

**Von Innovations-Netzwerken
zu hybriden sozio-technischen
Systemen**

Neue Perspektiven der Techniksoziologie

Johannes Weyer

Arbeitspapier Nr. 1 (Juni 2003)

erscheint in: Lars Bluma/Wolfhard Weber (Hg.): Technikvermittlung – Die Beziehung zwischen Ingenieuren und Techniknutzern (Cottbuser Studien zur Geschichte von Technik, Arbeit und Umwelt), Waxmann Verlag

Herausgeber

Prof. Dr. Johannes Weyer
Universität Dortmund
Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät
D-44221 Dortmund
Tel.: 0231/755-3281
Mail: johannes.weyer@uni-dortmund.de
Web: www.wiso.uni-dortmund.de/LSFG/TS

Bereits erschienene Arbeitspapiere

- 1/2003 Johannes Weyer
Von Innovations-Netzwerken zu hybriden sozio-technischen Systemen. Neue Perspektiven der Techniksoziologie
(Juni 2003)
- 2/2003 Johannes Weyer/Stephan Cramer/Tobias Haertel
Partizipative Einführung von Methoden und Techniken in der Projektorganisation eines Softwareherstellers
(Projekt-Endbericht – nur zum internen Gebrauch)
(Juli 2003)
- 3/2003 Stephan Cramer
How safety systems made seafaring risky. Unintended acceleration in the 19th century
(August 2003)

Inhalt

1	Die Konjunktur der Technikgeneseforschung in den 1980er und 1990er Jahren	1
2	Kritik des Netzwerk-Ansatzes in der Innovations-Forschung.....	3
	2.1 Netzwerke – ein transitorisches Phänomen?.....	3
	2.2 Die Fragmentierungsthese.....	4
	2.3 Das Argument der Machtasymmetrien	6
	2.4 Die Einbettungsthese.....	9
	2.5 Fazit	9
3	Perspektiven einer neuen Techniksoziologie	10
	3.1 Das Programm des "Societal Constructivism"	11
	3.2 Gradualisiertes Handeln in verteilten Systemen.....	14
4	Ein Schritt zurück: Das Phasen-Modell der Technikgenese.....	18
	4.1 Entstehungsphase	19
	4.2 Stabilisierungsphase.....	20
	4.3 Durchsetzungsphase	22
	4.4 Technologiepolitische Konsequenzen.....	24
5	Post-Skript und Ausblick.....	24
6	Literatur	26

Der Ansatz der Techniksoziologie der 1980er und 1990er Jahre, die Entstehung und Durchsetzung einer neuen Technik auf den Prozess der Bildung und Stabilisierung von Akteur-Netzwerken zu beziehen, ist in jüngster Zeit in die Kritik geraten. Der folgende Beitrag befasst sich im Wesentlichen mit zwei Themen: Er rekapituliert den Anspruch der Technikgeneseforschung (Kap. 1) und diskutiert die Argumente der Kritiker (Kap. 2) – mit dem Ergebnis, dass der Ansatz der Technikgeneseforschung den kritischen Einwänden durchaus Stand hält –, und er fragt nach theoretischen und analytischen Perspektiven, die über die traditionelle, organisationssoziologisch ausgerichtete Technikforschung hinaus weisen (Kap. 3) – mit dem Resultat, dass eine stärkere Ausrichtung auf Fragen der soziologischen Theorie einerseits, auf die Thematik der hybriden sozio-technischen Systeme andererseits wesentliche Markierungspunkte für eine Neuorientierung der Techniksoziologie sein könnten. Vor diesem Hintergrund wird das 1997 erstmals publizierte Phasenmodell der Technikgenese rekapituliert (Kap. 4), um abschließend einen Ausblick auf künftige Forschungsperspektiven zu geben (Kap. 5).

1 Die Konjunktur der Technikgeneseforschung in den 1980er und 1990er Jahren

Mitte der 1980er Jahre war die Community der Technikforscher in (West-) Deutschland mit dem Programm aufgetreten, durch eine Analyse der sozialen Prozesse der Technikentstehung einen Beitrag zur politischen Steuerung von Technik sowie zur (vorsorgenden) Bewältigung von Technikfolgen zu leisten (vgl. insb. Dierkes 1989, 1993). Das von Meinolf Dierkes, Renate Mayntz und Burkhard Lutz verfolgte Programm einer Technikgeneseforschung (vgl. Dierkes 1987) verknüpfte erstmals Technikgenese- und Technikfolgenforschung in einer Weise, die zu einer Soziologisierung der Technikgeschichte, aber auch zu einer Historisierung der Techniksoziologie führte und die beiden Teildisziplinen der Technikforschung einander erheblich näher brachte.¹ Denn die Technikgeneseforschung basierte auf der programmatischen Annahme, dass "bereits in der Frühphase einer Technik Schlüsselentscheidungen fallen, die den gesamten Prozess der Technikentwicklung (bis hin zu den manifesten Folgen in der Gegenwart) prägen"; dies hatte zwingend zur Folge, "dass man weit in die Geschichte von Technisierungsprojekten zurückzugehen musste, um dort nach prägenden Entscheidungen zu suchen" (Weyer 1997a: 23).

Dierkes, Mayntz und Lutz hatten damit den Grundstein für ein breit angelegtes Forschungsprogramm gelegt, das vor allem am Max-Planck-Institut

¹ Zudem ergaben sich Verbindungen zur Innovationsökonomie, was sich in beiden Richtungen als fruchtbar erwies.

für Gesellschaftsforschung in Köln, am Wissenschaftszentrum Berlin und an der Bielefelder Institut für Wissenschafts- und Technikforschung durchgeführt wurde und innerhalb nur eines Jahrzehnts beachtliche Ergebnisse produzierte. Die Studien des Berliner Technikforschers Andreas Knie zur Entstehung des Diesel- und des Wankelmotors (1989, 1994) wie auch die Studien der Kölner Wissenschaftler Volker Schneider und Raymund Werle zu Infrastruktursystemen wie der Telekommunikation (Schneider/Werle 1991, Schneider 1992, Werle 1995) seien hier als einige Beispiele für Arbeiten genannt, die den Wissensstand über die sozialen Prozesse der Entstehung technischer Innovationen und deren Verfestigung zu sozio-technischen Systemen erheblich erweitert haben. Trotz einiger Differenzen im Detail war sich die Community der Technikforscher im Grundsatz einig, dass die sozialen Aushandlungs- und Schließungsprozesse eine wichtige Grundlage für die Stabilisierung technischer Innovationen darstellen. Der aus der sozialkonstruktivistischen Debatte entlehnte Begriff des "Closure" (vgl. Pinch/Bijker 1987) bündelte die Auffassung wie im Brennglas, dass eine diskursive Verständigung über die Bedeutung und die Tragweite einer neuen Technik erzielt werden muss, damit ein innovatives sozio-technisches System entsteht, das sich in unterschiedlichen Anwendungskontexten bewähren kann. Und man war sich weitgehend einig, dass Netzwerke in diesem Prozess eine wesentliche Rolle spielen, seien es Innovations-Netzwerke (Kowol/Krohn 1995), Policy-Netzwerke (Mayntz 1993), strategische Netzwerke (Heidling 2000) oder regionale Netzwerke (Heidenreich 2000).

In vielen Fallstudien wurde gezeigt, dass die soziale Schließung eines Netzwerkes von Akteuren, die sich aus unterschiedlichen Interessen an einem gemeinsamen Technik-Projekt beteiligen, eine wesentliche Basis für die Inangangsetzung und Stabilisierung technischer Innovationen darstellt. Auch meine eigenen Arbeiten (Weyer 1997a, b) verfolgten diese Programmatik, die sozialen Prozesse der Technikgenese zu analysieren und insbesondere die Mechanismen der Vernetzung von Akteuren zu identifizieren, die zum Erfolg bzw. zum Scheitern von Technik-Projekten führen. Darüber hinaus war es mein Ziel, durch eine – über Einzel-Fallstudien hinaus gehende – vergleichende Betrachtung den Stellenwert sozialer Netzwerke für die Technikgenese systematischer zu beschreiben, Aussagen zur Rolle des Staates in derartigen Netzwerken zu treffen und zudem Anchlüsse zwischen Technikgeneseforschung und soziologischer Theorie herzustellen.

Die Kernaussage des in Bielefeld entwickelten Phasenmodells der Technikgenese lautet, dass soziale Netzwerke "Träger und Motor der Technikentwicklung sind", dass jedoch "Technikgenese als ein mehrstufiger Prozess der sozialen Konstruktion von Technik zu begreifen (ist), der von wechselnden Akteurkonstellationen getragen wird" (Weyer 1997b: 129), deren Nut-

zungsvisionen im Laufe der Zeit erheblich variieren können. Der Hauptunterschied zu bestehenden Ansätzen lag somit in der Ausweitung des Blicks auf eine Sequenz von Konstruktionsakten und die damit einhergehende Fokussierung auf den dynamischen Prozess der Schließung *und* Öffnung von Innovations-Netzwerken (vgl. dazu detaillierter Kap. 4).

2 Kritik des Netzwerk-Ansatzes in der Innovations-Forschung

Mittlerweile drängt sich der Eindruck auf, dass die Technikgeneseforschung der Vergangenheit angehört, ja gravierender noch, dass ihr programmatisches Kernelement, die analytisch-theoretische Verknüpfung von Technikgenese und Akteur-Netzwerken, immer stärker in Zweifel gezogen wird. Exemplarisch diskutiere ich im Folgenden die Kritiken von Hirsch-Kreinsen (2002) und Dolata (2001).

2.1 Netzwerke – ein transitorisches Phänomen?

Hartmut Hirsch-Kreinsen hat in einem umfassenden Rückblick über die organisationssoziologische Netzwerkforschung der vergangenen 15 Jahre folgende generelle Kritik formuliert:

- Der Stellenwert von Netzwerken werde bei Weitem "überschätzt" (Hirsch-Kreinsen 2002: 119) und die Leistungsfähigkeit anderer Governance-Formen unterschätzt. Das "Problemlösungspotenzial" (118) von Netzwerken sei weitaus geringer als vermutet, da insbesondere die "Koordinationsprobleme" (111) und die sich verschärfenden Widersprüche zwischen der eigennützig-ökonomischen Orientierung der Akteure und der kooperativ-solidarischen Ausrichtung des Netzwerkes prinzipiell nicht zu beheben seien.
- Netzwerke seien vermutlich – Hirsch-Kreinsen formuliert diesen Gedanken bewusst vorsichtig – ein "transitorisches Phänomen" (119), also eine vorübergehende Erscheinung, und zwar in zweierlei Hinsicht: Zum einen sei die Konjunktur des Netzwerk-Gedankens lediglich ein modisches Phänomen, das wie viele Moden in der Management-Literatur rasch wieder abebben und durch neue Themen ("Wissensmanagement", "lernende Organisation" etc.) abgelöst werde. Zum anderen aber fänden sich Netzwerke vor allem in jungen, noch unreifen Industrien – also in prä-strategischen Konstellationen –, während in reifen Industrien eher traditionelle Governanceformen vorherrschten (119ff.). Netzwerke seien somit eine "Durchgangsstation" und eher "Moment eines ... Such- und Changierprozesses von Unternehmen" (120), die nach erfolgreicher Stabilisierung der Organisationsstrukturen abgelöst würden.

Diese deutliche Kritik am Mythos "Netzwerk" ist zweifellos in etlichen Punkten berechtigt. Hirsch-Kreinsen ist zuzustimmen, dass "die Bildung und

dauerhafte Existenz von Netzwerken keineswegs zwangsläufig" (119) ist; es handelt sich vielmehr um einen eher unwahrscheinlichen Fall der Selbstorganisation, der oftmals nur zu prekären und instabilen Lösungen führt. Und in vielen Fällen wählen die Unternehmen andere Optionen aus dem breiten Repertoire zwischen Markt und Hierarchie. Auch dass eine Zeitlang in nahezu modischer Manier jegliches Phänomen unreflektiert mit dem Begriff "Netzwerk" belegt wurde und dieses Etikett damit zu einer populären Metapher verkam, lässt sich schlecht bestreiten. Gerade dieser terminologische Missbrauch macht es m.E. jedoch erforderlich, den Begriff klarer zu konturieren und sozialtheoretisch zu verorten.

Nicht zustimmen kann ich jedoch der These des transitorischen Charakters, und zwar weniger wegen der substanziellen Behauptung, sondern eher wegen ihrer Verallgemeinerung. Zweifellos wird es Fälle geben, in denen lose koordinierte Netzwerke mit der schrittweisen Reifung des technologischen Feldes zu klassischen Organisationsformen mutieren. Aber genau so ist auch der umgekehrte Fall denkbar, wie er sich beispielsweise im Fall der Luftverkehrsallianzen (Star Alliance u.a.) zugetragen hat, wo mächtige Konzerne globale Kooperationen eingegangen sind, um den Weltmarkt besser bedienen zu können. Und auch die These der paradoxalen Effekte, die sich aus einem immanenten Widerspruch zwischen der kompetitiven (ökonomischen) Orientierung der Akteure und der kooperativen Ausrichtung des Netzwerks ergeben, kann ich nicht nachvollziehen. Das widersprüchliche Arrangement einer Kooperation von Konkurrenten (vgl. Powell 1990) ist ein konstitutives Merkmal von Netzwerken, deren Besonderheit gegenüber anderen Formen der Handlungskoordination darin besteht, dass die Akteure aus rationalen, eigennützigen Motiven miteinander kooperieren, weil sie ihre Ziele durch isoliertes Handeln nicht erreichen können. Ein solches Arrangement zustande zu bringen, ist ein schwieriges Unterfangen; aber es ist nicht per se zum Scheitern verurteilt, wie Hirsch-Kreinsen es zu postulieren scheint.

Während Hirsch-Kreinsen die organisationssoziologische Netzwerkforschung in ihrer Gesamtheit thematisiert, konzentriert sich Ulrich Dolata (2001) stärker auf den Teilbereich der Innovations-Netzwerke. Er kritisiert, gestützt auf eigene empirische Forschungen im Bereich Biotechnologie, massiv die Arbeiten von Werner Rammert (1997) sowie meine eigenen Arbeiten (Weyer 1997a) und bringt im Wesentlichen folgende drei Einwände vor:

2.2 Die Fragmentierungsthese

Dolata schränkt zunächst den Geltungsbereich des Netzwerk-Konzepts ein: "Relativ dauerhafte, multilaterale Beziehungsnetzwerke (bilden) lediglich eine Teilmenge einer erheblich zerklüfteteren Gesamtheit vorfindlicher Kooperationsformen und Aushandlungsprozedere" (2001: 38f.). Eigentlich

rennt er damit offene Türen ein, denn dieses Argument kann und will ernsthaft niemand bestreiten; in der Community der Netzwerkforscher herrscht vielmehr spätestens seit den Arbeiten von Walter W. Powell (1990) die Auffassung vor, dass es drei Grund-Typen der Handlungskoordination gibt: den Markt, die Hierarchie und das Netzwerk, die nach unterschiedlichen Regeln funktionieren ein breites Spektrum empirischer Ausprägungen zulassen. Ein zwischen den Polen anzusiedelnder Mischtyp ist beispielsweise das "strategische Netzwerk" (Sydow 1992) – ein von einem fokalen Unternehmen geführtes Netzwerk, das durch ein spannungsreiches Verhältnis von hierarchischen und kooperativen Elementen geprägt ist (vgl. Heidling 2000). Es ist ein Grenzphänomen, das durch eine starke Machtasymmetrie geprägt ist; denn das fokale Unternehmen befindet sich in einer dominanten Position. Wie prekär ein solches Arrangement sein kann, belegen die Probleme, die das Unternehmen Porsche bei der Produktion des neuen Modells "Cayenne" zu spüren bekam. Wie alle anderen Hersteller auch, hatte Porsche auf eine Outsourcing-Strategie gesetzt und damit die Fertigungstiefe verringert und die Kosten gesenkt. Die jahrelang massiv unter (Kosten-) Druck gesetzten Zulieferer waren jedoch ab einem bestimmten Punkt nicht mehr in der Lage, die geforderten Beiträge zum Netzwerk zu leisten (FAZ 29.11.2002, S. 14). Die drohende Insolvenz von Systemlieferanten bedrohte nicht nur das Gesamtprojekt, sondern stellte auch die Position des fokalen Akteurs derart in Frage, dass dieser seine Partner massiv finanziell unterstützen musste, also zu Maßnahmen greifen musste, die mit der machtvollen Durchsetzung von Ansprüchen wenig gemein haben. Dieser Vorfall zeigt auf drastische Weise die Konsequenzen, die eintreten können, wenn der fokale Akteur seine Position überreizt und die (Verhandlungs-) Logik des Netzwerks mit Macht außer Kraft zu setzen sucht. Und dennoch: Niemand würde ernsthaft bestreiten, dass auch andere Typen der Handlungskoordination als das Netzwerk in der Lage sind, Innovationen zu erzeugen.

Der Argumentationsgang, mit dem Dolata seine Fragmentierungs-These untermauert, ist zudem etwas irritierend. Zum einen beschränkt er seinen Netzwerkbegriff auf "personengetragene industrielle Beziehungen" wie beispielsweise den "Meinungsaustausch auf Tagungen" (2001: 40). Dies legt nahe, dass er lediglich sporadische, informelle Interaktionen dem Typus Netzwerk zuordnet und somit den gesamten Bereich der Interorganisations-Netzwerke ausblendet (vgl. u.a. Powell 1990, Weyer 2000a). Sein zweites Argument gegen den Netzwerk-Ansatz lautet, dass "Kooperationsbeziehungen ... alles andere als stabil und langfristig ausgerichtet" (Dolata 2001: 40) sind; dies ist jedoch genau ein zentrales Argument der Netzwerkforschung, die immer postuliert hat, dass marktlich verfasste Interaktionen meist kurzfristigen Charakter haben, vertraglich organisierte, hierarchisch

strukturierte Interaktionen meist langfristig angelegt sind und Netzwerke sich schließlich durch einen mittelfristigen Zeithorizont auszeichnen (Weyer 2000b: 7, vgl. Mill/Weißbach 1992, Willke 1995). Ein Gegenargument vermag ich daher in der dolataschen Argumentation nicht zu erkennen. Wenn er zudem feststellt, dass "auch in Großunternehmen ... technologieorientierte Kooperationen oft nicht top down, sondern dezentral zu Stande" (2001: 41) kommen, dann scheint der Konsens doch größer zu sein, als die dolatasche Rhetorik suggeriert.

Zudem ist die Fragmentierungsthese allein kein starker Einwand gegen das Modell der Innovations-Netzwerke; das Alternativ-Angebot, "zwischen koexistierenden Austauschmustern von unterschiedlicher Qualität, Struktur und Reichweite zu differenzieren" (42), mag ob seiner Undifferenziertheit jedenfalls nicht so recht begeistern. Eine klare Entscheidung enthält hingegen Dolatas Abgrenzung zwischen der vorwettbewerblichen Phase, in der er Netzwerken eine Rolle zubilligt, und der wettbewerblichen Phase, in der seiner Auffassung nach bilaterale, vertragsbasierte Beziehungen vorherrschen; ob dieses vergrößernde Schema haltbar ist, kann nur auf Basis vergleichender empirischer Analysen überprüft werden. Die mir bekannten Studien sprechen gegen eine derartige schematische Einteilung; denn auch in der wettbewerblichen Phase spielen Netzwerke immer wieder eine wichtige Rolle, wie beispielsweise unsere Studie zum Airbus belegt (Kirchner 1997). Netzwerke haben nicht nur die Funktion, den "Stein ins Rollen zu bringen", sondern sie erfüllen vielfältige Funktionen – von der Ingangsetzung eines innovativen Projektes (in Situationen der technologischen Unsicherheit) bis hin zu dessen Stabilisierung (in Märkten, deren Rezeptivität für das neue Produkt/System erst noch geschaffen werden muss). Die Vielfalt der empirischen Verläufe verbietet einfache Schablonen.

2.3 Das Argument der Machtasymmetrien

Dolata stellt die These der strukturellen Gleichrangigkeit der Akteure in Innovations-Netzwerken in Frage, indem er postuliert, dass Ressourcen und Einflussmöglichkeiten "höchst ungleich verteilt" (2001: 43f.) sind und somit "auch technikbezogene Kooperationen ... immer auf die eine oder andere Weise machtasymmetrisch strukturiert" (44, Herv. J.W.) sind. Da es mindestens ein Gegenbeispiel gibt, nämlich die Entstehung, Stabilisierung und Durchsetzung des Personal Computers (Schmidt 1997), kann diese All-Aussage als widerlegt gelten. Doch da Sozialwissenschaftler auch über widerlegte Thesen gerne lange Debatten führen, will ich mich diesem habitualisierten Verhaltensmuster nicht verschließen.

Obwohl viele Innovationen netzwerkbasierend entstanden sind, kann sich Technikgenese, wie bereits gesagt, auch in anderen Formen der Handlungskoordination (Markt, Hierarchie) vollziehen. Zweifellos haben die em-

pirischen Studien der 80er und 90er Jahre das Augenmerk der Technik- und Innovationsforscher darauf gelenkt, dass – Mythos hin, Mode her – insbesondere in Situationen großer Unsicherheit selbst Großkonzerne oftmals – nicht immer! – den Modus des Netzwerks wählen, weil er eine große Flexibilität eröffnet und eine vorschnelle Festlegung auf eine Option vermeidet. Da die Suche nach technischen Innovationen per Definition eine Situation der Unsicherheit ist, lag es nahe, Netzwerken hier eine prominente Position einzuräumen. Der Eindruck einer Einäugigkeit der Technikgeneseforscher, wie sie Dolata suggeriert, kann daher allenfalls deshalb entstanden sein, weil Prozesse der Technisierung bislang noch nicht unter dem Blickwinkel der Vernetzung von Akteuren betrachtet worden waren; neben einer gewissen Faszination für die neue Perspektive stand eine Zetlung vor allem das Bestreben im Vordergrund, das Potenzial des neuen Ansatzes auszuloten statt Bedenken aufzuhäufen.

Zudem besteht bei einer auf Machtphänomene fokussierenden Herangehensweise leicht die Gefahr, dass man die Problematik der Koordination von Akteuren aus den Augen verliert, die auch in asymmetrischen sozialen Konstellationen keineswegs trivial ist, wie beispielsweise Eckard Heidling in seiner Studie zum Kraftfahrzeuggewerbe gezeigt hat (2000). Denn auch der stärkere Akteur ist zur Durchsetzung seiner Interessen auf die Kooperationsbereitschaft des schwächeren Akteurs angewiesen.

Es soll hier keineswegs geleugnet werden, dass in sozialen Austauschprozessen Macht eine Rolle spielt; völlig austarierte Sozialbeziehungen wird es vermutlich nur in den seltensten Fällen geben. Und dennoch besteht die Gefahr der analytischen Verkürzung, wenn man die Entstehung von Neuem als Prozess der machtvollen Durchsetzung der Interessen eines dominanten Akteurs beschreibt. Denn das Ergebnis steckt im Grunde in den Prämissen: Weil der dominante Akteur Macht hat, ist er in der Lage, seine Interessen zur Geltung zu bringen und andere Akteure auf seine Linie zu verpflichten.²

Auch wenn Macht im Spiel ist, bleibt es eine theoretische Herausforderung, Technikgenese als selbstorganisierten Prozess der Interaktion (teilweise oder völlig) autonomer Akteure und als Konstruktion und schrittweise Stabilisierung (symmetrischer bzw. asymmetrischer) sozialer Netzwerke zu beschreiben und zu analysieren. In jedem Fall müssen theoretische – und z.T. noch ungelöste – Grundfragen der Soziologie bearbeitet werden, nämlich wie strategisch handelnde Akteure ihre Handlungen koordinieren, wie emergente Strukturen durch die Wechselwirkung des intentionalen Handelns

² Es ist allerdings fraglich, ob Innovationen überhaupt "von oben" verordnet werden können; es macht ja gerade die Besonderheit des Innovationsprozesses aus, dass dies in der Regel nicht möglich ist.

rationaler Akteure entstehen und schließlich wie derartige Netzwerke sich gegenüber den Akteur-Intentionen verselbständigen und zum äußeren Zwang werden können (vgl. Weyer 1993, 1997). Die sich hiermit ergebende Perspektive, Verbindungsstücke zwischen der Technikforschung und der soziologischen Theorie zu identifizieren, besitzt seit einiger Zeit eine gewisse Faszination innerhalb der Techniksoziologie – ablesbar etwa an den Arbeiten von Werner Rammert (1998) oder der niederländischen Forschergruppe um Arie Rip an der Universität Twente (Disco/v.d. Meulen 1998). Derartige Fragen bekommt man insbesondere dann in den Blick, wenn man das Brennglas in einer gewissen Radikalität auf das Phänomen "Netzwerk" ausrichtet und dabei andere Phänomene ausblendet. Eine derartige Herangehensweise mag also eine – temporäre – Blickverengung bedingen, die aber produktiv sein kann, solange sie nicht in Orthodoxien erstarrt.

Zudem scheint ein echtes Missverständnis vorzuliegen: Das Argument der strukturellen Gleichrangigkeit der Akteure, das Dolata so deutlich kritisiert, soll keinesfalls bedeuten, dass in einem Politikfeld wie der Raumfahrt oder der Biotechnologie alle Beteiligten per se ein gleich starkes Machtpotenzial besitzen.³ Die These der Gleichrangigkeit hat keinen substanziellen, sondern vielmehr einen methodologischen Status: *Wenn* die Akteure sich als Netzwerkpartner begegnen, *dann* steigt ihre Erfolgchance in dem Maße, in dem sie sich als gleichwertige Partner wechselseitig anerkennen. Jürgen Habermas' Diskurstheorie und die politikwissenschaftliche Diskussion über partizipative Prozesse und den interaktiven Staat steht hier ebenso Pate wie die Systemtheorie und die Theorie der Selbstorganisation (vgl. Habermas 1969, Feindt 1996, Simonis 1995, Krohn/Küppers 1989). Und in der Zuspitzung auf die Innovationsthematik lautet die These: *Wenn* Akteure in einer Situation großer Unsicherheit technische Innovationen generieren wollen, *dann* sind Netzwerke gleichberechtigter Partner ein probates Mittel, diesen Prozess in Gang zu setzen. Nicht mehr, aber auch nicht weniger. Dolata hingegen kippt, ohne seine These im Einzelnen zu begründen, ins andere Extrem, wenn er behauptet, dass *immer* Macht im Spiel ist – eine überzogene und unhaltbare Behauptung.

Zudem schränkt Dolata seine These erheblich ein, indem er auf sein Schema "vorwettbewerblich/wettbewerblich" zurück greift.⁴ Für die Frühphase konzidiert er nämlich "Autonomiezugeständnisse an den kleinen Partner" sowie die Tatsache, dass "Kreativität ... nicht autoritär angewiesen, sondern nur in verständigungs- und vertrauensbasierten Umgebungen" (45)

³ Die These der Innovations-Netzwerke macht m.W. keine Aussagen über Branchen bzw. Industrien, sondern über innovative Vernetzungs-Projekte – oftmals über Branchengrenzen hinweg.

⁴ Hier sind gewisse Parallelen zur Argumentation von Hirsch-Kreinsen erkennbar.

erzeugt werden kann. Asymmetrische Beziehungen (zwischen Großkonzernen und Start-ups) gebe es hingegen in der "Phase der breiten industriellen Aneignung neuer Technikfelder" (45). Die These der generellen Machtasymmetrie in Kooperationsbeziehungen ist damit also hinfällig; und auch die plakative Formel, "Verständigung und Konsens" entwickelten sich "immer im Schatten der Macht" (47, Herv. J.W.), mag nunmehr nicht mehr überzeugen.

Macht ist zweifellos in vielen Kooperationsbeziehungen im Spiel; aber meist ist es nicht opportun und oftmals selbst für den mächtigeren Partner gar nicht möglich, die Macht-Karte zu spielen, weil damit der Kern der vertrauensbasierten Beziehung zerstört wird, auf dem das Netzwerk basiert und von dem auch der mächtigere Partner abhängig ist. Diese strukturelle Gleichrangigkeit (nicht faktische Gleichheit!) in Diskursen macht es spannend, sich empirisch und theoretisch mit dem Phänomen der Innovations-Netzwerke auseinander zu setzen – ohne Scheuklappen und ohne den Blick für andere Kooperationsformen bzw. die Transformation netzwerkbasierter Kooperation in andere Typen aus dem Blick zu verlieren. Netzwerke können – selbst nach längerer Phase der Stabilität – zerbrechen und sich in marktformige Verhältnisse wandeln; oder Netzwerke können sich durch dauerhafte Kooperation derart verfestigen, dass die den Charakter einer Organisation mit hierarchischen Strukturen erhalten (was sich oftmals in Fusionen bzw. Akquisitionen niederschlägt). All diese Optionen sind möglich; aber man sollte nicht durch konzeptionelle Festlegungen Teile dieses Gesamtgeschehens ausblenden. Und darin bin ich mir – trotz aller Differenzen im Detail – mit Dolata durchaus einig.

2.4 Die Einbettungsthese

Dolatas drittes und letztes Argument lautet, dass Kooperation "immer im Schatten von Wettbewerb und Konkurrenz" (49) stattfindet, da die Unternehmen nicht aus uneigennütigen Motiven kooperierten, sondern immer vor dem Hintergrund ihrer Einbettung in internationale Konkurrenzen und Standortwettbewerbe. Dies Argument ist vollkommen kompatibel mit der These der Innovations-Netzwerke, so wie ich sie vertrete; denn Netzwerke sind für die beteiligten Akteure nie Selbstzweck, sondern immer Mittel zum Zweck, i.e. zur Durchsetzung ihrer singulären Interessen. In Situationen, in denen sie nicht in der Lage sind, ihre Interessen im Alleingang durchzusetzen, greifen sie zum Mittel der Kooperation – in der Erwartung, durch Bündelung von Ressourcen und Kopplung von Strategien ihre Ziele besser zu erreichen als durch isolierte Aktionen (Weyer 1997a, 2000).

2.5 Fazit

Die Kritik des Netzwerk-Ansatzes in der Innovationsforschung hat einige wichtige Punkte benannt, an denen die Debatte intensiver geführt werden

muss. Sie zeigt zugleich, dass das Pendel zur Zeit in die andere Richtung schwingt: Während in den 1990er Jahren gerade überschwänglich und z.T. unkritisch mit den Schlagworten der Netzwerkforschung umgegangen wurde, greift momentan Skepsis bezüglich der ubiquitären Verwendung dieses Konzepts um sich. Das spricht m.E. jedoch dafür, sich mit dem Netzwerk-Konzept detaillierter zu befassen und seinen Geltungs- und Anwendungsbe- reich präziser zu beschreiben. Richtig überzeugende Argumente, die für eine Abkehr von der Tradition sprechen, die mit Walter W. Powells wegwei- sendem Aufsatz von 1990 gelegt wurden, habe ich in der Debatte bislang nicht gefunden. Dolata (2001) und Hirsch-Kreinsen (2002) tragen zwar – durchaus diskutabel – Zweifel am Konzept der Innovations-Netzwerke vor, lassen aber nicht erkennen, wohin die Reise gehen soll, wenn nicht zurück zu traditionellen Konzepten der Organisationsforschung. Vor allem aber mangelt es ihnen an Alternativkonzepten. Wie soll man beispielsweise die Entwicklung des Transrapid (mit seinen neuerlichen Mutationen zum Sino- rapid bzw. zum Metrorapid) anders beschreiben als durch eine fundierte netzwerktheoretische Analyse? Und wie will man die Entstehung und Ent- wicklung humanoider Roboter verstehen, wenn nicht unter Rekurs auf die militärisch-industriell-wissenschaftlichen Netzwerke, auf deren Grundlage sich die Forschung und Entwicklung in diesem Feld der Hochtechnologie vollzogen hat? Auf diese Fragen haben die Kritiker m.W. keine befriedigen- den Antworten.

3 Perspektiven einer neuen Techniksoziologie

Andere Autoren zeigen weiter führende Perspektiven auf, indem sie auf die Ergebnisse der Technikgeneseforschung rekurrieren, den Blick aber in eine neue Richtung und damit über den Fokus der Technikgeneseforschung hin- aus wenden. Thematisiert wird zum einen ein neuartiger Typus von Netz- werk, nämlich die Vernetzung hybrider Elemente, also menschlicher und nicht-menschlicher Akteure, zu sozio-technischen Systemen. Thematisiert wird zum anderen die sozialtheoretische Verortung von Netzwerken, indem Fragen nach der Wechselwirkung von Handlung und Struktur im Prozess der Konstruktion neuer Technik gestellt werden. Der erste Diskussions- Strang knüpft an die Debatten um die Actor-Network-Theory (Callon/Law 1989, Latour 1988, Schulz-Schaeffer 2000) an, belässt es aber nicht bei der puren Provokation, sondern verknüpft die Ansätze zu einem "Konzept gra- dualisierten Handelns" (Rammert/Schulz-Schaeffer 2002) in hybriden sozio- technischen Systemen, das m.E. das Potenzial besitzt, eine völlig neue Sichtweise von Technik und Technisierungsprozessen zu begründen. Der zweite Diskussions-Strang zielt auf eine Reformulierung des Begriffs der "sozialen Konstruktion von Technik" (Pinch/Bijker 1987), der von seinen vo- luntaristischen Zügen befreit und in ein soziologisches Konzept der Wech- selwirkung von Handlung und Struktur eingebettet wird (Disco/van der

Meulen 1998). Auf diese Weise wird es der Techniksoziologie möglich, sich in allgemeinsoziologische Debatten einzuklinken, d.h. von diesen zu profitieren bzw. diese durch eigene Beiträge zu bereichern. Ich beginne mit Letzterem.

3.1 *Das Programm des "Societal Constructivism"*

Die Verknüpfung von techniksoziologischen und soziologietheoretischen Fragestellungen findet sich im Forschungsprogramm der niederländischen Gruppe von Techniksoziologen an der Universität Twente, die davon ausgehen, dass "technische Artefakte unvermeidlich in soziale Ordnungen eingebettet sind" (Disco/v.d. Meulen 1998a: 2). Eine neue Technik zu erzeugen, bedeutet demnach nicht nur, die technischen Objekte zu schaffen, sondern auch "soziale Ordnungen zu gestalten" und "soziale Akteure miteinander zu verknüpfen" (ebd., vgl. auch Bender 2003). Das technische Artefakt ist somit "stets ein Element eines komplexen Netzwerks hybrider Elemente" (Disco/v.d. Meulen 1998a: 3), und der Test des Artefakts entscheidet somit auch über das Schicksal des Netzwerks.

Bis zu diesem Punkt sind die Aussagen weitgehend mit dem Programm des Sozialkonstruktivismus vereinbar; doch die Autoren gehen einen Schritt weiter, indem sie postulieren, dass dieser Prozess der sozialen Konstruktion von Technik seinerseits in gesellschaftliche Strukturen eingebettet ist und von diesen geprägt wird. Bei Cornelius Disco und Barend van der Meulen entsteht somit ein Szenario der Technikgenese, das direkt auf zentrale Fragestellungen der soziologischen Theorie wie beispielsweise die der Wechselwirkung von Handlung und Struktur ausgerichtet ist. Demnach ist Technik das Produkt intentional handelnder Akteure, aber diese bewegen sich nicht in einem gesellschaftsfreien Raum, in dem beliebige Formen von "Closure" ad hoc und rein voluntaristisch möglich sind, sondern sie sind gesellschaftlich verankerte Akteure, deren Handeln von den sozialen Strukturen geprägt wird. Und diese Strukturen sind einerseits die gesellschaftlichen Institutionen (verstanden als das Produkt des Handelns vorangegangener Generationen gesellschaftlicher Individuen), andererseits aber auch die bestehenden Technologien, die technologischen Heuristiken der Ingenieure sowie die Organisationen der Technikregulation und -gestaltung (verstanden als das Produkt des Handelns vergangener Generation von Technikkonstrukteuren).

Disco/van der Meulen grenzen sich mit ihrem akteurzentrierten Ansatz also sowohl vom Technikdeterminismus als auch vom Sozialkonstruktivismus, aber auch vom Sozieldeterminismus ab, indem sie ein Choice-Constraint-Modell entwickeln, dem sie das Label "Gesellschaftlicher Konstruktivismus" (Societal Constructivism) verleihen. Akte der sozialen Konstruktion von Technik sind somit stets geprägt durch "die spezifische Art und Weise, wie

die Akteure bereits miteinander vernetzt sind" (1998a: 5). Die gesellschaftlichen Strukturen haben damit eine Doppelfunktion: Sie beschränken ("constrain") den Spielraum der Möglichkeiten, aber sie eröffnen ("enable") zugleich Gelegenheitsstrukturen und damit Handlungsoptionen.

Der Schlüsselbegriff zum Verständnis ihres Ansatzes ist der Begriff "Koordination", den sie in doppelter Weise auslegen: Zum einen im Sinne einer aktiven Konstruktion (z.B. in Form der Kooperation von Akteuren), zum anderen im Sinne einer passiven Strukturierung bzw. eines Geprägt-Seins des Handelns (z.B. durch Ausrichtung auf bestehende Normensysteme). Ich hätte mir gewünscht, Disco/van der Meulen hätten diese "Aktiv-Passiv-Symmetrie" (6) vermieden; denn die Parallelisierung zweier sehr unterschiedlicher Prozesse führt im Folgenden zu Ungereimtheiten und Inkonsistenzen. Der Begriff "Koordination" wird immer stärker zu einem Catch-all-Terminus, in dem sich sehr unterschiedliche Aspekte vermischen. Vor allem verlagert sich die Argumentation immer stärker auf die normative Integration der Technikkonstrukteure in ein bereits bestehendes Regelwerk. Die Akteure sind nunmehr nur noch "locations" in "großmaßstäbigen, globalen politischen und ökonomischen Ordnungen", die ihren "koordinativen Zwang ausüben und damit gewisse technologische Wahlhandlungen ermöglichen und beschränken" (8).⁵ Die Konnotation von "Koordination" hat sich hier deutlich von einer konstruktivistischen zu einer strukturalistischen Perspektive verschoben; es geht eher um die Einbettung des Handelns in den institutionellen Rahmen und die dadurch – wie es an anderer Stelle heißt – ermöglichte Entstehung "sozialer Ordnung" (1998b: 325).⁶ In ihrem Bemühen, eine Vielzahl von Phänomenen und theoretischen Ansatzpunkten in einem Begriff zu integrieren, sind die Autoren offenbar über das Ziel hinaus geschossen.

Zudem wird im Laufe der Argumentation von Disco/van der Meulen immer deutlicher, dass ihr Sozialmodell dualistisch angelegt ist: Hier Handlung, dort Struktur; hier "local", dort "global". Zwischen diesen beiden Ebenen – traditionell auch als Mikro und Makro betitelt⁷ – gibt es offenbar nichts (vgl. 1998b: 324). Dies verwundert insofern, als Disco/van der Meulen eigentlich einen weiteren Pfeil im Köcher haben, nämlich die Akteur-Netzwerke, von

⁵ Beispiele für derartige "global orders" sind: Märkte, politische Regimes, Fünf-Jahres-Pläne, Rechtssysteme, religiöse Überzeugungen, der Stand der Technik u.a.m. – also ein Konglomerat von Formen, das gesellschaftliche Teilsysteme, Institutionen, konkrete Projekte und anderes umfasst.

⁶ Offen bleibt dabei, wie sich die beiden Begriffe "global order" und "social order" zueinander verhalten.

⁷ Es sei allerdings darauf verwiesen, dass Disco/v.d. Meulen diese Ineinssetzung von "local/global" und "Mikro/Makro" dezidiert ablehnen.

denen ich meine, dass man sie einem sozialtheoretischen Modell als die Meso-Ebene verorten könnte, die zwischen der Ebene der individuellen Handlungen und der gesellschaftlichen Strukturen vermittelt – im doppelten Sinne einer Stabilisierung emergenter Strukturen (Bottom-up-Prozess) sowie einer Einbettung der Akteure in die gesellschaftlichen Normensysteme (Top-down-Prozess, dazu gleich mehr).⁸ Beide Thematiken – Emergenz und Einbettung – haben bei Disco/van der Meulen einen zentralen Stellenwert (vgl. 1998b: 323f.), aber sie vermischen die Thematiken im Konzept der "Koordination", das sie in generalistischer Manier als Verbindung zwischen den Ebenen des Lokalen und des Globalen – in beiden Richtungen – betrachten. Dies führt zu einer beträchtlichen Verwirrung – mit der Konsequenz, dass es bei Disco/van der Meulen schließlich "macro-actors" (332) und "macro-networks" (331) gibt, dass Handeln und Struktur sowohl auf der lokalen als auch auf der globalen Ebene stattfinden (337) und letztlich alles mit allem irgendwie zusammen hängt. Hier wären klare (und anfechtbare) Festlegungen m.E. sinnvoller gewesen als der Versuch, alle empirischen Phänomene und theoretischen Interpretationen mit einem einzigen Begriff aufzufangen.⁹

Wie problematisch der dualistische Ansatz von Disco/van der Meulen ist, zeigt sich daran, dass sie in ihr Modell zusätzlich die "ad hoc global orders" (325) einführen, mittels derer die relevanten Technik-Akteure sich koordinieren – eine offensichtliche Ad-hoc-Modifikation eines Modells, das gerade diesen zentralen Aspekt der selbstorganisierten Koordination der Akteure zusehends aus den Augen verloren hat. Die Handlungs- und Diskurs-Ebene wird nachträglich in das Konzept wieder eingebaut, weil die globale Ebene immer "blutleerer" geworden war (vgl. 336f.). Hier wäre aus meiner Sicht ein Modell vorzuziehen, das die Koordination der Akteure (etwa in Form von Netzwerken) deutlich von der Strukturierung ihres Handelns (etwa durch technische Regelwerke etc.) trennt, d.h. die Aktiv-Passiv-Symmetrie wieder in eine getrennte Betrachtung der beiden Prozesse der Emergenz und der Einbettung auflöst (vgl. auch ausführlich Weyer 2000c). Akteur-Netzwerke wäre demnach der Ort, an dem die Akteure ihre Interessen bündeln, ihre Strategien koppeln und das Risiko eingehen, Neues zu erproben – mit dem möglichen Ergebnis, dass dadurch dauerhafte, gesellschaft-

⁸ An einigen Stellen deutet sich auch bei Disco/v.d. Meulen an, dass der Prozess der Emergenz sich nicht in einem, sondern in zwei Schritten vollzieht, nämlich a) in Form der Abstraktion lokaler Praktiken zu kontextfrei handhabbaren Konstrukten, b) in Form der Institutionalisierung derartiger Praktiken auf der globalen Ebene (1998b: 323, auch 326f.). Dies spricht meiner Auffassung nach für ein Drei-Ebenen-Modell.

⁹ Ich persönlich ziehe die analytische Klarheit eines Hartmut Esser (1993, 2000) einer derartigen Begriffsvermischung in giddenscher Tradition vor.

lich institutionalisierte Strukturen geschaffen werden, die den zeitlichen Horizont des Netzwerks überdauern. Ein anderes mögliches Ergebnis kann aber durchaus sein, dass mit dem Zerfall des Netzwerks auch die geschaffene Technologie zerbricht; denn die Meso-Ebene der netzwerkförmig verfestigten Strukturen unterscheidet sich bezüglich ihrer Stabilität deutlich von der Makro-Ebene der gesellschaftlich institutionalisierten Tatsachen. Und umgekehrt wären Netzwerke (z.B. Nachbarschafts-, Freundschafts-, Beziehungs- und andere Netzwerke, aber auch Technische Communities etc.) der Ort, über den gesellschaftliche Normen, Wertvorstellungen u.a.m. den Weg zu den Individuen finden, aber eben vermittelt, gefiltert, gebrochen und nicht unmittelbar. Von den (gesellschaftlichen, aber auch technischen) Normen führt kein direkter Weg in die Köpfe der Akteure; es sind vermittelnde, sozialisierende Instanzen erforderlich, die den Prozess vollziehen, indem sie die abstrakten Normen in glaubhafte Handlungsorientierungen übersetzen und zudem die Sanktionsandrohungen mit Verbindlichkeit ausstatten. Diese vielschichtigen Zusammenhänge, die Disco/van der Meulen gelegentlich durchaus ansprechen, drohen in einem Zwei-Ebenen-Modell verloren zu gehen.

Der "Societal Constructivism" der Twenter Schule ist zweifellos ein verdienstvoller Ansatz, der Brücken zwischen der Techniksoziologie und der soziologischen Theorie schlägt, aber leider auf halbem Wege stecken bleibt, weil es sich in begriffliche Inkonsistenzen verstrickt, die daher rühren, dass die Autoren sich zu viel vorgenommen haben, nämlich die Integration sehr heterogener Theorieelemente in einem Modell, das mit seiner Zwei-Ebenen-Struktur zu grob und zu einfach ist, um diese Vielschichtigkeit und Komplexität zu erfassen.

3.2 Gradualisiertes Handeln in verteilten Systemen

Von einer ganz anderen Richtung aus haben Werner Rammert und Ingo Schulz-Schaeffer einen Versuch unternommen, die Techniksoziologie zu modernisieren und einen Schritt über die Technikgeneseforschung hinaus zu gehen. Sie arbeiten mit dem Konzept der "sozio-technischen Konstellationen verteilten Handelns" (2002: 13), das anders als das – eher organisationstheoretisch angelegte – Konzept der Innovations-Netzwerke danach fragt, welche Rolle die technischen Artefakte in derartigen Netzwerken spielen. Konnte man früher noch halbwegs bedenkenlos mit einem instrumentellen Technikbegriff hantieren (der Mensch plant und handelt, die Technik fungiert als sein Instrument bei der Ausführung von Operationen), so wird diese Auffassung in jüngster Zeit immer mehr obsolet. Die rasch voranschreitende Automation und Roboterisierung von Prozessen in vielen Bereichen der Gesellschaft (von der Produktion bis hin zu Verkehrssystemen) lässt immer stärker die Frage nach der Autonomie und Handlungsträgerschaft von Technik aufkommen. Der Einsatz von Autopiloten in moder-

nen Verkehrsflugzeugen, die die Handlungen des Piloten eigenständig korrigieren (vgl. Weyer 1997c), ist ebenso ein Beispiel für diese Neujustierung des Verhältnisses von Mensch und Maschine wie Fahrerassistenzsysteme in modernen Personenkraftwagen.

Einen qualitativen Sprung beinhalten jedoch die Multi-Agenten-Systeme (MAS), an denen seit etwa 20 Jahren geforscht wird (Brooks 2002) und die mittlerweile verstärkt zum Einsatz in unterschiedlichen Anwendungsfeldern kommen. Multi-Agenten-Systeme konstituieren sich durch eine Vielzahl autonomer, adaptiver Agenten, die meist mit nur geringer Intelligenz ausgestattet sind und nach recht primitiven Regeln agieren. Der "Trick" besteht darin, diese Agenten zu einem Gesamtsystem zu koppeln, das sich selbst organisiert und über den Modus der dezentralen Steuerung zu einer Problemlösung gelangt. Ein Beispiel zur Veranschaulichung: Einen Roboter so zu programmieren, dass er sicher durch ein Gebäude navigiert und vor allem Kollisionen mit Personen vermeidet, ist ein nahezu aussichtsloses Unterfangen, wenn man – gemäß dem Modell der antizipativen Planung – alle Eventualitäten berücksichtigen und mit entsprechenden Handlungsanweisungen unterlegen will. Allein die Veränderungen von Licht und Schatten im Tagesverlauf stellen einen Roboter vor unlösbare Probleme. Denn man müsste für jeden Zeitpunkt des Tages jede mögliche Position im betreffenden Gebäude errechnen und in entsprechenden Programmen im Zentralrechner des Roboters hinterlegen. Eine derartiger zentral gesteuerter Apparat benötigt für jeden Schritt, den er tut, etliche Minuten Rechenzeit und ist damit faktisch lebensuntauglich. (All dies ist anschaulich beschrieben in dem Buch "Menschmaschinen" von Rodney Brooks.)

Anders hingegen adaptive Systeme; sie basieren auf simplen Regeln nach dem Schema: "Wenn du dich einem Gegenstand näherst, halte an, drehe dich um X Grad, und setze deinen Weg fort." Sie verfügen über Sensoren, mit denen sie mit ihrer Umwelt interagieren. Dazu benötigen sie relativ wenig Rechenleistung, was sie in die Lage versetzt, in Echtzeit zu agieren. Sie passen ihr Verhalten an die von ihnen wahrgenommene Umwelt an, und sie können lernen, ihr Verhalten zu optimieren. Koppelt man derartige Agenten zu sog. Verteilten Systemen, kann man z.B. künstliche Insekten konstruieren, die sich mit großer Behändigkeit bewegen, dabei ein erstaunlich lebensähnliches Verhalten zeigen ("Artificial Life") und aufgrund ihrer dezentralen Organisation zu Problemlösungen fähig sind, die ein zentral gesteuerter Roboter niemals zustande brächte.¹⁰ Fortgeschrittene Varianten

¹⁰ Auch künstliche Gesellschaften ("Artificial Societies") kann man auf diese Weise züchten – bislang nur als Computer-Modelle, die aber ein erstaunlich großes Potenzial für die experimentelle Behandlung grundlegender Fragestellungen der Soziologie besitzen (vgl. Epstein/Axtell 1996, Resnick 1995, Lepperhoff 2000).

agieren zunehmend autonom, sie sind zudem lernfähig; und wenn man ihnen dann noch die Fähigkeit verleiht, sich zu reproduzieren, landet man bei den Schreckensszenarien, vor denen uns Bill Joy (2000), Michael Crichton (2000) und andere Experten so eindringlich warnen.¹¹

Doch dies ist nicht das Thema von Rammert/Schulz-Schaeffer. Sie fragen vielmehr danach, wie man aus der Perspektive der Techniksoziologie mit technischen Objekten umgeht, die ein hohes Maß an Intelligenz zeigen und sich interaktiv verhalten, und zwar in einer Art und Weise, die "der sozialen Interaktion nachgebildet" (2002: 16) ist. Wenn "hybride sozio-technischer Konstellationen" (17) entstehen, die aus strategisch handelnden menschlichen Akteuren *und* aus adaptiven technischen Agenten gebildet werden, stellt sich die Frage nach der Handlungsträgerschaft der Technik, insbesondere wenn sich die Koordination zwischen den – menschlichen und technischen – Komponenten des Systems immer mehr "den Mustern zwischenmenschlicher Verhaltensabstimmung" (17) annähert (ohne mit dieser vollkommen identisch zu werden).¹² Mit der Zuschreibung von "agency" (Handlungsträgerschaft) zu technischen Objekten verlassen sie eingetretene Pfade der Debatten in der Technikforschung und eröffnen die Perspektive eines neuen Ansatzes, der von einer "verteilten agency zwischen Menschen und Sachen ausgeht" (21) und die Evolution sozio-technischer Konstellationen in den Blick nimmt. Dies ist ein bedeutender Schritt über die Technikgeneseforschung hinaus, die Interaktionsprozesse stets nur auf der Ebene der menschlichen Akteure thematisieren konnte – oder aber sich mit schwer fassbaren Behauptungen derart konfrontiert sah, dass Muscheln und Schlüsselanhänger als handelnde Akteure aufzufassen sind (Callon/Law 1989).

Rammert/Schulz-Schaeffer distanzieren sich deutlicher, als das in ihren vorherigen Arbeiten erkennbar war, von der Actor-Network-Theory und schlagen statt dessen ein Konzept gradualisierten Handelns vor, das m.E. einen qualitativen Sprung in der soziologischen Befassung mit Technik darstellt und zudem vielfältige Anchlüsse in Richtung soziologischer (Handlungs-) Theorie enthält. Sie entwerfen folgendes Drei-Ebenen-Modell, indem sie Handeln definieren als

¹¹ Eher optimistisch hingegen die Einschätzung von Falkenburg (2002).

¹² Rammert/Schulz-Schaeffer halten sich geschickt von der – nur fundamentalistisch zu führenden – Debatte über die Vergleichbarkeit von menschlicher und künstlicher Intelligenz fern und bleiben auf der Ebene der Attribution von Handlungsträgerschaft. Wenn einem Roboter attestiert wird, dass er sich wie ein Mensch verhält, und wenn er zudem den menschlichen Interaktionspartner dazu veranlasst, sich ihm wie einem Menschen gegenüber zu verhalten, dann ist für Rammert/Schulz-Schaeffer der Punkt erreicht, an dem sie den Objekten "agency" attestieren.

1. "das Bewirken von Veränderungen (Kausalität)",
2. die Möglichkeit "des Auch-anders-handeln-Könnens (Kontingenz)" sowie
3. die Fähigkeit zur "Steuerung und/oder Deutung des fraglichen Verhaltens (Intentionalität)" (2002: 48).

Auf der (ersten) Ebene der Kausalität sehen sie wenig Unterschiede zwischen Menschen und Maschinen; eine Spülmaschine reinigt das Geschirr mindestens genauso gut wie der Hausmann. Nur die Frage, ob die teuren Weingläser mit Goldrand in die Spülmaschine dürfen, kann die Maschine nicht autonom entscheiden, denn dies tangiert bereits die zweite Ebene, die der Kontingenz. Auch diese zweite Ebene wird mittlerweile von bestimmten, avancierten Techniken erreicht, wobei es insbesondere die interaktiven, adaptiven Systeme (z.B. Bietagenten auf Internet-Marktplätzen, Fahrerassistenzsysteme, Auto-Piloten) sind, die zu derartigen Alternativ-Entscheidungen in der Lage sind.

Beim heiklen dritten Punkt der Intentionalität vermeiden Rammert/Schulz-Schaeffer eine klare Festlegung und plädieren statt dessen für ein pragmatisches Herangehen, welches "das Augenmerk auf die empirisch beobachtbaren gesellschaftlichen Praktiken der Verwendung intentionaler Begriffe bei der Steuerung und Interpretation menschlichen wie technischen Verhaltens" (47) richtet. Intentionalität – so die beiden Autoren – ist auch im Falle menschlichen Handelns ein Produkt von Zuschreibungs- und Deutungsprozessen, keineswegs ein natürlicher Bestandteil der Aktion an sich. Wir haben uns angewöhnt, einem Menschen, der so handelt, *wie* er handelt, zu unterstellen, dass er so handelt, *weil* er so handeln wollte. Aber oftmals bleibt es bei reinen Vermutungen oder (analytisch durchaus hilfreichen) Unterstellungen intentionalen bzw. gar rationalen Verhaltens, wobei hier nur am Rande erwähnt sei, dass selbst der so oft geschmähte Rational-Choice-Ansatz mittlerweile weit über das simple Modell des homo oeconomicus hinaus ist und sehr differenzierte Annahmen über Verhaltenssteuerung und Wahlhandlungen trifft (vgl. Esser 2000).¹³

All diesen Fallgruben der konstruktivistischen, postkonstruktivistischen, KI- und weiteren Debatten weichen Rammert/Schulz-Schaeffer geschickt aus, indem sie ontologische Setzungen vermeiden (vgl. 48) und ein pragmati-

¹³ Nicht diskutieren will ich hier neuere Erkenntnisse der neurophysiologischen Forschung, die belegen, dass der Wille zur Handlung der eigentlichen Handlung zeitlich nachfolgt, zwar nur im Millisekunden-Bereich, aber immerhin. Die Intention erscheint somit als ein nachträgliches Konstrukt zur Legitimation von Aktionen, die eher genetisch programmiert sind (vgl. dazu auch kritisch, in habermasscher Tradition, Wingert 2003).

ches Herangehen wählen, das es ermöglicht, sich dem eigentlichen Gegenstand der Techniksoziologie zu nähern, statt unfruchtbare Kontroversen zu führen. Und dieser Gegenstand ist – dahinter kann man m.E. nicht mehr zurück – nicht mehr das Innovations- oder Policy-Netzwerk, sondern die sozio-technische Konstellation und deren Evolution. Es bleibt somit eine Riesenaufgabe für die techniksoziologische Forschung, das von Rammert/Schulz-Schaeffer ausgearbeitete neue Paradigma umzusetzen, d.h. die Vielfalt der hybriden sozio-technischen Systeme zu analysieren und das Konzept der gradualisierten Handlungsträgerschaft weiter zu entwickeln.

4 Ein Schritt zurück: Das Phasen-Modell der Technikgenese

Vor diesem Hintergrund einer wachsenden Kritik am Konzept der Innovations-Netzwerke (Kap. 2) und einer Neuausrichtung der Technikforschung (Kap. 3) möchte ich das Phasen-Modell der Technikgenese, das wir Mitte der 1990er Jahre entwickelt haben, noch einmal Revue passieren lassen. Ziel ist es, zu fragen, welche Thesen angesichts der aktuellen Diskussion Bestand haben und an welchen Punkten das Modell ggf. aktualisiert bzw. modernisiert werden müsste.¹⁴

Ausgangspunkt des Phasenmodells der Technikgenese ist eine kritische Auseinandersetzung mit dem Closure-Konzept von Pinch/Bijker und Dierkes/Knie. Wir gehen davon aus, dass die Schließung sozialer Aushandlungsprozesse über Technik kein einmaliger Akt ist, durch den bereits in frühen Phasen der Charakter einer Technik sowie deren Folgewirkungen ein für allemal festgeschrieben werden. Indem wir Technikgenese als einen mehrstufigen Prozess der sozialen Konstruktion von Technik betrachten, setzen wir vielmehr voraus, dass die Akteurkonstellationen, die eine technische Innovation tragen, wie auch die Nutzungsvisionen im Laufe der Entwicklung mehrfach wechseln. Man kann diesen Prozess als eine Abfolge sozialer Schließungen beschreiben, der sich grob und idealtypisch in die drei Phasen "Entstehung", "Stabilisierung" und "Durchsetzung" (sowie die damit verbundenen Phasenübergänge) untergliedern lässt. Wir unterstellen damit, dass Technikprojekte in den verschiedenen Phasen von unterschiedlichen sozialen Netzwerken getragen werden, in denen Akteure mit unterschiedlichen Motiven und Nutzungsvisionen agieren und interagieren – und so soziale Schließungen erreichen, die für die Technikgenese folgenreich sind. Erst diese Sequenz von Konstruktionsleistungen und prägenden Entscheidungen macht den Verlauf einer technischen Innovation nachvollziehbar und erklärbar.

¹⁴ Der folgende Abschnitt ist eine stark gekürzte Fassung meines Beitrags zum Jahrbuch "Technik und Gesellschaft", Band 9 (Weyer 1997b); vgl. auch Degele 2002: 62-74.

Mit dieser Idee einer Sequentialisierung von Technikgenese wollen wir keinesfalls zum traditionellen, naiven, linearen Kaskadenmodell technischer Innovation zurück. Wir vermuten jedoch, dass der Innovationsprozess aus mehreren, aufeinander bezogenen Schritten besteht und nicht lediglich eine chaotische Ansammlung völlig beliebiger Konstruktionsakte darstellt, die immer wieder "bei Null" beginnen. Insofern verwenden wir die Bezeichnung "Pfad" bzw. "Trajektorie", um anzudeuten, dass in den einzelnen Phasen spezifische Leistungen erbracht werden, die a) aneinander anknüpfen und b) einen "Fluchtpunkt" besitzen, nämlich die Erzeugung kontextfrei funktionierender technischer Artefakte bzw. sozio-technischer Systeme, die genutzt (und rekombiniert) werden können, ohne dass die soziale Erzeugungslogik (jedes Mal von Neuem?) nachvollzogen werden muss. Eine technische Innovation, die dieses Stadium der Dekontextualisierung nicht erreicht, bezeichnen wir als unvollständige Innovation.

4.1 Entstehungsphase

Innovationen entstehen meist nicht als Reaktion auf bestehende Nachfragen; in der Regel werden sie von Außenseitern hervorgebracht, die abseits der etablierten Strukturen der Forschung und/oder abseits der etablierten Marktstrukturen operieren und (meist durch intelligente Rekombinationen) Neues schaffen. Als "neu" im Sinne von nicht-inkremental bezeichnen wir – in Übereinstimmung mit der einschlägigen Literatur – innovative Ideen, Konzepte, Visionen, die ein sozio-technisches System begründen, welches ein bestehendes System herausfordern oder gar verdrängen kann. Innovationen bestehen aus zwei Elementen, der Kreation einer innovativen Vision einerseits, der Identifikation der technischen und sozialen Komponenten, die die Realisierung der Vision ermöglichen, andererseits. Die Erzeugung einer Innovation ist ein zufallssensibler und von außen kaum beeinflussbarer Vorgang. Beispielsweise stieß der chronisch geldknappe Computerbastler Steve Wozniak, der sich einen INTEL-Mikroprozessor nicht leisten konnte, 1976 zufällig auf einer Computermesse auf ein Sonderangebot von MOS-Tech, das ihm die Konstruktion des ersten APPLE-Prototyps erlaubte – ein höchst folgenreicher Zufall.

Private Bastler- und Erfindergemeinschaften in subkulturellen Nischen spielen in dieser Phase oftmals eine bedeutende Rolle, da sie einen Informationsaustausch zwischen den – häufig isolierten – Anhängern der neuen Vision ermöglichen. Der Raketenflugplatz Berlin erfüllte für die deutsche Raketenbastlerszene der 20er Jahre diese Funktion ähnlich wie der Homebrew Computerclub in den 70er Jahren für die (sich formierende) kalifornische PC-Gemeinde. Die Akteurkonstellation dieser Frühphase ist jedoch meist unstrukturiert, die Kommunikation informell und zufällig, die Teilnehmerschaft wechselnd, die Verpflichtungsfähigkeit der Akteure gering.

Die Leistung, die diese Phase erbringt, besteht in der Generierung des sozio-technischen Kerns, der – im Lakatosschen (1974) Sinne – die Identität der technischen Innovation begründet und über wechselnde Ausprägungen (in konkreten Technikprojekten) hinweg erhält. Als sozio-technischer Kern sei – in Abgrenzung zu Knie (1989) – eine (paradigmatische) Grundentscheidung bezeichnet, die zwei miteinander verknüpfte Elemente enthält:

- eine technisch-instrumentelle Konfiguration (in Form eines allgemeinen Konstruktionsprinzips) sowie
- eine soziale Konfiguration (in Form eines antizipierten Arrangements von Akteuren).

Der sozio-technische Kern des Personal Computers besteht beispielsweise aus der offenen Architektur des Gerätes sowie der vertikalen Desintegration der Hersteller; im Falle des AIRBUS besteht der sozio-technische Kern aus dem Konzept der europäischen Gemeinschaftsproduktion eines technisch fortgeschrittenen Großraumflugzeuges.

Der sozio-technische Kern stellt ein allgemeines Orientierungsmuster für die Such- und Problemlösungsstrategien der Technikkonstruktoren dar, das ihre konkreten Entscheidungen und Alternativwahlen beeinflusst, keinesfalls aber deterministisch festlegt. Obwohl in der Frühphase der Technikgenese die Weichen für den weiteren Verlauf der Entwicklung gestellt werden, ist der Prozess der Technikkonstruktion zu diesem Zeitpunkt also noch keineswegs abgeschlossen. Es folgen vielmehr weitere Phasen, in denen wiederum prägende Entscheidungen getroffen werden, deren soziale Logik es zu rekonstruieren gilt, will man den Prozess der Technikgenese in seiner Gesamtheit verstehen.

4.2 Stabilisierungsphase

Für den Übergang vom amateurhaften Bastlerstadium zur Phase der systematischen Exploration einer neuen Technik ist ausschlaggebend, ob ein soziales Netzwerk geschaffen werden kann, welches das visionäre Projekt über eine gewisse "Durststrecke" hinweg stützt und so die Entwicklung von Prototypen ermöglicht. Soziale Netzwerke entstehen durch die Kopplung der Handlungsprogramme heterogener Akteure, die trotz unterschiedlicher Orientierungen ein gemeinsames Interesse, z.B. an der Durchführung eines innovativen Technikprojekts, entwickeln. Ein prominentes Beispiel ist das Arrangement, das die Gruppe der Raketenforscher um Wernher von Braun 1932 mit dem deutschen Heereswaffenamt schloss, aus dem schließlich die Heeresversuchsanstalt Peenemünde hervorging, in der die V 2-Rakete bis zur Serienreife entwickelt wurde. Die Interessen des Heereswaffenamtes, eine Lücke im Versailler Vertrag zu finden, und die Interessen der Raketenforscher an der Exploration der Technik der Flüssigstoff-Rakete ließen sich

derart ineinander übersetzen, dass ein exklusives Netzwerk entstand, welches eine enorme Leistungssteigerung ermöglichte und beiden Partnern "Gewinne" brachte, die sie allein nicht hätten erzielen können (vgl. Weyer 1999). Auch das Netzwerk aus Regierungen und Herstellerunternehmen, welches das AIRBUS-Projekt trotz geringer Marktresonanz von 1969 bis 1978 trug, oder das Netzwerk aus Forschungsministerium und Industrie, welches den TRANSRAPID gegen den Widerstand von Bundesbahn und Verkehrsministerium ein gutes Jahrzehnt lang stützte, sind illustrative Beispiele für den Mechanismus der Stabilisierung einer technischen Innovation durch soziale Vernetzung.

In dieser Phase findet also eine Rekombination sowohl der technisch-apparativen als auch der sozialen Komponenten statt, während der sozio-technische Kern erhalten bleibt. Im Unterschied zur eher diffusen Akteur-konstellation der Entstehungsphase entsteht nun ein soziales Netzwerk, in dem eine exklusive Zahl strategiefähiger Akteure miteinander interagiert und kooperiert. Die operationale und soziale Schließung des Netzwerks reduziert die Unsicherheit, schafft Erwartungssicherheit (durch die wechselseitige Abstimmung der Strategien der Beteiligten) und erlaubt so eine Konzentration auf Schlüsselprobleme (reverse salients), was eine enorme Leistungssteigerung ermöglicht. Zugleich verringert sich die informationale Offenheit, d.h. die Beteiligten können externe Anforderungen wie etwa Bedarfs- und Nachfragestrukturen oder die Interessen ausgeschlossener Dritter oder mögliche Folgedimensionen zumindest solange ignorieren, wie die Exploration des Potentials der neuen Technik noch nicht abgeschlossen ist. Mit der rekursiven Schließung immunisiert sich das Netzwerk also gegenüber externen Störungen und entfaltet so seine Leistungsfähigkeit. Zugleich findet auf diese Weise eine Auswahl aus dem großen Pool der möglichen Alternativoptionen statt.

Aufgrund der Abstimmungs- und Kompromisserfordernisse, die sich in Verhandlungsnetzwerken notwendigerweise ergeben, entfalten soziale Netzwerke mit der Zeit ihre eigene Logik, die bestimmte Anschlussoperationen wahrscheinlicher macht als andere. Es entwickelt sich eine – von den beteiligten Akteuren nur partiell kontrollierbare – Eigendynamik des Netzwerks, die richtungsweisend für die Such- und Problemlösungsstrategien wird – ein Aspekt, den wir hier leider nicht vertiefen können.

Die Stabilisierungsphase einer Technik erfüllt also eine wichtige Funktion für den Prozess der Technikgenese: Durch Kopplung der Handlungsstrategien heterogener Akteure entsteht ein soziales Netzwerk, das zum Träger und Motor der Technikentwicklung wird. Durch die soziale und operationale Schließung des Netzwerks wird eine enorme Leistungssteigerung möglich; die Potentiale der Technik werden soweit ausgelotet, dass ein funktionierender Prototyp entsteht. Dieser Prototyp basiert auf dem sozio-

technischen Kern, der sich in der Entstehungsphase herausgebildet hatte; zugleich wird jedoch aus der Vielzahl der möglichen Optionen, die der sozio-technische Kern zulässt, eine Variante ausgewählt und gehärtet.

Im Unterschied zum Closure-Modell, das den Prozess der Technikgenese (spätestens) an diesem Punkt enden lässt, gehen wir davon aus, dass mit der Stabilisierung einer Technik zwar ein wichtiger Schritt getan ist, dass jedoch weitere Schritte der sozialen Konstruktion von Technik folgen müssen, bis die Technik einen Zustand erreicht hat, an dem sie auch außerhalb des Trägernetzwerkes funktioniert. Nur dann hat eine Innovation eine längerfristige Durchsetzungschance. Innovationen, die in der Stabilisierungsphase enden, bezeichnen wir als unvollständige Innovationen (Beispiel: CONCORDE).

4.3 Durchsetzungsphase

Was traditionellerweise als Prozess der Diffusion "fertiger" Technik bezeichnet wird, betrachten wir als einen weiteren Prozess der netzwerkgestützten Technikerzeugung, dessen Funktion es ist, die Märkte zu finden bzw. zu schaffen, um die sich die Technikkonstrukteure in der Stabilisierungsphase oftmals nicht gekümmert hatten. Die "Konstruktion von Verwendungskontexten" (Krohn 1995) wird häufig von anderen Netzwerken vollzogen als denen der Stabilisierungsphase. Meist wird der Kreis der Akteure erweitert, so dass Nutzerinteressen eine stärkere Rolle spielen als zuvor; in anderen Fällen treten völlig neue Netzwerke auf den Plan, die mit neuartigen Nutzungsvisionen operieren. Es findet also eine Rekombinationen der sozialen, aber auch der technisch-apparativen Komponenten statt. Zwar wird an die Leistungen der vorangegangenen Phasen angeknüpft und insbesondere der sozio-technische Kern bewahrt; die Entwicklung des dominanten Designs, die Dekontextualisierung der Technik sowie die Produktion von Nachfragestrukturen ist jedoch ein eigenständiger Innovationsakt, der erst die Voraussetzungen für eine eigendynamische, inkrementale Technikentwicklung schafft.

Im Falle des AIRBUS wurden beispielsweise die Luftverkehrsgesellschaften stärker in das Netzwerk mit einbezogen; beim TRANSRAPID kamen die Länder und die Bahn als neue Mitspieler hinzu. Im Falle des Personal Computers wurde das Netzwerk durch IBM neu konfiguriert, da es IBM gelang, das Büro als weltweiten Massenmarkt für den PC zu erschließen. Diese Ausweitung des Nutzungsspektrums wirkte als Katalysator für die Herausbildung eines Industriestandards, der eine Entwicklung anstieß, welche eine hohe Eigendynamik entfaltete.

Auch in der Durchsetzungsphase erfüllen soziale Netzwerke also die Funktion, durch soziale Schließung eine Situation der Unsicherheit zu bewältigen, die sich jedoch nicht aus den – technischen und sozialen – Risiken der Rea-

lisierung eines innovativen Entwurfs (wie in der Stabilisierungsphase), sondern im wesentlichen aus den Risiken der Markteinführung einer neuen Technik ergeben (vgl. Kowol/Krohn 1995). Die Trägernetzwerke der Stabilisierungsphase hatten aufgrund der geringen Zahl beteiligter Interessen einen zu "engen" Horizont, um diese Leistung zu vollbringen; ihre operationale und informationale Schließung war überdies funktional für die Exploration des Potentials der neuen Technik. Mit der Rekonfiguration des Netzwerks werden die Voraussetzungen dafür geschaffen, diesen "engen" Horizont zu überschreiten und eine Reihe weiterer Interessen mit einzubeziehen, deren Berücksichtigung für die Stabilisierung und Dekontextualisierung der Innovation unabdingbar ist. Die operationale Schließung "weiter" Netzwerke ist keinesfalls ein trivialer Prozess, da eine Reihe widersprüchlicher Interessen integriert werden müssen. Wenn diese Schließung jedoch gelingt, kann dies zum "take-off" der Innovation beitragen, weil nun Bedarfsstrukturen und Märkte entstehen.

Der Prozess der Technikgenese kommt damit zu einem vorläufigen Ende, an dem die neue Technik nunmehr kontextfrei verfügbar ist und sich nach einer neuen Logik entwickelt, die nicht mehr von den Trägernetzwerken bestimmt wird und von den Initialakteuren nicht mehr kontrolliert werden kann. Damit eröffnen sich verschiedenartige Entwicklungsperspektiven (die hier nur knapp angedeutet werden können):

- Wenn eine kontextfrei nutzbare Technik zur Verfügung steht, kann diese von unterschiedlichsten Nutzern (Endverbrauchern) angeeignet und verwendet werden, ohne dass sie in der Lage sein müssen, die soziale Erzeugungslogik nachvollziehen zu können. Zudem gibt es keine zwanghaften/diktatorischen Nutzungsprofile, so dass "eigensinnige" (Braun/Joerges 1988: 18) Anwendungen möglich sind.
- Ein dominantes Design eröffnet zudem eine Reihe von Möglichkeiten der inkrementalen Weiterentwicklung der neuen Technik, die meist von der unsichtbaren Hand des Marktes getrieben wird (vgl. Tushman/Rosenkopf 1992).
- Schließlich eröffnet die Dekontextualisierung auch die Möglichkeit, die verfügbaren Artefakte bzw. Systeme zu neuen Systemen zu rekombinieren. Falls diese Innovation durch ein soziales Netzwerk stabilisiert werden kann, beginnt die Geschichte von vorne.

Unser Fazit lautet somit: Von erfolgreichen Innovationen sollte dann gesprochen werden, wenn in einem mehrstufigen Prozess der sozialen Konstruktion von Technik gesellschaftliche Lernprozesse angestoßen werden, die über die sozialen Netzwerke hinausreichen, welche ursprünglich Träger und Motor der Technikentwicklung waren. Der Prozess der Technikgenese ist mit einer einmaligen Schließung in der Frühphase einer Technik nicht

beendet; es folgen vielmehr eine Reihe weiterer Konstruktionsakte, deren "Fluchtpunkt" die Dekontextualisierung einer innovativen Technik ist.

4.4 Technologiepolitische Konsequenzen

Mit dem Phasenmodell, das Technikgenese als ein mehrstufiger Prozess der sozialen Konstruktion von Technik versteht, lassen sich die Möglichkeiten von Technikgestaltung und steuernden Eingriffen in den Prozess der Technikentwicklung präziser bestimmen. Technikgestaltung vollzieht sich unserer Auffassung nach nicht als normative Steuerung derart, dass ein übergeordneter Akteur ("der Staat") autoritativ Ziele formuliert, die von den anderen Akteuren befolgt werden müssen. Technikgestaltung findet vielmehr in sozialen Netzwerken statt, in denen die Akteure durch Aushandlung und wechselseitige Abstimmung Resultate erzeugen, die für den Verlauf der Technikentwicklung folgenreich sind. Alternativen können sich folglich nur durch eine Veränderung oder Erweiterung der sozialen Netzwerke ergeben, also durch das Hinzutreten weiterer Spieler, die andere Interessen verfolgen. Der Erfolg von Alternativstrategien hängt jedoch ebenfalls davon ab, ob es gelingt, eine operationale und soziale Schließung eines alternativen Netzwerks zu erreichen.

5 Post-Skript und Ausblick

Auch im Lichte der Kritik an der Netzwerk-Forschung, wie sie Dolata und Hirsch-Kreinsen vorgebracht haben (vgl. Kap. 2) spricht m.E. wenig dafür, die vorliegenden (und vergleichbare) Fälle von Technikgenese grundsätzlich anders zu interpretieren, als wir es 1997 getan haben – von Modifikationen im Detail und Weiterentwicklungen einmal abgesehen. Um mögliche Missverständnisse auszuräumen, sei allerdings relativierend angemerkt, dass das Phasenmodell keineswegs den Anspruch erhebt, das einzig mögliche Paradigma der Technikgenese zu beschreiben. Es beschreibt ein mögliches Muster, und es beschreibt dies in einer generalisierenden, von singulären Fallstudien abstrahierenden Form. Hierin sehe ich nach wie vor einen wichtigen Schritt weg von den "Ein-Fall-Theorien", die immer nur auf das jeweilige Fallbeispiel zutreffen.

Dennoch macht das Phasenmodell keine All-Aussagen vom Typus "Vernetzung findet immer im Schatten der Macht statt"; im Gegenteil: Gerade der evolutionäre Ansatz einer Sequentialisierung von Konstruktionsakten schärft den Blick dafür, dass die soziale Basis der Technikgenese von den Akteuren immer wieder neu geschaffen werden muss (und demnach auch nicht über den gesamten Verlauf eines Technikprojekts hinweg stabil bleibt). Die Akzentuierung dieser Dynamik war das Innovative, das wir den statisch-schematischen Closure-Konzepten entgegen gehalten haben. Zudem ist das Phasenmodell offen für Verschiebungen zwischen den Gover-

nance-Formen: Eine von Innovations-Netzwerken geschaffene neue Technik kann durchaus Prozesse der Dekontextualisierung durchlaufen und sich dann in späteren Phasen in eher marktlichen Strukturen weiter entwickeln. Dies haben Tushman/Rosenkopf (1992) erstmals in dieser Form postuliert, und wir haben dieses Konzept aufgegriffen und adaptiert.

Eine Notwendigkeit der Weiterentwicklung des Phasenmodells sehe ich vor allem in zwei Richtungen: Zum einen in der stärkeren Einbettung des Netzwerkkonzepts in soziologietheoretische Fragestellungen (dazu habe ich in Kap. 3 bereits alles gesagt) sowie in der schärferen Konturierung des Stellenwerts der technischen Artefakte in hybriden sozio-technischen Konstellationen. Das von uns entwickelte Phasenmodell basiert weitgehend auf einem organisationssoziologischen Konzept der Netzwerkforschung und verwendet bei der Betrachtung der Technik an sich meist die Maschinen-Metapher. Allenfalls im Konzept des "sozio-technischen Kerns", das in unserem Modell eine prominente Position besitzt, hat die Technik einen gewissen Stellenwert, und zwar im Sinne technischer Orientierungsmuster und sozial mobilisierender Nutzungsvisionen etc., die das Handeln der Akteure auf einen bestimmten Pfad fixieren. Zudem haben wir, in der Tradition von Thomas Hughes von Wolfgang Krohn stehend, sozio-technische Systeme immer als Kopplung sozialer und technischer Komponenten verstanden. Aber der radikalisierten Version der Actor-Network-Theory, wie sie Callon und Latour vertreten, habe zumindest ich immer mit einer gewissen Reserviertheit gegenüber gestanden, nicht nur weil mir die Grundlagen für ein posthumanistisches Denken fehlen, sondern auch weil sich dieser Ansatz nicht auf unsere Fallstudien übertragen ließ. Der Transrapid 05 als Akteur? Die Transrapid-Versuchsanlage Emsland als Aktant? Allenfalls in einem sehr metaphorischen Sinne wäre dies akzeptabel gewesen, was aber bedeutet hätte, dass wir unsere organisationssoziologischen Interpretationen einfach actor-network-theoretisch hätten umformulieren müssen, ohne dabei einen zusätzlich Erkenntnisgewinn verbuchen zu können. Die deutliche Distanz, die Rammert/Schulz-Schaeffer mittlerweile zu der Ursprungsversion der Actor-Network-Theory beziehen, bestärkt mich in der Auffassung, dass dies nicht der richtige Ansatz war.

Ich vermute daher, dass es bei traditionellen, nicht-adaptiven technischen Systemen wie dem Transrapid oder dem Personal Computer vollkommen ausreicht, Technikentwicklung mit Hilfe der Maschinen-Metapher und eines organisationssoziologischen Ansatzes zu analysieren. Bei neuartigen, interaktiven, adaptiven Systemen hingegen ergibt sich eine andere Situation; hier reichen unsere bewährten Instrumentarien nicht mehr aus, sondern hier muss die Techniksoziologie einen Neu-Ansatz suchen, der m.E. mit dem Konzept gradualisierten Handelns in verteilten, hybriden Systemen,

wie es Rammert/Schulz-Schaeffer vorgestellt haben, gefunden ist und den es auszubauen und mit Leben zu füllen gilt.

Für mich ergibt sich somit eine Forschungsagenda, die aus folgenden drei Strängen besteht:

- Mit Dolata und Hirsch-Kreinsen möchte ich die Vielfalt der Governance-Formen erforschen und die Leistungsfähigkeit von Innovations-Netzwerken präziser konturieren.
- Mit Disco und van der Meulen möchte ich die Anschlüsse zur soziologischen Theorie vertiefen und insbesondere die Mikro-Makro-Debatte durch Beiträge der Techniksoziologie weiter voran treiben.
- Mit Rammert und Schulz-Schaeffer schließlich möchte ich tiefer in die neue Welt der hybriden Systeme eintauchen, deren Dynamik verstehen, aber auch deren Risiken thematisieren.

6 Literatur

- Bender, G., 2003: Heterogenität als Koordinationsproblem - Technikentwicklung in einem Verbundprojekt, in: Gläser, J., et al., (Hg.), Kooperation im Niemandsland - Neue Perspektiven auf Zusammenarbeit in Wissenschaft und Technik, Opladen: Leske + Budrich (im Ersch.)
- Braun, I./ Joerges, B., 1988: Body Computer Management. Oder: Was ist CIB, CAIM, MSD?, Berlin (WZB FS II 88-307)
- Brooks, R., 2002: Menschmaschinen. Wie uns die Zukunftstechnologien neu erschaffen. Campus: Frankfurt/M.
- Callon, M./Law, J., 1989: On the Construction of Sociotechnical Networks: Content and Context Revisited, in: Knowledge and Society: Studies in the Sociology of Science Past and Present 8: 57-83
- Crichton, M., 2002: Prey, London: HarperCollins
- Degele, N., 2002: Einführung in die Techniksoziologie, München: W. Fink
- Dierkes, M., 1987: Technikgenese als Gegenstand sozialwissenschaftlicher Forschung – erste Überlegungen, in: Verbund Sozialwissenschaftliche Technikforschung. Mitteilungen 1/1987: 154-170
- Dierkes, M., 1989: Technikgenese in organisatorischen Kontexten. Neue Entwicklungslinien sozialwissenschaftlicher Technikforschung, WZB-paper FS II 89-104
- Dierkes, M., 1993: Die Technisierung und ihre Folgen. Zur Biographie eines Forschungsfeldes, Berlin: edition sigma
- Disco, C./v.d. Meulen, B., 1998: Getting New Technologies Together. Studies in Making Sociotechnical Order, Berlin: de Gruyter
- Disco, C./v.d. Meulen, B., 1998a: Introduction, in: Disco/v.d. Meulen 1998: 1-13
- Disco, C./v.d. Meulen, B., 1998b: Getting Case Studies Together: Conclusions on the Coordination of Sociotechnical Order, in: Disco/v.d. Meulen 1998, 323-351
- Dolata, U., 2001: Risse im Netz – Macht, Konkurrenz und Kooperation in der Technikentwicklung und -regulierung, in: G. Simonis et al. (Hg.), Politik und

- Technik. Analysen zum Verhältnis von technologischem, politischem und staatlichem Wandel am Anfang des 21. Jahrhunderts, Wiesbaden: Westdeutscher Verlag (PVS Sonderheft 31), 37-54
- Epstein, J.M./Axtell, R., 1996: Growing Artificial Societies. Social Science from the Bottom Up, Washington D.C.: Brookings Inst. Press
- Esser, H., 1993: Soziologie. Allgemeine Grundlagen, Frankfurt/M.: Campus
- Esser, H., 2000: Soziologie. Spezielle Grundlagen, Bd. 3: Soziales Handeln, Frankfurt/M.: Campus
- Falkenburg, B., 2002: Wem dient die Technik? Eine wissenschaftstheoretische Analyse der Ambivalenzen technischen Fortschritts (Ms.)
- Feindt, P.H., et al. (Hg.), 1996: Konfliktregelung in der offenen Bürgergesellschaft, Dettelbach: Verlag J.H. Röll
- Habermas, J., 1969: Technik und Wissenschaft als 'Ideologie', in: ders., Technik und Wissenschaft als 'Ideologie', Frankfurt/M.: Suhrkamp, 48-103
- Heidenreich, M., 2000: Regionale Netzwerke in der globalen Wissensgesellschaft, in: Weyer 2000a, 87-110
- Heidling, E., 2000: Strategische Netzwerke. Koordination und Kooperation in asymmetrisch strukturierten Unternehmensnetzwerken, in: Weyer 2000a, 63-85
- Hirsch-Kreinsen, H., 2002: Unternehmensnetzwerke – revisited, in: Zeitschrift für Soziologie 31: 106-124
- Joy, B., 2000: Warum die Zukunft uns nicht braucht. Die mächtigsten Technologien des 21. Jahrhunderts – Robotik, Gentechnik und Nanotechnologie – machen den Menschen zur gefährdeten Art, in: FAZ 06.06.2000: 49-51
- Kirchner, U., 1997: Das Airbus-Projekt. Genese, Eigendynamik und Etablierung am Markt, in: Weyer 1997a, 101-146
- Knie, A., 1989: Das Konservative des "technischen Fortschritts": Überlegungen zu einer sozialwissenschaftlichen Technikgeneseforschung, Berlin (WZB FS II 89-101)
- Knie, A., 1994: Der Fall des Wankel-Motors, in: WZB-Mitteilungen, H. 66: 33-36
- Kowol, U./Krohn, W., 1995: Innovationsnetzwerke. Ein Modell der Technikgenese, in: J. Halfmann et al., (Hg.), Technik und Gesellschaft, Jahrbuch 8, Theoriebausteine der Techniksoziologie, Frankfurt/M.: Campus, 77-105
- Krohn, W., 1995: Innovationschancen partizipatorischer Technikgestaltung und diskursiver Konfliktregulierung, Bielefeld (Ms.)
- Krohn, W./Küppers, G., 1989: Die Selbstorganisation der Wissenschaft, Frankfurt/M.: Suhrkamp
- Lakatos, I., 1974: Falsifikation und die Methodologie wissenschaftlicher Forschungsprogramme, in: I. Lakatos/A. Musgrave (Hg.), Kritik und Erkenntnisfortschritt, Braunschweig: Vieweg Vlg., 89-189
- Latour, B., 1988: Mixing Humans and Nonhumans together: The Sociology of a Door-Closer, in: Social Problems 35: 298-310
- Lepperhoff, N., 2000: Dreamscape: Simulation der Entstehung von Normen im Naturzustand mittels eines computerbasierten Modells des Rational-Choice-Ansatzes, in: Zeitschrift für Soziologie 29: 463-484
- Mayntz, R., 1993: Policy-Netzwerke und die Logik von Verhandlungssystemen, in: A. Héritier (Hg.), 1993: Policy-Analyse. Kritik und Neuorientierung, Opladen: Westdeutscher Verlag (PVS-Sonderheft 24), 39-56

- Mill, U./Weißbach, H.-J., 1992: Vernetzungswirtschaft. Ursachen. Funktionsprinzipien, Funktionsprobleme, in: T. Malsch/U. Mill (Hg.), *ArBYTE. Modernisierung der Industriesoziologie?* Berlin: edition sigma, 315-342
- Pinch, T.J./Bijker, W.E., 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 et al. (eds.), 1987: *The Social Construction of Technological Systems. New Directions on the Sociology and History of Technology*, Cambridge/Mass., 17-50
- Powell, W.W., 1990: Neither Market nor Hierarchy: Network Forms of Organization, in: *Research in Organizational Behavior* 12: 295-336
- Rammert, W., (Hg.), 1998: *Technik und Sozialtheorie*, Campus: Frankfurt/M.
- Rammert, W., 1997: Innovation im Netz. Neue Zeiten für technische Innovationen: heterogen verteilt und interaktiv vernetzt, in: *Soziale Welt* 48: 397-416
- Rammert, W./Schulz-Schaeffer, I., 2002: Technik und Handeln. Wenn soziales Handeln sich auf menschliches Verhalten und technische Abläufe verteilt, in: dies. (Hg.), *Können Maschinen handeln? Soziologische Beiträge zum Verhältnis von Mensch und Technik*, Frankfurt/M.: Campus, 11-64
- Resnick, M., 1995: *Turtles, Termites, and Traffic Jams. Explorations in Massively Parallel Microworlds (Complex Adaptive Systems)*, Cambridge/Mass.: MIT Press
- Schmidt, J.F.K., 1997: Der Personal Computer (1974-1985). Architektonische Innovation und vertikale Desintegration, in: Weyer 1997a, 147-226
- Schneider, V., 1992: The structure of policy networks. A comparison of the 'chemicals control' and 'telecommunications' policy domains in Germany, in: *European Journal of Political Research* 21: 109-129
- Schneider, V./Werle, R., 1991: Policy Networks in the German Telecommunications Domain, in: B. Marin/R. Mayntz (eds.), 1991: *Policy Networks. Empirical Evidence and Theoretical Considerations*, Frankfurt/M.: Campus, 97-136
- Schulz-Schaeffer, I., 2000: *Sozialtheorie der Technik*, Campus: Frankfurt/M.
- Simonis, G., 1995: Ausdifferenzierung der Technologiepolitik – vom hierarchischen zum interaktiven Staat, in: R. Martinsen/G. Simonis (Hg.), 1995: *Paradigmenwechsel in der Technologiepolitik?*, Opladen: Leske + Budrich, 381-404
- Sydow, J., 1992: *Strategische Netzwerke. Evolution und Organisation*, Wiesbaden: Gabler
- Tushman, M.L./Rosenkopf, L., 1992: Organizational determinants of technological change: Toward a sociology of technological evolution, in: *Research in Organizational Behavior* 14: 311-347
- Werle, R., 1995: Rational Choice und rationale Technikentwicklung. Einige Dilemmata der Technikkoordination, in: J. Halfmann et al., (Hg.), *Technik und Gesellschaft, Jahrbuch 8, Theoriebausteine der Techniksoziologie*, Frankfurt/M.: Campus, 49-76
- Weyer, J., 1993: System und Akteur. Zum Nutzen zweier soziologischer Paradigmen bei der Erklärung erfolgreichen Scheiterns, in: *Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie* 45: 1-22
- Weyer, J., et al., 1997a: *Technik, die Gesellschaft schafft. Soziale Netzwerke als Ort der Technikgenese*, Berlin: edition sigma
- Weyer, J., 1997b: Vernetzte Innovationen – innovative Netzwerke. Airbus, Personal Computer, Transrapid, in: W. Rammert/G. Bechmann (Hg.), *Innovationen –*

- Prozesse, Produkte, Politik (Technik und Gesellschaft, Jahrbuch 9),
Frankfurt/M.: Campus, 125-152
- Weyer, J., 1997c: Die Risiken der Automationsarbeit. Mensch-Maschine-Interaktion
und Störfallmanagement in hochautomatisierten Verkehrsflugzeugen, in:
Zeitschrift für Soziologie 26: 239-257
- Weyer, J., 1999: Wernher von Braun, Reinbek b. Hamburg: Rowohlt
- Weyer, J., (Hg.), 2000a: Soziale Netzwerke. Konzepte und Methoden der
sozialwissenschaftlichen Netzwerkforschung, München: Oldenbourg Verlag
- Weyer, J., 2000b: Einleitung. Zum Stand der Netzwerkforschung in den
Sozialwissenschaften, in: Weyer 2000a: 1-34
- Weyer, J., 2000c: Soziale Netzwerke als Mikro-Makro-Scharnier. Fragen an die
soziologische Theorie, in: Weyer 2000a, 237-254
- Willke, H., 1995: Systemtheorie III. Steuerungstheorie: Grundzüge einer Theorie der
Steuerung komplexer Sozialsysteme, Stuttgart: UTB
- Wingert, L., 2003: Welches Menschenbild sollte unser Menschenbild sein?
Philosophische Überlegungen zu einem angemessenen Verständnis der menschl-
ichen Lebensform (Ms.)