

*Werner Rammert*

**Die Pragmatik des technischen Wissens  
oder: „How to do Words with things“<sup>1</sup>**

Technical University Technology Studies  
Working Papers

**TUTS-WP-1-2009**

---

<sup>1</sup> Die ungewöhnliche Klein/Groß-Rechtschreibung des englischen Untertitels folgt spiegelbildlich dem Referenztitel von John L. Austin „How to do things with Words“ FN 16. Fürkritisches und konstruktives Hinweisen danke ich Michael Hahne, Andrea Maurer und Cornelius Schubert.

## 1. Technische Praxis: Sprechen mit Dingen in der Sprache der Wirksamkeit

Technisches Wissen gründet im praktischen Tun und hat seinen Zweck im wirksameren Tun. Es unterscheidet sich vom naturwissenschaftlichen Wissen dadurch, dass es letztlich nicht um das Erkennen und Erklären abstrahierter und isolierter Wirkungen geht, sondern um das Gestalten und Erzeugen konkreter und im soziotechnischen Kontext funktionierender Wechselwirkungen. Das gilt für die Passung von Schraube und Gewinde und die Einpassung in nationale Normungssysteme ebenso wie für die Kombination von Teiltechniken zu globalen Fertigungs- und Recyclingsystemen der Fabrikproduktion<sup>2</sup>. Diese technischen Praktiken bedürfen zwar des naturwissenschaftlichen Wissens über die Dinge und deren kausaler Verkettung, z. B. über die Härte des Stahls oder den Informationsverlust bei der Signalübertragung; aber seine Verwendung ist eingebettet in das tausendfache Regelwissen der einzelnen Technikwissenschaften. Dieses technische Wissen hat seinen Ort in der Pragmatik des technischen Handelns, bei der es um die Möglichkeiten, Funktionalitäten und Wirksamkeiten in bestimmten Kontexten geht. Die Botschaft dieses Beitrags ließe sich so zuspitzen: Während die Naturwissenschaften sich mit „words“, sprich: Zeichen, Repräsentationen, Kalkülen und Gesetzen, einen Reim auf die Natur der Dinge machen, setzen die Technikwissenschaften mit den Dingen neue Zeichen, erfinden neue Ausdrucksmöglichkeiten und weben mit den technischen Infrastrukturen an neuen soziotechnischen Texturen.

Von der Pragmatik technischen Wissens zu sprechen heißt eigentlich, Eulen nach Athen zu tragen, da das produktive Machen von und das praktische Tun mit Dingen als Kern der Technikwissenschaften angesehen werden kann. Da stimme ich mit vielen anderen überein, die Technikwissenschaften als „Handlungswissenschaften“ zu klassifizieren<sup>3</sup>, vielleicht mit dem besonderen Akzent einer „experimentellen Handlungswissenschaft“<sup>4</sup>. Aber drei Tendenzen geben diesem Unternehmen einer pragmatistischen Technik- und Sozialtheorie einen besonderen Reiz und seine Rechtfertigung:

*Erstens* soll damit der Überbetonung der Semantik technischen Wissens entgegengewirkt werden, wie sie mit der durchgreifenden Verwissenschaftlichung der Ingenieurskünste einherging. Sie stärkte den Glauben an die perfekte Programmierbarkeit komplexer technischer Systeme und sie verdrängte das in den Dingen, Communities und Praktiken gespeicherte nicht-explicite Wissen.<sup>5</sup> Die Pragmatik lenkt den Blick wieder auf das praktische Tun in den verschiedenen Phasen der Anwendung technischen Wissens: a) dem Entwerfen, Planen, Konstruieren und Programmieren spezifischer Funktionalitäten, b) dem Gestalten und Testen technischer und nutzerbezogener Schnittstellen und c) der Integration in bestehende Produktionsanlagen oder Unternehmensstrukturen, technische Infrastrukturen sowie soziale, ökologische und ökonomische Verwendungszusammenhänge.

*Zweitens* sollen damit auch die selbst auferlegten Beschränkungen einer dualistischen Sicht auf Technik und Gesellschaft aufgehoben werden, wonach das Machen technischer Sachen nichts mit dem sozialen Handeln und umgekehrt wonach das soziale Handeln nichts mit den

---

<sup>2</sup> Vgl. Seliger 2007.

<sup>3</sup> Vgl. u.a. die Beiträge von Wolfgang König, Günter Ropohl, Klaus Kornwachs und Wolfgang Grunwald in Banse et al. 2006.

<sup>4</sup> Rammert 2007, S. 65 ff.

<sup>5</sup> Wengenroth 2006 und 2009.

realen Techniken zu schaffen hat. Der Pragmatismus eröffnet die Möglichkeit, die technische Konstruktion als Teil der gesellschaftlichen Konstruktion von Wirklichkeit zu begreifen. Die Bedeutung („words“) einer neuen Technologie entwickelt sich dann aus dem Verständigungsprozess vieler miteinander in Interaktion stehender Menschen und Interessengruppen, die a) durch stetige Verhandlung untereinander, b) durch experimentelle Interaktivität mit den Dingen und c) durch kreative Verwendung der Dinge deren Bedeutung immer wieder neu herausstellen.<sup>6</sup>

*Drittens* sollen mit dieser Perspektive auch die Schranken für eine interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Technik- und Sozialwissenschaftlern ein wenig geöffnet werden. Gegenwärtig entworfene technische Systeme und Umgebungen werden dank moderner Informations-, Kommunikations- und Sensorentechnik als mehr oder weniger ‚autonome Agenten‘ gestaltet, mit ‚intelligenten Verhaltensweisen‘ ausgestattet und für ihre Besitzer maßgeschneidert und zunehmend auf ‚interaktive Art‘ und ‚locker gekoppelt‘ vernetzt. Für die technikwissenschaftliche Konstruktionspraxis derartiger Systeme bieten sich Modelle sozialer Interaktion und gesellschaftlicher Kopplung an.<sup>7</sup> Und umgekehrt, wenn soziales Handeln zunehmend auf verschiedene Instanzen wie Menschen, Maschinen und Programme verteilt wird, dann bedarf die sozialwissenschaftliche Analyse, aber auch die gesellschaftliche Gestaltung technischer Infrastrukturen der Kenntnisse und Erfahrungen der Ingenieurs- und Planungswissenschaften.

Der Beitrag gliedert sich in zwei Teile. Der nächste Abschnitt (2.) beschäftigt sich mit den Problemen technischen Wissens und der Pragmatik technischen Handelns. Zunächst wird danach gefragt, wie es zur Verdrängung der pragmatischen Aspekte im technischen Wissen kommen konnte, welche Probleme sich die Technikwissenschaften damit einhandelten. Dann werden Perspektive und Programm eines auf technisches Handeln bezogenen Pragmatismus skizziert und gezeigt, wie er zur Lösung dieser Probleme herangezogen werden könnte. Im 3. Abschnitt werden mit der Eigenaktivität, der Komplexität, der Heterogenität und der Ubiquität vier Merkmale der Technostruktur benannt, welche die Technikwissenschaften gegenwärtig zu Anpassungen des Wissens herausfordern. Am Thema der Technik in Aktion wird demonstriert, dass sich die pragmatistische Perspektive auch und speziell für die Analyse und Gestaltung der Aktivitäten und Interaktivitäten der technischen Objekte in soziotechnischen Konstellationen eignet. Der Beitrag schließt mit einigen Folgerungen zur Pragmatik technischen Könnens, wie sie sich aus den vorherigen Überlegungen für die Praxis der Ingenieurausbildung und der transdisziplinären Forschung und Entwicklung mit anderen Disziplinen ergeben.

## **2. Probleme mit dem technischen Wissen und die Perspektive des Pragmatismus**

### *2.1 Vom Anerkennungsproblem zum Anpassungsproblem*

Zwei Probleme bewegen die Technikwissenschaften, was den Wert und die Brauchbarkeit ihres Wissens betrifft: erstens, das Anerkennungsproblem, das zu einer forcierten Verwissenschaftlichung und einer Verdrängung des pragmatischen Charakters technischen Wissens geführt hat, und zweitens das Anpassungsproblem an veränderte Anforderungsstrukturen,

---

<sup>6</sup> Vgl. für die gesellschaftliche Konstruktion Berger/Luckmann 1969 und für die technische Konstruktion Rammert 2007, S. 37 ff.

<sup>7</sup> Vgl. zu den technischen Agenten und zur Sozionik die Beiträge von Thomas Malsch, Werner Rammert und Ingo Schulz-Schaeffer in Malsch 1998.

welche gegenwärtig eine Rückbesinnung auf den pragmatischen Kern der Technikwissenschaften nahelegen.

Die Anerkennung des technischen Wissens als gesellschaftlich hoch geschätztes und später als wissenschaftlich begründetes Wissen ist ein altes Problem, das von der Antike bis zur modernen Wissenschaft Ende des 19. Jahrhunderts anhält. Im Ranking der Wissensformen blieb das technische Wissen immer auf dem letzten Platz: In der antiken Gesellschaft wurde zwar das Können der Baumeister, Gesetzesmacher oder Landvermesser für notwendig erachtet, nützlich für die Haus-, Stadt- und Kriegswirtschaft. Aber der Status als begründetes Wissen wurde ihm nicht gewährt. Die Exzellenz wurde im philosophischen Wissen gesucht und gesehen. In den Universitäten vom Mittelalter bis zur Neuzeit blieb weitgehend die Hierarchie der Wissensformen erhalten: Religion rangierte vor Philosophie, Philosophie vor den Naturwissenschaften, als sich diese dann nach der Aufklärung langsam von Theologie und Philosophie lösten, und zuunterst und auch außerhalb der Universität kamen die technischen Künste, die in eigenen Bauakademien, Militär- und Gewerbeschulen weitergegeben wurden.<sup>8</sup>

Seit Ende des 19. Jahrhunderts kehrt sich der Trend um: Die technischen Künste formieren sich zu technologischen Disziplinen, wandeln sich zu Wissenschaften, die sich nach dem Vorbild der Physik auf axiomatischen Theorien gründen, Praktiken formalisieren, Prozesse modellieren und Relationen mathematisieren. Diese ‚nachholende Verwissenschaftlichung‘ bringt die Technikwissenschaften sichtbar voran, auch in der gesellschaftlichen Anerkennung. Der säkulare Glaube an den technisch-wissenschaftlichen Fortschritt rangiert seit der industriellen Moderne weit vor den religiösen Glaubensformen. Die Ingenieurschulen und Bauakademien werden in Technische Hochschulen umbenannt, schließlich in den Stand Technischer Universitäten mit Promotions- und Habilitationsrecht erhoben. Gegenwärtig hat das technische Wissen keine Anerkennungsprobleme mehr im System der Wissenschaften. Ein Blick auf die aktuellen Technologien der Computer-, Gen- und Nanowissenschaften und auf die Reputation der technischen Wissenschaftsinstitutionen (MIT; CalTech, EIT, acatech, Fraunhofer) stärkt die Vermutung, dass es zu einem dominanten Modell der Forschung aufgestiegen ist.

Die erfolgreiche Lösung des Anerkennungsproblems durch konsequente Verwissenschaftlichung der Technik hatte allerdings einige kaum bemerkte Nebenfolgen: Die Orientierung am Vorbild der Naturwissenschaft lässt den Handlungsbezug technischen Wissens in den Hintergrund rücken. Abstraktes Wissen verdrängt den Wert konkreter Erfahrungen; mathematisierte Beziehungen werden wichtiger als fallbezogenes Regelwissen; und von Kontexten gereinigte Systemkonstruktionen blenden die Kunst des ‚piecemeal engineering‘ und des intuitiven Umgangs mit nicht sauberlich trennbaren und „not well-structured problems“ bei komplexen soziotechnischen Konstellationen aus.<sup>9</sup> Solange wie die technischen Systeme relativ einfach von den natürlichen und sozialen Umwelten abgekapselt und die Teilsysteme intern stabil hierarchisch integriert werden konnten, zeigten sich bei abrupten Veränderungen der Umweltdynamik höchstens mal punktuelle Probleme. Je mehr jedoch die Grenzen zwischen den Systemen durchlässiger werden und die Techniken selbst nach dem Modell des Handelns in Aktion treten, desto dringlicher wird die Rückbesinnung auf den konstruktiven Handlungsaspekt technischen Wissens und seine Bezüge zu den pragmatischen Bedingungen seines erfolgreichen Gelingens. Ansonsten erwachsen aus der einseitigen Sicht auf das technische Wissen systematische Anpassungsprobleme der Technikwissenschaften an die neuen Technostrukturen der Gesellschaft.

---

<sup>8</sup> Vgl. König 1995 und i.d. Band.

<sup>9</sup> Vgl. Wengenroth/Heymann 2001; Böhle 2003; Star 1989.

## 2.2 Pragmatismus als Perspektive

Technisches Wissen wird „in pragmatischer Hinsicht“ erzeugt und hat sich im praktischen Kontext als wirksames Funktionieren zu bewähren. „Weltgestaltung“, nicht Welterklärung, steht im Vordergrund, und die hat das Wissen auf den „wirklichen Menschen“ und „zum Gebrauch für die Welt“ anzuwenden und die wechselnden Weltzustände und die lebensweltlichen Zwecke einzubeziehen, wie es schon in Immanuel Kants „Anthropologie in pragmatischer Hinsicht“ (1798) heißt.<sup>10</sup> Auch die Technik kommt bei ihm schon vor, unter den Begriffen „Angewohnheiten“, „Methoden und Maschinen und unter diesen die Verteilung der Arbeiten“.<sup>11</sup> Sieht man nur die am naturwissenschaftlichen Ideal orientierte Perfektion des technischen Wissens, den Drang zum restlosen kausalen Erklären und idealisierten Beherrschen, verliert man leicht die Kluft zwischen ‚reiner‘ Semantik und ‚schmutziger‘ Pragmatik aus den Augen: Die gereinigten Teile technologischen Wissens, die selbstverständlich zum Fortschritt der modernen Technikwissenschaften beigetragen haben, müssen letztlich in die vermischten Zweck-Mittel-Beziehungen der konkreten Umwelten eingebaut werden.<sup>12</sup> Als reale Konstruktionen sind sie in die Vielfalt verschiedener real existierender Techniken einzupassen. Als praktische Konstruktionen sind sie per definitionem mit wirtschaftlichen, politischen und kulturellen Zwecken vermischt. Praktisches Können und technische Erfahrung, intuitives Wissen und experimentelles Erproben sind daher keine Residuen der Unvollkommenheit technischen Wissens, die es zu beseitigen gilt, sondern sie sind und bleiben – bei aller Verwissenschaftlichung – notwendige Bestandteile der Technikwissenschaften.

Systematisch wurde die pragmatistische Perspektive in der amerikanischen Philosophie erarbeitet. Der philosophische Pragmatismus, wie er von Charles Peirce über John Dewey bis hin zu George Herbert Mead entwickelt wurde, war im Wesentlichen eine Antwort auf den kontinentalen Rationalismus und Idealismus. Er beginnt mit einem *Primat der Praxis* bei der Behandlung von Fragen des Denkens, Wissens und Erkennens. Er betont das *Lösen konkreter Probleme*, wie z. B. unter bestimmten Bedingungen Gewissheit hergestellt werden kann, gegenüber abstrakten Fragen nach der Wahrheit. Und er bezieht sich bei der Lösung theoretischer wie praktischer Probleme auf das *Prinzip experimentellen Handelns*.<sup>13</sup>

Damit drehen seine Vertreter den Spieß der Erkenntnis um: Sie nehmen die Vorgehensweise des praktischen und alltäglichen Problemlösens und das Vorbild der Labor- und Ingenieurwissenschaften zum Vorbild für philosophisches Denken. Sie benutzen die Pragmatik technischen Wissens als Grundlage und Modell für die Lösung wissenschafts-, sprach- und sozialtheoretischer Probleme. Wahrheit, Wissen und Bedeutung sind auf Praktiken des ‚Wahr-Machens‘, des Lösens konkreter Probleme und des beobachtbaren interaktiven Verhaltens zwischen Körpern zurückzuführen. Der Begriff eines Gegenstands wird nicht essentialistisch definiert, sondern auf der Grundlage von zu vollziehenden Operationen und als Inbegriff der Konsequenzen, die sich ergeben, wenn in einer bestimmten Weise auf den Gegenstand eingewirkt wird.<sup>14</sup> Auch die Bedeutung eines Wortes wird nicht aus einem inneren Sinn hergeleitet, sondern aus dem Kontext der Kooperation und symbolischen Interaktion, in dem zugleich erwartet und beobachtet werden kann, welche Folgen eine Geste oder ein Zeichen für sich und einen anderen haben.<sup>15</sup> So wie aus der Wechselwirkung zweier physikalischer Objekte in Experimentalsystemen auf eine interobjektive Ordnung von Ursachen und Wirkungen geschlos-

---

<sup>10</sup> Kant 1998, S. 21, 29.

<sup>11</sup> Ebda., S. 63.

<sup>12</sup> Vgl. Bunge 1966; Poser 2003; Kornwachs 2006.

<sup>13</sup> Dewey 1995 <1925>, 29 ff.; Hickman 1990, S. 60 ff.

<sup>14</sup> Vgl. Peirce 1970 <1907> und Dewey 1998 <1929>, S. 111 ff.

<sup>15</sup> Mead 1968, S. 115 ff.

sen wird, so wird in der pragmatistischen Sozialtheorie von George H. Mead aus der Wechselwirkung der Interaktion zweier mit Sinnen und Organen ausgestatteter Körper die Entstehung einer intersubjektiven sinnhaften Ordnung hergeleitet.<sup>16</sup>

Mit dieser pragmatistischen Perspektive wird ein Standpunkt gewonnen, der nicht nur das Herstellen wissenschaftlicher Fakten und die Erzeugung moralischer Fakten bei aller Unterschiedlichkeit der Elemente auf eine gemeinsame Basis stellt und damit in ihrer Identität und Differenz vergleichbar macht. Der Pragmatismus lenkt die Aufmerksamkeit auch auf das Tüfteln und Basteln, das notwendig ist, um technisches Wissen in konkrete Apparate, Maschinen und Programme zu verwandeln. Er untersucht das experimentelle Ausprobieren zwischen beabsichtigten Wirkungen und beobachteten Widrigkeiten, zwischen explizitem Mittel und impliziten Möglichkeiten. Dieses Experimentieren schafft in einem ständigen Prozess der „Re-Konfiguration“ wechselseitig den jeweiligen Menschen und die jeweilige Technik einer Epoche. Es bildet den Kitt zwischen Fakten und Erkenntnissen, aus denen unsere Gesellschaft und ihre Techniken bestehen.<sup>17</sup> Damit ermöglicht der Pragmatismus eine neue Perspektive zur Überwindung des Dualismus von Technik und Gesellschaft und die Kooperation der Technik- und Sozialwissenschaften, die an verschiedenen Fronten für dieselbe Sache – die Verbesserung der menschlichen Lebensqualität – kämpfen.<sup>18</sup> Dabei ist dieses pragmatistische Untersuchen („inquiry“) stets vom Anspruch praktischer Lösungen geleitet, Methoden und Programme zu entwickeln, neue Verbindungen, Erkenntnisse und Instrumente hervorzubringen. Technisches Wissen, was dabei in der Form technischer Regeln entsteht, referiert dabei auf beide Aspekte, unter dem Aspekt der Wirksamkeit auf die Ursache-Wirkungs-Beziehungen zwischen den Objekten und unter dem Aspekt der Zweckmäßigkeit auf die intendierten Zweck-Mittel-Relationen.<sup>19</sup>

### 2.3 Pragmatik als Programm

Die Pragmatik ist zunächst einmal ein Bereich der linguistischen Sprachtheorie. Während die Semantik die Bedeutung der Wörter zum Gegenstand hat und die Syntax ihre Stellung im Satzbau, befasst sich die Pragmatik mit ihrer praktischen Verwendung in verschiedenen Kontexten. Seit Wittgensteins Philosophie der normalen Sprache hat sich das wissenschaftliche Interesse von den Regeln der Grammatik hin zu den Praktiken des Sprechens verschoben. Die Bedeutung der Wörter kann nicht ohne den praktischen Gebrauch, ihre Verwendung in bestimmten Kontexten verstanden werden. Menschen wenden nicht wie Computerprogramme strukturierte Regeln der Grammatik an, sondern beim Verwenden von Wörtern in konkreten Lebensformen bringen sie Bedeutungen und Muster hervor, die man im Nachhinein als Regeln rekonstruieren kann.

Bahnbrechend für die Theorie der Sprache war John L. Austins Vorlesung über „Taten und Worte“<sup>20</sup>, weil er diesen Aspekt des Tuns, des Wortemachens, zum Fokus für die gesamten Geistes- und Sozialwissenschaften erhob. Den Titel seines legendären Buches „How to do things with Words“ könnte man auch so übersetzen: „*Mit Worten etwas bewirken*“. Für den Fall performativer Äußerungen, wenn Sprechen etwas bewirken soll, dann werden Worte zu Taten, dann sagen Sätze nicht nur etwas aus, sondern sie machen etwas. Solche „Sprechakte“ geben jemandem einen Namen, sie verheiraten zwei Personen oder sie ernennen jemanden zu etwas. Ihre Funktion besteht nicht darin, etwas nur festzustellen, was der Fall ist, sondern

---

<sup>16</sup> Mead 1968, S. 427 f.; Joas 1989, S. 143 ff.

<sup>17</sup> Suchman 2007, S. 259 ff.

<sup>18</sup> Vgl. Rorty 1994.

<sup>19</sup> Siehe auch Kornwachs 2006, S. 72, Hubig 2006, S. 21 ff.

<sup>20</sup> Austin 1975 <1962>.

auch praktisch herbeizuführen, was dann der Fall sein wird. Sie repräsentieren nicht Wirklichkeit, sie konstruieren sie mit all ihren Folgen.

Für die Theorie der Technik ist dieser Aspekt der Pragmatik, das Hervorbringen der Dinge, eigentlich selbstverständlich. Aber was ein neues Licht auf die Theorie technischen Tuns und Wissens werfen könnte, ist die von mir im Untertitel vorgenommene Umformung des Austinschen Titels: „How to do *Words* with things“. „*Mit den Dingen etwas sagen*“ soll heißen, wann immer Dinge gemacht oder mit Dingen etwas getan wird, werden Worte gemacht, Aussagen getroffen und wird Bedeutung gestiftet. Ähnlich wie durch die Sprechakte entsteht durch die *Technikakte* ein Universum technischer Ausdrucksformen, eine Sprache mit eigenen grammatischen Regeln, einer eigenen Semantik der Funktionalitäten und einer eigenen Syntaktik funktionierender technischer Kombinationen. Das will besagen, dass technisches Handeln nicht nur als sinnfreies „How to do things with things“ verstanden werden kann, dem dann nachträglich eine kulturelle Bedeutung wie ein Kleidungsstück übergezogen wird, sondern

- dass technisches Tun *gleichzeitig* Dinge macht und bedeutsame Zeichen setzt,
- *sachlich und sinnhaft* zugleich das Handeln anderer orientiert, einengt oder ermöglicht
- und über die *Textur* und *Architektur* der technischen Systeme die Verfassung der Gesellschaft und die Kultur einer Epoche mitprägt.<sup>21</sup>

Pragmatik als Programm für die Analyse technischen Wissens bedeutet somit immer zugleich zweierlei: *Erstens* das technische Konstruieren und die objektivierten Technostrukturen als eine der Sprache ähnliche, aber andere Ausdrucksform menschlichen Handelns zu untersuchen. Der Philosoph und Anthropologe Ernst Cassirer hatte schon die Technik neben Mythos, Logos und Kunst als eine vierte „symbolische Form“ angesehen: In ihr drücken sich die Menschen in der ‚Sprache‘ der Wirksamkeit aus.<sup>22</sup> Die Pragmatik des technischen Wissens untersucht die Technik als ‚Technikakte‘ unter dem Gesichtspunkt des herstellenden und verwendenden Umgangs mit zweckmäßigen Artefakten in bestimmten Kontexten und historischen Bezügen. Erst der Gebrauch eines Dings oder einer Konfiguration von Dingen in einer bestimmten Konstellation macht daraus in letzter Instanz ein zweckmäßig wirkendes Mittel. Die technischen Regeln, in denen das Wissen um die Wirksamkeiten und Finalitäten festgehalten wird, können sich dann in gewisser Weise als Regelwerk ähnlich einer Grammatik etablieren. Von der Pragmatik der Sprache kann für das technische Konstruieren gelernt werden, dass das technische Handeln ähnlich wie das Sprechhandeln in konkreten Ausdrucks-, bzw. Gestaltungssituationen immer wieder aktualisiert und angepasst werden muss, es zwar ein Lexikon oder Archiv voller gesammelter gelungener und wirksamer Lösungen gibt, auf die man zurückgreifen kann, aber man für neue Problemlagen neue Regeln und neue Kombinationen und erweiterte Rahmungen erproben muss.

*Zweitens*, durch technisches Konstruieren analog zum Verfertigen der Gedanken beim Reden<sup>23</sup> neue Wege zu finden, Dinge zum Ausdruck zu bringen und dadurch neue Möglichkeiten zum Handeln zu erschaffen. Dies stellt jedes Mal aufs Neue die Herausforderungen, vorhandene technologische Ideen in der Praxis zu erproben und solange zu überarbeiten, bis sie funktionieren.<sup>24</sup> Entscheidend ist, sie in die technologischen, ökonomischen, ökologischen und sozialen Gegebenheiten einzupassen, die man in den zukünftigen Anwendungssitua-

---

<sup>21</sup> Siehe ähnliche Konzepte von Technik als „objektivierte Kultur“ bei Simmel 1983 <1900>, S. 96, als „Verfassung“ bei Winner 1980 und als „Versammlung“ bei Latour 2001.

<sup>22</sup> Cassirer 1985 <1930>, S. 52; Rammert 2007, S. 53.

<sup>23</sup> Kleist 1996, 310 ff.

<sup>24</sup> Dewey 2002 <1938>, S. 127 ff.

nen vorfindet. Es gilt Methoden zur Verfügung zu stellen, die für die wechselseitigen Verflechtungen dieser Gegebenheiten sensibel sind, um Innovationen zu entwickeln, die nicht nur technologisch auf der Höhe der Zeit, ökologisch nachhaltig und ökonomisch profitabel sind, sondern auch bei den Menschen auf breite Akzeptanz stoßen.

Bei der gesellschaftlichen Konstruktion der Wirklichkeit lassen sich die Stufen der Objektivierung des Wissens (Sprache) und des technischen Handelns (Technik) in analoger Weise kennzeichnen.

Auf der *ersten* Stufe der Entstehung beginnt die Sprache mit „Anzeichen“<sup>25</sup> für etwas, die im praktischen Kontext der *Interaktion* aus Spuren, Ereignissen oder Gesten bedeutsame Zeichen werden lassen. Die Technik beginnt dementsprechend mit ‚Proben‘ und ‚Problemen‘, die im praktischen Kontext der „*inquiry*“, des Bastelns und der „experimentellen Interaktivität“<sup>26</sup> aus Dingen, Formen und Bewegungen wirksame technische Mittel und Installationen macht. Sie bleiben sachlich tentativ, zeitlich episodisch und räumlich lokal gebunden.

Auf der *zweiten* Stufe werden die Zeichenverwendungen in „Erzeugnisse“ umgewandelt. Sie werden von den Orten und Zwecken ihrer ursprünglichen Genese entkoppelt, bleiben aber als signifikante Zeichen und Symbole an typische Situationen gebunden. Bei der Technik erlangen dann die Entwürfe den Status ‚erprobter Installationen‘ für spezifische Kontexte. Als detaillierte Verfahrensabläufe, wirksame Artefakte oder nützliche Sonden werden sie in den Technologie- und Maschinenbüchern gesammelt. Als beispielhafte Problemlösungen werden sie von ihren Entstehungsorten in Mühlen, Bergwerken oder Bewässerungsanlagen losgelöst, bedürfen jedoch als einfache oder kombinierte Maschinen immer noch der Einbettung in das berufliche und branchenübliche Repertoire von Mechanikern oder Ingenieuren.

Auf der *dritten* Stufe sind die Sprachelemente aus den Kontexten vollständig entbunden und bilden ein eigenes „Zeichensystem“, die Sprache mit ihren expliziten Nutzungsregeln. Ebenso bildet sich ein universalisiertes ‚technologisches System‘ heraus, das aus den Regelwerken erfolgreicher technischer Funktionslösungen besteht und die technischen Regeln gänzlich dekontextualisiert in sich vereinigt.

Mit dieser parallelen Modellierung sprachlichen und technischen Handelns eröffnet sich ein Forschungsprogramm, mit dem Technik analog zur Sprache unter den Gesichtspunkten der Semantik, Pragmatik und Syntaktik verfeinert und systematisch untersucht werden kann. Besonders die Pragmatik als Programm macht die einzelnen ‚Technikakte‘ im Rahmen technischen Handelns zur kleinsten Untersuchungseinheit, lässt einen präzisen Blick auf das Machen von Technik, das Machen mit Technik und das Mitmachen der Technik in den jeweiligen Situationen zu.<sup>27</sup>

Gleichzeitig lässt sich mit der grammatikalischen Perspektive die Technik als Arsenal objektivierter Technikakte und die Technologie als Archiv der verkodeten Schemata der Technisierung begreifen. Für die Anwendung dieses Potentials – das ist die Lehre auch aus der Sprachpragmatik – bedürfen sie jedoch immer des „enactments“ in praktischen Situationen.<sup>28</sup> So wie jeder situativ gesprochene Satz sich nicht nur aus den Regeln der Grammatik ableiten lässt, so bleibt auch jeder technische Konstruktionsakt bei allen Rückgriffen auf vorhandene Regel-

---

<sup>25</sup> Zur Objektivierung des Wissens siehe Berger/Luckmann 1969, S. 320ff. und zur Übertragung auf technisches Handeln Rammert 2007, S. 37 ff.

<sup>26</sup> Vgl. Dewey 2002 <1938>, S. 16 und 59 ff.; Rammert 2007, S. 65 ff.

<sup>27</sup> Rammert 2008a, S. 344 ff.

<sup>28</sup> Schulz-Schaeffer 2000, S. 64 ff.



werke eine mehr oder weniger zweckmäßige Äußerung unter spezifischen Kontextbedingungen. Je mehr und je unterschiedlicher die Kontexte werden, auf die sich technisches Handeln zu beziehen hat (etwa Wirtschaftlichkeit, Nachhaltigkeit, Sicherheit, Datenschutz etc.) und in die es institutionell eingebunden wird (Wirtschaft, Politik, Wissenschaft, Recht, ästhetisches Design etc.)<sup>29</sup>, desto strategisch bedeutender wird ein solches Programm einer an Technikakten und Erfahrungssituationen orientierten Feinanalyse technischen Wissens.

### **3. Technik in Aktion: Merkmale veränderter Technostrukturen und die Folgen für technisches Wissen**

Bisher hatten wir uns mit dem herstellenden und verwendenden Umgang mit technischen Artefakten befasst und dabei auf den experimentellen und Sinn ausdrückenden Handlungscharakter der Technikakte hingewiesen. Jetzt kehren wir den Blick um, vom Generieren, Gestalten und Installieren der Technik hin zu Gangart und Agentenschaft der technischen Objekte selbst. Die pragmatistische Perspektive erleichtert auch die Analyse von Veränderungen der Technikobjekte und ihrer Aktivitäten und Interaktivitäten. Konnte man lange Zeit getrost die technischen Objekte als passive und fest fixierte Mittel auffassen, die als unveränderliche Bestandteile stumm und stetig ihre Funktion erfüllen, so zeigen gegenwärtige Technostrukturen von Produktion, Verkehr und Kommunikation vier auffällige Veränderungen:

Die *Eigenaktivität* technischer Objekte hat deutlich zugenommen, und zwar vielfältiger als bei klassischen Formen der Mechanisierung und Automation. Die Objekte wirken als Agenten und werden gebündelt als Agenturen oder „autonome“ Systeme entworfen.<sup>30</sup> Für den Umgang mit ihnen reichen Konzepte der Instrumentalität nicht mehr aus; die höhere Eigenaktivität verlangt nach einem Konzept, das mehr der Wechselseitigkeit zwischen Mensch und Technik Rechnung trägt: Dafür schlage ich das Konzept der „Interaktivität“<sup>31</sup> zwischen den beiden Seiten vor.

Die *Komplexität* der technischen Konfigurationen aus den Objekten ist rasant angewachsen: Nicht nur die Zahl der materiellen Bauteile und ihrer Kopplungsbeziehungen bei einem PKW sind vervielfacht, sondern auch noch die Anzahl der verschiedenen Funktionssysteme für Zündung, für Stabilisierung, für rechnervermittelte Optimierung und für die Verbindung mit Steuerungs- und Informationssystemen in der Umwelt. Der Blick vom einfachen Artefakt und seiner blockweisen Aggregation hat sich schon verschoben hin zu einem zwischen mehreren Ebenen geschichteten und kompliziert geschachtelten technischen System hat sich schon weitgehend vollzogen.

Die *Heterogenität* der Elemente, die bei der Gestaltung solcher hochkomplexer Systeme berücksichtigt werden müssen, verlangt eine umfassendere, besonders aber auch vielfältigere Konzipierung und Modellierung: Nicht nur Sachsysteme und menschliche Handlungssysteme, sondern auch Zeichensysteme und Umweltsysteme sind in eine Funktionsbeziehung zu setzen, die ihren jeweiligen Besonderheiten Rechnung trägt.<sup>32</sup>

Die *Ubiquität* der technischen Dienste übernimmt eine führende Rolle: Die technischen Infrastrukturen werden zunehmend so eingerichtet, dass man alle Artefakte nicht nur überall in der Welt erhalten und verwenden kann, sondern dass sie unterwegs von überall zu jeder Zeit in

---

<sup>29</sup> Vgl. als Anwendung auf „Intelligente Objekte“ die Beiträge in Herzog/Schildhauer 2009.

<sup>30</sup> Vgl. auch Christaller/Wehner 2003; Rammert 2007, S. 167 ff. und 179 ff.

<sup>31</sup> Rammert 2008b: 71.

<sup>32</sup> Ropohl 2006, S. 57.

der erwünschten Konfiguration genutzt werden können. Das Mobiltelefon und das „Ubiquitous Computing“<sup>33</sup> sind Beispiele für diesen Wandel von stationärer zu mobiler Techniknutzung.

Auf diese Veränderungen hat es auf Seiten der Technikwissenschaften schon einige wichtige-konzeptuelle Antworten gegeben: z. B. von der Artefakt- hin zur Verfahrens- und zur Systemwissenschaft (im Chemical Engineering, im Maschinen- und Anlagenbau oder in Architektur und Urban Design). Vor allem die höhere Eigenaktivität der Objekte legt jetzt eine zusätzliche Perspektivenerweiterung nahe, in welcher die Aktivitäten und Interaktivitäten der Objekte in heterogenen soziotechnischen Konstellationen zum Fokus werden.

### *3.1 Objekte in Aktion: Dimensionen und Niveaus der Eigenaktivität*

Gegenüber rein mechanischen Abläufen gewinnen gegenwärtig technische Objekte ein höheres Niveau an Eigenaktivität. Die neueren Informations- und Kommunikationstechniken sorgen in den vier Dimensionen der Motorik, der Aktorik, der Sensorik und der Informatik für einen qualitativen Wandel: Technische Objekte werden vom stationären Apparat zum mobilen Agenten verwandelt. Sie werden vom fest verdrahteten Artefakt in einen programmierbaren Agenten transformiert. Mit der Sensorik wandeln sie sich vom sturen Gerät zu einer reaktiven Agentur. Und mit den Mitteln der Informatik können sie vom Status des passiven Instruments in die Rolle des pro-aktiven Agenten erhoben werden.<sup>34</sup> Zusammengenommen legen es diese Tendenzen gesteigerter Eigenaktivität nahe, das Instrumenten-Konzept technischer Mittel durch ein angemesseneres Konzept zu ersetzen, dem Konzept der technischen Agenten und Agenturen.

Die Perspektive der Pragmatik kann auch auf die Einschätzung der Aktivitätsniveaus technischer Agenten angewandt werden. Nach ersten Zugriffen auf Produktions-, Programmier- und Informationstechniken hat sich vorläufig folgende Einteilung von Aktionsniveaus bewährt.<sup>35</sup>

- (1) **passiv:** Objekte, die in jeder Hinsicht von außen bewegt oder geändert werden, um zu wirken (Werkzeug, Karteikarte, Preisschild)
- (2) **aktiv:** Objektkombinationen, die bestimmte Operationen in den vier Dimensionen selbsttätig ausführen (Bohrmaschine, Lochkarte, Strichscanner)
- (3) **re-aktiv:** Objektkombination mit Rückkoppelung für einfache Anpassungen (sensorgesteuerte Bohrmaschine, Hilfeagent, RFID-Kasse)
- (4) **pro-aktiv:** Verteilte Systeme, die sich mittels wechselseitiger Abstimmung koordinieren (Kooperierende Rettungsroboter, Multiagentensystem, ‚Smarte Objekte‘)
- (5) **trans-aktiv:** Intelligente Systeme, die im Hinblick auf Eigen-, Fremd- und Gesamtktion Zweck-Mittel-Relationen selbständig reflektieren und verändern (bisher nur menschliche Teams oder hybride soziotechnische Konstellationen)

Solange wie die Aktivitäten auf den unteren beiden Niveaus eingeordnet werden können, reichen die alten Konzepte für die Analyse und Modellierung aus. Erst für die höheren Niveaus ergeben sich die qualitativen Veränderungen, welche oben angesprochen worden sind. Ein pragmatistisches Konzept macht die Ebenenunterschiede sichtbar und in ihren Konsequenzen ansprechbar<sup>36</sup>.

---

<sup>33</sup> Vgl. Greenfield 2006; ‚Fleisch/Mattern 2005; Kündig/Bütschi 2008.

<sup>34</sup> Zur Agententypologie vgl. Rammert 1998, S. 99 ff. und Wooldridge/Jennings 1995, S. 117.

<sup>35</sup> Rammert 2006, S. 171 f.

<sup>36</sup> Rammert/Schulz-Schaeffer 2003, S. 48 ff.

### 3.2 Objekte in Interaktion und in Interaktivität: Steigerung der Binnenkomplexität und Erhöhung der Heterogenität an den Schnittstellen

Hat man sich einmal an diese Sichtweise der Pragmatik (2.) gewöhnt, fallen zwei weitere Konsequenzen auf: die erste betrifft den Wandel der internen Struktur der technischen Systeme und die zweite betrifft die Veränderungen an den Außengrenzen, den sogenannten Schnittstellen der technischen Systeme.

In der Geschichte der Technikwissenschaften geht es längst nicht mehr allein um die einzelnen Artefakte oder die einfachen Maschinen wie Hebel, Rad und schiefe Ebene. Die wirksame Kombination der einzelnen Artefakte zu Maschinen und Apparaturen und schließlich deren optimale Konfiguration zu großen Anlagen und Produktions- und Verteilungssystemen sind ihr Thema. Die hierarchische Verschachtelung der technischen Infrastruktursysteme mit großen technischen Anlagensystemen und diese wiederum mit Teilsystemen des Antriebs, der Verarbeitung, des Transports und der Regelung, die selbst wiederum aus kleineren Subsystemen sich zusammensetzen, ist Standardsicht auf die technischen Systeme.

Wenn allerdings diese festen Beziehungen durch zunehmende Eigenaktivitäten einzelner Objekte und speziell durch die Aktivitäten programmierter und mobiler Zeichenobjekte in Bewegung geraten, wandeln sich die eingekapselten Systeme von Maschinerien in offene Systeme mit intern interagierenden Teilsystemen. Dann wandeln sich fest gefügte Ablaufsysteme in *lose gekoppelte Netzwerke* verschiedener fest gekoppelter Teilsysteme, mit Puffern und auf dynamische Umwelten variabel re-aktiven Möglichkeiten.<sup>37</sup> Je mehr Objekte, je mehr Dimensionen der Objektaktivität und je mehr unterschiedliche Arten von Objekten und deren Beziehungen ins Spiel kommen, desto eher bietet es sich an, das Einzel- und das Gesamtverhalten von technischen Objekten und Systemen mit dem Vokabular von Aktion und Interaktion zu beschreiben. Instrumentelle Funktion und festes Gefüge können nicht mehr die Binnenkomplexität differenziert genug erfassen.

Wenn die technischen Objekte an Eigenaktivität gewinnen, erwachsen daraus auch veränderte Anforderungen an die *Schnittstellen*, vor allem an die zwischen Menschen und Technik. Bei der Handhabung von Werkzeugen, aber auch noch bei der Führung von Maschinen kann man von *instrumenteller Nutzung* sprechen. In der Gestalt des Griffes oder im Design der Hebel und Kurbeln zeigt sich der zweckgemäße Zugriff auf das technische Mittel. Wenn Maschinen und Anlagen für vorgesehene Abläufe eingerichtet werden, wenn Steuerungscomputer selbst variabel programmiert werden und wenn Zeichenobjekte, wie Suchagentenprogramme, aktiv werden und relativ selbständig in Dateien recherchieren, dann wandelt sich die direkte instrumentelle Nutzungsbeziehung in eine vermittelte *instruktiv-auslösende* Beziehung um. Treten die technischen Systeme an den Schnittstellen mit dem Nutzer in den Dialog, fordern ihn oder sie zu Eingaben auf oder bieten sie von sich aus Hilfe an und werden die Objekte als Agenten aktiv, dann entwickelt sich die Schnittstelle zu einer *interaktiv-kommunikativen* Beziehung, die an Zeichen, Gesten und Medien der zwischenmenschlichen Interaktion anschließt: Schreiben und Lesen, Sprechen und Hören, Zeigen und Folgen, Berühren und Auslösen in zweckmäßigen symbolischen Rahmungen und Ikonographien bilden die Aktivitäten zwischen den beiden Seiten. Je höher das Eigenaktivitätsniveau der technischen Elemente ansteigt, desto mehr verschiebt sich die Beziehung zwischen Menschen und Wirk- oder Zeichenobjekten von der Instrumentalität hin zur Interaktivität. Mit Interaktivität soll jene besondere Form der Beziehung zwischen Mensch und Technik bezeichnet werden,

---

<sup>37</sup> Vgl. aus organisations- und risikosoziologischer Perspektive auch Mayntz/Hughes 1988; Perrow 1987.

bei der erst durch eine Wechselseitigkeit der Aktivitäten ein Prozess ausgelöst und noch im Verlauf auch näher beeinflusst werden kann.

Diese mediale Vermitteltheit der Steuerung lässt auch zu, dass die Schnittstelle nicht mehr an den Arbeitsplatz an der Maschine oder an den Standort der Anlage oder des Archivs gebunden ist, sondern von allen Orten aus über verschiedene Medien Zugang und Zugriff zur Nutzung der Funktionalitäten von Produktions-, Bestell-, Informations- und Kommunikationssystemen hat. Hierin liegen die oben angesprochenen neuen Möglichkeiten von der Lokalität hin zur Ubiquität der Techniknutzung. Außerdem zeichnet sich angesichts der Vermehrung der Gestaltungsmöglichkeiten eine zunehmende Performativität und gewisse Abkoppelung der Schnittstelle von den technischen Systemen ab, wobei sie zunehmend eine Eigenlogik der Entwicklung entfaltet und eine Aufwertung in Forschung und Ausbildung erfährt.

### *3.3 Verteilte Aktivitäten in soziotechnischen Konstellationen*

Der Gegenstand der technischen Gestaltung wird sich in zwei Richtungen verändern: Er wird erstens an Größe und Komplexität gewinnen. Er wird zweitens an Varietät und Heterogenität der beteiligten Instanzen zunehmen.

Schon lange geht es beim PKW nicht mehr nur um Motor und Mechanik, sondern als Fahrzeugsystem umfasst es schon mechanische, hydraulische, elektrische und elektronische Systeme, die gegenwärtig mit Schnittstellen zu Informations- und Kommunikationssystemen ausgestattet werden. Es hat sich angesichts der Vermehrung und der Veränderung der Schnittstellen zwischen Mensch und Maschine, bei denen die Instruktionen nicht mehr nur direkt, sondern durch Rechensysteme vermittelt oder gar selbsttätig korrigiert werden und eine Beziehung der Interaktivität herstellen, die erweiterte Sicht auf ein Fahrer-Fahrzeug-System durchgesetzt. Je mehr durch Funkkontakte, Relais und Verkehrssteuerungssysteme zwischen Fahrer, Fahrzeug und technischen Infrastrukturen Interaktionen stattfinden, desto eher scheint die Fahrer-Fahrzeug-Umwelt als große Systemperspektive angemessen zu sein. Schließt man auch noch die anderen Systeme der Mobilität, das Mobilitätsverhalten der Menschen und die Programme der Verkehrsgestaltung mit ein, gewinnen wir einen hoch abstrakten Blick auf die soziotechnische Konstellation des Verkehrs mit ihren Interaktivitäten zwischen Menschen und Objekten und mit ihren Interdependenzen zwischen den verschiedenen Installationen und Institutionen des Verkehrssystems.<sup>38</sup>

Das technische Wissen wird weiterhin in bewährter Weise auf die Gestaltung und Optimierung von Maschinen, Apparaturen und Anlagen angewandt werden. Es wird ebenfalls auf die Gestaltung der Steuerung, Programme und Architekturen intelligenter Software-Systeme hin erweitert werden. Und es wird auch weiterhin auf die Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstellen übertragen werden. Aber es reicht angesichts der Unterschiede von Wirkobjekten („hardware“), Zeichenobjekten („software“) und menschlichen Akteuren („humans“) nicht mehr aus, das technische Wissen des „mechanical“, „electrical“, „software“ und „human engineering“ modulartig zu aggregieren. Mit steigender Komplexität wächst auch das Erfordernis eines „system engineering“, das sich mit der interaktiven Koppelung der verschiedenen Teile und Ebenen befasst.

Aus der Perspektive der Pragmatik käme daher die übergreifende Frage hinzu: Wie verteilen wir die Aktivitäten auf die verschiedenen Agenturen von Mensch, Maschine und Programm, um eine effiziente, umweltschonende und sichere Mobilität zu gewährleisten? Daraus ergeben

---

<sup>38</sup> Zu verteilter Intelligenz im Verkehrssystem vgl. Rammert 2002.

sich dann detailliertere Fragen, z.B. wieviel Anteil am Abstandhalten oder Abbremsen des Fahrzeugs dem Fahrer, dem Tempomaten oder einem in der Umwelt über Sensoren und Videokameras gesteuerten Verkehrslenkungssystem überlassen werden soll? Oder wie die Transparenz für den einzelnen Nutzer, die Kontrolle zentraler Beobachtung über einzelne Nutzer, die Interventionsmöglichkeiten in das Fahrzeugverhalten und in das System an den Schnittstellen wie zu gestalten sind? Aus der Perspektive der Pragmatik kämen die Aktivitäten und ihre Verteilung differenzierter in den Blick. Der blinde Trend zu mehr Automation komplexer Systeme und zur Verringerung menschlicher Intervention, wie er reflexartig nach Unfällen<sup>39</sup> und bei Komplexitätssteigerungen technischer Systeme fortgesetzt wird, könnte durch eine ausgewogenere Haltung korrigiert werden, in der nach den jeweiligen Anteilen an Handlungsträgerschaft gefragt und je nach Besonderheit der Situation oder der Funktion des Leistungssystems diese zwischen Intervention und Automation jeweils ausbalanciert wird.

Die Vorzüge und Nachteile der jeweiligen Agenturen könnten optimaler eingeschätzt und für die Gestaltung der Konstellation eingesetzt werden. Menschliche Fehleranfälligkeit ist zugleich mit hoher Flexibilität bei dynamischen und undurchsichtigen Situationen gepaart. Auf der Festigkeit und Berechenbarkeit von Sachsystemen beruht einerseits ihre Sicherheit und Effizienz, und andererseits ist sie gleichzeitig die Quelle für Katastrophen bei unerwarteten Abweichungen oder Interferenzen. Zeichensysteme eignen sich wiederum hervorragend für ein fast kostenloses Konstruieren und Durchspielen von verschiedenen Objektdesign- und ganzer Fertigungssystemvarianten, ebenso für das Simulieren komplexer Zusammenhänge; aber sie sind blind für die Widerständigkeit der Umwelt oder den Verschleiß physikalischer Sachsysteme und auch für die zweckwidrigen Manipulationen nicht legitimer Arbeitgeber und krimineller Nutzer. Um diese erweiterte Perspektive auf technisches Handeln und Wissen nicht nur zu erkennen, sondern um praktische Antworten auf die gestellten Fragen zu finden, bedarf es des konstruktiven Tuns, des Verwebens technischer, ökologischer und gesellschaftlicher Fakten. Das heißt, dass die vorhandenen Kompetenzen aus den entsprechenden Disziplinen zusammengeführt werden müssen, und zwar nicht nur in der Theorie, sondern auch und vor allem in der Praxis durch tätiges Ausprobieren und Vermengen der unterschiedlichen Methoden, Werkzeuge und Erkenntnisse und durch das Entwickeln einer gemeinsamen Sprache sowie durch das Ko-Konstruieren von Lösungen, die in der Gesellschaft funktionieren.

#### **4. Zur Pragmatik technischen Könnens**

Die pragmatistische Perspektive hat gezeigt, dass die Bewältigung der Probleme der Heterogenität und der Komplexität zu einem kontinuierlichen Tun zwingt. Die Einkapselung und die technische Fixierung von Abläufen funktioniert nur noch eingeschränkt. Denn die Technik in Aktion bedeutet –so hatten wir aufgezeigt –, dass die technischen Objekte mehr Eigenaktivität zeigen. Dadurch verändern sich nicht nur die Objekte selbst, sondern auch ihre Beziehungen untereinander und ihre Beziehungen zu den Menschen an den Schnittstellen. Die Komplexität der technischen Systeme, die den Gegenstand der Technikwissenschaften ausmachen, wächst: Es geht nicht mehr nur um den Bau von Maschinen und Gebäuden, sondern um die Konstruktion und Planung von Großanlagen, von Verfahrensabläufen und von Stadtteilen. Die zukünftigen Technikwissenschaften werden ein stärkeres Gewicht auf das Verfahrens- und Systemengineering legen müssen.

Wenn der Gegenstand technischen Handelns mehr als nur räumlich, zeitlich und sachlich fixierte Objekte, sondern zunehmend auch mobile, eigenaktive und interaktive Objekte sind, dann verlangt diese Aktivierung der Techniken ein verändertes Verständnis von Systemen.

---

<sup>39</sup> Für den Flugverkehr siehe Potthast 2006.

Ihre Selbstveränderungsfähigkeit und ihre Veränderung durch Interaktivitäten an den Schnittstellen sind in die Modellierung mit einzubeziehen. Sie gewinnen den Charakter von soziotechnischen Systemen, die andere Erfordernisse an die Steuerung und an das Management dieser komplexen Systeme stellen. Die zukünftigen Technikwissenschaften werden sich dann mit dem logistischen und sozialwissenschaftlichem Wissen zum Management komplexer Systeme<sup>40</sup> und zur Governance gemischter Systeme anreichern müssen, um die technischen, rechtlichen, ökonomischen und kulturellen Aspekte angemessen balancieren zu können.

Wenn es nicht mehr nur um die wirksame Gestaltung der sachlichen Wirkobjekte und das optimierende Design ihres Zusammenwirkens geht, sondern auch um diejenige der Zeichenobjekte von Agentenprogrammen bis hin zur Architektur verteilter intelligenter Systeme, dann ergeben sich ganz neue gemischte Konstellationen, in denen die Aktivitäten der verschiedenen sachlichen, zeichenhaften und menschlichen Agenten nicht einfach nur zusammenwirken, sondern sich wechselseitig über Interaktivitätsbeziehungen beeinflussen. Die angemessene Bewältigung dieser Heterogenität der soziotechnischen Konstellationen erfordert von den Technikwissenschaften einen erweiterten Begriff des *soziotechnischen Gestaltens* und eine Kompetenz zur *reflexiven Gestaltung*, bei der die Verteilung der Aktivitäten und auch die zu erwartenden Interaktivitäten schon in die Prozesse des Entwerfens und Erprobens hineingenommen werden, statt nachträglich durch Ergonomie, Technikfolgenabschätzung oder Marketing nachgebessert zu werden. Das technische Wissen muss, wenn es denn angemessen als experimentelles Handlungswissen begriffen wird, sich mit psychologischem, ästhetischem und soziologischem Wissen anreichern, um speziell fit für die interaktive Schnittstellengestaltung zu werden. Nutzenfunktion, Nutzbarkeit, akzeptiertes Nutzerverhalten und Nutzungsfreude sind schon im Technikentwicklungsprozess und im iterativen Techniktesten miteinander zu verknüpfen.<sup>41</sup>

Schließen wir am Ende den Kreis! Wir hatten begonnen damit, die Technik unter dem Gesichtspunkt des Machens zu betrachten. Unter der Perspektive der Pragmatik haben wir sie als ‚Technikakte‘ bestimmt, die zugleich Konstellationen der Wirksamkeit herstellen und Sinn stiften. Dann hatten wir aus dieser Perspektive umgekehrt die technischen Instrumente als Objekte gekennzeichnet, die zunehmend pro-aktiv werden und in Interaktivität mit den Nutzern treten. Je mehr die Objekte aktiv am Bewirken angestrebter Handlungen mitmachen und je mehr die Nutzer mit ihnen in ein Interaktivitätsverhältnis treten, desto stärker kommen die wirksamen soziotechnischen Konstellationen durch das Zusammenspiel zustande. Es könnte sich in der Zukunft abzeichnen, dass die neuen Techniken erst durch das Zusammenspiel der Technikakte der Hersteller und der Technikakte der Nutzer zum Funktionieren gebracht werden, wie es sich jetzt schon manchmal in den Nischen offener Foren im Internet zeigt. So wie die Musikindustrie, die Filmwirtschaft und derzeit die Presse sich gegenwärtig neu rekonfigurieren, so könnte sich auch das Entwerfen und Entwickeln technischer Systeme erneuern. Egal an welchen Orten sie zukünftig stattfindet, die Pragmatik technischen Handelns und die Eigenaktivität technischer Objekte werden von besonderer Bedeutung sein. Mit der pragmatistischen Perspektive sind wir gut gerüstet, den herstellenden und verwendenden Umgang mit den Techniken zu beobachten und auch praktisch zu begleiten.

## Literatur:

Austin, John L.: Zur Theorie der Sprechakte. How to do things with Words. Stuttgart: Reclam 1975 <1962>

---

<sup>40</sup> Siehe Weyer/Schulz-Schaeffer 2009 und die Beiträge in Dolata/Werle 2007.

<sup>41</sup> Vgl. u.a. Rammert et al. 1998 und Hahne et al. 2006.

- Berger, Peter/Luckmann, Thomas: Die gesellschaftliche Konstruktion der Wirklichkeit. Frankfurt/M.: Fischer 1969.
- Böhle, Fritz: Wissenschaft und Erfahrungswissen – Erscheinungsformen, Voraussetzungen und Folgen einer Pluralisierung des Wissens. In: Stefan Böschen/Ingo Schulz-Schaeffer (Hrsg.): Wissenschaft in der Wissensgesellschaft. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag 2003, S. 143-177.
- Bunge, Mario: Technology As Applied Science. In: Technology and Culture, 7 (1966), S. 329-347.
- Christaller, Thomas/Wehner, Josef: Autonome Maschinen. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag 2003.
- Dewey, John: Erfahrung und Natur. Frankfurt/M.: Suhrkamp 1995 <1925>
- Dewey, John: Die Suche nach Gewissheit. Frankfurt/M.: Suhrkamp 1998 <1929>
- Dewey, John: Die Theorie der Forschung. Frankfurt/M.: Suhrkamp 2002 <1938>
- Fleisch, Elgar/Mattern, Friedemann (Hrsg.): Das Internet der Dinge. Ubiquitous Computing und RFID in der Praxis. Heidelberg: Springer 2005.
- Greenfield, Adam: Everyware. The dawning age of ubiquitous computing. Berkeley: New Riders 2006.
- Grunwald, Armin: Technisches Handeln. In: Gerhard Banse et al.(Hrsg.): Erkennen und Gestalten. Eine Theorie der Technikwissenschaften. Berlin: edition sigma 2006, S. 57-70.
- Herzog, Roman/Schildhauer, Thomas (Hrsg.): Intelligente Objekte. Technische Gestaltung – Wirtschaftliche Verwertung – Gesellschaftliche Wirkung. Heidelberg: Springer 2009 (ACATECH)
- Hahne, Michael, Erik Lettkemann, Renate Lieb, Martin Meister: Going Data in Interaktivitätsexperimenten. Neue Methoden zur Analyse der Interaktivität zwischen Mensch und Maschine. In: Werner Rammert/Cornelius Schubert (Hrsg.): Technografie. Zur Mikrosociologie der Technik. Frankfurt/M.: Campus 2006, S. 275-309.
- Hickman, Larry: John Dewey's Pragmatic Technology. Bloomington: Indiana University Press 1990.
- Hubig, Christoph: Die Kunst des Möglichen I. Technikphilosophie als Reflexion von Medialität. Bielefeld: transcript 2006.
- Joas, Hans: Praktische Intersubjektivität. Frankfurt/M.: Suhrkamp 1989
- Kant, Immanuel: Anthropologie in pragmatischer Hinsicht. Stuttgart: Reclam 1998 <1789>
- Kleist, Heinrich von: Über die allmähliche Verfertigung der Gedanken beim reden. In: Erzählungen. Kleine Schriften und journalistische Arbeiten. Werke 3. Köln: Könenmann 1996, S. 310-316.
- König, Wolfgang: Technikwissenschaften. Die Entstehung der Elektrotechnik aus Industrie und Wissenschaft zwischen 1880 und 1914. Chur 1995
- König, Wolfgang: Geschichte der Technikwissenschaften. In: Gerhard Banse et al. (Hrsg.): Erkennen und Gestalten. Eine Theorie der Technikwissenschaften. Berlin: edition sigma 2006, S. 24-37.
- Kornwachs, Klaus: Technisches Wissen. In: Gerhard Banse et al. (Hrsg.): Erkennen und Gestalten. Eine Theorie der Technikwissenschaften. Berlin: edition sigma 2006, S. 71-84.
- Kündig, Albert/Bütschli, Danielle (Hrsg.): Die Verselbständigung des Computers. Zürich: vdf-Verlag 2008 (TA-SWISS)
- Malsch, Thomas (Hrsg.): Sozionik. Soziologische Ansichten über künstliche Sozialität. Berlin: edition sigma 1998.
- Mayntz, Renate/Hughes, Thomas P. (Hrsg.): The Development of Large Technical Systems. Frankfurt/M. und Bolder; Campus und Westview Press 1998.
- Mead, George H.: Geist, Identität und Gesellschaft. Frankfurt/M.: Suhrkamp 1968 <1934>
- Peirce, Charles S.: „How To Make Our Ideas Clear“ und „What Pragmatism is“. In: Pragmatism. The Classic Writings, edited by H. S. Thayer. New York: Mentor Book 1970 <1907>

- Perrow, Charles: Normale Katastrophen. Die unvermeidbaren Risiken der Großtechnik. Frankfurt/M.: Campus 1987.
- Poser, Hans: Entwerfen als Lebensform. Elemente technischer Modalität. In: Klaus Kornwachs (Hrsg.): Technik – System – Verantwortung. Münster: LIT 2003, S. 561-575.
- Potthast, Jörg: Ursachenforschung und Schuldzuweisung nach dem Absturz der Swissair 111. In: Werner Rammert/Cornelius Schubert (Hrsg.): Technografie. Zur Mikrosoziologie der Technik. Frankfurt/M.: Campus 2006, S. 341-368.
- Rammert, Werner: Giddens oder die Gesellschaft der Heinzelmännchen. Zur Soziologie technischer Agenten und Verteilter Künstlicher Intelligenz. In: Thomas Malsch (Hrsg.): Sozionik. Berlin: edition sigma 1998, S. 91-128.
- Rammert, Werner: Verteilte Intelligenz im Verkehrssystem. Interaktivitäten zwischen Fahrer, Fahrzeug und Umwelt. In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 97 (2002), S. 404-408.
- Rammert, Werner: Technik in Aktion: Verteiltes Handeln in soziotechnischen Konstellationen. In: Werner Rammert/Cornelius Schubert (Hrsg.): Technografie. Zur Mikrosoziologie der Technik. Frankfurt/M.: Campus 2006, S. 163-195.
- Rammert, Werner: Technik – Handeln – Wissen. Zu einer pragmatistischen Technik- und Sozialtheorie. Wiesbaden: VS –Verlag Sozialwissenschaften 2007.
- Rammert, Werner: Technographie trifft Theorie. Forschungsperspektiven einer Soziologie der Technik. In: Herbert Kalthoff et al. (Hrsg.): Theoretische Empirie. Zur Relevanz qualitativer Forschung. Frankfurt/M.: Suhrkamp 2008, S. 341-367.
- Rammert, Werner: Where the action is: Distributed Agency between Humans, Machines, and Programs. In: Uwe Seifert et al. (Hrsg.): Paradoxes of Interactivity. Perspectives for Media Theory, Human-Computer-Interaction, and Artistic Investigations. Bielefeld: transcript 2008, S. 62-91.
- Rammert, Michael Schlese, Gerald Wagner, Josef Wehner, Rüdiger Weingarten: Wissensmaschinen. Soziale Konstruktion eines technischen Mediums: Das Beispiel Expertensysteme. Frankfurt/M.: Campus 1998.
- Rammert, Werner/Schulz-Schaeffer, Ingo: Technik und Handeln. Wenn soziales Handeln sich auf menschliches Verhalten und technische Abläufe verteilt. In: diess. (Hrsg.): Können Maschinen handeln? Beiträge zum Verhältnis von Mensch und Technik. Frankfurt/M.: Campus 2003, S. 11-64.
- Ropohl, Günter: Der Begriff „Technik“ und Der „Gegenstand“ Technik. In: Gerhard Banse et al. (Hrsg.): Erkennen und Gestalten. Eine Theorie der Technikwissenschaften. Berlin: edition sigma 2006, S. 44-57.
- Rorty, Richard: Hoffnung statt Erkenntnis. Eine Einführung in die pragmatistische Philosophie. Wien: Passagen 1994.
- Schulz-Schaeffer, Ingo: Akteure, Aktanten und Agenten. Konstruktive und rekonstruktive Bemühungen um die Handlungsfähigkeit von Technik. In: Thomas Malsch (Hrsg.): Sozionik. Soziologische Ansichten über künstliche Sozialität. Berlin: edition sigma 1998, S. 129-167.
- Schulz-Schaeffer, Ingo: Sozialtheorie der Technik. Frankfurt/M.: Campus 2000.
- Seliger, Günther: „Aufbruch zu nachhaltiger Produktionstechnik“. In: Zeitschrift für wirtschaftlichen Fabrikbetrieb 102 (2007), Nr. 4, S. 180-181.
- Simmel, Georg: Die Arbeitsteilung als Ursache für das Auseinandertreten der subjektiven und objektiven Kultur <1900>. Schriften zur Soziologie. Frankfurt/M.: Suhrkamp 1983, S. 95-128.
- Suchman, Lucy A.: Human-Machine-Reconfigurations. Plans and Situated Actions. Cambridge: Cambridge University Press 2007.



- Star, Susan Leigh: The Structure of Ill-Structured Solutions: Boundary Objects and Heterogeneous Distributed Problem Solving. In: Marc Huhns/Les Gasser (Hrsg.): Distributed Artificial Intelligence. Vol. 2. London: Pitman 1989, S. 37-54.
- Wengenroth, Ulrich: Intuitiv-heuristische Methoden. In: Gerhard Banse et al. (Hrsg.): Erkennen und Gestalten. Eine Theorie der Technikwissenschaften. Berlin: edition sigma 2006, S. 13-144.
- Wengenroth, Ulrich: Die reflexive Modernisierung des Wissens (unveröfftl. Mskpt.)
- Wengenroth, Ulrich/Heymann, Matthias: Die Bedeutung von „tacit knowledge“ bei der Gestaltung von Technik. In: Ulrich Beck/Wolfgang Bonß (Hrsg.): Die Modernisierung der Moderne. Frankfurt/M.: Suhrkamp 2001, S. 106-121.
- Weyer, Johannes/Schulz-Schaeffer, Ingo (Hrsg.): Das Management komplexer Systeme. München: Oldenbourg Verlag 2009.
- Winner, Langdon: Do Artifacts Have Politics? In: Daedalus 109 (1980), S. 121-136.
- Wooldridge, M./Jennings, N. (Hrsg.): Intelligent Agents: Theory and Practice. In: The Knowledge Engineering Review 10 (1995), Nr. 2, S. 115-152.

**In der Reihe „Working Papers“ sind bisher erschienen:**

1/2009	Werner Rammert	Die Pragmatik des technischen Wissens oder: „How to do Words with things“ <sup>1</sup> Bestell-Nr.: TUTS-WP-1-2009
5/2008	Michael Hahne Corinna Jung	Über die Entstehungsbedingungen von technisch unterstützten Gemeinschaften Bestell-Nr.: TUTS-WP-5-2008
4/2008	Werner Rammert	Where the action is. Distributed agency between humans, machines, and programs* Bestell-Nr.: TUTS-WP-4-2008
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 Biniok	Sequenzen-Routinen-Positionen – Von der Interaktion zur Struktur. Anlage und Ergebnisse des zweiten Interaktivitätsexperimentes 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 Contrib- ute 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 Grup- penidentität 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 Pfadabhängig- keit 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 Innovati- onsnetzwerks – 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 Komplexität 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 relevance 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 Soconics 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<br>Bestell-Nr. TUTS-WP-2-2000 |
| 1/2000 | Hans-Dieter Burkhard<br>Werner Rammert | Integration kooperationsfähiger Agenten in komplexen Organisationen. Möglichkeiten und Grenzen der Gestaltung hybrider offener Systeme<br>Bestell-Nr. TUTS-WP-1-2000                      |
| 1/1999 | Werner Rammert                         | Technik Stichwort für eine Enzyklopädie<br>Bestell-Nr. TUTS-WP-1-1999   |