

Ingo Schulz-Schaeffer

Technik als Gegenstand der Soziologie

The Technical University Technology Studies
Working Papers

TUTS-WP-3-2008

1. Was ist Technik?

Techniken sind künstlich erzeugte und in der einen oder anderen Weise festgelegte Wirkungszusammenhänge, die genutzt werden können, um hinreichend zuverlässig und wiederholbar bestimmte erwünschte Effekte hervorzubringen.

Technik kommt in modernen Gesellschaften in den unterschiedlichsten Realisierungsformen vor und lässt kaum einen Lebensbereich unberührt. Einige Beispiele mögen die Vielfalt und Unterschiedlichkeit von Technik illustrieren, die der eben angeführte weite Technikbegriff zu umfassen sucht:

(1) *Die Technik des Ei-Köpfens:* Man schlägt mit der Schneide des Frühstücksmessers in horizontaler Richtung leicht gegen das gekochte Ei, sodass etwa auf der Höhe von 2/3 des Eies eine kleine Eindellung in der Schale entsteht. Mit einem zweiten, und etwas kräftigeren horizontalen Schlag genau in die Delle wird dann das obere Drittel des Eies abgetrennt.

(2) *Die Technik der nicht-direktiven Gesprächsführung in der Psychotherapie:* Diese Technik hat zum Ziel, den Patienten zum Sprechen zu bringen, ohne dass der Therapeut die Richtung des Gesprächsverlaufs steuert. Sie besteht wesentlich darin, dass der Therapeut Äußerungen des Patienten in Frageform wiederholt (z.B.: Patient: „Ich habe schlecht geschlafen.“, Therapeut: „Sie haben schlecht geschlafen?“, Patient: „Ja, ich hatte einen komischen Traum.“, Therapeut: „Erzählen Sie mir mehr von Ihrem Traum.“, usw.).

(3) *Die Technik der Briefzustellung:* Die in den Postfilialen und Briefkästen eingegangenen Briefe werden in einem regionalen Briefzentrum nach Leitregionen vorsortiert und in die Briefzentren dieser Regionen geschickt. Dort werden sie nach Einzugsgebieten und Zustellrouten der einzelnen Briefträger sortiert und schließlich von den Briefträgern ausgetragen.

(4) *Die Technik der Datenbankrecherche:* Die Datensätze in der Datenbank werden so angelegt, dass sie bestimmte, genau festgelegte Zeichenfolgen enthalten, die für bestimmte Inhalte stehen (z.B. der Name des Autors, der in einer Literaturdatenbank in allen Datensätzen steht, die Veröffentlichungen dieses Autors enthalten). Wird eine solche Zeichenfolge als Suche eingegeben, vergleicht das Programm sie mit den entsprechenden Zeichenfolgen in den Datensätzen und liefert die übereinstimmenden Datensätze als Suchergebnis zurück.

(5) *Die Technik der Gebäude-Drainierung:* Um das Gebäudedefundament liegen Drainagerohre. Sie sind in der oberen Hälfte perforiert, um Wasser aufnehmen zu können, und mit einem leichten Gefälle hin zu einem Sickerschacht versehen, in die das in sie eindringende Wasser dadurch geleitet wird. In dem Sickerschacht befindet sich eine Tauchpumpe, gekoppelt mit einem Schwimmschalter, der bei einem bestimmten Wasserpegel die Pumpe einschaltet, welche das Wasser abpumpt.

Was ist in Anbetracht dieser Vielfalt und Unterschiedlichkeit von Technik das Gemeinsame und wodurch unterscheidet sich der Bereich des Technischen vom Nicht-Technischen? Zur Beantwortung dieser Fragen betrachte ich die einzelnen Bestandteile der eingangs angeführten Definition von Technik.

1.1 Hinreichend zuverlässige Wirkungszusammenhänge

Technische Wirkungszusammenhänge sind Ursache-Wirkungs-Ketten: Ein Anfangszustand („Input“) führt zu bestimmten Folgezuständen, die wiederum zu Anfangszuständen darauf folgender Zustände werden usw. bis ein bestimmter Endzustand („Output“) erreicht ist. Die Ursache-Wirkungs-Ketten können länger und kürzer sein, sie können unterschiedliche Verkettungsformen (lineare Verkettung, interaktiv verknüpfte Teilprozesse, rekursive Prozesse)

aufweisen und sie können in ihrer kausalen Wirksamkeit eindeutiger oder unschärfer sein. Es kann ein einziger oder es können mehrere Anfangszustände den Input bilden, und kann ein einziger Endzustand sein oder auch viele, welche die Technik als Output liefert.

Der Idealtyp einer zuverlässigen Technik liefert für eine eindeutige festgelegte Menge von Inputs über eine eindeutig festgelegte Abfolge von Ursache-Wirkungs-Schritten eine eindeutig festgelegte Menge von Outputs, sodass mit hoher Erwartungssicherheit für jeden Input der zugehörige Output produziert wird. Techniken dieser Art lassen sich als Abläufe beschreiben, die durchgängig einer eindeutigen Verfahrensvorschrift folgen. Es gibt Techniken, von denen wir nicht weniger als dies verlangen, wenn sie uns als zuverlässig gelten sollen. Die Datenbankrecherche ist ein Beispiel hierfür: Die Suche nach den Veröffentlichungen eines Autors in einer Datenbank, soll als Ergebnis genau die entsprechenden Einträge liefern. Andere Techniken betrachten wir schon dann als hinreichend zuverlässig, wenn der erwartete Endzustand meistens eintritt. So wird man beim Ei-Köpfen nicht immer erreichen, das Ei direkt an der Oberkante des Eigelbs zu öffnen und ohne dass Krümel der Schale ins Ei gelangen. Bei wiederum anderen Techniken ist es schon ein Erfolg, wenn der angezielte Effekt manchmal eintritt. Man wird zum Beispiel kaum damit rechnen dürfen, dass die Technik der nicht-direktiven Gesprächsführung regelmäßig bewirkt, dass der jeweilige Patient zum Kern seiner Probleme vorstößt. Was also ist das Kriterium, ob eine Technik als hinreichend zuverlässig angesehen wird?

Was als hinreichend zuverlässig gilt, ist zum einen eine Frage der Nutzungspraxis und Akzeptanz: Welches Maß an Nicht-Funktionieren oder Fehl-Funktionieren wird als normal oder hinnehmbar wahrgenommen? In welchem Maß lässt es sich in der Nutzungspraxis durch nachbesserndes Handeln der Nutzer kompensieren (vgl. Collins/Kusch 1998: 121ff.), sodass es möglicherweise gar nicht auffällt oder den Nutzungszusammenhang zumindest nicht grundsätzlich stört? Welche Nachteile des Nicht-Funktionierens gelten in Anbetracht der Vorteile des Funktionierens der Technik als akzeptabel?

Was als hinreichend zuverlässig gilt, ist zum anderen aber auch eine Frage der Technisierbarkeit eines Wirkungszusammenhangs, also der herstellbaren Eindeutigkeit der Ursache-Wirkungs-Ketten, die vom Input zum Output führen, und eine Frage der Kontrollierbarkeit der Anfangs- und Rahmenbedingungen. Die Datenbankrecherche ist ein Beispiel hochgradiger Technisierbarkeit: Eine Verfahrensvorschrift in Gestalt des Computerprogramms legt die Art und Weise des Zeichenvergleichs zwischen der eingegebenen Zeichenfolge und den in den Datensätzen abgespeicherten Zeichenfolgen eindeutig fest und das Programm reagiert auf keine anderen Inputs als auf Zeichenfolgen eines vorgegebenen Zeichensatzes. Die Gebäude-Drainierung repräsentiert ebenfalls eine eindeutige Ursache-Wirkungs-Kette (das in die Rohre eindringende Wasser wird zum Sickerschacht geleitet und dort abgepumpt) aber der Input ist nicht vollständig kontrollierbar: Es lässt sich nicht vermeiden, dass feine Erdpartikel mit dem Wasser in das Drainagerohr gelangen und es im Laufe der Zeit zusetzen. Drainagesysteme besitzen deshalb Revisionsschächte, die es ermöglichen, die Rohre von Zeit zu Zeit frei zu spülen. Beim Ei-Köpfen und mehr noch bei der Technik der nicht-direktiven Gesprächsführung ist darüber hinaus auch die herstellbare Eindeutigkeit des Ursache-Wirkungs-Zusammenhangs begrenzt. So ist es zwar mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit so, dass ein Patient auf die Spiegelung seiner Äußerungen durch den Therapeuten mit einer eingehenderen Beschreibung dessen reagiert, was ihn bedrückt. Aber es gibt nichts, was ihn auf eine solche Reaktion festlegt. Dennoch ist die nicht-direktive Gesprächsführung eines der technischsten Verfahren in der Psychotherapie. Was als hinreichend zuverlässig gilt, hängt mit anderen Worten immer auch von dem Grad der Technisierbarkeit des jeweiligen Wirkungszusammenhanges ab.

1.2 Verfügbare Wiederholbarkeit

Ein weiteres Merkmal von Technik ist die Wiederholbarkeit des Ablaufs eines Wirkungszusammenhangs. Um als Technik eingesetzt werden zu können, muss der betreffende Wirkungszusammenhang in einer Weise verfügbar sein, die es erlaubt, den gewünschten Effekt dann hervorzubringen, wenn er benötigt wird. In der Natur wie auch in der Sozialwelt gibt es eine Vielzahl wiederkehrender Abläufe, die sich als mehr oder minder eindeutige Ursache-Wirkungs-Ketten beschreiben lassen. Sie sind dennoch keine Techniken, weil ihnen das Merkmal verfügbarer Wiederholbarkeit fehlt. So besteht zwar zwischen den Nährstoffen im Boden, der Sonneneinstrahlung und der Niederschlagsmenge einerseits und dem Pflanzenwachstum andererseits ein Wirkungszusammenhang, der sich in Form von Ursache-Wirkungs-Ketten beschreiben lässt. Dies ist aber keine Technik. Eine Technik dagegen ist es, wenn der Landwirt das Wissen über diese Wirkungszusammenhänge nutzt und die zur Bodenbeschaffenheit passenden Pflanzen in der richtigen Jahreszeit pflanzt, um einen möglichst großen Ertrag zu erzielen. Denn die natürlich vorgegebenen Wirkungszusammenhänge werden dadurch zu Bestandteilen einer Technik: eines Wirkungszusammenhangs, der sich wiederholbar nutzen lässt, um erwünschte Effekte zu erzielen.

Das Beispiel verdeutlicht zugleich, dass das Ausmaß verfügbarer Wiederholbarkeit bei verschiedenen Techniken höchst unterschiedlich ausgeprägt sein kann. Im Fall landwirtschaftlicher Techniken ist die Verfügbarkeit der technischen Abläufe dadurch begrenzt, dass sie auf natürlich vorgegebenen Wirkungszusammenhängen beruhen. Die künstliche Zurichtung dieser vorgegebenen Wirkungszusammenhänge sorgt für ein gewisses Maß verfügbarer Wiederholbarkeit. Aber der gewünscht Effekt lässt sich nicht beliebig produzieren, sondern man muss sich nach den Jahreszeiten richten, und ob dann aber zum Beispiel die erforderliche Niederschlagsmenge tatsächlich fallen wird, entzieht sich der Verfügung des Landwirts. Dagegen ist etwa bei der Technik der Datenbankrecherche der Wirkungszusammenhang durchgängig künstlich erzeugt, um genau die erwünschten Effekte immer dann zu produzieren, wenn der Nutzer es wünscht, und besitzt dadurch ein hohes Maß verfügbarer Wiederholbarkeit.

Verfügbare Wiederholbarkeit der hinreichend zuverlässigen Herbeiführung bestimmter Effekte bedeutet, dass es bei Technik nicht um die Bereitstellung einmaliger Handlungsmittel für einmalige Handlungen geht, sondern um typische Mittel für typische Zwecke. Der technische Wirkungszusammenhang ist mit anderen Worten ein vorgefertigtes Teilstück der typischen Art und Weise der Durchführung von Handlungen (vgl. Schulz-Schaeffer 2007a: 6f.).

1.3 In der einen oder anderen Weise festgelegt – die „Materialbasis“ von Technik

Im heutigen Alltagsbewusstsein assoziieren wir mit dem Begriff Technik zuerst Werkzeuge, Geräte, Maschinen und Anlagen. In der griechischen Antike bezeichnete der Begriff dagegen zunächst handwerkliche Geschicklichkeit und dann auch die Anwendung methodischer Verfahren im Handeln (vgl. Schneider 1989). Lewis Mumford (1977: 219ff.) wiederum hat darauf hingewiesen, dass das Funktionsprinzip der Maschine lange vor den ersten gerätetechnischen Maschinen realisiert war: In Gestalt der zentral gesteuerten, streng arbeitsteilig organisierten und durch „exakte Weitergabe von Anweisung und absolute Unterwerfung“ (ebd.: 223) der Arbeiter charakterisierten „Arbeitsmaschinen“ zum Zweck des Pyramidenbaus im alten Ägypten. Dies alles sind Realisierungsformen von Technik. Für die Frage, was Technik ist, ist es mithin im Grundsatz „unerheblich, auf welcher Materialbasis die Technik funktioniert, wenn sie nur funktioniert“ (Luhmann 1997: 526).

Werner Rammert systematisiert diese Beobachtung, indem er „drei Arten von Stoffen“ unterscheidet, aus denen Techniken gemacht sein können: „erstens, die *menschlichen Körper*,

einschließlich der Handlungen und Wahrnehmungen, die üblicherweise als Stoff angesehen werden, aus dem die interaktive und soziale Welt konstituiert wird, zweitens, *die materiellen Dinge*, einschließlich der physikalischen und biologischen Elemente und Prozesse, welche die objektive oder natürliche Welt konstituieren, und drittens, die *symbolischen Zeichen*, einschließlich der Spuren, Ziffern, Bilder und Buchstaben, der Stoff, aus dem die intersubjektive oder kulturelle Welt geschaffen wird“ (Rammert 1998: 314). Es ist sinnvoll, diese Typologie noch um die Kategorie der Organisationstechnik bzw. der Interaktionstechnik zu ergänzen. Damit sind Techniken gemeint, deren Materialbasis das handelnde Zusammenwirken von Akteuren ist. Ausgehend davon lassen sich dann Körpertechnik und Organisations- bzw. Interaktionstechnik unter dem Oberbegriff der Handlungstechnik zusammenfassen und der *Sachtechnik* gegenüberstellen. Außerdem scheint es mir zutreffender zu sein, Zeichentechnik nicht als eigenständige Kategorie aufzufassen, sondern das Merkmal der Symbolmanipulation als Eigenschaft zu behandeln, die bestimmte Handlungs- und Sachtechniken besitzen (z.B. Kopfrechnen, Textverarbeitungsprogramme) und andere nicht (z.B. Ei-Köpfen oder Gebäude-Drainage).

Der gemeinsame Gesichtspunkt der unterschiedlichen Realisierungsformen von Technik ist, dass der Ursache-Wirkungs-Zusammenhang, um dessen Nutzung als Technik es geht, in einer geeigneten Weise eingefangen und fixiert werden muss. Dies ist die Voraussetzung, um ihn als verfügbares Handlungsmittel bereitstellen und bereithalten zu können. Geeignet ist dazu jedes „Trägermedium“ (Rammert 2007: 486) das es erlaubt, den betreffenden Wirkungszusammenhang in dem erforderlichen Umfang auf Dauer zu stellen. Vorausgesetzt ist natürlich, dass das Medium sich in die Form des jeweiligen Ursache-Wirkungs-Zusammenhanges bringen lässt und dass es überhaupt zur Verfügung steht. Manche Techniken lassen sich auf höchst unterschiedlicher Materialbasis realisieren und sind – je nach deren Verfügbarkeit – im Laufe der Menschheitsgeschichte höchst unterschiedlich realisiert werden (z.B. Rechentechniken oder Transporttechniken). Andere technische Wirkungszusammenhänge – optische Techniken beispielsweise – erfordern ganz bestimmte Trägermedien. Dementsprechend ist es einerseits zwar richtig, dass die Materialbasis für das Wesen des Technischen unerheblich ist. Für den Grad der Technisierung von Handlungsvollzügen und das Ausmaß verfügbarer Wiederholbarkeit eines technischen Wirkungszusammenhanges spielt sie dagegen sehr wohl eine Rolle.

Die meisten heutigen technischen Wirkungszusammenhänge besitzen eine heterogene Materialbasis und sind zu je unterschiedlichen Anteilen aus handlungstechnischen und sachtechnischen Komponenten zusammengesetzt. Das Spektrum der unterschiedlichen Kombinationen reicht von der Handwerkstechnik, also der Technik als Körperbeherrschung im Umgang mit Werkzeugen, bis hin zum programmgesteuerten Automaten, eine Technik, bei der die handlungstechnische Komponente sich auf eine bestimmte Art und Weise des „Knöpfchen-Drückens“ (vgl. Mill 1998: 121f.) beschränkt. Der Befund der Variabilität und Heterogenität der Materialbasis technischer Wirkungszusammenhänge verbietet es, eine bestimmte Realisierungsform zum Definitionskriterium von Technik zu machen, und unterstützt die Position des weiten Technikbegriffs.

1.4 Herstellung und Nutzung

Die vorangegangenen Überlegungen zu verfügbarer Wiederholbarkeit (Abschnitt 1.2) benennen einen der Gründe, weshalb es ein Merkmal von Technik ist, künstlich erzeugt zu sein. Bereits bei der technischen Nutzung vorgegebener Wirkungszusammenhänge¹ ist ein Mindestmaß an künstlicher Zurichtung eine Bedingung verfügbarer Wiederholbarkeit. Und die durchgängige künstliche Erzeugung eines Wirkungszusammenhangs steigert die verfügbare Wiederholbarkeit seiner technischen Nutzung unter Umständen um ein Vielfaches. Darüber hinaus ist es ein Merkmal von Technik, Effekte hervorzubringen, die sich auf der Grundlage gegebener Wirkungszusammenhänge der Natur oder der Sozialwelt nicht erzielen lassen. Auch dieses Merkmal charakterisiert Technik als künstliches Erzeugnis.

Wenn man eine bestimmte Form von Handlungen nicht direkt ausführt, sondern zunächst einen technischen Wirkungszusammenhang einrichtet, um jene Handlungen dann mit dessen Hilfe durchzuführen, macht man aus einem Handlungszusammenhang zwei unterschiedliche Handlungszusammenhänge: den Erzeugungskontext und den Nutzungskontext einer Technik. Diese beiden Handlungskontexte sind einerseits voneinander entkoppelt, andererseits wechselseitig aufeinander bezogen. Die Einrichtung von Ursache-Wirkungs-Ketten, die unter bestimmten Randbedingungen wiederholbar bestimmte Effekte produzieren, stellt bezogen auf den Nutzungskontext eine Dekontextualisierung dar. Handlungstheoretisch ausgedrückt bedeutet dies, dass Technik nicht mit Blick auf den je einmaligen Charakter situierter Handlungen konstruiert wird, sondern eben als typische Handlungsmittel typischer Handlungen. Auf der anderen Seite ist der Nutzungskontext vom Erzeugungskontext durch die Differenz von Experten und Laien entkoppelt: In dem Maße, in dem Technikerzeugung sich als gesonderter Handlungszusammenhang ausdifferenziert, verlieren die Nutzer das Wissen darüber, warum Technik funktioniert. Stattdessen beschränkt ihr Wissen sich darauf, wie die betreffenden technischen Effekte sich auslösen lassen.

Beide Kontexte sind aber auch wechselseitig aufeinander bezogen. Soll ein künstlich erzeugter Wirkungszusammenhang als technische Innovation erfolgreich sein, dann reicht es nicht aus, dass er zuverlässig und wiederholbar funktioniert, sondern es ist ebenso erforderlich, dass er sich in konkreten Nutzungskontexten als Handlungsmittel für Handlungsvollzüge etabliert. Dies erfordert in beide Richtungen spezifische Anpassungsleistungen zwischen dem Erzeugungs- und Nutzungskontext. Aus der Perspektive des Erzeugungszusammenhangs kommt es dabei darauf an, die typischen Handlungsziele und Handlungsvollzüge im Blick zu haben, für welche die Technik als Handlungsmittel gedacht ist, sowie die typischerweise zu erwartenden Rahmenbedingungen der zugehörigen Handlungskontexte zu berücksichtigen. Aus der Perspektive des Nutzungskontextes besteht die Anpassungsleistung in der Entwicklung von Nutzungspraktiken, mittels derer das technisch vorgefertigte Teilstück der Handlung in die jeweils konkreten Nutzungssituationen eingebettet wird (vgl. Schulz-Schaeffer 2000b: 146ff.).

Diese beidseitigen Anpassungsleistungen fallen bei technischen Weiterentwicklungen (inkrementellen Innovationen) in der Regel leichter als bei grundlegenden technischen Neuerungen (radikalen Innovationen). Im Fall inkrementeller Innovationen gibt es bereits eine Vorläufertechnik und einen Bestand an Nutzungspraktiken, die sich im Umgang mit ihr ausgebildet haben. Aus den typischen Nutzungsformen der Vorläufertechnik können Technikentwickler Schlussfolgerungen über die Nutzungsanforderungen an die weiterentwickelte Technik ziehen. Umgekehrt können die Techniknutzer bei der handlungspraktischen Einbet-

¹ Bei denen es sich nicht nur um Naturvorgänge, sondern auch um gegebene Regelmäßigkeiten des sozialen Lebens handeln kann.

tung der weiterentwickelten Technik an ihre Nutzungserfahrungen und -praktiken mit der Vorgängertechnik anknüpfen.

Im Fall grundlegender technischer Innovationen muss neben dem technischen Wirkungszusammenhang auch die Nutzungsform erst noch „erfunden“ werden. Der technische Wirkungszusammenhang ist in diesem Fall Handlungsmittel für Handlungsvollzüge, von denen sich erst noch zeigen muss, ob sie tatsächlich entstehen werden. „Man könnte die Erfindung neuer Technologien“, so Wolfgang Krohn (1992: 29), „geradezu als die Entwicklung von *Hypothesen über Handlungsformen* verstehen, also als die Entwicklung von Vermutungen darüber, wie Menschen sich hinsichtlich bestimmter neuer Artefakte, Regelungen und Methoden tatsächlich verhalten werden. (...) Diese Vermutungen können richtig sein oder auch falsch. Der Test ist immer erst die tatsächliche Implementation einer neuen Technologie.“ Vielerlei Beispiele vom Telefon über den Computer bis zum Short Message Service (SMS) verdeutlichen, dass sich keineswegs unbedingt die ursprünglichen Hypothesen der Technikentwickler bewahrheiten. Die Aneignungsweisen im Nutzungskontext sind für die Entstehung einer neuen sozio-technischen Handlungsform ebenfalls bedeutsam.

1.5 Hervorbringung erwünschter Effekte – der instrumentelle Technikbegriff

Wodurch unterscheidet sich die technische von der nicht-technischen Hervorbringung erwünschter Effekte? Die übliche Antwort lautet, dass Techniken Mittel sind, „mit deren Hilfe sich (...) Effekte erzielen lassen, die ohne diese Hilfsmittel nicht oder nur mit größerem Aufwand erreicht werden können“ (Schulz-Schaeffer 1999: 410). Mit dieser Antwort wird Technik als instrumentelle Mittel-Zweck-Relation charakterisiert: die überlegene Effizienz unterscheidet die technische Realisierung des Effekts von der nicht-technischen oder weniger technisierten. Für diese Betrachtung ist es zunächst „gleichgültig, in bezug auf welches Ziel die Effizienz definiert ist; es kommen in Frage: der Schutz vor der Natur, die Tötungskapazität im Kriege, Herrschaft und Ausbeutung von Mitgliedern der Gesellschaft, individueller Lustgewinn usw. Die Ziele sind offenbar so breit gestreut wie die Intentionen menschlichen Handelns.“ (Krohn 1976: 38)

1.6 Reichweite und Grenzen des instrumentellen Technikbegriffs

Die Einbeziehung der instrumentellen Dimension ist unverzichtbar, um Technik als einen eigenen Phänomenbereich erfassen zu können. Denn das Merkmal, als effizienzorientierte Mittel-Zweck-Relation erdacht, konstruiert, verbreitet und genutzt zu werden, unterscheidet technische von anderen künstlich erzeugten Wirkungszusammenhängen. Zugleich ist der instrumentalistische Technikbegriff keineswegs unproblematisch.

Effizienz ist ein Maß für den Aufwand zur Erreichung eines bestimmten Zielzustandes. Effizienzaussagen sind mithin relationale Aussagen, die stets nur bezogen auf den jeweils betrachteten Zielzustand Gültigkeit besitzt. Wie gut sich die instrumentelle Dimension von Technik erfassen lässt hängt deshalb von der Spezifität des Handlungsziels ab, davon also wie genau das Ziel der Handlung bestimmt ist. Und es hängt zum anderen davon ab, wie spezifisch der technische Wirkungszusammenhang als Mittel des Handlungsvollzugs auf dieses Ziel bezogen ist. Genauer ausgedrückt: Für die Bestimmbarkeit der instrumentellen Dimension von Technik kommt es auf die Spezifität des jeweiligen Typus von Handlungszielen an und auf die Spezifität des technischen Wirkungszusammenhangs in seiner Eigenschaft als typisiertes Teilstück des zugehörigen Handlungsvollzugs.

Es gibt Techniken, die in sehr spezifischer Weise als bestimmte Formen des Handlungsvollzugs auf genau definierte Formen von Handlungszielen bezogen sind. Von dieser Art ist beispielsweise meine gegenwärtige Handlung der Produktion einer alphanumerischen Zei-

chenfolge in einem elektronischen Dokument. Das Handlungsziel ist präzise definiert: Die jeweils ausgewählten Zeichen sollen in der jeweils vorgesehenen Reihenfolge in das elektronische Dokument aufgenommen werden. Der technische Wirkungszusammenhang, bestehend aus einer Technik der Tastaturbenutzung und der elektronischen Textverarbeitung, ist spezifisch auf die Herbeiführung genau dieses Effekts ausgerichtet. Bei derartigen technischen Wirkungszusammenhängen in Verbindung mit Handlungszielen dieser Art steht der instrumentelle Charakter von Technik völlig außer Frage.

Vielfach aber sind die Handlungsziele und die technischen Handlungsmittel weniger gezielt aufeinander bezogen. Der Grund hierfür kann in grundsätzlichen Problemen der Technisierbarkeit des betreffenden Handlungsvollzugs bestehen, also in dem schon angesprochenen Problem der Einrichtung eindeutiger Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge und dem Problem der Kontrollierbarkeit von Anfangs- und Randbedingungen. Der Grund kann auch darin bestehen, dass das Handlungsziel zu unspezifisch ist, um daraus klare Effizienzkriterien für die Art und Weise seiner Realisierung ableiten zu können: Werde ich den Kollegen anrufen oder ihm eine Email schreiben, um die Nachricht zu übermitteln? Wer weiß, die Situation wird es zeigen. Es wäre eine zweckrationalistische Kurzsichtigkeit zu meinen, dass wir die Zwecke, die wir mit Hilfe von Technik realisieren, stets auch gedanklich so präzisieren, dass sich Effizienzkalküle anwenden lassen.

Aber auch unter der Bedingung von Technisierbarkeit und Effizienzorientierung gibt es Gründe dafür, dass die Handlungsziele und die technischen Handlungsmittel weniger gezielt aufeinander bezogen sind als im Idealfall des instrumenteller Technik: Zum einen kann das Handlungsziel so beschaffen sein, dass während des Handlungsverlaufs unterschiedlichen und möglicherweise konkurrierenden Effizienzkriterien Rechnung getragen werden muss. Das Mountain-Bike ist ein schönes Beispiel hierfür: Um in hügeligem Gelände bergab zu fahren, ist es vorteilhaft, wenn der Körperschwerpunkt möglichst weit hinten liegt, was das Risiko verringert, über den Lenker zu stürzen, wenn das Fahrrad durch eine Unebenheit plötzlich verlangsamt wird. Bergauf aber ermöglicht ein weiter nach vorne verlagertes Sattel Kraft sparendere Trittbewegungen. Jedes Mountain-Bike ist bezogen auf diese beiden erwünschten Effekte ein Kompromiss (vgl. Rosen 1993). Sobald also ein technischer Wirkungszusammenhang in mehr als einer Dimension erwünschte Effekte haben kann oder dann eben auch unerwünschte Effekte, ist Effizienz eine Frage der Abwägung und Kompromissbildung. Wie schnell dies in ein Dickicht von Abwägungen führt, in dem es Techniknutzern und Technikentwicklern gleichermaßen schwer fällt, zu einem tragfähigen Gesamtkalkül instrumenteller Überlegenheit zu gelangen, wird deutlich, wenn man sich etwa die von Stiftung Warentest angefertigten Testberichte technischer Geräte anschaut.

Zum anderen sind viele Techniken auf ein breites Spektrum unterschiedlicher Handlungsvollzüge ausgerichtet. Dies ist ein typisches Merkmal von technischen Infrastrukturen und von technischen Massenprodukten. Ein öffentliches Verkehrssystem, das allen Bewohner eines Landes eine bestimmte Grundversorgung bieten soll, oder ein weltweit verbreitetes Textverarbeitungssystem können nicht besonders gut auf spezifische Handlungsziele bezogen sein. Einzelne Aspekte solcher Techniken lassen sich sicherlich in der instrumentellen Dimension betrachten: Die einzelnen Zugverbindungen können besser oder schlechter sein, die Rechtschreibhilfe kann mehr oder weniger Fehler erkennen usw. Bei einer Gesamtbetrachtung der Effizienz dagegen potenzieren sich die im vorigen Absatz skizzierten Abschätzungsprobleme hier noch um ein Vielfaches.

Es kommt aber noch etwas hinzu: In bestimmten Hinsichten sind Techniken dieser Art eher institutionelle Strukturen als instrumentelle Mittel-Zweck-Relationen: Die Bahn- und Busverbindungen prägen die Raum-Zeit-Geographie einer Stadt oder Region und wirken dadurch als institutionelle Rahmenbedingungen auf Wohnortentscheidungen oder Mietpreis-

entwicklungen mit ein. Die weite Verbreitung des Textverarbeitungsprogramms von Microsoft wirkt in vielerlei Weise normierend auf die Herstellung, Formatierung, Bearbeitung und Übermittlung elektronischer Textdokumente und übt dadurch eine nicht zu unterschätzende institutionelle Wirksamkeit aus.

Probleme der Technisierbarkeit von Handlungsvollzügen, unspezifische Handlungsziele und unspezifische Techniken sowie Schwierigkeiten bei der Gesamtabstimmung technischer Überlegenheit unter der Bedingung unterschiedlicher Effizienzgesichtspunkte – dies alles sind Aspekte, die einem instrumentellen Technikverständnis zu schaffen machen, es aber nicht grundsätzlich in Frage stellen. Mit der institutionellen Wirkungsweise von Technik aber kommt ein Gesichtspunkt ins Spiel, der sich nicht mehr im Rahmen des instrumentellen Technikbegriffs erfassen lässt.

Eines ist abschließend zu ergänzen: Aus dem instrumentellen Charakter von Technik folgt keineswegs, dass es eine innertechnische Logik des „one best way“ (vgl. Ellul 1964: 79ff.; Krohn/Rammert 1993 <1985>: 83) gibt, dass sich also nach technischen Kriterien bestimmen ließe, was jeweils die überlegene Technik ist. Es ist dementsprechend auch keineswegs so, dass der technische Wandel allein durch technologische Faktoren bestimmt wird (vgl. Constant II 1987: 229; Tushman/Rosenkopf 1992: 312). Dies wird sofort deutlich, wenn man sich vor Augen führt, dass die beiden zentralen Begriffe des Effizienzkalküls (Aufwand und Effekt) rein formale, also inhaltsleere Begriffe sind. Das Effizienzkalkül gibt keine Auskunft darüber, welche technisch erzeugten oder erzeugbaren Effekte für wen erwünscht oder unerwünscht sind oder sein könnten. Ebenso wenig gibt es Auskunft darüber, welche der Mittel, die zur Erzielung eines bestimmten Effektes benötigt werden, in welcher Weise in die jeweilige Aufwandsberechnung einbezogen werden müssen – ob beispielsweise nur ökonomische Kosten oder auch ökologische oder soziale Kosten. Beides sind vielmehr Fragen der gesellschaftlichen Bewertung von Technik. Wenn man aber weiß, welche Effekte erwünscht oder unerwünscht sind und welcher Mitteleinsatz einem was wert ist, hilft das Effizienzkalkül, bessere von schlechteren Techniken zu unterscheiden. Die Betonung der instrumentellen Dimension von Technik ist mithin keineswegs ein Plädoyer, die Technikentwicklung den Ingenieuren zu überlassen. Im Gegenteil: Gerade für die Gesellschaftsaufgabe der Technikbewertung und Technikgestaltung ist diese Dimension von zentraler Bedeutung.

2. In welcher Weise ist Technik Gegenstand der Soziologie?

Technik ist in dreifacher Weise Gegenstand der Soziologie: (1) als Umwelt des Sozialen, (2) als Teilstück von Handlungszusammenhängen und (3) als Form der institutionellen Verfestigung sozialer Prozesse und Strukturen.

Der Wirkungszusammenhang einer Technik Für die Frage danach, in welcher Weise Technik Gegenstand der Soziologie ist, muss zuerst geklärt werden, inwiefern Technik ein soziales oder ein außersoziales Phänomen ist. Angesichts der Heterogenität der „Materialbasis“ von Technik ist diese Frage nicht ganz einfach zu beantworten. Gegenstand der Soziologie sind (1) die Strukturen des handelnden Zusammenwirkens individueller und kollektiver Akteure, (2) das soziale Handeln, das sie hervorbringt, und (3) die Rückwirkungen der Strukturen auf das Handeln. Ausgehend von dieser Definition sind Organisations- und Interaktionstechniken evidenterweise soziale Phänomene. Soziale Phänomene sind des Weiteren auch Körpertechniken, sofern sie als Formen sozialen Handelns am Verhalten anderer Akteure orientiert sind. Wie aber steht es mit Körpertechniken, die der Manipulation der Natur dienen? Und wie verhält es sich im Fall von sachtechnischen Abläufen?

Auf diese Fragen gibt es meines Erachtens drei Antworten: Es kann zum einen so sein, dass der technische Wirkungszusammenhang auf Kausalgesetzen und Materialeigenschaften der physikalischen, chemischen und biologischen Natur beruht. In dieser Hinsicht ist Technik dann für sich betrachtet ein außersoziales Phänomen. Ein Beispiel hierfür ist das mechanische Prinzip der Drehimpulserhaltung, das dafür verantwortlich ist, dass man beim Fahrradfahren nicht seitlich umkippt. Es kann umgekehrt aber auch so sein, dass dem technischen Wirkungszusammenhang soziale Regeln zu Grunde liegen. Die Rechtschreibhilfe von Textverarbeitungsprogrammen, die Textdokumente anhand der amtlichen Regeln der Rechtschreibung überprüft, ist dafür ein Beispiel. Hier repräsentiert der technische Wirkungszusammenhang eine Form der institutionellen Verfestigung des Sozialen. In dieser Hinsicht können auch sachtechnische Wirkungszusammenhänge soziale Phänomene darstellen. Drittens schließlich ist jedes Arrangement, in dem Technik als wiederholt verfügbares Handlungsmittel bereitgestellt und genutzt wird, eine Form der gesellschaftlich organisierten Arbeitsteilung und damit Bestandteil sozialer Handlungszusammenhänge. Wir haben es mit anderen Worten dann auch hier mit Formen des handelnden Zusammenwirkens zu tun. Es wird aber nicht jede Sequenz des Handlungsablaufs als soziales Handeln direkt von Akteuren vollzogen, sondern es werden in Gestalt technischer Wirkungszusammenhänge vorgefertigte Teilstücke des betreffenden Handlungszusammenhanges bereitgestellt, die sowohl von sozialen Akteuren wie auch von menschlichen Körpern oder von sachtechnischen Geräten realisiert werden können. Daraus folgt, dass Technik in dreifacher Weise Gegenstand der Soziologie ist: (1) als Umwelt des Sozialen, (2) als Teilstück von Handlungszusammenhängen und (3) als Form der institutionellen Verfestigung sozialer Strukturen.

2.1 Technik als Umwelt des Sozialen

Von Max Weber stammt der Hinweis, dass auch ein außersozialer Sachverhalt „natürlich erstklassige soziologische Tragweite“ haben kann „durch die verschiedenen Arten, in welchen menschliches Handeln sich an diesem Sachverhalt orientiert“ (Weber 1972 <1922>: 3). Als Beispiel führt Weber den Einbruch des Dollart an, eines durch Sturmfluten entstandenen Meerbusens an der Emsmündung, der „ausgangs des 13. Jahrhunderts ... (vielleicht!) ‚historische‘ Bedeutung als Auslösung gewisser Umsiedlungsvorgänge von beträchtlicher geschichtlicher Tragweite“ (ebd.) gehabt habe. Eine Überlegung von André Leroi-Gourhan über den menschlichen Verdauungsapparat als begrenzenden Faktor für die Gruppengröße primitiver Gesellschaften, veranschaulicht das Argument noch eindrücklicher: „Hätte der Mensch ein Mahlgebiß und einen Wiederkäuermagen besessen“, so hätte er, fähig „zum Verzehr von Gräsern, ... wie die Bisons wandernde Herden aus Tausenden von Individuen bilden können“. Das Erfordernis, sich von Pflanzen oder Tieren ernähren zu müssen, „die in der Natur spärlich vorhanden und wesentlichen Veränderungen im Jahresverlauf unterworfen“ sind, setzt somit „eine erste Bedingung für die Form der menschlichen Gruppe“ (Leroi-Gourhan 1980: 193f.).

Gemessen an den Möglichkeiten und Risiken, die mit der heutigen Technikausstattung der Menschheit verbunden sind, nimmt sich der Einfluss, den der menschliche Verdauungsapparat oder Einbruch des Dollart auf das soziale Zusammenleben gehabt haben mögen, vergleichsweise bescheiden aus. Die Techniken der Pflanzen- und Tierzucht, der Lebensmittelproduktion, -konservierung und -lagerung, die Techniken des Güter- und Personentransports, die Techniken des Bauens, die Techniken der Herstellung neuer Materialien, die Techniken der Informationsverarbeitung und Informationsübermittlung, die Techniken der Manipulation der Grundbausteine des Lebens (Gentechnologie) und der unbelebten Natur (Nanotechnologie) – sie alle repräsentieren für sich genommen außersoziale Sachverhalte,

nämlich insofern ihr Funktionieren auf der Beherrschung, Nutzung und Manipulation von Wirkungszusammenhängen der physikalischen, biologischen und chemischen Natur beruht. Nichtsdestotrotz ist der Einfluss auf das menschliche Zusammenleben, den alle diese und viele weitere Techniken in ihrer Eigenschaft als gemachte Umwelt bzw. als künstliche Natur ausüben, in vielen Hinsichten bedeutsamer als der Einfluss der vorgegebenen Natur. Von den technisch ermöglichten Siedlungsstrukturen heutiger Megastädte, über die Entstehung neuer Internet-Ökonomien bis hin zum globalen Klimawandel ist diese künstliche Natur mit den Chancen und Risiken, die sie eröffnet, eine entscheidende Rahmenbedingung des Sozialen.

„Erstklassige soziologische Tragweite“ besitzt Technik also bereits in ihrer Eigenschaft als künstliche Natur und nicht erst, wenn man Technik im Einzelnen als Form von Handlungsvollzügen und als institutionelle Verfestigung sozialer Regeln und Normen analysiert. Diesen Gesichtspunkt betont auch die soziologische Systemtheorie, aus deren Perspektive alles Soziale aus Kommunikationen besteht und für die die Technik – mit Ausnahme derjenigen Techniken, deren Materialbasis Kommunikationen sind – dementsprechend Umwelt sozialer Systeme ist (vgl. Luhmann 1991: 108; Esposito 1993: 338; Halfmann 1996: 116ff.). Soziale Systeme, so Niklas Luhmann (1984: 139f.), „operieren mit einer Vielzahl von Erwartungen, die sich auf außermenschliche Sachverhalte beziehen: Sie setzen zum Beispiel das Funktionieren der Uhren, der Autos, der Technologien usw. voraus.“ (Luhmann 1987: 139f.) Aus dieser Perspektive hat die soziologische Beschäftigung mit Technik es mit der Frage zu tun, wie das Vorhandensein von Technik im Prozess der gesellschaftlichen Kommunikation über Technik thematisiert wird. In Anbetracht der ständig zunehmenden Möglichkeiten wie auch Risiken technischer Naturbeherrschung und -manipulation – die für sich genommen, wie gesagt, keine sozialen Sachverhalte darstellen – ist dies in der Tat eine Frage, die soziologisch von größter Bedeutung ist.

Allerdings birgt diese an sich richtige und wichtige Perspektive auf Technik zugleich die Gefahr, die gemachte Umwelt der künstlichen Natur mit der vorgegebenen Umwelt der unabhängig vom menschlichen Eingriff wirkenden Natur gleichzusetzen. Diese Gefahr zeigt sich deutlich in Luhmanns Beschreibung des Verhältnisses von Technik und Gesellschaft als strukturelle Kopplung: „Die Gesellschaft stellt sich auf das pure Vorhandensein von Technik ein. Sie geht davon aus, daß die Technik funktioniert. Man verabredet sich in der Annahme, daß der Motor des Autos anspringt. Am Begriff der strukturellen Kopplung ist vor allem wichtig, daß er kein Kausalverhältnis bezeichnet, sondern ein Verhältnis der Gleichzeitigkeit (...)... von System und Umwelt und Gleichzeitigkeit heißt immer auch: Unkontrollierbarkeit.“ (Luhmann 1991: 108f.) In der gleichen Weise läßt sich auch das Verhältnis von Natur und Gesellschaft als strukturelle Kopplung beschreiben: „Die Gesellschaft stellt sich auf das pure Vorhandensein von Natur ein. Man verabredet sich in der Annahme, dass die Sonne scheinen wird usw.“.

Anders als die Natur ist die Technik – und damit auch die technisch zugerichtete Natur – in ihrer Eigenschaft als Umwelt des Sozialen jedoch *sozial konstruierte* Umwelt des Sozialen. Die technischen Möglichkeiten der Fortbewegung durch die Luft oder der Manipulation von Erbinformationen sind ja nicht vom Himmel gefallen, sondern das Resultat menschlichen Willens und Handelns. Aus der systemtheoretischen Perspektive heißt es dazu, soziale Systeme könnten keine Maschinen konstruieren (denn sie bestehen ja nur aus Kommunikationen), sondern dies könnten nur psychische Systeme (Bewusstseinssysteme), die Absichten entwickeln können, verbunden mit Körpern, die mit Werkzeugen operieren können (vgl. Halfmann 1996: 126). Dies ist eine stark irreführende Betrachtungsweise, denn sie suggeriert, dass Technikentwicklung individuelle Bewusstseinsleistung und individueller Handlungsvollzug ist. Tatsächlich aber ist Technikentwicklung und technische Innovation ein durch und durch sozialer Prozess (vgl. Abschnitt 3.1). Die soziale Dimension von Technik (auch solcher

Techniken, die für sich genommen außersoziale Sachverhalte darstellen) lässt sich systemtheoretisch offensichtlich schwer erfassen. Hier erweist sich die handlungstheoretische Perspektive als überlegen:

2.2 Technik als Teilstück von Handlungszusammenhängen

Helmut Schelsky argumentiert, die Welt der technischen Gegenstände sei viel eher „künstlicher Mensch“ als „künstliche Natur“: „Diese technische Welt ist in ihrem Wesen Konstruktion, und zwar, die des Menschen selbst. Man denkt in rückwärts gewandten Bildern, wenn man von ihr als ‚künstlicher Natur‘ spricht, sie ist in viel exakterem Sinne der ‚künstliche Mensch‘, die Form, in der der menschliche Geist sich als Weltgegenständlichkeit verkörpert und schafft. (...) in der technischen Zivilisation tritt der Mensch sich selbst als wissenschaftliche Erfindung und technische Arbeit gegenüber. Damit ist ... ein neues Verhältnis des Menschen (...) zu sich selbst gesetzt, das sich mit der technischen Zivilisation über die Erde verbreitet.“ (Schelsky 1979 <1961>: 457) In der Technik tritt der Mensch sich selbst gewissermaßen als künstliches alter ego gegenüber, was dieses neue Verhältnis – im Gegensatz zu dem alten Mensch-Welt-Verhältnis der Naturbeherrschung, aus dem die technische Zivilisation hervorgegangen ist – als ein soziales Verhältnis qualifiziert.

Das soziale Verhältnis, in dem der Mensch sich selbst als wissenschaftliche Erfindung und technische Arbeit gegenübertritt, ist handlungstheoretisch betrachtet ein Verhältnis der Delegation von Teilen des Handlungsvollzugs an technische Wirkungszusammenhänge. Für die genauere Betrachtung dieser Delegationsbeziehung ist James Colemans Konzept der Einheit des Akteurs hilfreich (vgl. Schulz-Schaeffer 2007b: 177ff., 482ff.). Coleman zufolge ist das Handeln von Akteuren grundlegend durch zwei Merkmale bestimmt: durch das Interesse an der Erreichung bestimmter Handlungsziele und durch die Verfügungsgewalt über bestimmte Handlungsmittel. Mit Blick auf diese beiden Merkmale besteht ein Akteur gleichsam aus zwei Teil-Akteuren: einem Teil-Akteur, der Handlungsmittel besitzt, mittels derer sich bestimmte Ziele realisieren lassen – ihn bezeichnet Coleman als „Handlungsselbst“ der Handlung; und ein Teil-Akteur, der ein Interesse an der Realisierung dieser Ziele hat – dem „Objektsselbst“ der Handlung (vgl. Coleman 1990: 508f.). Solange die beiden Teil-Akteure in einer Person zusammenfallen, ist dies bloß eine analytische Unterscheidung.

Nützlich wird die Unterscheidung dann, wenn das Interesse an der Erreichung bestimmter Ziele nicht zugleich auch mit der die Kontrolle der zugehörigen Handlungsmittel einhergeht. In der gesellschaftlichen Wirklichkeit arbeitsteilig organisierter und technisierter Gesellschaften ist dies der Normalfall. Wir sind vielleicht noch das Objektsselbst unseres Handelns. Aber wir sind nicht mehr in einem umfassenden Sinne zugleich auch das Handlungsselbst unseres Handelns. Zumindest Teile unserer Handlungsvollzüge sind fast immer an Andere delegiert. Andere bilden zu diesen Teilen jeweils das Handlungsselbst unserer betreffenden Handlung. Die Anderen können andere Menschen sein, es können Organisationen sein, es können aber auch technische Artefakte sein.

Die Einheit einer Handlung besteht, wenn man Alfred Schütz und Thomas Luckmann folgt, darin, dass im Handlungsvollzug der Handlungsentwurf schrittweise realisiert wird. Der Handlungsvollzug bezieht seinen Sinn mit anderen Worten aus dem Handlungsentwurf (vgl. Schütz 1974 <1932>: 79; Schütz/Luckmann 1979: 82). Dies gilt in weniger unmittelbarer Weise auch für Handlungsvollzüge, die in Gestalt technischer Wirkungszusammenhänge bereitgestellt werden. Technische Wirkungszusammenhänge in ihrer Eigenschaft als Teilstücke von Handlungsvollzügen beziehen ihren Sinn aus erwarteten typischen Handlungsentwürfen, für die sie im Rahmen gesellschaftlicher Arbeitsteilung als typische Handlungsvollzüge bereitgestellt werden. Will man Handlungsvollzüge an Technik delegieren, so

ist man beim Handlungsentwurf also nicht mehr völlig frei, sondern man muss den eigenen Handlungsentwurf in einem gewissen Umfang als Instanz desjenigen typischen Handlungsentwurfs zu bilden, dessen Handlungsvollzug das technische Arrangement bereitstellen.

Das Delegationsverhältnis zwischen dem Objektselbst und dem Handlungsselbst einer Handlung beschreibt die instrumentelle Dimension der Bereitstellung und Nutzung technischer Wirkungszusammenhänge. Dabei kann das Handlungsselbst ein sachtechnisches Artefakt sein, in dessen Mechanismus oder Algorithmus der Wirkungszusammenhang eingeschrieben ist, ein menschlicher Akteur und hier als eingeübte Form körperlicher Fertigkeiten zum Ausdruck kommen, oder ein organisationaler bzw. ein Interaktionszusammenhang, in den die Technik als Form handelnden Zusammenwirkens eingeprägt ist.

Dass die instrumentelle Betrachtung von Technik, wie bereits angesprochen, nicht unproblematisch ist, lässt sich aus der hier zu Grunde gelegten Perspektive ebenfalls gut zeigen: In einem gewissen, je nach Technik unterschiedlichen Umfang, findet in diesem Delegationsverhältnis eine Rollenumkehrung statt: Der Nutzer muss sich in den Dienst seiner technischen Gerätschaften stellen, er muss sie bedienen, um sie in den Dienst nehmen zu können. Anders ausgedrückt: In jeweils unterschiedlicher Weise und verschiedenem Ausmaß artikulieren technische Geräte ihren Nutzern gegenüber mittelbare Interessen und fungieren dadurch gleichsam als Quasi-Objektselbste der mittelbaren Interessen der Nutzer. Eine solche Wirksamkeit technischer Artefakte kommt überall dort zum Ausdruck, wo sie den Nutzer nötigt, bestimmte Dinge zu tun, an denen er kein unmittelbares Interesse hat – wie etwa das Auto zu betanken oder ein Software-Update aufzuspielen –, um sein unmittelbares Interesse qua Delegation von Handlungsvollzügen an das Artefakt weiterhin realisieren zu können. Je nach Technik kann deren Wirksamkeit als Quasi-Objektselbste mittelbarer Interessen nur sehr rudimentär ausgeprägt sein und sich darauf beschränken, dass – wie etwa beim Bleistift – eine abnehmende Performanz der delegierten Handlungsvollzüge dem Nutzer Handlungsbedarf signalisiert (Nachspitzen!). Oder aber sie kann recht weitreichende Formen annehmen. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn ein technisches Artefakt nicht nur als Quasi-Objektselbst mittelbarer Interessen fungiert, sondern darüber hinaus auch als Handlungsselbst deren Realisierung übernimmt. Ein Beispiel hierfür sind Software-Systeme, die ihren Antiviren-Schutz nach Bedarf selbstständig aktualisieren. Noch weiter reicht die Wirksamkeit technischer Artefakte als Quasi-Objektselbste, wenn sie die Realisierung mittelbarer Interessen im Zweifelsfall auch gegen unmittelbare Interessen der Nutzer durchsetzen, wie im Fall der ‚Adaptive Cruise Control‘ beim Auto, welche die Geschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs so anpasst, dass der erforderliche Sicherheitsabstand zu anderen Fahrzeugen gewahrt bleibt, und damit das mittelbare Interesse des Autofahrers an der Vermeidung von Auffahrunfällen im konkreten Fall auch gegen das unmittelbare Interesse zügiger Fortbewegung durchsetzt.

Das soziale Verhältnis, in dem der Mensch sich in der Technik als „künstlicher Mensch“ gegenübertritt, erschöpft sich also keineswegs in der instrumentellen Dimension des Delegationsverhältnisses, in dem der Technik die Rolle als Handlungsselbst zukommt. Es ist, wie Schelsky fortführt, darüber hinaus ein soziales Verhältnis der sozio-technischen Ko-Konstitution des Menschen und seiner technischen Verdopplung: „Es wird ja nicht nur ‚Natur‘ neu geschaffen und verändert, sondern diese Art Produktionstechniken richten sich (...) auf eine Umkonstruktion und Neuformung des Menschen selbst in seinen leiblichen, seelischen und sozialen Bezügen“ (Schelsky 1979 <1961>: 460), indem die Technik dem Menschen „nun als soziale, als seelische Forderung entgegentritt“ (ebd.: 461). Für Schelsky ist dies vor allem ein Phänomen der Verselbstständigung der technischen Mittel gegenüber den menschlichen Zwecken. Dies führt ihn zu der kulturpessimistischen Prognose einer zunehmenden Unterwerfung der Gesellschaft unter technische Sachzwänge. Dabei gerät dann schnell aus dem Blick, dass technische Wirkungszusammenhänge soziale Forderungen nicht nur nach sich

ziehen (das ist Schelskys Sachzwang-These), sondern soziale Forderungen bereits verkörpern. Pointiert formuliert Rammert dies so: „Hinter jedem Sachzwang steht ein sozial konstruierter Zwang“ (Rammert 1993: 156; vgl. auch Krohn/Rammert 1993 <1985>: 84). Dies führt zur Betrachtung von Technik als Form der institutionellen Verfestigung des Sozialen.

2.3 Technik als Form der institutionellen Verfestigung des Sozialen

Um den institutionellen Charakter technischer Wirkungszusammenhänge zu demonstrieren, führt Günter Ropohl das Beispiel des elektronischen Taschenrechners an: „[D]as Können und Wissen, das man zum Rechnen benötigt, [ist] im Taschenrechner vergegenständlicht worden; alle Wissens- und Verfahrensvorschriften sind in der Struktur der Mikrochips gespeichert worden. Können und Wissen stehen nun jedem in objektivierter Form zur Verfügung. (...) Nun werden relativ stabile, überindividuelle Wissens- und Verhaltensmuster in der Soziologie bekanntlich als Institutionen bezeichnet, und der Vorgang, in dem Institutionen entstehen, nennt man Institutionalisierung. So kommt man zu dem Ergebnis, daß technische Sachsysteme den Rang von Institutionen besitzen, und die Herstellung von Sachsystemen ist als technische Institutionalisierung anzusehen. Ein ursprünglich sozialer Prozeß ist technisiert worden, bleibt aber nichtsdestoweniger eine gesellschaftliche Erscheinung.“ (Ropohl 1991: 190)

Technische Wirkungszusammenhänge repräsentieren als wiederholt verfügbare Teilstücke typischer Handlungsvollzüge in genau diesem Sinne „relativ stabile, überindividuelle Wissens- und Verhaltensmuster“. Insofern besitzt jeder technische Wirkungszusammenhang, der in einer solchen Weise genutzt wird, institutionellen Charakter. Einhergehend damit gilt dann auch, dass technische Wirkungszusammenhänge Bestandteile institutionalisierter sozialer Strukturen sind, nämlich Bestandteile verfestigter Formen arbeitsteiligen Zusammenwirkens. Mit beidem ist jedoch noch nicht gesagt, dass der technische Wirkungszusammenhang für sich genommen eine verfestigte Form des Sozialen darstellt.

Sofern der technische Wirkungszusammenhang eine Form des sozialen Handelns darstellt – also bei Organisations- bzw. Interaktionstechniken und bestimmten Körpertechniken – ist dies evidenterweise der Fall. Bei Sachtechnik dagegen ist dies eine empirische Frage. Ob und in welchen Hinsichten die als Verfahrensvorschriften im Taschenrechner einprogrammierten Rechenregeln soziale Normen sind oder außersoziale Sachverhalte repräsentieren, ist dabei eine der schwierigeren Fragen (vgl. Heintz 2000). Andere Beispiele sind in dieser Hinsicht jedoch ganz eindeutig: Ganz ähnlich wie beim Taschenrechner sind auch in der Rechtschreibhilfe der heutigen Textverarbeitungsprogramme relativ stabile, überindividuelle Wissens- und Verhaltensmuster gespeichert. Die Rechtschreibregeln, die die Verfahrensvorschriften dieser Programme bilden, sind ohne Frage soziale Normen. Technisch institutionalisierte soziale Regeln finden wir in großem Umfang in den Anwendungen der Informations- und Kommunikationstechnologie: von der Festlegung von Zugangsberechtigungen über die Zuteilung von Arbeitspensen bis hin zur Überwachung des korrekten Ausfüllens von Formularen. Aber auch mechanische Abläufe können soziale Regeln repräsentieren. So besteht etwa die Tätigkeit einer Uhr darin, uns beständig die herrschende soziale Konvention der Zeiteinteilung vor Augen zu führen.

In allen diesen Fällen tragen technische Wirkungszusammenhänge dazu bei, einer bestimmten sozialen Wirklichkeit zur Durchsetzung zu verhelfen, indem ihre technischen Abläufe die sozialen Regeln befolgen, die diese Wirklichkeit beschreiben. Sie wirken gleichsam als institutionelle Agenturen. Ihre Rolle bei der Durchsetzung sozialer Normen kann aber auch darin bestehen, als institutionelle Anreizstrukturen zu wirken (vgl. Schulz-Schaeffer 2007a: 10). Dies ist dann der Fall, wenn Technik eingesetzt wird, um eine soziale Forderung

in Gestalt einer technischen Anforderung durchzusetzen. Als soziale Anreizstruktur gleicht beispielsweise die wirksam sanktionierte soziale oder rechtliche Norm einer Geschwindigkeitsbegrenzung dem technischen Arrangement einer Straßenschwelle, durch die der Autofahrer angesichts der sonst drohenden Beschädigung seines Fahrzeugs genötigt wird, seine Geschwindigkeit zu drosseln (vgl. Latour 1992: 244). Als Paradebeispiel für diese Art der institutionellen Wirksamkeit von Technik galt lange das Beispiel der Brücken des Moses so wie Langdon Winner (1985) es präsentiert hat: Robert Moses, der Erbauer des Jones Beach Parks auf Long Island habe die Parkstraßen bewusst mit niedrigen Brücken überbauen lassen, um sie für Busse unpassierbar zu machen, und habe damit das Ziel verfolgt, die auf den öffentlichen Verkehr angewiesene arme und schwarze Bevölkerung New Yorks aus dem Park fernzuhalten. Die Richtigkeit dieser Rekonstruktion ist inzwischen umstritten (vgl. Joerges 1999a; 1999b; Woolgar/Cooper 1999). Die Kernaussage des Beispiels bleibt dagegen gültig: Unter dem Deckmantel technischer Anforderungen lassen sich auch soziale Normen durchsetzen, die sich nicht oder weniger leicht durchsetzen ließen, wenn sie offen zum Ausdruck gebracht werden müssten (vgl. Zuboff 1988: 315ff.).

Die Betrachtung von Sachtechniken als soziale Institutionen geht wesentlich auf eine Durkheim-Interpretation von Hans Linde zurück: Durkheim habe rechtliche und sittliche Normen und Artefakte „gleicherweise als ‚typisch verfestigte oder kristallisierte Arten gesellschaftlichen Handelns‘ [betrachtet], von denen auf den Lauf des individuellen Lebens die gleichen Zwänge ausgehen“ (Linde 1982: 2; vgl. ders. 1972:17). Was eine Institution als verfestigte Arten gesellschaftlichen Handelns ist, charakterisiert Durkheim auf zweierlei Weise. Zum einen bezeichnet er Institutionen als Arten des Handelns, die „körperhafte Gestalt, wahrnehmbare, ihnen eigene Formen“ (Durkheim 1984 <1895>: 109) angenommen haben. Damit sind institutionelle Agenturen angesprochen, soziale Gebilde, die durch eigene Regelbefolgung für die gesellschaftliche Gültigkeit der Regeln sorgen. Zum anderen charakterisiert Durkheim Institutionen als „Gußformen, in die wir unsere Handlungen gießen müssen“ (ebd.: 126). Hier geht es um institutionalisierte soziale Forderungen. Durkheim neigt bekanntlich dazu, den Zwangscharakter sozialer Forderungen dieser Art überzubetonen. Dies lässt sich vermeiden, wenn man Durkheims Gussformen mit Duglass North (1990: 3) als soziale Anreizstrukturen interpretiert (wobei der Anreiz, die betreffende soziale Forderung zu erfüllen, ein positiver wie ein negativer sein kann). Sachtechnik kann in beiden Hinsichten als soziale Institution wirksam werden. Ob und in welcher Weise dies der Fall ist, ist eine empirische Frage. Die Antwort auf diese Frage liegt, wie wir gesehen haben, nicht unbedingt auf der Hand, sondern erfordert unter Umständen eine sorgfältige Analyse des Herstellungs- und des Nutzungszusammenhanges des betreffenden Technik.

3. Schwerpunkte der Techniksoziologie

Die Techniksoziologie ist nicht die einzige soziologische Teildisziplin, die sich mit Technik befasst. Technische Wirkungszusammenhänge sind in ihren verschiedenen Erscheinungsformen in den unterschiedlichsten gesellschaftlichen Handlungsfeldern von Bedeutung und damit auch für die soziologische Forschung, die sich diesen Handlungsfeldern widmet. In der deutschen Soziologie besitzt vor allem die Arbeits- und Industriesoziologie eine lange Forschungstradition der Beschäftigung mit Technik. Diese reicht von der Erforschung des Zusammenhanges von Produktionstechnik und Arbeitskoordination (vgl. Popitz et al. 1957) über die Frage nach neuen Rationalisierungsmustern und Qualifikationsprofilen im Zuge der Einführung von Computertechnik (vgl. Altmann et al. 1986; Bergstermann/Brandherm-Boehmker 1990) und ein neues Muster der De- und Requalifizierung der Beschäftigten

entsteht (vgl. Baethge/Oberbeck 1986; Kern/Schumann 1984), bis hin zu heutigen Fragen der technikvermittelten Flexibilisierung und Entgrenzung von Arbeit (vgl. Gottschall/Voß 2003). Von Max Webers Bürokratiethese bis hin zu strukturationstheoretischen Konzepten des Verhältnisses von Technik und Organisation (vgl. Ortman et al. 1990; Orlikowski 1992) ist Technik aber auch Gegenstand der Organisationssoziologie. Die Wissenschaftssoziologie ist zu großen Teilen eine Soziologie der technikvermittelten Produktion von Erkenntnis (vgl. Latour 1987; Knorr-Cetina 2002). In der Medizinsoziologie gewinnt die Medizintechnik zunehmende Bedeutung (vgl. Schubert 2007). Die Risikosoziologie beschäftigt sich mit technisch erzeugten Risiken (vgl. Beck 1986; Luhmann 1991; Krohn/Krücken 1993). Und die Mediensoziologie ist eine Soziologie der technischen Kommunikationsmedien und ihres Stellenwerts in der heutigen Gesellschaft. Im Konzert der unterschiedlichen Formen der soziologischen Beschäftigung mit Technik konzentriert sich die Techniksoziologie auf die Erforschung der sozialen Entstehungsbedingungen von Technik (Technikgenese) und der sozialen Wirkungen ihres gesellschaftlichen Einsatzes (Technikfolgenabschätzung) (vgl. Rammert 1993: 9). In letzter Zeit rücken darüber hinaus die Wechselwirkungen zwischen beiden Prozessen stärker in den Blick (sozio-technische Konstellationen).

3.1 Technikgenese

Die Entwicklung neuer Techniken ist ein sozialer Prozess. Technikentwicklung beruht auf kollektiven Wissensbeständen, Handlungsmustern, Wertvorstellungen und Zukunftserwartungen: auf dem historisch gewachsenen Stand von Wissenschaft und Technik, den professionellen Konstruktionstraditionen und den Konstruktionsstilen und den Suchheuristiken innovierender Unternehmen (vgl. Knie 1989; Nelson/Winter 1977), auf technikbezogenen Zukunftsvorstellungen (Dierkes et al. 1992; van Lente/Rip 1998a), auf Annahmen über technische Entwicklungschancen (vgl. Van de Ven et al. 1999: 25ff.) und über aktuelle oder zukünftig erwartete Nutzerbedürfnisse (vgl. Krohn 1992: 29; Rammert 1993: 300f.) sowie auf den Strategien und institutionellen Rahmenbedingungen der Akteure im Innovationsgeschehen (vgl. Schneider/Mayntz 1995).

Für die Betrachtung von Technikentwicklung als eines sozialen Prozesses ist das Programm der Social Construction of Technology wegweisend gewesen, das Trevor Pinch und Wiebe Bijker (1984; 1987) am Fallbeispiel der Fahrradentwicklung präsentiert haben. Die unterschiedlichen Varianten der ersten Fahrräder (Hochrad mit Achsantrieb vs. kettengetriebene Fahrräder mit geringerem Radumfang, Luftbereifung vs. Vollgummibereifung), so Pinch und Bijker, reflektieren unterschiedliche Vorstellungen über Nutzerwünsche und -bedürfnisse (Sportlichkeit und Nervenkitzel vs. Sicherheit und Bequemlichkeit). Dies demonstriert die Interpretationsoffenheit der Technikentwicklung. Dass sich das niedergrädrige, kettengetriebene Fahrrad mit Luftbereifung schließlich als dominantes Design durchsetzt, ist das Resultat eines sozialen Aushandlungsprozesses, in dessen Verlauf es den Protagonisten dieser Variante gelingt, das Hochrad aus seiner Position als Sportgerät zu verdrängen.

Nun ist soziale Aushandlung ein recht allgemeines Konzept. Um es weiter zu spezifizieren, ist es sinnvoll, zwischen unterschiedlichen Phasen der Technikentwicklung zu unterscheiden und zwischen verschiedenen Orientierungsmustern, die in diesen Phasen mit unterschiedlichem Gewicht zum Tragen kommen. In der Technik- und Innovationsforschung sind viele, insgesamt recht ähnliche Phasenmodelle entwickelt worden (einen Überblick bietet Rammert 1992: 180; vgl. auch Van de Ven et al. 1999: 23ff.). Im Kern kann man anknüpfend an Johannes Weyer (1997: 133ff.) drei Phasen unterscheiden: Entstehung, Stabilisierung und Durchsetzung (vgl. auch Rammert 2007)

Die *Entstehungsphase* ist, zumindest bei grundlegenden technischen Neuerungen, durch hohe Unsicherheit und große Interpretationsoffenheit gekennzeichnet. Typischerweise werden in dieser frühen Phase der Technikentwicklung unterschiedliche Entwicklungslinien parallel vorangetrieben und wird gleichzeitig an unterschiedlichen technischen Varianten gearbeitet: Weil man noch nicht weiß, welche der Varianten sich als vielversprechender erweisen wird. Weil man noch keine Kriterien besitzt, um zu entscheiden, welche der Varianten in welcher Hinsicht die effizientere Technik sein wird. Weil sich erst noch herausstellen muss, für welche der alternativen Möglichkeiten geeignete Kooperationspartner gefunden werden können. Und weil unterschiedliche Vorstellungen über die Art und Weise der Nutzung der anvisierten Technik bestehen (vgl. Van de Ven et al. 1999: 34ff.).

In dieser Phase der Technikentwicklung stehen Orientierungsmuster des Handelns unter der Bedingung von Unsicherheit im Vordergrund. Dazu zählen der jeweilige Stand von Wissenschaft und Technik und die etablierten Konstruktionstraditionen, aus denen Annahmen darüber abgeleitet werden, welche technischen Entwicklungen in der Zukunft realisierbar sein könnten. Dazu zählt das Erfahrungswissen der innovierenden Akteure über frühere Erfolge und Misserfolge und über die eigenen Stärken und Schwächen, aus dem Such- und Entscheidungsheuristiken für aktuelle und zukünftige Innovationsprojekte abgeleitet werden. Dazu zählen schließlich auch die Zukunftsvorstellungen über vielversprechende Techniken, die Technikvisionen, Leitbilder und Nutzungsvisionen, die zum einen ein Mittel sind, um Kapitalgeber und Kooperationspartner von der Attraktivität eines Entwicklungsprojekts zu überzeugen, zum anderen eine, wenn auch zunächst noch vage Vorstellung über die Richtung des Entwicklungsvorhabens vermitteln.

Die *Stabilisierungsphase* ist die Phase der Selektion aus der zunächst produzierten Variantenvielfalt, in der sich eine Variante als Protoyp der neuen Technik herausbildet und zunehmend zum dominanten Design wird. Diese Phase der Technikentwicklung ist durch eine Vielfalt von Handlungsorientierungen geprägt: Der unterschiedliche Entwicklungserfolg der verschiedenen Entwicklungsrichtungen ermöglicht es zunehmend, Kriterien technischer Machbarkeit in Anschlag zu bringen und Entwicklungskosten abzuschätzen. Die Wahl der Kooperationspartner führt dazu, dass bestimmte Entwicklungsoptionen forciert werden können und andere Optionen aufgegeben werden müssen. Die für die Entwicklung verschiedener Varianten jeweils eingegangenen Kooperationszusammenhänge funktionieren unterschiedlich gut und werden aufgekündigt oder verstärkt. Es zeigt sich, dass bestimmte Technikvarianten auf günstigere institutionelle Rahmenbedingungen treffen werden (oder dass solche Rahmenbedingungen sich entsprechend beeinflussen lassen), etwa bei der rechtlichen Zulassung oder der politischen Förderung. Angesichts des Entwicklungsfortschritts in konkurrierenden Entwicklungsprojekten erweisen sich bestimmte Entwicklungslinien als nicht mehr konkurrenzfähig usw.

Die *Durchsetzungsphase* schließlich ist die Phase, in der aus der Hypothese über eine neue sozio-technische Handlungsform, die das Entwicklungsprojekt bis dahin ist, soziale Wirklichkeit wird – oder eben auch nicht oder in anderer Weise als zunächst gedacht. Dies ist ein Prozess, in dem kulturelle Handlungsorientierungen ebenso eine Rolle spielen wie ökonomische und politische: Hier geht es darum, an bestehende Nutzungsbedürfnisse anzuknüpfen (das noch bessere Fernsehbild mit HDTV) oder neue Bedürfnisse zu erzeugen (ununterbrochene telefonische Erreichbarkeit), bestehende Nutzungspraktiken aufzugreifen (die Übernahme der gewohnten Schreibmaschinentastatur beim Computer) und Raum für die Entwicklung neuer Nutzungspraktiken zu eröffnen (z.B. die Möglichkeit des Copy und Paste bei elektronischer Textverarbeitung). Nicht weniger geht es aber auch darum, Nutzungsbedürfnisse und -praktiken aufzugreifen, die sich unerwartet entwickeln (SMS). Nischen müssen gefunden oder erzeugt werden, um der neuen Technik bessere Startchancen gegenüber bereits

etablierten Techniken zu verschaffen. So wählt Edison den dicht besiedelten Wall-Street-Distrikt in New York als Pilotanwendung für die Einführung der elektrischen Beleuchtung, um pro Haushalt möglichst wenig des teuren Kupferkabels zu verbrauchen und so mit dem etablierten System der Gasbeleuchtung konkurrieren zu können (vgl. Hughes 1985). Ökonomische Anreize sind ein weiteres Mittel. Hierfür ist die Strategie der staatlichen Telefongesellschaft in Frankreich, zur Durchsetzung des Videotex-Systems alle Haushalte kostenlos mit dem erforderlichen Endgerät zu versorgen, ein gutes Beispiel (vgl. Mayntz/Schneider 1995). Dass die Durchsetzung neuer Techniken darüber hinaus auch ein politischer Prozess ist, zeigt sich nicht zuletzt im Fall der direkten staatlichen Einflussnahme. Ein Beispiel ist das Stromeinspeisegesetz zur Förderung der Verbreitung erneuerbarer Energietechnologien.

Die Unterscheidung von Phasen der Technikentwicklung ermöglicht eine differenzierte Betrachtung des sozialen Konstruktionsprozesses von Technik, indem sie den Blick auf die unterschiedlichen Handlungsprobleme und -erfordernisse lenkt, die sich im Verlauf des Innovationsprozesses in unterschiedlicher Weise stellen, und auf die Orientierungsmuster und Akteurskonstellationen, die dabei jeweils von Bedeutung sind. Dass diese Phasen keine lineare Abfolge darstellen, sondern rekursiv (vgl. Asdonk et al. 1991) aufeinander bezogen sind, ergibt sich daraus, dass Technikentwicklung mit dem Vorgriff auf ein unsicheres Ziel beginnt, weshalb mit jedem Entwicklungsschritt, mit dem dieses Ziel konkretisiert, modifiziert oder neu bestimmt wird, zugleich auch die vorangegangenen Entwicklungsschritte auf dem Prüfstand stehen.

3.2 Technikfolgen

Technik soll zuverlässig und wiederholbar erwünschte Effekte hervorbringen und möglichst keine unerwünschten Nebenfolgen zeitigen. Was eine gute Technik ist, ist also nicht nur eine Frage technischer Funktionsfähigkeit, sondern immer auch eine normative Frage. Technikfolgenabschätzung bzw. Technikbewertung ist gemäß der Definition der VDI-Richtlinie 3780 „das planmäßige, systematische, organisierte Vorgehen, das den Stand der Technik und ihre Entwicklungsmöglichkeiten analysiert, unmittelbare und mittelbare technische, wirtschaftliche, gesundheitliche, ökologische, humane, soziale und andere Folgen dieser Technik und möglicher Alternativen abschätzt, aufgrund definierter Ziele und Werte diese Folgen beurteilt oder auch weitere wünschenswerte Entwicklungen fordert, Handlungs- und Gestaltungsmöglichkeiten daraus herleitet und ausarbeitet, so daß begründete Entscheidungen ermöglicht und gegebenenfalls durch geeignete Institutionen getroffen und verwirklicht werden können.“ (VDI 1991: 5) Im Rahmen der damit als interdisziplinär beschriebenen Forschungsaufgabe, an der Philosophen, Theologen, Juristen, Ökonomen und Politologen ebenso beteiligt sind wie die natur- und ingenieurwissenschaftlichen Experten der betrachteten Technologien, kommt der Soziologie die Aufgabe zu, die sozialen und gesellschaftlichen Wirkungen von Technik in den Blick zu nehmen.

Wesentlicher Motor für die Entwicklung und Institutionalisierung der Technikfolgenforschung ist das seit den 1970er Jahren entstehende und wachsende öffentliche Bewusstsein für die Risiken der wissenschaftlich-technischen Zivilisation – von Ulrich Beck (1986) auf den Begriff der Risikogesellschaft gebracht. Damit einhergehend entstand ein wachsender Bedarf nach wissenschaftlicher Politikberatung bei der Abschätzung der Chancen und Risiken neuer Technologien. Als Reaktion darauf wurde die Technikfolgenabschätzung „von Beginn an als ein politikbezogenes Informationsinstrument konzipiert“ (Dierkes 1993b: 98; vgl. auch Petermann 1991; von Westphalen 1997). Dementsprechend ist Technikfolgenabschätzung weniger Grundlagenforschung als anwendungsorientierte Forschung. Sie zielt darauf Entscheidungsprozesse, und zwar vor allem politische Entscheidungsprozesse zu unterstützen. Die

spiegelt sich auch in den Zielsetzungen wider: Technikfolgenforschung soll zukünftige Wirkungen neuer Techniken antizipieren und auf diese Weise eine Frühwarn-Funktion übernehmen; sie soll die zu beurteilende Technik im Kontext von Handlungsalternativen betrachten; sie soll herausfinden, wo Handlungsbedarf besteht und welche Handlungsoptionen zur Verfügung stehen; sie soll partizipativ vorgehen und die betroffenen gesellschaftlichen Gruppen in den Bewertungsprozess einbeziehen; und sie soll hinsichtlich der Werturteile, auf deren Grundlage sie zu ihren Bewertungen und Handlungsempfehlungen gelangt, offen darlegen und den Bewertungsprozess dadurch nachvollziehbar machen (vgl. Paschen/Petermann 1991: 26ff.). Diese Entscheidungsorientierung ist auch den Methoden der Technikfolgenforschung deutlich anzusehen, die sich im Laufe der letzten Jahrzehnte herausgebildet haben (einen Überblick bietet Bröchler et al. 1999): Neben den Methoden, die im engeren Sinne darauf gerichtet sind, etwas über die zu erwartenden oder eingetretenen Folgewirkungen von Techniken herauszufinden, finden sich Verfahren, die der normativen Bewertung dienen und der Einbeziehung gesellschaftlicher Gruppen in diesen Bewertungsprozess, wie schließlich auch Verfahren, die der Technikgestaltung im Sinne des gesellschaftlich Wünschenswerten dienen (vgl. Steinmüller 1999; Bonnet 1994).

Jede Technikfolgenabschätzung unterliegt dem Antizipations-Steuerungs-Dilemma, das auch als Collingridge-Dilemma bezeichnet wird und darin besteht, dass die Folgen einer neuen Technologie sich in den späteren Phasen ihrer Entwicklung besser abschätzen lassen als zu Beginn, die Einflusschancen auf die Richtung der Technikentwicklung aber zu Beginn deutlich größer sind als in späteren Phasen. Zu dem Zeitpunkt, der die besten Möglichkeiten der Einschätzung unerwünschter Technikfolgen bietet, kommt die Technikfolgenabschätzung angesichts des Steuerungsproblems mithin vielfach zu spät. Zu dem Zeitpunkt, der für eine Intervention zur Vermeidung unerwünschter Technikfolgen am günstigsten wäre, kommt die Technikfolgenabschätzung angesichts des Antizipationsproblems dagegen zu früh (vgl. Collingridge 1980: 16ff.; vgl. Dierkes 1993b: 104; Gloede 1994).

Dieses Dilemma lässt sich nicht lösen – sonst wäre es keines –, wohl aber abschwächen. Die Strategie, auf die bereits Collingridge (1980) setzt, besteht darin, Technik so zu entwickeln, dass sie möglichst lange und möglichst leicht veränderbar ist. Modulare Technik-Architekturen, die es erlauben, bestimmte Komponenten auszutauschen, ohne andere Komponenten verändern zu müssen, gehen in diese Richtung. Die dazu komplementäre Strategie besteht darin, die Faktoren und Prozesse zu identifizieren, die im Entwicklungsprozess selbst die voraussichtliche Richtung der Technikentwicklung beeinflussen, um diese dann gegebenenfalls im gewünschten Sinne umzusteuern. Diese Strategie hat dazu geführt, dass die Rolle von kognitiven Orientierungsmustern (Visionen, Szenarien, Roadmaps) in der Technikentwicklung wieder stärker in den Blick gerückt ist (vgl. z.B. van Lente/Rip 1998b). Beide Strategien führen dazu, dass Technikgeneseforschung und Technikfolgenforschung enger zusammenrücken.

3.3 Sozio-technische Konstellationen

Die soziologische Beschäftigung mit Technik ist in der letzten Zeit durch Ansätze geprägt, welche die beiden Aspekte der sozialen und gesellschaftlichen Geprägtheit von Technik und der Prägung sozialer und gesellschaftlicher Zusammenhänge durch Technik wechselseitig aufeinander beziehen und Technik und Gesellschaft in ein Verhältnis der Ko-Konstitution stellen.

Aus der Richtung der Technikgeneseforschung ist der Gedanke der Ko-Konstitution in besonders markanter Weise in der Akteur-Netzwerk-Theorie ausbuchstabiert worden (eine Sammlung grundlegender Beiträge in deutscher Übersetzung findet sich in Belliger/Krieger

2006; einen einführenden Überblick bietet Schulz-Schaeffer 2000a). Hier wird Technik als Resultat der Verknüpfung menschlicher und nicht-menschlicher Komponenten zu Netzwerken konzipiert, ein Prozess, der in dem Maße erfolgreich ist, in dem die beteiligten Komponenten sich in einer aufeinander abgestimmten Weise verhalten. Prozesse des Netzbildens beruhen dabei stets auf einer doppelten Innovation: auf neuen oder veränderten Komponenten und auf neuen oder veränderten Beziehungen zwischen ihnen. Im Prozess des Netzbildens wird die Identität der Komponenten ebenso wie die Art und Weise ihrer wechselseitigen Verknüpfung zu einem möglichen Gegenstand der Neubestimmung oder Modifikation. Die Eigenschaften und Verhaltensweisen der involvierten technischen Artefakte wie auch die der menschlichen Akteure sind Gegenstand und Resultat der wechselseitigen Relationierungen im Netzwerk. Zugleich aber sind alle Komponenten auch Subjekte im Prozess des Netzbildens. Der Akteur-Netzwerk-Theorie gelten deshalb alle Komponenten gleichermaßen als Akteure: als menschliche und nicht-menschliche Akteure. Besonderes Gewicht legt die Akteur-Netzwerk-Theorie auf die Feststellung, dass die menschlichen wie die nicht-menschlichen Akteure gleichermaßen soziale wie technische Eigenschaften und Verhaltensmerkmale aufweisen können. Darin kommt zum einen der Tatbestand der technischen Institutionalisierung sozialer Normen zum Ausdruck, zum anderen der Tatbestand der heterogenen Materialbasis von Technik. Zentraler Kritikpunkt an der Akteur-Netzwerk-Theorie ist die übermäßige Nivellierung der analytischen Begriffe (nicht nur des Akteur-Begriffs), die der empirischen Wirklichkeit nicht gerecht wird und sich auch konzeptionell nicht durchhalten lässt (vgl. Schulz-Schaeffer 2008; Rammert/Schulz-Schaeffer 2002b).

Aus der Richtung der Technikfolgenabschätzung liegt der Gedanke der Ko-Konstitution insbesondere dem Ansatz des „Constructive Technology Assessment“ (vgl. Schot/Rip 1997; Hack 1995) zu Grunde. Technikentwicklung wird hier als ein „quasi-evolutionärer“ Prozess beschrieben (vgl. Rip/Kemp 1998: 355): Die Erzeugung technischer Neuerungen ist demnach vergleichbar mit der evolutionären Produktion von Variationen. Deren Überlebensfähigkeit entscheidet sich erst in der Selektionsumgebung des Marktes und anderer Institutionen wie z.B. der rechtlichen Regulierung oder der Technologiepolitik. *Quasi-evolutionär* ist dieser Prozess, weil die Variation nicht vollständig blind erfolgt, sondern die innovierenden Akteure Suchheuristiken verwenden, um vielversprechende technische Neuerungen zu identifizieren. Quasi-evolutionär ist er auch deshalb, weil die Selektionsumgebung nicht vollständig vorgegeben ist, sondern beeinflusst werden kann, um der betreffenden technischen Neuerung bessere Überlebenschancen zu verschaffen – etwa durch die oben schon angesprochene Schaffung von Nischen. Der Herstellungs- und der Verwendungskontext bilden dementsprechend gleichsam einen ko-evolutionären Zusammenhang, der sich nicht direkt steuern, wohl aber „von innen“ modulieren lässt (vgl. Rip 2006): durch Einflussnahme auf die Suchheuristiken der innovierenden Akteure (z.B. technikbezogene Zukunftsvorstellungen, vgl. Kemp/Rotmans 2004) und durch Einflussnahme auf die Selektionsumgebung (z.B. durch "strategisches Nischenmanagement", vgl. Schot/Rip 1997: 261).

Aus der Perspektive der Ko-Konstitution stellt technischer Wandel sich als ein Prozess dar, dessen Ausgangspunkt die zum jeweiligen Zeitpunkt etablierte sozio-technische Konstellation ist und dessen Ergebnis eine neue oder veränderte sozio-technische Konstellation ist (vgl. Rammert/Schulz-Schaeffer 2002b: 21f.; Rammert 2007). Als sozio-technische Konstellation gilt dabei das jeweilige Netzwerk der heterogenen Elemente und Prozesse, die den technischen Wirkungszusammenhang bilden und die Art und Weise seiner Einbettung und Wirksamkeit innerhalb der Kontexte seiner Nutzung bestimmen. Technischer Wandel erfolgt danach ausgehend von der bestehenden Konstellation durch Veränderung oder grundlegende Neuerung technischer Wirkungszusammenhänge *und zugleich auch* der Nutzungsvorstellungen, Nutzungspraktiken und institutionellen Rahmenbedingungen des Technikeinsatzes.

Konzeptionelle Bemühungen dieser Art machen die Technikgeneseforschung und die Technikfolgenforschung als jeweils gesonderte Unternehmungen nicht überflüssig. Sie stellen sie in den umfassenderen Zusammenhang der Analyse des sozio-technischen Wandels, den besser zu verstehen ebenso eine akademische Herausforderung ist wie eine Voraussetzung seiner Beeinflussung im Sinne des gesellschaftliche Wünschenswerten.

Literaturverzeichnis

- Altmann, Norbert et al. (1986): Ein "Neuer Rationalisierungstyp" - neue Anforderungen an die Industriesoziologie. In: Soziale Welt 37. 191 - 206
- Asdonk, Jupp/Udo Bredeweg/Uli Kowol (1991): Innovation als rekursiver Prozeß. Zur Theorie und Empirie der Technikgenese am Beispiel der Produktionstechnik. In: Zeitschrift für Soziologie 20. 4. 290-304
- Baethge, Martin/Herbert Oberbeck (1986): Zukunft der Angestellten. Neue Technologien und berufliche Perspektiven in Büro und Verwaltung. Frankfurt/Main u.a.: Campus Verlag
- Beck, Ulrich (1986): Risikogesellschaft. Auf dem Weg in eine andere Moderne. Frankfurt/Main: Suhrkamp
- Belliger, Andréa/David J. Krieger (Hrsg.) (2006): ANThology. Ein einführendes Handbuch zur Akteur-Netzwerk-Theorie. Bielefeld: transcript
- Bergstermann, Joerg/Ruth Brandherm-Boehmker (1990): Systemische Rationalisierung als sozialer Prozess: Zu Rahmenbedingungen und Verlauf eines neuen betriebsübergreifenden Rationalisierungstyps. Bonn: Dietz
- Bijker, Wiebe E./Thomas P. Hughes/Trevor J. Pinch (Hrsg.) (1987): The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology. Cambridge, Mass. u.a.: The MIT Press
- Bijker, Wiebe E./John Law (Hrsg.) (1992): Shaping Technology / Building Society. Studies in Sociotechnical Change. Cambridge, Mass. u.a.: The MIT Press
- Bonnet, Petra (1994): Methoden und Verfahren der Technikfolgenabschätzung: Exotische Hausmannskost? In: Hans-Jörg Bullinger (1994): 33-54
- Bröchler, Stephan/Georg Simonis/Karsten Sundermeyer (Hrsg.) (1999): Handbuch Technikfolgenabschätzung, 3 Bde. Berlin: Edition Sigma
- Bullinger, Hans-Jörg (Hg.) (1994): Technikfolgenabschätzung. Stuttgart: Teubner
- Coleman, James S. (1990): Foundations of Social Theory. Cambridge, Mass. u.a.: The Belknap Press of Harvard University Press
- Collingridge, David (1980): The Social Control of Technology. London: Frances Pinter Ltd.
- Collins, Harry M./Martin Kusch (1998): The Shape of Actions. What Humans and Machines Can Do. Cambridge, Mass. u.a.: The MIT Press
- Constant II, Edward W. (1987): The Social Locus of Technological Practice: Community, System or Organisation? In: Wiebe E. Bijker/Thomas P. Hughes/Trevor J. Pinch (1987): 223-242
- Dierkes, Meinolf (1993a): Die Technisierung und ihre Folgen. Zur Biographie eines Forschungsfeldes. Berlin: Edition Sigma
- Dierkes, Meinolf (1993b): Was ist und wozu betreibt man Technikfolgen-Abschätzung? In: Meinolf Dierkes (1993a): 95-118
- Dierkes, Meinolf/Ute Hoffmann/Lutz Marz (1992): Leitbild und Technik. Zur Entstehung und Steuerung technischer Innovationen. Berlin: Edition Sigma
- Disco, Cornelis/Barend J. R. van der Meulen (Hrsg.) (1998): Getting New Technologies Together. Studies in Making Sociotechnical Order. Berlin u.a.: de Gruyter

- Durkheim, Emile (1984 <1895>): Die Regeln der soziologischen Methode, hg. und eingeleitet von René König. Frankfurt/Main: Suhrkamp
- Ellul, Jacques (1964): The Technological Society. New York: Vintage Books
- Elzen, Boelie/Frank Geels/Ken Green (Hrsg.) (2004): System Innovation and the Transition to Sustainability: Theory, Evidence and Policy. Cheltenham: Edgar Elgar
- Esposito, Elena (1993): Der Computer als Medium und Maschine. In: Zeitschrift für Soziologie 22. 5. 338-354
- Gloede, Fritz (1994): Der TA-Prozeß zur Gentechnik in der Bundesrepublik Deutschland - zu früh, zu spät oder überflüssig? In: Johannes Weyer (1994): 105-128
- Gottschall, Karin/G.Günter Voß (2003): Entgrenzung von Arbeit und Leben - Zum Wandel der Beziehungen von Erwerbstätigkeit und Privatsphäre im Alltag. München/Mering: Hampp
- Hack, Lothar (1995): TA als theoriegeleitete Interventionsstrategie. Der Ansatz des "Constructive Technology Assessment/CTA" in der sozialwissenschaftlichen Technikdebatte. Karlsruhe: Forschungszentrum Karlsruhe
- Halfmann, Jost (1996): Die gesellschaftliche "Natur" der Technik. Eine Einführung in die soziologische Theorie der Technik. Opladen: Leske + Budrich
- Halfmann, Jost/Gotthard Bechmann/Werner Rammert (Hrsg.) (1995): Technik und Gesellschaft. Jahrbuch 8: Theoriebausteine der Techniksoziologie. Frankfurt/Main u.a.: Campus Verlag
- Heintz, Bettina (2000): Die Innenwelt der Mathematik. Zur Kultur und Praxis einer beweisenden Disziplin. Berlin u.a.: Springer
- Hughes, Thomas P. (1985): Edison and Electric Light. In: Donald MacKenzie/Judy Wajcman (1985): 39-52
- Hurrle, Gerd/Franz-Josef Jelich/Jürgen Seitz (Hrsg.) (1992): Technik - Kultur - Arbeit: Dokumentation einer Tagung 27. bis 29. Mai 1991, veranst. vom DGB-Bildungszentrum Hattingen. Marburg u.a.: Schüren Presseverlag
- Joas, Hans (Hrsg.) (2007): Lehrbuch der Soziologie. 3. überarb. und erweit. Auflage. Frankfurt/Main u.a.: Campus
- Joerges, Bernward (1999a): Die Brücken des Robert Moses: Stille Post in der Stadt- und Techniksoziologie. In: Leviathan 27. 1. 43-63
- Joerges, Bernward (1999b): Do Politics Have Artifacts? In: Social Studies of Science 29. 3. 411-431
- Jokisch, Rodrigo (Hrsg.) (1982): Techniksoziologie. Frankfurt/Main: Suhrkamp
- Kemp, René/Jan Rotmans (2004): Managing the Transition to Sustainable Mobility. In: Boelie Elzen/Frank Geels/Ken Green (2004): 137-167
- Kern, Horst/Michael Schumann (1984): Das Ende der Arbeitsteilung? Rationalisierung in der industriellen Produktion. München: Beck
- Kneer, Georg/Markus Schroer/Erhard Schüttpelz (Hrsg.) (2008): Bruno Latours Kollektive. Kontroversen zur Entgrenzung des Sozialen. Frankfurt/Main: Suhrkamp
- Knie, Andreas (1989): Das Konservative des technischen Fortschritts. Zur Bedeutung von Konstruktionstraditionen, Forschungs- und Konstruktionsstilen in der Technikgenese, WZB, FS II 89-101. Berlin: Wissenschaftszentrum Berlin
- Knorr-Cetina, Karin (2002): Wissenskulturen. Ein Vergleich naturwissenschaftlicher Wissensformen. Frankfurt am Main: Suhrkamp
- Krohn, Wolfgang (1976): Technischer Fortschritt und fortschrittliche Technik - die alternativen Bezugspunkte technischer Innovation. In: Walter Ch. Zimmerli (1976): 38-65
- Krohn, Wolfgang (1992): Zum historischen Verständnis von Technik. In: Gerd Hurrle/Franz-Josef Jelich/Jürgen Seitz (1992): 27-34

- Krohn, Wolfgang/Georg Krücken (Hrsg.) (1993): Riskante Technologien: Reflexion und Regulation. Einführung in die sozialwissenschaftliche Risikoforschung. Frankfurt/Main: Suhrkamp
- Krohn, Wolfgang/Werner Rammert (1993 <1985>): Technologieentwicklung: Autonomer Prozeß und industrielle Strategie. In: Werner Rammert (1993): 65-92
- Latour, Bruno (1987): Science in Action. How to Follow Scientists and Engineers through Society. Cambridge, Mass.: Harvard University Press
- Latour, Bruno (1992): Where are the Missing Masses? The Sociology of a Few Mundane Artifacts. In: Wiebe E. Bijker/John Law (1992): 225-258
- Leroi-Gourhan, André (1980): Hand und Wort. Die Evolution von Technik, Sprache und Kunst. Frankfurt/Main: Suhrkamp
- Luhmann, Niklas (1984): Soziale Systeme. Grundriß einer allgemeinen Theorie. Frankfurt/Main: Suhrkamp
- Luhmann, Niklas (1991): Soziologie des Risikos. Berlin: de Gruyter
- Luhmann, Niklas (1997): Die Gesellschaft der Gesellschaft, 2 Bde. Frankfurt/Main: Suhrkamp
- MacKenzie, Donald/Judy Wajcman (Hrsg.) (1985): The Social Shaping of Technology. How the Refrigerator Got its Hum. Milton Keynes u.a.: Open University Press
- Mayntz, Renate/Fritz W. Scharpf (Hrsg.) (1995): Gesellschaftliche Selbstregelung und politische Steuerung, Schriftenreihe des MPIfG, Bd. 23. Frankfurt/Main: Campus
- Mayntz, Renate/Volker Schneider (1995): Die Entwicklung technischer Infrastruktursysteme zwischen Steuerung und Selbstorganisation. In: Renate Mayntz/Fritz W. Scharpf (1995): 73-100
- Mill, Ulrich (1998): Technik und Zeichen. Über semiotische Aktivität im technischen Kontext. Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft
- Mumford, Lewis (1977): Mythos der Maschine. Kultur, Technik und Macht. Die umfassende Darstellung der Entdeckung und Entwicklung der Technik. Frankfurt/Main: Fischer
- Nelson, Richard R./Sidney G. Winter (1977): In Search of a Useful Theory of Innovation. In: Research Policy 6. 36-76
- North, Douglass C. (1990): Institutions, Institutional Change and Economic Performance. New York: Cambridge University Press
- Orlikowski, Wanda J. (1992): The Duality of Technology: Rethinking the Concept of Technology in Organizations. In: Organization Science 3. 3. 398-427
- Ortmann, Günther et al. (1990): Computer und Macht in Organisationen. Mikropolitische Analysen. Opladen: Westdeutscher Verlag
- Paschen, H./Thomas Petermann (1991): Technikfolgenabschätzung - Ein strategisches Rahmenkonzept für die Analyse und Bewertung von Techniken. In: Thomas Petermann (1991): 19-41
- Petermann, Thomas (Hg.) (1991): Technikfolgen-Abschätzung als Technikforschung und Politikberatung. Frankfurt/Main u.a.: Campus Verlag
- Pinch, Trevor J./Wiebe E. Bijker (1984): The Social Construction of Facts and Artefacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology might Benefit Each Other. In: Social Studies of Science 14. 399-441
- Pinch, Trevor J./Wiebe E. Bijker (1987): The Social Construction of Facts and Artifacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other. In: Wiebe E. Bijker/Thomas P. Hughes/Trevor J. Pinch (1987): 17-50
- Popitz, Heinrich et al. (1957): Technik und Industriearbeit. Soziologische Untersuchungen in der Hüttenindustrie. Tübingen: J. C. B. Mohr Verlag

- Rammert, Werner (1992): Entstehung und Entwicklung der Technik: Der Stand der Forschung zur Technikgenese in Deutschland. In: *Journal für Sozialforschung* 32. 2. 177-208
- Rammert, Werner (1993): *Technik aus soziologischer Perspektive*. Opladen: Westdeutscher Verlag
- Rammert, Werner (1998): Die Form der Technik und die Differenz der Medien. In: Werner Rammert (1998): 293-326
- Rammert, Werner (2007): Technik und Gesellschaft. In: Hans Joas (2007): 481-504
- Rammert, Werner/Gotthard Bechmann (1997): *Technik und Gesellschaft. Jahrbuch 9: Innovation - Prozesse, Produkte, Politik*. Frankfurt/Main: Campus Verlag
- Rammert, Werner/Ingo Schulz-Schaeffer (Hrsg.) (2002a): *Können Maschinen handeln? Soziologische Beiträge zum Verhältnis von Mensch und Technik*. Frankfurt/Main u.a.: Campus
- Rammert, Werner/Ingo Schulz-Schaeffer (2002b): Technik und Handeln. Wenn soziales Handeln sich auf menschliches Verhalten und technische Abläufe verteilt. In: Werner Rammert/Ingo Schulz-Schaeffer (2002a): 11-64
- Rayner, Steve/Elizabeth L. Malone (1998): Human Choice and Climate Change, Vol. 2: Resources and Technology. In: (1998):
- Rip, Arie (2006): A Co-evolutionary Approach to Reflexive Governance - and Its Ironies. In: Jan-Peter Voß/Dierk Bauknecht/René Kemp (2006): 82-100
- Rip, Arie/René Kemp (1998): Technological Change. In: Steve Rayner/Elizabeth L. Malone (1998): 327-399
- Ropohl, Günter (1991): *Technologische Aufklärung. Beiträge zur Technikphilosophie*. Frankfurt/Main: Suhrkamp
- Rosen, Paul (1993): The Social Construction of Mountain Bikes: Technology and Postmodernity in the Cycle Industry. In: *Social Studies of Science* 23. 479-513
- Schelsky, Helmut (1979): *Auf der Suche nach Wirklichkeit. Gesammelte Aufsätze zur Soziologie der Bundesrepublik*. München: Wilhelm Goldmann Verlag
- Schelsky, Helmut (1979 <1961>): Der Mensch in der wissenschaftlichen Zivilisation. In: Helmut Schelsky (1979): 449-499
- Schneider, Helmuth (1989): *Das griechische Technikverständnis. Von den Epen Homers bis zu den Anfängen der technologischen Fachliteratur*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft
- Schneider, Volker/Renate Mayntz (1995): Akteurzentrierter Institutionalismus in der Technikforschung. Fragestellungen und Erklärungsansätze. In: J. Halfmann et al. (1995): 107-130
- Schot, Johan/Arie Rip (1997): The Past and Future of Constructive Technology Assessment. In: *Technological Forecasting and Social Change* 54. 2/3. 251-268
- Schubert, Cornelius (2007): *Die Praxis der Apparatemedizin. Ärzte und Technik im Operationssaal*. Frankfurt/Main u.a.: Campus
- Schulz-Schaeffer, Ingo (1999): Technik und die Dualität von Ressourcen und Routinen. In: *Zeitschrift für Soziologie* 28. 6. 409-428
- Schulz-Schaeffer, Ingo (2000a): Akteur-Netzwerk-Theorie. Zur Koevolution von Gesellschaft, Natur und Technik. In: J. Weyer (2000a): 187-209
- Schulz-Schaeffer, Ingo (2000b): *Sozialtheorie der Technik*. Frankfurt/Main u.a.: Campus Verlag
- Schulz-Schaeffer, Ingo (2007a): Technik als sozialer Akteur und als soziale Institution. Sozialität von Technik statt Postsozialität, TUTS-WP-3-2007, www2.tu-berlin.de/~soziologie/Tuts/Wp/TUTS_WP_3_2007.pdf, erscheint in: Karl-Siegbert Reh-

- berg (Hg.) (2008), Die Natur der Gesellschaft. Verhandlungen des 33. Kongresses der DGS, Frankfurt/Main: Campus., Berlin: Tu Berlin, Institut für Soziologie.
- Schulz-Schaeffer, Ingo (2007b): Zugeschriebene Handlungen. Ein Beitrag zur Theorie sozialen Handelns. Weilerswist: Velbrück
- Schulz-Schaeffer, Ingo (2008): Technik in heterogener Assoziation. Vier Konzeptionen der gesellschaftlichen Wirksamkeit von Technik im Werk Latours. In: Georg Kneer/Markus Schroer/Erhard Schüttpelz (2008): 106-150
- Schütz, Alfred (1974 <1932>): Der sinnhafte Aufbau der sozialen Welt. Eine Einleitung in die verstehende Soziologie. Frankfurt/Main: Suhrkamp
- Schütz, Alfred/Thomas Luckmann (1979): Strukturen der Lebenswelt, Bd. 1. Frankfurt/Main: Suhrkamp
- Steinmüller, Karlheinz (1999): Methoden der TA - ein Überblick. In: Stephan Bröckler/Georg Simonis/Karsten Sundermeyer (1999): 655-667
- Tushman, Michael L./Lori Rosenkopf (1992): Organizational Determinants of Technological Change. Toward a Sociology of Technological Evolution. In: Research in Organizational Behavior 14. 311-347
- Van de Ven, Andrew H. et al. (1999): The Innovation Journey. New York: Oxford University Press
- van Lente, Harro/Arie Rip (1998a): Expectations in Technological Developments: An Example of Prospective Structures to be Filled in by Agency. In: Cornelis Disco/Barend J. R. van der Meulen (1998): 203-229
- van Lente, Harro/Arie Rip (1998b): The Rise of Membrane Technology: From Rhetorics to Social Reality. In: Social Studies of Science 28. 221-254
- VDI (Hrsg.) (1991): Technikbewertung Begriffe und Grundlagen. Erläuterungen und Hinweise zur VDI-Richtlinie 3780. Düsseldorf: Verein Deutscher Ingenieure (VDI)
- von Westphalen, Raban (Hrsg.) (1997): Technikfolgenabschätzung als politische Aufgabe. 3., gänzl. rev., neu bearb. und erw. Aufl. München u.a.: Oldenbourg
- Voß, Jan-Peter/Dierk Bauknecht/René Kemp (Hrsg.) (2006): Reflexive Governance for Sustainable Development. Cheltenham u.a.: Edward Elgar
- Weber, Max (1972 <1922>): Wirtschaft und Gesellschaft. Grundriß der verstehenden Soziologie, 5., revidierte Aufl., besorgt von Johannes Winckelmann. Tübingen: Mohr
- Weyer, Johannes (Hrsg.) (1994): Theorien und Praktiken der Technikfolgenabschätzung. München u.a.: Profil
- Weyer, Johannes (1997): Vernetzte Innovationen - innovative Netzwerke. Airbus, Personal Computer, Transrapid In: Werner Rammert/Gotthard Bechmann (1997): 125-152
- Weyer, Johannes (Hrsg.) (2000): Soziale Netzwerke. Konzepte und Methoden der sozialwissenschaftlichen Netzwerkforschung. München u.a.: R. Oldenbourg Verlag
- Winner, Langdon (1985): Do Artifacts have Politics? In: Donald MacKenzie/Judy Wajcman (1985): 26-38
- Woolgar, Steve/Geoff Cooper (1999): Do Artifacts Have Ambivalence? Moses' Bridges, Winner's Bridges and other Urban Legends in S&TS. In: Social Studies of Science 29. 3. 433-449
- Zimmerli, Walter Ch. (Hrsg.) (1976): Technik oder: wissen wir, was wir tun? Basel u.a.: Schwabe
- Zuboff, Shoshana (1988): In the Age of the Smart Machine. The Future of Work and Power. New York, NY: Basic Books

In der Reihe „Working Papers“ sind bisher erschienen:

3/2008	Ingo Schulz-Schaeffer	Technik als Gegenstand der Soziologie Bestell-Nr.: TUTS-WP-3-2008
2/2008	Holger Braun- Thürmann	Die Ökonomie der Wissenschaften und ihre Spin-offs Bestell-Nr.: TUTS-WP-2-2008
1/2008	Werner Rammert	Technik und Innovation Bestell-Nr.: TUTS-WP-1-2008
8/2007	Jörg Potthast	Die Bodenhaftung der Flugsicherung Bestell-Nr.: TUTS-WP-8-2007
7/2007	Kirstin Lenzen	Die innovationsbiographische Rekonstruktion technischer Identitäten am Beispiel der Augmented Reality- Technologie. Bestell-Nr.: TUTS-WP-7-2007
6/2007	Michael Hahne Martin Meister Renate Lieb Peter Bioniok	Sequenzen-Routinen-Positionen – Von der Interaktion zur Struktur. Anlage und Ergebnisse des zweiten Interaktivi- tätsexperimentes des INKA-Projektes. Bestell-Nr.: TUTS-WP-6-2007
5/2007	Nico Lüdtke	Lässt sich das Problem der Intersubjektivität mit Mead lösen? – Zu aktuellen Fragen der Sozialtheorie Bestell-Nr. TUTS-WP-5-2007
4/2007	Werner Rammert	Die Techniken der Gesellschaft: in Aktion, in Interaktivität und hybriden Konstellationen. Bestell-Nr. TUTS-WP-4-2007
3/2007	Ingo Schulz-Schaeffer	Technik als sozialer Akteur und als soziale Institution. Sozialität von Technik statt Postsozialität Bestell-Nr. TUTS-WP-3-2007
2/2007	Cornelius Schubert	Technology Roadmapping in der Halbleiterindustrie Bestell-Nr. TUTS-WP-2-2007
1/2007	Werner Rammert	Technografie trifft Theorie: Forschungsperspektiven einer Soziologie der Technik Bestell-Nr. TUTS-WP-1-2007
4/2006	Esther Ruiz Ben	Timing Expertise in Software Development Environments Bestell-Nr. TUTS-WP-4-2006

3/2006	Werner Rammert	Technik, Handeln und Sozialstruktur: Eine Einführung in die Soziologie der Technik Bestell-Nr. TUTS-WP-3-2006
2/2006	Alexander Peine	Technological Paradigms Revisited – How They Contribute to the Understanding of Open Systems of Technology Bestell-Nr. TUTS-WP-2-2006
1/2006	Michael Hahne	Identität durch Technik: Wie soziale Identität und Gruppenidentität im soziotechnischen Ensemble von Ego-Shooterclans entstehen Bestell-Nr. TUTS-WP-1-2006
7/2005	Peter Biniok	Kooperationsnetz Nanotechnologie – Verkörperung eines neuen Innovationsregimes? Bestell-Nr. TUTS-WP-7-2005
6/2005	Uli Meyer Cornelius Schubert	Die Konstitution technologischer Pfade. Überlegungen jenseits der Dichotomie von Pfadabhängigkeit und Pfadkreation Bestell-Nr. TUTS-WP-6-2005
5/2005	Gesa Lindemann	Beobachtung der Hirnforschung Bestell-Nr. TUTS-WP-5-2005
4/2005	Gesa Lindemann	Verstehen und Erklären bei Helmuth Plessner Bestell-Nr. TUTS-WP-4-2005
3/2005	Daniela Manger	Entstehung und Funktionsweise eines regionalen Innovationsnetzwerks – Eine Fallstudienanalyse Bestell-Nr. TUTS-WP-3-2005
2/2005	Estrid Sørensen	Fluid design as technology in practice – Spatial description of online 3D virtual environment in primary school Bestell-Nr. TUTS-WP-2-2005
1/2005	Uli Meyer Ingo Schulz-Schaeffer	Drei Formen interpretativer Flexibilität Bestell-Nr. TUTS-WP-1-2005
3/2004	Werner Rammert	Two Styles of Knowing and Knowledge Regimes: Between ‘Explication’ and ‘Exploration’ under Conditions of ‘Functional Specialization’ or ‘Fragmental Distribution’ Bestell-Nr. TUTS-WP-3-2004

2/2004	Jörg Sydow Arnold Windeler Guido Möllering	Path-Creating Networks in the Field of Text Generation Lithography: Outline of a Research Project Bestell-Nr. TUTS-WP-2-2004
1/2004	Corinna Jung	Die Erweiterung der Mensch-Prothesen-Konstellation. Eine technografische Analyse zur ‚intelligenten‘ Beinprothese Bestell-Nr. TUTS-WP-1-2004
10/2003	Cornelius Schubert	Patient safety and the practice of anaesthesia: how hybrid networks of cooperation live and breathe Bestell-Nr. TUTS-WP-10-2003
9/2003	Holger Braun-Thürmann Christin Leube, Katharina Fichtenau Steffen Motzkus, Saskia Wessäly	Wissen in (Inter-)Aktion - eine technografische Studie Bestell-Nr. TUTS-WP-9-2003
8/2003	Eric Lettkemann Martin Meister	Vom Flugabwehrgeschütz zum niedlichen Roboter. Zum Wandel des Kooperation stiftenden Universalismus der Kybernetik Bestell-Nr. TUTS-WP-8-2003
7/2003	Klaus Scheuermann Renate Gerstl	Das Zusammenspiel von Multiagentensystem und Mensch bei der Terminkoordination im Krankenhaus: Ergebnisse der Simulationsstudie ChariTime Bestell-Nr. TUTS-WP-7-2003
6/2003	Martin Meister, Diemo Urbig, Kay Schröter, Renate Gerstl	Agents Enacting Social Roles. Balancing Formal Structure and Practical Rationality in MAS Design Bestell-Nr. TUTS-WP-6-2003
5/2003	Roger Häußling	Perspektiven und Grenzen der empirischen Netzwerkanalyse für die Innovationsforschung am Fallbeispiel der Konsumgüterindustrie Bestell-Nr. TUTS-WP-5-2003
4/2003	Werner Rammert	Die Zukunft der künstlichen Intelligenz: verkörpert – verteilt – hybrid Bestell-Nr. TUTS-WP-4-2003
3/2003	Regula Burri	Digitalisieren, disziplinieren. Soziotechnische Anatomie und die Konstitution des Körpers in medizinischen Bildgebungsverfahren Bestell-Nr. TUTS-WP-3-2003

2/2003	Werner Rammert	Technik in Aktion: Verteiltes Handeln in soziotechnischen Konstellationen Bestell-Nr. TUTS-WP-2-2003
1/2003	Renate Gerstl, Alexander Hanft, Sebastian Müller, Michael Hahne, Martin Meister, Dagmar Monett Diaz	Modellierung der praktischen Rolle in Verhandlungen mit einem erweiterten Verfahren des fallbasierten Schließens Bestell-Nr. TUTS-WP-1-2003
9/2002	Werner Rammert	Gestörter Blickwechsel durch Videoüberwachung? Ambivalenzen und Asymmetrien soziotechnischer Beobachtungsordnungen Bestell-Nr. TUTS-WP-9-2002
8/2002	Werner Rammert	Zwei Paradoxien einer Wissenspolitik: Die Verknüpfung heterogenen und die Verwertung impliziten Wissens Bestell-Nr. TUTS-WP-8-2002
6/2002	Martin Meister, Diemo Urbig, Renate Gerstl, Eric Lettkemann, Alexander Ostherenko, Kay Schröter	Die Modellierung praktischer Rollen für Verhandlungssysteme in Organisationen. Wie die Komple- xität von Multiagentensystemen durch Rollenkonzeptionen erhöht werden kann Bestell-Nr. TUTS-WP-6-2002
5/2002	Cornelius Schubert	Making interaction and interactivity visible. On the practical and analytical uses of audiovisual recordings in high-tech and high-risk work situations Bestell-Nr. TUTS-WP-5-2002
4/2002	Werner Rammert Ingo Schulz-Schaeffer	Technik und Handeln - Wenn soziales Handeln sich auf menschliches Verhalten und technische Artefakte verteilt. Bestell-Nr. TUTS-WP-4-2002
3/2002	Werner Rammert	Technik als verteilte Aktion. Wie technisches Wirken als Agentur in hybriden Aktionszusammenhängen gedeutet werden kann. Bestell-Nr.: TUTS-WP-3-2002
2/2002	Werner Rammert	Die technische Konstruktion als Teil der gesellschaftlichen Konstruktion der Wirklichkeit Bestell-Nr. TUTS-WP-2-2002
1/2002	Werner Rammert	The Governance of Knowledge Limited: The rising rele- vance of non-explicit knowledge under a new regime of distributed knowledge production Bestell-Nr. TUTS-WP-1-2002

2/2001	Ingo Schulz-Schaeffer	Technikbezogene Konzeptübertragungen und das Problem der Problemähnlichkeit. Der Rekurs der Multiagentensystem-Forschung auf Mechanismen sozialer Koordination Bestell-Nr. TUTS-WP-2-2001
1/2001	Werner Rammert	The Cultural Shaping of Technologies and the Politics of Technodiversity Bestell-Nr. TUTS-WP-1-2001
10/2000	Frank Janning Klaus Scheuermann Cornelius Schubert	Multiagentensysteme im Krankenhaus. Sozionische Gestaltung hybrider Zusammenhänge Bestell-Nr. TUTS-WP-10-2000
9/2000	Holger Braun	Formen und Verfahren der Interaktivität – Soziologische Analysen einer Technik im Entwicklungsstadium Bestell-Nr. TUTS-WP-9-2000
8/2000	Werner Rammert	Nichtexplizites Wissen in Soziologie und Sozionik. Ein kursorischer Überblick Bestell-Nr. TUTS-WP-8-2000
7/2000	Werner Rammert	Ritardando and Accelerando in Reflexive Innovation, or How Networks Synchronise the Tempi of Technological Innovation Bestell-Nr. TUTS-WP-7-2000
5/2000	Jerold Hage Roger Hollingsworth Werner Rammert	A Strategy for Analysis of Idea Innovation, Networks and Institutions National Systems of Innovation, Idea Innovation Networks, and Comparative Innovation Biographies Bestell-Nr. TUTS-WP-5-2000
4/2000	Holger Braun	Soziologie der Hybriden. Über die Handlungsfähigkeit von technischen Agenten Bestell-Nr. TUTS-WP-4-2000
3/2000	Ingo Schulz-Schaeffer	Enrolling Software Agents in Human Organizations. The Exploration of Hybrid Organizations within the Sozionics Research Program Bestell-Nr. TUTS-WP-3-2000
2/2000	Klaus Scheuermann	Menschliche und technische ‚Agency‘: Soziologische Einschätzungen der Möglichkeiten und Grenzen künstlicher Intelligenz im Bereich der Multi-agentensysteme Bestell-Nr. TUTS-WP-2-2000

- 1/2000 Hans-Dieter Burkhard Integration kooperationsfähiger Agenten in komplexen
Werner Rammert Organisationen. Möglichkeiten und Grenzen der
Gestaltung hybrider offener Systeme
Bestell-Nr. TUTS-WP-1-2000
- 1/1999 Werner Rammert Technik Stichwort für eine Enzyklopädie
Bestell-Nr. TUTS-WP-1-1999