

# Technik ohne Grenzen

Herausgegeben von  
Ingo Braun und Bernward Joerges

Redaktion  
Sissy von Westphalen

Suhrkamp

## Johannes Weyer Größendiskurse

Die strategische Inszenierung des Wachstums  
sozio-technischer Systeme

### 1. Einleitung

Die Begriffe ›großtechnische Systeme‹ bzw. ›große technische Systeme‹ vagabundieren seit einigen Jahren in der Techniksoziologie, ohne daß bislang eine befriedigende begriffliche Klärung oder gar ein Konsens zwischen den Modellen und Definitionen der an der Debatte beteiligten WissenschaftlerInnen erzielt werden konnte. Bislang wurde die Vorstellung eines spezifischen Typus ›Großtechnik‹ bzw. ›große Technik‹ überwiegend auf die Existenz weiträumiger Techniknetze (›large technology‹) einerseits, das Übermächtigwerden komplexer Risikotechniken (›big technology‹) andererseits bezogen.

Die folgende Abhandlung verfolgt einen gänzlich anderen Weg, indem darauf verzichtet wird, die Begrifflichkeiten ›large‹ und ›big‹ zum Ausgangspunkt einer soziologischen Theorie sozio-technischer Systeme und deren Größenwachstums zu machen. Statt dessen rekurriert sie auf das Konzept des sozio-technischen Systems bei Hughes einerseits und das von Lakatos entwickelte Modell des Wachstums wissenschaftlicher Theorien andererseits.<sup>1</sup> Durch Kombination dieser beiden Theoriestränge der Wissenschafts- und Technikforschung soll ein Weg zur Behandlung der Größenthematik gefunden werden.

Die diesem Ansatz zugrundeliegende These lautet: *Die Größe eines sozio-technischen Systems bestimmt sich über seine Fähigkeit, neue Probleme zu lösen.* Diese Fähigkeit wird durch innovatorische Rekombinationen erzeugt und erhalten, die entweder innerhalb des sozio-technischen Systems stattfinden oder aber dieses als Ressource für neu entstehende sozio-technische Systeme nutzen. Der Begriff der Größe wird also durch seine Bindung an die

<sup>1</sup> Vgl. Hughes 1979, 1987; Lakatos 1974; Gähde/Weyer 1989 sowie den Abschnitt 3 dieses Beitrages.

Aufrechterhaltung der Fähigkeit, neue Probleme zu lösen, nicht nur historisch relativiert; er eröffnet in dieser Fassung zugleich die Perspektive, Größe über den Vergleich konkurrierender sozio-technischer Systeme und deren spezifischer Problemlösungsfähigkeiten zu bestimmen.

Bevor dieser theoretische Ansatz in Abschnitt 3 im Detail entwickelt wird, sollen zunächst anhand eines Fallbeispiels aus der Geschichte der westdeutschen Raumfahrt die Fragen erarbeitet werden, welche an eine Theorie des Wachstums sozio-technischer Systeme zu stellen sind. Im Anschluß wird in Abschnitt 4 das analytische Instrumentarium anhand eines weiteren Fallbeispiels auf seine Brauchbarkeit hin überprüft, bevor Abschnitt 5 eine knappe Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse unterbreitet.

## 2. Vom bemannten Raumtransporter zum Experimental-Satelliten: Aufwärtstransformationen eines sozio-technischen Systems<sup>2</sup>

Als die westdeutsche Raumfahrt-Community in den fünfziger Jahren den Wiederbeginn der Raumfahrtaktivitäten in Angriff nahm, war der Referenzrahmen für ›Größe‹ bereits vorgegeben. Sowohl die in Peenemünde betriebene nationalsozialistisch-deutsche Raketenforschung als auch der von der UdSSR und den USA inszenierte Wettlauf ins All bildeten die Muster, an denen sich die deutschen Raumfahrt- und Raketenforscher, aber auch ihre europäischen Kollegen orientierten. Besonders für Westdeutschland war dieser internationale Kontext einer zunehmend zivilisierten und internationalisierten Raumfahrt ein entscheidender Faktor, der den Wiedereinstieg in eine politisch sensitive Großtechnik ermöglichte, welche nicht nur in der eigenen Bevölkerung auf Abneigung stieß, sondern auch im Ausland Mißtrauen bezüglich eines Wiedererstarkens des deutschen Militarismus hervorrief. Angesichts der Größen-Dimensionen, in welche die zivile Raum-

<sup>2</sup> Die folgenden Darstellungen sind eine starke geraffte Zusammenfassung von Weyer 1993a, S. 259-320. Zur Geschichte der westdeutschen Raumfahrt vgl. auch Stucke 1993; Trischler 1992 sowie die Beiträge in Weyer 1993b.

fahrt in den frühen sechziger Jahren beispielsweise mit dem amerikanischen *Apollo*-Projekt vorstieß, mag es gewagt erscheinen, wenn im folgenden der erste deutsche Satellit, der am 8. November 1969 unter der Bezeichnung *Azur* gestartet wurde, als technischer Kern eines großen sozio-technischen Raumfahrt-Systems bezeichnet wird. Allein der Gewichtsvergleich zwischen *Apollo 11*, einem mehrere Tonnen schweren Gerät, das am 16. Juli 1969 die ersten Menschen auf den Mond brachte und dem nur 72 kg schweren unbemannten Satelliten *Azur* belegt den Größenunterschied zwischen den Projekten der damals führenden Weltraum-macht USA und denen der Bundesrepublik. Aber auch der Blick in die lange und wechselhafte Vorgeschichte von *Azur* zeigt, daß der erste deutsche Satellit keineswegs in Dimensionen vorstieß, die in der zeitgenössischen Debatte als große Herausforderungen angesehen wurden.

Der erste Entwurf für ein deutsches Weltraumprogramm, der 1962 von der Kommission für Raumfahrttechnik (KfR), einem gemeinsamen Lobbyorgan von Großforschung und Industrie, vorgelegt worden war, hatte gänzlich andere Akzente gesetzt. Inspiriert von den Ideen Eugen Sängers, der während des zweiten Weltkrieges das Konzept eines Raketenflugzeuges entwickelt hatte, stellte die KfR Raumtransporter, hochenergetische Antriebe und Höhenforschungsraketen in den Mittelpunkt ihres Programms, während der Bau von Satelliten nicht vorgesehen war.

Projekt	Mio. DM	Anteil (%)
Raumtransporter	2,1	51,3
Hochenergetische Antriebe	0,8	18,8
Höhenforschungsraketen	1,0	25,0
Nachwuchs und Weiterbildung	0,2	5,0
Summe	4,0	100,0

Tabelle 1: Der Vorschlag der KfR zur Verteilung des nationalen Raumfahrtbudgets für das Jahr 1962<sup>3</sup>

Die These, daß das Projekt *Azur* ein größeres sozio-technisches System darstellte als das Projekt des Raumtransporters, wird somit erst plausibel, wenn man den Blick von der Artefakt- auf die

<sup>3</sup> Quelle: Weyer 1993a, S. 274 (Rundungsfehler in den Summen).

*Systemebene lenkt* und den Satelliten als Schlüsselkomponente eines sozio-technischen Systems begreift, das in systemischer Hinsicht größer war als konkurrierende sozio-technische System-Konzepte. Vor allem hinsichtlich der Aspekte ›Vernetzung‹ (von Akteuren und Artefakten) und ›Rekombination‹ (von Teilelementen) läßt sich darstellen, daß das sozio-technische System ›Satellit‹ vom Herbst 1962 größer war als das sozio-technische System ›Raumtransporter‹ vom Frühjahr desselben Jahres, ja, daß sich zwischen diesem und jenem in systemischer Perspektive eine Aufwärtstransformation vollzogen hatte, obwohl das technische Artefakt weniger komplex geworden war.<sup>4</sup>

### Die Zivilisierung der deutschen Raumfahrt

Um diesen Prozeß zu verstehen und techniksoziologisch interpretieren zu können, ist eine knappe Rekonstruktion des raumfahrt-politischen Kontextes der frühen sechziger Jahre erforderlich, in dem sich die Konstruktion der hier betrachteten sozio-technischen Systeme vollzog.

Bis zur Grundsatzentscheidung der Bundesregierung vom Frühjahr 1961, sich an den europäischen Organisationen für Welt-raumforschung (ESRO) und Raketenentwicklung (ELDO) zu beteiligen, waren die Aktivitäten der westdeutschen Raumfahrt- und Raketen-Community auf wenige Sektoren begrenzt, die durch Speziallegitimationen abgesichert waren. Hierzu zählt insbesondere der Bau von Militär raketen, der zwar durch die Rüstungskontrollbestimmungen eingeschränkt war, vom Verteidigungsministerium (BMVg) unter Strauß ab 1957 jedoch massiv gefördert wurde. Daneben hatte eine Allianz aus Raketenfor-schung, Bundesverkehrsministerium (BMV), dem Land Baden-Württemberg und der Stuttgarter Industrie bereits 1954 das erste

<sup>4</sup> Die Bezeichnungen der beiden sozio-technischen Systeme sind als Indizes zu verstehen, die es ermöglichen, die beiden System-Konstrukte voneinander zu unterscheiden; sie sollen keineswegs derart (miß-) verstanden werden, daß der Raumtransporter oder der Satellit das sozio-technische System verkörpern. Diese beiden Artefakte stellen lediglich zentrale Komponenten des jeweiligen Systems dar, die durch ihren Symbolcharakter sowohl für die Beteiligten als auch für Außenstehende die Identifikation des Netzwerkes ermöglichen.

deutsche Raketenforschungsinstitut ins Leben gerufen, das unter dem unverfänglichen Namen ›Forschungsinstitut für Physik der Strahlantriebe‹ (FPS) in Stuttgart errichtet wurde und als dessen Leiter der damals in der französischen Militärforschung tätige Eugen Sänger gewonnen werden konnte. Diese Allianz hatte sich einerseits über den Anspruch des BMV auf Zuständigkeit für alle Sparten des Verkehrs, also auch des interplanetaren, sowie andererseits über die von den beteiligten Wissenschaftlern gezielt betriebene Redefinition der Raumfahrt als eines friedlichen Verkehrsmittels konstituiert. Auch im Falle des FPS spielte das Militär in Form der nach 1955 immer dominanter werdenden Auftraggeber BMVg und U. S. Air Force eine wichtige Rolle. Dieser Ende der fünfziger Jahre vorgezeichnete Trend zu einer eigenständigen westdeutschen Raketenentwicklung mit Schwerpunkten im militärischen Bereich war jedoch nicht nur durch die Rüstungskontrollbestimmungen begrenzt, die die Entwicklung von Militär-Raketen mit Reichweiten von über 32 km verboten; auch die Tendenz zur ›Zivilisierung‹ der Raumfahrt, die mit der Gründung der NASA im Jahre 1958 und dann forciert mit den ab 1960 diskutierten Plänen für eine gemeinsame europäische Raumfahrt einsetzte, erforderte neue organisationale Arrangements und Zielsetzungen. Dieser gewandelte internationale Kontext eröffnete der Bundesrepublik erstmals die Möglichkeit zum *Einstieg in den Großraketenbau*, wobei allerdings drei von den Kooperationspartnern in Europa und den USA festgelegte Spielregeln einzuhalten waren: (a) der zivile Charakter der Programme, (b) die Einordnung der deutschen Aktivitäten in Kooperationsprogramme, deren Zielsetzungen in der Regel entweder von Frankreich und Großbritannien oder von den USA festgelegt wurden, sowie (c) die Zuordnung der Verantwortlichkeit für die deutsche Raumfahrt zu einer zentralen Regierungsinstanz.

Die Bundesregierung ging nur allzu bereitwillig auf diese Angebote ein, boten sie doch ein geeignetes Vehikel zur Festigung der Westintegration sowie zur Stärkung der Position des Bundes im Bereich ›Wissenschaft und Technik‹, in dem bislang die Bundesländer die dominanten Spieler gewesen waren. Konnte die Förderung der Kernenergie noch als ein singulärer Eingriff in die Domäne der Länder angesehen werden, so eröffnete sich dem Bund über die Raumfahrt die Chance, die Positionen der Ländern massiv auszuhöhlen und sich *eine generelle Bundeskompetenz für*

*Forschung und Technik* anzueignen. Ein deutliches Indiz für diese Balance-Verschiebung ist die Gründung des Bundesministeriums für wissenschaftliche Forschung (BMWF) im Dezember 1962<sup>5</sup>, die im wesentlichen den Impulsen zu verdanken ist, die über die europäische Raumfahrt auf die deutsche F&T-Landschaft einwirkten.

Mit ihren Beschlüssen zum Einstieg in die europäische Raumfahrt vom Frühjahr 1961 machte die Bundesregierung zugleich jedoch unmißverständlich klar, daß sie die – von einer deutschen Expertengruppe vorgezeichnete – Strategie der Re-Nationalisierung der europäischen Raumfahrt einerseits und die Strategie der Schwerpunktsetzung auf die Raketentechnik andererseits zur regierungs-offiziellen Linie erhob. Es war keineswegs beabsichtigt, an der europäischen Raketenentwicklung nur als zahlender Partner teilzunehmen bzw. die Aufträge an ein europäisches Gemeinschaftsinstitut abzugeben. Ziel war vielmehr, über die Beteiligung am Projekt der *Europa*-Rakete einen substantiellen Anteil der raketentechnischen Forschung und Entwicklung in die Bundesrepublik zurückfließen zu lassen.

Zudem betrachtete die Bundesregierung die Rakete nicht mehr ausschließlich als Instrument der wissenschaftlichen Forschung<sup>6</sup>, sondern in zunehmendem Maße als ein eigenständiges Ziel, das sich industrie- und technologiepolitisch rechtfertigen ließ und das somit vom Mittel (für die Weltraumforschung) zum eigenständigen Zweck avancieren konnte. Die Marginalisierung der Welt-raumforschung gegenüber der Raumfahrt- und Raketentechnik, die sich in heutigen Großprojekten wie etwa dem der internationalen Raumstation *Freedom* deutlich nachweisen läßt, war also schon ein konstituierendes Merkmal der Gründungsphase der westdeutschen Raumfahrt.

<sup>5</sup> Bereits im November 1961 war dem damaligen Atomministerium (BMA) die Zuständigkeit für die Raumfahrt übertragen worden.

<sup>6</sup> Diese Beschränkung war durch die Pariser Verträge erzwungen worden.

Programmteil	Kosten Mio. DM	Anteil am Gesamt- programm (%)
A) Entwicklungsprogramm	31,8	38,5
davon		
– 3. Stufe	17,0	20,6
– hochenergetische Endstufe	8,0	9,7
– rückführbare Höhenforschungsraketen	6,6	8,0
– Satelliten	0,2	0,2
B) Langzeitprogramm	31,8	38,5
davon		
– Raumtransporter	22,8	27,6
– Raumstation	9,0	10,9
C) Versuchsanlagen	19,0	23,0
Summe	82,6	100,0

Tabelle 2: Schwerpunkte des Industrieprogramms für das Planjahr 1963<sup>7</sup>

### Utopische Strategien

Diese Weichenstellungen bildeten den (raumfahrt-) politischen Kontext des Jahres 1961, in dem die Lobby aus Großforschung und Industrie erstmals aktiv wurde und mit dem Entwurf komplexer sozio-technischer Systeme begann. Vor den Grundsatzentscheidungen der Bundesregierung hatte die Lobby wenig Anlaß gesehen, sich in Sachen Raumfahrt zu engagieren; denn sowohl die betreffenden außeruniversitären Großforschungsanstalten als auch die in Frage kommenden Industrieunternehmen standen der Raumfahrt mit einer gewissen Skepsis gegenüber, hatten sie ihren Schwerpunkt doch im Bereich der Luftfahrt gesetzt, deren Auf- und Ausbau sie Ende der fünfziger, Anfang der sechziger Jahre massiv forderten. Die Raumfahrt betrachteten sie als politisch induzierte Störung ihrer laufenden F&E-Programme, der sie jedoch auf Dauer nicht widerstehen konnten. Denn es wurde immer deutlicher, daß weder für den Zivil- noch für den Militärflugzeugbau staatliche Förderprogramme zu erwarten waren, die dem Dauerbedarf der Forschung, vor allem aber der Industrie an stetig wachsenden Forschungs- und Fertigungsprogrammen entsprachen. Insbesondere für die Luftfahrtindustrie war die Raumfahrt

<sup>7</sup> Quelle: Weyer 1993a, S. 268.

daher eine willkommene Rettung aus der Anfang der sechziger Jahre sich abzeichnenden Krise der Luftfahrt, da sie eine weitgehend legitimationsfreie staatliche Langzeitförderung versprach. Die ursprüngliche Fixierung auf die Luftfahrt erklärt also, wieso die Lobby erst in dem Moment auftrat, als die Entscheidungen zugunsten der europäischen Raumfahrt (und damit implizit zuungunsten der deutschen Luftfahrt) irreversibel wurden. Zugleich läßt sich aus dem organisationalen Eigeninteresse einerseits, den zur Verfügung stehenden Kontextangeboten andererseits die spezifische Form des sozio-technischen Raumfahrt-Systems begründen, das Großforschung und Industrie im ersten westdeutschen Raumfahrtprogramm, dem von der KfR im Juli 1962 vorgelegten »Vier-Jahres-Programm Raumfahrttechnik der deutschen Forschung und Industrie«<sup>8</sup> entwarfen (vgl. Tabelle 2, S. 353). Betrachtet man ausschließlich das Teilprogramm der Industrie, das 80% der geforderten Mittel beanspruchte, so fällt zunächst auf, daß die Beteiligung an der europäischen Raketenentwicklung (in Form der dritten Stufe der *Europa*-Rakete) nur ein Fünftel des Budgets beanspruchen sollte, daß daneben jedoch sowohl nationale Projekte (hochenergetische Endstufe, rückführbare Höhenforschungsraketen) als auch Langzeitprogramme (Raumtransporter, Raumstation) einen großen Stellenwert besaßen. Bemerkenswert ist zudem, daß auch die Zukunftsprojekte »Raumstation« und »Raumtransporter« in nationaler Regie durchgeführt werden sollten, was nicht nur die Gewichte zwischen dem europäischen und dem deutschen Raumfahrtprogramm deutlich zugunsten des letzteren verschoben hätte, sondern zugleich auch ein gesundes Selbstbewußtsein der Industrie demonstrierte, die sich zutraute, aus dem Stand heraus Projekte in Angriff zu nehmen, die selbst für die beiden Raumfahrtgroßmächte noch Zukunftsträume waren. Zentrales Element der programmatischen Strategie der westdeutschen Luft- und Raumfahrtindustrie war also die *Akzentuierung von Raketentechnik und bemannter Raumfahrt im Rahmen eines nationalen Raumfahrtprogramms*. Allerdings muß man zugleich festhalten, daß dieser Entwurf eines sozio-technischen Systems wenig konkrete und operationalisierbare Vorschläge zur Umsetzung der vorgeschlagenen Projekte enthielt. Das von der Industrie vorgeschlagene Maximalprogramm erwies

sich zudem als unflexibel, da es sich von der – immer wieder verzögerten – Inangangsetzung des europäischen Gemeinschaftsprogramms zum Bau einer Trägerrakete einerseits, der Bereitschaft des BMwF zur Förderung futuristischer Raumfahrtprojekte andererseits abhängig machte. Letztere zu unterstellen war angesichts des knappen Raumfahrtetats und der finanziellen Verpflichtungen, die gegenüber den europäischen Raumfahrtorganisationen eingegangen worden waren, kaum realistisch.

#### Die soziale Konstruktion eines sozio-technischen Systems

Im Laufe des Jahres 1962 wurde immer deutlicher, daß sich das von der Industrie verfolgte Konzept als unpraktikabel erwies und den lang ersehnten Wiederbeginn faktisch blockierte. Das sozio-technische System »Raumtransporter« erwies sich sowohl in systemischer als auch in diskursiver und technischer Hinsicht als eine Fehlkonstruktion. Der Raumtransporter war als isoliertes Artefakt entworfen worden, das sich nicht als Lösung für ein zur damaligen Zeit anstehendes Problem präsentieren konnte und zudem nicht in den technischen und sozialen Kontext integriert war. Die apparative Größe allein reichte nicht aus, die Vision eines geflügelten Raumfahrzeugs auch diskursiv anschlussfähig zu machen. Weder die Politik noch die Weltraumwissenschaften konnten mit dem Projekt etwas anfangen. Die Bundesregierung war allein aus Gründen der Rücksichtnahme auf die europäischen Partner gezwungen, das (intern nicht unumstrittene) Projekt einer konventionellen *Europa*-Rakete zu akzeptieren; und die Weltraumwissenschaftler hatten wenig Interesse an Zukunftsprojekten, da ihnen primär daran gelegen war, möglichst rasch Experimentiergeräte zur Erforschung von Atmosphäre und Weltraum zu starten.

Es bedurfte eines genialen *system builders*, um diese offensichtlichen Mängel des (immer noch inoffiziellen) westdeutschen Raumfahrtprogramms<sup>9</sup> zu beheben und ein Konzept zu entwick-

9 Das erste offizielle Weltraumprogramm der Bundesregierung wurde erst 1967 vorgelegt, nachdem praktisch alle wichtigen Entscheidungen gefällt waren.

8 KfR 1962.

keln, das nicht nur in technisch-apparativer, sondern vor allem *in systemischer und diskursiver Hinsicht großmaßstäbigen Charakter* besaß. Auf Initiative Ludwig Bölkows konstituierte sich Mitte 1962 eine Arbeitsgruppe aus Mitgliedern der Firma Bölkow-Entwicklungen KG, der Deutschen Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt (DVL) – einer der drei großen außeruniversitären Forschungsanstalten – sowie des Instituts für Geophysik und Meteorologie der Universität Köln, die im November 1962 die »Denkschrift: Satelliten für die Deutsche Weltraumforschung« vorlegte. Bereits der Titel der Denkschrift und die Zusammensetzung der Arbeitsgruppe kennzeichnen den Unterschied zur KfR. Hatte die KfR lediglich eine additive Zusammenfassung der maximalistischen Wünsche von Großforschung und Industrie vorgenommen, so legte die Satelliten-Arbeitsgruppe einen begutachtungsfähigen Projektvorschlag vor, der sich nicht lediglich auf einen Formelkompromiß von Forschung und Industrie stützte, sondern den Interessen aller an der Raumfahrt beteiligten Gruppen entgegenkam. Dieser umfassende Konsens wurde vor allem durch die Auslegung des Satelliten als Mehrzweckgerät ermöglicht, das sowohl für die extraterrestrische Forschung als auch für die Erprobung zentraler Komponenten bemannter Raumtransporter genutzt werden sollte. Neben dieser diskursiven Anschlußfähigkeit war für den Erfolg des Satelliten-Projektes entscheidend, daß die Denkschrift einen Weg wies, wie unter Nutzung nicht-verausgabter deutscher ESRO-Beiträge ein rascher Einstieg in den Bau von Raumfahrt-Hardware vollzogen werden konnte, statt die westdeutsche Raumfahrtspolitik von den langwierigen und sich immer wieder verzögernden Entscheidungsprozessen auf europäischer Ebene abhängig zu machen.

Das Satelliten-Projekt enthielt also eine *systemische Vision*, die sowohl in diskursiver als auch in apparativ-instrumenteller Hinsicht umfassender war als die zuvor von der KfR vorgelegten Vorschläge. Allein die Einverleibung des Raumtransporters als Teilelement in die geplante Baureihe von fünf schrittweise komplexer werdenden Satelliten spricht für die Tatsache, daß zwischen dem sozio-technischen System »Raumtransporter« und dem sozio-technischen System »Satellit« eine *Aufwärtstransformation* stattgefunden hatte, die durch eine *innovatorische Rekombination vorhandener Komponenten* zu einem neuartigen sozio-technischen System bewerkstelligt wurde. Auch die umfassendere Einbezie-

hung von Ko-Akteuren sowie die realistische und pragmatische Nutzung von Kontextfaktoren sprechen für diesen Befund. Zudem zeigt sich bei einer detaillierteren Betrachtung des Projektvorschlags, daß die Satelliten-Denkschrift falsch verstanden wird, wenn man sie als Entwurf eines singulären Artefakts interpretiert, das den bereits existierenden Projektvorschlägen lediglich hinzugefügt werden sollte. Allein die finanziellen Dimensionen zeigen, daß das Satellitenprogramm – je nach Extrapolationsverfahren – zwischen 50 und 100 Prozent der zu erwartenden nationalen Raumfahrtbudgets der sechziger Jahre zu beanspruchen beabsichtigte. Die Denkschrift war also kein Komplementär-, sondern ein strategisch geschickt plaziertes Gegenmodell zu dem (einzig) damals vorliegenden westdeutschen Raumfahrtprogramm.

#### Krisenfestigkeit und eigendynamisches Wachstum

Das sozio-technische System »Satellit« war erfolgreich und verdrängte die KfR-Planungen nahezu vollständig. Neben der Beteiligung an der EUROPA-Rakete bildete der Bau von Satelliten damit den wichtigsten Schwerpunkt der deutschen Raumfahrt in den sechziger Jahren. Dieser Erfolg kann vor allem darauf zurückgeführt werden,

- (a) daß das Satellitenprojekt mit seiner spezifischen Rekombination der zur damaligen Zeit vorhandenen sozialen und apparativ-instrumentellen Komponenten sich als Lösung für ein akutes Problem präsentieren konnte,
- (b) daß es strategisch geschickt auf den nationalen und internationalen forschungspolitischen Kontext hin konzipiert war
- (c) und daß es sich durch diskursive Anschlüsse und soziale Vernetzung stark gemacht hatte.

Das sozio-technische System gewann auf diese Weise eine Dynamik, die kaum noch aufzuhalten war. Selbst Störfälle und technische Mißerfolge konnten daran nichts mehr ändern – dies vor allem, weil konkurrierende Konzepte keine höhere Plausibilität für sich beanspruchen konnten. Der größte Störfall, der das Satellitenprojekt bereits 1963 zum Scheitern hätte bringen können, war die amerikanische Weigerung, den geplanten 1,5 Tonnen schweren Satelliten mit einer amerikanischen Rakete zu starten, weil mit diesem – für damalige Verhältnisse – extrem schweren Gerät rü-

stungstechnisch sensible Bereiche tangiert wurden. Das sozio-technische System überstand diese Krise ebenso wie die rasanten Kostensteigerungen und Nutzenreduktionen in den folgenden Jahren unbeschadet, weil es für die deutsche Raumfahrt-Community eine adäquate (und durch vorhandene Alternativen nicht substituierbare) Lösung für das Problem darstellte, die Entwicklungsarbeiten in Großforschung und Industrie in Gang zu setzen. Zwar erreichte nur ein Mini-Satellit den Orbit, der zudem bereits nach wenigen Wochen aufgrund verschiedener Defekte ausfiel; und auch von den weitreichenden Versprechungen der Satelliten-Denkschrift blieb kaum etwas übrig. Dennoch war *Azur* für seine Betreiber ein Erfolg: Die Firma Bölkow stieg zum führenden deutschen Satellitenbauer auf, die Deutsche Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt avancierte mit überproportionalen Budget-Zuwachsraten zur staatlichen Großforschungseinrichtung<sup>10</sup>, und dem Bundesforschungsministerium gelang es schrittweise, aus dem Schatten seiner mächtigen Kabinettsrivalen herauszutreten und ein eigenständiges Profil zu gewinnen. Das sozio-technische System ›Satellit‹ überstand Störfälle und Krisen, weil seine Betreiber stets in der Lage waren, es zu regenerieren und neu zu konfigurieren. Diese Anpassungen und Ausweitungen gelangen, weil das soziale Netzwerk stark war und durch Rekombinationen immer mächtiger wurde.

### Zwischenergebnis

Das geschilderte Fallbeispiel legt eine Lesart von Größenwachstum nahe, die sich auf die relative Problemlösungsfähigkeit konkurrierender sozio-technischer Systeme bezieht und den Begriff ›Problem‹ dabei in einem umfassenden Sinne definiert, der sich nicht nur auf wissenschaftlich-technische Rätsel, sondern auch auf die Ziele und Interessen der beteiligten Akteure bezieht. Der isolierte Vergleich der technischen Artefakte wird zudem ersetzt

<sup>10</sup> Da die Strukturen der DVL bereits in den sechziger Jahren dem Typus ›Großforschung‹ entsprachen, wird der Begriff hier verwendet. Diese Einschätzung grenzt sich von anderen Analysen ab, die den Übergang zur Großforschung in der Luft- und Raumfahrt erst für das Jahr 1969 ansetzen; vgl. unter anderem Hohn/Schimank 1990.

durch den Vergleich der sozio-technischen System-Projektionen – mit dem Ergebnis, daß sich trotz der Größenreduktion der technischen Artefakte zwischen dem sozio-technischen System ›Raumtransporter‹ und dem sozio-technischen System ›Satellit‹ eine Aufwärtstransformation vollzog, weil letzteres den systemischen Rahmen weiter faßte und zusätzliche Komponenten mit einbezog.

Im folgenden Kapitel sollen die hier angeschnittenen Aspekte theoretisch vertieft und zu einem Modell weiterentwickelt werden, das über den Rahmen des singulären Beispiels hinausweist.

### 3. Problemlösungen auf der Suche nach Problemen

In Anlehnung an Hughes soll ein sozio-technisches System definiert werden als Kopplung unterschiedlichster apparativ-instrumenteller und sozialer Komponenten, deren Funktion es ist, eine Lösung für ein Problem zu offerieren. Die Leistung des Systemkonstruktors besteht, so Hughes, nicht nur in der Lösung eines technischen Rätsels, sondern vor allem in der Konstruktion eines komplexen Systems sowie dessen vorausschauender Einpassung in den sozialen und technischen Kontext, in dem es sich bewähren soll. Sozio-technische Systeme werden also strategisch auf Anwendungskontexte hin konstruiert, wobei die Wechselwirkung zwischen den antizipierten Strukturen der Technikanwendung und den apparativ-instrumentellen Konstrukten eine zentrale Rolle für das Systemdesign spielt.<sup>11</sup>

In diesem Zusammenhang ist es von zweitrangiger Bedeutung, ob das Problem ›real‹ wahrnehmbar ist (Beispiel Verkehrskollaps) oder ob es lediglich in Zukunfts- oder Risikoszenarien antizipiert wird (Beispiel Klimakatastrophe). Zentral ist vielmehr die Frage, ob sich die *Problemdefinition zu einer sozial stabilen Interpretation verdichten läßt* und ob die Systemkonstruktoren glaubhaft machen können, daß ihr sozio-technisches System eine Lösung der zur Debatte stehenden Probleme darstellt.<sup>12</sup> Oder noch poin-

<sup>11</sup> Vgl. Hughes 1979, 1987.

<sup>12</sup> Insofern fallen die zwei Typen zusammen; es ist grundsätzlich vorstellbar, daß man den alltäglichen Stau hinnimmt und darin kein lösungsbedürftiges bzw. lösbares Problem sieht.

tiert formuliert: Systemkonstrukteure müssen glaubhaft machen können, daß ein Problem existiert, für das ihr sozio-technisches System eine passable Lösung darstellt. In welchem Maße sie dabei gezielte Strategien zur Diskreditierung bestehender sozio-technischer Systeme einsetzen und zugleich künstliche Bedingungen der Bewährung ihres neuen sozio-technischen Systems konstruieren, ist in einer Vielzahl von Studien zur Geschichte der Elektrizität, des Milzbrandimpfstoffes, der Kernkraft, der Militärtechnik, der Raumfahrt und anderem mehr ausführlich beschrieben worden.<sup>13</sup> In all diesen Fällen war die soziale Stabilisierung einer Problemdefinition Voraussetzung für die Durchsetzbarkeit der Problemlösungsansprüche des jeweiligen sozio-technischen Systems.

### Experimentelle Innovationsstrategien

Neben dieser diskursiven Stabilisierung von Problemdefinitionen hängt der Erfolg eines sozio-technischen Systems in großem Maße davon ab, ob es in der Lage ist, innovative sozio-technische Konstrukte nicht nur zu erzeugen, sondern auch in wachsenden Größenordnungen zu beherrschen. Ein sozio-technisches System, das sich in einer frühen Entwicklungsphase befindet (Beispiel Atomkraft in den fünfziger Jahren), wird typischerweise nicht bereits Lösungen für alle antizipierbaren Probleme (Beispiel Wiederaufarbeitung) präsentieren können; sein Erfolg hängt daher vor allem von der Reichweite seiner Versprechungen und der Glaubwürdigkeit seiner Lösungsansätze ab. Eine wichtige Rolle spielen in diesem Zusammenhang – nicht nur zur Diskreditierung bestehender sozio-technischer Systeme, sondern auch zur Erhöhung der eigenen Glaubwürdigkeit – »Entscheidungsexperimente«<sup>14</sup>, in denen ein neues sozio-technisches System seine Überlegenheit unter Beweis stellen kann. Klassische Beispiele sind die von Edison und von Pasteur durchgeführten Großversuche, die die Niederlage des jeweils konkurrierenden sozio-technischen

13 Hughes 1987; Latour 1983; Radkau 1983; MacKenzie 1989; Weyer, 1993a.

14 Lakatos 1974, S. 152.

Systems einleiteten.<sup>15</sup> Beide Beispiele verdeutlichen jedoch auch, in welchem Maße die Umwelt umgestaltet und den Regeln des sozio-technischen Systems gemäß organisiert werden mußte, um den Erfolg des Experiments herbeizuführen.

In späteren Phasen der Expansion und des Größenwachstums von sozio-technischen Systemen treten dann neuartige Probleme auf, die den Glauben an die Problemlösungsfähigkeit eines sozio-technischen Systems nachhaltig erschüttern können. So kann beispielsweise die Maßstabsvergrößerung, die sich beim Übergang vom Prototypen zum flächendeckenden sozio-technischen System ergibt, ebenso zum Systemversagen führen wie die »Vergrößerung«, die das sozio-technische System durch seine Freisetzung in verschiedenen Anwendungskontexten und die damit ausgelösten nicht-antizipierbaren Wechselwirkungen und Effekte erfährt. Eine umfassende Kontrolle großmaßstäbiger sozio-technischer Systeme ist aufgrund fehlenden Regelwissens nur bedingt möglich; das Know-how der Systemkonstrukteure basiert im wesentlichen auf Erfahrungswissen, das zum Teil erst durch den Betrieb eben jener sozio-technischen Systeme gewonnen werden kann, deren Funktionsfähigkeit bei ihrer Realisierung bereits unterstellt wird. Sozio-technische Systeme dieser Größenordnung lassen sich also nur über großangelegte Freisetzungsversuche in Gang setzen, die häufig genug den Charakter eines Experimentes in und mit der Gesellschaft haben.<sup>31</sup>

Inwiefern ein Fehlschlag eines solchen Freisetzungsversuches den Glauben an die Problemlösungsfähigkeit eines sozio-technischen Systems erschüttert, hängt in hohem Maße von den Diskursstrukturen ab. Denn erstens bedarf es einer sozialen Stabilisierung der Interpretation, der zufolge ein manifestes Ereignis ein Symptom für Systemversagen ist, und zweitens eröffnet erst die Verfügbarkeit alternativer sozio-technischer System-Visionen die Möglichkeit, die Problemlösungsfähigkeit eines sozio-technischen Systems grundsätzlich in Frage zu stellen. Bevor die Frage der Überprüfbarkeit und Überprüfung von Problemlösungsansprüchen diskutiert wird<sup>32</sup>, soll zunächst der Versuch unternommen, die Kategorie der Größe näher zu bestimmen.

15 Vgl. Hughes 1987; Latour 1983.

16 Vgl. Krohn/Weyer 1989; Herbold/Krohn/Weyer 1991.

17 Vgl. den Abschnitt »Die rhetorische Inszenierung von Größenunterschieden«.



## Größenwachstum durch progressive Problemverschiebung

In Anlehnung an Lakatos soll die Größe sozio-technischer Systeme durch relationale Maßstäbe bestimmt werden, nämlich zum einen über die Kategorie ›Wachstum‹, zum anderen über die Kategorie ›Konkurrenz‹. Dies impliziert zweierlei:

Zum einen gibt es keinen absoluten Größenmaßstab, der es erlauben würde, einen Schwellenwert anzusetzen, jenseits dessen ein sozio-technisches System als ›groß‹ zu klassifizieren ist. Der Perrowsche Versuch, Opferzahlen als quantitativen Indikator (hier für Katastrophenpotential) zu verwenden, erscheint eher irreführend.<sup>33</sup> Vielmehr soll davon ausgegangen werden, daß die Größenskalen variabel sind und der Fokus im wesentlichen von sozialen Thematisierungsprozessen bestimmt wird. So ist es beispielsweise auffällig, daß Todesopfer, die bei Eisenbahnunglücken zu beklagen sind, bereits in ganz anderen Größenordnungen öffentliche Aufmerksamkeit produzieren (und die Frage nach der Funktionsfähigkeit des sozio-technischen Systems provozieren), als dies etwa im Falle des alltäglichen Gemetzels auf deutschen Straßen mit Todesopfern in fünfstelliger Größenordnung pro Jahr der Fall ist. Nicht der absolute Vergleich quantitativer Meßzahlen ist also für die Zuordnung von Größe entscheidend, sondern der *Glaube an die Problemlösungsfähigkeit eines sozio-technischen Systems*, der sich auch kontrafaktisch, das heißt unabhängig von empirischen Gegenbeweisen, stabilisieren kann.

Zum anderen wird auf diese Weise deutlich, daß die Größe unterschiedlicher sozio-technischer Systeme auf ganz unterschiedlichen ›Skalen‹ vermessen werden kann, je nachdem welches Problem in den jeweiligen Thematisierungsprozessen in den Mittelpunkt gerückt wird. Steht beispielsweise das Problem im Mittelpunkt, im Müll enthaltene Wertstoffe zu recyceln, um so die Umwelt zu entlasten, so wird der Straßenverkehr zu einer Komponente dieses sozio-technischen Systems, deren reibungsloses Funktionieren als selbstverständlich unterstellt werden muß. Steht hingegen im Mittelpunkt das Problem einer Reduzierung der Dioxin-Belastung zwecks Vermeidung von Gesundheitsschäden, so rückt neben der lange Zeit dominanten Thematik Müllver-

18 Vgl. Perrow 1984.

brennung mittlerweile auch der Straßenverkehr als Hauptdioxinproduzent in den Mittelpunkt. Im ersten Fall ist der Konkurrent, an dem das sozio-technische System ›Recycling‹ gemessen wird, die unkontrollierte Verschwendung und Deponierung, im zweiten Fall ist der Konkurrent der sozio-technischen Vision ›saubere Umwelt‹ die real existierende Praxis ungezügelter Mobilität. Die Beispiele sollen zeigen, daß konkurrierende sozio-technische Systeme immer in Relation zu den jeweils fokalen Problemen verglichen werden, nicht aber in absoluten Maßstäben.

Die Grundidee von dieser Theorie des Wachstums sozio-technischer Systeme ist bei Lakatos entlehnt, der mit seiner Konzeption des Wachstums wissenschaftlicher Theorien eine Mittelposition zwischen Popper und Kuhn einzunehmen und Einseitigkeiten der beiden wissenschaftstheoretischen Ansätze zu überwinden versuchte.<sup>34</sup> Lakatos lehnt zum einen – hierin zweifellos ein wenig überzeichnend – die Idee ab, daß experimentelle Widerlegungen eine Theorie umgehend falsifizieren; zum anderen wehrt er sich gegen den Psychologismus Kuhns. Statt dessen postuliert er, daß wissenschaftliche Theorien in Forschungsprogramme eingebettet sind, die sich evolutionär weiterentwickeln und aufgrund eines stabilen harten Kerns experimentelle Gegenbeweise zumindest eine Zeitlang ertragen können – so lange nämlich, wie sie einen bewährten empirischen Gehaltsüberschuß besitzen. Lakatos verwendet den Begriff progressive Problemverschiebung zur Kennzeichnung derjenigen Forschungsprogramme, die neuartige Hypothesen erzeugen und diese (wenigstens gelegentlich) durch empirische Evidenzen plausibilisieren können. Die wissenschaftstheoretische Falle, Verifikationen zum entscheidenden Motor der Wissenschaftsdynamik zu machen, umgeht Lakatos, indem er in sein *Konzept des raffinierten Falsifikationismus* den Vergleich der Problemlösungsfähigkeit konkurrierender Forschungsprogramme zum entscheidenden Kriterium für das Wachstum wissenschaftlicher Theorien macht. Es erscheint durchaus einen Versuch wert, dieses Element der Lakatosschen Theorie in die Technikoziologie zu übertragen, um so das Wachstum sozio-technischer Systeme in soziologische Kategorien fassen zu können.

*Ein sozio-technisches System wächst demnach durch progressive*

19 Vgl. Lakatos 1974; Gähde/Weyer 1989.

*Problemverschiebung, das heißt durch seine Fähigkeit, neue Probleme zu lösen* und nicht nur alte, bereits gelöste Probleme, wiederholt zu bewältigen. Es versteht sich von selbst, daß dieser Ansatz kein Instrument an die Hand gibt, die beiden sozio-technischen Systeme A und B unabhängig voneinander als groß oder klein zu klassifizieren. Die einzige Aussage, die auf diese Weise möglich ist, lautet: Das »sozio-technische System B« ist größer als das »sozio-technische System A«, weil es in der Lage ist, neue Probleme zu lösen, die das »sozio-technische System A« nicht zu lösen imstande ist. In dieser Perspektive ist beispielsweise das sozio-technische System »Post« seit der Einführung des Fax-Dienstes größer als zuvor, weil es in dieser vergrößerten Form gestattet, Briefe auch via Telefonleitung zu versenden.

Als grobes (und keineswegs hinreichendes) Indiz für das Wachstumspotential eines sozio-technischen Systems können *Flexibilität, Rekombinierbarkeit und Regenerierbarkeit* gelten. Wenn ein sozio-technisches System neue Probleme nicht nur flexibel bewältigt, sondern auch neue Problemlösungen erzeugt, wenn es auf Herausforderungen und Krisen reagieren und sich nach Störfällen rasch regenerieren kann, wenn es schließlich Rekombinationen seiner Komponenten zuläßt, kann angenommen werden, daß es auch in Zukunft zu progressiven Problemverschiebungen imstande ist. Ein »hartes« Argument läßt sich hieraus jedoch nicht knüpfen, da nicht ausgeschlossen werden kann, daß ausgerechnet der nächste Fall derjenige ist, an dem das sozio-technische System erstmals scheitert.

Ein sozio-technisches System schrumpft folglich – unabhängig davon, ob die Zahl seiner Komponenten oder seine technischen Artefakte sich verändert –, wenn es nicht mehr in der Lage ist, neue Probleme zu lösen. Das sozio-technische System »Bahn« erweist sich beispielsweise durch seine Bindung an starre Schienenwege als zunehmend unfähig, sämtlichen Erwartungen einer »mobilen Gesellschaft« gerecht zu werden. Die Bahn hat insofern eine Abwärtstransformation erfahren, als sie ihre nahezu exklusive Funktion des Personen-Ferntransports verlor und sich auf die Bedienung von Nischen im Gesamtsystem »Verkehr« (zum Beispiel IC/ICE-Städteverbindungen) sowie den kombinierten Verkehr (zum Beispiel Rail & Fly, Kombi-Verkehr Schiene-Straße) spezialisierte. Aber auch das sozio-technische System »Straßenverkehr« scheint die Grenzen seines Wachstums erreicht zu haben,

es sei denn, die Vision eines zentralgesteuerten Massenverkehrs, die beispielsweise im Rahmen des *Eureka*-Projekts Prometheus entwickelt wird, ließe sich realisieren. Zwischen diesen beiden Entwicklungsmustern des Wachstums und der Schrumpfung ist zudem ein drittes stationäres Muster denkbar, in dem sozio-technische Systeme weder neue Problemlösungen erzeugen noch mit neuem Problemdruck konfrontiert werden.

Der Problemdruck, den ein sozio-technisches System erfährt, kann sowohl intern als auch extern erzeugt sein:

*Interner Problemdruck:* Im Sinne der Ausführungen im vorherigen Abschnitt müssen die neu auftretenden Probleme nicht notwendigerweise nachfragebedingt sein; ein sozio-technisches System kann genausogut einen Lösungsüberschuß produzieren, der sich bei entsprechender Stabilisierung von Problemdefinitionen als Wachstumsfaktor erweisen kann. Zudem kann ein sozio-technisches System mit selbstinduzierten Problemen konfrontiert werden. So geriet beispielsweise das mit hoher Zuverlässigkeit arbeitende IC-Netz Ende der achtziger Jahre durch die immer engere Kopplung der Fahrzeiten in erhebliche Schwierigkeiten. Progressive Problemverschiebung des sozio-technischen Systems »Intercity« schlug hier in nicht prognostizierbarer Weise in degenerative Problemverschiebung um; ein zuvor weitgehend reibungslos funktionierendes sozio-technisches System versagte plötzlich aufgrund nicht-linearer Effekte des eigenen Wachstums. Es regenerierte sich später durch die Einrichtung zeitlicher Puffer, die beispielsweise dem ICE München-Hamburg gestatten, in Göttingen 20 Minuten auf einen verspäteten Eilzug zu warten, ohne daß dadurch bundesweit der gesamte Fahrplan durcheinandergerät.

*Externer Problemdruck:* Neben dem intern erzeugten Problemüberschuß bzw. Problemdruck spielen externe Momente eine wichtige Rolle. Dabei lassen sich drei Gruppen von Ereignissen unterscheiden, die die Problemlösungsfähigkeit eines sozio-technischen Systems in Frage stellen können:

- (a) Das Eintreten eines technisch-apparativen Störfalls,
- (b) die Artikulation eines neuartigen Bedarfs oder die Identifikation bislang unbekannter Folgen (diskursiver Störfall) und
- (c) das Auftreten eines konkurrierenden sozio-technischen Systems, das eine größere Problemlösungsfähigkeit verspricht. Wie im folgenden zu zeigen sein wird, hängt in allen drei Fällen

die ›Vermessung‹ der Problemlösungsfähigkeit eines sozio-technischen Systems in hohem Maße von Wahrnehmungen, Deutungen und Interpretationen sowie von der Möglichkeit ab, diese Deutungen innerhalb des Diskurses zu stabilisieren.

### Technisch-apparative Störfälle

Unfälle oder Katastrophen können ein sozio-technisches System in eine Krise stürzen, wenn sich die Interpretation festigt, daß das eingetretene Ereignis ein Symptom für eine geringe oder schwindende Problemlösungsfähigkeit des betreffenden sozio-technischen Systems ist. Möglicherweise liegt hier eine der Ursachen, warum Störfälle in der Regel vertuscht werden. Denn nicht der Störfall an sich, sondern die Wiedereröffnung der Debatte um das sozio-technische System ist – aus der Perspektive der Systembetreiber – der GAU. Unfälle werden vor allem dann zu Gefahren für das sozio-technische System, wenn mit ihrer Hilfe bislang akzeptierte Systemdefinitionen in Frage gestellt und alternative Antizipationen und Projektionen gestützt werden. Erst die Interpretation eines Vorganges als Störfall und dessen Einordnung in ein komplexes Szenario machen die Angelegenheit brisant. Die typischen Expertenstreite, ob der zur Debatte stehende Vorfall ein zu vernachlässigender Fehler ist, der das Design nicht grundsätzlich in Frage stellt, oder ob er Indikator für ein Systemversagen ist, weisen auf die interpretative Flexibilität von Störfällen hin, vor allem aber auf die Abhängigkeit der Interpretationen von umfassenderen Modellen, die aus manifesten Ereignissen künftiges Verhalten des sozio-technischen Systems ›hochrechnen‹. Dies gilt für die Behauptungen der Beherrschbarkeit bzw. Nicht-Bherrschbarkeit eines sozio-technischen Systems ebenso wie für die Antizipation von Folge-Nutzen bzw. Folge-Kosten im Rahmen von Technikutopien oder Technikfolgen-Abschätzungen.

Wichtig wird in solch einem Fall, wie flexibel ein sozio-technisches System auf die Störung reagieren und in welchem Maße es sich nach einem Unfall regenerieren, das heißt den Glauben an seine Problemlösungsfähigkeit wiederherstellen kann.<sup>35</sup> Von zentraler Bedeutung ist jedoch, ob die in Form des Störfalles vorlie-

20 Dieser Gedankengang bezieht sich auf Perrow 1988.

gende empirische Evidenz nicht nur das sozio-technische System in Frage stellt, sondern zugleich einen Rivalen stärkt, dessen Problemlösungsansprüche mindestens so weitreichend sind wie die des betreffenden sozio-technischen Systems.

### Diskursive Störfälle

Genauso bedrohlich wie technisch-apparative Störfälle (und deren diskursive Aufschaukelung) sind Veränderungen in den Diskursstrukturen, die zur Artikulation neuer Bedarfe oder zur Perzeption neuartiger Problemlagen führen. Die Beispiele ›Telefon‹ und ›Atomkraft‹ zeigen anschaulich, daß die Wahrnehmung der Problemlösungsfähigkeit eines sozio-technischen Systems von Faktoren beeinflußt werden kann, die weit außerhalb des Horizontes des Systemdesigns liegen können. So war etwa das sozio-technische System ›Telefon‹ bis zur Wiedervereinigung Deutschlands kein Thema für öffentliche Debatten, während es danach eine Weile nicht auszuschließen war, als könne das sozio-technische System, das in seinem Kern das Unternehmen Bundespost enthält, aufgrund der behaupteten Unfähigkeit zur Lösung der aufgetretenen Probleme vollkommen umgestaltet werden.<sup>36</sup> Das Beispiel verdeutlicht auch, daß der Normalbetrieb von Technik kein Gegenstand von Debatten ist, sondern ein Diskurs erst dann eröffnet werden kann, wenn ein Schadensfall entweder akut eingetreten ist oder ein solcher Fall hypothetisch antizipiert und diese Projektion als glaubwürdig akzeptiert wird.<sup>37</sup> Der Diskurs kann darüber hinaus auch in Gang kommen, wenn sich neue Alternativen und Gestaltungsspielräume eröffnen, die entweder durch neue technische Optionen (Beispiel Mobiltelefon) oder veränderte soziale Konstellationen (Beispiel Wiedervereinigung Deutschlands) entstehen. Instrukтив ist in diesem Zusammenhang auch die Renaissance der Kernenergie, die über das Vehikel der Ozonloch-Debatte eingeleitet wurde. Dieses Beispiel veranschaulicht zum einen die Tatsache, daß scheinbar abgeschlossene Diskurse über sozio-technische Systeme wiedereröffnet werden

21 Vgl. Grote (in diesem Band).

22 Weitere Beispiele für diesen Sachverhalt sind der Kollaps des Straßenverkehrs oder der Müllentsorgung.

können; zum anderen zeigt es, daß diskursive Störfälle den Glauben an die Problemlösungsfähigkeit eines sozio-technischen Systems nicht nur schwächen, sondern in einigen Fällen auch stärken und somit neue Wachstumsimpulse auslösen können. Comebacks sind also grundsätzlich möglich, denn degenerative sozio-technische Systeme sterben in der Regel nicht aus, sondern werden von ihren Promotoren im Vertrauen auf ihre Regenerationsfähigkeit weiterentwickelt. Auch der in Abschnitt 2 geschilderte Fall des sozio-technischen Systems ›Satellit‹ ist ein Beispiel dafür, daß Störfälle nicht nur Auslöser von Krisen sind, sondern auch als Chancen wahrgenommen werden können, die dem sozio-technischen System neue Impulse geben. Das Satellitenprojekt reagierte auf Störungen mit der Neu-Konfiguration des Systems und konnte so die externen Impulse in dynamisches Wachstum umsetzen. Ein sozio-technisches System ist also kein Apparat, der sich seiner Umwelt gegenüber reaktiv verhält, sondern ein strategischer Entwurf, der mit Störungen offensiv umgeht; die Rekombination der Komponenten sowie die Integration neuer Komponenten können also als eine *Wachstumsstrategie in turbulenten Umwelten* angesehen werden, die die Problemlösungsfähigkeit des sozio-technischen Systems immer wieder in Frage stellen und es zu neuen Antworten zwingen bzw. reizen.

### Das Auftreten eines Konkurrenten

Sowohl technisch-apparative als auch diskursive Störfälle bilden so lange keine Bedrohung für ein sozio-technisches System, wie keine Alternativen zur Verfügung stehen, die im Sinne der obigen Definition sozio-technischer Systeme größer sind, das heißt ein größeres Problemlösungspotential zu besitzen beanspruchen. In diesem Sinne kann die Nicht-Verfügbarkeit alternativer sozio-technischer Systeme als ein grobes Indiz für Größe angesehen werden, das allerdings weder in numerischen Werten auszudrücken ist noch einen Grenzwert für die Schwelle zwischen ›klein‹ und ›groß‹ enthält. Nur unter diesem Vorbehalt kann man daher von Größe im Sinne einer gesellschaftlich folgenreichen, weil schwer revidierbaren Festlegung sprechen, wenn ein nicht funktionierendes sozio-technisches System nicht durch Alternativen substituiert werden kann.

Hier soll jedoch der – interessantere – Fall diskutiert werden, der sich dann ergibt, wenn ein sozio-technisches System mit einem Konkurrenten konfrontiert wird, welcher beansprucht, neue Probleme diagnostizieren und lösen zu können. Wenn weiterreichende Entwürfe sozio-technischer Systeme entstehen und gar realisiert werden, relativiert sich die Größe eines sozio-technischen Systems – unabhängig davon, ob es weiterhin in der Lage ist, seine bisherigen Probleme zu lösen.

### Muster des Wettstreits sozio-technischer Systeme

Die entscheidende Frage ist allerdings, wie die Unterschiede der Problemlösungsfähigkeit zwischen dem ›sozio-technischen System A‹ und dem ›sozio-technischen System B‹ analytisch beschrieben werden können, insbesondere wenn diese beiden Spezies – anders als im oben beschriebenen Falle der Weiterentwicklung bzw. Anreicherung eines sozio-technischen Systems – nicht auf einem linearen Pfad liegen, sondern unterschiedliche Welten konstituieren. Grundsätzlich soll davon ausgegangen werden, daß der Wettstreit zwischen sozio-technischen Systemen sich nach folgenden drei Mustern vollziehen kann:

(a) *Inklusion*: Die Inklusion des ›sozio-technischen Systems A‹ durch das ›sozio-technische System B‹ ist der einfachste Fall, der sich auf das Standard-Muster des Wachstums eines sozio-technischen Systems zurückführen läßt. Das Fernsehen mit Videotext löst beispielsweise alle Probleme (Konsumwünsche, Informationsbedarf, Marketing etc.), die auch das Fernsehen ohne Videotext zu lösen imstande war; es kommen jedoch neue Elemente hinzu, die über die Problemlösungsfähigkeit des alten sozio-technischen Systems hinausweisen.

(b) *Sekundäre Pay-offs*: Wenn sich die Übereinstimmung von Problemlösungsansprüchen lediglich auf eine Schnittmenge von ›sozio-technischem System A‹ und ›sozio-technischem System B‹ reduziert, jenseits deren beide Exemplare ein großes Reservoir nicht aufeinander abbildbarer Problemlösungen anbieten, wird es erheblich komplizierter, mit einer homogenen Größenvorstellung zu operieren und einen unmittelbaren Vergleich der beiden Spezies anzustellen. Nimmt man etwa den Fall der Konkurrenz von Kohle und Kernenergie als Energiesysteme, so ließe sich die These

entwickeln, daß sich die Vergleichbarkeit der beiden sozio-technischen Systeme aus infrastrukturellen Primärfunktionen (zum Beispiel Energietransport) ergibt, während die ausschlaggebenden Kriterien für die Durchsetzbarkeit eher in den Sekundärfunktionen bestehen, die außerhalb der gemeinsamen Schnittmenge liegen. So ist der Siegeszug der Kernenergie in der Bundesrepublik der sechziger und siebziger Jahre, wie etwa die Studien von Radkau eindrucklich belegen, weniger einer energiepolitischen Rationalität zu verdanken als vielmehr außen-, industrie- und militärpolitischen Kalkülen.<sup>38</sup>

(c) *Rekombination und Emergenz*: Wenn ein neues sozio-technisches System entsteht, das sich Komponenten eines alten sozio-technischen Systems – oder gar dieses System als ganzes – einverleibt, aber völlig neue Problemlösungen generiert, wird es vollends schwierig, mit Größenvergleichen zu operieren. Im Falle solcher Fremdnutzungen, die ein bestehendes sozio-technisches System als Infrastruktur zugrunde legen und es damit als Komponente in völlig andersgelagerte Konstruktionen sozio-technischer Systeme integrieren, gibt es zwischen dem ›Basis-System und dem ›Fremd-System keine Schnittmenge gemeinsamer, miteinander vergleichbarer Problemlösungsansprüche.

Offensichtlich kommt man diesem Phänomen analytisch nur näher, wenn man die Existenz unterschiedlichster sozio-technischer Systeme unterstellt, die nicht auf einer einheitlichen Beobachtungsebene und erst recht *nicht auf einer einheitlichen Skala* liegen – sei es in zeitlicher, räumlicher oder sachlicher Hinsicht. Jedes sozio-technische System ist vielmehr ein eigenständiges Konstrukt, das seine Umwelt und die dort vorhandenen sozio-technischen Systeme auf spezifische Weise als Ressourcen nutzt. Analysiert man zum Beispiel das Straßenverkehrsnetz unter der Perspektive, daß zu seiner Konstruktion und seinem Betrieb eine Kopplung unterschiedlichster Komponenten (von Brücken bis zum Verkehrsfunk) erforderlich ist, so ist das Straßenverkehrsnetz das Emergenzphänomen. Analysiert man das Straßenverkehrsnetz hingegen unter der Perspektive, daß es seinerseits eine Komponente für die Bildung eines anderen sozio-technischen Systems (Post, Organtransplantation) bildet, dann ist dieses Rekombinat das Emergenzphänomen. Die Frage, ob das sozio-technische Sys-

tem ›Organtransplantation‹ neue Probleme zu erzeugen und zu lösen imstande ist, die das sozio-technische System ›Straßenverkehr‹ nicht lösen kann, hat allenfalls auf einer sehr allgemeinen Ebene Sinn. *Ein direkter Vergleich der Problemlösungsansprüche der beiden sozio-technischen Systeme ist jedoch kaum möglich.* Allerdings führt das Beispiel zugleich zu der Frage, wieviel Dynamik das ›Basis-System aushalten kann, ohne seine Integrität und seine Identität zu verlieren.

Somit bleibt nur die Möglichkeit, ein sozio-technisches System als ein Konstrukt zu beschreiben, das auf eine spezifische Weise unterschiedlichste soziale und apparativ-instrumentelle Komponenten (also auch sozio-technische Systeme) zu einer neuen Realität verknüpft und damit beansprucht, zur Lösung eines spezifischen Problems in der Lage zu sein. Insofern sind biologistische Vorstellungen – etwa die eines Lebenszyklus von sozio-technischen Systemen (Hughes) – ebenso problematisch wie Schemata, die sozio-technische Systeme in eine Skala erster, zweiter und dritter Ordnung (Braun) einzuordnen versuchen. Wenn Rekombinationen eigenständige Zeit- und Raumskalen produzieren, deren Achsen nicht aufeinander abbildbar sind, lassen sich keine Hierarchien sozio-technischer Systeme ableiten, sondern allenfalls nicht-teleologische, evolutionäre Entwicklungsprozesse diagnostizieren. Als beispielsweise das sozio-technische System ›Telefon‹ mit seinen -zig Millionen Anschlüssen im Jahre 1967 zur Komponente des sozio-technischen Systems ›Organtransplantation‹<sup>39</sup> wurde, war dies keine Aufwärtstransformation im Sinne der Produktion eines größeren oder höherwertigen sozio-technischen Systems, sondern die Emergenz eines neuartigen Phänomens, das sich in den Kategorien des alten sozio-technischen Systems nicht vermessen läßt, weil es eigene Kategorien bildet. Nur in den oben beschriebenen Fällen der Inklusion und der Überschneidung von Problemlösungsansprüchen von sozio-technischen Systemen läßt sich – mit aller Vorsicht und klarem Bezug auf das jeweils fokale Problem – mit Ordnungsskalen operieren, die jedoch nur relative Bezüge zwischen dem jeweils kleineren und dem größeren sozio-technischen System, nicht jedoch absolute, an einer einheitlichen Größenskala ausgerichtete Maßstäbe liefern können. Diese Überlegungen führen zwangsläufig zu der Frage, wie ange-

23 Vgl. Radkau 1983.

24 Vgl. Braun u. a. 1991; Braun (in diesem Band).

sichts einer grundsätzlichen Nichtvergleichbarkeit (Inkommensurabilität) konkurrierender sozio-technischer Systeme dann überhaupt die Entscheidung gefällt werden kann, daß die Problemlösungsansprüche des einen Systems glaubhafter sind als die des anderen. Auch zur Beantwortung dieser Frage soll auf Lakatos zurückgegriffen werden.

### Die rhetorische Inszenierung von Größenunterschieden

In der Konkurrenz zwischen einem etablierten und einem neu entstehenden sozio-technischen System versagt der empirisch-experimentelle Nachweis von Problemlösungsfähigkeiten, da hypothetische Modelle künftiger (sozio-technisch vermittelter) Sozialität den Kern der Kontroverse bilden. Diese Hypothesen sind – zumindest im Fall des ›jungen‹ Konkurrenten – zum Zeitpunkt der Kontroverse noch nicht überprüfbar, auch dann nicht, wenn das neue sozio-technische System bereits in Teilbereichen implementiert worden ist. Das Verhältnis von (experimenteller) Überprüfung und Bestätigung (der Adäquatheit der Problemlösungsansprüche) kehrt sich tendenziell um; denn erst nach der Etablierung eines sozio-technischen Systems im Originalmaßstab ist es möglich, die Problemlösungsansprüche im Detail zu überprüfen. Zumindest bei sozio-technischen Systemen, die in staatlich regulierten Bereichen etabliert werden, ist jedoch für diese umfassende Implementierung die soziale Stabilisierung der jeweiligen Projektionen erforderlich. Das heißt, es muß eine Schließung der Debatte (»closure«) erfolgen und ein Konsens bezüglich der Durchführung des Projektes eines sozio-technischen Systems und des damit verbundenen Umbaus der Gesellschaft erreicht werden, bevor die Implementation des sozio-technischen Systems und damit die experimentelle Überprüfung der hypothetischen Modelle erfolgen kann.<sup>40</sup>

Der zentrale Punkt liegt also in der Beantwortung der Frage, wie ein ›junges‹ sozio-technisches System angesichts der generellen Unmöglichkeit, seine größere Problemlösungsfähigkeit praktisch unter Beweis zu stellen, den Anspruch entwickelt und erhärtet,

25 Vgl. Pinch/Bijker 1987; Herbold/Wienken 1993.

größer zu sein als sein Konkurrent. Wie gelang es dem elektrischen Strom, sich gegen das etablierte sozio-technische System ›Gas-Wirtschaft‹ durchzusetzen; wie vollzog sich der Siegeszug der Kernenergie über das sozio-technische System ›Kohle-Wirtschaft‹? In beiden Fällen befand sich weder das etablierte sozio-technische System in einer Krise, noch konnte das ›junge‹ sozio-technische System seine höhere Leistungsfähigkeit zum Zeitpunkt der Kontroverse bereits nachweisen. Und in beiden Fällen fand keine Eliminierung des unterlegenen sozio-technischen Systems statt, sondern es entwickelte sich eine lang andauernde Koexistenz unterschiedlicher sozio-technischer Systeme, die zwar die vorübergehende Niederlage eines der beiden Konkurrenten beinhaltete, zugleich aber auch die unerwartete Umkehrung der Verhältnisse erlaubte.

Ein wichtiger Faktor, der den Aufstieg neuer sozio-technischer Systeme ermöglicht, besteht zweifellos darin, daß sie in Nischen oder besonders protektionierten Feldern die Chance zur Bewahrung im Miniaturmaßstab erhalten.<sup>41</sup> Neben experimentellen Überprüfungen, die durch den Betrieb im Miniaturmaßstab einerseits, durch Störfälle des Konkurrenz-Systems andererseits erfolgen können, spielen jedoch rhetorische Strategien im Prozeß der Be- bzw. Verdrängung eines sozio-technischen Systems durch ein neues, größeres eine Schlüsselrolle. Zentrale Elemente der diskursiven Selbstinszenierung eines ›jungen‹ sozio-technischen Systems sind *soziale Projektionen und antizipierte gesellschaftliche Folgewirkungen*, deren Reichweite die des Konkurrenten übersteigt. Das Attribut ›groß‹ enthält also eine kommunikative Funktion im Rahmen von Diskursen über sozio-technische Systeme, denn die Zuschreibung von Größe (des Nutzens, der Betroffenheit oder ähnlichem) erzeugt weiträumig Aufmerksamkeit und erhöht somit die Chancen für die Durchsetzung neuer Deutungen. Dabei lassen sich *zwei rhetorische Strategien* ausmachen: Im ersten Fall wird das kritisierte sozio-technische System als groß, übermächtig und/oder unbeherrschbar dargestellt, um auf diese Weise Alternativen plausibel erscheinen zu lassen; im zweiten Fall wird auf die Ausblendung wichtiger Faktoren (etwa der Umweltauswirkungen) verwiesen und das betreffende sozio-technische System damit als zu klein charakterisiert im Vergleich zu Alternativen.

26 Auch dieses Konzept findet sich bereits bei Lakatos 1974.

tivkonzepten, die den Systemhorizont weiter stecken. Beiden Fällen ist jedoch gemeinsam, daß die vorgeschlagene Alternative in systemischer Hinsicht eine progressive Problemverschiebung enthält; denn auch im ersten Fall zieht die Kritik den Rahmen weiter als das kritisierte sozio-technische System, das beispielsweise Aspekte der sozialen Beherrschbarkeit ignoriert. Diese rhetorische Inszenierung von Größenunterschieden ist zugleich ein wichtiges Instrument zur Mobilisierung von Akteuren, deren Unterstützung für die Durchsetzung eines konkurrierenden sozio-technischen Systems erforderlich ist.

*Größenwachstum findet also in dieser Phase der Designkommunikation als diskursive Aufwärtstransformation statt*, das heißt als eine rhetorische Strategie, die den Anspruch auf progressive Problemverschiebung zu plausibilisieren und zu erhärten versucht. Größenwachstum vollzieht sich (zunächst rein diskursiv) über die Inkorporation vormals nicht berücksichtigter Aspekte (im konventionellen Sprachgebrauch: Technikfolgen), weil ein neues sozio-technisches System ein altes nur dann erfolgversprechend in Frage stellen kann, wenn es die Systemgrenzen weiter als das alte zieht und so die Vermutung erhärten kann, daß es ein Potential zur Lösung der Probleme (Umweltschutz, Datenschutz, Energieknappheit etc.) besitzt, die das alte sozio-technische System weder thematisiert noch zu lösen imstande ist. So werden die Promotoren eines neuen sozio-technischen Systems in der Regel auf den umfassenden Nutzen, die Erweiterung von Handlungsoptionen und die erhöhte Sicherheit ihres Projekts verweisen, während Kritiker die umfassende Betroffenheit, den Verdrängungseffekt (alter durch neue Technik) sowie die Nicht-Bherrschbarkeit thematisieren. Hieran zeigt sich, daß systemische Grenzziehungen strategische Konstrukte der beteiligten Akteure sind, die von konkurrierenden Konstrukten in Frage gestellt werden. Der Größenmaßstab wird im sozialen Thematisierungsprozeß justiert, wobei es sich jeweils empirisch beweisen muß, wessen Konstrukte sich sozial stabilisieren lassen. Als beispielsweise Kritiker der bemannten Raumfahrt die Behauptung aufstellten, diese Großtechnik werde binnen kürzester Zeit die gesamte Forschungspolitik dominieren<sup>42</sup>, wurde ihnen von den Befürwortern entgegengesetzt, das ganze Unternehmen koste jeden einzelnen Bundesbürger nicht

27 Vgl. unter anderem: Memorandum 1987.

mehr als eine Tasse Kaffee – ein rhetorisch zweifellos geschicktes Argument.<sup>43</sup>

Diskursive Aufwärtstransformation bedeutet also, daß im sozialen Prozeß der Technikdiskussion die Tendenz zur immer extensiveren Kopplung unterschiedlichster Faktoren angelegt ist. Auch alternative Technikkonzepte erzeugen wachsende Komplexität, selbst wenn die technischen Verfahren und Artefakte einfacher sind. Denn es kommt nicht ausschließlich auf die apparativ-instrumentellen Komponenten, sondern vor allem auf die Art der Kopplung von apparativ-instrumentellen und sozialen Komponenten an. Das Beispiel umwelt- und ressourcenschonender Müllentsorgungskonzepte zeigt, daß auch andere Alternativen die Systemgrenzen immer weiter ziehen und Komponenten (wie etwa das Verbraucherverhalten) inkorporieren, die in den bestehenden Konzepten sozio-technischer Systeme nicht zu den Systemelementen zählten.

Ob die von einem neuen sozio-technischen System beanspruchte progressive Problemverschiebung tatsächlich realisiert werden kann, ist für die Debatte zwischen konkurrierenden Projektionen sozio-technischer Systeme allein wegen der zeitlichen Trennung von (politisch-diskursiver) Bestätigung und (experimenteller) Überprüfung von nachgeordneter Bedeutung. Es läßt sich empirisch sogar feststellen, daß sowohl die Projektionen der Technikpromotoren als auch diejenigen der Kritiker sich regelmäßig als unhaltbar erwiesen. Weder ließen sich die Energieprobleme der Industriegesellschaft dauerhaft durch den Einsatz der Kernenergie lösen, noch sind die Fahrgäste der ersten Eisenbahn am Geschwindigkeitsrausch erkrankt. Die kommunikative Funktion der über Technikgestaltung definierten Gesellschaftsutopien ist vielmehr, den aktuell stattfindenden Kommunikationsprozeß zu gestalten und die soziale Stabilisierung sozio-technischer Systemkonstrukte zu erreichen.

In diesem Zusammenhang spielt die *Anschlußfähigkeit der Argumente sowie die Vernetzbarkeit der Akteure* eine wichtige Rolle für den Erfolg eines sozio-technischen Systems. Es genügt nicht, daß dessen Promotoren alle propagandistischen Register ziehen, um andere Akteure von der Notwendigkeit der Installierung eines

28 D 2-Astronaut Ulrich Walther, in: Frank Elstner, »Nase vorn«, ZDF, 3. 11. 1990.

Netzes von Hochgeschwindigkeitszügen, der umfassenden Nutzung regenerativer Energien oder des Aufbaus der europäischen bemannten Raumfahrt zu überzeugen. Die vorgebrachten Problemlösungsansprüche müssen vielmehr – wie spekulativ die Planung von Zukunft auch immer sein mag – sozial anschlussfähig sein, das heißt, es muß die Wahrscheinlichkeit bestehen (bzw. geschaffen werden), daß andere Akteure die Argumente der Promotoren des sozio-technischen Systems für plausibel und (auch im eigenen Interesse) für sinnvoll halten. *Die Konstruktion eines sozialen Netzwerkes ist eine wichtige Voraussetzung, um die rhetorische Schließung der Debatte zu erreichen.*<sup>44</sup>

Die diskursive Funktion der rhetorischen Inszenierung von Größenunterschieden besteht also in der Öffnung von Debatten über sozio-technische Systeme, in der Erzeugung weiträumiger Aufmerksamkeit sowie der Konstruktion sozialer Netzwerke, deren Eigendynamik zum Motor des sozio-technischen Systems werden kann. Im Prinzip ist es möglich, daß auf diese Weise neue sozio-technische Systeme entstehen und sich durchsetzen, deren Problemlösungsansprüche überzogen sind und deren Problemlösungsfähigkeit sich im nachhinein als geringer denn erwartet erweist. Störfälle spielen bei der dann folgenden Neubewertung dieser sozio-technischen Systeme eine wichtige Rolle, da sie die experimentellen Evidenzen zur Erhärtung oder Schwächung von Problemlösungsansprüchen darstellen. Allerdings wird eine solche Diagnose einer degenerativen Problemverschiebung nur dann brisant, wenn ein Konkurrent existiert, der eine progressive Problemverschiebung verheißt. Das Spiel kann von neuem beginnen; aber es findet zwischen konkurrierenden, nicht notwendigerweise miteinander kompatiblen sozio-technischen Projektionen statt, deren Größenvergleich leicht vergessen läßt, daß hier unterschiedliche Welten konstruiert werden, die nur bedingt miteinander verglichen werden können. Die soziale Stabilisierung sozio-technischer Systeme hat folglich temporären Charakter; die Debatte um die Glaubwürdigkeit von Problemlösungsansprüchen kann jederzeit aufgrund von technisch-apparativen oder diskursiven Störfällen wiedereröffnet werden. Die eigentliche Gefahr besteht allerdings im Auftreten eines größeren Konkurrenten.

29 Zur soziologischen Analyse der Konstruktion sozialer Allianzen vgl. auch Weyer 1989, 1993a.

Vor einer abschließenden Zusammenfassung der theoretischen Argumente in Abschnitt 5 soll das hier entwickelte analytische Instrumentarium auf einen weiteren Fall aus dem Bereich der Raumfahrt angewendet werden, in dem es um die Konkurrenz und Koexistenz von sozio-technischen Systemen, um temporäre Siege und Niederlagen sowie um die Fähigkeit zur Regeneration von sozio-technischen Systemen geht.

#### 4. *TV-Sat* und *Astra*: Wer ist David, wer Goliath?

Die Nutzung von Satelliten im Weltraum kann auf eine nunmehr über dreißigjährige Geschichte zurückblicken, innerhalb deren verschiedene Nutzungsvisionen entwickelt und erprobt wurden. Sie reichen vom interkontinentalen Telefonverkehr über die Wettervorhersage bis hin zu neueren Anwendungen wie dem satellitengestützten Seenotruf oder der Verbreitung von Fernsehprogrammen via Satellit. Im folgenden sollen Rundfunksatelliten und die mit ihnen verknüpften sozialen Projektionen im Mittelpunkt stehen, wobei der Akzent auf die deutsche Entwicklung gelegt wird.

Seit August 1989 verfügt die Bundespost mit dem *TV-Sat 2* über einen funktionsfähigen Rundfunksatelliten, nachdem der im November 1987 gestartete *TV-Sat 1* wegen eines technischen Defekts kurz nach dem Start ausgefallen war. Der *TV-Sat* ist ein direktstrahlender Rundfunksatellit, dessen Programme bereits mit kleinen Antennenanlagen (ca. 60 cm Durchmesser) zu empfangen sind und daher nicht auf die Verteilung über Satellitenempfangstationen und mit ihnen verbundene Kabelnetze angewiesen sind.<sup>45</sup> Der Empfang der Sendungen eines direktstrahlenden Rundfunksatelliten kann daher »aus politischen Gründen nicht behindert«<sup>46</sup> werden. Dies gilt allerdings auch für »fremde« Satelliten, die ungehindert in das Gebiet der Bundesrepublik hineinstrahlen und so das Fernmeldemonopol der Bundespost unterlaufen. Die schärfste Konkurrenz für den *TV-Sat* bildet der

30 Zur Geschichte und zu technischen Details des *TV-Sat* siehe ausführlich Eckstein 1990.

31 *Frankfurter Allgemeine Zeitung* (FAZ) vom 16. 10. 1989.



luxemburgische *Astra*, ein sogenannter Medium-Power-Satellit, der mit einer geringeren Sendeleistung operiert und daher 16 Fernsehprogramme gleichzeitig übertragen kann, während der *TV-Sat* nur über fünf Kanäle verfügt.

Innerhalb weniger Jahre hat *Astra* das Rennen eindeutig für sich entschieden, was allerdings ohne eine erhebliche (und vor wenigen Jahren noch für unmöglich erachtete) Verbesserung der Empfangsanlagen kaum denkbar gewesen wäre.<sup>47</sup> Insofern scheint sich der *TV-Sat* in die Reihe der staatlichen Großprojekte einzureihen, die als Fehlschläge zu verbuchen sind.<sup>48</sup> Der Postminister selbst warnte davor, daß die für den *TV-Sat* aufgewendeten Mittel sich als »rausgeworfenes Geld«<sup>49</sup> erweisen könnten, was die *Frankfurter Allgemeine Zeitung* zu dem Kommentar veranlaßte, daß »Schwarz-Schillings Ufo« ohnehin »reif für das Technikmuseum« sei, da *Astra* »längst das Rennen für sich entschieden«<sup>50</sup> habe. Was sich auf der vordergründigen Ebene als ein Lehrstück für die Überlegenheit der Privatinitiative gegenüber schwerfälligen Staatsprojekten interpretieren läßt<sup>51</sup>, entfaltet bei genauerer Betrachtung eine Reihe weiterer Dimensionen. Dazu ist es allerdings erforderlich, das Politikfeld, die in ihm agierenden Gruppen sowie deren spezifische (und voneinander abweichende) Konstruktionen des sozio-technischen Systems »Satellitenfernsehen« zu benennen.<sup>52</sup> Die Rundfunk- und Satellitenpolitik des Bundespostministeriums (BMP) ist einerseits vom Interesse der Bestandswahrung der Organisation »Bundespost« geprägt; andererseits spielen eine Reihe von außenpolitischen Aspekten eine Rolle, die sich aus der Genese des *TV-Sat*-Projekts erklären lassen. Das 1980 ratifizierte Vorhaben, gemeinsam mit Frankreich baugleiche Rundfunksatelliten (*TV-Sat* und *TDF*) zu entwickeln und zu betreiben, war – ähnlich wie schon bei dem 1967 vereinbarten Vorgängerprojekt *Symphonie* – mit einer Absage an eine europäische Entwicklung im Rahmen der European Space Agency (ESA) verknüpft

32 Vgl. *FAZ* vom 15. 8. 1990.

33 Zur Forschungs- und Technologiepolitik allgemein: Klodt 1987; Keck 1984.

34 Zit. nach *FAZ* vom 12. 10. 1990.

35 *FAZ* vom 13. 10. 1990.

36 So die *FAZ* vom 4. 4. 1989.

37 Wie oben bereits erwähnt, werden die Bezeichnungen der sozio-technischen Systeme als Indizes verwendet.

gewesen, die vor allem von der raumfahrttechnischen Industrie forciert worden war. Bei kommerziell interessanten Projekten dominierte damals wie heute das Konkurrenzmotiv vor dem Kooperationswillen.<sup>53</sup> Auch für die Politik war diese Linie einer Nationalisierung von Raumfahrtprojekten interessant, eröffnet der Besitz von Kommunikationssatelliten doch breite Möglichkeiten des »elektronischen Imperialismus«<sup>54</sup> sowie des politischen und industriellen Zugangs zu Schwellenländern. Schon in den sechziger Jahren sprach man in der Bundesrepublik unter Bezug auf den Wettlauf um die Gunst des sogenannten »schwarzen Kontinents« unverhüllt von der »Schlacht um den Einfluß in der Welt«<sup>55</sup> und schrieb Kommunikationssatelliten eine zentrale Rolle innerhalb dieses Machtkampfs zu.

Neben diesen globalpolitischen Aspekten besitzt der *TV-Sat* zugleich eine europapolitische Komponente, ist er doch nicht nur sichtbares Symbol der deutsch-französischen Kooperation, sondern zugleich Instrument einer Industriepolitik in einem Hochtechnologiebereich, der als zentral für die zukünftige Entwicklung Europas angesehen wird. Insbesondere die zwischen der Bundesrepublik und Frankreich vereinbarte neue Übertragungsnorm »D 2-Mac« besitzt diese industriepolitische Ausrichtung; ist doch der Sinn dieser Normung die Sicherung eines Absatzmarktes für die Rundfunkgeräteindustrie, die durch die japanische Konkurrenz derart in Bedrängnis geraten ist, daß sie um ihr Überleben fürchten muß. Eine Zeitlang wurde der *TV-Sat* zudem unter einer deutschlandpolitischen Perspektive gesehen, da sich mit ihm die Versorgung der entlegenen Gebiete der Neuen Bundesländer problemlos und mit relativ geringem Aufwand hätte bewerkstelligen lassen.

Neben diesen industrie-, europa- und machtpolitischen Facetten des *TV-Sat* fällt auf, wie wenig er medienpolitisch in Bewegung setzt. Die privaten TV-Anbieter haben bereits Kanäle auf mehreren privaten und staatlichen Fernsehsatelliten gemietet und können durch eine zusätzliche Belegung des (vergleichsweise teuren) *TV-Sat* ihre Reichweite und damit die Höhe der Werbeeinnahmen – den für sie entscheidenden Faktor – nur unwesentlich verbes-

38 Vgl. Eckstein 1990; Häusler/Simonis 1985.

39 Ratzke 1987, S. 582.

40 Weltraumfahrt-Raketentechnik 1966, S. 119.

sern.<sup>56</sup> Die öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten scheuen die erheblichen Mehrkosten, die bei einer Belegung des *TV-Sat* entstünden und denen »kein Äquivalent auf der Erlösseite«<sup>57</sup> gegenübersteht, insbesondere da sie mit terrestrischen Übertragungstechniken 98 Prozent ihrer Kunden erreichen. Für die Geräteindustrie hingegen bildet die Entscheidung von ARD und ZDF, ihre Sendungen durch Nutzung des *TV-Sat* auch in einem verbesserten technischen Standard zu übertragen, den Schlüssel für die Vermarktbarkeit ihrer neuen Fernsehgeräte in D 2-Mac-Norm, deren Kosten erheblich über denen eines Standard-Fernsehers liegen und die daher eines massiven Kaufanreizes bedürfen. Immerhin scheut man sich nicht, die Änderung des Rundfunkstaatsvertrages zu fordern, der ARD und ZDF ausdrücklich untersagt hatte, ihre Hauptprogramme über den *TV-Sat* zu senden.

Das Beispiel zeigt, in welchem Maße die Projektionen sozio-technischer Systeme bei den beteiligten Akteuren divergieren, wie sehr jedoch zugleich die konkurrierenden Konstrukte des sozio-technischen Systems »Satellitenfernsehen« miteinander verflochten sind. Handlungen und Entscheidungen eines Akteurs beeinflussen und verändern die Randbedingungen des Handelns anderer Akteure. Das Artefakt »Rundfunksatellit« stellt dabei lediglich eine Komponente dar, die von den verschiedenen Akteuren in unterschiedlicher Weise mit anderen (kontextuell verfügbaren) Komponenten zu sozio-technischen Systemen verknüpft wird.<sup>58</sup>

So besteht für die *Astra*-Betreiber das sozio-technische System aus Satelliten, Empfangsanlagen, Fernsehkunden sowie werbenden Firmen, während Kabel, TV-Geräte, Postministerium und Geräteindustrie in dieser Definition außerhalb der Systemgrenzen liegen. Das sozio-technische System »*Astra*« stellt gegenüber dem sozio-technischen System »*TV-Sat*« zweifellos eine progressive Problemverschiebung dar, weil es *Astra* gelungen ist, Probleme zu lösen, die der *TV-Sat* nach wie vor nicht zu lösen imstande ist, zum Beispiel die flächendeckende Verbreitung privater Programme. Zu dieser Diagnose bedarf es allerdings einer sozial stabilen Deutung, daß diese Vermehrung der Programme um Angebote, die sich nicht den Prinzipien des öffentlich-rechtlichen

41 Vgl. FAZ vom 15. 8. 1990.

42 FAZ vom 30. 10. 1990.

43 Vgl. Callon 1991.

Rundfunks unterwerfen, ein Größenwachstum darstelle. Den *Astra*-Betreibern und den mit ihnen liierten TV-Produzenten ist es zweifellos gelungen, dieses Deutungsmuster zu stabilisieren.

Allerdings war dieser Erfolg noch vor wenigen Jahren kaum antizipierbar gewesen; denn weder ließen sich die Kundenakzeptanz (das heißt auch die Bereitschaft, anfangs mehrere tausend DM in Satellitenschüsseln zu investieren) noch der rapide technische Fortschritt bei den Empfangsanlagen prognostizieren. Und die – lange Zeit roten – Bilanzen vieler privater Anbieter beweisen, daß die Betreiber durch eigenständige Vorleistungen die Problemlösungsfähigkeit ihres neuen sozio-technischen Systems unter Beweis zu stellen versuchten, keineswegs jedoch bereits alle Probleme gelöst hatten.

Der Erfolg eines sozio-technischen Systems, das heißt die soziale Stabilisierung der mit diesem Artefakt einhergehenden Deutungsmuster, hat jedoch allenfalls temporären Charakter, da *mehrere koexistierende System-Modelle miteinander konkurrieren* und durch Verhandlungsprozesse neuartige Konfigurationen erzeugen können. Die intensiven Bemühungen von Post und Geräteindustrie, die Grenzen des sozio-technischen Systems anders zu definieren, als die *Astra*-Betreiber es tun, sind ein anschauliches Beispiel. Indem sowohl die öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten als auch die Geräteindustrie zu Bestandteilen des Systems gemacht werden, entstehen neuartige Wechselwirkungen innerhalb des Systems wie auch zwischen dem System und seiner sozialen Umwelt, die sich von denen unterscheiden, die die *Astra*-Betreiber konstruieren. Das sozio-technische System »*TV-Sat*« wird nunmehr in einer Weise rhetorisch inszeniert, die es größer macht als das sozio-technische System »*Astra*«.

*Den Gegenstand des sozialen Diskurses konstituieren auch hier hypothetische Szenarien*, die empirische Effekte in einer spezifischen, interessengeleiteten Weise mit Zukunftserwartungen verknüpfen. Die Konstruktion von Größe spielt dabei, wie das Beispiel zeigt, eine wichtige Rolle, wenn man berücksichtigt, daß es die Funktion der Visionen ist, eine Rückwirkung im Sinne einer Wiederöffnung der Debatte zu erreichen. Um eine Wirkung zu erzielen, ist es hilfreich, wenn sich konkurrierende Konzepte (wie etwa *Astra*) als klein gegenüber dem konstruierten sozio-technischen System erweisen, weil sie zum Beispiel die Folgen für die Arbeitsplätze in der Geräteindustrie nicht berücksichtigen. Die

publizistische Inszenierung des Größenunterschieds verschiedener sozio-technischer Systeme ist ein wirksames Instrument der *Mobilisierung von Akteuren* (hier zum Beispiel Gewerkschaften, Wirtschaftspolitiker), deren Unterstützung erforderlich ist, um das neue Konstrukt gegenüber seinem Konkurrenten durchzusetzen und (temporär) zu stabilisieren. In der nächsten Diskursrunde wird sich dieses sozio-technische System dann wiederum gegenüber neuen Interpretationen bewähren müssen, die beispielsweise die Folgen einer ungezügelten Reizüberflutung für die Leistungsfähigkeit von Schülern oder die Entwicklung der Kriminalität thematisieren und so die Grenzen des sozio-technischen Systems wiederum ausdehnen.

### 5. Fazit

Unter Rückgriff auf Konzepte von Hughes und Lakatos wurde versucht, den Größenbegriff als eine Kategorie zu etablieren, die relative Unterschiede in der Problemlösungsfähigkeit sozio-technischer Systeme beschreibt. Das Wachstum eines sozio-technischen Systems kann damit bezeichnet werden als die Fähigkeit, neue Probleme zu diagnostizieren und zu lösen (bzw. ihre Lösbarkeit glaubhaft zu versprechen). Der Begriff der Größe wird damit nicht nur historisch relativiert, sondern zugleich an die sozialen Diskursstrukturen gebunden, in deren Rahmen Problemlösungsansprüche Glaubwürdigkeit erringen müssen. Der Begriff ›Problem‹ darf in diesem Zusammenhang nicht zu eng gefaßt werden. Es sind keinesfalls nur apparativ-instrumentelle Probleme, zu deren Lösung ein sozio-technisches System instande sein muß; auch soziale Probleme, wie etwa die Durchsetzung am Markt oder die Ausweitung von Domänen in Forschung und Industrie, können – wie die Beispiele zeigten – eine wichtige Rolle für die Stabilisierung von sozio-technischen System-Projektionen spielen.

Von zentraler Bedeutung für eine relationale Theorie des Größenwachstums sozio-technischer Systeme ist die Konkurrenz unterschiedlicher sozio-technischer Systeme. Die Stagnation oder Degeneration eines sozio-technischen Systems sowie seine Unfähigkeit, Störfälle zu verarbeiten bzw. zu vermeiden, werden erst dann brisant, wenn ein Konkurrent auftritt, der ein höheres Pro-

blemlösungspotential zu besitzen beansprucht und diese Deutung sozial stabilisieren kann. In diesem Fall findet Größenwachstum nicht in Form der Weiterentwicklung eines sozio-technischen Systems, sondern in Form der Verdrängung (bzw. Ergänzung) eines bestehenden sozio-technischen Systems durch ein mächtigeres statt.

Der komplizierteste Fall ergibt sich, wenn ein neues sozio-technisches System entsteht, das ein eigenständiges Emergenzphänomen darstellt und trotz seiner rekombinatorischen Nutzung bestehender sozio-technischer Systeme nicht auf diese abbildbar ist. Ein Größenvergleich macht in diesem Fall wenig Sinn, weil eigenständige, nicht miteinander vergleichbare ›Welten‹ entstehen und neue Pfade mit eigenen Größenmaßstäben sich entwickeln.

### Literatur

- Braun, I. (1994), »Geflügelte Saurier. Zur intersystemischen Vernetzung großer technischer Netze« (in diesem Band).
- Braun, I./G. Feuerstein/C. v. Grote-Janx (1991), »Organ-Technik. Technik und Wissenschaft im Organtransplantationswesen«, in: *Soziale Welt* 42, S. 445-472.
- Callon, M. (1991), »Techno-economic Networks and Irreversibility«, in: J. Law (Hg.), *A Sociology of Monsters. Essays on Power, Technology, and Domination*, London/New York: Routledge, S. 132-161.
- Eckstein, W. (1990), »Zur Geschichte der neuen Rundfunktechniken und der Entstehung neuer Märkte – Rundfunkpolitik als Industriepolitik«, Manuskript, Offenbach.
- Gähde, U./J. Weyer, (1989), »Forschungsprogramm«, in: H. J. Sandkühler u. a. (Hg.), *Europäische Enzyklopädie zu Philosophie und Wissenschaften*, Hamburg: Meiner, Bd. 2, S. 93-95.
- Grote, C. von (1994), »Anschlüsse an den Alltag. Versuche zu einer Hermeneutik technischer Infrastrukturen« (in diesem Band).
- Häusler, J./G. Simonis (1985), »Underdevelopment via Satellite. The Interests of the German Space Industry in Developing Countries and Their Consequences«, in: J. E. Katz (Hg.), *People in Space. Policy Perspectives for a Star Wars Century*, New Brunswick, N. J., S. 110-128.
- Herbold, R./R. Wienken (1993), *Experimentelle Technikgestaltung und offene Planung. Strategien zur sozialen Bewältigung von Unsicherheit am Beispiel der Abfallbeseitigung*, Bielefeld: Kleine Verlag.
- Herbold, R./W. Krohn/J. Weyer (1991), »Technikentwicklung als soziales Experiment«, in: *Forum Wissenschaft* 8, Heft 4, S. 26-32.

- Hohn, H.-W./U. Schimank (1990), *Konflikte und Gleichgewichte im Forschungssystem. Akteurkonstellationen und Entwicklungspfade der staatlich finanzierten außeruniversitären Forschung*, Frankfurt am Main/New York: Campus.
- Hughes, Th. P. (1979), »The Electrification of America. The System Builders«, in: *Technology and Culture* 20, S. 124-161.
- (1987), »The Evolution of Large Technological Systems«, in: W. E. Bijker/Th. P. Hughes/T. J. Pinch (Hg.), *The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*, Cambridge, Mass./London: MIT Press, 51-82.
- Keck, O. (1984), *Der Schnelle Brüter. Eine Fallstudie zu Entscheidungsprozessen über Großtechnik*, Frankfurt am Main/New York: Campus.
- KfR (1962), Kommission für Raumfahrttechnik des Bundesverbandes der Deutschen Luft- und Raumfahrtindustrie e.V. (BDLI) und der Deutschen Gesellschaft für Flugwissenschaften e.V. (DGF), *Vorschlag für ein gemeinsames Vier-Jahres-Programm »Raumfahrttechnik« der deutschen Forschung und Industrie*, Bonn im Juli 1962.
- Klodt, H. (1987), *Wettlauf um die Zukunft. Technologiepolitik im internationalen Vergleich*, Tübingen: J. C. B. Mohr (Kieler Studien 206).
- Krohn, W./J. Weyer (1989), »Gesellschaft als Labor. Die Erzeugung sozialer Risiken durch experimentelle Forschung«, in: *Soziale Welt* 40, S. 349-373.
- Lakatos, I. (1974), »Falsifikation und die Methodologie wissenschaftlicher Forschungsprogramme«, in: I. Lakatos/A. Musgrave (Hg.), *Kritik und Erkenntnisfortschritt*, Braunschweig: Vieweg, S. 89-189.
- Latour, B. (1983), »Give Me a Laboratory and I will raise the World«, in: K.D. Knorr-Cetina/M. Mulkay (Hg.), *Science Observed. Perspectives of the Social Studies of Science*, London/New Delhi/Beverly Hills: Sage, S. 141-170.
- MacKenzie, D. (1989), »From Kwajalein to Armageddon? Testing and the social construction of missile accuracy«, in: D. Gooding/T. Pinch/S. Schaffer (Hg.), *The Uses of Experiment. Studies in the Natural Sciences*, Cambridge: Cambridge University Press, S. 409-435.
- Memorandum (1987), »Kritik der Bonner Weltraumpolitik«, Bonn.
- Perrow, Ch. (1984), *Normal Accidents. Living with High-Risk Technologies*, New York: Basic Books; deutsch: *Normale Katastrophen. Die unvermeidlichen Risiken der Großtechnik*, 2. Auflage, Frankfurt am Main/New York 1992.
- Pinch, T. J./W. E. Bijker (1987), »The Social Construction of Facts and Artefacts. Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other«, in: W. E. Bijker/Th. P. Hughes/T. J. Pinch (Hg.), *The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*, Cambridge, Mass./London: MIT Press, S. 17-50.
- Radkau, J. (1983), *Aufstieg und Krise der deutschen Atomwirtschaft 1945-1975. Verdrängte Alternativen in der Kerntechnik und der Ursprung der nuklearen Kontroverse*, Reinbek: Rowohlt.
- Ratzke, D. (1987), »Die Bedeutung der Erforschung und Nutzung des Weltraums für die Medienstrukturen« in: K. Kaiser/S. Frhr. v. Welck (Hg.), *Weltraum und internationale Politik*, München: Oldenbourg, S. 573-590.
- Satelliten (1962), *Satelliten für die Deutsche Weltraumforschung*, Denkschrift, gemeinschaftlich erarbeitet von Deutsche Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt, Institut für Geophysik und Meteorologie der Universität Köln, Bölkow-Entwicklungen K.G., Band 1, im November 1962 (Historisches Archiv der Deutschen Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt).
- Stucke, A. (1993), *Institutionalisierung der Forschungspolitik: Entstehung, Entwicklung und Steuerungsprobleme des Bundesforschungsministeriums*, Frankfurt am Main/New York: Campus.
- Trischler, H. (1992), *Luft- und Raumfahrtforschung in Deutschland 1900-1970. Politische Geschichte einer Wissenschaft*, Frankfurt am Main/New York: Campus.
- Weyer, J. (1989), »Reden über Technik« als Strategie sozialer Innovation. Zur Genese und Dynamik von Technik am Beispiel der Raumfahrt in der Bundesrepublik«, in: M. Glagow/H. Wiesenthal/H. Willke (Hg.), *Systemische Steuerung und partikulare Handlungsstrategien*, Pfaffenweiler: Centaurus, S. 81-114.
- (1993a), *Akteurstrategien und strukturelle Eigendynamiken. Raumfahrt in Westdeutschland 1945-1965*, Göttingen: Otto Schwartz.
- (Hg.) (1993b), *Technische Visionen – Politische Kompromisse. Geschichte und Perspektiven der deutschen Raumfahrt*, Berlin: edition sigma.
- (1993c), »System und Akteur. Zum Nutzen zweier soziologischer Paradigmen bei der Erklärung erfolgreichen Scheiterns«, in: *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 45, S. 1-22.