



Werner Rammert

**Technik in Aktion:
Verteiltes Handeln in soziotechnischen Konstellationen**

Technical University Technology Studies
Working Papers

TUTS-WP-2-2003

Institut für Soziologie

Herausgeber:

Fachgebiet Techniksoziologie
Prof. Dr. Werner Rammert

Technische Universität Berlin
Institut für Soziologie
Franklinstraße 28/29
10587 Berlin

Sekretariat Rosemarie Walter

E-Mail: rosemarie.walter@tu-berlin.de

Technik in Aktion: Verteiltes Handeln in soziotechnischen Konstellationen

Werner Rammert

1. Technik und Techniktheorie in Bewegung: Das Verhältnis von Mensch und Technik jenseits von Autonomie und Kontrolle

Maschinen, die sich bewegen und gleichsam wie Menschen agieren, haben immer schon Faszination und Angst ausgelöst. Die Geschichten von den goldenen Gespielinnen des Hephaistos, der anmutig tanzenden puppenhaften Olimpia, dem sich in Bewegung setzenden Kunstmenschen Golem oder dem grotesken Frankenstein'schen Geschöpf zeugen von dieser ambivalenten Haltung der Menschen gegenüber den von ihnen selbst geschaffenen Automaten. Hinter diesen Mythen und Erzählungen steckten immer tatsächliche Begegnungen mit bewegter Technik: In der Antike konnte man die wie von Geisterhand bewegten Tempeltore, angetrieben durch die Dampfmaschine des Hero von Alexandrien, bestaunen. Im Barock waren die gekonnten und intelligenten Aktionen des Maelzelschen Schachautomaten – gleichwohl noch ein Zwerg darinnen steckte – zu bewundern und auch die sich kunstvoll koordiniert bewegenden Zeiger und Zahnräder von Uhren und Rechenmaschinen vielerorts zu besichtigen. Und im 19. Jahrhundert der Romantik und der Gothic Novels wurden auf Jahrmärkten und in Salons durch Stromstöße künstlich animierte Glieder von Fröschen im Galvanischen Experimentalsystem vorgeführt. Die Faszination bewegter Technik beruhte nicht nur auf Täuschung und Nicht-Wissen, sondern sie ging von der Eigenheit dieser Artefakte aus, sich in einer Weise selbst zu bewegen und selbsttätig zu wirken, die man ansonsten nur bei Lebewesen und Menschen beobachten kann. Dadurch unterschied sich diese „Technik in Aktion“ von der passiven Technologie der Werkzeuge und einfachen Maschinen. Sie machte den Menschen Angst, weil sie meinten, die unmittelbare Kontrolle über ihre Erzeugnisse zu verlieren, und weil dieser Typ von Technik zunehmend eine Autonomie und Eigenmächtigkeit zeigte, wie sie nur dem Menschen zukommen sollte.

Gegenwärtig beobachten wir wieder einen Schub technischer Neuerungen, der über alles Bisherige hinausweist. Da steigt ein humanoider Roboter Treppen auf und ab; da bewegen sich Serviceroboter selbstständig durch Räume; da spielen Mannschaften aus vier Robotern mit- und gegeneinander Fußball; da fragen Interface-Agenten nach Aufgaben, verteilen sie zur kooperativen Bearbeitung an andere Software-Agenten, die sich wiederum in interaktiver Aushandlung die Arbeit untereinander aufteilen und das Ergebnis koordiniert weitergeben. Dabei werden Nutzermodelle vom menschlichen Gegenüber entworfen. Dabei wird aus vorherigen Erfahrungen schlussfolgernd gelernt. Dieser Typ Technik wirkt in einer Weise, die nicht gänzlich in ihrem Ablauf festgelegt ist. Während der Aktion kann er sich selbst in seinen Zuständen und seinen Dispositionen verändern. Die Bewegungen können zunehmend in die Richtung auf ein kooperatives, situatives und intelligentes Handeln hin gedeutet werden. Auch heute liegen Faszination und Angst eng beieinander. Bei den Robotik-Propheten und Freaks der transhumanistischen Bewegung wird mit einem Wechsel in der evolutionären Führungsrolle von der menschlichen zur künstlichen Intelligenz schon in den nächsten Jahrzehnten gerechnet (vgl. H. Moravec 1990; R. Kurzweil 1999); bei den

humanistischen Fachvertretern, den Philosophen, Theologen und skeptischen Wissenschaftlern (vgl. H. Dreyfus 1972; Joy 2001) wird der Angst entgegengearbeitet, indem unermüdlich betont wird, dass der Computer ja „dumm“ sei, dass Maschinen weder „denken“ noch „handeln“ können, dass nur Menschen die Autonomie und die Freiheit, anders handeln zu können, zukommt.

Aber hilft diese fundamentalistische Haltung, die von einem Dualismus von Mensch und Technik oder von einer Dichotomie von Technik und Gesellschaft ausgeht, irgendwie weiter? Kann sie über die neuen Weisen einer Technik in Aktion und über die Wirkungen autonomer werdender Maschinen aufklären? Können daraus Kriterien für die Gestaltung gewonnen werden, die über die bloße Grenzziehung und Verbote hinausgehen?

Die Menschen im Alltag und auch die Ingenieure wissen, dass Maschinen nicht in der gleichen Weise handeln, interagieren und intelligent vorgehen, wie es Menschen tun können. Sie müssen sich nicht von Philosophen über „Kategorienfehler“ belehren lassen, wenn sie trotzdem die Aktionen von Maschinen mit Worten wie „autonom“, „intelligent“, „kooperativ“ usw. bezeichnen. Im Unterschied zur neuen Scholastik der Ethikphilosophie lassen sie sich auf die empirische Wirklichkeit und auf den Wandel der Techniken und vor allem der Beziehungen zwischen Menschen und Techniken ein. Sie wissen, dass sich heute entgegen der fundamentalen Unterscheidung von menschlicher Freiheit und technischem Zwang die Verhältnisse in Bewegung befinden. Auch Menschen in Aktion weisen nicht immer den Grad an Autonomie und Verantwortung auf, der ihnen dem Vermögen nach zukommt. Denken wir nur an Fluglotsen und Flugkapitäne in einem großen und gemischten System des Flugverkehrs. Umgekehrt können agentenorientierte Software-Programme Fahr- und Flugzeuge um viele Grade situativer und flexibler steuern, als es herkömmliche Programme oder Maschinenabläufe konnten. Natürlich hat der Auto-Pilot keine Verantwortung im rechtlichen Sinn für den Kurs des Flugzeugs. Diese Aussage ist banal und nicht weiterführend. Was allerdings aus nüchterner techniksoziologischer Perspektive beobachtet werden kann, ist schon eine qualitative Veränderung der Aktionen und Interaktionen technischer Teile im Rahmen komplexerer Systeme (vgl. Perrow 1987). Ich werde im *zweiten* Kapitel zu zeigen versuchen, dass die Aktivitäten bestimmter avancierter Techniken nicht mehr mit dem Vokabular des mechanischen Bewirkens und Befolgens angemessen begriffen werden können, sondern man zu Konzepten des Agierens und Interagierens greifen muss, will man den höheren Grad ihrer Autonomie beschreiben. Dabei werden die Techniken nie allein, sondern immer in Abhängigkeit und Wechselbeziehung zu anderen technischen Agenturen betrachtet.

Nicht nur die Technik, auch die Techniktheorien sind in Bewegung geraten. In einer ersten Generation von Techniktheorien ging es um die Folgen der Technik für den Menschen und die Gesellschaft. Gefragt wurde etwa nach dem Motto: „Entlastung“ oder „Entfremdung“, „Reichtum“ oder „Restriktion“, „Optionssteigerung“ oder „Ohnmacht“, „Chancen“ oder „Risiken“. Technik wurde als ein fest fixierter Faktor und als eine außergesellschaftliche Größe angesehen, welche mit stark determinierender Kraft auf die Gesellschaft einwirkte. In einer zweiten Generation der Technikforschung wechselte die Aufmerksamkeit von den Folgen der Technik zur Frage nach der gesellschaftlichen Genese und Gestaltung von Techniken: Es entstanden Theorien des „Social Shaping of Technologies“ (D. MacKenzie, J. Wajcman 1999; T. Cronberg, K. Sörensen 1995; K. Sörensen, R. Williams 2002), der sozialen Kontruktion von Techniken und technischen Systemen (W.E. Bijker, T.P. Hughes, T.J. Pinch 1987; W.E. Bijker 1995) und der gesellschaftlichen Technikgenese (M. Dierkes, U. Hoffmann 1992; W. Rammert 1993; 2000). Sie fragten nach der Bedeutung ökonomischer Produktionsstrukturen, politischer Machtkonstellationen und kultureller Muster für die Prägung und Ausrichtung technischer Entwicklungen. Technik wurde als

eine flexible Konstruktion und als innergesellschaftliches Projekt aufgefasst, an dessen Realisierung jeweils unterschiedliche institutionelle Einbettungen, Akteure und Leitbilder beteiligt sind.

Beide Theorierichtungen greifen jedoch zu kurz, wenn es um die Analyse der Technik in Aktion geht. Werden die Phänomene autonomer Maschinen und automatisierter Systeme aus der Technikfolgenperspektive eher als Fakten hingenommen, deren Folgen nur Thema sind, und somit als der Gesellschaft vorgegebene Größen festgeschrieben, neigt die technikgenetische Position dadurch, dass sie nur die gesellschaftliche Konstruiertheit der technischen Fakten im Blick hat, dazu, das Mitwirken wie die Widerständigkeit technischer Artefakte gänzlich zu entproblematisieren (vgl. Joerges 1995).

Beiden Standpunkten liegt eine dualistische Auffassung von Technik und Gesellschaft zugrunde, die eine angemessene Analyse und Behandlung des Problems „autonomer Maschinen“ behindert. Die erste Position gibt der Technik von vornherein zuviel Autonomie und verleitet die gesellschaftliche Diskussion zu Fehleinschätzungen, wie der von der Technik als Schicksal, von der Eigendynamik des technischen Fortschritts oder von den total unkontrollierbaren Techniken (vgl. L. Winner 1977). Die zweite Position weist alle Autonomie dem Menschen oder der Gesellschaft zu und verführt zur Überschätzung der menschlichen Beherrschbarkeit technischer Systeme, etwa durch Normen technischer Perfektion, ethische Grenzsetzungen oder politische Steuerungsentscheidungen. Was wir also für eine unvoreingenommene Analyse des „Autonomie“-Problems benötigen, ist zunächst ein theoretischer Rahmen, in welchem die Technik und genauer die einzelnen technischen Artefakte unter der Perspektive des Bewegens, Bewirkens und Agierens untersucht werden (vgl. Rammert/Schulz-Schaeffer 2002), wie es im zweiten Kapitel unternommen werden soll. Das reicht allerdings allein nicht aus, da technische Aktionen immer auch Teil gesellschaftlicher Handlungszusammenhänge sind. Es bedarf also noch einer nicht-dualistischen Auffassung von Technik und Gesellschaft, in welcher technische Abläufe und menschliches Verhalten unter der Perspektive „verteilten Handelns“ in einem hybriden Aktionszusammenhang thematisiert werden können (vgl. Rammert 2003). Erlaubt die „Agency“-Perspektive, das Konzept der Autonomie näher zu bestimmen und unterschiedliche Grade von Autonomie zu messen, so ermöglicht die Erweiterung zur Hybridperspektive der „distributed agency“, die Autonomie immer in Beziehung und Interaktivität zwischen Menschen und Maschinen relational zu fassen. Die Entwicklung dieser Auffassung verteilten Handelns jenseits der Trennung von Technik und Gesellschaft ist Thema des *dritten* Kapitels.

Aus der Perspektive des Pragmatismus werden theoretische Konzepte danach beurteilt, welche Konsequenzen sich daraus ergeben. Es reicht in Zukunft nicht mehr aus, technische Systeme zuerst von Ingenieuren konstruieren zu lassen, um sie dann an Menschen und Sozialsysteme anzupassen. Es ist ebenfalls nicht mehr zu vertreten, dass Sozialwissenschaftler sich auf die Kritik der technischen Systeme und ihrer Folgen beschränken. Sie müssen und können sich konstruktiv mit ihren Konzepten und Praktiken an der Entwicklung und Einbettung der technischen Systeme beteiligen. Da es sich bei den avancierten Techniken um eine Ko-Konstruktion technischer und sozialer Aktionszusammenhänge handelt, sind ingenieur- und sozialwissenschaftliche Kompetenzen gleichzeitig gefragt, um zu entscheiden, wie die Aktivitäten auf menschliche oder maschinelle Agenturen zu verteilen sind und wie viel Autonomie und Agency der einen oder anderen Seite einzuräumen ist. Im *Schlusskapitel* werden die Folgen dieser Hybridperspektive verteilten Handelns für die Erforschung und die Gestaltung der soziotechnischen Konstellationen skizziert.

2. Technik in Aktion und Interaktion: Autonome Agenten jenseits von Freiheit und Funktionieren?

2.1 *Aktion und Autonomie*

Autonome Maschinen – genau betrachtet ist das ein Widerspruch. Folgen wir der Kantischen Formulierung des Autonomiebegriffs, dann bedeutet Autonomie die Freiheit von externen Zwängen und Gesetzen und die Fähigkeit zur Selbstbestimmung eines freien Willens, nur solche (moralischen) Gesetze zu befolgen, die er sich selbst gegeben hat. Maschinen werden hingegen als Inbegriff des Zwangs von Bewegungen – so im Maschinenbegriff von Reuleaux (1875) – und von vollkommen determinierten Systemen – so in der Bestimmung der „trivialen Maschine“ von von Foerster (1985) – definiert. Autonomie und Heteronomie, Unabhängigkeit und Abhängigkeit, Freiheit und Zwang und letztlich freier Mensch und Sklave bzw. Mensch und Maschine stehen sich dichotomisch gegenüber.

Lösen wir uns allerdings von diesem Denken in Dichotomien, dann werden viele Zwischenpositionen auf einer Skala denkbar, deren Endpole jeweils von den beiden Extremen gebildet werden. Autonomie und vollkommene Unabhängigkeit sind auch für das menschliche Verhalten kaum vorstellbar, interferieren doch immer andere Faktoren, so dass wir in der Regel von Interdependenz statt von reiner Independenz ausgehen müssen. Aktionen entstehen nicht im freien, zeitlosen und individuellen Raum, sondern sind immer über frühere Aktionen und über Aktionen anderer vermittelt, weswegen wir in der Regel von Interaktionen ausgehen müssen. Umgekehrt lassen sich auch bei Maschinen graduelle Veränderungen feststellen, die sie in Richtung Aktivität und Interaktion voranbringen und die Grundlage für die Rede von den „autonomen Maschinen“ bilden. Wenn es dabei weder um die Kantische Autonomie des freien menschlichen Willens noch um die von Jacques Ellul (1964) kritisch diagnostizierte Autonomie der Technik, der technischen Selbstvermehrung und Eigendynamik geht, dann muss genauer herausgefunden werden, was denn in Technik und Techniktheorie unter Autonomie verstanden werden kann. In einem ersten Schritt werde ich zu beschreiben suchen, wie und in welchen Dimensionen sich die Techniken gewandelt haben. In einem zweiten Schritt werde ich anhand der Befunde prüfen, ob und wie sich autonome Maschinen von konventionellen Maschinen unterscheiden lassen. In diesem Kapitel wird die Frage nach der Autonomie zunächst nur in Bezug auf die anderen Techniken beantwortet, während sie im darauf folgenden Kapitel in Beziehung zum menschlichen Handeln und im hybriden Kontext soziotechnischer Konstellationen erörtert wird.

2.2 *Dimensionen technischen Wandels und Merkmale „autonomer Maschinen“*

Wie kann überhaupt die Frage nach „autonomen Maschinen“ aufkommen? Damit es aktuell dazu kommt, müssen die neuen Techniken Merkmale entwickelt haben, die sie von früheren Generationen der Technik unterscheiden. In welchen Dimensionen können wir markante Veränderungen gegenwärtiger Techniken beobachten?

In sachlicher Hinsicht scheint es zu mehreren bedeutsamen Veränderungen gekommen zu sein. Moderne Techniken sind komplexer, kombinierter und undurchsichtiger geworden. Mit der *Komplexität* einer Technik messen wir die Menge der Elemente und ihrer Beziehungen untereinander. Verfolgen wir die Genealogie von Geschossen, so lässt sich unzweifelhaft eine Steigerung der Komplexität vom Speer über den Pfeil und die Kanonenkugel bis hin zur V2-Rakete und zum aktuellen zielsuchenden und sich selbst steuernden Marschflugkörper, dem so genannten „intelligenten Geschoss“, behaupten. Eine parallele Steige-

rungslinie der Komplexität ließe sich auch für die Produktions- und für die Kommunikationstechnik aufzeigen. Unter dem Grad der *Kombiniertheit* fassen wir die Integration heterogener Techniken in einem technischen System. Mobilitätstechniken werden mit Sensortechniken, mit Kommunikationstechniken, mit Speichertechniken und mit Regelungstechniken verbunden. Arbeitstechniken werden mit Mobilitätstechniken und Techniken der Selbstkontrolle gekoppelt. Tonübertragungstechniken, wie das Telefon, werden mit Bildübertragungstechniken, Ortungstechniken, Speicher- und Spieltechniken kombiniert. Das dritte Merkmal der *Undurchsichtigkeit* hängt mit der Vielzahl der Elemente und Beziehungen und auch mit der Unterschiedlichkeit der kombinierten Typen zusammen. Es erhält jedoch sein eigenes Gewicht durch die Programmierbarkeit von Abläufen. Vor allem Computer und mit Rechneinheiten kombinierte Techniken sind im Hinblick auf ihre Funktion und den zu erwartenden Ablauf nicht mehr leicht einsehbar. Ob es sich um die nächste Bewegung eines realen mobilen Roboters in einem Raum (vgl. R. Brooks 2002: 23 ff.) oder ob es sich um den nächsten Spielzug eines gegnerischen Avatars in einem virtuellen Spielraum (vgl. E. Esposito 1995) handelt, im Unterschied zu einem fahrbaren Kran oder zu einer Tennisballwurfmaschine bleiben uns diese Bewegungen in ihrem Ablauf und ihrer Gerichtetheit opak, so dass der Eindruck eines autonomen Gegenübers entsteht.

In räumlicher Hinsicht sind technische Systeme globaler und mobiler geworden. Mit der *Globalisierung* der Technik ist nicht nur die Verbreitung ein und derselben Technik, z.B. des Autos oder des Walkman, in der ganzen Welt zu verstehen. Viel wichtiger im Hinblick auf die Autonomie ist die Ausdehnung von weltumspannenden Netzwerken der Telekommunikation, welche das Medium und die Plattform für autonome technische Agenten im Netz wie auch für die relativ autonome Bewegung von technischen Objekten außerhalb des Netzes abgeben. Damit haben wir auch schon angedeutet, dass mit der Steigerung der *Mobilität* nicht die spezielle Beweglichkeit der Antriebs- und Fahrzeugtechnik gemeint ist. Denn ein Automobil ist, solange es nicht über Navigationssysteme und ein Autopilot-Programm gesteuert wird, kein sich autonom bewegendes technisches Objekt. Die autonome Mobilität kommt erst durch die Kombination der Bewegungstechnik mit der Sensor-, der Nachrichten-, der Übertragungs- und der Rechentechnik auf.

In zeitlicher Hinsicht ist die gestiegene *Variabilität* von vorbestimmten Abläufen der größte Sprung. Durch Speichertechniken kann ein immer längerer Abschnitt der Vergangenheit und ihrer Varianten für die Gestaltung der zukünftigen Abläufe herangezogen werden. Kam bei konventioneller Technik Zeit nur geschrumpft auf die Repetition des Arbeitsvorgangs vor, dehnt sie sich bei der gegenwärtigen Technik durch Speicherung und Programmierung auf viele Verästelungen und verschiedene Pfade des Ablaufs aus. Dadurch entsteht der Eindruck einer relativen Autonomie, obgleich es sich ja nur um die programmierte Kombination determinierter Systeme handelt. Neben diesem erweiterten Spielraum von Aktions- und Reaktionsmöglichkeiten, die durch fallbasiertes Schließen und Lernen aus vergangenen Erfahrungen erwächst, gibt es noch den Aspekt des „Auch-anders-handeln-Könnens“ (W. Rammert, I. Schulz-Schaeffer 2002: 49). Das zukünftige Verhalten eines technischen Agenten, sei es ein Roboter oder ein Avatar, lässt sich nicht mit Sicherheit vorhersagen oder berechnen. Neuere Generationen von Servicerobotern sind z.B. in der Lage, den Weg, wie sie ein Ziel erreichen, selbstständig zu planen (vgl. A. Grunwald 2002). In der Künstliche-Intelligenz-Technologie beginnt die Loslösung von fest verdrahteten oder eindeutig vorgeschriebenen Abläufen mit dem Wechsel von der Master-Slave-Architektur zur agentenorientierten Programmierung und zu gesellschaftsorientierten Architekturen verteilter intelligenter Aktivitäten. Die so genannten Software-Agenten sind Programme, die ihre Aufgaben nach der Kennzeichnung eines der maßgeblichen Texte (M. Wooldridge, N. Jennings 1995: 116; W. Rammert 1998b: 91)

- in relativer Autonomie („autonomy“),
- ausgestattet mit dem Vermögen zur Reaktivität („reactivity“),
- orientiert an Tätigkeiten („pro-activeness“) und
- unter Bezug auf andere Agenten („sociability“) ausführen.

Zwar bleiben Computerprogramme per definitionem weiterhin Algorithmen; aber durch ihre Schachtelung und offenere Verknüpfung entstehen Aktionsräume mit höheren Freiheitsgraden.

2.3 Dimensionen der Aktivitäten und Niveaus der Aktionsfähigkeit

Wenn man Technik durch strenges Bewirken und striktes Regelbefolgen bestimmt, das wiederholbar und berechenbar zu einem erwarteten Ergebnis führt, dann erfüllen alle hier genannten Beispiele und Merkmale noch diese Kennzeichnung; aber sie lassen sich im Hinblick auf die Weise und Varianz der Aktivitäten von den klassischen Werkzeugen und Maschinen unterscheiden. Weisen der Aktivität könnte man nach den Dimensionen oder Bereichen differenzieren, in welchen die Eigenaktivität zunimmt, wie

- Motorik (Antrieb und Bewegung): von unbewegt zu automotiv und automobil
- Aktorik (Arbeit und Ausführung): von fremdbetätigt bis zu eigentätig, automatisch
- Sensorik (Umwelt- und Selbstwahrnehmung): von fremdabgestimmt über umweltsensitiv bis zu selbstanpassend
- Informatik (Steuerung und Regelung): von fest verdrahtet über flexibel programmiert bis zu autonomen Systemen verteilter Problemlösung.

Da Techniken gegenwärtig zunehmend alle vier Dimensionen enthalten, und da es weniger auf die einzelnen Merkmale, sondern mehr auf Eigenheiten der Gesamtperformanz eines technischen Systems ankommt, gewinnt eine Typologie, die nach Aktivitätsniveaus variiert, eine größere Bedeutung für die realistische Beschreibung von Techniken im Hinblick auf ihre Autonomie. Ich schlage folgende 5 Stufen für eine Aktivitätsskala vor:

- (1) *passiv*: z.B. Werkzeuge, die in jeder Hinsicht bewegt werden und mit denen gewirkt wird;
- (2) *aktiv*: z.B. Maschinen, die bestimmte Operationen in mindestens einer der vier oberen Dimensionen ein Stück weit selbsttätig ausführen;
- (3) *reaktiv*: z.B. kybernetische Mechanismen, die für eine einfache Umwelanpassung sorgen;
- (4) *interaktiv*: z.B. Multiagentensysteme, die sich vermittels wechselseitiger Abstimmung für eine Lösung der Aufgabe koordinieren;
- (5) *transaktiv*: z.B. intelligente Systeme, bisher nur menschliche Teams, die im Hinblick auf die Wechselwirkung von Eigenaktion, Fremdaktion und Gesamtaktion Ziel-Mittel-Relationen selbstständig reflektieren und verändern.

Am Beispiel des technischen System des Bohrens lassen sich die Unterschiede veranschaulichen. Der Handbohrer bleibt in der Interaktivität mit dem Menschen ein passives Instrument. Auf dieser Ebene bringt die Rede von einer Technik in Aktion wenig Sinn, umschreibt sie doch nur mit anderen Worten, was das mechanische Vokabular einfacher und besser leistet. Die Bohrmaschine wird zu einem teilweise aktiven System, treibt sie doch auf Knopfdruck selbsttätig die Drehbewegung an. Auch diese Operation bleibt noch im Rahmen des Üblichen. Reaktiv könnte man schon eine Bohrmaschine bezeichnen, die über ein Sensorsystem die Widerständigkeit einer härteren Betonschicht feststellt und selbsttätig

auf den Schlagbohrmechanismus umstellt. Interaktiv wäre ein technisches Bohrsystem dann zu nennen, wenn es sich selbstständig einen Weg durch das Gestein für einen Tunnel suchen würde, indem es in ständigem Kontakt mit der Umwelt und in ständiger Interaktion zwischen seinen sensorischen, aktorischen, motorischen und informatorischen Teilsystemen einen optimalen Bohrfad im Rahmen eines vorprogrammierten Korridors suchen würde.

Spätestens ab diesem Aktivitätsniveau der „Interaktion“ – Christaller u.a. sprechen von „beständiger interaktiver Kopplung zwischen Umgebung und System“ (2001: 72) - ändern sich das Verhalten und die Beziehungen zwischen den einzelnen technischen Teilen, so dass es sinnvoll erscheint, sie angemessener mit dem Vokabular von technischen Agenten und technischen Interaktionen zwischen ihnen zu beschreiben. Es besteht offenbar nicht mehr die offensichtliche und simple Kausalbeziehung zwischen den Teilen, wie es bei der Beziehung von Klingelzug und Läuten, zwischen Federspannung und Uhrwerk oder zwischen Gaspedal und Beschleunigung ist, sofern die Wirkungsglieder noch eng verzahnt oder fest verdrahtet waren. Für diese Fälle konventioneller Techniken reicht das mechanische Vokabular des Operierens und Zusammenwirkens vollkommen aus. Erst wenn sich die technischen Teile zueinander verhalten können, vor allem sich anders verhalten können und ihr Verhalten sogar auf dem Hintergrund früherer Erfahrungen und angesichts situativer Gegebenheiten verändern können, dann macht es Sinn, von Interaktion und Kooperation in der Maschinenwelt zu sprechen. Service-Roboter, welche die Rollen bei einem koordinierten Einsatz im Katastrophenfall tauschen können, und Fußball spielende Roboter, welche statt allein bis vor das Tor zu stürmen die Kunst des Doppelpasses beherrschen, basieren zwar weiterhin auf Algorithmen; aber ihre Verhaltensabläufe lassen sich nur unzureichend als determinierte Operationen beschreiben. Angesichts der vielen Aktivitäten und Variabilitäten scheint es mir gerechtfertigt zu sein, von situierten Ko-Operationen oder „künstlichen Interaktionen“ (H. Braun-Thürmann 2002) zwischen ihnen zu reden. Aus der einzelnen Technik in Aktion sind Schwärme oder Konfigurationen von Techniken in Interaktion geworden.

Besonders deutlich lässt sich diese neue Qualität der Technik in Interaktion demonstrieren, wenn zum Beispiel die Systeme, in denen Software-Agenten miteinander interagieren, hoch skaliert werden. Multiagentensysteme mit hundert, tausend und mehr technischen Agenten können überhaupt nicht mehr nach dem klassischen Maschinenmodell gebaut und gedeutet werden. Wenn Aufgaben von Interface-Agenten aufgenommen, an Koordinations-Agenten weitergegeben, von Broker-Agenten angeboten, über Gruppen von Dienstleistungs-Agenten bearbeitet werden usw., und wenn Agenten mal die eine, mal die andere Rolle übernehmen, mal mit anderen Agenten vertrauensvoll kooperieren und mal nach gespeicherten schlechten Erfahrungen mit bestimmten Agenten nicht mehr kooperieren, dann ähneln diese technischen Abläufe nicht mehr determinierten Wirkungsketten von Maschinerien oder linearen Fertigungsstraßen in Fabriken. Sie sind vielmehr nach dem sozialen Muster interaktiver Aushandlungsprozesse und institutionalisierter Koordinationsformen in Organisationen, Gemeinschaften und der Gesellschaft konstruiert. Daher darf es nicht verwundern, dass soziologische Metaphern und Konzepte sowohl die Konstruktion dieser technischen Agenten und ihrer Interaktionsfähigkeiten als auch die Konstruktion der „System- oder Gesellschaftsarchitektur“ bestimmen (vgl. I. Schulz-Schaeffer 2002). In der Verteilten Künstliche-Intelligenz-Forschung, der Multiagentensystem-Technologie und der Sozionik werden die Gehirnmodelle durch Gesellschaftsmodelle abgelöst, Konzepte der individuellen Problemverarbeitung durch Konzepte kollektiver Koordinationsprozesse ersetzt, in denen die Aktionsfähigkeit einzelner Techniken und die Rahmung der Interaktionen zwischen ihnen im Vordergrund stehen.

2.4 Interaktivität statt Instrumentalität zwischen Mensch und autonomer Maschine

Wenn Techniken zu relativ autonomen Aktionen und zu Interaktionen befähigt werden, dann verändert sich auch das Verhältnis zwischen Mensch und Technik. So lange wie sie passive Werkzeuge oder festgestellte Maschinen sind, werden sie von den Menschen instrumentell benutzt. Sie können zwar gegenüber den Nutzern und Nutzungsweisen Resistenzen aufweisen. Diese können aber durch ergonomische Maßnahmen der maschinellen Anpassung oder durch qualifikatorische Schulung menschlicher Adaptionsfähigkeit überwunden werden. Es bleibt eine einfache *instrumentelle* Beziehung zwischen Mensch und Objekt bestehen.

Maschinen und Automaten weisen nicht nur einzelne Teile, wie Hebel, Räder oder Schalter, sondern besondere Teilsysteme auf, an denen sie bedient, geführt oder geregelt werden. Je größer der Eigenlauf des technischen Systems und je größer die Komplexität der integrierten funktionalen Teilsysteme, desto weniger können wir von einer einfachen instrumentellen Beziehung ausgehen. Bei programmierbaren Maschinen sprechen wir von Schnittstellen, an denen mit unterschiedlichem Aufwand Instruktionen an das technische System gerichtet werden. Solche Anlagen schaltet man nicht einfach ab, sondern fährt sie durch Eingabe einer Instruktion herunter. Man könnte von einer *instruktiv-kommunikativen* Beziehung sprechen.

Erst wenn die Eingaben nicht direkte Instruktionen sind, sondern vom System im Dialog mit dem Eingebenden dazu präzisiert werden, und wenn die Art und Weise der Ausführung von dem System selbst disponiert wird, dann verschieben sich die Aktivitäten sowohl der Disposition als auch der Deutung vom Nutzer zum System, wobei natürlich hinter dem System auch die Systementwickler mitzubedenken sind. Der Nutzer erfährt das System allerdings, wie die Begriffe des „interface“ und des „Dialogs“ illustrieren, als Gegenüber, mit dem er kommuniziert. Wenn es sich nur um Fragen und standardisierte Antworten handelte, dann brauchten wir nicht von einer kommunikativen Beziehung ausgehen, sondern es bei einer instrumentellen belassen, die sich bloß symbolischer Zeichensysteme bedient (z.B. das ELIZA-Programm von J. Weizenbaum 1977). Erst wenn sich die andere Seite abweichend von Erwartungen, eben kontingent im Hinblick auf Erwartungen verhalten kann, dann entsteht ein interaktiv-kommunikatives Verhältnis (vgl. P. Maes 1994; E. Esposito 1994). Softwareagenten können natürlich im Rahmen ihrer programmierten Eigenschaften aus den Verhaltensweisen der Nutzer Schlüsse ziehen, sich ein Nutzermodell mit seinen Eigenheiten und Erwartungen machen und dementsprechend das eigene Verhalten – in gewisser Weise „reflexiv“ auf diese Erfahrungen hin – verändern. Um diese interaktiven Beziehungen zwischen Menschen und Objekten von denjenigen zwischen Menschen abzugrenzen, habe ich vorgeschlagen, dieses Verhältnis als „*Interaktivität*“ im Unterschied zur Intersubjektivität zwischenmenschlicher Interaktion zu bezeichnen (W. Rammert 1998b). Ähnlich wie man die Aktionsfähigkeit von Menschen, Tieren oder Maschinen nach Stufen und graduell unterscheiden und damit einen Gewinn für die empirische Beobachtung und Deutung von Unterschieden erzielen kann (vgl. die schematische Darstellung des graduierten Handlungsbegriffs in W. Rammert, I. Schulz-Schaeffer 2002: 49), scheint es mir sinnvoll, auch die Beziehungen zwischen Mensch und Maschine, etwa nach den Stufen von

- rein instrumentell
- instruktiv-kommunikativ
- interaktiv-kommunikativ

oder gar noch feiner zu unterscheiden. Bezugspunkt wäre nicht mehr nur das menschliche Verhalten oder allein die technische Konstruktion der Schnittstelle, sondern von vornherein die Interaktivitäts-Beziehung zwischen Mensch und Maschine inklusive Programm (vgl. auch H. Geser 1989).

Bis zu diesem Punkt lassen sich die Überlegungen folgendermaßen zusammenfassen:

- Autonomie sollte sinnvollerweise nicht als eine ontologische Eigenschaft von vornherein einem agierenden Wesen allein zugeschrieben werden, sondern über Dimensionen, Aspekte und Grade der Aktionsfähigkeit empirisch bestimmt werden.
- Die zunehmende Komplexität, Mobilität und Variabilität durch Programmierung und Speicherung haben vor allem bei Robotern und Softwareagenten das Niveau der Eigenaktivität so stark angehoben, dass nicht mehr von einem bloßen Funktionieren und einem einfachen Befolgen der Regeln gesprochen werden kann.
- Je mehr neue Technologien Eigenschaften der Eigenaktivität zeigen, desto angemessener lassen sie sich als Agenten und nicht mehr als simple Instrumente, als aktive Vermittler und nicht nur als passive Mittel beschreiben.
- Je mehr technische Systeme aus solchen mobilen und kooperativen Agenten zusammengesetzt sind, desto angemessener wird ihre Beschreibung als Agentur, deren Wirken durch verteilte Prozesse und interaktive Koordination zustande kommt, desto unangemessener wirkt eine Beschreibung, welche nur von sequentiellen Wirkungsketten und mechanischer Integration ausgeht.
- Je mehr technische Systeme diesen Charakter als Agentur annehmen und mit verteilten Prozessen arbeiten, desto stärker erfordern sie auch ein verändertes Verständnis der Beziehung zu den menschlichen Akteuren, die sie konstruieren und die sie anwenden. Der Entwurf und die Nutzung vernetzter technischer Systeme bringt die Menschen in ein stärker spielerisches und erprobendes Verhältnis der Interaktivität zur Technik, das selbst als Teil der Systemperformanz mitreflektiert und mitgestaltet werden muss.

3. Technik als verteilte Aktion im hybriden Kontext: Jenseits der Trennung von technischer Operation und sozialer Aktion

3.1 *Die Selbsttäuschung über die menschliche Handlungsautonomie und die Kritik dualistischer Gegenstandsauffassungen*

Es gibt eine lange Tradition von der antiken Philosophie bis zur modernen Sozialtheorie, die Welten von „*techne*“ und „*praxein*“ (Aristoteles), von „*Werken*“ und „*politischem Handeln*“ (Arendt), von „*Materie*“ und „*Geist*“, von „*res extensa*“ und „*res intensa*“ (Descartes), von „*Arbeit*“ und „*Interaktion*“ (Habermas), von „*sciences*“ and „*humanities*“ (Snow) zu trennen. Man kann vereinfacht sagen, dass Technikdeutungen sich darin unterscheiden, wie sie das Verhältnis von Mensch und Technik allgemein auffassen und wie sie es im Besonderen als Einheit oder Differenz konzeptualisieren.

Geistes- und sozialwissenschaftliche Ansätze neigen in der Regel dazu, das Handeln, Sprechen und Entscheiden als soziale Aktionen allein den Menschen zuzuschlagen. Der Technik wird nur die Rolle des neutralen Mittels oder des bloßen Instruments zugestanden (vgl. dazu auch A. Pickering 1995). Demnach bewegen sich die menschlichen Akteure in der sinnhaften Sphäre der *Intersubjektivität*, aus der die technischen Objekte in die Umwelt verbannt sind. Soziale Aktionen sind in dieser dualistischen Auffassung nur den Beziehun-

gen zwischen Menschen vorbehalten, während sich davon abgetrennt technische Operationen rein auf den Bereich der äußeren Objekte erstrecken.

Natur- und ingenieurwissenschaftliche Vorgehensweisen konzentrieren sich hingegen darauf, Wirkrelationen zwischen Objekten zu erfassen und herzustellen. Es geht darum, solche interobjektiven Beziehungen (so auch schon mit anderer Konnotation bei B. Latour 1994: 588) wissenschaftlich zu erklären und sie technisch zum Funktionieren zu bringen. Sie wirken demnach in der kausalen Sphäre der *Interobjektivität*, in der wiederum gänzlich von menschlichen Subjekten abstrahiert wird

Diese dualistische Aufteilung in eine intersubjektive Welt sinnhaften und sozialen Handelns und in eine interobjektive Welt kausalen Wirkens und technischen Funktionierens beruht auf zwei mächtigen Illusionen: Die erste Illusion besteht in der Selbsttäuschung des Menschen über seine Handlungsautonomie, die zweite in der Täuschung über die Determiniertheit technischer Objekte und natürlicher Dinge. Schon die Feuerbachsche Religionskritik, die Darwinsche Abstammungslehre, die Marxsche Gesellschaftskritik und die Freud'sche Entdeckung des Unterbewussten haben die hehre Lehre von der menschlichen Handlungsfreiheit stark eingeschränkt. Diese Einsichten brachen sich nur langsam Bahn, weil sie das stolze Selbstbewusstsein der Menschen als autonome Akteure stark kränkten.

Gehirnforschung, Kognitionswissenschaften und Künstliche-Intelligenz-Forschung setzen diese Tradition fort, indem sie die Technizität von Wahrnehmen, Denken und Handeln demonstrieren. Auch die Soziologie hatte von Anfang an die Einschränkungen individuellen oder rationalen Handelns durch „soziale Tatsachen“, „Sozialstrukturen“, „soziale Ordnungen“ oder „soziale Institutionen“ zu ihrem Gegenstand erklärt. Die Vergegenständlichung und die Verdinglichung menschlichen Handelns wurden zwar immer wieder aus individualistischer, existentialistischer oder romantischer Perspektive als Verlust von Handlungsautonomie, als gesellschaftlicher Zwang oder als Entfremdung kritisiert. Aber letztlich ist die gesamte Disziplin doch zu der gemeinsamen Überzeugung gelangt, dass auch diese sozialen Objektivierungen als ermöglichende und als einschränkende Bedingungen sozialen Handelns zur Welt der Intersubjektivität gehören. Die soziologischen Theorierichtungen unterscheiden sich erst in zweiter Linie darin, wie sie das wechselseitige Verhältnis von Handeln und Struktur, von Interaktion und Ordnung, von Kommunikation und sozialen Systemen konzipieren. Aber auch die Soziologie täuscht sich immer noch über die Genese und die Grade möglicher Handlungsautonomie, wenn sie die Beziehungen zu Objekten und die Materialität der Rahmungen ausblendet. Die letzte Selbsttäuschung besteht darin, dass man bei der Analyse der Intersubjektivität, der Reflexivität und der Intentionalität meint, ohne Bezug auf dinghafte und bezeichnende Objekte auskommen zu können, fürchtet man doch fälschlicherweise, die fundamentale menschliche Differenz und damit das letzte Quäntchen von Handlungsfreiheit dann einem Materialismus oder Determinismus opfern zu müssen.

Die zweite Täuschung über die perfekte Determiniertheit technischer Objekte geht mit der ersten Hand in Hand. Die Welt der technischen Sachen und physischen Dinge wird, in Spiegelung der Entobjektivierung der sozialen Welt, einem Verfahren der Entsubjektivierung und Entsozialisierung unterzogen. Mit der modernen Weltauffassung hat sich die Haltung durchgesetzt, die Objekte frei von subjektiver Wahrnehmung, menschlicher Intervention und sozialer Referenz als in sich ruhende Systeme von Kräften und als determinierte triviale Maschinen zu bestimmen. Wie in den Grafiken der Maschinen- und Technikbücher seit dem 17. Jahrhundert sukzessive zunächst die Menschen, welche sie bedienten, und später auch die Hände oder Augen, mit denen sie Schnittstellen bildeten, verschwanden, so reinigte man den Begriff der Technik von allen menschlichen Interferenzen, Abweichungen und Widerständigkeiten. Technik wurde gleichsam der Gegenbegriff zum Humanen und

auch zum Gegenbegriff des Sozialen. Gegenüber bewusstem, kreativem und kontingentem Handeln wurden bewusstloser Zwang der Bewegungen, Repetition der gleichen Operationen und perfekte Berechenbarkeit zu Kennzeichen moderner Technik. Die Illusion von der Technik als außersozialer Realisierung gleichsam platonischer technischer Ideen, der Glaube an eine vorgegebene Bahn der Perfektion und des technischen Fortschritts und die Vorstellung von Technik als einer der Gesellschaft exogenen Größe konnten nur vor diesem kontrastiven Hintergrund entstehen.

Seltsamerweise ist auch die Kritik an dieser instrumentellen Auffassung der Technik noch im gleichen dualistischen Muster gefangen. Nach den Erfahrungen riesiger Rationalisierungs- und Mechanisierungsbewegungen, welche die Menschen zu kleinen Rädchen im Maschinengetriebe machten, nach dem Erlebnis großer Katastrophen in den Weltkriegen, welche die Ohnmacht Einzelner gegenüber Massenvernichtungswaffen offenlegte, und angesichts der drohenden Risiken, die von hochkomplexen atomaren Anlagen oder von hochartifizialen biologischen Kunstgeschöpfen ausgehen, fällt die Technikkritik in das andere Extrem: Dort wird von der Technik als „Schicksal“ geredet; die Eigendynamik technischer Entwicklung wird betont; auf einmal wird der Technik alle Autonomie zugeschrieben, die ihr vorher gänzlich versagt worden war.

Es hat sich gezeigt, dass sich die Auffassung von der Technizität als subjekt- und sinnfreier Sphäre interobjektiver Kausalität ebenso wenig aufrechterhalten lässt wie diejenige von der Sozialität als technikfreier Sphäre der zwischenmenschlichen Intersubjektivität. Damit wird der dualistischen Auffassung der Boden unter den Füßen weggezogen. Zwei Argumente sprechen für den Versuch, die Frage nach der Autonomie technischer Objekte mit einer nicht-dualistischen Auffassung anzugehen. Das *ontologische* Argument geht davon aus, dass sich die technischen Objekte wirklich verändert haben, nämlich erstens in Richtung auf eine größere Aktionsfähigkeit und zweitens in Richtung auf eine intensivere Interaktivität mit den menschlichen Akteuren. Um also höhere und niedrigere Grade der Aktionsfähigkeit bestimmen und vergleichen zu können, bedarf es eines übergreifenden gemeinsamen Rahmens. Es wird also nicht behauptet, dass technische Agenten jetzt wie menschliche Akteure handeln würden, sondern nur, dass soziale Handlungen über verteilte Aktionen, nämlich auf menschliche Akteure wie auch auf nichtmenschliche Agenturen verteilt, zustande kommen. Weiterhin wird vermutet, dass diese Interaktivitäten zwischen menschlichen Subjekten und aktiven Objekten einen immer wichtigeren Aspekt der zukünftigen Gesellschaft bilden (vgl. K. Knorr Cetina 1998). Technische Operationen werden von Menschen wie von Maschinen ausgeführt, und ganz gleich, ob ein Schalterbeamter oder ein Bankautomat die gewünschte Geldsumme auszahlt, beide Operationen sind Bestandteil einer sozialen Aktion.

Geht das ontologische Argument von einem Wandel des Gegenstandsbereichs aus, so bezieht sich das *epistemologische* Argument auf den Wechsel der wissenschaftlichen Perspektive. Für die Erkenntnis der Gesellschaft und für die Konstruktion der Technik haben sich die separierten Perspektiven jeweils bewährt. Aber je mehr die Grenzen zwischen Technik und Gesellschaft, zwischen Natürlichem und Künstlichem sich verwischen und die Wechselwirkungen und Konstellationen zu neuen hybriden Gebilden zum Gegenstand des Interesses werden, desto mehr Gründe sprechen dafür, einen nicht-dualistischen Theorierahmen zu entwickeln, der die klassischen Grenzziehungen und ihre Durchkreuzungen nicht selbstverständlich voraussetzt, sondern diese selbst zum fragwürdigen Gegenstand der Untersuchung macht (vgl. Rammert 1998 a).

Solche anti-dualistischen Strategien des Denkens und Forschens werden im Folgenden kurz vorgestellt und daraufhin befragt, wie sie das Problem der Autonomie sehen. Sie gehen in einem *ersten* Schritt von einer Verteilung sozialer Aktionen auf mehrere Instanzen

aus, womit sie die überzogene Ansicht von der Einheit des Handelns und des individuellen Akteurs korrigieren. Sie machen in einem *zweiten* Schritt klar, dass sich die Aktivitäten auf heterogene Instanzen, wie Menschen, Maschinen und Programme, verteilen können. In einem *dritten* Schritt wird argumentiert, dass es einer besonderen Form, nämlich der fragmentalen Verteiltheit gegenüber der hierarchischen Aufteilung, zu verdanken ist, dass sich die Grade der Autonomie in der Interaktivität zwischen den Elementen in den hybriden soziotechnischen Konstellationen erhöht haben (im Folgenden ähnlich argumentierend wie W. Rammert 2003).

3.2 *Von der Einheit zur Verteiltheit des Handelns: Technik in Aktions- und Funktionszusammenhängen*

Das Handeln von Menschen und das Funktionieren von Technik wird häufig abstrahiert von einer komplexeren Situation und herausgerissen aus einem zeitlichen Strom von Aktivitäten beschrieben. Dies geschieht wohl, um sich die wesentlichen Einzelheiten durch ein einfaches und zeitloses analytisches Beispiel vor Augen zu führen. Die philosophische Literatur ist reich an solchen Beispielen, in denen ein Handeln und das Verhältnis von Mensch und Technik in einem isolierten Beispiel untersucht wird: Der Mensch mit dem Hammer, der Blinde mit dem Blindenstock, der vor Eifersucht Rasende mit einem Revolver oder das Messer, das man zum Brotschneiden oder Töten benutzen kann. Diese Denkweise, von einem „Ego“ als allein und autonom Handelnden auszugehen, von einem einzelnen „Ego“ gegenüber einem einzelnen „Alter“ die Analyse zu entwickeln oder ein menschliches Subjekt einem sachlichen Objekt gegenüberzustellen, kann auf verschiedene Weise kritisiert werden.

In Martin Heideggers (1984: 66 ff.) Interpretation des „Hämmerns“ als Handeln mit Technik wird schon deutlich auf die Grenzen menschlicher Intentionalität und technischer Substantialität hingewiesen. Erst aus der wechselseitigen Abstimmung von menschlichem Handlungsentwurf, spezifischen Interferenzen mit den Eigenarten des Hammers, des Nagels und der Wand entsteht eine Art sich selbst organisierender Handlungsvollzug, der zumindest die Idee eines autonomen, isolierten und intendierten Handelns des menschlichen Akteurs stark in Frage stellt. Der gesamte Handlungsvollzug ist auf viele Instanzen verteilt, die ihn auf unterschiedliche Weise mitprägen.

Auch Merleau-Pontys subtile Analyse der Benutzung des Blindenstocks kann als ein Beispiel dafür angesehen werden, dass eine Deutung dieser Operation als ein instrumentelles Handeln zu kurz greift. Vielmehr zeigt sich auch in diesem Fall, dass die Analyse aller Aktivitäten und deren Zusammenspiel erst das Handeln, nämlich sich mithilfe eines Blindenstocks zu orientieren und fortzubewegen, sichtbar macht. Dieses Handeln umfasst u.a. taktile Operationen des Körpers, instrumentelle und experimentelle Aktivitäten mit dem Stock, sensorische Aktivitäten wahrnehmenden und erinnernden Handelns usw., ist also auf viele Instanzen und Aktivitäten verteilt (Meine Interpretationen von Heidegger und Merleau-Ponty gehen über diejenigen von Don Ihde 1990: 31 ff. und 38 ff. hinaus).

Aus soziologischer Perspektive wäre besonders zu betonen, dass es immer noch zu kurz gedacht ist, nur von einem einzelnen Zimmermann oder dem Blinden allein als einsam Handelnden auszugehen. Handeln ist auch zeitlich und sachlich auf verschiedene Instanzen verteilt, die bei einer Analyse zu berücksichtigen sind. Das vermeintlich rein instrumentelle und einheitliche Handeln ist durch Traditionen der Zimmermannszunft, durch das stilbildende Training mit Vätern oder Meistern, durch kollektive Regeln des richtigen Hämmerns und auch durch das in Konstruktion und Gestalt eingeschriebene Entwurfs- und Verwen-

dungswissen sozial und vielfältig geprägt. Erst wenn man – um bei Heideggers Beispiel zu bleiben – einen Hammer im Kontext einer gesamten Handwerksstatt mit allen anderen darauf mehr oder weniger funktional bezogenen Werkzeugen, Objekten und Vorrichtungen und auch im Kontext der praktischen Verwendungszusammenhänge betrachtet und das Hämmern selbst im Kontext aller anderen Aktivitäten, wie einen Tisch bestellen, einen Entwurf anfertigen, die Arbeit aufteilen, den vorherigen Fehlschlag korrigieren usw., analysiert, erst dann taucht die Frage auf, wie wir in diesem Strom von Aktivitäten überhaupt eine soziale Aktion von technischen Operationen unterscheiden, welcher Instanz wir Handlungsfähigkeit oder nur operatives Wirken zuschreiben und ob nicht die gesamte Handlung notwendigerweise aus einer Vielheit von Aktivitäten jeglicher Art konstituiert wird.

Für diese Art der Betrachtung von Handlung hat Steve Fuller (1994) den Begriff „agency in medias res“ geprägt, um auf die Vielheit und Zeitlichkeit von Handlung aufmerksam zu machen. Er hat es vom üblichen Konzept der „agency ex nihilo“ abgegrenzt, die von vornherein von einem autonom sich bewegenden Körper oder „Ego“ ausgeht. Die Triftigkeit seiner Sichtweise belegt er z.B. mit dem Hinweis auf das Patentrecht, in dem eine Erfindung, ein doch denkbar höchst individuelles und kreatives Handeln, zu Recht nur zeitlich begrenzt dem Patentanmelder zur finanziellen Ausbeutung überlassen wird, weil selbst das innovative Handeln nicht von ihm allein ausgegangen sein kann, sondern viele Generationen von vorhergehenden kreativen Handlungen und ein ganzer Korpus von Handlungsergebnissen anderer Zeitgenossen in die Erfindung eingegangen sind.

Ein Meister in der Beschreibung von solchen Aktivitäten „in medias res“ ist Bruno Latour. Er hat dazu eine besondere Beobachtungs- und Beschreibungssprache entwickelt, in der nicht nur menschliche wie nichtmenschliche Aktivitäten symmetrisch behandelt werden, sondern vor allem auch auf die Vielheit der einzelnen Aktivitäten und beteiligten Instanzen die Aufmerksamkeit gelenkt wird (vgl. B. Latour 1995: 127ff). Nach seiner Methode möchte ich ein eigenes Beispiel zur Veranschaulichung zunächst der Vielheit und dann der hybriden Verteiltheit der Aktivitäten bringen.

Nehmen wir das Fliegen eines Flugzeugs als Handlung mit einem Objekt, das selbst aktiv und mobil ist und das sich in einem größeren vernetzten Aktions- und Funktionszusammenhang abspielt (vgl. z.B. Rammert 2002a). Die erste Frage lautet dann: *Wer handelt und was funktioniert, wenn ein Flugzeug fliegt?*

Gemäß der dualistischen Sichtweise von Geistes- und Ingenieurwissenschaftlern lautet die einfache Antwort: Der menschliche Pilot fliegt, im Sinne von Handhaben der Hebel und Bedienen der Schalter und Steuerung des Flugzeugs. Das Flugzeug funktioniert, im Sinne von Düsenantrieb, Auftrieb an den Flügeln und promptes Reagieren auf Steuerungsbefehle usw. Diese Beschreibung mag zwar für eine kurze Zeit während der Pionierphase des Fliegens gegolten haben, aber für die moderne Fliegerei und für das anvisierte vernetzte System des Fliegens ist es falsch und fehlleitend.

Wie wir oben schon festgestellt haben, findet das Fliegen in einem größeren personalen und sozialen Aktionszusammenhang statt: Ko-Piloten, die Koordinaten in den Navigationscomputer eingeben, handeln ebenso mit wie auch die Fluggesellschaft, welche die Route festgelegt hat oder die örtlichen Landelotsen, welche Instruktionen zur Korrektur der Flughöhe durchgeben. Handeln kann also im Team, in Arbeitsteilung oder als Teilhandeln eines korporativen Akteurs stattfinden.

Wenn wir Handeln nicht auf einen isolierten Zeitpunkt festlegen, sondern alle zeitlich vorausgehenden einschränkenden und ermöglichenden Handlungen miteinbeziehen, ändert sich das Bild des Handelns noch ein weiteres Mal: Dann sind die Handlungen, mit denen Luftstraßen, Flugrouten und Navigationsprogramme festgelegt wurden, und Handlungen der Ausbildung, des Trainings und der Wartung ebenfalls Teile eines umfangreicheren Ak-

tionszusammenhangs. Wie oben schon für die Technik auf die Verteiltheit der Aktivitäten auf viele Instanzen hingewiesen wurde, gilt dies für die menschlichen Handlungen umso mehr: Sie sind von Anfang an Handlungen in einem Strom von Handlungen (vgl. auch S. Fuller 1994), die erst im Laufe der Geschichte und in bestimmten sozialen Situationen als besondere Handlungen herausgefiltert, bezeichnet, institutionalisiert und bestimmten Instanzen zugerechnet werden (vgl. W. Rammert, I. Schulz-Schaeffer 2002).

3.3 *Von der homogenen zur heterogenen Verteiltheit: Technik in hybriden soziotechnischen Konstellationen*

Lassen wird die dualistische Sichtweise hinter uns und lassen wir uns auf die nicht-dualistische Hybridperspektive ein, dann reicht die Aufteilung des Fliegens auf viele menschliche Aktionen nicht mehr für eine sensible und symmetrische Beschreibung aus. Die neue Frage lautet dann: *Welche Aktivitäten von welchen Agenten tragen alle zur Flugaktion bei?*

Die Antwort lautet jetzt: Auch die Aktivitäten technischer Artefakte wirken auf die Flugaktion ein. Über große Strecken fliegt der Auto-Pilot, ein Softwareprogramm, die Maschine. Automatische Lande-, Abstands- und Navigationssysteme sind an der Bestimmung der Flughöhe, der Flugrichtung und der einzelnen Flugmanöver beteiligt. Als Fazit können wir festhalten: Das Fliegen des Flugzeugs wird weder vom Menschen allein oder im Kollektiv noch vom Flugzeug allein oder den vielen Instanzen des technischen Gesamtsystems bewerkstelligt. Das Fliegen als technisches und soziales Handeln findet in einer aus Maschinen, Menschen und Programmen vermischten Konstellation statt, wobei den menschlichen und nichtmenschlichen Instanzen des Handelns unterschiedliche und situativ wechselnde Grade von Handlungsträgerschaft („agency“) auf der einen Seite und unterschiedliche Grade von Technisierung („technological fix“) zukommen.

Diese nicht-dualistische Sichtweise oder auch Hybridperspektive auf soziotechnische Konstellationen hat einige Vorläufer. Auch wenn man technische und soziale Systeme strikt trennt, tauchen Probleme der Koppelung auf. Während sich die soziologische Systemtheorie auf das abstrakte Theorem struktureller Koppelung beschränkt, mit dem wenig Spezifisches ausgesagt wird, haben Ergonomen, Arbeitswissenschaftler und Ingenieure die konkreten Koppelungen als Schnittstellenproblem unter den Themen Mensch-Maschine-System oder Human-Computer-Interaktion behandelt. Diese Theoretisierungen bleiben allerdings auf höchst spezielle Bereiche der ergonomischen Anpassung von Maschinen oder der Verbesserung von Cockpit-Situationen unter Wahrnehmungs- und Kommunikationsaspekten begrenzt.

Eine erste Verallgemeinerung fand unter dem Label „soziotechnischer Ansatz“ des Tavistock-Instituts statt, das über die punktuellen Anpassungen hinaus auf die systematische und wechselseitige Anpassung des technischen und des sozialen Arbeitssystems zielte (E. Trist 1981). 1979 wurde von Günter Ropohl ein formales Modellkonzept für „soziotechnische Systeme“ entwickelt, in dem „personale bzw. soziale Systeme einerseits und Sachsysteme andererseits ... eine integrierte Handlungseinheit eingehen“ (G. Ropohl 1979: 181 f.). Dieses Konzept wurde zwar höchst systematisch auf der Grundlage eines allgemeinen Handlungsbegriffes (I. v. Kempster 1954) und einer allgemeinen kybernetischen Systemtheorie ausgearbeitet, scheint mir aber vor allem aus zwei Gründen für die angemessene Analyse der vernetzten und verteilten Gesamtsysteme gegenwärtig nicht mehr so geeignet zu sein: Erstens basiert es auf einem Konzept der Aggregation der Teilsysteme anstatt auf einem der Interaktion. Zweitens fokussiert es die Substitutionsbeziehung zwischen mensch-

lichen Handlungssystemen und Sachsystemen im Sinne einer funktionalen Aufteilung anstelle von Delegationsbeziehungen und anderen z.T. selbstorganisierten Koordinationsformen zwischen verteilten Agenturen.

Aktuell bestimmt die Rede von den Hybriden und Cyborgs den postmodernen Diskurs (vgl. u.a. D. Haraway 1995). Der provokanteste, aber auch ernsthafteste Versuch, sich mit einer „symmetrischen Anthropologie“ dem Phänomen hybrider Konstellationen anzunähern, findet sich in den Schriften „Wir sind nie modern gewesen“ und „Das Parlament der Dinge“ von Latour (1995; 2001). Streicht man alle Rhetorik und Polemik, dann bleibt immerhin das deskriptive Konzept konkurrierender Netzwerke aus menschlichen und nicht-menschlichen Aktanten, die sogenannte Aktor-Netzwerk-Theorie. Dieses Konzept ist zwar äußerst originell und für die empirische und rekonstruktive Technikforschung produktiv, aber auch hier sind vor allem zwei Schwächen zu kritisieren, die es zu überwinden gilt: Erstens, da Aktanten semiotisch definiert sind als alle Einheiten, die in einem Satz korrekt als Subjekt gebraucht werden können, werden die Unterschiede der Agenten, die sich in ihren empirischen Aktivitäten zeigen, gänzlich ausgeblendet oder kommen bei den empirischen Deskriptionen unkontrolliert wieder hinein (vgl. auch I. Schulz-Schaeffer 1998). Zweitens interessiert sich der Ansatz nur für die Struktur von Beziehungen und Einbindungen („enrolments“), aber nicht für die Interaktionen und Interaktivitäten, mit denen sie produziert und verändert werden.

3.4 Von hierarchischer Aufteilung zu fragmentaler Verteiltheit: Technik und die Form von Verteilung und Integration

Für die Analyse der gegenwärtigen soziotechnischen Konstellationen behaupte ich, dass sich ein besonderes Muster der Verteilung und Verflechtung herausbildet, das sich von früheren Formen unterscheidet und erst mit den neuen Techniken in Aktion möglich geworden ist. Die Konstellation der fragmentalen Verteiltheit stellt die Frage der Autonomie und der Verteilung von Aktivitäten neu. Um das Besondere dieser Form der Verteiltheit herauszustellen, rekapituliere ich zunächst noch einmal kurz die bisher behandelten Formen der Verteilung.

Im ersten Schritt ging es um die grundsätzliche Tatsache der Teilung der Aktivitäten auf viele Instanzen: Es ist schon eine starke Vereinfachung und Reduktion, wenn wir von *einem* Akteur und *einer* Aktion sprechen. Bei höher auflösender Analyse entdecken wir die Vielheit von Akteursinstanzen und Aktionseinheiten. Im zweiten Schritt wurde die Verteilung der Aktivitäten auf Menschen und Sachen, auf Maschinen und Programme angesprochen. Man kann sagen, dass Schemata der Technisierung von verschiedenen Trägermedien ausgeführt werden. Trainierte Handlungen und technische Routinen werden von Menschen vollzogen; mechanisierte Abläufe werden von physikalischen Geräten ausgeführt; algorithmisierte Regelkomplexe bewegen sich auf der Ebene von Zeichensystemen (W. Rammert 1998a: 314). Mit dieser Verteilung auf Trägermedien wurde die Heterogenität in verteilten hybriden Systemen angesprochen. In einem dritten Schritt steht jetzt die Form der Teilung zur Diskussion, nämlich in welcher Weise die Verteilung organisiert ist.

Die dominante Form der funktionalen Aufteilung und hierarchischen Integration ist schon so selbstverständlich geworden, dass man sie für das universelle Kennzeichen für Technik, zumindest der modernen Technik, hält und sich daher gar nicht mehr andere Formen vorstellt. Die für die Gestaltung technischer Systeme, inklusive soziotechnischer Systeme, übliche Methode – von der klassischen Kinematik bis zur modernen Informatik – besteht stark vereinfacht darin, alle Elemente und Aktivitäten, auf die Aufgaben der Prob-

lemlösung oder Leistungserbringung verteilt sind, in eine zwingende Form zu bringen, die sachlich zuverlässig und sicher, zeitlich dauerhaft und planbar und sozial verfügbar und fest erwartbar ist. Wenn Teilaufgaben auf viele und gar verschiedene Elemente aufgeteilt werden, dann mussten sie durch lineare Verkettungen oder hierarchische Ablaufschemata integriert werden. Wie für die Kommandoketten auf einem Schiff müssen die Befehlsketten und Hierarchieebenen bis zur zentralen Autorität des Kapitäns eindeutig geregelt sein, um perfekt zu funktionieren.

Die Allgemeingültigkeit dieser Form funktionaler Aufteilung und hierarchischer Integration wird durch neuere Beobachtungen und Forschungen für bestimmte technische Konfigurationen und soziotechnische Konstellationen in Frage gestellt. In den Computerwissenschaften wurde mit dem Konzept des „Distributed Computing“ (C. Rumelhart; I. McClelland 1986), das sich zum Zweig der „Verteilten Künstlichen Intelligenz“ („Distributed Artificial Intelligence“ G.M. O’Hare; N.R. Jennings 1996) ausfächerte, von den gängigen Auffassungen linearer oder hierarchischer Problembearbeitung abgewichen. Es fing zwar nur mit dem schlichten Problem der zeitlichen Verteilung von Rechnerkapazitäten an, wuchs sich aber zu einem ganzen Schwarm von softwaretechnischen Lösungen von der fuzzy logic über die Multi-Agenten-Systeme bis hin zur Sozionik aus, bei denen Prozesse parallel durchgeführt und auf ganz unterschiedliche Weise integriert werden. In der Sozionik wird ganz explizit das hierarchische Modell als ein soziales Konzept neben anderen erkannt. Es werden die Möglichkeiten anderer Konzepte der Verteilung und Koordination erforscht und erprobt, wie der soziologischen Konzepte von schriftlich kommunizierenden Gemeinschaften („scientific communities“), von offenen Systemen sozialer Organisation oder von Informations-, Tausch- und Handelsaktionen auf Märkten, öffentlichen Foren und geschlossenen Auktionen (vgl. als Überblick die Beiträge in T. Malsch 1998).

In den Kognitionswissenschaften entwickelte Ed Hutchins das Konzept der „Distributed Cognition“ (E. Hutchins 1996). Es setzt sich stark vom dominanten Modell individueller Problemverarbeitung in den unter diesem neuen Etikett sich versammelnden Disziplinen ab. Anhand von Studien über die Navigationstechnik der Polynesier und auf einem amerikanischen Kriegsschiff, bei dem das Navigationssystem ausgefallen war (E. Hutchins 1998), konnte er aufzeigen, wie Orientierungstechniken als „verteilte Prozesse“, nämlich auf mehrere Menschen und auf mehrere heterogene Instanzen, Praktiken, Gegenstände und technische Geräte verteilte Aktivitäten, zustande kommen. Wichtig für meine Argumentation ist die Erkenntnis, dass diese verteilten Aktivitäten keiner Planung, keiner hierarchischen Integration und keiner funktionalen Aufteilung bedürfen, sondern als naturwüchsiger Prozess der Koppelung, der Überlappung und der experimentellen Verbesserung von Routinen und Reflexionen entstehen und sich schrittweise zu einem funktionierenden Gesamtsystem zusammenfügen und festigen.

Für den Typ „Technik in Aktion“, den ich in diesem Beitrag unter den Aspekten der Autonomie und der vermischten Aktivitäten thematisiert habe, liegt es jetzt nahe, in dieser Traditionslinie des „distributed computing“ und der „distributed cognition“ ein Konzept der „*distributed action*“, des verteilten Handelns, zu entwickeln. Es unterscheidet sich von allen Konzepten funktionaler Aufteilung und hierarchischer Integration von Aufgaben – das gilt sowohl für die Aufteilung innerhalb technischer Systeme wie auch zwischen menschlichen Handlungs- und Sachsystemen – durch mehrere Eigenheiten:

- *Parallelität* statt Sequentialität der Problembearbeitung,
- *Selbstorganisation* in einem fixierten Rahmen statt hierarchischer Vorstrukturierung,
- *lockere Koppelung* statt fester Verzahnung der Ablaufintegration,
- *situative Verteilung* von Aktivitäten auf Menschen, Maschinen und Programme,

- *interaktivitätsgesteuerte* Mensch-Maschine-Umwelt-Beziehungen statt Programmierung durch vorgegebene Parameter.

Eine solche Form der Verteiltheit nenne ich in Abgrenzung zur funktionalen und hierarchischen Aufteilung *fragmentale und interaktive Verteiltheit*. Fragmental, weil die Prozesse parallel oder häufig getrennt nebeneinander, aber doch mit Bezug zum Gesamtsystem gestaltet sind (vgl. zur fragmentalen Differenzierung W. Rammert 2002b), interaktiv, weil die Lösungen nicht schematisch determiniert sind, sondern unter Aushandlungs- und Abstimmungsprozessen zwischen verschiedenen Einheiten entstehen. Es versteht sich von selbst, dass diese Form der Verteiltheit den Eindruck einer gesteigerten Autonomie von Technik verstärkt, oder negativ gesprochen, die Angst vor einer Technik außer Kontrolle hervorruft. Nach meiner Ansicht geschieht dies fälschlicherweise nur deshalb, weil man noch mit einem klassischen Technikbegriff, einem exklusiven Handlungsbegriff und innerhalb eines dualistischen Rahmens denkt. Öffnet man sich hingegen einer pragmatischen Perspektive jenseits der ontologischen Trennungen von Technik und Gesellschaft, Freiheit und Funktionieren oder technischer Operation und sozialer Aktion – so habe ich versucht zu argumentieren –, dann kann man beobachten, *erstens*, dass einige moderne Technologien durch gesteigerte Aktionsfähigkeit einen höheren Grad an Autonomie gewonnen haben, *zweitens*, dass diese Aktionsfähigkeit zu neuen Auffassungen von technischem Wirken führt, die über das bloße Funktionieren und sequentielle Operieren hinausgehen, und *drittens*, dass erst aus einer Hybridperspektive die Verteilung von Aktivitäten und Autonomiegraden in sozio-technischen Konstellationen in angemessener Weise sichtbar und auch gestaltbar wird.

4. Folgen für Forschung und Gestaltung: Sozionik jenseits der Trennung von Ingenieurkonstruktion und Sozialkritik

Der Dualismus der Auffassungen von Technik und Gesellschaft spiegelt sich auch in der traditionellen Trennung ingenieurwissenschaftlichen und sozialwissenschaftlichen Denkens wider. Sind die Techniken zuständig für die Konstruktion und Verbesserung allein der technischen Systeme, so bleiben die Soziologen und andere Sozialwissenschaftler auf die Kritik der Folgen und der Risiken für soziale Systeme verwiesen. So kommt es auch dazu, dass in der Regel zuerst neue technische Systeme von den Ingenieuren nach technologischen Kriterien entworfen und gebaut und diese erst danach an soziale Akteure, Situationen und Sozialsysteme angepasst werden. Technisches Optimieren und soziales Humanisieren werden getrennt verfolgt; am ehesten berühren sich noch die beiden Welten in den Schnittstellenforschungen zu Mensch-Maschine-Systemen und zur Mensch-Computer-Interaktion. Aber überwunden wird die alte dualistische Perspektive nicht, wenn die Interaktivität nur höchst selektiv und punktuell auf Hände, Körperhaltung und Maschinendesign oder auf Augen, Bildschirm und Signale bezogen wird und wenn psychologisches, physiologisches und technologisches Wissen nur additiv zusammengefügt wird.

Wenn die Techniken zunehmend aktiver und interaktiver werden, wie ich es im zweiten Kapitel dargelegt habe, dann verändern sich auch die Anforderungen an die Forschung und an die Gestaltung technischer Konfigurationen. Modelle der Mechanik reichen nicht mehr aus, das Geschehen angemessen zu deuten und kreativ zu gestalten. Techniken können nicht mehr so unbefangen losgelöst von anderen Techniken und der gesamten technischen Infrastruktur gedacht und geplant werden; sie sind als technische Agenten zu konzipieren, die mit unterschiedlichen Graden von Aktionsfähigkeit und Autonomie ausgestattet werden

können und die ihre Wirkung in Abhängigkeit und in Wechselbeziehung zu anderen technischen Agenten erst entfalten. An die Stelle von statischen Modellen der determinierten Operation und der mechanischen Integration treten dynamische Modelle der geregelten Kooperation und der interaktiven Integration. Wenn die soziale Interaktion und die Konstitution von Gesellschaft zu neuen Leitmodellen der Konstruktion kooperierender Maschinen und von Systemen verteilter künstlicher Intelligenz werden, dann liegt es nahe, dass Soziologie und Informatik die Kluft von Konstruktion und Kritik überwinden und zum gemeinsamen Unternehmen der „Sozionik“ zusammenfinden (vgl. T. Malsch 1998). In der Sozionik werden – in Analogie zur Bionik – explizit soziologische Konzepte herangezogen, um informationstechnische Systeme nach gewünschten Zielen, wie Flexibilität oder Robustheit, zu gestalten und zu verbessern. Das kann sich z.B. auf die Konstruktion von Programmen als relativ autonome und kooperationsfähige Agenten beziehen (vgl. z.B. H.-D. Burkhard; W. Rammert 2000). Das kann auch die Architektur des gesamten Rahmens nach Vorbildern von Tiergesellschaften, archaischer Gesellschaften oder nach bestimmten sozialen Mechanismen moderner komplexer Gesellschaften betreffen. In einem weiteren Sinn kann sich das auch auf die Steigerung der Kooperationsfähigkeit von Robotern und anderen autonomen technischen Systemen erstrecken, die schrittweise über Interaktionen untereinander ein geteiltes Wissen über die Umwelt und eine größere Aktionsfähigkeit gewinnen (vgl. durch „Probearbeiten“ von mobilen Robotern bei T. Christaller 1995). Gegenüber anderen Konzepten, z. B. der rein evolutionären Selektion, wie sie in Schlachten zwischen unterschiedlichen Robotertypen oder bei genetischen Algorithmen z.B. angewandt werden, scheint das Lernen von Modellen gesellschaftlicher Entwicklung erfolgsversprechender und ökonomischer zu sein, da die Geschichte der Gesellschaft schon ein erprobtes Inventar sozialer Koordinationsmechanismen zwischen spontaner Autonomie und institutioneller Rahmung zur Verfügung stellt.

Erst wenn wir noch einen Schritt weitergehen und die Techniken in Interaktivität mit Menschen und sozialen Systemen sehen, sie also als hybride Systeme aus menschlichen Handlungen, Zeichenoperationen und Maschinenaktivitäten betrachten, wie ich es im dritten Kapitel vorgeführt habe, dann haben wir die dualistische Perspektive aufgegeben. Für die Technikwissenschaftler folgt daraus, dass sie die Techniken nicht mehr ohne Bezüge zu den menschlichen Interventionen und auch nicht mehr ohne Prüfung der Interferenzen mit dem sozialen System, in das sie eingebettet sind, entwerfen und konstruieren können. Für die Sozialwissenschaftler heißt das, dass sie die Interaktionen und auch die institutionellen Mechanismen der Gesellschaft nicht mehr ohne die beabsichtigten Vermittlungen und die unbeabsichtigten Interferenzen durch technische Systeme und Agenturen beobachten und deuten können. Ingenieure erfahren dann explizit, was sie implizit in der Praxis schon immer ahnten, dass sie nämlich als technische Konstrukteure gleichzeitig auch immer heimliche soziale Arrangeure sind: Sie stiften mit der jeweiligen Gestalt des technischen Systems soziale Beziehungen zwischen Mensch und Maschine und stören mit jeder technischen Neuerung eingespielte soziale Beziehungen wie Hierarchien, berufliche Kompetenzordnungen und soziale Arbeitsteilungen. Soziologen lernen umgekehrt, was sie immer gerne verheimlichen, aber seit Karl Marx und George Herbert Mead wissen müssten, dass das Soziale als das „Dazwischen“ zwischen Menschen und Menschen und auch zwischen Menschen und technischen Objekten, wie die Begriffe von „Interaktion“, „Interesse“ und „Interdependenz“ z.B. zeigen, nicht ohne eine technische Vermittlung zu begreifen ist. Es macht deutliche Unterschiede, ob eine Kommunikation über Körpertechnik, über Sprechtechnik, über Schrifttechnik oder über ein artifizielles technisches Medium vermittelt wird. Die Sozionik zwingt die Soziologie dazu, dies deutlicher zu sehen und die Begriffe und Zusammenhänge klarer zu bestimmen.

Noch wichtiger sind die Folgen dieser Hybridperspektive für die *Gestaltung* soziotechnischer Konstellationen. Die bisherigen Fragen nach dem Muster, wie viel Autonomie dürfen technische Systeme haben und wann wird der Mensch zum Anhängsel der Maschinerie, können aus der Sackgasse der Dichotomie herausgeführt und konstruktiv gewendet werden. Die neuen Fragen lauten dann: *Wie verteilen wir die Aktivitäten auf die Menschen, Maschinen und Programme am angemessensten für bestimmte Anforderungen? Mit welchen Graden von Aktionsfähigkeit und Autonomie statten wir die jeweiligen Instanzen verteilter Aktion aus?* Die Antworten darauf können jenseits ideologischer Verkürzungen differenzierter als bisher gesucht und gegeben werden: Die Tendenz der Ingenieure, fast immer durch noch mehr Automatismen menschliche Eingriffs- und Fehlermöglichkeiten auszuschalten, ist ebenso blind wie das Vorurteil der Humanwissenschaftler und Technikkritiker, den Menschen so viel wie möglich Handlungsfreiheiten und Interventionschancen wie möglich einzuräumen. Man stelle sich nur eine Notlandungsbremse in einem Flugzeug vor! Der neue Blick auf die verteilten Aktivitäten in den soziotechnischen Konstellationen zeigt auch die Grenzen auf, nur aus der jeweiligen disziplinären oder professionellen Perspektive jeweils getrennt die Leistung zu steigern und die Risiken zu minimieren. Vielmehr öffnet er den Blick auf die verteilten Aktivitäten, auf die verschieden verteilten Grade der Autonomie und auf die Notwendigkeit, dazwischen Leistung und Risiko auszubalancieren.

Die alte Frage nach der Vormacht von Mensch oder Maschine, die uns immer wieder fasziniert und gleichzeitig fürchten lässt – so können wir am Schluss auf die eingangs gestellte Frage antworten –, sie ist im Hinblick auf die Dichotomie von Autonomie und Determination falsch gestellt und im Hinblick auf den Dualismus von Mensch und Technik die Diskussion fundamental fehlführend: Die Autonomie ist nicht der einen oder anderen Seite zuzuteilen, sondern sie verteilt sich auf die Aktivitäten der verschiedenen Agenten im hybriden System verteilten Handelns. Es ist daher müßig, Mensch und Maschine zu kontrastieren; viel maßgeblicher für die Gestaltung unserer Zukunft ist es, die soziotechnischen Konstellationen miteinander zu vergleichen, beispielsweise die Konstellation von Menschen mit Büchern und Inhaltsverzeichnissen mit der Konstellation von Menschen mit Computern, Internet und Datenbanken. Intelligenz und Sozialität stecken weder im Menschen noch im technischen Medium, sondern sie erwachsen aus den verteilten Interaktivitäten zwischen ihnen.

Literatur

- Bijker, W.E.; Hughes, T.P.; Pinch, T. J. (Hg.) (1987): *The Social Construction of Technological Systems*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Bijker, W.E. (1995): *Of Bicycles, Bakelites, and Bulbs. Towards a Theory of Sociotechnical Change*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Braun-Thürmann, H. (2002): *Künstliche Interaktionen – Wie Technik zur Teilnehmerin sozialer Wirklichkeit wird*. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag.
- Brooks, R. (2002): *Menschmaschinen. Wie uns die Zukunftstechnologien neu erschaffen*. Frankfurt/M.: Campus.
- Burkhard, H.-D.; Rammert, W. (2000): *Integration kooperationsfähiger Agenten in komplexen Organisationen. Möglichkeiten und Grenzen der Gestaltung hybrider offener Systeme*. Working Paper TUTS-WP-1-2000. Berlin: TU Berlin.
- Cronberg, T.; Sörensen, K. (Hg.) (1995): *Similiar Concerns, Different Styles? Technology Studies in Western Europe*. COST A4, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Christaller, T. (1995). *Probekunden als ein imaginativer Prozeß*. In: Iglhaut, S.; Rötzer, F.; Schweeger, E. (Hg.): *Illusion und Simulation. Symposium*. Ostfildern: Cantz Verlag: S. 158-174.

- Christaller, T. u. a. (2001): Robotik. Perspektiven des menschlichen Handelns in der zukünftigen Gesellschaft. Berlin: Springer.
- Dierkes, M.; Hoffmann, U. (Hg.) 1992: New Technology at the Outset. Social Forces in the Shaping of Technological Innovation. Frankfurt/M. und Bolder: Campus und Westview Press.
- Dreyfus, H. (1972): Die Grenzen künstlicher Intelligenz. Was Computer nicht können. Königstein: Athenäum.
- Ellul, J. (1964): The Technological Society. New York: Alfred A. Knopf (zuerst Paris 1954).
- Esposito, E. (1995): Interaktion, Interaktivität und die Personalisierung der Massenmedien. In: Soziale Systeme (2): S. 225-260.
- Foerster, H. von (1985): Sicht und Einsicht. Versuche zu einer operativen Erkenntnistheorie. Braunschweig: Vieweg.
- Fuller, S. (1994): Making Agency Count. A Brief Foray into the Foundation of Social Theory. In: American Behavioral Scientist 37(6): S. 741-753.
- Geser, H. (1989): Der PC als Interaktionspartner. In: Zeitschrift für Soziologie 18(3): S. 230-243.
- Grunwald, A. (2002). Wenn Roboter planen: Implikationen und Probleme einer Begriffszuschreibung. In: Rammert, W.; Schulz-Schaeffer, I.: Können Maschinen handeln? Frankfurt/M.: Campus.
- Haraway, D. (1995): Die Neuerfindung der Natur. Primaten, Cyborgs und Frauen. Frankfurt/M.: Campus.
- Heidegger, M. (1984): Sein und Zeit. Tübingen: Max Niemeyer Verlag (zuerst 1927).
- Hutchins, E. (1996): Cognition in the Wild. Cambridge, M: MIT Press.
- Hutchins, E. (1998): Learning to Navigate. In: S. Chaiklin, Lave, J. (Hg.): Understanding Practice. Perspectives on Activity and Context. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ihde, D. (1990): Technology and the Lifeworld. Bloomington: Indiana University Press.
- Joerges, B. (1995): Prosopopoietische Systeme: Probleme konstruktivistischer Technikforschung. In: Technik und Gesellschaft. Jahrbuch 8: Theoriebausteine der Techniksoziologie, hg. von J. Halfmann, G. Bechmann und W. Rammert. Frankfurt/M.: Campus, S. 31-48
- Joy, B. (2001): Warum die Zukunft uns nicht braucht. In: Schirmacher, F. (Hg.): Die Darwin AG: Wie Nanotechnologie, Biotechnologie und Computer den neuen Menschen träumen. Köln: Kiepenheuer&Witsch, S. 31-71.
- Kempster, I. von (1954): Handlung, Maxime und Situation. In: Studium Generale 7, S. 60-68.
- Knorr Cetina, K. (1998). Sozialität mit Objekten. Soziale Beziehungen in post-traditionalen Wissensgesellschaften. In: Rammert, W. (Hg.): Technik und Sozialtheorie. Frankfurt/M.: Campus, S. 83-120.
- Kurzweil, R. (1999): Homo s@piens. Leben im 21. Jahrhundert - Was bleibt vom Menschen? 3. Aufl. Köln: Kiepenheuer und Witsch.
- Latour, B. (1994): „Une Sociologie sans Objet? Remarques sur l’interobjectivité.“ In: Sociologie du Travail, 36 (4): S. 587-607.
- Latour, B. (1995): Wir sind nie modern gewesen. Versuch einer symmetrischen Anthropologie. Berlin: Akademie-Verlag.
- Latour, B. (1998): Über technische Vermittlung. Philosophie, Soziologie, Genealogie. In: Technik und Sozialtheorie. In: Rammert, W. (Hg.): Technik und Sozialtheorie. Frankfurt/M.: Campus, S. 29-81.
- Latour, B. (2001): Das Parlament der Dinge. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- MacKenzie, D., Wajcman, J., (eds) (1999): The Social Shaping of Technology. Second Edition. Buckingham: Open University Press.
- Maes, P. (1994): Agents that Reduce Work and Information Overload. In: Communications of the ACM 37(7): S. 30-40.
- Malsch, T., (Hg.) (1998): Sozionik: Soziologische Ansichten zur künstlichen Sozialität. Berlin: Sigma.
- Moravec, H. (1990): Mind Children. Der Wettlauf zwischen menschlicher und künstlicher Intelligenz. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- O'Hare, G. M.; Jennings, N. R. (Hg.) (1996): Foundations of Distributed Artificial Intelligence. New York: John Wiley & Sons.
- Perrow, C. (1987): Normale Katastrophen. Die unvermeidbaren Risiken der Großtechnik. Frankfurt/M.: Campus.
- Pickering, A. (1995): The Mangle of Practice: Time, Agency, and Science. Chicago, University Press.
- Rammert, W. (1993): Technik aus soziologischer Perspektive: Forschungsstand – Theorieansätze – Fallbeispiele. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Rammert, W. (1998a): Die Form der Technik und die Differenz der Medien. Auf dem Weg zu einer pragmatistischen Techniktheorie. In: Rammert, W. (Hg.): Technik und Sozialtheorie. Frankfurt/M., Campus: S. 293-326.

- Rammert, W. (1998b): Giddens und die Gesellschaft der Heizelmnnchen. Zur Soziologie technischer Agenten und Systeme Verteilter Künstlicher Intelligenz. In: Malsch, T. (Hg.): Sozionik. Soziologische Ansichten über künstliche Sozialität. Berlin, Sigma: S. 91-128.
- Rammert, W. (2000): Technik aus soziologischer Perspektive 2: Kultur – Innovation – Virtualität. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Rammert, W. (2002a): Verteilte Intelligenz im Verkehrssystem: Interaktivitäten zwischen Fahrer, Fahrzeug und Umwelt. In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 97: S. 404-408.
- Rammert, W. (2002b): Zwei Paradoxien einer Wissenspolitik: Die Verknüpfung heterogenen und die Verwertung impliziten Wissens. Working Paper TUTS-WP-8-2002. Berlin: TU Berlin.
- Rammert, W. (2003): Technik als verteilte Aktion – Wie technisches Wirken als Agentur in hybriden Aktionszusammenhngen gedeutet werden kann. In: Kornwachs, K. (Hg.): Technik – System – Verantwortung. Münster: Lit Verlag (im Druck)
- Rammert, W.; Schulz-Schaeffer, I. (2002): Technik und Handeln - Wenn soziales Handeln sich auf menschliches Verhalten und technische Artefakte verteilt. In: Rammert, W.; Schulz-Schaeffer, I. (Hg.): Können Maschinen handeln? Frankfurt/M.: Campus.
- Reuleaux, F. (1875): Theoretische Kinematik. Grundzüge einer Theorie des Maschinenwesens. Braunschweig: Vieweg.
- Ropohl, G. (1979): Eine Systemtheorie der Technik. Zur Grundlegung der Allgemeinen Technologie. München: Hanser.
- Rumelhart, C.; McClelland, I. (Hg.) (1986): Parallel Distributed Processing. Vol I. Foundations. Cambridge, MA, MIT Press.
- Schulz-Schaeffer, I. (1998): Akteure, Aktanten und Agenten: Konstruktive und rekonstruktive Bemühungen um die Handlungsfähigkeit von Technik. In: Malsch, T. (Hg.): Sozionik. Berlin: Sigma, S. 129-168.
- Schulz-Schaeffer, I. (2002): Innovation durch Konzeptbertragung. Der Rückgriff auf Bekanntes bei der Erzeugung technischer Neuerungen am Beispiel der Multiagentensystem-Forschung. In: Zeitschrift für Soziologie 31(3), S. 232-251.
- Srensen, K.; Williams, R. (Hg.) (2002): Shaping Technology, Guiding Policy: Concepts, Spaces, and Tools. Cheltenham: Edward Elgar.
- Trist, E. (1981): The Evolution of Socio-Technical Systems. Toronto.
- Weizenbaum, J. (1977): Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft. Frankfurt/M.: Suhrkamp.
- Winner, L. (1977): Autonomous Technology. Technics-out-of-Control as a Theme in Political Thought. Cambridge: MIT Press.
- Wooldridge, M., Jennings, N. (1995): Intelligent Agents: Theory and Practice. In: The Knowledge Engineering Review, 10, (2), S. 115-152.