieselgeneratoren, Kohle- und später Ölkraftwerke und Stromversorgungsnetze verdrängten ab ca. 1920 allmählich fast ganz die Stromerzeugung durch Windturbinen, (S. 5) obwohl Forschung und Experimente nie ganz aufgegeben wurden (Frkr., Dtl., SU).

"Big is beautiful - a technocratic vision"

Die Erfahrung bei der Konstruktion und Errichtung von Kraftwerken, wo jede Generation effektiver und effizienter als die vorhergehende arbeitete, führte zum Mythos, daß Verbesserungen von Größe und Konstruktionserfahrungen abhingen

27 Im Referat wird die Darstellung des historischen Ablaufs unterbrochen durch allgemeinere Problemstellungen wie Zentralisierung; Drang zur Größe (technokratische Vision); top down vs. bottom up-Modelle; Strategiedebatten in der "Graswurzel"-Bewegung.

[based not on scale²⁸ but on size and design experience] (S. 6). Diese Auffassung fand Anhänger auch im Bereich alternativer Energien: In den USA wurde in den 30er Jahren am Konzept einer 1250 kW-Turbine gearbeitet, dessen Ausführung aber 1945 mit einem Desaster endete; zahlreiche Forscher hielten das Konzept für stimmig, obwohl es nicht funktionierte. Allerdings war in den 50er Jahren die Vielfalt der Entwicklungen (Größenordnungen und Konstruktionsprinzipien) groß. Es schälten sich zwei unterschiedliche Auffassungen heraus:

- der "top-down-Ansatz, als technokratische Entwicklungsstrategie: große Anlagen sollten wie konventionelle zentrale Kraftwerke von den Elektrizitätsgesellschaften errichtet werden. Die Wissensgrundlage [knowledge base] sollte durch technologische Forschung gewonnen werden und weitere Verbesserung in der Funktion [remaining problems !], z.B. strukturelle Stabilität, Flügeldesign, leichte Materialien betreffend, durch technische Forschung gelöst werden. Möglich schien aber auch ein "scaling-up" von kleineren Prototypen.
- der "bottom-up-Ansatz: aus langfristiger Erfahrung mit kleinen Turbinen auf lokaler Ebene sollten nach und nach [step by step] Innovationen mit geringem ökonomischen Risiko entwickelt werden, und zwar sowohl in der Fertigung als auch in der Nutzung [learning by doing in industry and learning by using in maintenance]. (S. 7)

Dieser Ansatz wurde vor allem in Dänemark verfolgt.

Nach dem Ende des 2. Weltkriegs lief unter der Schirmherrschaft der OEEC, finanziert von einer Elektrizitätsgesellschaft, von 1947 bis 1958 ein Versuchsprogramm, getragen und vorangetrieben von einem zu Beginn schon sechzigjährigen außergewöhnlichen Ingenieur (Juul), das schließlich 1957 (mit Marshallplan-Geldern) zum Bau einer (einzigen) langsam-laufenden 200 kw-Turbine in Gedser führte, die 10 Jahre in Betrieb blieb. Das Programm [welches ?] wurde 1962 aufgrund eines Gutachtens wegen mangelnder Kosteneffektivität eingestellt. Eine zweite Turbine nach einem anderen Konstruktionsprinzip (schnell-laufend, zwei-flügelig, nach der Konstruktion des dt. Prof. Hütter) mit 100 kw wurde ebenfalls in den 50er Jahren errichtet [von wem ?]. (S. 8) Die beiden "Einzelstücke" werden als Beispiele für die in den 80er Jahren eingeschlagenen unterschiedlichen Entwicklungsrichtungen angesehen. (s.u.)

Die dänische Regierung setzte ab Ende der 50er Jahre auf Atomenergienutzung (S. 8): 1958 Aufbau eines Forschungszentrums; 1971 Entscheidung der dän. El.gesellschaften zum Bau von KKWs; 1974 Plan zur Errichtung eines KKW in Jutland und Versuch der Durchsetzung von oben herab. Gründung einer Gegenorganisation von in der alternativen Umweltbewegung und der Anti-

²⁸ "Scale" könnte hier im Sinne von "economies of scale" gebraucht werden. S.a. S. 16: "Scale effects were assured on each level .. by producing series of turbines for the market."

Atombewegung erfahrenen Leuten (OOA), die jedoch eher eine rückwärtsgewandte Perspektive dörflicher [local] Idylle verfolgten (S. 9)²⁹.

In der dänischen Tradition von öffentlicher Information und Diskussion (s. Volkshochschulbewegung) wurde ein offizielles Komitee zur Energieinformation (Board for Energy Information) gegründet, an dem sich alle interessierten Gruppen beteiligen konnten. Neben dem Kampf gegen Kernenergie wurde nach Alternativen gesucht und 1975 zur Umsetzung eine entsprechende Organisation für Informations- und Wissensvermittlung und -austausch gegründet (OVE) (S. 12), die eine wichtige Rolle beim Aufbau eines informellen Netzwerkes für die zahlreichen Bastler und alternativen Unternehmer spielte (vierteljährliche "Windtreffen"). Diese Do-it-yourself-Phase mit einer großen Vielfalt von Kleinstanlagen (z.T. unter Rückgriff auf die Erfahrungen in den 40er und 50er Jahren erstellt) wurde bald abgelöst durch die Etablierung von ca. 20 vorwiegend von der Landmaschinenproduktion herkommenden Kleinunternehmen, die aus vorgefertigten Komponenten Windturbinen zusammenbauten.

Die Jahre 1978 und 1979 waren entscheidend für die Institutionalisierung der Technologie: ein Test- und Prüfinstitut wurde (auf dem Gelände des Atomforschungszentrums) errichtet, das mit der Durchsetzung gemeinsamer Standards und der Kontrolle von Sicherheit und Zuverlässigkeit die Kleinunternehmen technologisch wettbewerbsfähig machte und zudem die Exportchancen durch die Verleihung eines unabhängigen Prüfsiegels erhöhte. Weiterhin startete die Regierung eine Reihe von FE- und Zuschußprogrammen, wobei nach Meinung der Autoren die Mittel des Energieministeriums eher in traditionelle Kanäle und Richtungen flossen (Energiekonzerne, herkömmliche Energienutzung), während das Industrieministerium mit seinem Programm für erneuerbare Energien großen Einfluß hatte, eine frühe Form von Industriepolitik betrieb (direkte Zuschüsse für den Kauf von Windturbinen, indirekte über den Erlaß der Energiesteuer) (S. 15).

Als Resümee der abgelaufenen Entwicklung halten die Autoren zunächst zwei Punkte fest:

- Der alternativen Energiebewegung (OOA) sei die Einbeziehung [enrollment] zahlreicher sozialer Gruppen gelungen, was ihr Zugang verschafft habe zu den Diskussionen in Parlament und Parteien, zu einzelnen Wissenschaftlern, zu Förderprogrammen und von Anfang an zu Planungsprozessen.

29 Zitiert wird weiter unten aus einem Thesenpapier der OOA von 1975, in dem die Zentralisierung der Macht in der Gesellschaft und die Wachstumsideologie kritisiert werden. Erneuerbare Energiequellen erlaubten einfache Technologien, kleine Einheiten, die Raum für lokale Planung und demokratische Strukturen ließen, und sie vermieden die Abhängigkeit von Monopolen und vom Ausland: Atom, Kohle und Öl stünden für die entgegengesetzten Strukturen. (s. S. 11)

"OAA was able to enroll supporting groups and stabilize renewable energy sources as a necessary element in energy supply." (16)

- In der ersten Phase sei es OOA und OVE gemeinsam mit Herstellern und Kooperativen auch gelungen, den an kleinen Anlagen [small scale] orientierten technologischen Rahmen [technological frame] zu stabilisieren. Nach Beginn der öffentlichen Förderung habe aber durch den Eintritt der Elektrizitätsgesellschaften in die Entwicklung der traditionelle Großtechnik-Ansatz [big-scale] an Boden gewonnen. Er sei zwar nicht erfolgreich gewesen, was aber dem wachsenden Einfluß der Stromkonzerne in den 80er Jahren nicht behindert habe. (S. 16) Forschungsprogramme und öffentliche Förderung bevorzugten in Dänemark durchgängig dieses forschungsorientierte top-down-Modell. (S. 18)

Dann werden noch einmal die Kennzeichen und jeweiligen Stärken bzw. Schwächen der unterschiedlichen Entwicklungsstrategien für Windturbinen zusammengestellt (S. 16): Die Technologie der Windturbinen sei einfach nur in der Phase der Montage; die Basistechnologien (Aerodynamik; Material; Steuerung etc.) seien jedoch kompliziert, und an ihrer Entwicklung seien Branchen mit unterschiedlichen Traditionen und Stilen beteiligt. Alles zusammen habe die Grundlage für das Nebeneinander zweier verschiedener Strategien geschaffen: die bottom-up und die top-down Strategie.

Dieses "Nebeneinander" bezieht sich jedoch nicht auf einen vergleichbaren Erfolg in der kosteneffektiven Herstellung oder Nutzung. Die Erfolglosigkeit des "top-down" Ansatzes (am Bsp. der US-Strategien, die auf der Hütter-Konstruktion beruhten) würde darauf zurückgeführt, daß das wissenschaftliche Modell/Paradigma der Aerodynamik falsch bzw. ungenügend war und daß damit der technologische Rahmen problematisch wurde. Dieses Argument (auch von Latour/Callon verwendet) wird von den Autoren jedoch relativiert, indem sie darauf hinweisen, daß auch die dänischen Rotorblätter von Ingenieuren dieses Fachgebiets entwickelt wurden, allerdings hätten diese eine Reihe praktischer Erfahrungen und zahlreiche kleinere Änderungen einbezogen. (S. 17) Das top-down Modell biete wenig Möglichkeiten zur Variation und zu Lerneffekten. Ebendas sei die Stärke des bottom-up Modells. Es biete auf der Grundlage ausreichender Fertigungsgrößen Möglichkeiten des "learning by doing" und des "learning by interacting". Kleine konkurrierende Firmen auf einem überschaubaren kleinen Markt könnten mit frühen Informationen aus der Selektionsumgebung über Erfolg und Mißerfolg evolutionär weitere Variationen hervorbringen. (S. 17)

Die Autoren diskutieren noch eine Reihe von Problemen der weiteren Entwicklung:

- Die Notwendigkeit des "scaling up" werde im "technologischen Rahmen" der Industrie mit zu kleinen Schritten angegangen, im Rahmen von Forschung

und Energieunternehmen in zu großen, ohne daß beide sich verständigen könnten. (S. 19)

- Die "grass-root"-Strategie könne bei der weiteren technischen Entwicklung nicht mit der Industrie konkurrieren: Wissensakkumulation und Lernen aus Erfahrung ließen sich mit dem Konzept von Selbstbau-Turbinen ("blacksmith" turbine) nicht verwirklichen.
- Die neu entstandene Industrie benötige die alternative Energiebewegung nicht mehr; sie verfolge nun eher traditionelle Industrieinteressen - allerdings in einer veränderten Situation: verändert hätten sich die Prioritäten der staatlichen Energiepolitik (alternative Energien akzeptiert) und das institutionelle Setting (die Position dezentraler, integrierter Energieproduktion wurde gestärkt).

Am Ende des Referats werden "variation creation" und "selection environment" (als zentrale Kategorien der neueren Technikdiskussion) auf ihren Erklärungswert abgeklopft. Insbesondere bei den Graswurzelunternehmern, aber auch in der Industrie sei eine Vielzahl von Variationen ausprobiert worden:

"You might include all these types of variation in the model just to be sure that every possible difference is included to widen the perspective, hereby losing any analytical possibility to assess variation." (S. 21)

Aber auch die "Selektionsumgebung" habe am Beispiel der Windturbinen nicht zu einem der Theorie entsprechenden Ergebnis geführt:

"The ability to make financial arrangements and social alliances has been as important a selection criteria [as price and performance] not always making the 'best' producers also to be those who survived." (S. 21)

Die evolutionäre (ökonomische) Theorie liefere kaum Hilfestellungen bei der Suche nach Kriterien, die es erlaubten, die "unsichtbare Hand" in den sozialen Prozessen sichtbar zu machen. Im konkreten Fall der Analyse, habe sich gezeigt, daß die Wettbewerbsbedingungen durch unfaire Praktiken [Schläge unter die Gürtellinie] der Elektrizitätsgesellschaften zustande gekommen seien und beinahe zum Kollaps der Windturbinen-Industrie (insbesondere der Gesellschaften mit neuen technologische Lösungen) geführt hätten. (S. 22)

Das Bündnis zwischen "Energie-Idealisten" und den Besitzern von Windturbinen, das in der Durchsetzung der Technologie sehr erfolgreich war, habe durch das ökonomische Interesse der letzteren, an die Netze der Energiegesellschaften angeschlossen zu werden, im Endeffekt zu einer Stärkung der Energiekonzerne geführt. Die ursprünglichen sozialen Visionen, die an lokalen Bedürfnissen orientiert waren und an der Einschränkung der politischen und sozialen Macht zentra-

ler Institutionen, hätten nicht durchgesetzt werden können [overrun/undermined].

Soziale Visionen und Motivationen seien für Ingenieure wichtig. Es müsse die erweiterte Definition eines "technologischen Rahmens" verwendet werden, der nicht nur wissenschaftliche Paradigmata und technologische Heuristik einschlieÙe, sondern auch soziale Werte. (S.23)

8. Eine vergleichende Untersuchung von Faktoren, die Technologieentwicklung beeinflussen³⁰

Eine kritische Einschätzung ["premature"] der Ambitionen von CTA als Interventionsstrategie - wie auch der Akteur-Netzwerk-Konzepte zur Ausweitung der Beteiligungsmöglichkeiten an Netzwerken - wird mit Verweis auf einen früheren Text (Vergragt, Groenewegen 1989) eingeleitet. Gefordert wird (vgl. V.1) eine stärkere Beachtung der strukturellen Bedingungen und Formationen von Netzwerken und eine sorgfältigere Ausarbeitung des CTA-Konzeptes.³¹

Im Fallbeispiel, das Vergragt und van der Vlugt vorstellen, geht es um ein Umweltthema, bei dem die wichtige Frage sei, wie ökonomische und ökologische Argumente zusammen die Entwicklung und die Diffusion einer Technologie formen [shape]. (p. 7)

Frage: "Wie effektiv sind Interventionen von außen oder Netzwerk-Ausweitungen bei der Implementation von Umweltanliegen in eine Technologie? Kann man erfolgreiche Strategien für und Hindernisse gegen erfolgreiche Implementationen identifizieren?" (p. 7)

The National Environmental Policy Plan-theme "Eutrophierung" [Überdüngung] hat zum Ziel, die Anreicherung von Phosphat (P) und Stickstoff (N) im Wasser und im Boden zu verhindern. In den Niederlanden sei das ein extrem großes Problem. In diesem Papier geht es um Technologien, die zu einer Reduktion von P und N führen sollen. (p. 9)

30 Vergragt, van der Vlugt, Mitarbeiter des Ministry of Housing, Physical Planning, and the Environment (Den Haag). Ph. Vergragt leitet eine Projektgruppe, die sich mit Langfristkonzepten (bis zu 50 Jahren) von TA befaßt, mit der Perspektive: was muß in der Gegenwart unternommen werden, um langfristig intendierte Entwicklungen zu unterstützen bzw. nichtgewollte Entwicklungen nach Möglichkeit zu vermeiden.

31 Verwiesen wird auf drei Argumente: (1.) es dürfe keine große Interessendivergenz zwischen den Akteuren bestehen, da sonst keine Zustimmung zu den Aktionen im Netzwerk möglich sei; (2.) Akteure müssen sich als unersetzlich erweisen, um in ein Netzwerk aufgenommen zu werden; (3.) Information wird oft von den Unternehmen monopolisiert und auf eine Weise organisiert, daß sie für Außenstehende nicht leicht zugänglich ist; dabei ist die Information technologie-orientiert und nicht problem-orientiert. (p. 6)

V Zusammenfassung, Kritik

1. Versuch eines integrierten Ansatzes

In einem früheren Text haben Vergragt und Groenewegen (1989) die Perspektive der NOTA bereits für ihre Fragestellungen aufzunehmen versucht. TA - und neuerdings insbesondere auch CTA - haben folgende Zielrichtungen:

"Aktivitäten, die darauf abzielen, das Wissen über unerwünschte Nebeneffekte zu vergrößern, die Teilnahme von mehr sozialen Akteuren bei der Entscheidungsfindung über neue Technologien zu stimulieren und auf diese Weise in einem frühen Entwicklungsstadium unerwünschte Richtungen zu korrigieren" (p. 29).

TA sei definiert worden als " .. das systematische Studium der Auswirkungen auf alle Sektoren der Gesellschaft, die auftreten können, wenn eine bestimmte Technologie eingeführt, ausgeweitet oder modifiziert wird, mit besonderer Betonung aller Folgen [impacts], die unbeabsichtigt, indirekt oder verzögert auftreten" (p. 30)

In dem Papier sollen neuere TA-Argumente aus zwei Blickwinkeln kritisiert werden. Erstens: auf der Grundlage eigener Forschung über die Möglichkeiten der Abschätzung der Umweltfolgen neuer Materialien in einem frühen Stadium ihrer Entwicklung sollen Unangemessenheiten des CTA-Ansatzes gezeigt werden, die in solchen konkreten Fallbeispielen zutage treten. Zweitens: auf der Grundlage einer eigenen Untersuchung (Superfaser) über die Schaffung technologischer Systeme soll gezeigt werden, daß Netzwerke, die mit der Erzeugung technologischer Systeme einhergehen, keineswegs die Möglichkeit begünstigen, daß andere soziale Akteure Einfluß nehmen können. (p. 30)

[a] Neues Konzept. Die Anwälte der CTA behaupten, um die Erzeugung neuer Technologien in eine erwünschte Richtung zu lenken, müsse man die Spielregeln manipulieren. " .. wenn die Dynamiken ingangbefindlicher technologischer Entwicklungen und die strategischen Spiele, die dabei gespielt werden, verstanden werden, können sie moduliert werden, um den Output zu verbessern". (p. 30)³²

Der Begriff "konstruktiv" werde dabei in zweierlei Bedeutung verwendet: die erste bezieht sich auf Idee, daß TA technologische Entwicklungen nicht behindern [impede], sondern sie dahingehend beeinflussen solle, daß die Ergebnisse optimiert und die unerwünschten Nebeneffekte minimiert werden. Die zweite Bedeutung des Wortes beziehe sich auf die frühen Stadien im Lebenszyklus der Entwicklung neuer Technologien - die Phasen, in denen neue Technologien 'konstruiert' werden. (p. 31)

32 Hinweis auf van den Belt, Rip; Ouwens.

Eine grundlegende Kritik an diesem Ansatz bezieht sich auf die darin implizierte Vermutung, daß es keine allzu großen Interessendifferenzen zwischen den verschiedenen Akteuren gibt, die an dem Spiel beteiligt sind (oder sein sollten). Die Interessendivergenzen würden eher als "agonistisch" denn als "antagonistisch" verstanden. Zumindest für den Fall, daß starke (Industrie-)Interessen beteiligt sind, ist das nicht unmittelbar plausibel.

Auf der Ebene praktischer Anwendbarkeit entstünden so eine Reihe von Problemen:

(1.) Um in das Spiel einbezogen zu werden, müssen sich die Akteure als unersetzlich/unerläßlich [undispensable] für die industriellen Großunternehmen erweisen, die die neuen Technologien produzieren.

(2.) Information wird von Industrieunternehmen monopolisiert, und der Zugang zu den Informationen ist für andere Akteure sehr schwierig. Das gelte insbesondere für die Gewerkschaften, wenn sie z.B. Zugang zu Gesundheits- oder Sicherheitsproblemen haben wollen.

(3.) Es sei zu fragen, ob die Struktur wissenschaftlicher Informationen, wenn diese mit spezifischen Interessen verknüpft sind, auch für ganz anders geartete Zwecke nutzbar sei. Z.B. brauche eine Regulierungsagentur [Staat] Wissen, das problemorientiert ist und nicht technologieorientiert. "Wenn also neue Technologien und Schwierigkeiten entstehen, stellt sich nicht nur das Problem, Akteure in das Spiel einzubeziehen; sondern auch [das Problem], sie mit hinreichenden gesetzlichen oder wissenschaftlichen Ressourcen auszustatten, um ihre Perspektiven in die Technologieentwicklung einbeziehen zu können." (p. 31)

Folgerungen: entweder müsse die Regierung einen gesetzlichen Rahmen für CTA schaffen; oder CTA-Studien stoßen auf eine Wand der Geheimhaltung seitens industrieller Interessen, die nicht leicht zu überwinden ist.

[b] Neue Materialien [eigene Untersuchung von Vergragt/Groenewegen über neue Werkstoffe; polymere, technische Keramik, neue Metall-Legierungen].

Mögliche Auswirkungen auf die Umgebung; eigene Untersuchung methodologischer Aspekte). Dafür werde ein Konzept des "environmental profile" benutzt. (p. 32)

Eines der bemerkenswerten Ergebnisse des Forschungsberichtes war, "daß die wichtigste Information hinter den geschlossenen Türen der Industrieunternehmen verbleibt". (p. 32)

Der CTA-Ansatz helfe dabei wenig, schon weil das Problem der neuen Werkstoffe bei den meisten Akteuren gar nicht auf der Tagesordnung stehe.

Vergragt, Groenewegen schlagen zwei Vorgehensweisen vor: die eine bezieht sich auf die Erzeugung von Wissen; die andere zielt darauf, die Industrie zu beeinflussen.

Am Beispiel der neuen Werkstoffe, die sich noch in einem frühen Entwicklungsstadium befinden wird folgendes Zwischenresümee gezogen: relevantes Wissen über Umweltauswirkungen müsse zunächst einmal erworben und strukturiert werden, um überhaupt erst die Instrumente zu erhalten, die man braucht, um die Konstruktion dieser neuen Materialien zu beeinflussen. Das erfordere eine Neu-Abschätzung [reapparaisal] der "materialen" Aspekte von TA, zusätzlich zum CTA-Ansatz. D.h. der CTA-Ansatz für sich genommen ist wegen der Unzugänglichkeit der Industrie unzureichend. (p. 33)

[c] Lektionen für TA. In jüngster Zeit gebe es erhebliche Anstrengungen, die Erzeugung und Entwicklung neuer Technologien zu untersuchen, um zu zeigen, daß es keinen technologischen Determinismus gibt, sondern daß neu entstehende Technologien das Resultat sozialer Konstruktionsprozesse, der Aushandlungen zwischen Akteuren etc. sind. Die resultierenden Technologien sind beschrieben worden mit Begriffen wie "nahtlose Gewebe", "Akteur-Netzwerke", "sozial konstruierte Artefakte". Diese Anstrengungen sind sehr erfolgreich gewesen, weil sie gezeigt haben, daß Technologien das Ergebnis menschlicher Aktivitäten sind, und daß sie uns nicht einfach aufgezwungen werden.

"Trotzdem hat keine dieser Konzeptualisierungen eine große Fähigkeit unter Beweis gestellt, eine Theorie technologischer Entwicklung hervorzubringen, die nicht nur zeigt, daß soziale Akteure involviert sind, sondern die auch einige der ernsthafteren Zwänge zur Kenntnis nimmt, die tatsächlich vorliegen." (p. 33)

Derartige Zwänge spielen z.B. in industriellen Großunternehmen eine beträchtliche Rolle; auf diesem Feld sind einige der Akteure offensichtlich sehr viel mächtiger als andere. "Es ist nicht ein 'nahtloses Gewebe', sondern es sind strukturelle Besitztümer, die für die Entwicklung der Technologie ebenso wie für die Netzwerke selbst ausschlaggebend sind: Es ist unerläßlich, diese strukturellen Aspekte zu untersuchen." (p. 33)

Mit Hinweis auf zwei Untersuchungen von Mulder, Vergragt ["strong fiber"] werden drei Phasen der Technologieentwicklung skizziert:

1. Phase: "der Erfolg des Forschungsprojektes erzeugt ein soziales Netzwerk innerhalb der Grenzen der Firma, das die Forschungslinie stabilisiert und zugleich anderen Zwecken dient (u.a.: Schutz gegenüber konkurrierenden Unternehmen).
2. Phase: das Netzwerk überschreitet die Grenzen der Firma, und es werden Verbindungen mit externen Akteuren hergestellt.

In der 3. Phase werden Investitionsentscheidungen getroffen und das Netzwerk wird in externen sozialen Institutionen verankert, was zugleich bedeutet, daß ein

"point of no return" überschritten worden ist. (p. 33) "Die Anwendung dieser Vorgehensweise von TA zeigt, daß faktisch kein Raum für CTA vorhanden ist." (p. 33) Nur in der 3. Phase waren Umweltgruppierungen einbezogen, aber das sei bereits jenseits der Phase, in der CTA operieren solle.³³

[d] Subsequent research. "Die Schlußfolgerung scheint zu sein, daß die ziemlich naiven 'Netzwerk'-Konzepte, die vielen neueren Untersuchungen zur Technologieentwicklung und Konzeptualisierungen von TA zugrundeliegen, weiterentwickelt werden müssen zu rigoroseren Konzepten, die strukturelle Aspekte von Netzwerken einbeziehen [encompass]. In einem solchen Ansatz kann analysiert werden, warum einige Akteure - in bestimmten Netzwerk-Positionen - in der Lage sind, mehr Einfluß auszuüben und die technologischen Entwicklungen stärker zu beeinflussen als andere. In einem solchen Ansatz gibt es Raum für die Analyse struktureller Tatbestände [features], die dabei helfen, bestimmte Akteure von der Teilnahme an den Netzwerken und von der Einflußnahme auf Entscheidungen auszuschließen." (p. 33)

Ein anderer Aspekt, der in letzter Zeit nur mehr wenig Aufmerksamkeit/Erwähnung finde, beziehe sich auf den "physischen Aspekt" von Technologien. Insbesondere die Advokaten des Sozialkonstruktivismus und des CTA "scheinen der Vermutung zu folgen, daß Technologien in jedwede Form gebracht werden können. Wir betonen demgegenüber die physische 'Härte'/'Widerborstigkeit' ['harshness'] vieler Technologien." (p. 33)³⁴

"Um ein Konzept für die Beeinflussung von Technologie zu entwickeln, das sowohl den strukturellen Wirkungen [effects] von Netzwerken Rechnung trägt als auch den physikalischen Zwängen der Technologie, ist es notwendig, viel detailliertere Informationen über die Technologie selbst und ihre möglichen Auswirkungen [impacts] zu erhalten, Information, die oft gar nicht zugänglich ist. Ohne diese kann Constructive Technology Assessment einfach nicht erreicht werden. Es können Strategien entworfen werden, um diesen Typ von Information zu erreichen oder um den CTA-Prozeß anders zu organisieren." (pp. 33f.)

[e] Abschließende Diskussion. Um CTA zu ermöglichen, müssen die "harten" Fakten wahr-genommen werden und bekannt sein; diese werden aber gerade unter Verschuß gehalten. "Ein grundlegendes Problem für CTA sind die Interessendivergenzen zwischen den Akteuren." (p. 34) Erforderlich sei eine sehr viel sorgfältigere Analyse der strukturellen Bestandteile von Netzwerken.

33 Der letzte Punkt verwechselt das empirische Problem mit dem konzeptionellen Vorgehen.

34 Der handlungstheoretische Voluntarismus verbirgt sich oft in dem Konzept des "Aus-Handelns". Sozialkonstruktivisten (Bijker et al.), Akteur-Netzwerk-Theoretiker etc. tun oft so, als ob die Definition/Artikulation eines "sozialen Problems" durch eine "relevante soziale Gruppe" ganz zwangsläufig und ohne Schwierigkeiten dazu führt, daß es eine technische Lösung für das Problem gibt.

2. Inside the "black box": Pragmatischer Umgang mit einem empirischen Terrain, das durch neue Theoretisierungsstrategien geöffnet wurde

Mit der konsequenten Zerstörung der traditionellen Exogenitätsvorstellungen der technologischen Entwicklung sind die Grenzen zwischen "Technik" und "Gesellschaft" nicht mehr "naturgegebene" Vorbedingungen gesellschaftlichen, politischen und wirtschaftlichen Handelns; sondern sie sind gerade Gegenstand der sozialwissenschaftlichen Technikforschung: begreifbar als Ergebnis komplexer Prozesse gesellschaftlicher Konstruktion und Aushandlungsprozesse, durch die die Grenzziehungen jeweils neu erzeugt werden. Aus der (alles andere bestimmenden) "unabhängigen" Variablen ist eine abhängige Variable geworden, aus dem explanans das explanandum.

Damit haben sich bemerkenswerte Spielräume für die empirische Rekonstruktion und die gesellschaftliche wie politische Beeinflussbarkeit erschlossen, in denen die konkreten Vorgänge in allen ihren Facetten zum legitimen Gegenstand sozialwissenschaftlicher Technikforschung werden (können). Dieses Terrain wird inzwischen - in vielfältigen internationalen Projekten und sonstigen Kooperationsvorhaben - systematisch beschrieben, "vermessen" (vgl. Callon), analysiert und - beeinflussbar gemacht!

Konzepte wie "follow the actor" (Latour), Strategien wie die des "system builders" (Hughes), Interpretationsmuster wie das der "Schließung" [closure] - in Anlehnung an wissenschaftssoziologische Interpretationen (s. Collins; Bijker, Pinch) - und der Konzipierung von "technology as knowledge" (Layton, Skolimowski) sowie der symmetrischen Behandlung von "knowledge claims" bieten zahlreiche Ansatzpunkte und Systematisierungshilfen, mit denen Strukturen der Technologieentwicklung untersucht werden können.

Der spezifische akteurs-theoretische Zugang dieser Konzeptualisierungen resultiert allerdings in dem Problem, daß strukturelle Zwänge - die über den Bereich handlungstheoretisch konzipierbarer Vorgänge hinausgehen - von (dieser Art) der neueren Technikforschung vernachlässigt (ausgeblendet) werden; das gilt insbesondere auch für das Vorgehen im Rahmen der CTA.

Unterhalb dieser Ebene jedoch ist ein empirisches Terrain erschlossen worden, dessen sozialwissenschaftliche Bedeutung ebensowenig unterschätzt werden sollte wie seine (internationale) forschungspolitische Brisanz und Durchschlagskraft. Ein beeindruckender Vorteil der neuen Technikforschung ist zweifellos deren breite interdisziplinäre Ausrichtung, die auf der ersten Twente-Konferenz (1984) ebenso demonstriert wurde wie auf dem CTA-workshop (1991).

Die erfolgreich aufgebaute (internationale) Kooperation zwischen Technikhistorikern (Hughes), Philosophen (Edge, Pinch), Soziologen (Rip, Bijker; Latour, Callon; MacKenzie) und Ökonomen (Dosi, Freeman, Nelson) hat dabei zu Problemstellun-

gen und Problemlösungsstrategien geführt, die Versuche einer speziellen Techniksoziologie eher als obsolet erscheinen lassen.

Die dabei inkaufgenommene - wenn nicht: forcierte - Nachlässigkeit im Hinblick auf grundlegende wissenschaftstheoretische Begründungszusammenhänge (Eklektizismus) dürfte Ursache einiger der schwer erträglichen Ungereimtheiten und Ungenauigkeiten vorliegender Konzeptualisierungsformen sein. Kritikbedürftig sind auch zahlreiche Details der Vorgehensweisen, die sich durchgesetzt haben.

Es sind also vielfältige Reaktionsformen auf diese ganze Richtung denkbar; unterschiedliche Wege der Anknüpfung und der Auseinandersetzung. Der einzige Weg, der m.A.n. nicht gangbar ist, ist der einer (weitgehenden) Ignoranz, auf der Grundlage (weitgehender) Inkompetenz.

Für die Einschätzung der praktischen Reichweite von CTA ist es unerlässlich, davon auszugehen, daß "Technology Assessment" (TA) keineswegs mit "Technikfolgenabschätzung" (TFA) identisch ist. Die Fragestellungen von CTA sind - vergleichbar denen der Technikgeneseforschung (Dierkes, Knie; Rammert u.a.) - in vieler Hinsicht eher komplementär zu denen der TFA im engeren Sinne: Zentrale Problemstellungen, wie die Untersuchung von unbeabsichtigten Folgen sind auf der (bisherigen) Grundlage von CTA-Konzepten nicht zureichend analysierbar.

Allerdings: die Bestimmung beabsichtigter Folgen und vor allem die Prozesse der gesellschaftlichen Konstruktionen von Techniken und Technologien mit den dabei verfolgten Intentionen und Strategien werden in den CTA-Konzepten sehr viel präziser greifbar - einschließlich der Rekonstruktion und Beeinflussung der "Spielfelder" (Arenen), auf (in) denen die Erzeugung und Realisierung von Technologien gemacht wird.

Das hat aber auch zur Folge, daß TFA durch die grundlegend veränderten Thematisierungsformen von CTA (und die diese flankierenden Theoretisierungsstrategien) nicht unbeeinflußt bleiben kann.³⁵

³⁵ Für ein pragmatisches Verständnis von gesellschaftlicher Kontrolle und Beeinflußbarkeit sind CTA - und vor allem das Edinburgher Konzept des "social shaping of technology" - theoretisch unvergleichlich besser ausgestattet als alles, was hierzulande unter dem Motto der "sozialverträglichen Technikgestaltung" diskutiert wird (die bestenfalls als vorwissenschaftlich bezeichnet werden kann).

Literatur

- Badham, Richard; Burkhard Schallock, 1990: Human Factors in CIM: A Human-Centered Perspective for Europe. Man.
- Barnes, Barry, 1974: Scientific Knowledge and Sociological Theory. London: Routledge & Kegan Paul
- Barnes, Barry, 1982: Kuhn and Social Science. London: Macmillan
- Barnes, Barry; David Edge (Eds.), 1982: Science in Context. (Readings in the Sociology of Science). Milton Keynes: Open Univ. Press
- Bartölke, Klaus; J. Büning, W. Fricke, G. Hobbensiefken, U. Höfkes, H.-G. Ridder (Hg.), 1986: Möglichkeiten der Gestaltung von Arbeit und Technik in Theorie und Praxis. Bonn: Verlag Neue Gesellschaft
- Berger, Peter; Thomas Luckmann, 1969 (1969): Die gesellschaftliche Konstruktion der Wirklichkeit. Eine Theorie der Wissenssoziologie. Ffm: Fischer
- Biervert, Bernd; Kurt Monse (Hg.), 1990: Wandel durch Technik? (Institution, Organisation, Alltag), Opladen: Westd. Vlg.
- Bijker, Wiebe E., 1987 (1988): Interdisciplinary Technology Studies. From a Dutch Perspective. In: Evelies Mayer (Ed.), S. 31 - 54
- Bijker, Wiebe E., 1992: The Social Construction of Fluorescent Lighting, or How an Artifact Was Invented in Its Diffusion Stage. In: W. Bijker, J. Law (Eds.), 1992. pp. 75 - 104
- Bijker, Wiebe E., 1993: Do Not Despair: There is Life after Constructivism. In: Science, Technology, & Human Values, Vol. 18, No. 1, Winter, pp. 113 - 138
- Bijker, Wiebe; Jürgen Bönig, Ellen van Oost, 1984 (1982): The Social Construction of Technological Artefacts. In: J. Götschl, A. Rip (Eds.), pp. 39 - 51
- Bijker, Wiebe E.; Thomas P. Hughes, Trevor Pinch (Eds.), 1987: The Social Construction of Technical Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology. Cambridge/Mass.: MIT Press
- Bijker, Wiebe E.; John Law (Eds.), 1992: Shaping Technology / Building Society. Studies in Sociotechnical Change. Cambridge/Mass., London: MIT Press
- Bloor, David, 1976: Knowledge and Social Imaginary. London: Routledge & Kegan Paul
- Bodewitz, Henk; Gerard de Vries, Pieter Weeder, 1988: Towards a cognitive model for technology-oriented R&D processes. In: Research Policy Vol. 17, pp. 213 - 224
- Böhme, Gernot; Wolfgang van den Daele, Wolfgang Krohn, 1973: Finalisierung der Wissenschaft. In: Zeitschrift für Soziologie, Jg. 2, S. 128 - 144

Böhme, Gernot; Wolfgang van den Daele, Wolfgang Krohn, u.a. 1978: Die gesellschaftliche Orientierung des wissenschaftlichen Fortschritts. Starnberger Studien 1. Ffm: Suhrkamp

Bröchler, Stephan, 1993: Handlungsfähigkeit ist nächstes Ziel. (Die Technikfolgenabschätzung braucht neue soziale Strategien). In: FR Nr. 69, 23. März, S. 17

Callon, Michel, 1983: Die Kreation einer Technik. Der Kampf um das Elektroauto, in: Technik und Gesellschaft, Bd. 2, S. 140 - 160

Callon, Michel, 1986: The Sociology of an Actor-Network: The Case of the Electric Vehicule, in: M. Callon, J. Law, A Rip (Eds.), S. 19 - 34

Callon, Michel, 1987: Society in the Making: The Study of Technology as a Tool for Sociological Analysis, in: W. E. Bijker et al., S. 83 - 105

Callon, Michel, 1991: Technological Development and Adoption Networks. In: CTA workshop, Man. 33 Seiten

Callon, Michel, 1991: Techno-economic networks and irreversibility. In: J. Law (Ed.), pp. 132 - 161

Callon, M.; Bruno Latour, 1981: Unscrewing the Big Leviathan: How Actors Macrostructure Reality and Sociologists Help Them to Do So, in: Knorr-Cetina, A. Cicourel (Eds.), S. 277 - 303

Callon, Michel; John Law, Arie Rip, 1986: Mapping the Dynamics of Science and Technology: Sociology of Science in the Real World. London: MacMillan

Clark, Kim B.; Takahiro Fujimoto, 1992: Automobilentwicklung mit System. (Strategie, Organisation und Management in Europa, Japan und USA.) Ffm: Campus

Collingridge, David, 1980: The Social Control of Technology. London: Frances Pinter

Collingridge, David, 1983: Technology in the Policy Process - The Control of Nuclear Power. London: Frances Pinter

Collins, H. M., 1983a: An Empirical Relativist Programme in the Sociology of Scientific Knowledge. In: K. Knorr-Cetina, M. Mulkay (Eds.), pp. 85 - 114

Collins, H. M., 1983b: The Sociology of Scientific Knowledge: Studies of Contemporary Science. In: Annual Reviews Sociology Vol. IX, pp. 265 - 285.
Dt., 1985: Die Soziologie des wissenschaftlichen Wissens: Studien zur gegenwärtigen Wissenschaft. In: W. Bonß, H. Hartmann (Hg.): Entzauberte Wissenschaft. Soziale Welt, Sonderband 3. S. 129 - 149

Collins, H. M.; T. J. Pinch, 1978: The Construction of the Paranormal: Nothing Unscientific is Happening. In: R. Waller (Ed.): On the Margins of Science: The Social Construction of Rejected Knowledge. Sociological Review Monograph No. 27, Univ. of Keele. pp. 237 - 270

Conrady, Helene, 1992: (Der Maastrichter Wissenschaftler Luc Soete ist Politikberater der EG-Kommission:) Plädoyer für ein Europa der Regionen. (Die Technologiepolitik des Binnenmarktes ignoriert die Interessen der Verbraucher) In: VDI-N Nr. 51/52, 18. Dezember, S. 8

Constant II, Edward W. (1987): The Social Locus of Technological Practice: Community, System, or Organisation? In: Bijker, Hughes, Pinch (Eds.), pp. 223 - 242

Conzelmann, Claus, 1987: Mit Netz und doppeltem Boden. In: Bild der Wissenschaft, H. 11, November, S. 116 - 120

Coombs, Rod; Paolo Saviotti, Vivien Walsh (Eds.), 1992: Technological Change and Company Strategies. Economic and Sociological Perspectives. London etc.: Harcourt Brace Jovanovich

Cronberg, Tanja; Peter Dueland, Ole Michael Jensen, Lars Qvortrup (Eds.), 1991: Danish Experiments - Social Constructions of Technology. Copenhagen: New Social Science Monographs [Institute of Organisation and Industrial Sociology, Copenhagen Business School]

CTA workshop, 1991: Twente workshop on Constructive Technology Assessment: Possibilities and Constraints. September 20. - 22. 1991

Dankbaar, Ben; Rob van Tulder, 1992: The influence of users in standardization: The case of MAP. In: M. Dierkes, U. Hoffmann (Eds.), S. 327 - 350

Dierkes, Meinolf; 1987: Technikgenese als Gegenstand sozialwissenschaftlicher Forschung - erste Überlegungen. In: Mitteilungen des Verbunds sozialwissenschaftlicher Technikforschung Nr. 1, S. 166 - 183

Dierkes, Meinolf, 1988: Organisationskultur und Leitbilder als Einflußfaktoren der Technikgenese - Thesen zur Strukturierung eines Forschungsfeldes, in: Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung (Hrsg.): Ansätze sozialwissenschaftlicher Analyse von Technikgenese, Mitteilungen Heft 3, München, S. 49 - 62

Dierkes, Meinolf, 1990: Technikgenese in organisatorischen Kontexten. (Neue Entwicklungslinien sozialwissenschaftlicher Technikforschung.) Berlin: Veröffentlichungsreihe des WZB, Man.

Dierkes, M.; U. Hoffmann (Eds.), 1992: New Technology at the Outset. (Social Forces in the Shaping of Technological Innovations). Ffm: Campus

Dierkes, Meinolf; Andreas Knie, 1989: Technikgenese: Zur Bedeutung von Organisationskulturen und Konstruktionstraditionen in der Entwicklung des Motorenbaus und der mechanischen Schreibtechniken, in: B. Lutz (Hg.), 1989a, S. 203 - 218

Dodgson, Mark (Ed.), 1989: Technology Strategy and the Firm: management and public policy. Harlow/Essex: Longman [SPRU]

Dosi, Giovanni, 1982: Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. In: Research Policy Vol. 11, pp. 147 - 162

Dosi, Giovanni; Chr. Freeman et al. (Eds.), 1988: Technical Change and Economic Theory. London / New York: Pinter

Edge, David, 1988: The Social Shaping of Technology. Univ. of Edinburgh: PICT Working Papers

Elliott, Brian (Ed.), 1988: Technology and Social Process. Edinburgh: University Press

Elliott, David; Ruth Elliot, 1976: The Control of Technology. London, Winchester: Wykeham Science Series

Fleck, James, 1988: Innofusion or Diffusion? The Nature of Technological Development in Robotics. Edinburgh Univ.: PICT Paper No. 4

Fleck, James, 1992: Configurations: Crystallising Contingency. Edinburgh PICT Working Papers No. 40

Fleck, James, 1993: Configurations and Standardization. Man., 16 pp.

Fleck, Ludwik, 1980 (1935): Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache. (Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv. Mit einer Einleitung hg. von Lothar Schäfer und Thomas Schnelle). Ffm: Suhrkamp

Groenewegen, Peter; Philip Vergragt, 1989: Environmental Issues as Threats and Opportunities for Technological Innovation. Paper presented at the 4S Conference Irvine (Cal.), 14 - 18 Nov.; 14 pages

Götschl, J.; A. Rip (Eds.), 1984 (1982): Problems and Perspectives of the Study of Science and Technology in Europe. Sondernummer 2 von "Wissenschaftsforschung". Wien

Hack, Lothar, 1986/87: Technologieentwicklung als sozialer Prozeß, in: High-tech-down. Kritisches Gewerkschaftsjahrbuch 1986/87, S. 106 - 116

Hack, Lothar, 1987 (1989): Determinationen/Trajekte vs. Konfigurationen/Projekte. Sozioökonomische und soziokulturelle Strukturveränderungen als Resultate der bewußten Gestaltung technischer Innovation. Vortrag, geh. a.d. Symposium der IATF; 10. - 12. Dezember 1987, in Ffm. Man., 35 Seiten

Hack, Lothar, 1988: Vor Vollendung der Tatsachen. (Die Rolle von Wissenschaft und Technologie in der "dritten Phase der industriellen Revolution".) Ffm: Fischer

Hack, Lothar, 1994: Re-Inventing Sociability. Research and Technology Policy in Germany. (forthcoming)

Hack, L.; R. Breßler, I. Kostka, 1992: Spirale der Herausforderungen. Ingenieurausbildung und Technologietransfer. Forschungsbericht [Hess. Minister f. Wirtschaft, Verkehr und Technologie]. Ffm./Darmstadt. Man., 235 Seiten

Hack, Lothar; G. Fleischmann u.a., 1991: Technologieentwicklung als Institutionalisierungsprozeß. (Stand der Forschung, Lage der Dinge). Man., 86 Seiten

Hack, Lothar; Irmgard Hack, 1985: Die Wirklichkeit, die Wissen schafft. Zum wechselseitigen Begründungsverhältnis von "Verwissenschaftlichung der Industrie" und "Industrialisierung der Wissenschaft". Ffm: Campus

Hack, L.; I. Hack, 1991: "Scurrile Technik": Veränderungen der fertigungstechnischen Entwicklung und Forschung bei SIEMENS. Man.

Hagendijk, Rob P., 1982: "'Science Dynamics' in the Netherlands", in: Science and Public Policy, December, pp. 292-296

Hessen, Boris, 1974 (1931): Die sozialen und ökonomischen Wurzeln in Newtons 'Principia'. In: P. Weingart (Hg.), Bd. 2, S. 262 - 352

Hughes, Thomas P., 1983: Networks of Power. (Electrification in Western Society, 1880 - 1930). Baltimore: Johns Hopkins Univ. Press

Hughes, Thomas P., 1986a: The System Builders, in: B. Elliott (ed.), 1988, S. 17 - 28

Hughes, Thomas P., 1986b: The Seamless Web: Technology, Science, Etcetera, Etcetera. In: Social Studies of Science, Vol. 16, pp. 281 - 292

Hughes, T.P., 1987a: The evolution of large technological systems, in: Bijker, W.E., Hughes, T.P., Pinch, T.J., 1987, S. 51-82

Hughes, T. P., 1987b: Inventing Controls for Large Technological Systems. In: Evelies Mayer (Ed.): Ordnung, Rationalisierung, Kontrolle. [Symposium an der TH Darmstadt, May 1987]. Darmstadt: THD Schriftenreihe, Bd. 42. S. 83 - 94

Hughes, T.P., 1990: American Genesis: A century of invention and technological enthusiasm. London - New York: Penguin Books

Irwin, Alan; Philip Vergragt, 1989: Re-thinking the Relationship between Environmental Regulation and Industrial Innovation: The Social Negotiation of Technical Change. In: Technology Analysis & Strategic Management Vol. I, No. 1, pp. 57 - 70

Joerges, Bernward, 1988: Large Technical Systems: Concepts and Issues, in: R. Mayntz, Th. Hughes (Eds.), S. 9 - 36

Johnston, Ron D., 1972: The Internal Structure of Technology, in: Paul Halmos (Ed.), The Sociology of Science. The Sociological Review Monograph No. 18, S. 117 - 130

Jokisch, Rodrigo (Hg.), 1982: Techniksoziologie. Frankfurt/M.: Suhrkamp

Knie, Andreas, 1989a: Unsichtbare Grenzen technischer Innovation. Die Entwicklungsgeschichte des Dieselmotors, WZB, Berlin

Knie, Andreas, 1989b: Von der Technikfolgenabschätzung zur -geneseforschung, in: Wechselwirkung, August 1989, S. 38 - 42

- Knorr-Cetina, Karin, 1983: The Ethnographic Study of Scientific Work: Towards a Constructivist Interpretation of Science. In: K. Knorr-Cetina, M. Mulkay (Eds.), pp. 115 - 140
- Knorr-Cetina, Karin, 1984: Die Fabrikation von Erkenntnis. Zur Anthropologie der Naturwissenschaft. Ffm: Suhrkamp
[The Manufacture of Knowledge. An Essay on the Constructivist and Contextual Nature of Science. Oxford: Pergamon Press, 1981]
- Knorr-Cetina, Karin; Michael Mulkay (Eds.), 1983: Science Observed. Perspectives on the Social Study of Science. London: SAGE
- Krohn, Wolfgang; Edwin T. Layton, jr., Peter Weingart (Eds.), 1978: The Dynamics of Science and Technology. Dordrecht: Reidel
- Krohn, Wolfgang, Werner Rammert, 1985: Technologieentwicklung: Autonomer Prozeß und industrielle Strategie, in: B. Lutz (Hg.), 1985, S. 411 - 433
- Kubicek, Herbert; Peter Seeger (Hg.), 1993: Perspektive Techniksteuerung. Interdisziplinäre Sichtweisen eines Schlüsselproblems entwickelter Industriegesellschaften. Berlin: sigma
- Kuhlmann, Stefan; Rainer König, 1992: Policy Research Centers und Technikfolgenabschätzung. Bestandsaufnahme und Analyse. (Im Auftrag des BMFT) FhG/ISI, VDI
- Kuhn, Thomas S., 1967 (1962): Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen. Ffm: Suhrkamp
- La Porte, Todd R. (Ed.), 1991: Social Responses to Large Technical Systems. Control or Anticipation. [NATO ASI Series] Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers
- Latour, Bruno, 1987: Science in Action. (How to follow scientists and engineers through society). Milton Keynes: Open Univ. Press
- Latour, Bruno, 1988: The PRINCE for Machines as Well as for Machinations, in: B. Elliott (Ed.), 1988, S. 20 - 43
- Latour, Bruno, 1991: Technology is society made durable. In: J. Law (Ed.), pp. 103 - 130
- Laudan, R. (Ed.), 1984: The Nature of Technological Knowledge: Are Models of Scientific Change Relevant? Dordrecht: Reidel
- Layton, Edwin T. jr, 1974: Technology as Knowledge. In: Technology and Culture No. 1, pp. 31 - 41
- Law, John, 1987: Technology and Heterogeneous Engineering: The Case of Portuguese Expansion. In: Bijker, Hughes, Pinch (Eds.), pp. 111 - 134
- Law, John (Ed.), 1991: A Sociology of Monsters. Essays on Power, Technology and Domination. London: Routledge

Leydesdorff, Leot, 1987: "Wissenschaftswissenschaft in den Niederlanden", in: Burrichter C./Lauterbach G. (Hrsg.): Wissenschaftsforschung im internationalen Vergleich. Beiträge des XV. Erlanger Werkstattgesprächs 1986, Erlangen, S. 91-105

Lundvall, B. A., 1988: Innovation as an interaction process: from user-producer interaction to the national system of innovation, in: G. Dosi et al. (Eds.), S. 349 - 369

MacKenzie, Donald, 1990: Economic and Sociological Explanation of Technical Change. Univ. of Edinburgh: PICT Working Papers

MacKenzie, Donald; Judy Wajcman (Eds.), 1985: The Social Shaping of Technology. London: Open University Press

Mayer, Evelies (Hg.), 1988: Ordnung, Rationalisierung, Kontrolle. Wechselspiel technischer und gesellschaftlicher Aspekte bei der Entwicklung technischer Großsysteme. Symposium vom 7. bis 9. Mai 1987. Zentrum für Interdisziplinäre Technikforschung. Darmstadt: THD Schriftenreihe, Bd. 42

Mayntz, Renate, 1988: Zur Entwicklung technischer Infrastruktursysteme. In: R Mayntz, B. Rosewitz u.a., 1988: Differenzierung und Verselbständigung. (Zur Entwicklung gesellschaftlicher Teilsysteme). Ffm: Campus, S. 233 - 261

Mendelsohn, Everett; Peter Weingart, Richard Whitley (Eds.), 1977: The Social Production of Scientific Knowledge. Dordrecht: Reidel

Merton, Robert K., 1970 (1938): Science, Technology and Society in Seventeenth-Century England. Sussex: Harvester Press

Merton, Robert K., 1985 (1973): Entwicklung und Wandel von Forschungsinteressen. Aufsätze zur Wissenschaftssoziologie. Ffm: Suhrkamp

Mulder, Karel F.; Philip J. Vergragt, 1988: Weaving the Superfibre Network, or how the AKZO company developed its aramid fibre. Paper for 4S-EASST conference, 16 - 19 Nov., Amsterdam, 23 pages

Mulder, Karel; Philip J. Vergragt, 1989: Synthetic Fibre Technology and Company Strategy. Paper for R&D Management Conference, Gent, sept. 11 - 13; 18 pages

Nelson, Richard R.; S. G. Winter, 1977: In search of a useful theory of innovation. In: Research Policy, pp. 36 - 76

Noble, David F., 1977: America By Design. (Science, Technology, and the Rise of Corporate Capitalism). Oxford: Univ. Press

Noble, David F., 1978: Social Choice in Machine Design: The Case of Automatically Controlled Machine Tools and a Challenge for Labor, in: Politics and Society, No. 3/4, S. 313 - 347

Noble, David F., 1984: Forces of Production. (A Social History of Industrial Automation). New York: Knopf

Noble, David F., 1987: Command Performance: A Perspective on Military Enterprise and Technological Change. In: M R. Smith (Ed.): Military Enterprise and Technological Change. Cambridge, S. 329 - 346

Nowotny, Helga, 1987: Innovation und Verschleiß. Zur gesellschaftlichen Kontrolle von Technik. In: Technik und Gesellschaft, Jahrbuch 4. Ffm: Campus. S. 13 - 25

OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development), 1988: New Technologies in the 1990s. A Socio-economic Strategy. Paris

Ogburn, William F., 1969: Kultur und sozialer Wandel. (Ausgewählte Schriften). Neuwied

Ogburn, William Fielding, 1947: How Technology Changes Society. In: The Annals of The American Academy of Political and Social Science. Vol. 249, S. 81 - 88

Ouwens, C. Daey; P. van Hoogstraten, J. Jelsma, F. Prakke, A. Rip, 1987: Constructief Technologisch Aspectenonderzoek. Een verkenning. [Konstruktive Technik-Forschung/Untersuchung. Eine Erkundung] Den Haag: NOTA

Paschen, Herbert, 1985: Technikfolgen-Abschätzung: Das brauchbare Frühwarn-System. In: Bild der Wissenschaft, H. 8, S. 86 - 88

Perrow, Charles, 1987 (1984): Normale Katastrophen. Die unvermeidbaren Risiken der Großtechnik. Ffm: Campus

Petermann, Thomas (Hg.), 1992: Technikfolgen-Abschätzung als Technikforschung und Politikberatung. Karlsruhe: Veröffentlichungen der AFAS, Bd. 1

Pinch, Trevor, 1988: Understanding Technology: Some Possible Implications of Work in the Sociology of Science. In: B. Elliott (Ed.), pp. 70 - 83

Pinch, Trevor, 1993: "Testing - One, Two, Three ... Testing!" Toward a Sociology of Testing. In: Science, Technology, & Human Values. Vol. 18, No. 1, Winter, pp. 25 - 41

Pinch, Trevor J.; Wiebe E. Bijker, 1984: The Social Construction of facts and artifacts: Or how the Sociology of Science and the Sociology of Technology might Benefit Each Other, in: Social Studies of Science, Vol. 14, pp. 399 - 441.

Pinch, T.; W. Bijker, 1986: Science, Relativism and the New Sociology of Technology: Reply to Russell. In: Social Studies of Science, Vol. 16, pp. 347 - 360

Pinch, T.; W. Bijker, 1987: The Social Construction of facts and artifacts: Or how the Sociology of Science and the Sociology of Technology might Benefit Each Other. in: W. E. Bijker, T. P. Hughes, T. J. Pinch (Eds.), 1987, S. 17 - 50

Polanyi, Michael, 1985 (1966): Implizites Wissen. Ffm: Suhrkamp

Rammert, Werner, 1981 (1975): Technik, Technologie und Technische Intelligenz. [Eine Dokumentation und Evaluation historischer, soziologischer und ökonomischer Forschung zur Begründung einer sozialwissenschaftlichen Technikforschung.] Univ. Bielefeld: Forschungsschwerpunkt Wissenschaftsforschung, REPORT 3

Rammert, Werner, 1988: Technikgenese. Stand und Perspektiven der Sozialforschung zum Entstehungszusammenhang neuer Techniken, in: Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie, H. 4, S. 747 - 761

Rammert, Werner, 1990: Telefon und Kommunikationskultur. Akzeptanz und Diffusion einer Technik im Vier-Länder-Vergleich, in: Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie, Jg. 42, H. 1, S. 20 - 40

Rammert, Werner, 1992: Wer oder was steuert den technischen Fortschritt? Technischer Wandel zwischen Steuerung und Evolution. In: Soziale Welt H. 1, S. 7 - 19

Remmen, Arne, 1991: Constructive Technology Assessment. In: Cronberg, Tanja; P. Deuland, O. M. Jensen, L. Qvortrup (Eds.), pp. 185 - 200

Rip, Arie, 1979: The Social Context of 'Science, Technology and Society' Courses. In: Studies in Higher Education, Vol. 4, No. 1, pp. 15 - 26

Rip, Arie, 1988: The Interest of the Netherlands Organisation for Technology Assessment (NOTA) in Studies of Science and Technology. Paper presented at the 4S/EASST Conference, Amsterdam, 16 - 19 November 1988. Man., 16 Seiten

Rip, Arie, 1991: CTA: the next steps. In: CTA workshop. Man., 9 Seiten

Rip, Arie; Henk van den Belt, 1986: Constructive Technology assessment: Influencing technological development? In: Journal für Entwicklungspolitik H. 2, S. 24 - 40.

In: Brian Elliott (Ed.): Technology and Social Change. [Collected papers from the 1986 conference; Univ. of Edinburgh, Centre of Canadian Studies]. Man., 15 pages.

Rip, Arie; Henk van den Belt, 1988: Constructive Technology Assessment: Toward a Theory. Man., January 1988, 33 pages

Rip, A.; Egbert Boeker, 1975: "Scientists and Social Responsibility in the Netherlands", in: Social Studies of Science, 5, pp. 457-484

Rip, A. and W. A. Smit, 1988: "Science and Technology Studies at the University of Twente. The programme and its future", Centre for Studies of Science, Technology and Society "De Boerderij", Universität Twente, Man., datiert vom 15.11.88, 7 S.

Rosenberg, Nathan, 1982: Inside the Black Box. (Technology and Economics). Cambridge: Univ. Press

Russell, Stuart, 1986: The Social Construction of Artefacts: A Response to Pinch and Bijker. In: Social Studies of Science, Vol. 16, pp. 331 - 346

Scharpf, Fritz W. (Ed.), 1993: Games in Hierarchies and Networks. Analytical and Empirical Approaches to the Study of Governance Institutions. Ffm/Boulder (Colorado): Campus /Westview Press

Schot, Johan, 1991: Technology Dynamics: An Inventory of Policy Implications for Constructive Technology Assessment. Werkdocument. The Hague: NOTA (Netherlands Organization for Technology Assessment); University of Twente: Center for Studies of Science, Technology and Society

Schot, Johan W., 1992: Constructive Technology Assessment and Technology Dynamics: The Case of Clean Technologies. In: Science, Technology & Human Values. Vol. 17, No. 1, pp. 36 - 56

Shrum, Wesley, 1985: Organized Technology. (Networks and Innovation in Technical Systems). West Lafayette/Ind.: Purdue Univ. Press

Skolimowski, Henryk, 1966: The Structure of Thinking in Technology. In: Technology and Culture, pp. 371 - 383

Smit, W.A.; E.T. Woudstra, 1987: "Program of Philosophy of Science, Technology and Society at the University of Twente", Paper for the STS Conference, November 18-20 1987, Worcester USA, 15 S.

Smits, Ruud, 1992: Technikfolgen-Abschätzung in den Niederlanden mit besonderer Berücksichtigung der Niederländischen Organisation für Technikfolgen-Abschätzung (NOTA). In: Petermann (Hg.), S. 253 - 270

Sorensen, Knut H.; Nora Levold, 1992: Tacit Networks, Heterogenous Engineers, and Embodied Technology. In: Science, Technology & Human Values. Vol. 17, No. 1, pp. 13 - 35

Staudenmaier, John M., 1985: Technology's Storytellers: Reweaving the Human Fabric. Cambridge: MIT Press

van den Daele, Wolfgang; W. Krohn, P. Weingart, 1977: The Political Direction of Scientific Development. In: E. Mendelsohn et al. (Eds.), pp. 219 - 242

van Tulder, Rob; Gerd Junne, 1988: European Multinationals in Core Technologies, Chichester: Wiley

Vergragt, Philip, 1988: Social Shaping of Industrial Innovations. In: Social Studies of Science, Vol. 18, pp. 483 - 513

Vergragt, Philip, 1990: Technical Innovation and Social Network Formation: The Case of New Polymer Materials. Vortrag i.d. ad hoc-Gruppe "Grenzenlose Technologieentwicklung" auf dem 25. Dt. Soziologentag, Ffm, Okt. 1990, Man., 14 Seiten

Vergragt, Philip; Peter Groenewegen, 1989: New technological development and technology assessment: a plea for an integrated research. In: PROJECT Appraisal, Vol. 4, No. 1, March, pp. 29 - 35

Vergragt, J. Philip; Leo Jansen, 1992: "Sustainable Technological Development". The making of a Dutch long term oriented technology program. Paper for 4S-EAAS Conference august in Gotheburg/Sweden; 14 pages

Vergragt, Philip J.; Anton J. van der Vlugt, 1991: The development of two de-phosphating technologies: A comparative study of factors influencing technology development. In: TCA workshop. Man., 26 Seiten

Weingart, Peter (Hg.), 1972 und 1974: Wissenschaftssoziologie. 2 Bd.e Ffm: Fischer/Athenäum

Whitley, Richard D., 1972: 'Black boxism and the sociology of science'. In: P. Halmos (Ed.): The Sociology of Science. Sociological Review Monograph No. 18, pp. 61 - 92

Williams, Robin; David Edge, 1991: The Social Shaping of Technology: A Review of UK Research. Concepts, Findings, Programmes and Centres. In: WZB: Research on the Social Shaping of Technology in France, Germany, Norway, Sweden, UK and USA. Verbund Sozialwissenschaftliche Technikforschung: Mitteilungen H. 8, 1991, S. 152 - 205

Williams, Robin; David Edge, 1992: Social Shaping Reviewed: Research Concepts and Finding in the UK. PICT Working Paper No. 41. Univ. of Edinburgh

Williams, Robin; Stewart Russel, 1988: Opening the Black Box and Closing it Behind You: On Microsociology in the Social Analysis of Technology. PICT Working Paper No. 3. University of Edinburgh

Winner, Langdon, 1977: Autonomous Technology. Technics-out-of-Control as a Theme in Political Thought. Cambridge/Mass.: MIT Press

Wolf, Fritz, 1993: (Wissenschaftler plädieren für die Untersuchung der Entstehungsgeschichte von Technologien:) Lebenszyklen der Technik. (Die Geneseforschung konkurriert mit der Technikfolgenabschätzung) In: VDI-Nachrichten Nr. 11, 18. März, S. 8

Womack, James P.; Daniel T. Jones, Daniel Roos, 1990: The Machine that Changed the World. New York: MIT Press
Dt.: "Die zweite Revolution in der Autoindustrie". Ffm: Campus, 1991

Yoxen, Edward, 1981: Life as a Productive Force: Capitalising the Science and Technology of Molecularbiology, in: L. Levidow, B. Young (Eds.), S. 66-122 (eine dt. Übersetzung erschien in: Drick, Klaus J., 1985: Management geistiger Arbeit. Ffm: Nexus, S.65-137

Zierfuß, Horst, 1992: Technikgenese (unter besonderer Berücksichtigung ihrer Verwissenschaftlichung. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften