

**Die Kooperation menschlicher Akteure
und nicht-menschlicher Agenten.
Ansatzpunkte einer Soziologie hybrider
Systeme**

Johannes Weyer

Arbeitspapier Nr. 16 (August 2006)

ISSN 1612-5355

Herausgeber:

Prof. Dr. Hartmut Hirsch-Kreinsen
Lehrstuhl Wirtschafts- und Industriosociologie
is@wiso.uni-dortmund.de
www.wiso.uni-dortmund.de/IS

Prof. Dr. Johannes Weyer
Fachgebiet Techniksoziologie
johannes.weyer@uni-dortmund.de
www.wiso.uni-dortmund.de/TS

Wirtschafts- und Sozialwissenschaftliche Fakultät
Universität Dortmund
D-44221 Dortmund

Ansprechpartnerin:

Dipl. -Päd. Martina Höffmann, e-mail: m.hoeffmann@wiso.uni-dortmund.de

Die Soziologischen Arbeitspapiere erscheinen in loser Folge. Mit ihnen werden Aufsätze (oft als Preprint), sowie Projektberichte und Vorträge publiziert. Die Arbeitspapiere sind daher nicht unbedingt endgültig abgeschlossene wissenschaftliche Beiträge. Sie unterliegen jedoch in jedem Fall einem internen Verfahren der Qualitätskontrolle. Die Reihe hat das Ziel, der Fachöffentlichkeit soziologische Arbeiten aus der Wirtschafts- und Sozialwissenschaftlichen Fakultät der Universität Dortmund vorzustellen. Anregungen und kritische Kommentare sind nicht nur willkommen, sondern ausdrücklich erwünscht.

Inhalt

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Abstract | 1 |
| 2 | Einleitung: Thema und Argumentationsgang | 2 |
| 3 | Der Paradigmenwechsel in der Steuerungstheorie: Von zentraler Steuerung zu dezentraler Koordination | 3 |
| 4 | Akteure und Agenten – Verteiltes Handeln als Herausforderung für die soziologische (Steuerungs-) Theorie | 5 |
| 4.1 | Agenten als Mitspieler und Mitentscheider | 5 |
| 4.2 | Bruno Latour: Aktanten als Delegierte – Rückkehr zum instrumentellen Technikbegriff? | 6 |
| 5 | Perspektiven einer Soziologie hybrider Systeme | 8 |
| 5.1 | Vorbemerkung | 8 |
| 5.2 | Ansatzpunkte für eine Konzeptualisierung der Interaktion von Akteuren und Agenten..... | 9 |
| 5.3 | Fazit | 13 |
| 6 | Strategisches und/oder adaptives Handeln in hybriden Systemen? | 14 |
| 6.1 | Interaktion mit konventioneller Technik | 16 |
| 6.2 | Interaktion mit avancierter Technik..... | 18 |
| 6.3 | Handlungskoordination in hybriden Systemen | 21 |
| 7 | Fazit: Kooperation in hybriden Systemen | 24 |
| 8 | Literatur | 24 |

1 Abstract

Die zunehmende Verbreitung avancierter technischer Geräte wirft die Frage nach der Handlungsfähigkeit von Technik auf. Wenn "smarte" Technik in einer Weise an Entscheidungen mitwirkt, wie sie bislang dem Menschen vorbehalten war, wird aus dem instrumentellen Verhältnis von Mensch und Technik schrittweise ein interaktives Verhältnis, das die Technik zu einem Partner und Mitentscheider in kooperativen Prozessen macht, die sich in verteilten, hybriden Systemen abspielen.

Der folgende Text geht der Frage nach, ob die Beteiligung nicht-menschlicher Wesen an Interaktions- und Entscheidungsprozessen zu einer Steigerung der Eingriffschancen führt, also die Handlungs- und Gestaltungschancen der beteiligten menschlichen Akteure erhöht, oder ob damit ein zunehmender Kontrollverlust verbunden ist, der die Eingriffs- und Steuerungs-Potenziale vermindert. Es gibt eine Reihe von Indizien, die die Vermutung stützen, dass die fortschreitende Partizipation der nicht-menschlichen Dinge eher zu Lasten der Partizipationschancen der handelnden Menschen geht und einer weit gehenden Exklusion des menschlichen Akteurs aus Entscheidungsprozessen in hybriden Systemen Vorschub leistet. Die fortschreitende Automatisierung und Hybridisierung von Prozessen führt also – so die hier verfolgte These – auf geradezu paradoxe Weise zu einer Verminderung der Eingriffs- und Steuerungsmöglichkeiten.

2 Einleitung: Thema und Argumentationsgang

Wenn neue Technologien entstehen und schrittweise in viele Bereiche des gesellschaftlichen Lebens und Arbeitens vordringen, hat dies weit reichende Konsequenzen für die Stellung des Menschen in der Welt und für sein Verhältnis zur Technik. Die Erfindung der Agrikultur und der Feuerbearbeitung, der Maschinentechologie, der Elektrizität und der Mikroelektronik sind fundamentale Technologien, die insofern epochalen Charakter hatten, als mit ihnen erhebliche soziale Umbrüche einher gingen (vgl. Popitz 1995).

Die gegenwärtig sich vollziehende Einführung und flächendeckende Verbreitung "intelligenter" Technik markiert offenbar einen weiteren derartigen Umbruch, denn "smarte" Agenten-Systeme verfügen – im Gegensatz zu allen Vorläufer-Technologien – scheinbar über die Fähigkeit zu *handeln*, d.h. Aktionen in einer Weise durchzuführen und zu bewerten, wie sie bislang dem Menschen vorbehalten war. Begriffe wie "Autonomie" oder "Interaktivität", die in der Debatte um Agenten-Systeme einen prominenten Status besitzen, werfen die Frage nach der Handlungsträgerschaft von Technik auf (vgl. Rammert/Schulz-Schaeffer 2002a). Mit dem Hinzutreten handlungsfähiger technischer Systeme – so die hier vertretene These – verändert sich das Verhältnis Mensch-Technik grundlegend, denn der menschliche Bediener einer Maschine kann nicht mehr davon ausgehen, dass diese als willfähiges Instrument fungiert, welches sich – im Prinzip – durch Anweisungen und Programme präzise steuern lässt. Aus einem instrumentellen Verhältnis zu Technik wird vielmehr schrittweise ein interaktives Verhältnis, das die Technik zu einem Partner und Mitentscheider in kooperativen Prozessen macht, die sich in verteilten, hybriden Systemen abspielen. Es ist also zu vermuten, dass sich nicht nur unser Verständnis von Interaktion, sondern auch unsere Konzept von System-Steuerung grundlegend verändern wird, wenn "intelligente" Technik im Spiel ist.

Der folgende Text geht der Frage nach, ob die Beteiligung nicht-menschlicher Wesen an Interaktions- und Entscheidungsprozessen zu einer Steigerung der Eingriffschancen führt, also die Handlungs- und Gestaltungschancen der beteiligten menschlichen Akteure erhöht, oder ob damit ein zunehmender Kontrollverlust verbunden ist, der die Eingriffs- und Steuerungs-Potenziale vermindert. Es gibt eine Reihe von Indizien, die die Vermutung stützen, dass die fortschreitende Partizipation der nicht-menschlichen Dinge eher zu Lasten der Partizipationschancen der handelnden Menschen geht und einer weit gehenden Exklusion des menschlichen Akteurs aus Entscheidungsprozessen in hybriden Systemen Vorschub leistet. Die fortschreitende Automatisierung und Hybridisierung von Prozessen

führt also – so die hier verfolgte These – auf geradezu paradoxe Weise zu einer Verminderung der Eingriffs- und Steuerungsmöglichkeiten.

Diese Argumentation wird entwickelt über einen kurzen Rückblick auf den Paradigmenwechsel in der Steuerungstheorie (Kap. 2), eine Sichtung der Ansätze, die sich innerhalb der Soziologie mit dem Problem des verteilten Handelns befasst haben (Kap. 3), und eine detaillierte Aufschlüsselung der Differenzen zwischen der ontologischen, der funktionalistischen und der attributionstheoretischen Position (Kap. 4). Kapitel 5 versucht sich über eine Typologie den Besonderheiten der Interaktion zwischen Mensch und "intelligenter" Technik zu nähern, bevor dann ein Fazit (Kap. 6) den Beitrag abschließt.

3 Der Paradigmenwechsel in der Steuerungstheorie: Von zentraler Steuerung zu dezentraler Koordination

In den letzten 50 Jahren hat sich in der Theorie der Steuerung komplexer Systeme ein Paradigmenwechsel vollzogen, der als Umstellung vom hierarchischen Modell zentraler Planung und Steuerung auf netzwerkartige, dezentrale, selbstorganisierte Formen der Koordination und Steuerung beschrieben werden kann (vgl. Rochlin 1998, Willke 1995, Weyer 1997). Die Vorstellung, dass Systeme präzise und detailliert von einer zentralen Instanz gesteuert werden können, scheiterte nicht nur an deren Komplexität sowie an nicht-antizipierten Effekten, die die Vorstellung einer vollständigen Kontrolle komplexer Systeme illusorisch erscheinen ließen (vgl. Perrow 1987, Richter/Rost 2004). Auch die Tatsache, dass die Systemkomponenten – insbesondere im Falle sozialer Systeme – nicht willfährige Steuerungsobjekt sind, sondern Akteure mit strategischen Interessen und eigenen Steuerungszintentionen, führte in den 1980er Jahren zu einer Umstellung auf Theorien der dezentralen Selbstorganisation sowie der Handlungs-Koordination in Netzwerken (vgl. Powell 1990). Dieser Paradigmenwechsel vollzog sich nahezu zeitgleich auch in den Naturwissenschaften (vgl. Schmidt 1997), von wo wichtige Anstöße gekommen waren, sowie in den Ingenieur- und Technikwissenschaften, wo neuartige Konzepte für Multi-Agenten-Systeme oder dezentrale Steuerungsarchitekturen für Roboter entstanden (Resnick 1995, Brooks 2002).

Die in den Sozialwissenschaften diskutierten theoretischen Konzepte wie "Autopoiesis" (Luhmann 1984), "Dezentrale Kontextsteuerung" (Willke 1987), "Selbstorganisation" (Krohn/Küppers 1989) oder "Akteurzentrierter Institutionalismus" (Mayntz/Scharpf 1995) sensibilisierten – bei aller Unterschiedlichkeit im Detail – für die Tatsache, dass eine "harte" Steuerung im Sinne einer direkten Intervention von außen theoretisch unmöglich, praktisch ineffizient und politisch inopportun ist. Erfolgreiche Intervention setzt

vielmehr Anschlussfähigkeit voraus, d.h. die Fähigkeit des Systems (bzw. der in ihm agierenden Akteure), die Steuerungsimpulse¹ systemintern zu verarbeiten, d.h. mit ihren eigenen Programmen und Handlungslogiken produktiv zu verknüpfen.

Eine Erfolg versprechende Steuerung agiert folglich mit "weichen" Mitteln, d.h. sie antizipiert die Resonanzfähigkeit der Akteure, berücksichtigt deren Handlungsprogramme und Interessen und sucht Lösungen, die mit den Strategien möglichst vieler Beteiligten kompatibel sind. Bei dieser Form der "weichen" Steuerung geht es nicht primär um die Durchsetzung vorab definierter Ziele, sondern um die Ingangsetzung von Prozessen, die über Verhandlungen und Kooperationen der beteiligten Akteure zu einer stabilen, weil von allen getragenen Lösung führen. Auf diese Weise wird ein Pfad angelegt, der sich schrittweise stabilisiert und seine eigene Dynamik entfaltet. Der Verzicht auf "harte" Intervention führt also zu einem Konzept der interaktiven Steuerung, welches unterstellt, dass alle Akteure nicht nur Adressaten von Steuerung, sondern zugleich auch Steuerungssubjekte sind. Eine derartige Konzeption "wechselseitiger Kontextsteuerung" (Weyer 1993: 327) verzichtet auf die Prämisse, dass es einen privilegierten Akteur gibt, der eine vollständige Kenntnis der Prozesse hat und überlegene Interventions-Fähigkeiten besitzt; sie rückt damit von einer instrumentalistischen Sichtweise von Systemsteuerung ab und öffnet sich in Richtung einer Konzeption, die Interaktions- und Koordinationsprozesse in offenen Systemen analysiert.

An dieser – hier nur knapp skizzierten – Konzeption sozialer Systeme wird gelegentlich bemängelt, dass sie anthropozentrisch ist, d.h. nur menschliche Akteure als Mitspieler kennt (vgl. Callon/Law 1989, Latour 1998). Diese Kritik ist zwar insofern nicht ganz berechtigt, als die soziologische Theorie nicht den Menschen mit seinen biologischen Qualitäten, sondern den Akteur als Träger einer sozialen Rolle in den Mittelpunkt rückt. Die Technikgenese- oder die Policy-Netzwerk-Forschung gehen sogar meist von korporativen Akteuren (d.h. Organisationen) ausgeht, für die Individuen lediglich als Stellvertreter agieren.

Dennoch stellt sich die Frage, ob angesichts der zunehmenden Verbreitung "intelligenter" Technik eine soziologische (Steuerungs-)Theorie naiv und wirklichkeitsfremd ist, die Interaktions- und Koordinationsprozesse ausschließlich auf menschliche Akteure beschränkt, die Anwesenheit der Non-humans ignoriert und die damit verbundenen vielfältigen Formen der Mensch-Maschine-Interaktion ausblendet. Oder anders formuliert: Müssen

¹ Systemtheoretiker sprechen eher von "Irritation", um die Sprache der "harten" kybernetischen Steuerung zu vermeiden.

die soziologischen Konzepte Intervention, Steuerung, Koordination, Vernetzung, aber auch Partizipation für den Fall hybrider Systeme verteilten Handelns umgeschrieben werden?

4 Akteure und Agenten – Verteiltes Handeln als Herausforderung für die soziologische (Steuerungs-)Theorie

4.1 Agenten als Mitspieler und Mitentscheider

Mit der Verbreitung "intelligenter" Technik ist insofern eine neue Situation entstanden, als erstmals das bisherige Monopol des Menschen tangiert wird, Entscheidungen zu fällen und Handlungen auszuführen und zu bewerten.² Es gibt mittlerweile eine Vielzahl von Konstellationen, in denen Menschen und technische Geräte Entscheidungen gemeinsam treffen. Klaus-Peter Timpe und andere haben am Berliner Zentrum Mensch-Maschine-Systeme eine Taxonomie entwickelt (vgl. Schaubild 1), die von der manuellen Kontrolle bis zur Voll-Automation reicht und interessante Zwischenstufen verteilten Handelns enthält, z.B. den Modus 5 "Entscheidungsunterstützung", in dem der Computer den Vorschlag ausführt, wenn der Mensch ihn bestätigt, oder den Modus 6 "Gemischte Entscheidung", in dem der Mensch durch sein Veto eine automatische Ausführung verhindern kann (Timpe/Kolrep 2002: 47f.).

| Automatisierungsstufe | | Monitoring | Generating | Selecting | Implementing | Systemmerkmale |
|-----------------------|---------------------------|------------|------------|-----------|--------------|--|
| 1 | Manual Control | H | H | H | H | Der Computer bietet keine Unterstützung an. |
| 2 | Action Support | H/ C | H | H | H/ C | ... bietet eine vollständige Menge von Handlungsalternativen an. |
| 5 | Decision Support | H/ C | H/ C | H | C | ... führt den Vorschlag aus, wenn der Mensch es bestätigt. |
| 6 | Blended Decision Making | H/ C | H/ C | H/ C | C | ... erlaubt dem Menschen ein Veto einzulegen, um eine automatische Ausführung zu verhindern. |
| 8 | Automated Decision Making | H/ C | H/ C | C | C | ... informiert ihn über die Ausführung nur wenn er anfragt. |
| 10 | Full Automation | C | C | C | C | ... handelt autonom und ignoriert den Menschen. |

² Die Verwendung einer handlungstheoretischen Terminologie in Bezug auf Technik mag irritieren; da außer dem Präfix "quasi" oder einer durchgängigen Verwendung von Anführungszeichen keine plausible Alternative zur Verfügung steht, orientiert sich die folgende Darstellung an der Brookschen These, dass menschliche Beobachter spontan intentionalistisches Vokabular verwenden, wenn ihnen ein "Etwas" entgegen tritt, das komplexes und nicht vorhersehbares Verhalten zeigt. Eine detaillierte Beschreibung der physikalischen, chemischen oder informationstechnischen Prozesse, die den Operationen des "Etwas" zu Grunde liegen, würde hingegen wenig "Sinn" machen (Brooks 2002: 28f.).

Menschen und Maschinen wirken also bei der Generierung von Entscheidungen zusammen, so dass im Einzelfall kaum noch unterscheidbar ist, wer ein Auto steuert (der Mensch, das ESP-System oder beide gemeinsam) oder wer ein Flugzeug fliegt (der Pilot, der Autopilot oder beide gemeinsam; vgl. Rammert 2002, Kaeser 2004: 373). Effekte wie das erfolgreiche Meistern eines Störfalls (z.B. Glatteis in der Kurve) können nicht mehr eindeutig dem Menschen bzw. der Technik zugerechnet werden, sondern ergeben sich aus dem Zusammenspiel der beiden Teile (vgl. Herrtwich 2003). Insbesondere im Fall nicht-geschulter Bediener muss es dabei dem Menschen nicht immer vollständig klar sein, wie der konkrete Effekt des verteilten Handelns zustande kommt und welchen Anteil er/sie daran hat. Man verlässt sich auf funktionierende Technik und die in ihnen enthaltenen kausalen Simplifikationen (vgl. Luhmann 1990). Aber auch geschultes Bedienpersonal (z.B. Piloten) wird immer wieder von unerwarteten Effekten überrascht.

Eine derartige Beteiligung von Technik an Entscheidungsprozessen ist höchst voraussetzungsvoll. Denn die "Intelligenz" von Technik ergibt sich nicht aus der reinen Rechenleistung der Computer, sondern vor allem aus der gesteigerten Fähigkeit technischer Geräte, mittels ausgefeilter Sensorik ihre Umgebung wahrzunehmen und die sich dort befindenden Objekte zu identifizieren, um auf dieser Grundlage ein situations- und kontextgerechtes Verhalten zu generieren.

Kontextsensitive Geräte, die über die Fähigkeit der "Situational awareness" verfügen, sind also zu autonomen Entscheidungen in der Lage; sie können beispielsweise ein Fahrzeug derart steuern, dass eine Kollision mit einem anderen Fahrzeug vermieden wird. "Intelligente" Technik ist damit in der Lage, Effekte zu erzielen, die für einen externen Beobachter nicht mehr von den Effekten menschlichen Handelns unterscheidbar sind. Muss man der Technik folglich Akteurstatus zuschreiben (und konsequenterweise die soziologischen Theorien umschreiben)? Oder lässt sich das konzeptionelle Repertoire der Soziologie bruchlos auf hybride Systeme übertragen?

Eine recht radikale Antwort auf diese Fragen findet sich bei Bruno Latour, der mit der Actor-Network-Theory einen Bruch mit der Mainstream-Soziologie vollzogen hat, welcher er immer wieder vorgehalten hat, dass sie den Akteurstatus der Technik negiert.

4.2 Bruno Latour: Aktanten als Delegierte – Rückkehr zum instrumentellen Technikbegriff?

Der Maßstab für die Bewertung der Latourschen Position soll hier ausschließlich sein, inwiefern es ihm gelungen ist, ein Konzept für eine Beschreibung und Analyse verteilten Handelns zu entwickeln. Latour hat mit

der Actor-Network-Theory die Debatte zwar wesentlich angestoßen; er hat sich mit der Analyse der Interaktion von "Humans" und "Non-humans" jedoch nie detailliert beschäftigt. Sein provokativer Ansatz erschöpft sich im Wesentlichen darin, den anthropozentrischen Bias der Soziologie zu kritisieren und eine Berücksichtigung der nicht-menschlichen Aktanten normativ einzufordern.

Die von Latour gelieferte Empirie fokussiert auf simple, konventionelle Technik wie Türschlüssel und Bodenschwellen. "Intelligente" Technik und Agentensysteme wird man bei ihm vergeblich suchen. Am Beispiel der Bodenschwelle (Latour 1998) lässt sich Latours Vorgehensweise gut verdeutlichen: Die auf der Fahrbahn angebrachte Bodenschwelle fungiert als "Delegierter", d.h. als ein Instrument, das die Umsetzung einer Intention auch in Abwesenheit seines Konstrukteurs bewerkstelligt. Die Technik substituiert hier also den Menschen und verkörpert dessen Willen. Diese Beobachtung der Austauschbarkeit von Mensch und Technik führt Latour zu einer prinzipiellen Gleichsetzung von Akteuren und Aktanten, da beide die gleichen Effekte erzielen können. Latours Ansatz ist also funktionalistisch; er fokussiert auf die von Technik ausgelösten Effekte und klammert die handelnden Akteure und deren Intentionen aus.

Zudem ist diese Gleichsetzung eine offenkundig suggestive Strategie; denn Latour wäre eigentlich in der Pflicht, zumindest eine vergleichbare Geschichte zu erfinden, in der der Ausgangspunkt das Artefakt und nicht der Mensch ist. Dass dies – selbst gedanken-experimentell – nicht möglich ist (zumindest nicht bei konventioneller Technik), verweist darauf, dass Latour im Grunde mit einem sehr konventionellen Konzept von Vergegenständlichung arbeitet, das letztlich auf einen instrumentellen Technikbegriff hinausläuft: Die Technik fungiert als Instrument ("delegate", "substitute") des Menschen und setzt dessen Intentionen ungebrochen um.

Ferner ist Latours Konzept nicht interaktiv; denn die Technik wirkt ausschließlich auf den Menschen und erzeugt dort – vorab definierte – Effekte. Ein derartiges Konzept einer strikten Verhaltenskontrolle durch Technik ist in der Techniksoziologie eher unüblich und wird normalerweise mit dem Etikett des "Technikdeterminismus" belegt. Moderne Konzepte der Technikaneignung und –verwendung gehen von einem interaktiven Prozess mit gewissen Freiheitsgraden aus, mit Spielräumen für interpretative Flexibilität und eigensinnige Nutzungen, vor allem aber für neuartige Formen der Technikaneignung mit unerwarteten, z.T. überraschenden und innovativen Effekten. Wie würde man sonst die überraschende Verbreitung der SMS unter Jugendlichen erklären, wie die nicht-intendierten Effekte der Organ-Transplantation, nämlich eine Steigerung des Organ-Mangels aufgrund der Verbreiterung des Empfängerkreises (Braun et al. 1991). Latour scheint

hingegen eher das Konzept einer "harten" Steuerung und Kontrolle menschlichen Verhaltens durch Technik zu vertreten, also einen sehr zugespitzten, instrumentellen Technikbegriff, der keinen Platz für Abweichungen und Innovationen lässt.

Interaktionen zwischen menschlichen Akteuren und "intelligenten" (also entscheidungs- und handlungsfähigen) technischen Geräten hat Latour nie behandelt. Seine einzige Fallstudie, die sich um eine avancierte Technik dreht (das fahrerlose Transportsystem Aramis), befasst sich nicht mit Non-humans, sondern rekonstruiert – auf konventionelle organisationstheoretische Weise und gänzlich a-symmetrisch – ausschließlich die Entscheidungsprozesse und die Koalitionsbildung zwischen den beteiligten Personen und Organisationen (Latour 1998, 1998a).

Als Fazit lässt sich also festhalten, dass Latour durch seine Provokationen die Debatte zwar angestoßen und den Blick der (Technik-)Soziologie für die nicht-menschlichen Mitspieler geöffnet hat. Für die Analyse der Interaktionen zwischen menschlichen und nicht-menschlichen Entscheidern in hybriden Systemen hat Latour jedoch keinen konkreten Beitrag geleistet (vgl. ähnlich Rammert 2003: 307). Seine Argumentation ist suggestiv, sein Technikbegriff ist erstaunlich traditionell, und sein impliziter Technikdeterminismus bedeutet m.E. einen Rückschritt für die Techniksoziologie. Die Actor-Network-Theory lässt viele Fragen offen, insbesondere die nach der Analyse und theoretischen Modellierung konkreter Formen der Interaktion zwischen "Humans" und "Non-Humans".

5 Perspektiven einer Soziologie hybrider Systeme

5.1 Vorbemerkung

Angesichts der überschäumenden Fantasie der Science-Fiction-Literatur wie auch der KI-Community setzt sich jeder Versuch, eine Soziologie hybrider Systeme zu formulieren, dem Verdacht aus, dass er sich allzu sehr von den Verheißungen und Prophezeiungen der Robotik- und Multi-Agenten-Forschung blenden lässt und dabei die Bodenhaftung, d.h. den Kontakt zur Wirklichkeit der technisierten Gesellschaft verliert. Empirische Fallstudien zu "intelligenten" technischen Systemen zeigen jedoch sehr deutlich, dass es keineswegs zu früh ist, die Interaktions- und Koordinations-Prozesse in hybriden Systemen zu erforschen (vgl. Rochlin 1998, Mattern 2003, TA-Swiss 2003b). Denn viele dieser Systeme sind nicht mehr nur in der Erprobung, sondern bereits im praktischen Einsatz, und sie enthalten implizite Modelle von Sozialität, die zum Teil zur Steuerung der technischen Systeme genutzt werden.

Bei der Konstruktion und Implementation von Telematik-Systemen zur Verkehrssteuerung tauchen beispielsweise Fragen auf, die in den Sozialwissenschaften unter dem Label "Markt versus Staat" seit Langem intensiv diskutiert werden und sich auf den Zielkonflikt zwischen individuellen und kollektiven Interessen bzw. zwischen lokaler und globaler Optimierung zuspitzen lassen (TA-Swiss 2003a, Weyer 2004). Insofern muss man die Mahnung von Thomas Malsch aus dem Jahre 1997 wiederholen und verstärken, dass die Soziologie dringend Modelle zum Verständnis dieser neuartigen Formen sozio-technischer Interaktion entwickeln muss. Dass in einem Navigationsgerät eine Menge Annahmen über soziales Verhalten und soziale Strukturen steckt, wird bislang kaum wahrgenommen; und dass die Soziologie einen Beitrag zum Verständnis und zur Gestaltung hybrider Systeme leisten kann, ist ebenfalls kaum bekannt.

5.2 Ansatzpunkte für eine Konzeptualisierung der Interaktion von Akteuren und Agenten

Wenn man sich der Interaktion von Mensch und ("intelligenter") Technik zu nähern versucht, eröffnen sich unterschiedliche Optionen.

a) Ontologische Argumentation

Man kann ontologisch argumentieren, d.h. einen prinzipiellen Wesensunterschied zwischen Menschen und Robotern bzw. Agentensystemen konstatieren, der sich allenfalls semantisch verwischen oder durch gezielte Täuschung überspielen, nicht aber gänzlich überwinden lässt (vgl. Sturma 2001). Angesichts der fortgesetzten Grenzüberschreitungen der Robotik durch humanoide Roboter wie Kismet oder Asimo (vgl. Brooks 2002, Cohen 2005) gerät eine derartige Argumentationsstrategie jedoch rasch in eine defensive Position, aus der heraus sie die Einzigartigkeit des Menschen begründen muss (vgl. Kaeser 2004: 369). Der Dreh- und Angelpunkt der Argumentation ist dabei in der Regel die Intentionalität, d.h. die einzigartige Fähigkeit des Menschen, seine Handlungen zu begründen und zu reflektieren. Ein Roboter kann zwar den Grad der Zielerreichung mit hoher Präzision bewerten; er wird aber niemals Ziele definieren und die Wahl dieser Ziele begründen können. Die Verortung des Menschen im "Raum der Gründe" und die damit verbundene wechselseitige Anerkennung der Menschen als vernunftbegabte Wesen führt Dieter Sturma (2001) daher als das wesentliche Merkmal an, das den Menschen von anderen Spezies unterscheidet.

Allerdings ist die Re-Konstruktion der Akteur-Intentionen ein Schwachpunkt intentionalistischer Theorie-Konzepte. Die Befragung eines Akteurs nach den Motiven seines Handelns steht vor dem – methodisch nicht lösbaren – Problem, dass Befragte Gründe nachträglich erfinden, die gar nicht Ausb-

ser ihrer Handlungen waren (Ex-post-Rationalisierung). Intentionalistische Theorien tragen also eine hohe Beweislast. Es bleibt somit ein schwieriges – und kaum konsensfähiges – Unterfangen, den Unterschied zwischen Menschen und Robotern bzw. Agenten über die Eigenschaften und Qualitäten der Akteure zu definieren; von daher bietet sich als eine Alternative der Weg über die Analyse der Qualität der Interaktion an, wie es der funktionalistische Ansatz tut.

b) Funktionalistische Argumentation

Die funktionalistische Argumentation kann als Gegenposition zur ontologischen Position betrachtet werden, denn sie fragt nicht nach den Intentionen der Akteure, sondern nach den Folgen bzw. Effekten ihres Handelns. Im Mittelpunkt steht die Fähigkeit, etwas zu bewirken, d.h. eine Veränderung (eines Zustandes, eines Prozesses etc.) hervor zu rufen, wobei es prinzipiell egal ist, ob der Auslöser dieser Veränderung ein menschlicher Akteur oder ein technisches Gerät ist (vgl. Latour 1998, Brooks 2002). Wenn ein Jemand (ein Verkehrspolizist) oder ein Etwas (eine Verkehrsampel) bei mir eine Verhaltensänderung (Abbremsen meines Autos) auslöst, dann gibt es – so diese Position – keine Rechtfertigung dafür, dem nicht-menschlichen "Etwas" einen niedrigeren Akteurstatus zuzuweisen als dem menschlichen "Jemand".³

Die in dieser Position vorgenommene Entkopplung von Intention und Effekt ermöglicht also eine weit gehende Gleichsetzung von Mensch und Maschine; sie benötigt zudem keine scharfe Abgrenzung von trivialen und intelligenten Maschinen. Denn sie interessiert sich in ihrer funktionalen Ausrichtung nicht für die Frage, wie die Aktionen zustande gekommen sind, sondern lediglich dafür, wie sie wirken. Die funktionalistische Argumentation umgeht zudem das – zugegebenermaßen schwierige – Begründungs- und Rechtfertigungsproblem, mit dem die ontologische Position zwangsläufig zu kämpfen hat.

Die Sozialtheorie hat allerdings mittlerweile für dieses Problem der (Ent-)Kopplung von Intention und Effekt eine recht elegante Lösung gefunden, und zwar in Form fortgeschrittener Varianten der Rational-Choice-Theorie, wie sie beispielsweise von James Coleman (1991) oder Hartmut Esser (1991, 1993) vertreten werden. Ausgehend vom Phänomen der nicht-intendierten Effekte intentionalen Handelns, postuliert die soziologische Handlungstheorie, dass Handlungen stets zielgerichtet sind, d.h. aus den

³ Diese Fokussierung auf die Fähigkeit, Wirkungen auszulösen, erklärt, warum bei Latour bereits konventionelle Technik Akteurstatus hat. Ob die Bodenschwelle eine Entscheidung fällt oder nicht, ist somit für den erzeugten Effekt – die Verhaltensänderung beim Autofahrer – letztlich irrelevant.

Intentionen und subjektiv rationalen Wahlhandlungen der Akteure erklärt werden müssen. Die Akteure, ihre Intentionen und ihre subjektiv rationalen Entscheidungen sind in dieser Konzeption der Motor des sozialen Prozesses, der – im Gegensatz zu den eher strukturkonservativen gesellschaftlichen Institutionen – soziale Dynamik erzeugt und den man somit in Theorien sozialer Prozesse nicht ignorieren bzw. ausklammern darf.

Allerdings unterliegen die Effekte, die sich auf der Systemebene ergeben, aufgrund der Interdependenz der individuellen Handlungen nicht der unmittelbaren Kontrolle der einzelnen Akteure; sie sind vielmehr emergente Phänomene, die sich nicht direkt auf die Intentionen der Beteiligten abbilden lassen (vgl. auch Mayntz 2003, Schimank 2000). Die Erklärung sozialer Prozesse enthält somit – folgt man Coleman und Esser – ein komplexes Bündel von Teilaspekten, das man nicht ohne gravierende Verluste an theoretischer Konsistenz in die eine oder die andere Richtung, nämlich Intentionalismus oder Funktionalismus, auflösen kann. Eine Ausklammerung der Intentionen aus einer soziologischen Handlungstheorie käme somit einer Halbierung der Soziologie gleich, zumindest wenn man als Anspruch der Soziologie formuliert, dass sie sowohl die Handlungs- als auch die Strukturebene im Blick haben und insbesondere die Wechselwirkungen zwischen den beiden Ebenen thematisieren sollte (vgl. Disco/van der Meulen 1998, Schimank 2000, Weyer 2000a). Und dazu benötigt die Soziologie einen Handlungsbegriff, der das soziale Handeln als ein komplexes Aggregat aus Intentionen, Aktionen und Effekten konzipiert und eine Fokussierung auf nur einen Teilaspekt vermeidet.⁴

Aus der Perspektive einer sozialtheoretisch fundierten Techniksoziologie führt die Entkopplung von Intention und Effekt, wie sie die funktionalistische Argumentation betreibt, also in die Irre; sie fokussiert lediglich auf einen Teilaspekt eines komplexen Ganzen und macht die Handlungen in gewisser Weise a-sozial. Der soziale Prozess in seiner Gesamtheit und in seiner vielschichtigen Verknüpfung von Mikro- und Makro-Phänomenen

⁴ Hartmut Esser hat mit seiner Variante des SEU-Modells gezeigt, dass man selbst das Alltagshandeln, das unvernünftig erscheint, weil es sich oftmals nicht den Normen objektiv rationalen Entscheidens fügt, als ein rationales Kalkül auf der Basis individueller Präferenzen und subjektiver Wahrscheinlichkeiten beschreiben und formal modellieren kann (1991). Dies ist zweifellos ein großer Fortschritt in der Sozialtheorie, weil damit jeder Verdacht vermieden kann, dass eine Verwendung von Konzepten der rationalen Handlungswahl zwangsläufig zu einem Akteurkonzept führen muss, das sich durch Nutzenmaximierung und Ellenbogenmentalität auszeichnet (Miller 1991). Ein möglicher Schwachpunkt des Ansatzes ist jedoch, dass Esser letztlich jedes Handeln ex-post als (subjektiv) rational rekonstruieren kann, in dem er die Parameter so justiert, dass das Modell die Outcomes produziert, die sich im realen Leben gezeigt haben.

wird verkürzt auf etwas Mechanisches, nämlich die (unmittelbaren) Effekte individuellen Handelns. Darüber hinaus gehende Fragen nach der Wechselwirkung dieser Effekte oder der Handlungs-Koordination der Akteure werden dabei ausgeklammert – mithin also der gesamte Komplex der Aggregation bzw. der Emergenz sozialer Handlungen sowie die damit einhergehenden – oftmals nicht-intendierten – sozialen Struktur-Effekte. Durch die Ausklammerung der Intentionen wird die Mensch-Maschine-Interaktion zu einem mechanischen Prozess, deren Elemente beliebig substituierbar sind. Doch dies ist eher ein Konstrukt der funktionalistischen Argumentation als eine adäquate Beschreibung sozialer bzw. sozio-technischer Interaktionsprozesse.

Zudem hat auch die funktionalistische Argumentation zwei gravierende "blinde Flecken": Erstens blendet sie aus, dass soziale Interaktion immer ein Prozess ist, in dem Ego sich auf die *Intentionen* von Alter bezieht, sei es aktivistisch, indem Ego durch Anreize, durch Verbote, durch Angebote, durch Gestaltung des Kontextes etc. auf das Verhalten von Alter einzuwirken versucht, sei es reaktiv durch die Berücksichtigung des als – sinnhaft unterstellten – Verhaltens von Alter bei der Durchführung eigener Handlungsvollzüge von Ego (vgl. Weber 1985: 11, Callon/Law 1989).

Die Vorstellung einer zielgerichteten Beeinflussung sozialer Prozesse über ausschließlich über die Gestaltung der *Effekte* des Handelns gibt es meines Wissens in keiner soziologischen Theorie. Interaktion und Steuerung sind immer intentionalistisch – beim Absender wie beim Adressaten.

Zweitens muss die funktionalistische Argumentation zwangsläufig behaupten, dass Handlungen, die folgenlos bleiben, weil sie nichts bewirkt haben, nicht stattgefunden haben. Denn sie hat keine andere Möglichkeit, Handlungen als solche zu identifizieren als über die von ihnen bewirkten Effekte. Wenn also die Ampel rot zeigt und ich trotzdem weiter fahre, kann die funktionalistische Argumentation dies nicht von der Situation unterscheiden, in der die Ampel defekt war oder gar nicht existierte. Ob er derartiger Technikbegriff plausibel ist, der in seiner funktionalen Verkürzung letztlich sogar auf die materiellen Artefakte verzichten kann, sei dahin gestellt; deutlich relativiert würde damit jedoch der Stellenwert der Non-Humans, deren verstärkte Berücksichtigung gerade Latour in Frontstellung zur traditionell anthropozentrischen (Technik-)Soziologie immer wieder eingefordert hatte.

c) Attributionstheorie

Der Ansatz von Werner Rammert und Ingo Schulz-Schaeffer unterscheidet sich von den bereits diskutierten Konzepten, da er eine Festlegung in ontologischen Fragen vermeidet und zugleich insofern über Latour hinaus geht,

als er das Problem der Handlungsfähigkeit von Technik nicht kategorisch klärt, sondern es zu einer empirisch zu erforschenden Frage macht, wie der Technik (aber auch den handelnden menschlichen Akteuren) Handlungsfähigkeit durch externe Beobachter zugeschrieben wird (2002a). Rammert und Schulz-Schaeffer sprechen von verteilten Systemen, in denen die Entscheidungen von menschlichen Akteuren im Verbund mit (teil-)autonomen technischen Systemen getroffen werden. Sie entwerfen eine Taxonomie, die unterschiedliche Grade der Handlungsfähigkeit enthält (Kausalität – Kontingenz – Intentionalität), verweisen aber, wie gesagt, für die Zuordnung dieser drei Grade auf die in der Praxis gültigen Attributionsprozesse. Intentionen werden diesem Ansatz zufolge typischerweise vom Beobachter (re-)konstruiert und den handelnden Personen unterstellt bzw. mit den von diesen ausgelösten Effekte verknüpft. Derartige Zuschreibungen von Handlungsfähigkeit sind historisch wandelbar, und es ist durchaus denkbar, dass sich neue Zuschreibungen stabilisieren.

Die Vorzüge des Ansatzes von Rammert/Schulz-Schaeffer liegen zweifellos darin, dass sie eine leistungsfähige Taxonomie zur Klassifikation von Handlungen vorgelegt haben, die eine Stellungnahme in der Debatte um ontologische Fragen entbehrlich macht. Es bleibt aber unklar, wer der Beobachter ist und wie sie seine Deutungen sozial stabilisieren; auch steht der empirische Test für das Modell noch aus. Zudem trägt die Taxonomie nicht zur konkreten Beschreibung und Modellierung der *Interaktion* von Mensch und "intelligenter" Technik bei; dies liegt nicht im Fokus des Modells. Denn es macht keine analytische Differenz zwischen menschlichen und nicht-menschlichen Entscheidern und entledigt sich damit per Definition eines Problems, das in der Praxis – in Form der Mensch-Maschine-Schnittstelle – eine zentrale Rolle spielt und daher nicht analytisch ausgeklammert werden kann.

5.3 Fazit

Die Debatte über hybride Systeme hat sich bislang wesentlich auf die Frage nach dem Status der Mitspieler (Akteure und Agenten, Humans und Non-Humans) konzentriert, ohne konkrete Ansatzpunkte zur Beschreibung, Analyse und Modellierung der Interaktion von Mensch und "intelligenter" Technik zu liefern. Die Frage, ob für das konzeptionelle Repertoire der konventionellen Sozialtheorie ausreicht, ob die bekannten Konzepte sozialer Interaktion auf die Interaktion in hybriden Systemen übertragen werden können oder ob für die Analyse hybrider Systeme eine neue Sozialtheorie erforderlich ist, ist bislang nicht befriedigend beantwortet. Es spricht viel dafür, dass der Latoursche Ansatz wenig mehr ist als ein metaphorisches Sprachspiel und wenig substantiellen Erkenntnisgewinn beinhaltet. Fragen des Umgangs von Menschen mit Computern, Agentensystemen oder Robotern

werden hier ebenso wenig thematisiert wie Fragen der wechselseitigen Anerkennung bzw. der wechselseitigen Steuerung von Mensch und Maschine. Auch die durch diesen Umgang bewirkten Anpassungen und Konditionierungen des Menschen, wie man sie beispielsweise aus der Geschichte der Industrialisierung (vgl. Rochlin 1998), aber auch aus Innovationsfallstudien (Latour 1987) kennt, sind bislang kaum in den Blick geraten.⁵ Das folgende Kapitel versucht, einige Fragmente einer Soziologie hybrider Systeme anzudeuten, die sich aus dieser interaktiven Perspektive ergeben.

6 Strategisches und/oder adaptives Handeln in hybriden Systemen?

Ausgangspunkt der folgenden Überlegungen soll das Konzept des strategisch handelnden Akteurs sein, das in ein Mikro-Makro-Modell sozialen Wandels eingebettet ist (vgl. Mayntz/Scharpf 1995, Esser 1993, Disco/van der Meulen 1998, Schimank 2000). Unterstellt wird, dass (individuelle wie korporative) Akteure unter gegebenen strukturellen Randbedingungen zielgerichtet agieren, ohne jedoch die Effekte ihres Handelns vollständig kontrollieren zu können. Die Randbedingungen des Handelns, also die soziale Situation zum Zeitpunkt t_1 , ist dabei das Ergebnis des interdependenten Handelns der Akteure zum Zeitpunkt t_0 ; das Wechselspiel von Handlung und Struktur beinhaltet, dass die Menschen die gesellschaftlichen Strukturen zwar selbst schaffen, dass diese Strukturen ihnen jedoch aufgrund von Prozessen der Institutionalisierung und der eigendynamischen Verfestigung immer mehr als eine fremde Macht gegenüber treten, die zum Sachzwang gerinnen und ihren Handlungsspielraum einengen kann (vgl. Schelsky 1961, Berger/Luckmann 1968, Weyer 1993). Zugleich eröffnen die gesellschaftlichen Strukturen aber auch einen Raum von Optionen, der ein enormes Potenzial beinhaltet, weil dem vergesellschafteten Individuum das gebündelte gesellschaftliche Wissen, die hochgradig ausdifferenziert gesellschaftlichen Institutionen sowie der Mechanismus der normativen Sozial-Integration als eine Art ‚Hintergrundfolie‘ für die Verfolgung eigener Strategien zur Verfügung stehen.

Strategisches Handeln ist ein Spezialfall des zweckrationalen Handelns, das die verfügbaren Mittel mit Blick auf die vom Akteur verfolgten Zwecke organisiert; es basiert, folgt man Jürgen Habermas, "auf analytischem Wissen". Ob es erfolgreich ist oder an der Realität scheitert, hängt vor allem "von der korrekten Bewertung möglicher Verhaltensalternativen ab" (1969:

⁵ Die Technikgeschichte lehrt beispielsweise, dass "jede Nutzung von Maschinen, jede Entlastung ... durch Anpassungszwänge besonderer Art erkaufte" (Popitz 1995: 31) wird.

62). Strategisches Handeln findet nicht im isolierten Raum, sondern immer eingebettet in einen gesellschaftlichen Kontext ab, der – siehe oben – nicht nur den Rahmen und die Ressourcen für zielgerichtete Aktionen bietet, sondern darüber hinaus auch andere Mitspieler enthält, die ebenfalls strategisch handeln. Wesentlich für den Erfolg eines Akteurs ist somit, folgt man Max Weber, den Sinn zu verstehen, den andere Akteure mit ihrem Handeln verbinden, und sein eigenes Handlungsprogramm dem entsprechend auszurichten (Weber 1985: 11). Der strategisch handelnde Akteur bezieht in seinen Plan also sein Gegenüber und dessen präsumptiven Strategien mit ein, ferner die erwarteten Rückwirkungen, die das eigene Handeln beim Gegenüber auslöst.

Erweitert man dieses Modell um nicht-menschliche Mitspieler, so ergeben sich einige Modifikationen, auf die Max Weber übrigens schon in seinem Werk "Wirtschaft und Gesellschaft" von 1922 hinwies, als er die von Artefakte ausgelösten Vorgänge als "sinnfremd" (1985: 3) charakterisierte, sofern sie nicht in einen menschlichen Handlungsvollzug, z.B. eine Zweck-Mittel-Beziehung, eingebettet sind. Strategisches Handeln setzt immer eine gewisse Berechenbarkeit des Gegenübers voraus, die sich insbesondere aus der Beobachtung von Regelmäßigkeiten im Verhalten von Akteuren und der damit verbundenen Unterstellung von Sinnhaftigkeit ergibt (vgl. Spalte 2 des Schaubilds 2). Wenn man in einer Art Robinson-Situation einer unbekannt Person begegnet, so entwickeln sich erste rudimentäre Formen der Interaktion über Prozesse der Habitualisierung eigener Handlungen und der Typisierung der Handlungen von Akteuren, was in einem schrittweisen Prozess zur Institutionalisierung von Rollen und damit verbundenen Erwartungen und schließlich zur Etablierung gesellschaftlicher Ordnung führen kann (vgl. Berger/Luckmann 1980). Wenn man ein derart gewonnenes analytisches Wissen über seinen Interaktionspartner hat, kann man sich ihm gegenüber strategisch verhalten, d.h. ihn beispielsweise durch entsprechende Tauschangebote oder Anreize zu gewünschten Handlungen verleiten oder aber seine Gewohnheiten ausnutzen, um sich selbst einen Vorteil zu verschaffen. Die Berechenbarkeit des Verhaltens anderer Akteure kann sich also entweder aus beobachteter Regelmäßigkeit speisen. Sie kann aber auch normativ fundiert sein, paart sich jedoch in beiden Fällen mit der Erwartung, dass Abweichungen von der Regel bzw. von der Norm möglich sind (vgl. Rammert 2003: 299). Normative Integration bedeutet zudem keine totale Verhaltenskontrolle, sondern beinhaltet immer die Definition eines Rahmens des Normalen bzw. des Erwartbaren sowie des Spektrums möglicher Abweichungen. Jede Norm enthält auch immer eine – zumindest implizite – Regel für den Umgang mit kleineren und größeren Abweichungen.

Diese Regelmäßigkeit sozialer Interaktion und das auf ihr basierende Vertrauen bilden der Kern von Sozialität, während die eigentümliche Mischung aus Normbindung und Strategiefähigkeit des Individuums vermutlich ein wesentlicher Bestandteil dessen ist, was wir mit dem Attribut der "Menschlichkeit" belegen, was also einen Menschen vom Tier, vom technischen Apparat, aber auch vom Un-Menschen unterscheidet.

Uwe Schimank (1992) postuliert in diesem Zusammenhang ein parasitäres Verhältnis von (normativer) Erwartungssicherheit und (strategischer) Zielverfolgung: Der rationale Egoist ist in seinem Bestreben, seine Aktionen erfolgreich durchzuführen, d.h. sich individuelle Vorteile zu verschaffen, notwendigerweise auf eine stabile soziale Ordnung angewiesen; d.h. die Erwartungssicherheit ist eine unabdingbare Voraussetzung für die Möglichkeit der Zielverfolgung. Der Trittbrettfahrer ist ein Extrembeispiel für einen Akteur, der davon profitiert, dass alle anderen sich normgerecht verhalten, also in ihren Aktionen für ihn berechenbar und durchschaubar sind. Im gegenteiligen Fall einer gesellschaftlichen Anomie ist, so Schimank, zweckrationales Handeln im Sinne der strategischen Verfolgung von Zielen praktisch unmöglich. Was bei Habermas also zwei getrennte Welten sind, die Lebenswelt und das System, das kommunikative und das strategische Handeln, sind bei Schimank zwei Seiten einer Medaille.⁶

6.1 Interaktion mit konventioneller Technik

Das aus der sozialen Interaktion bekannte Muster strategischen Handelns lässt sich im Prinzip auch auf die Interaktion mit Technik übertragen, wobei aber eine Differenz zwischen dem Hersteller und dem Nutzer von Technik zu beachten ist (vgl. Spalte 3 in Schaubild 2). Der Hersteller konstruiert – vor dem Hintergrund der von ihm bzw. dem Betreiber der Anlage verfolgten Strategie – ein technisches Artefakt bzw. System nach einem Zweck-Mittel-Kalkül, d.h. die Technik ist für ihn Mittel zur Erreichung eines bestimmten Ziels. Der Konstrukteur einer Verkehrsampel setzt beispielsweise Technik als ein Instrument zur Steuerung des Verhaltens von Verkehrsteilnehmern ein, um seine Ziele zu erreichen, z.B. Verkehrsunfälle an Straßenkreuzungen zu vermeiden.⁷

Diese instrumentelle Dimension der Technik steht dem Nutzer bzw. Anwender jedoch nur in eingeschränktem Maße zur Verfügung. Wenn er technische Artefakte als Mittel in ein eigenes Zweck-Mittel-Kalkül integrie-

⁶ Es gibt aber auch bei Habermas zumindest einen Hinweis (1981: 194), dass diese beiden Handlungstypen miteinander verschränkt sind.

⁷ Der Unterschied zwischen dem Betreiber eines Straßennetzes und dem Konstrukteur der Verkehrsampel wird hier zum Zwecke der Vereinfachung unterschlagen.

ren kann (beispielsweise bei der Nutzung eines Hammers), hat er vollen Zugriff auf das Instrument. Wenn seine Technik-Nutzung jedoch Bestandteil eines fremden Zweck-Mittel-Kalküls ist (z.B. an einer Straßenkreuzung mit Verkehrsampel), ergibt sich eine deutliche Differenz zwischen dem instrumentellen Zugriff des Konstrukteurs auf die Technik und den Einschränkungen, die der Anwender bei der Nutzung der Technik unterworfen ist. Dies gilt insbesondere dann, wenn das Verhalten des Anwenders Teil des Algorithmus ist, wenn also die technische Anlage dazu dient, das Verhalten menschlicher Individuen zu steuern oder zu beeinflussen (wie im Falle der Verkehrsampel). Je mehr die Technik gegenüber Eingriffen der Nutzer verriegelt ist, umso weniger können diese sie instrumentell einsetzen. Dennoch können sich die Nutzer auch (bzw. insbesondere) in diesem Fall der Technik gegenüber strategisch verhalten, d.h. ihr analytisches Wissen über bestimmte Regelmäßigkeiten der Technik dazu nutzen, um ihre Handlungspläne Erfolg versprechend zu gestalten.

Wenn ich also die Schaltung der Verkehrsampeln auf meinem Nachhauseweg gut genug kenne, kann ich ein strategisches Kalkül derart verfolgen, dass ich ein gewisses Risiko (geringe Überschreitung der erlaubten Höchstgeschwindigkeit) in Kauf nehme, um mein Ziel zu erreichen, nämlich die übernächste Ampel auch noch bei grün zu passieren. Oder ich kann – ökologisch korrekt – den Motor während der Rot-Phase ausschalten, weil ich die Zeitspanne aus Erfahrung kenne und die Kosten-Nutzen-Relation meiner Aktion kalkulieren kann. Auch hier gilt das Schimanksche Postulat, dass Zielerreichung und Erwartungssicherheit eng gekoppelt sind; und die subjektive Rationalität des individuellen Entscheidungsverhaltens lässt sich mit Hilfe des Esserschen SEU-Modells modellieren, das mit Präferenzen und Wahrscheinlichkeiten operiert, also die Handlungsweisen des Individuums auf dessen analytisches Wissen bezieht.

Konventionelle Technik ist aufgrund der geringen Zahl möglicher Zustände für den menschlichen Nutzer vollständig berechenbar; sie zeigt triviale, vorprogrammierte Verhaltensmuster, verändert sich nicht durch Lernprozesse und entwickelt keine emergenten Strukturen. Aufgrund dieser hohen Erwartungssicherheit kann ein menschlicher Akteur sie in sein strategisches Kalkül einbeziehen.

| Schaubild 2: Interaktion von Menschen mit ... | | | |
|--|-----------------------------------|--|--|
| | Menschen | konventioneller Technik | avancierter Technik |
| Berechenbarkeit | regelhaftes Verhalten | vollständig berechenbar | undurchschaubar, irregulär |
| Zuschreibung von Handlungsfähigkeit | ja | nein | teils/teils |
| Handlungstypus | a) strategisch b) kommunikativ | a) instrumentell (Konstrukteur) b) strategisch (Nutzer) | a) instrumentell (Konstrukteur) b) adaptiv (Nutzer) |

6.2 Interaktion mit avancierter Technik

Ein derartiges Handeln, das aus der Beobachtung des "Verhaltens" technischer Geräte Regelmäßigkeiten ableitet und dieses Wissen in die Konstruktion eigener Strategien einspeist, wird im Falle avancierter Technik immer schwieriger. Denn die Besonderheit "intelligenter" Technik ist ja gerade, dass sie nicht nach festem Schema operiert, sondern situationsangepasste Lösungen produziert, die insofern emergenten Charakter haben, als sie nicht vorab in allen Details prognostiziert werden können (vgl. Spalte 4 in Schaubild 2). Auch sind die Aktionen, die avancierte Technik durchführt, nicht explizit in den zugrunde liegenden Programmen repräsentiert; komplexes Verhalten ergibt sich vielmehr durch nicht-lineare Verknüpfungen einfacher Operationen (vgl. Brooks 2002: 27-29, 53; Richter/Rost 2004: 24, 47).

Eine bedarfsgesteuerte Ampelschaltung gibt beispielsweise immer die Fahrtrichtung frei, aus der sich ein Fahrzeug der Kreuzung nähert – egal welche Fahrtrichtung zuvor freie Fahrt hatte. Bei derartigen Anlagen kann es nicht mehr vorkommen, dass man spät abends als einziger wartender Fahrer beobachten muss, wie der gesamte Zyklus stur durchgeschaltet wird. Der instrumentelle Charakter dieser neuartigen Form avancierter Technik ist leicht zu erkennen: Aus Sicht des Konstrukteurs geht es um verkehrspolitische Ziele (Beschleunigung des Verkehrsflusses) und um ökologische Effekte (Verringerung von Emissionen durch wartende Fahrzeuge). Aus der Nutzerperspektive stellt sich die Situation jedoch anders dar als im Fall konventioneller Technik, denn der Spielraum für strategisches Handeln wird in dem Maße eingeschränkt, je mehr Varianten die "intelligente" Ampel generiert, d.h. je schwieriger es für die Verkehrs-Teilnehmer wird, de-

ren "Verhalten" zu berechnen. Bei avancierter Technik wird es nahezu unmöglich, durch dauerhafte Beobachtung den zugrunde liegenden Algorithmus zu verstehen; eine auf modernster Technik basierende bedarfsgesteuerte Ampelschaltung eröffnet dem Nutzer somit kaum noch die oben beschriebenen strategischen Optionen, z.B. die Ampel durch eine etwas freizügige Auslegung der Verkehrsregeln "auszutricksen". Obwohl die Technik nach einer prädiktiven Logik operiert und die Software oftmals mit verblüffend wenigen Befehlen auskommt, ergibt sich – insbesondere wenn es sich um Multi-Agenten-Systeme handelt – aufgrund der nicht-linearen Operationen des Systems und der eingebauten Feedback-Mechanismen eine Vielzahl an Kombinationsmöglichkeiten, die sich für den externen Beobachter als ein erstaunlich komplexes Repertoire emergenter "Verhaltensweisen" darstellt (vgl. Resnick 1995, Epstein/Axtell 1996) und sogar den Eindruck von Lebendigkeit und sogar von "Persönlichkeit" vermittelt (Brooks 2002: 56).

"Intelligente" Technik operiert also nach Regeln, die zwar in den internen Programmen eindeutig definiert sind, die aber aufgrund der Vielzahl möglicher Systemzustände zu Ergebnissen führen, die für den externen Beobachter nicht mehr durchschaubar sind, sondern ihn irritieren (vgl. Richter/Rost 2004).⁸ Eine "intelligente" Maschine verunsichert den Menschen, weil sie sich teils in (scheinbar) gewohnten Mustern bewegt, teils aber völlig erratisch verhält; Industrie-Roboter werden daher gekapselt, denn der Mensch ist nicht mehr in der Lage, ihre Bewegungen vorher zu sehen und sich gegen Kollisionen zu schützen. "Intelligente" Technik erzeugt zudem oftmals den Eindruck der Lebendigkeit, weil sie Effekte produziert, die wir ihr nicht zutrauen, aber auch weil sie in ihren Aktionen für uns nicht vollständig berechenbar ist (vgl. Christaller 2001, Brooks 2002: 56, Rammert-Schulz-Schaeffer 2002a: 45, Rammert 2003: 295). Die "Eigentätigkeit" des Artefakts veranlasst uns Menschen, die Technik als Subjekt wahrzunehmen und zum "Quasi-Partner" (Kaeser 2004: 373f.) zu machen. Die bekannten Anthropomorphismen ("Mein Computer spinnt mal wieder") sind deutliches Indiz dafür, dass die Nicht-Berechenbarkeit und Nicht-Vorhersehbarkeit des Handelns der Maschine das gewohnte Verhältnis von Mensch und Technik in Frage stellt. Ein nicht funktionierender Computer wird vermenschlicht, um das bekannte Repertoire strategischen Handelns aktivieren zu können, das auf Basis beobachteter Regelmäßigkeiten zielgerichtete und erfolgsorientierte Aktionen initiiert (z.B. "Man darf in Windows nicht gleichzeitig Programm A und Programm B ausführen, ansonsten muss man alle

⁸ Man kann hier durchaus Parallelen zu den Krisenexperimenten ziehen, in denen Harold Garfinkel gewohnte Interaktions-Schemata und –Regeln ignoriert und damit seine Mitmenschen verunsichert hat; vgl. Schimank 2002: 53.

Programme schließen und den Rechner neu starten"). Das Verhalten der Technik wirkt irgendwie menschlich, aber befremdlich zugleich.

Roboter haben jedoch zu viele Freiheitsgrade, d.h. sie bewegen sich nicht innerhalb des Horizont des normativ Erwartbaren,⁹ sondern im Rahmen des technisch Möglichen; insofern sind Roboter keine soziale Wesen, da sie nicht sozialisiert, d.h. in den normativen Rahmen der Gesellschaft eingebettet sind. Prinzipiell spricht nichts dagegen, dass sie norm-konformes Verhalten lernen können, was jedoch - ähnlich wie beim Menschen - ein langwieriger Prozess wäre, der u.a. das Prinzip der Bildung von Erwartungserwartungen beinhaltet. Dies hätte aber eine - zumindest partielle - Rücknahme des Prinzips der beliebigen Kombinierbarkeit zur Folge (was ja eines der besonderen Merkmale "intelligenter" Technik ist), also eher eine Trivialisierung anstelle von Multifunktionalität, die es dem menschlichen Gegenüber ermöglichen würde, das Verhalten der Maschine zu verstehen und sich ihr gegenüber strategisch zu verhalten.

In dem Maße, in dem sich die "intelligente" Technik der strategischen Manipulation entzieht und damit gerade nicht mehr als *Mitspieler* zur Verfügung steht, verändert sich jedoch der Status des Menschen, der in zunehmendem Maße gezwungen wird, sein Verhalten dem der Maschine anzupassen. "Intelligente" Technik entlastet uns von vielen lästigen Routinetätigkeiten, z.B. die Rolläden von Hand zu betätigen, aber mit der Delegation von Kontrollfunktionen an vernetzte Mini-Rechner ("Pervasive Computing") geben die Menschen zugleich die Kontrolle aus der Hand, weil sie das Verständnis für die Prozesse in den sich selbst steuernden Systemen zunehmend verlieren und sich die Eingriffsmöglichkeiten zugleich verringern. "Intelligente" Technik zwingt den Menschen zu passiv-reaktivem Verhalten, zur Anpassung an den jeweiligen Systemzustand, was mit einer deutlichen Verringerung der Strategiefähigkeit menschlicher Akteure einhergeht. Zudem führen smarte Systeme, die Transaktionen hinter dem Rücken menschlicher Akteure durchführen, zu einer Erosion des Vertrauens, das ein wesentliches Fundament moderner Gesellschaften ist (vgl. Schimank 1992, Mattern 2003).

Dieser Wandel vom strategischen Handeln in sozialen Systemen zum adaptiven Verhalten in hybriden Systemen könnte eine der langfristigen, nicht-intendierten Konsequenzen der Hochautomation sein, auf die Gene Rochlin immer wieder mahnend hinweist (1998). In welchem Maße es der Gesell-

⁹ Dieser Horizont des normativ Erwartbaren kann sich historisch wandeln (u.a. angetrieben durch Prozesse der Verwissenschaftlichung und Technisierung); allerdings ist dies ein sehr langwieriger Prozess, der nicht mit der enormen Geschwindigkeit der Entstehung neuer Techniken korrespondiert.

schaft in Zukunft gelingen wird, über reine Ad-hoc-Anpassungen hinaus zu kommen und neue Regeln für den Umgang mit "intelligenter" Technik (und damit neuer Muster sozialer Ordnung) zu entwickeln, die eine gewisse Verlässlichkeit und vor allem Erwartungssicherheit beinhalten, ist eine offene Frage, die sich zurzeit nur spekulativ beantworten lässt.

6.3 Handlungskoordination in hybriden Systemen

Um diese Zukunftsperspektiven und insbesondere die Frage nach neuen Formen sozialer (bzw. sozio-technischer) Ordnung auszuleuchten, die sich aus dem Zusammenspiel von menschlichen Akteuren und nicht-menschlichen Agenten ergeben, ist folgende Rekonstruktion der Technisierung des Straßenverkehrs instruktiv, die danach fragt, wie die Handlungskoordination im Falle der Kollisionsvermeidung an einer Straßenkreuzung funktioniert (vgl. Schaubild 3).

| Schaubild 3: Genealogie der Koordinationsformen | | | |
|--|--|----------------|-------------------------------------|
| | Koordination | Technik | Beispiel Straßenkreuzung |
| 1 | dezentrale Koordination | Keine | Interaktive Konfliktregulierung |
| 2 | hierarchische Steuerung | Keine | Verkehrspolizist |
| 3 | hierarchische Steuerung | konventionell | Verkehrsampel |
| 4 | hierarchische Steuerung | intelligent | Verkehrsampel |
| 5 | a) hierarchische Steuerung b) dezentrale Koordination | Agententechnik | virtuelle Kreuzung |

Ausgangspunkt sei eine (fiktive) Kreuzung zweier Wege im 19. Jahrhundert, die weder mit einem verbindlichen normativen Regelwerk noch mit technischen Instrumenten ausgestattet war; Konflikte bei sich kreuzendem Verkehr wurden interaktiv zwischen den Beteiligten ausgehandelt oder durch Einsatz von Macht geklärt. Die Einführung des Verkehrspolizisten zu Beginn des 20. Jahrhunderts bedeutet einen deutlichen Einschnitt, weil sie eine Verhaltens-Normierung beinhaltet, die für alle Verkehrsteilnehmer die Unterwerfung unter eine hierarchische Ordnung bedeutet; diese wird von einem menschlichen Akteur repräsentiert, der den Verkehr reguliert. Die Verkehrsampel, die den Verkehrspolizisten später schrittweise substituiert, ist ein gutes Beispiel für die Latoursche These, dass Non-humans als funk-

tionale Äquivalente menschlicher Akteure agieren können; auch die von Latour diagnostizierte Technisierung der Handlungskoordination lässt sich an diesem Beispiel gut nachvollziehen, denn die mit der Verkehrsregelung verbundenen Intentionen lassen sich mit Hilfe einer Ampel viel rigoroser durchsetzen als durch einen Polizisten, der eine gewisse Anfälligkeit für kommunikative Irritationen und, damit verbunden, einen gewissen Handlungsspielraum besitzt.

Die intelligente Ampel, die Ende des 20. Jahrhunderts weit verbreitet ist, regelt den Verkehr nunmehr situationsangepasst, d.h. sie beinhaltet eine gewisse Rückkehr zu der Flexibilität, die der Verkehrspolizist hatte, ohne dass sich diese jedoch kommunikativ vermittelt wird. Sie basiert allerdings weiterhin auf stationären, d.h. für alle Beteiligten sichtbaren Signalanlagen, hinter denen sich eine aufwändige Steuerungselektronik verbirgt, welche beispielsweise Vorrangschaltungen für Busse oder Krankenwagen ermöglicht. Das Steuerungsmodell ist jedoch nach wie vor zentralistisch-hierarchisch, d.h. es gibt eine übergeordnete Logik, der sich die einzelnen Verkehrsteilnehmer anzupassen haben.

Die virtuelle Straßenkreuzung der Zukunft könnte auf stationäre Anlagen gänzlich verzichten und den Durchfluss der Fahrzeuge in einer Weise organisieren, wie er beispielsweise aus der chaotischen Lagerhaltung in der Logistik bekannt ist (vgl. Mattern 2003: 14).¹⁰ Eine chaotische Durchfluss-Steuerung an einer virtuellen Straßenkreuzung könnte jede Lücke nutzen und so einen optimalen Verkehrsfluss gewährleisten. Für den außen stehenden Beobachter würde das Gesamtverhalten des Systems undurchschaubar und chaotisch wirken. Wenn alle Fahrzeuge mit entsprechender Technik ausgestattet wären (in der Luftfahrt, der Schifffahrt und im Schienenverkehr ist das bereits weitgehend der Fall), könnten die entsprechenden Kommandos direkt in die Displays der Fahrzeuge übertragen werden; prinzipiell machbar wäre auch eine vollautomatische Steuerung mit direkten Eingriffen in das Fahrzeug, z.B. in Form der Auslösung eines automatischen Bremsmanövers bei Nicht-Beachtung des Signals. Generell bieten sich dabei zwei Steuerungsarchitekturen an, über die in den entsprechenden Ingenieur-Communities zurzeit intensiv diskutiert wird (Hughes/Mecham 2004, Weyer 2004):

- a) Eine zentrale Steuerung, bei der ein Zentralrechner alle Daten sammelt, zu Szenarien aufbereitet und durch entsprechende Kommandos an die einzelnen Verkehrsteilnehmer ein *globales Optimum* herstellt (z.B. Gesamtauslastung des Systems oder maximaler Durchfluss an der ent-

¹⁰ Bei Siemens wird an diesem Projekt bereits intensiv geforscht; vgl. Sterbak 2005.

sprechenden Kreuzung). Dies ist allerdings mit tief greifenden Eingriffen in die Autonomie der einzelnen Verkehrsteilnehmer verbunden, die nicht immer verstehen werden, warum sie bestimmte Anweisungen befolgen sollen. Ihre Bereitschaft, sich den Vorgaben der zentralen Steuerung unterzuordnen, bleibt somit ein nicht nur motivationales, sondern auch sozialtheoretisches Problem.

- b) Eine dezentrale Koordination der Verkehrsteilnehmer unter Verzicht auf eine Zentrale, was konkret bedeutet, dass die Bordrechner der Fahrzeuge bei der Annäherung an die Kreuzung Verhandlungen darüber initiieren, nach welchem Modus und in welcher Reihenfolge die Kreuzung passiert wird, damit eine Kollision vermieden wird (vgl. Wagner 2003, Liekenbrock 2005). Dieser Modus ermöglicht den Verzicht auf eine übergeordnete Planung und Steuerung und beinhaltet in gewisser Weise eine Rückkehr zu ursprünglichen Formen unmittelbarer Kommunikation – wenngleich auf hohem elektronischem Niveau. Die Agenten-Technik liefert die technische Grundlage für derartige selbstorganisierte Systeme, die ihr Verhalten *lokal optimieren* und in denen die einzelnen Teilnehmer und strategisch interagieren, um ihre Ziele zu erreichen. Ob es eine "Invisible hand" gibt, die – jenseits der individualistischen Kalküle der einzelnen Akteure – dafür Sorge trägt, dass sich auf diese Weise ein Gesamtoptimum einstellt, ist eine offene Frage. Die Theorie der Selbstorganisation kann dieses Problem zurzeit nur experimentell, nicht aber theoretisch lösen; sie ist mittlerweile in der Lage ist, mit Hilfe von Computersimulation die emergenten Strukturen zu rekonstruieren und zu modellieren, die sich in komplexen Systemen (Wanderdünen, Verkehrsstaus, Müslipackungen etc.) ergeben. Sie versteht die Regeln, die die Prozesse auf der Mikro-Ebene steuern, kann aber nach wie vor keine Gesetze für die Makro-Ebene formulieren (vgl. Richter/Rost 2004).

In beiden Fällen wird jedoch deutlich, dass die Kollisionsvermeidung an einer Straßenkreuzung sich im Modus des verteilten Handelns abspielen wird, der sich durch die Beteiligung einer Vielzahl von Akteuren und Agenten ergibt; dabei reduziert die zunehmende Technisierung und Automation der Koordinations-Prozesse den Handlungs- und Entscheidungsspielraum des menschlichen Akteurs. Die Lösungen werden hinter seinem Rücken und ohne seine Beteiligung ausgehandelt, was die gesamten Abläufe undurchschaubar und unberechenbar macht. Spielräume für strategisches Handeln gibt es in derartigen Systemen nicht mehr; denn bei einer "intelligenten", situationsangepassten Steuerung des Verkehrsflusses an einer viel befahrenen Straßenkreuzung wäre jede ungeplante Abweichung eine nicht akzeptable Gefährdung anderer Verkehrsteilnehmer. Der Mensch wird damit zum Beobachter des Systems, der sich passiv-reaktiv und adaptiv verhalten

muss und die Steuerung und Kontrolle seines Verhaltens weitgehend an Agenten-Systeme delegiert.

7 Fazit: Kooperation in hybriden Systemen

Ausgangshypothese dieser Abhandlung war die Vermutung, dass sich in hybriden Systemen die Partizipationschancen der menschlichen Akteure verschlechtern. Diese Vermutung hat sich weitgehend bestätigt: In einer Welt voll smarter Objekte nehmen die Möglichkeiten für strategisches Handeln deutlich ab; die Delegation von Kontroll- und Steuerungsfunktionen an autonome Maschinen begrenzt den Handlungs- und Entscheidungsspielraum des Menschen und zwingt ihn tendenziell zu adaptivem Verhalten. Strategisches Verhalten beinhaltet immer die (partielle) Berechenbarkeit des Interaktionspartners, was im Falle "intelligenter" Technik aufgrund der Vielzahl emergenter Systemzustände nahezu unmöglich wird.

Eine funktionierende Interaktion und Koordination von Mensch und Technik in verteilten Systemen setzt also eine Sozialisierung avancierter technischer Geräte voraus, d.h. ihre Integration in eine normativ geprägte Struktur von Verhaltenserwartungen, die sich interaktiv vermitteln lassen (vgl. Sturma 2001: 125). Ob in Zukunft neue Formen sozio-technischer Ordnung entstehen werden, die ein risikoarmes Zusammenleben von Menschen und "intelligenter" Technik ermöglichen, wird – abgesehen von den üblichen sukzessiven Erfahrungs- und Kompetenzgewinnen bei der Einführung neuer Technik – maßgeblich davon abhängen, ob es gelingt, normativ basierte und von allen Beteiligten verinnerlichte Formen der Sozialität zu etablieren, die für Menschen wie auch für Roboter, Agenten und Automaten gleichermaßen gelten.

Dies setzt allerdings voraus, dass bereits im Konstruktionsprozess avancierter Technik Vorkehrungen für deren Sozialisierung getroffen werden, d.h. Mechanismen eingebaut werden, die – ähnlich wie beim heranwachsenden Kind bzw. Jugendlichen – die Freiheitsgrade avancierter Technik beschneiden und zur Berücksichtigung von Normen beitragen.

8 Literatur

- Berger, P./Luckmann, T., 1980: Die gesellschaftliche Konstruktion der Wirklichkeit. Eine Theorie der Wissenssoziologie, Frankfurt: Fischer
- Braun, I./Feuerstein G./von Grote-Janzen, J., 1991: Organ-Technik. Technik und Wissenschaft im Organtransplantationswesen, in: Soziale Welt 42: 445-472
- 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

- Cohnen, H., 2005: Posthumanistische Sozialitätskonzepte der KI-Forschung und der angewandten Robotik, Dortmund (Diplomarbeit)
- Coleman, J.S., 1991: Grundlagen der Sozialtheorie. Handlungen und Handlungssysteme. Band 1: München: Oldenbourg
- Christaller, T., et al., 2001: Robotik. Perspektiven für menschliches Handeln in der zukünftigen Gesellschaft, Berlin: Springer
- Christaller, T./Wehner, J., (Hg.), 2003: Autonome Maschinen - Perspektiven einer neuen Technikgeneration, Wiesbaden: Westdeutscher Verlag
- Disco, C./v.d. Meulen, B., 1998: Getting New Technologies Together. Studies in Making Sociotechnical Order, Berlin: de Gruyter
- Epstein, J.M./Axtell, R., 1996: Growing Artificial Societies. Social Science from the Bottom Up, Washington D.C.: Brookings Inst. Press
- Esser, H., 1991: Alltagshandeln und Verstehen. Zum Verhältnis von erklärender und verstehender Soziologie am Beispiel von Alfred Schütz und 'Rational Choice', Tübingen: Mohr
- Esser, H., 1993: Soziologie. Allgemeine Grundlagen, Frankfurt/M.: Campus
- Fricke, W., (Hg.), 1998: Innovationen in Technik, Wissenschaft und Gesellschaft, Bonn: Friedrich-Ebert-Stiftung (Forum Humane Technikgestaltung, Bd. 19)
- Habermas, J., 1968: Technik und Wissenschaft als Ideologie, Frankfurt/M.: Suhrkamp
- Habermas, J., 1981: Theorie des kommunikativen Handelns (2 Bde.), Frankfurt/M.: Suhrkamp
- Herrtwich, R.G., 2003: Fahrzeuge am Netz, in: Mattern 2003, 63-83
- Hughes, D./Mecham, M., 2004: 'Free-Flight' Experiments, in: Aviation Week & Space Technology, June 7, 2004: 48-50
- Kaeser, Eduard, 2004: Autonome Artefakte - ein Testfall für die Autonomie des Menschen?, in: Soziale Welt 55: 369-388
- Krohn, W./Küppers, G., 1989: Die Selbstorganisation der Wissenschaft, Frankfurt/M.: Suhrkamp
- Latour, B., 1998: Über technische Vermittlung. Philosophie, Soziologie, Genealogie, in: Rammert 1998, 29-81
- Latour, B., 1998a: Aramis - oder die Liebe zur Technik, in: Fricke 1998, 147-164
- Liekenbrock, D., 2005: Dezentrale Selbststeuerung komplexer Netzwerke durch Multi-Agenten-Systeme (Vortrag Univ. Dortmund, 3. mai 2005)
- Luhmann, N., 1984: Soziale Systeme. Grundriß einer allgemeinen Theorie, Frankfurt/M.: Suhrkamp
- Luhmann, N., 1990: Die Wissenschaft der Gesellschaft, Frankfurt/M.: Suhrkamp
- Mattern, F., (Hg.), 2003: Total vernetzt. Szenarien einer informatisierten Welt (7. Berliner Kolloquium der Gottlieb Daimler- und Karl Benz-Stiftung), Heidelberg: Springer
- Mattern, F., 2003a: Vom Verschwinden des Computers - Die vision des Ubiquitous Computing, in: Mattern 2003, 1-41
- Mayntz, R., 2003: Mechanisms in the Analysis of Macro-Social Phenomena, MPIfG Working Paper 03/3 (April 2003), www.mpi-fg-koeln.de/pu/workpap/wp03-3/wp03-3.html (13.05.03)
- Mayntz, R./Scharpf, F.W., (Hg.), 1995: Gesellschaftliche Selbstregelung und politische Steuerung, Campus: Frankfurt/M.
- Mayntz, R./Scharpf, F.W., 1995: Der Ansatz des akteurzentrierten Institutionalismus, in: Mayntz/Scharpf 1995, 39-72
- Miller, M., 1994: Ellbogenmentalität und ihre theoretische Apotheose, in: Soziale Welt 45: 5-15
- Perrow, C., 1987: Normale Katastrophen. Die unvermeidbaren Risiken der Großtechnik, Frankfurt/M.: Campus

- Popitz, H., 1995: Der Aufbruch zur Artifizialen Gesellschaft. Zur Anthropologie der Technik, Tübingen: J.C.B. Mohr
- Rammert, W., (Hg.), 1998: Technik und Sozialtheorie, Frankfurt/M.: Campus
- Rammert, W., 2002: Verteilte Intelligenz im Verkehrssystem. Interaktivitäten zwischen Fahrer, Fahrzeug und Umwelt, in: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 97/7-8: 404-408
- Rammert, W./Schulz-Schaeffer, I., (Hg.), 2002: Können Maschinen handeln? Soziologische Beiträge zum Verhältnis von Mensch und Technik, Frankfurt/M.: Campus
- Rammert, W./Schulz-Schaeffer, I., 2002: Technik und Handeln. Wenn soziales Handeln sich auf menschliches Verhalten und technische Abläufe verteilt, in: Rammert/Schulz-Schaeffer 2002, 11-64
- Rammert, W., 2003: Technik in Aktion. Verteiltes Handeln in soziotechnischen Konstellationen, in: Christaller/Wehner 2003: 289-315
- Richter, Klaus/Rost, Jan-Michael, 2004: Komplexe Systeme, Frankfurt/M.: Fischer
- Resnick, M., 1995: Turtles, Termites, and Traffic Jams. Explorations in Massively Parallel Microworlds (Complex Adaptive Systems), Cambridge/Mass.: MIT Press
- Rochlin, G., 1998: Trapped in the net. The unanticipated consequences of computerization, Princeton: Princeton UP
- Schimank, U., 1992a: Erwartungssicherheit und Zielverfolgung. Sozialität zwischen Prisoner's Dilemma und Battle of the Sexes, in: Soziale Welt 43: 182-200
- Schimank, U., 2000: Handeln und Strukturen. Einführung in eine akteurtheoretische Soziologie, München: Juventa
- Schmidt, S.J., (Hg.), 1987: Der Diskurs des Radikalen Konstruktivismus; Frankfurt/M.: Suhrkamp
- Simonis, G., et al. (Hg.), 2001a: Politik und Technik. Analysen zum Verhältnis von technologischem, politischem und staatlichem Wandel am Anfang des 21. Jahrhunderts, Wiesbaden: Westdeutscher Verlag (PVS Sonderheft 31)
- Sterbak, Rolf, 2005: Mein Auto versteht mich, in: Pictures of the Future, Herbst 2005: 56-58
- Sturma, D., 2001: Robotik und menschliches Handeln, in: Christaller 2001, 111-134
- TA-Swiss (Hg.), 2003a: Auf dem Weg zur intelligenten Mobilität. Kurzfassung des TA-Arbeitsdokumentes "Das vernetzte Fahrzeug" (TA 43A/2003), Bern www.ta-swiss.ch/www-remain/reports_archive/publications/2003/KF_Verkehrstelematik_d.pdf (06.10.03)
- TA-Swiss (Hg.), 2003b: Unser Alltag im Netz der schlaunen Gegenstände. Kurzfassung der TA-Swiss-Studie "Das Vorsorgeprinzip in der Informationsgesellschaft", Bern (TA 46A/2003), www.ta-swiss.ch/www-remain/reports_archive/publications/2003/TA_46A_2003_deutsch.pdf (06.10.03)
- Timpe, K.-P., et al., (Hg.), 2002: Mensch-Maschine-Systemtechnik. Konzepte, Modellierung, Gestaltung, Evaluation, Düsseldorf: Symposion
- Wagner, T./Göhner, P./Urbano, P.G. de A., 2003/04: Softwareagenten - Einführung und Überblick über eine alternative Art der Softwareentwicklung, in: Automatisierungstechnische Praxis 45 (2003), H. 10: 48-57 (Teil 1), H. 11: 57-65 (Teil 2) und 46 (2004), H. 2: 42-51 (Teil 3)
- Weber, M., 1922 (1985): Wirtschaft und Gesellschaft. Grundriss der verstehenden Soziologie, Tübingen: J.C.B. Mohr
- Weyer, J., (Hg.), 2000: Soziale Netzwerke. Konzepte und Methoden der sozialwissenschaftlichen Netzwerkforschung, München: Oldenbourg Verlag
- Weyer, J., 1993: Akteurstrategien und strukturelle Eigendynamiken. Raumfahrt in Westdeutschland 1945-1965, Göttingen: Otto Schwartz

- Weyer, J., 2000a: Soziale Netzwerke als Mikro-Makro-Scharnier. Fragen an die soziologische Theorie, in: Weyer 2000, 237-254
- Weyer, J., 2004: Creating Order in Hybrid Systems. Reflexions on the Interaction of Man and Smart Machines (Universität Dortmund, Soziologische Arbeitspapiere Nr. 7/Okt. 2004)
- Weyer, J., et al., 1997: Technik, die Gesellschaft schafft. Soziale Netzwerke als Ort der Technikgenese, Berlin: edition sigma
- Willke, H., 1984: Gesellschaftssteuerung, in: M. Glagow (Hg.), Gesellschaftssteuerung zwischen Korporatismus und Subsidiarität, Bielefeld: AJZ Verlag, 29-53
- Willke, H., 1995: Systemtheorie III: Steuerungstheorie. Grundzüge einer Theorie der Steuerung komplexer Sozialsysteme, Stuttgart: Gustav Fischer

Bereits erschienene Soziologische Arbeitspapiere

- 1/2003 Hartmut Hirsch-Kreinsen, David Jacobsen, Staffan Laestadius, Keith Smith
Low-Tech Industries and the Knowledge Economy: State of the Art and Research Challenges (August 2003)
- 2/2004 Hartmut Hirsch-Kreinsen
"Low-Technology": Ein innovationspolitisch vergessener Sektor (Februar 2004)
- 3/2004 Johannes Weyer
Innovationen fördern – aber wie? Zur Rolle des Staates in der Innovationspolitik (März 2004)
erschienen in: Rasch, M./Bleidick, D., (Hg.):
Technikgeschichte im Ruhrgebiet – Technikgeschichte für das Ruhrgebiet, Essen: Klartext Verlag 2004, 278-294
- 4/2004 Konstanze Senge
Der Fall Wal-Mart: Institutionelle Grenzen ökonomischer Globalisierung" (Juli 2004)
- 5/2004 Tabea Bromberg
New Forms of Company Co-operation and Effects on Industrial Relations (Juli 2004)
- 6/2004 Gerd Bender
Innovation in Low-tech – Considerations based on a few case studies in eleven European countries (September 2004)
- 7/2004 Johannes Weyer
Creating Order in Hybrid Systems. Reflexions on the Interaction of Man and Smart Machines (Oktober 2004)
- 8/2004 Hartmut Hirsch-Kreinsen
Koordination und Rationalität (Oktober 2004)
- 9/2005 Jörg Abel
Vom Kollektiv zum Individuum?
Zum Verhältnis von Selbstvertretung und kollektiver Interessenvertretung in Neue Medien-Unternehmen (Juli 2005)
- 10/2005 Johannes Weyer
Die Raumfahrtspolitik des Bundesforschungsministeriums (Oktober 2005)

- 11/2005 Horst Steg
Transnationalisierung nationaler Innovationssysteme
(Dezember 2005)
- 12/2006 Tobias Haertel
UsersAward: Ein Beitrag zur optimalen Gestaltung von
Mensch-Maschine-Systemen in der Logistik (Februar 2006)
mittlerweile erschienen als Technical Report 06005 / ISSN
1612-1376 des Sonderforschungsbereichs 559: Modellierung
großer Netze in der Logistik
- 13/2006 Doris Blutner, Stephan Cramer, Tobias Haertel
Der Mensch in der Logistik: Planer, Operateur und
Problemlöser (März 2006)
mittlerweile erschienen als Technical Report 06004 / ISSN
1612-1376 des Sonderforschungsbereichs 559: Modellierung
großer Netze in der Logistik
- 14/2006 Johannes Weyer
Die Zukunft des Autos – das Auto der Zukunft. Wird der
Computer den Menschen ersetzen? (März 2006)
- 15/2006 Simone Reineke
Boundary Spanner als Promotoren des Wissens-
managementprozesses in Unternehmensnetzwerken
(Juli 2006)

Bereits erschienene Arbeitspapiere des Lehrstuhls Wirtschafts- und Industriesoziologie (vormals Technik und Gesellschaft)

- 1/1998 Hartmut Hirsch-Kreinsen
Industrielle Konsequenzen globaler Unternehmensstrategien
(Juni 1998)
- 2/1998 Gerd Bender
Gesellschaftliche Dynamik und Innovationsprojekte (Juli
1998)
- 3/1999 Staffan Laestadius
Know-how in a low tech company - chances for being
competitive in a globalized economy (März 1999)
- 4/1999 Hartmut Hirsch-Kreinsen/Beate Seitz
Innovationsprozesse im Maschinenbau (Juni 1999)
- 5/1999 Howard Davies
The future shape of Hong Kong's economy: Why low
technology manufacturing in China will remain a sustainable
strategy (November 1999)
- 6/2000 Hartmut Hirsch-Kreinsen
Industriesoziologie in den 90ern (Februar 2000)
- 7/2000 Beate Seitz
Internationalisierungsstrategien und
Unternehmensreorganisationen (Februar 2000)
- 8/2000 Gerd Bender/Horst Steg/Michael Jonas/Hartmut Hirsch-
Kreinsen
Technologiepolitische Konsequenzen "transdisziplinärer"
Innovationsprozesse (Oktober 2000)
- 9/2001 Marhild von Behr
Internationalisierungsstrategien kleiner und mittlerer
Unternehmen (März 2001)
- 10/2002 Gerd Bender/Tabea Bromberg
Playing Without Conductor: the University-Industry Band in
Dortmund – Networks, Spin-offs and Technology Centre
(Januar 2002)

- 11/2002 Michael Jonas/Marion Berner/Tabea Bromberg/A.
Kolassa/Sakir Sözen
'Clusterbildung' im Feld der Mikrosystemtechnik – das
Beispiel Dortmund (Januar 2002)
- 12/2002 Hartmut Hirsch-Kreinsen
Wissensnutzung in dynamischen Produktionsstrukturen.
Ergebnisse eines Workshops am 15. Oktober 2002,
Universität Dortmund (November 2002)
- 13/2002 Hartmut Hirsch-Kreinsen
Knowledge in Societal Development: The Case of Low-Tech
Industries (November 2002)

Die Arbeitspapiere sind über den Lehrstuhl erhältlich.

Bereits erschienene Arbeitspapiere des Fachgebiets Techniksoziologie

- 1/2003 Johannes Weyer
Von Innovations-Netzwerken zu hybriden sozio-technischen Systemen. Neue Perspektiven der Techniksoziologie (Juni 2003)
erschieden in: L. Bluma et al. (Hg.), Technikvermittlung und Technikpopularisierung. Historische und didaktische Perspektiven, Münster: Waxmann 2004 (Cottbuser Studien zur Geschichte von Technik, Arbeit und Umwelt, Bd. 23), 9-31
- 2/2003 Johannes Weyer/Stephan Cramer/Tobias Haertel
Partizipative Einführung von Methoden und Techniken in der Projektorganisation eines Softwareherstellers (Juli 2003)
(Projekt-Endbericht – nur zum internen Gebrauch)
- 3/2003 Stephan Cramer
How safety systems made seafaring risky. Unintended acceleration in the 19th century (August 2003)