SSOAR

Open Access Repository
www.ssoar.info

Technik, Handeln und Sozialstruktur: eine Einführung in die Soziologie der Technik

Rammert, Werner

Veröffentlichungsversion / Published Version
Arbeitspapier / working paper

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:
Rammert, W. (2006). *Technik, Handeln und Sozialstruktur: eine Einführung in die Soziologie der Technik.* (TUTS - Working Papers, 3-2006). Berlin: Technische Universität Berlin, Fak. VI Planen, Bauen, Umwelt, Institut für Soziologie Fachgebiet Techniksoziologie. https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-11997

Nutzungsbedingungen:
Dieser Text wird unter einer Basic Digital Peer Publishing-Lizenz zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den DiPP-Lizenzen finden Sie hier:
http://www.dipp.nrw.de/lizenzen/dppl/service/dppl/

Terms of use:
This document is made available under a Basic Digital Peer Publishing Licence. For more Information see:
http://www.dipp.nrw.de/lizenzen/dppl/service/dppl/

gesis
Leibniz-Institut
für Sozialwissenschaften

Mitglied der
Leibniz-Gemeinschaft

Werner Rammert

Technik, Handeln und Sozialstruktur: Eine Einführung in die Soziologie der Technik

Technical University Technology Studies
Working Papers

TUTS-WP-3-2006

Technik, Handeln und Sozialstruktur: Eine Einführung in die Soziologie der Technik

Werner Rammert

Inhalt:

1. Die Technik der Gesellschaft: Ein kurzer Abriss ……..…. 2

2. Technik und soziales Handeln im Alltag: Eine phänomenologische Annäherung ……..…. 3

3. Der Begriff der Technik: Ein systematischer Vorschlag ……..... 5

4. Technischer Wandel als Thema der Soziologie: Einige Aspekte ….....…… 8

5. Perspektiven der Techniksoziologie: Eine Verschiebung ……..…… 12

5.1 Technik und die gesellschaftlichen Folgen: Formen des Technikdeterminismus ……..……..... 13

5.2 Die gesellschaftliche Konstruktion von Techniken: Phasen der Technikgenese ……..…… 15

5.3 Soziotechnische Konstellationen im Wandel: Varianten des Technopragmatismus ……..……. 20

Literaturverzeichnis 27

1. Die Technik der Gesellschaft: Ein kurzer Abriss

In diesem Beitrag wird *Technik* zugleich als integraler Bestandteil und besonderer Aspekt der Gesellschaft betrachtet. Sie ist selbstverständlicher Teil der *Sozialstruktur*: Denn ohne Bezug zu unterschiedlichen Formen der Technik ließen sich die Berufs-, Branchen- und Sektorenstrukturen einer Gesellschaft nicht erklären. Berufe und Arbeitssituationen wandeln sich mit den Typen von Technik (Werkzeuge, Maschinen, Automaten); Industriebranchen und Wirtschaftssektoren verändern sich mit neuen Generationen von Technologien (Großrechner, PC, Internet). Zusammen mit den *technischen Infrastruktursystemen* (Mayntz 1993; Mayntz/Hughes 1988) für Wasser, Energie, Verkehr und Kommunikation bilden diese soziotechnischen Konstellationen die *Technostruktur* einer Gesellschaft.

Techniken sind Resultate *sozialen Handelns* und sind oftmals insbesondere eine Form *kreativen Handelns*, wie das Forschen und Entdecken von Ursache-Wirkungs-Beziehungen (Kausalität) und das Erproben und Erfinden von wirksamen Zweck-Mittel-Relationen (Effektivität) (Dewey 1938). Handeln mit Technik wird häufig auf den Typ *instrumentellen Handelns* (Habermas 1968) verkürzt. Arbeitshandeln oder Maschinenführung sind nicht nur instrumentelle Vollzüge, sondern beinhalten auch kooperative Abstimmung, interaktive Aneignung und manchmal auch innovative Umgestaltung. Technikbezogenes Handeln im Alltag beschränkt sich ebenso wenig auf die rein instrumentelle Nutzung der nützlichen Dinge, sondern bedeutet auch demonstratives Konsumhandeln (Veblen 1899) mit Edelmarkenprodukten, expressive Identitätsbildung bei mobilen Musikgenießern (Du Gay et al. 1997) und Kultivierung von Lebensstilen bei „Zeitpionieren“ oder „Wellenreitern“ mittels der Technik und ihrer spielerischen Umnutzung (Hörning 2001).

Die Techniken der Gesellschaft sind in doppelter Weise mit deren *Kultur* verbunden: Einerseits sind sie selbst vergegenständlichte Kultur – wie Architektur und Autokultur –, andererseits werden sie in ihrer Gestalt und Genese durch besondere kulturelle *Stile* und *Orientierungen* geprägt (Rammert 2002). Diese verdichten sich in kulturell kontrastierenden Nutzungsvisionen, wie die Verwendung von Schießpulver für die Vernichtung oder zum Vergnügen, in technischen *Leitbildern* (Dierkes/Hoffmann/Marz 1992) einer menschenleeren Fabrik, eines papierlosen Büros oder einer autogerechten Stadt und in kulturellen *Nutzungskonzepten* (Rammert 1993), wenn Telefone entweder als einseitiges Nachrichtenmittel oder als Medium des Wechselgesprächs, Computer entweder als Rechenmaschine oder als Kommunikationsmedium entworfen oder genutzt werden. Umgekehrt können die Gestalt einer Technik und die Eigenheiten einer gesamten Technostruktur als „*objektive Kultur*“ (Simmel 1900) gelesen werden. Sie repräsentieren nicht nur, welche Denkweisen in einer Kultur dominieren und welche Problemlösungen bevorzugt werden, sondern auch die Art und Weise, wie verschiedene gesellschaftliche Gruppen im Alltag praktisch und stilbildend mit Techniken umgehen.

Techniken werden als Ressourcen für die Ausübung von *Macht* zwischen Menschen, Organisationen oder Nationalstaaten verwendet. Sie wirken dann als Mittel zur Kontrolle der Beschäftigten durch das Management, z.B. durch EDV- und Überwachungssysteme (Ortmann/Windeler/Becker/Schulz 1990), zur Stärkung der Wettbewerbsposition von Unternehmen durch Produktinnovation (Rammert 1988) oder zur Gestaltung internationaler Beziehungen (Staaten mit und ohne Atomwaffen). Wenn von der „Macht der Computer und der Ohnmacht der Vernunft“ (Weizenbaum 1977) gesprochen wird, dann ist ein anderer Aspekt gemeint: der *Sachzwang*, der von der Materialität und Undurchsichtigkeit technischer Systeme ausgeht. Von anderen sozialen Zwängen unterscheidet er sich durch seine besondere Widerständigkeit gegenüber abweichendem und veränderndem Handeln.

Technik wird zwar in den institutionellen Bereichen von Wissenschaft, Wirtschaft und Politik vorangetrieben, und im Hinblick auf technische Innovationen spricht man von einem *nationalen Innovationssystem* (vgl. Braun-Thürmann 2005; Blättel-Mink 2006). Aber die Erzeugung und Verwendung von Techniken bildet kein eigenständiges Teilsystem der Gesellschaft, das über die Interdependenz mit anderen Teilsystemen zur *funktionalen Integration* der Gesellschaft beiträgt. Vielmehr gehen aus den einzelnen *Sachintegrationen* (Joerges 1996) in die Handlungsabläufe eines jeden Teilsystems gefestigte *soziotechnische Konstellationen* hervor. Über die Anschließbarkeit der technischen Teilstrukturen untereinander wachsen Technostrukturen heran, welche über Leitungsnetze der Versorgung und Entsorgung, über Verkehrsnetze der Mobilität von Personen und Gütern und über Funk- und Kabelnetzwerke der Kommunikation eine *materiale Integration* der Gesellschaft sicherstellen.

2. Technik und soziales Handeln im Alltag: Eine phänomenologische Annäherung

Technik ist so selbstverständlich, dass wir sie kaum noch im Alltag wahrnehmen. Aber es vergeht keine Stunde, in der sie nicht unsere Handlungen vermittelt und beeinflusst. Es gibt kaum einen Ort, an dem sie nicht präsent ist oder den sie nicht hintergründig prägt. Wenn Gesellschaften und andere soziale Einheiten durch die sachliche Vielzahl, die zeitliche Wiederholung und die räumliche Ausbreitung von Handlungen und Interaktionen näher bestimmt werden können (vgl. Giddens 1988), dann lassen sich kaum Interaktionssituationen, wie die der Sozialisation in Familie und Freizeit oder der Kooperation und Kommunikation bei der Arbeit finden und erst recht keine Sozialstrukturen oder Teilsysteme der Gesellschaft, wie die Klassenstruktur, die Wirtschaft oder das Gesundheitswesen erfassen, die nicht *technisch bedingt* oder zumindest *technisch vermittelt* sind. Schauen wir uns nur einige der ersten Handlungen im Tageslauf eines modernen Menschen an!

Wecken ist die erste *soziale Handlung* am Morgen. Heute summt zwar der Wecker – also doch nur eine rein *technische Operation*? –, aber dahinter stecken viele soziale Handlungen und soziale Beziehungen (Arbeitsteilung; Zeitordnung), deren Produkt der Wecker ist. Sie sind in ihn eingebaut, und er ist sinnvoll in sie eingebettet. Nur kleine Kinder und Geliebte erfahren das Wecken noch als liebevolle körperliche Interaktion oder als unmittelbaren kommunikativen Weckruf „Aufstehen!“. Das Wecken ist in der Regel an einen *Mechanismus* delegiert, der Uhrwerk, Summer und Zeitprogramm miteinander kunstvoll und zweckmäßig kombiniert. Der Uhrmechanismus macht nur Sinn, wenn er mit Zeigern oder Ziffernsystemen ausgestattet ist, die wiederum die Technik der Zeitmessung mit den sozialen Zeitstandards verknüpfen. Ohne das Zusammenleben einer größeren Anzahl von Lebewesen und ohne die gesellschaftliche Teilung der Arbeit wären technisch präzise Zeitmessung und Zeitordnung nicht erforderlich. Heute hingegen in unserer hoch differenzierten Gesellschaft wäre die Koordination der Milliarden von Interaktionen ohne *Zeittechniken* kaum möglich (Elias 1984: 15). *Ohne Teilung und Taktung der Arbeit gäbe es keinen Zeittakt, ohne Zeittakt keinen Maschinentakt, auch keine getaktete „just in time“-Fertigung und letztlich auch keine technisch vermittelte und raffiniert verschachtelte Zeitordnung der Gesellschaft.*

Waschen ist die nächste soziale Handlung. Wieso sozial? Man wäscht doch nur seinen eigenen Körper. Ganz früher, weit auf dem Lande oder in schlechten Zeiten wusste man noch, dass dazu jemand Wasser holen musste. Heute strömt der Wasserstrahl warm aus

dem Duschkopf. Dahinter verbirgt sich jedoch ein *technisches Netz* aus Wasserleitungen, das wiederum mit einem Wasserwerk, Filtern und Pumpen verbunden ist, aber auch noch ein Rohrsystem zur Entwässerung mit einem Klärwerk an dessen Ende. Dass es sich beim Wasserholen nicht um eine freundliche Geste, sondern um nützliche *Arbeit* handelt, merkt man spätestens, wenn man als Kunde für die Leistung zahlt. Ob freundschaftliches Wasserholen mit dem Eimer vom Brunnen oder wirtschaftliches Bereitstellen fließenden Wassers, beide Handlungen sind *technisch vermittelte Sozialbeziehungen*. Man darf eben nicht beim einzelnen *technischen Artefakt* stehen bleiben. Hinter dem Duschkopf und dem elektrischen Boiler stecken weit verzweigte technische Netzwerke (Braun 1993; Braun/Joerges 1994) und *technische Infrastruktursysteme* der Gesellschaft (Mayntz 1993). *Zu diesen großen technischen Systemen zählen nicht nur die physikalischen Apparaturen und technischen Leitungsnetze, sondern auch die sozialen Standards und wirtschaftlichen Abrechnungssysteme, die Vertrags- und Gesetzeswerke wie auch die Regulierungsbehörden und Betreiberorganisationen (vgl. Hughes 1987).*

Überschlagen wir das gemeinsame Frühstück, obwohl auch das biodynamische Müsli nicht ohne Kühlschrank für die Vorzugsmilch und Vertriebssystem per Lastwagen denkbar wäre, der Werbespot im Rundfunk oder der Videoclip im Fernsehen sich auf das Kauf- und Konsumverhalten auswirken könnte, die Zeitungslektüre die politische Meinungsbildung beeinflussen könnte, usw.

Autofahren ist eine weitere soziale Handlung. Das wird uns jedoch meistens erst dann bewusst, wenn der Motor ‚streikt'! Erst wenn die Technik *nicht funktioniert*, wird ihre Verflechtung in ein größeres gesellschaftliches Netzwerk sichtbar: Die Werkstatt wird angerufen. Sie bildet mit den Autoherstellern, den Zulieferbetrieben, den Tankstellen, den Abschleppdiensten, den Kfz-Versicherungen, den technischen Überwachungsstellen, den Forschungsinstituten für Verkehrstechnik und vielen anderen ein großes gesellschaftliches *Expertensystem* (Giddens 1995), in dem das für die Herstellung, Verbesserung, Verbreitung und sichere Nutzung des Automobils relevante *Spezialwissen* auf viele Instanzen verteilt gespeichert ist. Der Anruf bei meinem Arbeitgeber übermittelt meine Entschuldigung für die heutige Verspätung. Mit der Motorisierung der Mobilität (vgl. Burkart 1994) sind neue *soziale Erwartungen* verbunden: dass man auch eine weit entfernte Arbeitsstelle annimmt und dass man für die Gewährleistung der Mobilität sich selbst und zuverlässig zu kümmern hat. Die sozialen Folgen der gewählten oder strukturell vorgegebenen *Verkehrstechnik* sind u.a. die starke räumliche Trennung von städtischen Industriebezirken und vorstädtischen Wohnsiedlungen.

Halten wir einige wesentliche Gesichtspunkte unserer phänomenologischen Annäherung an die Technik fest und verbinden sie mit einigen zentralen Einsichten der Techniksoziologie!

- Technik ist selbstverständlich *in unsere alltäglichen Handlungen eingebaut*. Wenn wir einkaufen, rechnet und registriert die Kasse, informieren uns Preisschilder, benutzen wir Einkaufswagen und Kofferraum; wenn wir uns verabreden, vermittelt das Telefon die Nachricht, koordiniert der Stadtplan den Ort, bewegt die U-Bahn die Körper im Raum und synchronisiert die Armbanduhr die Zeiten der Akteure.
- Die Technik ist zudem *in dahinter und darunter liegende, kaum sichtbare große Infrastruktursysteme eingebettet***.** Kauf und Verkauf in der Wirtschaft beruhen auf Verkehrsnetzen, wie Straßen, Schienen und Luftwegen. Kochen, Fernsehen und Verabreden bedürfen der Kraftwerke, Leitungsnetze und Stationen jenseits der Steckdose und des Kabelanschlusses.
- Technik wird *in ihrer Wirkung erfahrbar, wenn sie fehlt oder wenn sie nicht funktioniert.* Springt das Auto nicht an oder fällt gar der Strom für längere Zeit aus, dann wer-

den Routinen in kleinen Alltagswelten gestört, Rationalitäten in größeren Arbeitswelten unterbrochen, oder es bricht sogar die gesamte soziale Ordnung zusammen, wie wir es bei größeren Katastrophen immer wieder erleben.
– Technik hat *erwünschte Folgen* und *weniger erwünschte Nebenfolgen*. Die Folgen sind nicht durch die Technik direkt determiniert, sondern durch die Gestalt, die wir ihr geben, die Weise, wie wir sie institutionell einbetten, und den Stil, wie wir mit ihr umgehen.

Techniken sind ohne Frage zu allen Zeiten und an allen Orten vermittelnde, formende und fundierende Elemente sozialer Handlungen und sozialer Systeme.

Techniken sind einerseits als Sachtechnik wie auch als explizites Regelwerk eine soziales Handeln ermöglichende *Ressource* in Gesellschaften (vgl. Schulz-Schaeffer 1999), auf die zugegriffen werden kann; andrerseits werden die Techniken erst durch *konstruktive und experimentelle Praktiken* der Wirkungssteigerung unter Sinnverzicht (vgl. Blumenberg 1981) als *Formen der Technisierung*, wie Routinen, Mechanismen und Methoden, hervorgebracht (siehe auch Rammert 1998). Sie sind somit sozial gemachte, sozial geprägte und sozial eingebettete Produkte der Gesellschaft. Techniken sind daher in mehrfacher Hinsicht als soziale Phänomene und Prozesse zu verstehen:

– Techniken werden *bewusst* geschaffen und *planmäßig konstruiert*, sind variabel gestaltbare *materielle oder symbolische Artefakte,* was z.B. die einförmige Bienenwabe von der bunten Vielfalt menschlicher Bauwerke oder die festgelegte Kommunikation der Bienen von der offenen Kreativität menschlicher Kommunikationsmedien unterscheidet.
– Techniken sind *zu bestimmten Zwecken kombiniert* und werden als *materielle Infrastrukturen institutionalisiert*, um dauerhaft und verlässlich *gesellschaftlich definierte Erwartungen und Bedarfe* zu erfüllen, wie die Netzwerke der Energieversorgung, des Verkehrs oder der Kommunikation.
– Techniken werden in *Projekten der Technisierung* (Entwickler) und im *praktischen Umgang* (Nutzer) als *nützliche Objekte* oder *zweckmäßige Systeme* geschaffen und drücken jeweils verschiedene Haltungen zur Welt aus. So lassen sich beim Autobau sportliche, ästhetische und luxuriöse *Konstruktionstraditionen* unterscheiden. Bei den Käufern und Fahrern wiederum finden sich sparsame, kraftprotzerische oder am sozialen Prestige orientierte *Nutzungsstile*.

Techniken sind also nicht allein ingenieurtechnische Konstruktionen wirksamer Werkzeuge und Maschinen, sondern zugleich auch soziale Konstruktionen der Mittel und Formen, wie in Gesellschaften gearbeitet, geforscht, kommuniziert und gelebt wird. Techniken sind nicht nur technische Installationen aus physischer Materie, Energie und Information, sondern zugleich auch material vermittelte soziale Institutionen.

3. Der Begriff der Technik: Ein systematischer Vorschlag

Das Wort *Technik* hat so viele verschiedene Konnotationen, dass wir ohne historisches und theoretisches Vorwissen keine Ordnung in die Begriffsvielfalt bringen können. Wir kennen die Maschinentechnik, aber auch die Biotechnologie. Wir sprechen von Produktionstechnik, aber auch von den Informations- und Kommunikationstechniken oder den technischen Medien der Kommunikation. Kulturtechniken, wie Schreiben, Lesen und Rechnen, scheinen auch zur Wortfamilie der Technik dazuzugehören. Selbst von Meditationstechnik und Liebestechnik wird gesprochen. Es scheint kein Feld sozialer Tätigkeit zu geben, in dem Technik nicht vorkommt.

Ein Blick in die Geschichte lehrt uns, dass sich der Begriff der Technik mit den Epochen gewandelt hat. In der Antike verstand man unter *techne* eine *Kunst des Machens*, die sich vom politischen Handeln und vom mühsamen Arbeiten darin unterschied, dass mit *Kunstfertigkeit* etwas hergestellt wird, was *nützliche Wirkung* erzielt. Im Begriff des *technischen Artefakts* ist diese Idee aufgehoben. Von den schönen Künsten unterscheiden sich die technischen Künste durch Nützlichkeit. Von den sich selbst bewegenden Prozessen der Natur unterscheiden sich die technischen Prozesse dadurch, dass sie künstlich und mit „ingenium" („Ingenieur") gemacht und in Gang gebracht sind. Was wir aus diesem Rückblick lernen können: Technik muss nicht auf sachliche Artefakte (Sachtechnik) beschränkt gesehen werden; die Wurzel des Technischen liegt in einer Art *Handlungstechnik*, die sowohl für das nützliche und schöne Bauen (Architektur) als auch für die zweckmäßige Regelung des Zusammenlebens (Gesetzes- und Verwaltungstechnik) als auch für das wirksame Reden (Rhetorik) Anwendung findet.

Ein historisch aufgeklärter Blick auf die moderne Industriegesellschaft lässt die Verschiebung des Akzents von der Technik des Machens zur *Technik der Sachen* erkennen. Das Werkzeug, die Maschinen, die Fabrikanlagen, das ganze „technische Ensemble" (Marx) tritt deutlich sichtbar in den Vordergrund: der Rhythmus des Handwerkens verfestigt sich im Takt der Maschinen; die Teilung der Arbeit in der Manufaktur vergegenständlicht sich im *Mechanismus der Maschinerie* in der Fabrik; die Landschaften und Gemeinden transformieren sich in Industrieregionen und Großstädte. Die versachlichte Technik beschränkt sich nicht auf Apparate und Maschinen; sie umfasst auch künstliche Materialien, wie Stahl oder Kunststoffe, und technische Infrastrukturen, wie Schienenwege und Kabelnetze.

Die gegenwärtigen Techniken scheinen nicht mehr so fest, sichtbar und groß wie die Technik des Maschinenzeitalters zu sein. Die kontrollierte Kettenreaktion von Atomkernen findet zwar auch in großtechnischen Anlagen statt; aber im Wesentlichen geht es um die technische Kontrolle kaum sichtbarer, hochdynamischer Naturprozesse, die ohne die theoretische und experimentelle wissenschaftliche Tätigkeit nicht zustande gekommen wären. Das gilt ebenso für die nanotechnische Manipulation von Molekülen wie für die gentechnische Transformation von Zellen. Computer und Internet bestehen zwar noch aus Siliziumchips und Glasfaserkabeln; aber der Kern dieser Technologien liegt in der *Technik der Zeichenverarbeitung*, den *Programmen* des PC und den *Protokollen* des Internet oder den *Codes* der Gene und den *Klassifikationen* des periodischen Systems.

Was lernen wir aus der historischen Sicht? Begriffe der Technik verändern sich mit den Gesellschaften und den jeweils vorherrschenden Techniken. Für die Analyse von Technik und Innovation in einer Gesellschaft sollte man auf der einen Seite die begriffliche Verengung auf Sachtechnik vermeiden; sie schlösse die Handlungs- und Zeichentechniken aus und machte keinen Sinn bei modernen Agrar-, Bio- und Medizintechniken oder den „*Biofakten*", bei denen sich natürliches Wachstum und künstliche Eingriffe mischen (vgl. Karafyllis 2005). Die Onko-Maus z.B., die für Forschungszwecke mit einem Krebsgen ausgestattet ist, fällt weder unter die Kategorie natürliches Lebewesen noch sachliches Artefakt. Auf der anderen Seite sollte die Ausweitung des Technikbegriffs auf alle Mittel und Methoden, ein besonderes Ziel zu erreichen (vgl. Ellul 1964), vermieden werden; sie verwischte wichtige Unterschiede wie dem zwischen dem Technischen und dem Nicht-Technischen.

Wie könnte das Technische so bestimmt werden, dass wir alle Aspekte erfassen und gleichzeitig den Unterschied zum Nicht-Technischen festhalten können?

Wir trennen den Prozess der Technisierung vom Trägermedium der Technik. In Ermangelung eines Tätigkeitswortes für „Technik tun" oder „etwas technisch machen" bezeich-

nen wir mit *Technisierung* die besondere formgebende Praxis, Elemente, Ereignisse oder Bewegungen, kunstfertig und effektiv in schematische Beziehungen von Einwirkung und notwendiger Folge zusammenzusetzen. *Handlungen, natürliche Prozessabläufe oder Zeichenprozesse sind dann technisiert, wenn sie einem festen Schema folgen, das wiederholbar und zuverlässig erwartete Wirkungen erzeugt.* Diese Formen der Technisierung können in verschiedenen *Trägermedien* verkörpert, versachlicht oder eingeschrieben sein: Bei der Handlungstechnik werden körperliche Bewegungen einem Schema der Technisierung unterworfen: Wir sprechen von *Habitualisierung*, wenn Handlungen ohne Bewusstsein quasiautomatisch ablaufen. So werden z.B. Arbeits- wie Tanzbewegungen in einfache Elemente zerlegt, von Überflüssigem gereinigt, auf Teilaspekte spezialisiert und kunstvoll kombiniert, um durch Trainingsdrill die Leistung von schaufelnden Arbeitern oder Revuetänzerinnen zu erhöhen. Wir bezeichnen diesen Prozess als *Mechanisierung*, wenn er sich auf die Konstruktion und Kombination von physischen Dingen zu Maschinen und komplexen Anlagen bezieht: die Materialbearbeitung des Drehens, Fräsens und Bohrens wird durch Spezialisierung vereinfacht und auf die Mechanik von Werkzeugmaschinen übertragen. Wenn es sich um Techniken der Zeichenverarbeitung handelt, nennen wir diesen Prozess *Algorithmisierung*, das bedeutet die Zerlegung von Anweisungen in einfachste und eindeutige Befehle, die zu Programmen für eine sequentielle Problemabarbeitung zusammengefasst werden. Dies gilt für die einfachste schriftliche Rechentechnik (Addieren im Zehnersystem durch Untereinanderschreiben in Spalten) wie für komplizierte Computerprogramme der Künstliche Intelligenz-Technologie.

	FORM	**TECHNIK**	**NICHT-TECHNIK**
MEDIUM			
Körperliche Bewegungen („wet ware“)	*Habitualisierung*	Trainingsdrill Revuetanz Seziertechnik	Spazierengehen Spiel Herumschnipseln
Physische Dinge („hard ware“)	*Mechanisierung*	Werkzeugmaschine Ölraffinerie Onko-Maus	Maschinenkunst von J.Tinguely Müll
Symbolische Zeichen („soft ware“)	*Algorithmisierung*	Computerprogramm Textedition Genetischer Code	Gedicht Freies Sprechen Gekritzel

Grafik 1: Trägermedien und Formen der Technisierung (weiterentwickelt nach Rammert 1998)

Häufig wird unter Technik nur die physikalisch vergegenständlichte *Sachtechnik* gefasst, die vom Faustkeil zur Rakete, vom Hammer zur komplexen Maschinenanlage reicht. Diesen Sachtechniken ging jedoch fast immer die in schematisierten Bewegungen und in der Kombination menschlicher Handlungen verkörperte *Handlungstechnik* voraus. Das trifft sowohl für einzelne Werkzeuge zu, die manchmal als Verlängerung oder Verstärkung

menschlichen Organgebrauchs (Faust ballen, Hände pressen) entstanden, als auch für die Koordination vereinfachter und spezialisierter Tätigkeiten (Arbeitsteilung), die dann später zum Vorbild für zusammengesetzte mechanische Maschinen (Werkzeugmaschine) oder integrierte Maschinensysteme (Fließfertigungsanlage) wurde. Die gewaltige technische Leistung früherer Gesellschaften, z.B. Pyramiden zu bauen, verdankt sich weniger den relativ einfachen Sachtechniken, wie Hebel, Rolle und schiefe Ebene, sondern den hoch entwickelten Handlungstechniken der technischen Arbeitsteilung, die der Technikhistoriker Lewis Mumford (1977) als „Megamaschine“ bezeichnete. Ohne die in Symbolsystemen eingeschriebene *Zeichentechnik*, wie Rechenkalküle mit Zahlen oder Listen und Programme aus Ziffern und buchstäblichen Anweisungen, wären die beiden anderen Techniken nicht möglich gewesen und hätten auch nicht zu den gegenwärtigen Hochleistungstechniken weiterentwickelt werden können. Die technische Arbeitsteilung in Ägypten erforderte schon rudimentäre Planungsskizzen und schriftliche Verwaltungstechnik; die Programmiertechnik heute macht aus Maschinen moderne Automaten, aus Fahrzeugen mobile und relativ autonom agierende Roboter und aus Telekommunikationsnetzen den Cyberspace genannten künstlichen und interaktiven Internetraum.

Die drei Formen und Träger der Technisierung tauchen in der Regel gemeinsam und eng aufeinander bezogen auf, in den *soziotechnischen Konstellationen.* Das Produktionssystem für Mikrochips kann z.B. als eine solche Konstellation analysiert werden, die sich aus Handlungstechniken, hier aus geübten Bewegungen der Konstrukteure mit der PC-Maus und schematisierten Kontrollblicken, aus Sachtechniken, wie Siliziumpressen und photoelektronischen Geräten, und aus Zeichentechniken, wie Designentwürfen und Fertigungsablaufplänen, zusammensetzt. Aber auch das Experimentalsystem zur Erzeugung genmanipulierter Versuchstiere (Onko-Maus) lässt sich mit diesem Konzept studieren; dann sieht man, dass es sowohl aus den trainierten menschlichen Manipulations- und Seziertechniken, als auch aus dem spezialisierten Sezierbesteck, den hochtechnologischen Sequenzanalysegeräten und den Onko-Mäusen selber besteht und zusätzlich noch aus den genetischen Codes und den Bildern von Gensequenzen.

Unter Technik verstehen wir demnach die Gesamtheit der in der Gesellschaft kreativ und künstlich eingerichteten Wirkzusammenhänge, die aufgrund ihrer Form, Funktionalität und Fixierung in verschiedenen Trägermedien zuverlässig und dauerhaft erwünschte Effekte hervorbringen.

4. Technischer Wandel als Thema der Soziologie: Einige Aspekte

Zur Ausarbeitung einer Soziologie der Technik und des technischen Wandels hat *Karl Marx* (1818-83) grundlegende und nachhaltige Beiträge geliefert. Beispielhaft sollen hier (1) seine Makrotheorie technisch-gesellschaftlichen Wandels, (2) seine Organisationstheorie soziotechnischer Konstellationen von Arbeit und Technik und (3) seine sozioökonomische Theorie technischer Innovation skizziert werden.

(1) Marx begreift die Geschichte der Gesellschaft als einen widersprüchlichen und konfliktharten Prozess, in dem sich die technischen Kräfte und Kompetenzen (*Produktivkräfte*) auf der einen Seite und die sozioökonomischen Bande und Beziehungen (*Produktionsverhältnisse*) auf der anderen Seite wechselseitig bedingen und behindern. Die kapitalistische Gesellschaft entfesselte z.B. in der Industriellen Revolution die mechanischen Produktivkräfte in einem bis dato unbekannten Maße und sprengte die Fesseln der feudalen Sozialbe-

ziehungen. Zum weiten Technikbegriff von Marx zählen nicht nur der Fortschritt der sach- und verfahrenstechnischen Entwicklung, sondern auch der Stand des technologischen Wissens, das Niveau der Qualifikation der Arbeitskräfte und der Grad der gesellschaftlichen Teilung und Organisation der Arbeit. Die technische Entwicklung ist bei ihm keine eigene und der Gesellschaft äußerliche („exogene") Größe, sondern integraler Bestandteil gesellschaftlichen Wandels. Neuere Analysen der „nachindustriellen Gesellschaft" (Bell 1979), der „Risikogesellschaft" (Beck 1986) oder der „Netzwerkgesellschaft" (Castells 1996) schließen immer noch an dieses Muster der Marxschen Theorie technisch-gesellschaftlichen Wandels an.

(2) Das gesellschaftliche Verhältnis zwischen Lohnarbeit und Kapital sah Marx auch auf der Organisationsebene als *sachlich vermittelte Sozialbeziehung* an: Im ersten Band seines Hauptwerks „Das Kapital. Zur Kritik der politischen Ökonomie" (1867) analysierte er den Übergang von der *Kooperation* („Das Wirken einer größeren Arbeiteranzahl zur selben Zeit, in demselben Raum … zur Produktion derselben Warensorte, unter dem Kommando desselben Kapitalisten…" Marx 1969: 341) über die *Teilung der Arbeit und Manufaktur*" (Zerlegung der Tätigkeiten, Spezifizierung der Arbeitsinstrumente, Kombination in einem Gesamtmechanismus) bis hin zu *Maschinerie und große Industrie* (Ersetzung des Arbeiters durch einen Mechanismus, der mit einer Masse von Werkzeugen gleichzeitig operiert, Kombination zu einem gegliederten Maschinensystem, angetrieben durch Bewegungsmaschinen) als einen technisch vermittelten Formenwandel der kapitalistischen Sozialbeziehung. Nicht die Maschinentechnik, weder die Dampfmaschine noch die Werkzeugmaschine, determinierten die soziale Entwicklung hin zum kapitalistischen Industriebetrieb, wie es der *technische Determinismus* mancher Interpreten nahe legt, sondern es bildete sich in wechselseitiger Abhängigkeit und gestaltender Aktion technisch-organisatorischen Wandels eine besondere *soziotechnische Konstellation* heraus: die „Maschinerie" als fest gekoppeltes Mensch-Maschine-System der modernen Fabrikorganisation. In der Organisations- und Risikosoziologie und besonders in der Arbeits- und Industriesoziologie werden die Wechselwirkungen in soziotechnischen Systemen (vgl. den letzten Abschnitt 5.3 „Soziotechnische Konstellationen im Wandel") und der Wandel technisch-organisatorischer Produktionsregimes (vgl. Kern/Schumann 1984) weiterhin auf dieser Grundlage untersucht.

(3) Rate und Richtung des technischen Wandels erklärt Marx ebenfalls durch gesellschaftliche Kräfte, nicht durch das Wirken einer technologischen Eigendynamik. Die Wettbewerbsbeziehung auf den Märkten beschleunigt den technischen Erneuerungsprozess in zweierlei Weise: durch kostensenkende *Prozessinnovation* und durch qualitätssteigernde Produktinnovation. Je nach dem Verhältnis der Kosten für die Faktoren Arbeit oder Kapital wird die technische Innovation in Richtung arbeits- oder kapitalsparende Techniken gelenkt, z.B. Maschinen, die menschliche Arbeitskraft ersetzen (Automaten), oder technische Verfahren, welche die Prozesskosten der Produktion senken („Schlanke Produktion"). Neben diese Prozessinnovationen tritt zunehmend die *Produktinnovation*, welche im Qualitätswettbewerb neue Märkte schafft oder Marktanteile vergrößert. Beschleunigte Produktzyklen, z.B. für neue Generationen von Mobiltelefonen oder Softwaresystemen, schlagen sich im vorzeitigen „moralischen Verschleiß" (Marx 1969) funktionstüchtiger Geräte oder Systeme nieder. In der Innovationsökonomie wurden einige dieser Konzepte übernommen und weiterentwickelt (vgl. Rosenberg 1976). In der sozialwissenschaftlichen Technikgeneseforschung (siehe Abschnitt 5.2 „Zur gesellschaftlichen Konstruktion von Techniken"), die sozioökonomische, politisch-institutionalistische und kulturalistische Ansätze umfasst, wurde die These der rein ökonomischen Orientiertheit der technischen Entwicklung durch

den Nachweis politischer Kontrollinteressen, institutionalisierter Akteurarenen und kultureller Prägungen erheblich revidiert (vgl. Rammert 1993).

Wir können daher zusammenfassen, dass große *technische Revolutionen* viele Veränderungen in der Gesellschaft mit sich bringen. Nicht umsonst pflegen wir Zeitalter und Gesellschaftsformationen danach zu unterteilen, welche Techniken vorherrschen: Maschinenzeitalter und Industriegesellschaft, Atomzeitalter und Risikogesellschaft, Computerzeitalter und Netzwerkgesellschaft. Selbstverständlich handelt es sich dabei nicht um eine einseitige Determinationsbeziehung, sondern um eine wechselseitige Strukturierung auf vielen Ebenen und über längere Zeiträume und mit vielen Varianten soziotechnischer Konstellationen. *Was später als technische Revolution wahrgenommen wird, verläuft bei näherer Betrachtung über viele Projekte technischer und sozialer Innovationen, die erst in ihrer Verknüpfung miteinander zu neuen technologischen Paradigmen (Dosi 1982; Peine 2006) mit einer starken Eigendynamik werden.*

Technische Innovationen in der Arbeitswelt, wie die „mechanische Revolution" im Büro (Pirker 1962) oder die „Computerisierung der Arbeit" geben Anlass zu neuen Formen der Arbeitsorganisation, begünstigen bestimmte Lebensstile und bedingen Veränderungen von Berufs-, Branchen- und Beschäftigungsstrukturen. Der männliche Korrespondent im Büro mit Feder, Tinte und Formular vor 100 Jahren übte ebenso Angestelltenarbeit aus wie die vielen weiblichen Sekretärinnen 50 Jahre später mit Schreibmaschine, Kohlepapier und Tabulator oder wie gegenwärtig die EDV-Fachkraft, welche Bestellungen aus dem Internet entgegennimmt und sie in vorprogrammierte Masken auf dem Bildschirm ihres PC eintippt. Und doch haben die mechanische Revolution im Büro und der Medienwechsel zum Internet die gesellschaftliche und insbesondere die geschlechtsspezifische Teilung der Arbeit, die beruflichen Anforderungen, das soziale Prestige und die Machtposition in der betrieblichen Kommunikationsstruktur stark verändert (vgl. Holtgrewe 1997). Was häufig als *Technikfolgen* bezeichnet wird, ist keine unmittelbare Wirkung der Technik, kein technischer Determinismus. Vielmehr sind die Folgen gesellschaftliche Antworten auf technische Möglichkeiten, die je nach Interesse, Macht und Orientierung unterschiedlich ausfallen können.

Auch die *Handlungen im Alltagsleben* sind einem technischen Wandel unterworfen. Sie sind kaum ohne technische Vermittlungen vorstellbar. Vor allem *Medieninnovationen* verändern Wahrnehmung, Interaktion und Kommunikation in den zwischenmenschlichen Beziehungen der Gewalt, der sozialen Kontrolle, des Spiels und des Streits. Es macht z.B. einen erheblichen Unterschied,

- ob ich jemandem Aug in Aug gegenüberstehe und mit den Fäusten direkt schlage oder nur ein Knöpfchen drücke, mit dem ein Stromstoß ausgelöst wird (vgl. Milgram 1974), oder einen Hebel ziehe, der eine Kugel auf ein distanziertes Ziel losschickt (vgl. Latour 1998: 31ff),
- ob das Verhalten auf öffentlichen Plätzen über die direkten Blicke der Anwesenden oder vermittelt über Videokameraanlagen beobachtet wird (vgl. Hempel/Metelmann 2005, Rammert 2005),
- ob ich mit anderen körperlich Anwesenden auf einem realen Rasenplatz Fußball spiele, oder ob ich mich am Bildschirm per Tastatur in ein virtuelles Spiel einklinke,
- ob ich meinen Beziehungskonflikt im unmittelbaren Blickkontakt mit dem Partner austrage oder ihn über Telefongespräche fernmündlich führe oder mit einem elektronischen Briefwechsel zeitlich versetzt und schriftlich kontrolliert zu lösen suche.

Mit jedem technischen Medium verändern sich Mikrostrukturen der Moral, der Autorität, des Rollenspiels und der sprachlichen Verständigung. Das Handyklingeln z.B. unterbricht heute wider alle Gepflogenheiten höflicher Kommunikation laufende Gespräche in der Gruppe, ja sogar intimes Geflüster zwischen Verliebten. Was häufig als *Medienwirkung* aufgefasst wird, ist ebenfalls kein äußerlich determinierender Faktor, sondern eine in vielen verschiedenen Versuchshandlungen erprobte und dann als soziale Antwort gefestigte Struktur. So bilden sich gegenwärtig mit der mobilen Telekommunikation unterschiedliche Praktiken des Flirtens und Verabredens heraus. Es entstehen veränderte Verhaltensnormen für den Umgang mit dem Handy unterwegs und zuhause, wobei die sozialen Strukturgrenzen zwischen privater und öffentlicher Sphäre neu vermessen werden. Solche *medientechnischen Konstellationen* lassen neue Gattungen und Stile der Kommunikation neben den alten entstehen.

Wie kommt es zum technischen Wandel?

Erfindungen fallen nicht zufällig vom Ideenhimmel, sondern entstehen häufig in Gruppen auf Praxisfeldern mit großem Aufmerksamkeitswert und starkem Problemdruck. Eine frühe Soziologie der Erfindung hat schon darauf hingewiesen, dass technische Neuerungen schrittweise erfolgen, aus einem Komplex verschiedenster Elemente bestehen und in einem systemischen Zusammenhang sich wechselseitig stimulieren (Gilfillan 1935). Technische Innovationen tauchen nicht einfach nur so einzeln auf, sondern entwickeln sich in gehäuften Innovationsschwärmen (Mensch 1977), deren unberechenbare Dynamik manchmal mit der Metapher des Feuerwerks beschrieben wird (vgl. Van de Ven et al. 1999; Braun-Thürmann 2005). Alle Techniken beginnen als *Projekte der Technisierung* (Rammert 2000: 74ff). Sie werden von Menschen angesichts konkreter Probleme in diversen Situationen erdacht und gemacht, kombiniert und ausprobiert (vgl. Dewey 2002 <1938>). Techniken sind zunächst einmal das Resultat von sozialen Handlungen in konkreten Situationen:

– dem *kreativen Handeln* auf der Suche nach Ursache-Wirkungs-Beziehungen (Kausalität) in der Wissenschaft,
– dem *experimentellen Handeln* zur Steigerung der Wirksamkeit (Effektivität) in der Technologie,
– dem *rationalisierenden Handeln* zur Maximierung des Nutzens im Verhältnis zum Aufwand (Effizienz) in der Wirtschaft und
– dem *kultivierenden Handeln* zur Markierung von Eigenheit und Besonderheit (Prestige) in Politik und Alltag.

Da wissenschaftliche, technologische, wirtschaftliche und kulturelle Orientierungsgrößen in das *Innovationshandeln* eingehen, prägen sie auch die Projekte und die Gestalt der jeweiligen Technik.

Fassen wir die bisherigen Überlegungen vorläufig zusammen:

Technische Artefakte werden in verschiedenen Projekten der Technisierung schrittweise und in Kooperation und Konkurrenz zu anderen Projekten und in systemischer Kohärenz mit anderen Techniken geschaffen. Daran sind in der Regel mehrere gesellschaftliche Akteure beteiligt, nicht nur Erfinder, Forscher und Ingenieure, sondern auch Unternehmer, Gesetzgeber und Nutzer mit jeweils unterschiedlichen Visionen, Entwürfen und Erwartungen, die häufig in gemischten Gruppen oder in heterogenen interaktiven Innovationsnetzwerken miteinander verbunden sind.

Es wäre jedoch zu einfach und auch empirisch falsch, die gesamte technische Entwicklung als unmittelbares Ergebnis intentionalen Handelns der daran beteiligten sozialen Akteure zu deuten. Es gibt *unintendierte Effekte intentionalen Handelns* (vgl. Merton 1936). Konflikte und Kompromisse zwischen Akteuren in politischen Verhandlungsarenen können die Projektziele verschieben. Wirtschaftliche Strukturen, politische Machtbeziehungen oder kulturelle Wertmuster können als *institutionelle Filter* aus den vielen Technikvarianten diejenigen auswählen, die am ehesten an die vorhandenen technischen wie anderen gesellschaftlichen Umwelten angepasst und am leichtesten daran anschließbar sind (technische Kompatibilität, Sozial- und Umweltverträglichkeit). Daher ist die technische Entwicklung aus dieser umfassenderen und langfristigeren Perspektive als eine *soziotechnische Evolution* anzusehen, bei der man drei Mechanismen unterscheiden kann:

1) Die *Variation* zeigt sich in der gleichzeitigen Konstruktion vieler *Technisierungsprojekte* nebeneinander zu ein und demselben Problem.
2) Die *Selektion* der Projektvarianten wirkt durch die *institutionellen Filter* ökonomischer Märkte, politischer Machtverhältnisse und kulturell vorherrschender Weltbilder, die nur einige für die Weiterentwicklung auslesen.
3) Die *Stabilisierung* erfolgt durch die institutionelle Einbettung als Teil der *Technostruktur* und die kulturelle Etablierung als *technisches Paradigma*.

Im Unterschied zur natürlichen biologischen Evolution handelt es sich bei dieser soziotechnischen Evolution um keine blinde, sondern um eine von Menschen gemachte Variation, und um keine natürliche, sondern um eine künstliche Selektion.

5. Perspektiven der Techniksoziologie: Eine Verschiebung

Wie hängen Technik und Gesellschaft zusammen?

Ist die Technik (T) Treiber und Träger des gesellschaftlichen Wandels? Oder bestimmt vielmehr die Gesellschaft (G) Gang und Richtung der technischen Entwicklung? In der Techniksoziologie lassen sich grob vereinfacht drei Perspektiven unterscheiden, wie das Verhältnis von technischem und gesellschaftlichem Wandel gefasst werden kann (vgl. einführend Degele 2002; ausführlich Schulz-Schaeffer 2000).

Die erste Perspektive wird häufig als *Technikdeterminismus* bezeichnet: Technik wird als bestimmende Größe angesehen. Gefragt wird nach den gesellschaftlichen Folgen von Techniken (T → G).

Die zweite Perspektive dreht die Blickrichtung um: Im *Sozialkonstruktivismus* geht es um die gesellschaftliche Konstruktion und Institutionalisierung von Techniken. Gefragt wird nach den wirtschaftlichen, politischen und kulturellen Größen, die für die Genese und die Gestalt neuer Techniken verantwortlich sind (G → T).

Eine dritte Sichtweise, die eher interaktionistisch (Pragmatismus) oder assoziationistisch (Akteur-Netzwerk-Theorie) die Einheit von Technik und Gesellschaft in den Blick nimmt, betont die Vermischung, Verteilung und Vernetzung von sozialen und technischen Agenten in hybriden Gebilden: Dieser *Technopragmatismus* verbindet technische Praktiken und soziotechnische Konstellationen miteinander und vergleicht sie mit anderen. Er fragt nach dem Niveau der *Handlungsträgerschaft* („agency"), nach der Art der *Koppelung* der Aktivitäten von Menschen, Maschinen und Programmen und nach den Praktiken der *Zurechnung und Verteilung der Kontrolle* in solchen soziotechnischen Konstellationen (T/G →

T/G). Diese drei Perspektiven sollen in den folgenden Abschnitten detaillierter dargestellt werden.

5.1 Technik und die gesellschaftlichen Folgen: Formen des Technikdeterminismus

Wie wirkt Technik?

Beginnen wir mit den Folgen der Technik. Ohne Technik gäbe es keine menschliche Gesellschaft. Ohne Textilien und ohne Töpferei, ohne Äxte und ohne Architektur, aber auch ohne Zeichentechniken unterschieden sich menschliche Gesellschaften kaum von Primatengruppen. Techniken ermöglichen die Sicherung des Bestandes, die Steigerung der Ausbeute, die Vergrößerung des Territoriums und die Verbesserung der Techniken selbst. In diesem Sinne ist Technik *konstitutiv* für die menschliche Gesellschaft.

Der *strenge Technikdeterminismus* setzt an der strukturierenden Kraft technischer Revolutionen an. Danach werden gesellschaftliche Epochen und Gesellschaftsformationen nach dem Niveau der Technikentwicklung (siehe *Produktivkräfte* bei Karl Marx im vorigen Abschnitt) voneinander getrennt. Der Gebrauch von Steinwerkzeugen, die Herstellung von Metallgeräten oder die Beherrschung der Agrikultur bringt jeweils andere Gesellschaften hervor, die sich nach Größe, Dichte und Sozialstruktur deutlich unterscheiden (vgl. Popitz 1995). Die Bündelung einzelner Innovationen, wie die Erfindung des metallischen Pfluges, des Steigbügels und der Dreifelderwirtschaft, bedingte eine Steigerung der Nahrungsproduktion, die Herrschaft einer spezialisierten militärischen Ritterklasse und die Durchsetzung einer hierarchischen Feudalgesellschaft im europäischen Mittelalter (vgl. White 1962). Auch technische Medien der Kommunikation, von der Straße über die Schrift und den Buchdruck bis hin zum elektronischen Netz, legen Größe und Dichte beherrschbarer Territorien und Populationen fest. Schnelligkeit und Zuverlässigkeit bei der Übertragung von Nachrichten und der Verbreitung von Gesetzen bestimmen die Ausdehnung von Weltreichen und die Intensität des Handelsverkehrs schon seit den ersten Hochzivilisationen (vgl. Innis 1972). Pferd, Eisenbahn, Auto und Flugzeug verkleinern die Sozialräume, verändern die Kriegsführung und erhöhen die Tempoanforderungen im gesellschaftlichen Alltag. Mit der Erfindung der Schrift verkümmert zwar die menschliche Gedächtnisleistung, wie schon Platon als früher Technikkritiker beklagte, aber die Gedankenführung wird stärker kontrollierbar, was juristischem und wissenschaftlichem Argumentieren zugute kommt. Das Telefon und die moderne Telekommunikation überwinden durch ihre fast allgegenwärtige Präsenz und den unvermittelten Zugang soziale Schranken zwischen den Schichten und räumliche Grenzen zwischen Regionen und Nationen. Die neuen elektronischen Medien, wie Fernsehen und Internet, bauen viele eingespielte Unterschiede ab, wie die zwischen den Erfahrungswelten von Kindern und Erwachsenen (vgl. Postman 1985), von Experten und Laien, die Grenzziehungen zwischen Nachrichten und Unterhaltung und auch die zwischen Privatalltag und Weltgeschehen; gleichzeitig schaffen sie neue Foren und virtuelle Räume einer Weltgesellschaft, wodurch Politik, Krieg, Unterhaltung und soziale Gruppen (vgl. Thiedecke 2003) ihren Charakter stark verändern.

Eine *weniger strenge Form des Technikdeterminismus* entsteht, wenn nur der zeitliche Vorsprung technischer Innovationen gegenüber gesellschaftlichem und kulturellem Wandel ins Spiel gebracht wird. Der Pionier des „Technology Assessment“ William F. Ogburn argumentiert, dass Erfindungen und technische Neuerungen immer den soziokulturellen Veränderungen vorausgingen und dadurch einen starken Anpassungsdruck ausübten. Diese These des „cultural lag“ behauptet ein ständiges Hinterherhinken der gesellschaftlichen

hinter der technischen Entwicklung (vgl. Ogburn 1937). Sie bildet damals wie heute die konzeptuelle Grundlage für die *Technikfolgenabschätzung*, die im Jahre 1936 mit regelmäßigen Trendreports an die US-amerikanische Regierung über zukünftige Erfindungen und ihre Folgen, z.B. des Radios oder der Luftfahrt, begann und heute in Deutschland unter dem Etikett „Innovations- und Technikanalyse“ im Rahmen des „Netzwerks Technikfolgenabschätzung“ fortgeführt wird (vgl. Bora/Decker/Grunwald/Renn 2005).

Von einem *weichen Technikdeterminismus* kann man sprechen, wenn die Wechselwirkungen mit sozialen Formen oder die Filterung durch institutionelle Ordnungen stärker berücksichtigt werden. Erst die Verknüpfung technischer Möglichkeiten mit gesellschaftlichen Eigentumsverhältnissen, ökonomischen Ordnungen, politischen Regimes und kulturellen Orientierungsmustern schafft die Technostrukturen, von denen dann vorgezeichnete Bahnen der Weiterentwicklung (Trajektorien) und Spielräume wie Grenzen gesellschaftlicher Organisation fixiert werden. Die Koppelung der Maschinenentwicklung mit der Lohnarbeitsform in der kapitalistischen Fabrik, die Monopolisierung telekommunikativer Infrastrukturen durch Nationalstaaten oder die Orientierung technischer Gestaltung an dominanten Designtraditionen sind Beispiele dafür. Zeitlich können dadurch *Pfadabhängigkeiten*, wie bei der einmal entwickelten und nie mehr veränderten QWERTY-Tastatur für Schreibmaschinen und Computer (vgl. David 1985) entstehen. Denn eine einmal etablierte Technologie, die damit einhergehende industrielle Infrastruktur zu ihrer Produktion, die damit verbundenen neuen Berufe und wissenschaftlichen Professionen, die darin investierten Interessen und die darauf eingespielten Gewohnheiten der Entwickler und Nutzer unterstützen sich wechselseitig und blockieren technische Alternativen, je weiter der Technikpfad beschritten worden ist.

Fassen wir noch einmal die Formen und Grade der Wirkung der Technik auf die Gesellschaft zusammen:

1) Technik ist zutiefst konstitutiv für die Entstehung, Gestaltung und Erhaltung gesellschaft licher Formen; sie ist nicht nur Umwelt der Gesellschaft.

- Sie *ermöglicht* viele Sozialprozesse, vom Bezahlen mit Hartgeld bis zu elektronischen Finanztransaktionen (vgl. Preda 2006) oder von lokaler mündlicher Rede auf dem Forum bis zur massenmedialen globalen Kommunikation.
- Sie *verstärkt* soziales Handeln um viele Wirkungsgrade, wie die menschliche Arbeitskooperation durch Antriebs-, Arbeits- und Transmissionsmaschinerie in der Fabrik oder durch Diagnosegeräte, Narkosetechnik und Herz-Lungen-Maschinen in der modernen Medizin (vgl. Schubert 2006).
- Sie *steigert* die Wirkungen sozialer Prozesse in vielerlei Hinsicht, z.B. *zeitlich* durch ihre Beschleunigung einerseits (vgl. Rosa 2005) und Aufbewahrung in Archiven des kulturellen Gedächtnisses andrerseits (vgl. Assmann/Assmann 1994) oder *räumlich* durch lokale Verdichtung möglicher Interaktion (Lesen, Recherchieren, Bestellen, Tauschen, Quatschen, Verabreden u.a.m. per Handy oder Internet) und ihre globale Ausdehnung (vgl. Schroer 2006).
- Und sie *verstetigt* soziale Beziehungen und Institutionen, wie zwischenstaatliche Machtbeziehungen durch Waffenarsenale oder Privateigentum durch schriftliche Archive und sachliche Produktionskapazitäten.

2) Technik determiniert soziales Handeln und soziale Abläufe mit unterschiedlichen Wirkungsgraden: Diese lassen sich nach Zwang, Druck und Drift einteilen.

– *Sachzwang* bezeichnet eine starke Determination. Wenn Maschinenoperationen, Fließbandbewegungen oder Steuerungsprogramme den Arbeitern oder Bedienmannschaften Taktzeiten und Eingriffspunkte fixiert vorgeben, dann wirkt sich das auf die Handlungsautonomie und auf die Qualifikationsanforderungen restriktiv aus.
– Von einem *technischen Druck* oder ‚technologischen Imperativ' sprechen wir, wenn durch infrastrukturelle Vorentscheidungen die Wahl oder die Entwicklung alternativer Techniken nur mit großem Aufwand verfolgt werden kann, z.B. wenn der individualisierte Personenverkehr mit Benzinautos auf alternative Mobilitätsformen und Antriebssysteme umgestellt werden soll.
– Die weiche Determination wirkt als *technischer Drift*, wobei soziale Handlungsabläufe kaum merklich in eine nicht beabsichtigte Richtung gedrängt werden und ein sanfter Druck zur ‚Normalisierung' des Verhaltens ausgeübt wird, z.B. was den Besitz eines PKWs oder den Zugang zum Internet anbelangt. Das Fehlen dieser Geräte, der dazugehörigen Infrastruktur und der Kompetenz, diese richtig zu bedienen, bedeutet dann einen Ausschluss von der gesellschaftlichen Teilhabe.

Wenn wir bisher das Wesen der Technik in ihrer Wirkung auf die Gesellschaft betrachtet haben, dann haben wir stillschweigend die Frage ausgeblendet, woher diese Wirkung kommt und wie die Techniken mit ihren unterschiedlichen Formen und Folgen entstehen. Im Unterschied zu den Wirkungen der Natur – so hatten wir oben festgestellt - werden die Wirkungen der Technik bewusst erzeugt und planvoll eingesetzt. Damit ist die Technik selbst Teil des sozialen Prozesses und der Gesellschaft (vgl. Weingart 1989 und Rammert 2006).

5.2 Die gesellschaftliche Konstruktion von Techniken: Phasen der Technikgenese

Wer oder was schafft und formt die technische Entwicklung?

Die technische Entwicklung wird gerne aus einer in ihr steckenden ‚Logik' abgeleitet. Entweder vermutete man, dass technische Ideen (Hebel, Schraube, schiefe Ebene) als objektive Prinzipien in der Natur vorzufinden seien, die es nur noch zu entdecken galt. Oder man nahm in der Anthropologie eine Art gerichteter Technikentwicklung an, die aus den Organmängeln des Menschen im Vergleich zu den Tieren erklärt wurde (vgl. Gehlen 1957). Demnach käme es zu einer schrittweisen Kompensation der jeweiligen Mängel durch eine Verstärkung der Organe (Faust-Hammer), durch eine Entlastung der Organe (Muskel-Hebel) oder durch einen Ersatz der Organe (Bein-Rad). Techniken fänden ihre Form als Prothesen des Menschen von einfachen Werkzeugen über Arbeits- und Kraftmaschinen bis hin zu Nachrichtenmedien und Rechenautomaten. Aber weder frei vorfindliche Ideen noch funktionaler Bedarf können den Gang und die Richtung technischer Entwicklung erklären (vgl. zur Kritik Halfmann 1996).

Erfinden ist hingegen eine soziale Praxis, nämlich durch kreatives und experimentierendes Handeln neuartige und sozial akzeptable Lösungen angesichts selbst definierter, ganz konkreter Probleme zu entwickeln und als Innovation dauerhaft zu etablieren.

Die jeweilige geschichtliche und gesellschaftliche Situation, in der Techniken entwickelt werden, spielt daher eine entscheidende Rolle. Die Frage lautet dann: Welche *gesellschaftlichen ‚Logiken' und strategischen Akteure* können beobachtet werden, die die technische Entwicklung mit ihren Ressourcen organisieren und in ihrer Richtung orientieren?

(1) Die *ökonomische ‚Logik'* bestimme letzten Endes die technische Entwicklung; darin waren sich Karl Marx und Max Weber einig. Ein Überschuss an Arbeitskräften habe z.B. schon in Sklavenhaltergesellschaften der Antike wie auch in den amerikanischen Südstaaten den technischen Fortschritt behindert. Eine Knappheit an Arbeitskräften habe z.B. in den Anfängen der USA oder in Wachstumsperioden der modernen Wirtschaft die Entwicklung arbeitssparender Maschinen gefördert. Die Intensivierung des Wettbewerbs führt in kapitalistischen Marktgesellschaften zu verschärfter Rationalisierung der Produktion und damit zur Favorisierung von *Prozessinnovationen* (Fließfertigung; Automation), um Kosten zu sparen; die Verschiebung zum Qualitätswettbewerb hingegen beschleunigt die Zyklen der Innovation und begünstigt *Produktinnovationen*, um Marktanteile zu halten (neue Fahrzeugtypen) oder neue Märkte zu erschließen (neue Geräte oder Dienste der Telekommunikation). Die strategischen Orte der Technikentwicklung wären demnach die Konstruktionsabteilungen der Unternehmen und die im ökonomischen Auftrag arbeitenden Forschungs- und Entwicklungsinstitute, z.B. der Fraunhofer-Gesellschaft in Deutschland. In letzter Instanz wären die Unternehmen in modernen Gesellschaften die zentralen Akteure, da sie mit ihren ökonomisch rationalen Technikwahlen die Nachfrage auf den Technologiemärkten maßgeblich bestimmten.

Allerdings lassen sich gegen einen solchen ökonomischen Determinismus viele gewichtige Einwände vorbringen. Was für die ökonomischen Entscheidungen über schon bekannte Techniken gelten mag, gilt ganz sicher nicht für neue Techniken. *Technische Innovationen* liegen – darauf hat vor allem Joseph Schumpeter (1961) hingewiesen – nicht auf der Linie normaler Rentabilitätskalküle, zerstören sie doch die bestehende profitable Produktion vor der Zeit. Radikale Innovationen bedürfen daher besonderer Erfinder-Unternehmer-Persönlichkeiten (z.B. Werner von Siemens, Steve Jobs), die abseits der Masse aus anderen als rein ökonomischen Motiven neue Technisierungsprojekte wagen. Qualitativ neuartige Techniken können zum Zeitpunkt ihrer Entwicklung keinem soliden Kosten-Nutzen-Vergleich mit etablierten Techniken unterzogen werden. Wie die evolutionäre Ökonomie (Nelson/Winter 1982) aufgezeigt hat, folgt die technische Entwicklung nicht rationalen Wahlen, sondern bewährten Routinen. Diese verdichten sich zu *technischen Paradigmen* (vgl. Dosi 1982), z.B. der mechanisierten Massenproduktion oder des Verbrennungsmotors, welche die Entwicklungsbahnen („Trajektorien") der Technik durch unhinterfragte Parameter und Standardverfahren so lange festlegen, bis in Umbruchphasen wieder Chancen für neue Paradigmen und Pfade entstehen.

Je radikaler eine technische Innovation ist, desto ungewisser sind ihre produktionstechnische Machbarkeit, ihre ökonomische Rentabilität, ihre Chancen der Vermarktung, ihre Verträglichkeit mit den bestehenden Normen und ihre Akzeptanz bei Anwendern, Nutzern und betroffenen Bürgern. Angesichts dieses *Ungewissheitszirkels* (vgl. Rammert 2002: 177) liegt es nahe, dass der Staat in den frühen Phasen der Technikgenese die Kosten und Risiken, z.B. für alternative Energien oder schadstoffarme Fahrzeuge, übernimmt.

(2) Die *politische ‚Logik' der Herrschaft und Kontrolle* tritt als zweite bestimmende Größe technischer Entwicklung hinzu. Militärische Interessen der Staaten, über technische Zerstörungs- und Verteidigungspotentiale zu verfügen, bestimmen große Teile der Technikentwicklung. Vor jeder ökonomischen Verwertung und ohne Rücksicht auf Kosten werden neue Techniken, wie Explosiv-, Funk- oder Flugtechnik, zunächst daraufhin überprüft, inwieweit sie als vernichtende Waffe, als Mittel der Aufklärung oder als Instrument der Verteidigung genutzt werden können. Von der wechselseitigen Beschleunigung der Fortschritte bei Angriffswaffen und Verteidigungsbauten in der frühen Neuzeit – schon Leonardo da Vinci engagierte sich in den Diensten wechselnder Fürsten mal für den einen, mal für den

anderen Aspekt – bis hin zur Rüstungsspirale von Atomwaffenträgern und Raketenabwehrsystemen scheint die technische Entwicklung weitgehend der militärischen Logik zu folgen. Die staatlichen Förderprogramme, z.B. für die Kerntechnologie, die Raumfahrt oder die Mikroelektronik, und die geheimen militärischen Forschungslabors, in denen Wernher von Braun die ersten Raketen erprobte (seit 1942 in Peenemünde) oder in denen beim Manhattan-Projekt (1943-45 in Los Alamos) die erste Atombombe entwickelt worden ist, scheinen demnach die strategischen Orte zu sein, an denen die technische Entwicklung orientiert und organisiert wird. Zivile Technologien der Raumfahrt und der Kernenergienutzung folgten erst später.

Allerdings wird der Einfluss der Staaten und Militärs stark überschätzt. Wenn es um die frühen Phasen der Technikgenese geht, dann sind es eher die wissenschaftlichen Forscher- und Ingenieurkulturen, die neue Techniken hervorbringen, wie auch schon das Beispiel von Leonardo da Vinci gezeigt hat. Die Atomspaltung wurde zuerst an einem kleinen Experimentiertisch in Berlin-Dahlem 1937 praktiziert; auf die Implikationen dieses Experiments für die Entwicklung einer Megabombe mussten die damaligen politischen und militärischen Führer, wie Hitler, Roosevelt und Stalin, von den Wissenschaftlern erst hingewiesen werden. Das Internet, genauer die Technik des Internet-Protokolls, entstand zwar auf der Grundlage eines Datenaustauschnetzwerkes des Verteidigungsministeriums (DARPA-net) zwischen militärischen und zivilen Forschungsinstituten, wurde aber bekanntlich von einem zivilen Hochenergiephysiker für persönliche wissenschaftliche Kommunikationszwecke entwickelt. Angesichts der überragenden Bedeutung der Natur- und Technikwissenschaften kehrte sich in den 1930er Jahren und später noch einmal in den 1950er Jahren wie auch in den 1970er Jahren die Sicht um: Thesen zur „Herrschaft der Technik“ in der wissenschaftlich- technischen Zivilisation, der Zunahme der „Sachzwänge“ gegenüber demokratischer Willensbildung und politischer Entscheidungsmöglichkeit kamen in der so genannten „Technokratie-Debatte“ auf. Die Kritiker jener Auffassung, die von einer Verselbständigung und Eigendynamik der technischen Entwicklung ausging, kritisierten die „Eindimensionalität der technologischen Rationalität“ (Marcuse 1967) und die herrschaftslegitimierende Funktion von Wissenschaft und Technik (Habermas 1968). Sie wandten ein, dass es von der jeweiligen *institutionellen Einbettung* abhängt, inwieweit die Gewalt technischer Verfügung in den Konsens handelnder und verhandelnder Bürger zurückgeholt und ein Spielraum der Praxis gegenüber der Technik erhalten werden kann. *Die „Macht des Computers und die Ohnmacht der Vernunft“ (Weizenbaum 1977) oder genereller die Macht der technischen Artefakte und der Zwang technischer Strukturen sind zunächst zwar ernstzunehmende harte Fakten; aber sie sind ebenso soziale Tatsachen, wie Normen und soziale Klassen, die grundsätzlich von Menschen gemacht, aber nicht in jeder Einzelheit intentional geprägt und kurzfristig geändert werden können.*

(3) Andere Deutungen gehen von einer Art *kultureller ‚Logik’ der Weltbilder* aus, welche die Richtung und die Dynamik technischer Entwicklung weich, aber nachhaltig mitprägen soll. Die jüdisch-christliche Haltung zur Natur („Macht euch die Erde untertan!“) hätte der Technik im Westen eine andere Orientierung gegeben als diejenige östlicher Religionen: Das okzidentale Postulat der aktiven Unterwerfung der äußeren Natur und der universellen Rationalisierung wird mit dem orientalen Leitbild der duldsamen Pflege der Natur und der Beherrschung des inneren Selbst kontrastiert (vgl. White 1968). In der ökologischen Technikkritik wird der ‚harten’, ‚lebensfeindlichen’ und ‚energieintensiven’ Ausbeutertechnik eine ‚sanfte’, konviviale’ und ‚menschenzentrierte’ Technik gegenübergestellt (vgl. Illich 1975).

Langfristig lassen sich solche *Wahlverwandtschaften* zwischen kulturellen Modellen und technischen Merkmalen wohl feststellen. Sie wirken allerdings in beide Richtungen: Die christliche und speziell die klösterliche Kultur rituell geregelter Zeitordnung verlangte nach kalendarischen Techniken der exakten Zeitrechnung und nach mechanischen Techniken der Zeitmessung; die ersten Uhrwerke in den Kirchtürmen überall haben wiederum das Bild vom rational geregelten Kosmos und das mechanistische Weltbild befördert. Die Rationalisierung der Lebensführung in allen Facetten der modernen okzidentalen Gesellschaft fand ihren abstraktesten Ausdruck in der hoch formalisierten Mathematik, die wiederum die Grundlage für eine Mechanisierung des Denkens und der Computertechnik wurde (vgl. Heintz 1993). Die soziale Mobilisierung der Menschen und die Stärkung ihrer Individualität in der modernen Gesellschaft gingen mit einer räumlichen Mobilisierung und technischen Motorisierung in Richtung Individualverkehr einher (vgl. Rammler 2001). In den gegenwärtigen ethischen Debatten zu Biotechniken des Klonens und der Stammzellforschung wird mit *Menschenbildern* und *Naturrechten* argumentiert, um technische Entwicklungen zu begrenzen. Gleichzeitig verschiebt sich die für selbstverständlich gehaltene Vorstellung vom bewussten und autonomen Menschen, wenn Künstliche Intelligenz-Techniken das Terrain intelligenten Denkens und autonomen Verhaltens mit Software-Agenten und mobilen Robotern immer weiter erobern (siehe Rammert 2002), wenn medizinische Techniken Anfang und Ende des Lebens neu definieren (vgl. Lindemann 2003) oder wenn gentechnische und neurotechnische Eingriffe Eigenschaften und Kompetenzen von menschlichen Personen gezielt hervorbringen können.

Mit globalen Weltbildern, groben Modellen oder gesicherten Werten können keine Erkenntnisgewinne mehr erzielt werden. Daher werden sie in der Technikgeneseforschung in lokal und zeitlich begrenzt wirksame *Leitbilder* (autogerechte Stadt, menschenleere Fabrik, papierloses Büro), fein differenzierte *Metaphern* (Schreibmaschine als Schreibklavier; Computer als Rechenmaschine oder Kommunikationsmedium) oder *kulturelle Konzepte* (Telefon als Experimentiergerät, als Luxusapparat oder als Massenkonsumartikel; Telefonieren nach Telegrafie-, Rundfunk- oder Dialog-Konzept) aufgelöst (vgl. Dierkes/Hoffmann/Marz 1992; Mambrey 1993; Rammert 1993, Kap. 12). *So können die Weltbilder als explizite Leitbilder oder implizite kulturelle Modelle spezifiziert werden, die gesellschaftliche Erwartungen an Technik ausdrücken und konkrete Linien der Technikentwicklung in frühen und kritischen Phasen kulturell orientieren und somit mitprägen.*

Institutionalistische Technikgenesestudien betonen stärker die Bedeutung der relevanten *Akteure* und vor allem der *Akteurkonfigurationen*, welche in die Rahmen von *politischen Konfliktarenen* und von *sozialen Netzwerken* der Kooperation und Konkurrenz eingebunden sind (vgl. Weyer 2000). Sie erklären Technikentwicklungen aus der institutionell gerahmten Interaktion zwischen Organisationen als Akteuren, aus Machtunterschieden und aus Regimen der Standardisierung und staatlichen Steuerung (vgl. Dolata 2003; Werle 2005; Bender 2006).

Zusammenfassend lässt sich sagen:

Der Sozialkonstruktivismus und die akteur- und institutionsorientierten Studien der Technikgeneseforschung haben gezeigt, dass die gesellschaftliche Konstruktion der Technik nicht durch das Wirken einer einzigen Strukturlogik erklärt werden kann, sondern nur durch mehrere Orientierungsgrößen, wie ökonomische, politische oder kulturelle, die in wechselnden Kombinationen an der Genese und Gestaltung neuer Techniken beteiligt sind.

Wie hat man sich das im Einzelnen vorzustellen? Erstens kann man davon ausgehen, dass die Orientierungsgrößen in zeitlicher Hinsicht mit den unterschiedlichen Phasen der

Technikentwicklung in Intensität und Mischung variieren. Zweitens ist die Durchsetzung der Orientierungen von der Definitions- und Organisationsmacht der sozialen Akteure abhängig, wie sie sich in Konfliktarenen und Kooperationsverflechtungen herausbildet und den Pfad der Technikentwicklung bestimmt (vgl. Garud/Carnoe 2001; Windeler 2003). Daher können Analysen der Phasen und Pfade der Technikentwicklung genauere Auskunft über die gesellschaftliche Konstruktion neuer Techniken geben.

Welche Phasen und Pfade der Technikentwicklung lassen sich erkennen?

Techniken beginnen nicht als ‚fix und fertige' Produkte, sondern als *Projekte der Technisierung*. Das Fahrrad z.B., wie wir es heute kennen, begann mit recht unterschiedlichen Entwürfen, nicht nur des technischen Designs, sondern auch der sozialen Erwartung an die Nutzung. Das Laufrad des Freiherrn Karl Friedrich von Drais (1817) war als eine einfache Unterstützung des Gehens gedacht. Die Hochräder (seit 1874) waren als komplizierte Rennräder konzipiert und wurden von der Entwickler- und Nutzergruppe der Sportbegeisterten vorangetrieben. Das niedrigere „Sicherheitsrad" (Club Safety 1885), das jedermann und vor allem auch Frauen benutzen konnten, war mit zwei fast gleich großen Rädern ausgestattet und wurde von einer Unternehmer- und Nutzergruppe angestrebt, die an breiter Massennutzung und Verkehrssicherheit interessiert war. Erst als sich durch die Kombination des Rads mit einem aufpumpbaren Gummischlauch die Geschwindigkeit dieses Geräts erheblich beschleunigen ließ, setzte sich das so genannte „Hollandrad" als eine Art Mittelding und Kompromiss zwischen den beiden anderen Projekten durch (vgl. Pinch/Bijker 1987).

In der frühen Phase der Technikgenese konkurrieren mehrere Technisierungsprojekte mit hoch variablen Konstruktionsentwürfen: Kontroversen und Konstruktionsalternativen sind Kennzeichen einer *interpretativen Flexiblität*, die noch offen lässt, was nach welchen Kriterien als beste technische Form für eine noch zu definierende Funktion gilt. In der Phase der *sozialen Schließung* hat sich eine der technischen Formen als *dominantes Design* durchgesetzt, an dem sich nachfolgende Projekte orientieren. Diese Schließung erfolgt nicht nach eindeutigen rationalen Wahlen für die effektivste oder effizienteste Technik – Welche der vielen technischen Parameter sollen denn als wichtiger und zeitlos herangezogen werden, die Schnelligkeit, die Sparsamkeit, die Eleganz, die Sicherheit, die Umweltverträglichkeit? Worüber nicht mehr gestritten wird und was von allen als Standardmodell akzeptiert wird, ist dann in einem gesellschaftlichen Sinn als „beste" Technik institutionalisiert.

Zum Funktionieren einer Technik gehört nicht nur die technische Konstruktion, sondern auch die gesellschaftliche Konstruktion der Kriterien und Testverfahren, die definieren, was Funktionieren und Nichtfunktionieren heißt.

Nach der Schließung beginnt die Phase der Stabilisierung, wobei sich das dominante Design zu einem *technischen Paradigma* verfestigt und der weitere Verlauf der technischen Entwicklung den Charakter eines determinierten Pfades, einer „technischen Trajektorie" (Dosi 1982), annimmt. Was in der Anfangsphase der Technikgenese noch an konstruktiver Variabilität und institutioneller Selektivität möglich war, verschwindet zugunsten einer sozial eingerichteten *Eigendynamik* der weiteren technischen Entwicklung. Gegenüber politischen Versuchen, sie umzusteuern, gewinnt sie ein „technisches Momentum" (Hughes 1987), eine nicht nur durch Technik bedingte Trägheit, die in der versachlichten Technostruktur (PKW-Flotte, Fertigungsanlagen), in der institutionalisierten Infrastruktur (Straßen- und Tankstellennetz), in den investierten Interessen (Konzerne, Verbände, Lehrstühle) und in der Routine von Entwicklern („Konstruktionstraditionen") und Nutzern („Automobilismus") ihre sozialen Wurzeln hat (vgl. Knie 1994 und Burkart 1994). In der Richtung

entsteht die oben schon beschriebene *Pfadabhängigkeit* (David 1985) der weiteren technischen Entwicklung, die einerseits durch ökonomische Skaleneffekte und technische Sicherheitsaspekte begünstigt wird, andererseits bei kritischen Veränderungen der Umwelt (Erdölknappheit, Luftverschmutzung) zu Krisen der Selbstblockade und Sackgassentechnologien führen kann.

Die Technikgenese folgt nicht einer linearen Logik der Entfaltung einer technischen Idee, sondern ist als ein mehrstufiger Prozess der Entwicklung von Technisierungsprojekten anzusehen, der eher nach dem nicht-linearen Muster soziotechnischer Evolution verläuft (vgl. Rammert 1993) und mit den Modellen rekursiver Innovation (Kowol/Krohn 1995), verteilter Innovation (Rammert 1997) oder völlig unvorhersehbarer Innovationsreisen (Van den Ven et. al. 1999) erfasst werden kann (zum Überblick vgl. Braun-Thürmann 2005).

Trotzdem kann der Verlauf der Innovation nachträglich in drei Phasen eingeteilt werden (vgl. Weyer 1997: 133):

1) In der Phase der *Entstehung* wird in den jeweiligen Technisierungsprojekten der „soziotechnische Kern" variantenreich, mit wechselnden Akteurkonfigurationen (vgl. Callon 1983 zum Benzin- oder Elektroauto) und meist in informeller Kommunikation ausgehandelt.
2) In der Phase der *Stabilisierung* erfolgen nach der Selektion einer Variante als Prototyp eine paradigmatische und eine institutionelle Schließung des Feldes und die Herausbildung eines engen sozialen Netzwerks zwischen den Akteuren.
3) In der Phase der *Durchsetzung* wird der Prototyp zum dominanten Design verallgemeinert, und das soziale Netzwerk hat sich durch Markt- und Koalitionsprozesse weltweit neu und exklusiv konfiguriert.

5.3 Soziotechnische Konstellationen im Wandel: Varianten des Technopragmatismus

Wie sind technische und menschliche Aktivitäten in hybriden Ordnungen verteilt?

So lautet die Leitfrage einer neuen pragmatistischen Perspektive auf die Technik jenseits von Technikdeterminismus und Sozialkonstruktivismus. Der *Sozialkonstruktivismus* hat die Technik ganz in die Gesellschaft zurückgeholt (vgl. Pinch/Bijker 1987). Er hat Techniken als gesellschaftliche Konstrukte unter den Aspekten ihrer Entstehung wie auch ihrer Gestaltung analysiert. Sind damit die Techniken und die von ihr ausgehenden Wirkungen als rein soziologische Phänomene wie Rollen und Institutionen zu erklären? Oder gibt es da nicht noch wesentliche Unterschiede zwischen sozialen Normen und *technischen Regeln*, zwischen Erwartungsdruck und *Sachzwang,* zwischen Menschenhandeln und *Maschinenoperation*?

Der techniksoziologische *Realismus* verweist auf die Sachdimension der Techniken (vgl. Linde 1972); die Technik wird gleichsam als „Körper der Gesellschaft" angesehen (Joerges 1996). Die Materialität macht demnach die Unterschiede: zwischen frei verhandelbarer Sozialität und fest fixierter Technizität, zwischen weicher, rein kommunikativ vermittelter Sozialbeziehung und hartem, durch Sachen vermitteltem Verhältnis, zwischen ermüdenden, fehleranfälligen und manchmal renitenten menschlichen Handlungssystemen und kontinuierlichen, zuverlässig funktionierenden Sachsystemen. Diese Trennung von Technik und Gesellschaft, von Maschine und Mensch, von Ingenieurwissenschaften und Sozialwissenschaften wollten wir aber vermeiden, hatten wir doch nachgewiesen, dass Technik, Ma-

schine und Ingenieurwissenschaften ebenfalls *soziale Tatsachen* sind und damit integrale Bestandteile von Gesellschaft und ihrer sozialwissenschaftlichen Analyse.

Der *Pragmatismus* in der Technik- und Sozialtheorie sieht das Problem in der unausgesprochenen Annahme einer Dualität der beiden Welten liegen. Praktisch wird die unterstellte Dualität zwischen Natur und Kultur, Technik und Gesellschaft, ständig untergraben. Natürliche Klimafolgen sind nicht ohne Forschungskontroversen und politische Klimakonferenzen festzumachen; technische Netzwerke sind von vornherein mit sozialen Organisationen und symbolischen Artefakten verflochten, wie es der Technikhistoriker Thomas P. Hughes (1983) mit dem zweideutigen Titel *Networks of Power* seiner Studie über die Systeme der Stromversorgung und der Machtverteilung zugleich anspricht. Technische und soziale Ordnungen werden gleichzeitig geschaffen, sozusagen ko-produziert. Wenn wir den Ingenieuren in ihre Labore folgen (vgl. Latour 1987; 2006), können wir Ihnen dabei zusehen, wie sie mit ihren *Praktiken* des Entwerfens und Modellierens beim Design großer technischer Anlagen und Infrastrukturen oder bei der Gestaltung von Computer- und Netzarchitekturen gleichzeitig soziale Arbeitsrollen, hierarchische Beziehungen in Organisationen und soziale Machtverhältnisse zwischen institutionellen Feldern festlegen. Demnach ist es ebenso sinnvoll und in gewisser Weise symmetrisch, wenn die Soziologen nicht nur beobachten, wie *technische Sachen* gemacht und genutzt werden, sondern auch all diejenigen Aktivitäten, die in die technischen Sachen als *Programme* (= Anweisungen für Ausführungen) eingeschrieben werden, die an sie als *Agenten* (= Handlungsbevollmächtigte) übertragen werden, und auch diejenigen, die ungeplant und überraschend von ihnen als *Widerständigkeiten* (= Abweichungen, Störungen, Verselbständigungen) ausgehen.

Emile Durkheim hatte in seinen *Regeln der soziologischen Methode (1895)* gefordert, soziale Phänomene wie Sachen zu behandeln, d.h. Konventionen, Normen und Institutionen wie harte physikalische Tatsachen aufzufassen (Durkheim 1961: 115). Der Sozialkonstruktivismus hat die Regel aufgestellt, technische Sachen wie soziale Phänomene zu behandeln, d.h. technisches Gestalten und die Genese von Techniken als materiellen Ausdruck von Macht-, Wert- und anderen Sozialbeziehungen zu betrachten. Aber erst der *Technopragmatismus*, unter dem hier so unterschiedliche Richtungen wie der erkenntnis- und gesellschaftstheoretische Pragmatismus von John Dewey und George Herbert Mead (vgl. Joas/Knöbel 2004; Strübing 2005), die Praxis- und Objekttheorien von Andrew Pickering (1995) und Karin Knorr Cetina (1998) und die posthumane Aktor-Netzwerk-Theorie von Bruno Latour, Michel Callon und John Law (vgl. Belliger/Krieger 2006) versammelt werden, untergräbt den Dualismus von Determinismus und Konstruktivismus, von materieller Umwelt und sinnhafter Sozialwelt, von Natur und Kultur, indem er die praktische Herstellung aus Menschen und Dingen gemischter Gebilde (Fabrik; Labor) und die historische Genealogie soziotechnischer Ordnungen (Industrie; Hochtechnologien) aufdeckt. Die klassischen Begriffe instrumentellen Handelns und ökonomisch rationaler Wahl verlassen sich zu sehr auf die Getrenntheit und Fixiertheit der Welten und versagen, wenn es um die Analyse der Prozesse der Naturerkenntis, der Technikentwicklung und der Innovation geht. Der pragmatistische Begriff der *experimentellen Praxis (inquiry)* stellt hingegen soziale Zwecke und technische Mittel nicht einfach gegenüber, wie das z.B. bei der soziologischen Theorie technischen Handelns mit ihrem Zweck-Mittel-Bezug geschieht, sondern lässt Handlungszwecke und -mittel in schrittweiser Verfertigung von möglichen Zwecken *(ends-in-view)* und im ständig neu erprobenden Umgang mit Objekten und ihren beobachteten Wirkungen zusammen entstehen (vgl. Dewey 1995 <1925>; Hickman 1990).

Diesen Wechsel zwischen vorläufiger menschlicher Sinngebung und Zielsetzung auf der einen und materieller Widerständigkeit und leichter Zielverschiebung auf der anderen Seite kann man besonders gut beim spielerischen und kreativen Umgang mit Objekten studieren,

z.B. wenn beim Basteln und Probieren neue technische Kombinationen erfunden oder beim Forschen und Experimentieren im Labor neue Stoffe und Wirkschemata entdeckt werden. Man kann diese Wechselwirkung auch als *Mangel der Praxis* (Pickering 1995) beschreiben, bei der Objekte und Absichten wie die zwei Walzen einer Mangel den Stoff pressen, prägen und aneinander anpassen. Dieser Wechsel zwischen passiver Anpassung an die fest fixierte Umwelt (*accommodation*) – wie es das technikdeterministische Konzept des Sachzwangs nahe legt - und aktiver Umschaffung einer flexibel formbaren Welt (*adaptation*) – wie es der Sozialkonstruktivismus eher sieht – wird in einer pragmatistischen Soziologie der *Kreativität des Handelns* (Joas 1992) als ein Zusammenhang gedacht, in dem in Interaktion mit anderen Subjekten und in *experimenteller Interaktivität* mit Objekten (siehe Rammert 1999) neue soziotechnische Ordnungen geschaffen werden.

Soziales Handeln bedarf also der praktischen Vermittlung durch menschliche Körper wie auch zunehmend durch künstliche technische Körper (vgl. Hirschauer 2004; Reckwitz 2003).

Natürliche und technische Körper sind nicht nur *neutrale Mittel (means)* zweckbezogenen menschlichen Handelns, sondern in wachsendem Ausmaß auch *aktive Mittler (mediator)* im spielerischen oder experimentellen Handeln. Sie verharren nicht überall in der Funktion von *passiven Instrumenten*, sondern in hoch technisierten Konstellationen verteilten Handelns übernehmen sie die Rolle von *mobilen Agenten* (vgl. Rammert/Schubert 2006: 163ff). Schauen wir uns die Entwicklung dieser dem Dualismus gegenüber kritischen Sicht einmal genauer an!

Wer oder was bestimmt die Arbeitsbedingungen im Kohlebergbau? Das war die Ausgangsfrage arbeits- und industriesoziologischer Studien des Tavistock-Instituts in den 1960er Jahren des vorigen Jahrhunderts. Die neuartige Antwort darauf lautete: Weder das technische System (Maschinen, Mechanisierungsgrade), wie Ingenieure und Technikdeterministen unterstellten, noch das soziale System (industrielle Beziehungen und Arbeitsorganisation), wie Manager und Soziologen meinten, bestimmen allein die jeweils andere Seite, sondern es wirkt das *soziotechnische System* in seiner gesamten funktionalen Bezogenheit der Einheiten aufeinander, also die Kombination aus Pressluftbohrern und Einzelarbeitern mit Akkordlohn oder die Kombination aus automatischem Großbohrwerk mit Hobel und Transportbändern und Gruppenarbeit mit Kollektivprämien. So wurde der anglo-skandinavische Ansatz des soziotechnischen Systems begründet (vgl. Trist 1981).

Wer oder was ist die Ursache für Störungen, Unfälle und Katastrophen? Mit dieser Frage ging der Organisationssoziologe Charles Perrow in den 1980er Jahren an die Analyse von Industrieunfällen und chemischen wie atomaren Katastrophen bei Großtechniken heran. Üblicherweise trennte die Risikoforschung konzeptuell und methodisch zwischen technischen Fehlern und menschlichem Versagen. Alle Einheiten wurden nun nach den beiden Aspekten der Interaktionsform („linear“ oder „komplex“) und der Koppelung („streng“ oder „locker“) untereinander untersucht und vergleichend eingeordnet (Perrow 1987: 138). Die überraschende Antwort auf die Frage nach der *Sicherheit* von *hochriskanten Systemen*, wie Schiffstransporten, Mondraketen, Chemiefabriken oder Kernkraftwerken, verließ den konventionellen Weg der dualistischen Trennung von technischen Operationen und menschlichen Interventionen: Je enger gekoppelt die menschlichen wie technischen Einheiten eines Systems sind – mit geringen Spielräumen für Veränderungen und ohne große Puffermöglichkeiten – und je komplexer die Interaktionen zwischen den Einheiten gestaltet sind – mit dichter Anordnung, Mehrfachfunktionen und nicht direkt einsehbaren Rückkopplungsschleifen – , desto größer sind das Risikopotential und damit die ‚Normalität’ von Katastrophen bei diesen Systemen.

Wer oder was fliegt das Flugzeug nach Fuerteventura? *Soziologen* würden zunächst antworten: Der menschliche Pilot steuert natürlich die Maschine. Dann würden sie sich fragen, ob er nicht mindestens einen Ko-Piloten oder Funker mit an Bord hat und ob er nicht auch in Kooperation mit Flugkontrolleuren und Funklotsen am Boden steht. Die erste vorläufige Antwort hieße dann: Die Gruppe oder das Team navigiert den Flieger. Bei weiterem Nachdenken würde ihnen auch noch einfallen, dass ohne zahlende Passagiere und ohne Charterunternehmen, ohne Flughafenbetreibergesellschaften und ohne Ausbildungs-, Sicherheits- und Wartungsorganisationen diese Fliegerei gar nicht zustande käme. Damit wären jetzt alle menschlichen *sozialen Akteure*, die individuellen (Individuum), die kollektiven (Gruppe) und die korporativen Akteure (Organisation) benannt, die mit ihren Intentionen alle an der Ausrichtung des Fliegens nach Fuerteventura beteiligt sind.

Ingenieure hätten eine ganz andere und komplementäre Sicht: Naturgesetze, technische Vorrichtungen, Geräte und Steuerungszeichen lassen das Flugzeug fliegen. Luftströme brechen sich in einem bestimmten Winkel an den Tragflächen und lassen das Flugzeug schweben. Windströmungen unterstützen oder stören das Fliegen. Propeller oder Düsen treiben das Flugobjekt an, zusammen mit Seiten- und Höhenrudern lenken sie es in die richtige Richtung. Aber auch Flugkarten, Funkleitstrahlen und Auto-Piloten-Programme sind am Fliegerhandeln mehr (Automatik) oder weniger (menschliche Intervention) beteiligt. Die *Fakten der Natur* und die *technischen Artefakte* bewirken zwar das Fliegen des Flugzeugs nach Höhe, Tempo und Richtung, werden jedoch nur als passive Mittel menschlicher Intentionalität des Typs instrumentalen Handelns gesehen.

In dieser dualistischen Sicht bei der Beschreibung des Fliegens sind sich Technik- wie Sozialwissenschaftler in der Regel einig: Nur Menschen können *handeln*, d.h. Zwecke setzen, Mittel wählen, Zweck-Mittel-Beziehungen intelligent abwägen, während Maschinen eben nur *funktionieren*, d.h. nach einem festen Schema operieren. Gibt es gute Gründe, von diesem Dualismus abzuweichen?

Ja, denn erstens handeln die *Menschen* häufiger als angenommen ‚mechanisch', vollziehen Handlungen ‚automatisch', so dass man auch bei bestimmten menschlichen Handlungen davon spricht, dass sie funktionieren. Das ist nicht nur metaphorisch gemeint, sondern die Fähigkeit, Handeln zu routinisieren, zu habitualisieren und zu formalisieren – so hatten wir oben gesehen – bildet die Grundlage dafür, dass Formen der Technisierung auch im Medium physischer Dinge und symbolischer Zeichen gemacht werden können, wie das Zählen mit Fingern, mit Rechenkugeln oder mit Ziffern. Man kann also die menschlichen Handlungen in die große Menge der *‚maschinenmäßigen'* und damit mechanisierbaren und in Computerprogrammen simulierbaren Aktivitäten und die kleinere Menge der *‚situativen'* und damit von Kontexten und Interpretationen abhängigen Aktivitäten einteilen (vgl. Collins/Kush 1998; Suchman 1987). Nicht jede menschliche Handlung ist also einzigartig und unnachahmlich.

Zweitens, die *Maschinen*, wie sie gegenwärtig entwickelt werden, lassen sich immer weniger auf ihren Status als passives *Instrument* reduzieren. Maschinen sind kombinierte technische Systeme aus mehreren funktionalen Komponenten: Die ‚Aktorik' (Arbeit und Ausführung) gibt ihnen mehr Aktionsfähigkeit. Die ‚Motorik' (Antrieb und Bewegung) macht sie mobiler im Raum. Die ‚Sensorik' (Umwelt- und Selbstwahrnehmung) sorgt für eine differenzierte Empfänglichkeit für die Umgebung. Die ‚Informatik' (Steuerung und Regelung) verleiht ihnen eine kalkulierende, memorierende und strategische Intelligenz. Zusammen mit der ‚Telematik' (Kommunikation unter EDV-Systemen) erwachsen daraus Möglichkeiten zur Verteilung der Aktivitäten auf viele technische Agenten, zur flexiblen Koordination und zur relativ autonomen Kooperation unter ihnen. Der *avancierten Technik*

muss man immer mehr den Status als pro-aktiver, kontext-sensibler und kooperativer *Agent* zuerkennen (siehe Rammert 2002).

Drittens, die *Beziehung zwischen Menschen und Maschinen* verändert sich vor diesem Hintergrund: Das rein *instrumentelle* Verhältnis zu Werkzeug und Maschine verwandelt sich in eine *interaktive* Beziehung zwischen Maschine und Nutzer, nicht nur am Interface des Bildschirms, sondern auch in der Verteilung der Aktivitäten auf Maschinen, Programme und Menschen. Wir sprechen immer dann von *Interaktivität,* wenn die Beziehung zwischen Mensch und technischem Objekt durch Komplexität, durch Kontingenz und durch symbolisch vermittelte Kommunikation gekennzeichnet ist. Bei kombinierten technischen Systemen sind viele Elemente, verschiedenartige Beziehungen und funktionsbezogene Kopplungen möglich. Bei programmierbaren Maschinen sind verschiedene Wahlmöglichkeiten und Rückkopplungen mit der Umgebung möglich. Bei Bildschirmschnittstellen wachsen die Kapazitäten für die Kommunikation von Zuständen und Anweisungen so unermesslich, dass differenzierende Dialoge geführt und der anderen Seite Interaktionsfähigkeit zugerechnet werden können. Der PC z.B. wird zum „Interaktionspartner" (Geser 1989).

Eine erste und weit verbreitete Reaktion auf diese Mischung der Aktivitäten besteht darin, die fundamentale Differenz zwischen Menschen und Maschinen, Handeln und Operieren, Geist und Programm herauszustellen, eben immer wieder neu zu behaupten, dass Computer nicht denken oder Maschinen nicht handeln können (vgl. zur Kritik d'Avis 1994 und Rammert/Schulz-Schaeffer 2002). Diese Aussagen sind insofern tautologisch, da sie von vornherein Denken und Handeln mit Kriterien wie Bewusstseinsfähigkeit und Leiblichkeit definieren, die nur für den Menschen gelten. *Handlungsträgerschaft* (*agency*) ist keine stabile Wesenseigenschaft des Menschen. Sie wurde in der antiken Gesellschaft den Sklaven nicht zugesprochen, und sie wird gegenwärtig unter Drogen stehenden Menschen gar nicht, Kindern teilweise und korporativen Akteuren, wie Unternehmen und Staaten, die Verträge abschließen, voll zugesprochen. Diese Aussagen sind zudem für eine soziologische Forschung untauglich, da sie die *Grenzziehungen* zwischen Handeln und Verhalten nicht mehr zum Gegenstand machen (vgl. Lindemann 2002), da sie die historisch, medizinisch und juristisch wechselnden *Zurechnungen* von Handlungen ignorieren (vgl. Schubert 2006; Teubner 2006; Schulz-Schaeffer 2007) und da sie – und das betrifft besonders die gegenwärtigen Veränderungen durch *autonome Maschinen* (vgl. Christaller/Wehner 2003) und *verteilte Agenten* in Kommunikationsnetzen (siehe Rammert 2002) – die feinen Verteilungen von delegierten und automatisierten Handlungen in den vielen soziotechnischen Konstellationen nicht mehr zum Thema machen können.

Eine zweite höchst kreative, aber umstrittene Reaktion radikalisiert das Denken, indem die Differenz durch eine Symmetrie der Einheiten ersetzt wird. Die *Aktor-Netzwerk-Theorie* (vgl. Latour 2005) behandelt Menschen, Muscheln und Maschinen alle gleich als *‚Aktanten'*, die wirken und widerständig sein können, einem Programm folgen und durch die Einbindung und Allianzbildung zu einer heterogen gemischten Handlungseinheit, dem *Hybrid*, werden. Demnach ‚handelt' auch eine einfache Bodenschwelle, ein so genannter ‚schlafender Polizist' (vgl. Latour 1992), wenn sie den Autofahrer ebenso wie ein wachsamer menschlicher Polizist oder wie ein symbolischer Polizist auf einem Schild oder wie eine sichtbare Überwachungskamera dazu bringt, im Schritttempo zu fahren.

Der Gewinn dieser symmetrischen Sichtweise besteht darin zu erkennen, dass Handeln auf verschiedene Instanzen verteilt sein kann, eben nicht nur auf Menschen, sondern auch auf natürliche Dinge, die einbezogen werden, und künstliche Sachen, die gemacht werden. Ein Handlungsziel, wie sich durch Faustschläge zu rächen (Programm 1), kann durch die Verbindung mit einem Revolver, der scharf schießt (Programm 2), in ein neues Programm

verschoben oder übersetzt werden, nämlich zu töten. Erst die Verbindung eines menschlichen Aktanten mit einem nichtmenschlichen Aktanten schafft diese neue Handlung. Der Hybrid aus beiden ist die handelnde Einheit (vgl. Latour 1998). Je mehr Handeln und Interaktion gegenwärtig durch andere Instanzen vermittelt oder an sie delegiert werden – man denke nur an die vielen Möglichkeiten der intelligenten Objekte, der elektronischen Dienste und der künstlichen Kommunikation (siehe Rammert 2003) –, desto attraktiver scheint eine solche Hybridperspektive auf die Gesellschaft als Assoziation von Menschen und Dingen in *Aktor-Netzwerken* zu sein, nimmt sie doch die in die Umwelt der Gesellschaft verbannte und sozialtheoretisch vergessene Technik wieder in den Blick.

Allerdings dürfen auch nicht die Verluste verschwiegen werden, die diese Sichtweise mit sich bringt. Der radikale Gestus der Symmetrisierung gibt Unterscheidungen und graduelle Unterschiede auf, die Sinn machen und relevante Folgen haben. Nicht alle Dinge und Techniken sind in der gleichen Weise am Handeln beteiligt; es lohnt sich, zwischen *einfachen* (Werkzeuge, Apparate, Maschinen) und *avancierten Techniken* (Hochtechnologien, intelligente Systeme, smarte Objekte) zu unterscheiden (siehe Rammert 2002): Die ersteren wirken nur in einer festgelegten Weise, wie die Schwelle oder der Revolver, bedürfen keiner über das kausal-mechanische Vokabular hinausgehenden Beschreibungssprache. Die letzteren, wie Roboter in Interaktion oder Software-Agenten in Kooperation, verfügen jedoch dank Sensorik, Operationsprotokollen und Programmen fallbasierten Schließens über Möglichkeiten, auch anders handeln zu können, werden bei hoher Komplexität und Kontingenz in ihrem jeweiligem Verhalten besser durch ein intentionalistisches Handlungsvokabular (*belief, desire, intention, action*) beschrieben. Programmierer wie auch Nutzer verwenden dieses bei avancierten Techniken, weil die Zurechnung von Handlungsträgerschaft in diesen Fällen den Umgang mit der Technik erleichtert. Es macht also Sinn, verschiedene Niveaus und Grade der Handlungsträgerschaft von der „*verändernden Wirksamkeit*“ (Kausalität) über das „*Auch-anders-handeln-Können*“ (Kontingenz) bis hin zur „*intentionalen Erklärung*“ (Intentionalität) (Rammert/Schulz-Schaeffer 2002: 49) sowohl für Menschen wie für andere Instanzen zu unterscheiden.

Für eine soziologische Analyse sozio-technischer Konstellationen ist es weiterhin wichtig, die mit den Praktiken hergestellten Beziehungen zwischen den heterogenen Einheiten genauer zu bestimmen. Wir unterscheiden davon drei Arten von Beziehungen:

1) Die *Interaktion* zwischen menschlichen Akteuren bleibt eine wesentliche und sinnstiftende Beziehung. Sie schafft den Ordnungsrahmen der *praktischen Intersubjektivität* (vgl. Joas 1989). Sie kann daraufhin untersucht werden, inwieweit durch die technische Rahmung und die technische Vermittlung neue Formen im weiten Spektrum zwischen strategisch-kalkulierender und emotional-integrierender Interaktion (*Partner matching, public viewing, blogging*) aufweisen.
2) Die *Intra-Aktion* zwischen technischen Objekten (vgl. Braun-Thürmann 2002) kommt als neue Dimension *materialer Sozialität* für die soziologische Analyse hinzu. Diese materielle Reihung und Rahmung von Aktionen betrifft den Bereich der praktischen „*Interobjektivität“* (vgl. Latour 2001). Je nachdem wie die Beziehungen zwischen den Objekten durch Design, Systemarchitektur und Programmierung festgelegt werden, lassen sich eher hierarchisch und fest gekoppelte Systeme (Raumfahrtstart) oder eher verteilt und locker gekoppelt Systeme (Kooperierende Roboter) voneinander unterscheiden.
3) Die *Interaktivität* bezeichnet die Beziehungen zwischen Mensch und technischem Objekt. Über welche Medien der Wahrnehmung und der Einwirkung sie jeweils vermittelt ist, erzeugt veränderte Konstellationen der praktischen *Intermedialität.* Es macht einen großen Unterschied, ob menschliche Akteure und technische Objekte unmittelbar über ihre Körper und Organe in eine *instrumentelle* Beziehung treten – wie bei der Hand-

werksarbeit oder bei der chirurgischen Operation (beobachtende Augen und Werkzeug führende Hände) – oder ob sie – wie bei der Maschinenführung oder bei Computer gestützter Systemsteuerung – über intermediale Schnittstellen in eine *instruktive und mittelbar steuernde* Beziehung oder über Bildschirmschnittstellen – wie in modernsten Cockpits und Kontrollzentren – in eine nur *begrenzt intervenierende* und *interaktive* Beziehung treten (vgl. Rammert/Schubert 2006: 174 ff).

Aus der Perspektive einer pragmatistischen Technik- und Sozialtheorie besteht die gesellschaftliche Wirklichkeit aus allen drei Beziehungen, den zwischenmenschlichen Interaktionen, den künstlich hergestellten Aktionen zwischen Dingen und den intermedialen Beziehungen zwischen Menschen, Wirkobjekten und Zeichenobjekten. In der Praxis jeglicher Art, sei es Arbeit, Interaktion oder Kommunikation, werden sie in einer bestimmten Konstellation zueinander und gleichzeitig miteinander erzeugt.

Wie werden aus den angesprochenen Beziehungen gefestigte soziotechnische Konstellationen?

Soziotechnischen Konstellationen bestehen aus körperlichen Routinen, sachlichen Designs und symbolischen Steuerungsdispositiven. Sie kristallisieren sich heraus, wenn sich probierendes Handeln (Herumschaufeln, Herumschnipseln) in körperliche Routinen (Schaufeltechnik, Sezierschnitte) verwandelt, wenn sich die experimentelle Kombination von Sachen (Lochkarten und Webstühle) zu dominanten Designs (NC-Maschinen) verfestigt und wenn sich symbolische Kreationen (Zeichen und Bilder) in disponierende Medien der Steuerung und Kontrolle (Computerprogramme, digitale Identifizierung) transformieren. Die praktizierten Beziehungen werden erst durch ihre zeitliche Wiederholung, durch ihre räumliche Ausbreitung und durch ihre sachliche Fixierung als gesellschaftlich signifikante Gesten und Gestalten ausgezeichnet und als Ausdruck gesellschaftlich erwünschter Wirksamkeit dauerhaft institutionalisiert. Für den Bereich der *industriellen Arbeit* erinnere ich an die historische Herausbildung der Konstellationen „handwerklicher Kooperation“ (kompetent agierende Körper/spezialisierte Werkzeuge/Vorbilder), manufaktureller Arbeitsteilung“ (spezialisierte Teilkörper/zentrale Maschinen/hierarchische Arbeitsanleitungen) und des „Systems der Maschinerie“ (trainierte Teilorgane/Sequenz von Spezialmaschinen/maschinell inkorporierte Steuerung und technisch bedingter Arbeitstakt) im 19. Jahrhundert.

Wie wir am Anfang des Beitrags schon gesehen haben, ist fast jegliche Praxis auf alle drei Trägermedien angewiesen; die Anteile und Gewichte sind in den jeweiligen Konstellationen unterschiedlich verteilt. Der von seinen jeweiligen Trägern gereinigte Begriff der *sozialen Kommunikation* lässt leicht vergessen, dass die *mündliche* Kommunikation im Vergleich zur *schriftlichen* oder *elektronischen* Kommunikation nicht nur auf Stimme und sprachlich-mimische Äußerung beschränkt war, sondern immer schon in Verbindung mit verschiedenen Schallräumen und Schallverstärkern und auch mit besonderen symbolischen Rahmungen in unterschiedlichen Konstellationen gestaltet wurde: der Priester mit gesungener Litanei im kirchlichen Sakralraum, der Ausrufer mit lautem Schreien oder Lautsprechertrichter auf der öffentlichen Straße, oder der Professor auf einem Podest, der Schauspieler auf einer Bühne usw.

Mit den *neuen Informations- und Kommunikationstechniken* werden vor allem die jeweiligen Anteile zwischen menschlichen Gesten, medialen Maschinen und symbolischen Mitteln verschoben und neu verteilt: Gegenüber dem reichhaltigen Repertoire an menschlichen Gesten (Arbeiten, Kommunizieren, Memorieren) haben das Ensemble der technischen Güter (Maschinen, Verbreitungsmedien, Datenbanken) und vor allem die *Archive des symbolischen Wissens* (Drucksachen, Dateien, Programme) ungeheuerlich zugenommen. Als

noch bedeutender als diese Verschiebung erweist sich die *Aktivierung* und *Mobilisierung* der technischen Objekte, indem sie durch Künstliche Intelligenz-Programme aufgerüstet und durch Kommunikationsnetze allgegenwärtig verbunden werden. Fahrgäste per Bahn zu befördern, Schiffe zu navigieren oder Patienten zu operieren früher und heute scheinen sich nur auf den ersten Blick zu ähneln; eine *technografische Analyse* (Rammert/Schubert 2006) der neuen soziotechnischen Konstellationen kann genau und detailreich nachzeichnen,

1) wie diese Handlungen heute *auf mehrere heterogene Instanzen verteilt* sind,
2) wie so viele Einzelaktivitäten dabei häufig unausgesprochen und unsichtbar *im Hintergrund* oder *im technischen Objekt integriert* ablaufen,
3) dass Software-Agenten, die *miteinander interagieren*, häufig wie kleine Heinzelmännchen (vgl. Rammert 2000, Kap. 8) daran *aktiv beteiligt* sind und
4) dass und wie die technischen Objekte dabei ein immer höheres Niveau und einen *höheren Grad an Handlungsträgerschaft* erreichen, z.B. wenn sie von sich aus tätig werden, Erwartungen an den Nutzer aufbauen, im Rahmen vordefinierter Möglichkeiten sich auch anders verhalten können oder sogar Interventionen des Nutzers in kritischen Situationen ignorieren.

Durch diese Techniken, die als *Agenturen verteilter Aktion* (siehe Rammert 2004) wirken, werden Entwickler wie Nutzer vor die Entscheidung gestellt, wie viel *Autonomie* sie dem technischen System aus Gründen der Kosten und des Komforts geben sollen und wie viel *Intervention* und *Transparenz* sie für den menschlichen Nutzer vorsehen sollen, um Selbstbestimmung, Sicherheit und Datenschutz zu bewahren.

Eine solche pragmatistische Perspektive der Soziologie auf die Technik hat auch mit der traditionellen Arbeitsteilung zwischen den Disziplinen brechende *praktische Folgen*:

Wenn die technische Konstruktion als ein selbstverständlicher Teil der gesellschaftlichen Konstruktion von Wirklichkeit angesehen wird (siehe Rammert 2006), dann sollte auch die Trennung zwischen technischem Optimieren und nachfolgendem sozialen Anpassen aufgegeben und Platz für eine von Technik- und Sozialwissenschaftlern *gemeinsame Gestaltung soziotechnischer Systeme* eingeräumt werden (siehe Rammert 2001).

Wenn Technik und Mensch oder Technik und Gesellschaft nicht mehr dichotomisiert und als getrennte Sphären des Handelns und der Wissenschaften angesehen werden, dann kann die Soziologie jenseits von pauschaler Automationskritik und nachträglicher Technikfolgen- und Technikakzeptanzforschung zu einer *konstruktiven Soziologie* übergehen, die durch eine *technografische Analyse* und eine *experimentelle Entwicklung* soziotechnischer Konstellationen gekennzeichnet ist. Mithilfe eines solchen analytischen und methodischen Instrumentariums kann man dann erforschen, modellieren und gestalten, wie Aktivitäten mit welchem Aktionsniveau auf menschliche, maschinelle und symbolische Agenten mit welchen Folgen für Effizienz, Sicherheit und Selbstbestimmung verteilt werden können.

Literaturverzeichnis

Assmann, A., Assmann, J. (1994). Das Gestern im Heute: Medien und soziales Gedächtnis. In: K. Merten, S.J. Schmidt, S. Weischenberg (Hg.), Die Wirklichkeit der Medien. Opladen, Westdeutscher Verlag: 114-140.

Beck, U. (1986). Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne. Frankfurt/M., Suhrkamp.

Bell, D. (1979). Die nachindustrielle Gesellschaft. Frankfurt/M., Campus (zuerst 1973).

Belliger/Krieger (2006). Anthology. Ein einführendes Handbuch zur Akteur-Netzwerk-Theorie. Bielefeld, Transkript.

Bender, G. (2006). Technologienetwicklung als Institutionalisierungsprozess: zur Entstehung einer soziotechnischen Welt. Berlin, Edition Sigma.
Blättel-Mink, B. (2006). Kompendium der Innovationsforschung. Wiesbaden, VS-Verlag Sozialwissenschaften.
Blumenberg, H. (1981). Lebenswelt und Technisierung unter Aspekten der Phänomenologie. In: ders. Wirklichkeiten in denen wir leben. Stuttgart, Reclam.
Bora, A., Decker, M., Grunwald, A. und Renn, O. (Hg.) (2005). Technik in einer fragilen Welt. Die Rolle der Technikfolgenabschätzung. Berlin, Edition Sigma.
Braun, I. (1993). Technik-Spiralen. Vergleichende Studien zur Technik im Alltag. Berlin, Edition Sigma.
Braun, I./Joerges, B. (Hg.) (1994).Technik ohne Grenzen. Frankfurt/M., Suhrkamp.
Braun-Thürmann, H. (2002). Künstliche Interaktion. Wie Technik zur Teilnehmerin sozialer Wirklichkeit wird. Wiesbaden, Westdeutscher Verlag.
Braun-Thürmann, H. (2005). Innovation. Bielefeld, Transcript Verlag.
Burkart, G. (1994). Individuelle Mobilität und soziale Integration. Zur Soziologie des Automobilismus. In: Soziale Welt 45(2): 216-241.
Callon, M. (1983). Die Kreation einer Technik: Der Kampf um das Elektroauto. In: Technik und Gesellschaft. Jahrbuch 2, Frankfurt/M., Campus: 140-160.
Castells, M. (1996). The Rise of the Network Society. Oxford, Blackwell.
Christaller, T. und Wehner, J. (Hg.) (2003). Autonome Maschinen. Wiesbaden, Westdeutscher Verlag.
Collins, H.M., Kush, M. (1998). The Shape of Actions: What Humans and Machines Can Do. Cambridge, MIT Press.
David, P. A. (1985). Clio and the Economics of QWERTY. In: American Economic Review 75, (2): 332-337.
D'Avis, W. (1994). Können Computer denken? Eine bedeutungs- und zeittheoretische Analyse von KI-Maschinen. Frankfurt/M., Campus.
Degele, N. (2002). Einführung in die Techniksoziologie. München, Fink.
Dewey, J. (1995). Erfahrung und Natur. Frankfurt/M., Suhrkamp (zuerst 1925).
Dewey, J. (2002). Logik. Die Theorie der Forschung. Frankfurt/M., Suhrkamp (zuerst 1938).
Dierkes, M., Hoffmann, U. und Marz, L. (1992). Leitbild und Technik. Zur Entstehung und Steuerung technischer Innovationen. Berlin, Edition Sigma.
Dolata, Ulrich (2003). Unternehmen Technik. Akteure, Interaktionsmuster und strukturelle Kontexte der Technikentwicklung. Berlin, Edition Sigma
Dosi, G. (1982). Technological Paradigms and Technological Trajectories. In: Research Policy 11: 147-166.
Du Gay, P., Hall, S., Janes, L., Mackay, H. and K. Negus (1997), Doing Cultural Studies: The Story of the Sony Walkman, London, SAGE.
Durkheim, E. (1961). Regeln der soziologischen Methode. Neuwied, Luchterhand (zuerst 1895)
Elias, N. (1984). Über die Zeit. Frankfurt/M., Suhrkamp
Ellul, J. (1964). The Technological Society. New York, Alfred A. Knopf (Paris 1954).
Garud, R., Carnoe, P. (eds) (2001). Path Dependence and Creation. Mahwah, N.J., Lawrence Erlbaum.
Gehlen, A. (1957). Die Seele im technischen Zeitalter. Reinbek, Rowohlt.
Geser, H. (1989). Der PC als Interaktionspartner. In: Zeitschrift für Soziologie 18(3): 230-243.
Giddens, A. (1988). Die Konstitution der Gesellschaft. Grundzüge einer Theorie der Strukturierung. Frankfurt/M., Campus.
Giddens, A. (1995). Konsequenzen der Moderne. Frankfurt/M., Suhrkamp.
Gilfillan, S.C. (1935). The Sociology of Invention. Chicago, Follet.
Habermas, J. (1968). Technik und Wissenschaft als 'Ideologie'. Frankfurt/M., Suhrkamp.
Halfmann, J. (1996). Die gesellschaftliche 'Natur' der Technik. Eine Einführung in die soziologische Theorie der Technik. Opladen, Leske und Budrich.
Heintz, B. (1993). Die Herrschaft der Regel. Zur Grundlagengeschichte des Computers. Frankfurt/M., Campus.
Hempel, L./Metelmann, J. (Hg.) (2005). Bild – Raum – Kontrolle. Videoüberwachung als Zeichen gesellschaftlichen Wandels. Frankfurt/M., Suhrkamp.
Hickman, L. (1990). John Dewey's Pragmatic Technology. Bloomington, Indiana University Press.
Hirschauer, S. (2004). Praktiken und ihre Körper. Über materielle Partizipanden des Tuns. In: K. H. Hörning, J. Reuter (Hg.). Doing Culture. Neue Positionen zum Verhältnis von Kultur und sozialer Praxis. Bielefeld, transcript, S. 73-91.
Holtgrewe, U. (1997). Frauen zwischen Zuarbeit und Eigensinn. Der EDV-Einzug in Kleinstbetriebe und die Veränderungen weiblicher Assistenzarbeit. Berlin, Edition Sigma.
Hörning, K. H. (2001). Experten des Alltags. Die Wiederentdeckung des praktischen Wissens. Weilerswist, Velbrück.

Hughes, T. P. (1983). Networks of Power. Electrification in Western Societies, 1880-1930. Baltimore, John Hopkins University Press
Hughes, T. P. (1987). The Evolution of Large Technological Systems. In: W. E. Bijker, Hughes, T. P. and Pinch, T. J. (eds). The Social Construction of Technological Systems. Cambridge, MIT Press: 51-82.
Illich, I. (1975). Selbstbegrenzung. Eine politische Kritik der Technik. Reinbek, Rowohlt.
Innis, H. (1972). Empire and Communication. Toronto, University of Toronto Press.
Joas, H. (1989). Praktische Intersubjektivität. Die Entwicklung des Werkes von G. H. Mead. Frankfurt/M., Suhrkamp.
Joas, H. (1992). Die Kreativität des Handelns. Frankfurt/M., Suhrkamp.
Joas, H., Knöbl, W. (2004). Sozialtheorie. Zwanzig einführende Vorlesungen. Frankfurt/M., Suhrkamp
Joerges, B. (1996). Technik, Körper der Gesellschaft. Arbeiten zur Techniksoziologie. Frankfurt/M., Suhrkamp.
Karafyllis, N.C. (2005). Biofakte als Innovationen: Eine Typologie kreatürlicher Medien lebendiger Technik. In: Abel, G. (Hg.), Kreativität. Berlin, 339-350.
Kern, H., Schumann, M. (1984). Das Ende der Arbeitsteilung? Rationalisierung in der industriellen Produktion. München, Beck.
Knie, A. (1994). Gemachte Technik. Zur Bedeutung von "Fahnenträgern", "Promotoren" und "Definitionsmacht" in der Technikgenese. In: Technik und Gesellschaft. Jahrbuch 7. Frankfurt/M., Campus: 41-66.
Knorr Cetina, K. (1998). Sozialität mit Objekten. Soziale Beziehungen in post-traditionalen Wissensgesellschaften. In: W. Rammert (Hg.), Technik und Sozialtheorie. Frankfurt/M., Campus: 83-120.
Kowol, U., Krohn, W. (1995). Innovationsnetzwerke. Ein Modell der Technikgenese. In: Technik und Gesellschaft, Jahrbuch 8, hrsg. von J. Halfmann, W. Rammert, G. Bechmann, Frankfurt/M., Campus: 77-105.
Latour, B. (1987). Science in Action. How to Follow Scientists and Engineers Through Society. Cambridge, Mass., Harvard University Press.
Latour, B. (1992), Where are the Missing Masses? The Sociology of a Few Mundane Artifacts. In: W. E. Bijker/J. Law (Hrsg.), Shaping Technology/Building Society. Studies in Sociotechnical Change. Cambridge, Mass., MIT Press: 225-238
Latour, B. (1998) Über technische Vermittlung. Philosophie, Soziologie, Genealogie. In: W. Rammert (Hg.), Technik und Sozialtheorie. Frankfurt/M. Campus Verlag: 29-82
Latour, B. (2001). Eine Soziologie ohne Objekt? Anmerkungen zur Interobjektivität. In: Berliner Journal für Soziologie 11, (2): 237-252
Latour, B. (2005). Reassembling the Social. An Introduction into Actor-Network-Theory. Oxford, Oxford University Press.
Latour, B. (2006). Ethnografie einer Hochtechnologie: Das Pariser Projekt ‚Aramis' eines automatischen U-Bahn-Systems. In: W. Rammert, C. Schubert (Hg.), Technografie: Zur Mikrosoziologie der Technik. Frankfurt/M, Campus: 25-60.
Linde, H. (1972). Sachdominanz in Sozialstrukturen. Tübingen, Mohr.
Lindemann, G. (2002). Die Grenzen des Sozialen. Zur sozio-technischen Konstruktion von Leben und Tod in der Intensivmedizin. München, Fink
Lindemann, G. (2003). Beunruhigende Sicherheiten: Zur Genese des Hirntodkonzepts. Konstanz, UVK.
Mambrey, P. (1993). Das Schreibklavier als Metapher und Medium. In: Technik und Gesellschaft. Jahrbuch 7. Frankfurt/M., Campus: 127-148.
Marx, K. (1969). Das Kapital. Kritik der politischen Ökonomie, Bd. I. Berlin, Dietz-Verlag (zuerst 1867).
Marcuse, H. (1967). Der eindimensionale Mensch: Studien zur Ideologie der fortgeschrittenen Industriegesellschaft. Neuwied, Luchterhand.
Mayntz, R. (1993). Große Technische Systeme und ihre gesellschaftstheoretische Bedeutung. In: Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie 45, (1): 97-108.
Mayntz, R./Hughes, T.P. (eds) (1988). The Evolution of Large Technical Systems. Frankfurt/M., Campus.
Mensch, G. (1977). Das technologische Patt. Innovationen überwinden die Depresion. Frankfurt/M., Fischer.
Merton, R. K. (1936). The Unanticipated Consequences of Purposive Social Action. In: American Sociological Review 1: 894-904.
Milgram, S. (1974). Obedience to Authority: An Experimental View. New York, Harper&Row.
Mumford, L. (1977). Der Mythos der Maschine. Kultur, Technik und Macht. Frankfurt/M., Fischer.
Nelson, R., Winter, S. (1982). An Evolutionary Theory of Economic Change. Cambridge, MA, Belknap Press for Harvard University Press.
Ogburn, W. F. (1937). Technological Trends and National Policy. Washington.
Ortmann, G./Windeler, A. Becker, A./Schulz, H.-J. (1990), Computer und Macht in Organisationen. Mikropolitische Analysen. Opladen, Westdeutscher Verlag.

Peine, A. (2006). Innovation und Paradigma. Epistemische Stile in Innovationsprozessen. Bielefeld, Transkript.
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 of Chicago Press
Pinch, T. J., Bijker, W. E. (1987). The Social Construction of Facts and Artifacts. In: W. E. Bijker, Hughes, T. P., Pinch, T. J. (eds). The Social Construction of Technological Systems. Cambridge, MA, MIT Press: 17-50.
Pirker, T. (1962). Büro und Maschine. Tübingen, Mohr.
Popitz, H. (1995). Der Aufbruch zur Artifiziellen Gesellschaft. Tübingen, Mohr.
Postman, N. (1985). Wir amüsieren uns zu Tode. Urteilsbildung im Zeitalter der Unterhaltungsindustrie. Frankfurt/M., Fischer.
Preda, A. (2006). Wie Techniken Finanzmärkte erschaffen: Der Fall des Börsentickers. In: W. Rammert, C. Schubert (Hg.), Technografie: Zur Mikrosoziologie der Technik. Frankfurt/M., Campus: 1001-139.
Rammert, W. (1988). Das Innovationsdilemma. Technikentwicklung im Unternehmen. Opladen, Westdeutscher Verlag.
Rammert, W. (1993). Technik aus soziologischer Perspektive. Forschungsstand - Theorieansätze – Fallbeispiele. Opladen, Westdeutscher Verlag.
Rammert, W. (1997). Innovation im Netz. Neue Zeiten für technische Innovationen: heterogen verteilt und interaktiv vernetzt. In: Soziale Welt 48 (4): 397-416.
Rammert, W. (1998). Die Form der Technik und die Differenz der Medien. Auf dem Weg zu einer pragmatistischen Technikтheorie. In: W. Rammert (Hg.). Technik und Sozialtheorie. Frankfurt/M., Campus: 293-326.
Rammert, W. (1999): Weder festes Faktum noch kontingentes Konstrukt: Natur als Produkt experimenteller Interaktivität: In Soziale Welt, Jg. 50, Heft 3, S. 281-296.
Rammert, W. (2000). Technik aus soziologischer Perspektive 2. Kultur - Innovation - Virtualität. Opladen, Westdeutscher Verlag.
Rammert, W. (2001). Hochtechnologien in der öffentlichen Wahrnehmung oder: Was Laien lernen können, wenn Wissenschaftler sich streiten. In Jahrbuch 2000/2001 Wissenschaftszentrum Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, S. 119-126.
Rammert, W. (2002). The Cultural Shaping of Technologies and the Politics of Technodiversity. In: K. H. Sörensen, R. Williams (eds). Shaping Technology, Guiding Policy: Concepts, Spaces & Tools. Cheltenham, Edward Elgar: 173-194.
Rammert, W., Schulz-Schaeffer, I. (Hg.) (2002). Können Maschinen handeln? Soziologische Beiträge zum Verhältnis von Mensch und Technik. Frankfurt/M., Campus.
Rammert, W. (2002). Verteilte Intelligenz im Verkehrssystem: Interaktivitäten zwischen Fahrer, Fahrzeug und Umwelt. In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 97, S. 404-408.
Rammert, W. (2003). Die Zukunft der künstlichen Intelligenz: verkörpert – verteilt – hybrid. In TUTS-Papers, TUTS-WP-4-2003.
Rammert, W. (2004). Technik als verteilte Aktion: Wie technisches Wirken als Agentur in hybriden Aktionszusammenhängen gedeutet werden kann. In Klaus Kornwachs (Hrsg.): Technik - System - Verantwortung. Münster: LIT Verlag, S. 219-231.
Rammert, W. (2005). Gestörter Blickwechsel durch Videoüberwachung?: Ambivalenzen und Asymmetrien soziotechnischer Beobachtungsordnungen. In Leon Hempel, Jörg Metelmann (Hrsg.): Bild – Raum – Kontrolle. Videoüberwachung als Zeichen gesellschaftlichen Wandels. Frankfurt/M: Suhrkamp 2005, S 342-359.
Rammert, W. (2006). Die technische Konstruktion als Teil der gesellschaftlichen Konstruktion der Wirklichkeit. In Dirk Tänzler, Hubert Knoblauch, Hans-Georg Soeffner (Hrsg.): Zur Kritik der Wissensgesellschaft. Konstanz: UVK Verlagsgesellschaft mbH, S. 83-100.
Rammert, W., Schubert, C. (Hg.) (2006). Technografie. Zur Mikrosoziologie der Technik. Frankfurt/M., Campus.
Rammler, S. (2001). Mobilität in der Moderne. Geschichte und Theorie der Verkehrssoziologie. Berlin, Edition Sigma.
Reckwitz, A. (2003). Grundelemente einer Theorie sozialer Praktiken. Eine sozialtheoretische Perspektive. In: Zeitschrift für Soziologie 32(4), S. 282-301.
Rosa, H. (2005). Beschleunigung. Die Veränderung der Zeitstruktur in der Moderne. Frankfurt/M., Suhrkamp.
Rosenberg, N. (1976). Marx als Kenner der Technologie. In: Monthly Review 2 (3): 58-77.

Schroer, M. (2006), Räume, Orte, Grenzen. Auf dem Weg zu einer Soziologie des Raums. Frankfurt/M, Suhrkamp.
Schubert, C. (2006), Die Praxis der Apparatemedizin. Ärzte und Technik im Operationssaal. Frankfurt/M., Campus.
Schulz-Schaeffer, I. (1999). Technik und die Dualität von Regeln und Ressourcen. Zur sozialen Bedeutung gegenständlicher Technik. In: Zeitschrift für Soziologie 28 (6): 409-428.
Schulz-Schaeffer, I. (2000). Sozialtheorie der Technik. Frankfurt/M., Campus.
Schulz-Schaeffer, I. (2007). Zugeschriebene Handlungen. Ein Beitrag zur Theorie des Handelns. Weilerswist, Velbrück, im Erscheinen
Schumpeter, J. (1961). Konjunkturzyklen. Göttingen, Vandenhoeck & Ruprecht (zuerst 1939).
Simmel, G. (1900), Die Arbeitsteilung als Ursache für das Auseinandertreten der subjektiven und objektiven Kultur, wiederabgedruckt in: ders. (1983), Schriften zur Soziologie. Eine Auswahl, hrsg. von H.-J. Dahme und O. Rammstedt, Frankfurt/M., Suhrkamp.
Strübing, J. (2005). Pragmatistisiche Wissenschafts- und Technikforschung. Theorie und Methode. Frankfurt/M., Campus.
Suchman, L. (1987). Plans and Situated Action: The Problem of Human Machine Communication. Cambridge, Cambridge University Press.
Teubner, G. (2006), Zur Ausweitung des Akteurstatus in Recht und Politik. In: Zeitschrift für Rechtssoziologie 27 (1): 5-30.
Thiedecke, U. (Hrsg.) (2003). Virtuelle Gruppen. Wiesbaden, Westdeutscher Verlag, 2. überarbeitete und aktualisierte Auflage.
Trist, E. (1981). The Evolution of Socio-Technical Systems. Toronto.
Van de Ven, A., Polley, D., Garud, R., Venkatraman, S. (1999). The Innovation Journey. Oxford, Oxford University Press.
Veblen, T. (1899), The Theory of the Leisure Class, dt. (1971) Theorie der feinen Leute, München, DTV.
Weingart, P. (Hg.)(1989). Technik als sozialer Prozess. Frankfurt/M., Suhrkamp.
Weyer, J. (1997). Vernetzte Innovationen - innovative Netzwerke. Zur Technikgenese von Airbus, Personal Computer und Transrapid. In: W. Rammert, Bechmann, G. (Hg.). Technik und Gesellschaft. Jahrbuch 9 "Innovation - Prozesse, Produkte, Politik". Frankfurt/M., Campus: 125-152.
Weyer, J. (Hg.) (2000). Soziale Netzwerke. Konzepte und Methoden der sozialwissenschaftlichen Netwerkforschung. München/Wien, Oldenbourg.
Weizenbaum, J. (1977). Die Macht der Computer und die Ohnmacht der Vernunft. Frankfurt/M., Suhrkamp.
Werle, R. (2005). Institutionelle Analysen technischer Innovationen. In: Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie 57 (2), S. 308-332.
White, L. (1962). Medieval Technology and Social Change. Oxford, Oxford University Press
White, L. (1968). Deus ex Machina. Cambridge, Cambridge University Press
Windeler, A. (2003). Kreation technologischer Pfade: ein strukturationstheoretischer Analyseansatz. In: Schreyögg, G., Sydow, J. (Hg.), Managementforschung 13. Wiesbaden, Gabler: 295-328.