

Werner Rammert

**Unsicherheit trotz Sicherheitstechnik?
Das Kreuz mit komplexen Konstellationen**

Technical University Technology Studies
Working Papers

TUTS-WP-1-2014

Unsicherheit trotz Sicherheitstechnik? Das Kreuz mit komplexen Konstellationen¹

Werner Rammert (TU Berlin)

Abstract:

Insecurity in spite of technologies of safety and surveillance? The paradoxical consequences of complex constellations

Modern societies have massively invested in technologies that enforce safety, such as sensors, satellites, CCTV cameras, body scans, data mining and profiling software. In recent decades, digital technologies and communication media have pushed local systems of private control and public safe-guarding into transnational spaces of monitoring and surveillance. Surprisingly, the troubles with, and the costs of, deficiencies, accidents, data crimes, terroristic acts or catastrophic events, have not been reduced. On the contrary, the objective scope of risk and the subjective sense of insecurity seem to have increased.

The contribution provides an answer to the question of why increasing technologies of safety does not automatically lead to an increased safety. As far as the social practices and processes of designing and instituting new technologies are concerned, this contribution argues further that a) the belief in 'ruly technology' b) the under-estimation of unplanned interferences in highly complex systems, and c) the neglect of human interagency within constellations of distributed agency can be made responsible for the perverse effects under certain conditions. Concerning the practices and institutions of securing social life, it is further argued that the ambiguity of what is called 'safety' or 'security', namely to care or to control, gives rise to a) an overwhelming material diversity of securing activities, b) a social fragmentation of interested actors and specialized views and c) a temporal and cultural variability of the scale of tolerable risk and of dangers that could and should be avoided.

To conclude, the author gives some maxims and hints to politicians, researchers, designers, and managers of security systems on how to cope with the demonstrated paradoxes. They underline the openness of constellations and the experimental adaptation between diverse systems, instead of building perfectly pre-planned and closed systems. They prefer reflexive interactions and translations between different cultures of security, instead of unifying formalization and strong coupling.

Stichworte:

Sicherheit – Risiko – Technik – Komplexität – Überwachungsgesellschaft – technische Systeme

¹ Der Beitrag basiert auf einer umfassenden Erweiterung meines einführenden Vortrags zur Session 2 „Technisierung für Sichere Zeiten? Die Folgen von Sicherheitstechnologien“ auf der Konferenz „Sichere Zeiten? Die gesellschaftlichen Dimensionen der Sicherheit“ des BMBF vom 13./14. Juni 2013 in Berlin. Für die Einladung danke ich Peter Zoche vom ISI-Fraunhofer und Prof. Dr. Stefan Kaufmann von der Universität Freiburg. Für hilfreiche Hinweise danke ich dem Kommentator Jörg Potthast und den Teilnehmern des Forschungscolloquiums für Technik- und Innovationsforschung an der TU Berlin.

Inhalt:

1. Einleitung: Gesellschaftliche Dimensionen von Sicherheit und Technik	1
2. Die gesellschaftliche Dimension der Technisierung: Das Kreuz mit der Komplexität	2
2.1 Das Wissen der Techniksoziologie	2
2.2 Sicherheitstechniken: Vielfalt der Formen und Ambivalenz der Folgen	5
2.3 Neue Unsicherheiten durch systemische Steigerung der Sicherheit: Das Kreuz mit den komplexen Konstellationen	6
2.4 Konsequenzen für die sichere Gestaltung komplexer Konstellationen	9
3. Die gesellschaftliche Dimension des Sicherns: Das Kreuz mit der Ambivalenz	10
3.1 Das Wissen der Risiko- und Sicherheitssoziologie	10
3.2 Paradoxien der gesellschaftlichen Sicherheitssteigerung: Das Kreuz mit konfligierenden Deutungs- und Koordinationskonstellationen	12
3.3 Konsequenzen für die Sicherheitsforschung	16
4. Fazit: Kleine Fibel des Umgangs mit Unsicherheit in komplexen Konstellationen	17

Unsicherheit trotz Sicherheitstechnik?

Das Kreuz mit komplexen Konstellationen

1. Einleitung: Gesellschaftliche Dimensionen von Sicherheit und Technik

Die Sicherheitstechnik müsste tendenziell - wie jede andere Technik auch – die Wirksamkeit sichernder Maßnahmen steigern und die Verlässlichkeit der erwarteten Folgen erhöhen. Warn- und Überwachungssysteme mit Sensoren, Satelliten und Videokameras müssten etwa bedrohliche Bewegungen genauer und ausdauernder als menschliche Wächter und Beobachter erkennen können. Sicherheitssysteme, Scanner und Softwareprogramme müssten etwa Personen und Objekte lückenloser als menschliche Kontrolleure durchleuchten und deren Daten gründlicher nach Gefahrenmerkmalen durchrastern können. Und doch machen wir gegenwärtig die verblüffende Erfahrung: Pannen und Störungen nehmen trotz der ständig verbesserten technischen Leistungsfähigkeit nicht ab. Mit den neuen digitalen Techniken und Medien der Vernetzung kommen sogar noch Sicherheitsrisiken hinzu. Zudem hat das Sicherheitsgefühl in der Bevölkerung nicht stetig zugenommen. Aus diesen überraschenden Beobachtungen ergibt sich die Frage: *Wieso führt mehr Sicherheitstechnik nicht automatisch zu weniger Unsicherheit?*

Dieser paradoxe Effekt der Sicherheitstechnik liegt nicht in der technologischen Dimension der Leistungssteigerung begründet. Kameraobjektive nehmen weit mehr, weitwinkliger und tiefschärfer als das menschliche Auge auf, können allerdings nichts wahrnehmen. Ähnliches gilt für die technischen Leistungen von Sensorsystemen und Suchalgorithmen. Sinnvolle Erkenntnisse können sie nur in Verbindung mit menschlichen Partnern und deren Erfahrungen gewinnen. Insofern sind die spezifischen Ursachen für die paradoxen Effekte der Technisierung und der Sicherung in den gesellschaftlichen Dimensionen beider Prozesse zu suchen.

In der *gesellschaftlichen Dimension der Technisierung* (2.) haben wir es selten nur mit einer einzigen Technik zu tun und nie mit einer Technik ohne gesellschaftliche Prägung und praktische Einbettung: Viele und verschiedenartige Techniken werden miteinander für ein Bündel sozial erwarteter Leistungen fest oder lose verbunden. Um ungewollte Interferenzen, Rückkopplungseffekte und fehlende Flexibilität bei Unvorhersehbarkeiten zu verhindern, bedürfen diese komplexen technischen Systeme selbst einer Art ‚sekundärer‘ Sicherung: a) entweder durch weitere Techniken, welche jedoch wiederum die Komplexität steigern, oder b) durch eine erweiterte Interaktivität mit menschlichem Handeln, das paradoxerweise Unsicherheiten in unvorgesehenen Situationen abbauen, aber auch selbst wiederum mit seiner Unregelmäßigkeit und Störanfälligkeit zu neuen Unsicherheiten beitragen kann. Wir haben es also bei der *ersten Crux* mit einer aus technischen Operationen und sozialen Interaktionen gemischten, so genannten ‚soziotechnischen Konstellation‘ zu tun. Es kommt bei komplexen Konstellationen solcher Art – so meine These für den zweiten Teil - daher auf das experimentierende Einrichten und praktische Feineinstellen der verteilten Aktivitäten in den jeweiligen Feldern an, um eine positive Sicherheitsbilanz zu erzielen. Ihre Optimierung als einheitliches Gesamtsystem würde an der Heterogenität der beteiligten Elemente, der jeweiligen systemischen Operationsweisen und der zugehörigen Organisationskulturen scheitern und zu paradoxen Effekten führen.

In der *gesellschaftlichen Dimension des Sicherns* (3.) liegt die *zweite Crux* der Komplexität: Die sachliche Verschiedenheit der zu berücksichtigenden Aspekte, die soziale Vielfalt der beteiligten Akteure und die zeitliche Veränderlichkeit der gefühlten Unsicherheit erschweren eine gemeinsam geteilte und durchgängige Definition von Sicherheit. Was scheinbar allgemein als Schutz vor unerwünschten bedrohlichen zukünftigen Ereignissen und schädigenden Handlungen angesehen werden kann, ist in Wirklichkeit von besonderen Sichten und Interessen geprägt: Bedrohungen der Sicherheit unterliegen – etwa nach Kriegen, Katastrophen, Datenskandalen oder Terroranschlägen – wechselnden historischen und nationalen Aufmerksamkeiten und Einschätzungen. Die Definition von Sicherheit wird durch die fragmentierten Interessen von politischen Entscheidern, ökonomischen Betreibern und alltäglich als Beschäftigte, Verbraucher oder anderswie von Sicherheitsfragen Betroffenen prismatisch gebrochen. Sie wird zudem durch ein breites Spektrum institutioneller, disziplinärer und professioneller Zugehörigkeiten auf vielfältige Weise in die eigene Sichtweise übersetzt. Dieser sachlich und sozial komplexen Konstellation würde eine Reduktion der Definition auf ein naturwissenschaftlich begrenztes ‚objektives‘ Risikokalkül oder auf sozial- und kulturwissenschaftliche ‚intersubjektive‘ und ‚subjektive‘ Risikokonstruktionen nicht mehr gerecht. In dieser als fragmental differenziert beschriebenen gesellschaftlichen Dimension sind statt wissenschaftlicher Reduktion auf einen einzigen Sicherheitsbegriff – so die These für den dritten Teil – die reflexive Bezugnahme auf die Begriffe und das jeweils vorhandene Wissen in den heterogenen Feldern der Sicherheitsforschung sowie das praktische Erproben von Balancen zwischen verschiedenen Trägern der Sicherung und das politische Aushandeln tolerierbarer Grade von Unsicherheit gefordert.

Die Schlussfolgerungen (4.) werden in einer kleinen Fibel mit Regeln und Handlungsempfehlungen zusammengefasst. Sie sollen Politiker, Forscher, Entwickler, Betreiber und Praktiker lehren und anleiten, wie die Unsicherheit trotz komplexer Konstellationen mit Hilfe der Sicherheitstechnik *und* des sozialwissenschaftlich basierten Wissens auf ein tolerables Niveau gesenkt werden kann.

2. Die gesellschaftliche Dimension der Technisierung: Das Kreuz mit der Komplexität

2.1 Das Wissen der Techniksoziologie

Wie schon eingangs angedeutet, kann in der Praxis nicht mit den perfekten Eigenschaften von Techniken gerechnet werden, wie sie logisch als Wirkrelationen erkannt und technologisch als instrumentelle Funktionen entworfen und material gestaltet werden. Eine derart idealisierte Vorstellung fußt auf der Reinigung des technischen Funktionskreises von menschlichen Hintergrundarbeiten, materialen Widerständigkeiten und intersystemischen Inkohärenzen. Diese rein technologische Vorstellung ist trotzdem nicht harmlos, da sie selbst zu einer Quelle von Unsicherheit werden kann, wenn etwa beim Einsatz neuer Geräte, bei der Erneuerung von Programmstrukturen oder bei der Einrichtung großer technisch vernetzter Systeme fest und fehlerlos mit der erwarteten Wirkung und automatischen Leistungserbringung gerechnet wird. Daher ist es zunächst einmal nützlich, sich des wichtigsten Wissens der Techniksoziologie zu versichern, um solche Täuschungen durch ein falsches Technikverständnis und daraus folgende Enttäuschungen in der alltäglichen Praxis zu vermeiden.

Als Pendant zur Kritik der „Technikvergessenheit“ der Sozial- und Geisteswissenschaften haben wir es hier umgekehrt mit der Aufklärung über die „Gesellschaftsvergessenheit“ des natur- und ingenieurwissenschaftlichen Technikverständnisses zu tun². Vereinfacht lassen sich die durch empirische Studien abgesicherten Argumente in drei Thesen darstellen:

- (1) Techniken sind nicht fix und fertige Sachen, sondern sie erhalten erst mit den *Praktiken des Umgangs* ihre jeweiligen erwarteten Wirkungen und ihre unerwarteten Nebenfolgen.
Barcode-Scanner verzeichnen strichgenau Art und Menge der verkauften Ware, allerdings nur, wenn die Kassiererin oder der Kunde die Ware diszipliniert mit angepasstem Tempo und mit richtiger Distanz vorbeiführen. Entworfen wurde diese Technik, um über die Kontrolle der Ware die Nachbestellung effektiver zu gestalten; als unbeabsichtigter Nebeneffekt entwickelte sich die Praxis, auch die Qualität und Disziplin der Arbeitskraft zu kontrollieren.
- (2) Techniken sind auch vorher schon keine neutralen Produkte, sondern sie enthalten als *Projekte verschiedener Interessen* Offenheiten und Schließungen für bestimmte Verwendungen.
Die Quellcodes und Suchalgorithmen etwa der Computer-, Internet- und Sicherheitsunternehmen, z.B. der Schufa, sind weiteren Nutzern und Kundinnen verschlossen; umgekehrt haben die Unternehmen offenen Zugang zu den Verbindungsdaten, Nutzungsmustern und weiteren Spuren, welche die Nutzerinnen von Kundenkarten und Netzdiensten meist unwissentlich hinterlassen.
- (3) Techniken sind weder nur einzelne noch passive Instrumente, sondern sie wirken im *kollektiven Gefüge* aus vielen Elementen und verhalten sich in einer *Konstellation aus verschiedenen und verteilten Aktivitäten*.
Ein Mausklick oder ein Sensorsignal kann einen einfachen Buchungsvorgang auslösen, hinter dem dann – meist unsichtbar – weitere Aktivitäten, z.B. der Identifikation, des Zahlungseinzugs, der Speicherung oder der profilierenden Musterbildung, in Gang gesetzt werden. Am Zustandekommen der erwünschten wie auch unerwünschten Effekte sind neben den einzelnen und den kollektiven menschlichen Akteuren mehr oder weniger aktive technische Agenten beteiligt: z.B. materiale Artefakte wie PC, Smartphone und Server, infrastrukturelle Systeme, etwa aus Relais, Kabeln und Funkverbindungen und auch symbolische Artefakte wie Maschinensprachen, Softwareagenten, Applikationssoftware („Apps“) und InternetProtocol (IP)-Adressen.

Techniken wie die Luftraumaufklärung durch Satelliten, Radar und neuerdings durch Drohnen oder wie die elektronischen Dienste des Handels, der Verwaltung und des Regierens, lassen sich demnach nicht mehr angemessen als Summe einzelner Geräte und Vorrichtungen mit eindeutiger instrumenteller Funktion untersuchen. Ohne Berücksichtigung des praktischen Umgangs, der eingeschriebenen gesellschaftlichen Selektivitäten und der Einbindung in eine soziotechnische Konstellation – so die techniksoziologische Aufklärung – verfehlen wir die gesellschaftliche Dimension der Technik und verfallen der technologischen Illusion einer abstrakt und perfekt regelhaft funktionierenden Technik.³

² Vgl. für die Gesellschaftsvergessenheit der Technikwissenschaften Ropohl 1991, für die Technikvergessenheit der Sozialwissenschaften Rammert 1998 und aktuell Grunwald 2008 sowie die interdisziplinären Beiträge in Kornwachs 2010.

³ Vgl. zur „ruly technology“ Wynne 1988, zum Projekt- und Systemcharakter der Technisierung Rammert 1982 und zur Einschreibung gesellschaftlicher Muster in Techniken Winner 1980 und Latour 2006.

Welche Folgen neuer Sicherheitstechniken in bestimmten Situationen wirklich zu erwarten sind und mit welchen geplanten und nicht-intendierten Folgen bei bestimmten Designs, Architekturen und Koordinationsweisen gerechnet werden kann, dazu können die Methoden und Theorien der Techniksoziologie in bescheidenem Maß, aber auf empirisch geprüfter Evidenz beitragen:

- (1) Mit der *technografischen Analyse* können der praktische Umgang und das wirkliche Verhalten von Mensch und Technik sowie die Sequenzen ihrer Interaktivitäten in verschiedenen Situationen genauestens beschrieben und auch mit Videoaufzeichnungen festgehalten und analysiert werden. Das gilt für die Situationen der Entwicklung neuer Techniken, ihrer Erprobung, der Routinearbeit, der Reparaturarbeit, der Improvisation bei kleinen normalen Unregelmäßigkeiten wie auch für Pannen- und Paniksituationen bei Katastrophen.⁴
- (2) Mit der *technikgenetischen Analyse* können die diskursiven Definitionsprozesse verschiedener gesellschaftlicher Gruppen und noch härter die materialen Einschreibungen selektiver Orientierungen in die Gestalt von Objekten und in die Architektur von Infrastruktursystemen rekonstruiert werden. Das gilt für das Verhältnis zwischen Staat und Industrie bei der Entwicklung der ersten Telekommunikationssysteme im 19. Jahrhundert. Das gilt auch für die Aufdeckung veränderter Kontrollzugriffe z.B. zwischen Management und Facharbeitern an CNC-Werkzeugmaschinen oder zwischen Informatikern und Medizinern bei der Entwicklung von Expertensystemen.⁵ Das lässt sich auf die heutigen technischen Systeme übertragen: Wer hat Zugang zu welchen Details und Daten, und wer wird davon ausgeschlossen? Was ist eigentlich durch die technologische Struktur vermeintlich schon vorentschieden, da fest eingeschrieben? Und was lässt sich durch kriminelle Hackeraktivitäten und kreative Umnutzungen an alternativem Potential aufdecken?
- (3) Mit der *soziotechnischen Konstellationsanalyse* der System-, Innovations- und Risikoforschung können die Zusammenhänge zwischen technischen Agenturen und menschlichen Akteuren und ihre Ausweitung zu größeren materiellen Infrastrukturen und zu Organisationsfeldern untersucht werden. Die Bindekraft und das Passungsverhältnis, die Einwirkungsstärke und der Adaptionsgrad, die Pfadabhängigkeit und die Reversibilität solcher Konstellationen sind dann der erweiterte Gegenstand der Analyse.⁶

Letztlich können jedoch auch die Aussagen zu den möglichen Formen und Folgen der technischen Konstellationen, wie sie durch diese Analysen detailreicher und situationspezifischer gewonnen werden, wiederum nur im praktischen Test auf ihre Wirksamkeit hin geprüft werden. Dieses Prinzip der pragmatistischen Techniksoziologie ist den Ingenieuren und den Experten der jeweiligen Praxis nicht fremd, da sie weniger als Philosophen und Technologen den abstrakten Theorien einfach trauen, sondern durch „piece-male engineering“, durch „Versuch und Irrtum“ und auch durch einen Erfahrungsschatz von „Daumenregeln“ die konkreten Techniken im jeweiligen gesellschaftlichen Kontext entwickeln und erproben.⁷

⁴ Siehe den Beitrag von Kaufmann et al. 2013 und die Beiträge in Rammert/Schubert 2006.

⁵ Vgl. allgemein zur Technikgenese Rammert 1993, zu Airbus, Transrapid und PC Weyer et al. 1997 und speziell zur Genese der Expertensysteme Rammert et al. 1998.

⁶ Vgl. zu komplexen Risikosystemen Perrow 1987, zu großen technischen Systemen der Infrastruktur Hughes 1987, Mayntz 1988, zu Pfaden der Technikentwicklung Garud/Carnoe 2001 und zur Adaptivität von ökonomischen Sektoren Dolata 2011.

⁷ Vgl. zum Pragmatismus der Ingenieure Wengenroth 2012 und zur pragmatistischen Techniksoziologie Rammert 2010.

2.2 Sicherheitstechniken: Vielfalt der Formen und Ambivalenz der Folgen

Die Sicherheitstechniken scheinen auf den ersten Blick ein buntes Gemisch aus höchst unterschiedlichen Techniken zu sein. Sie lassen sich von ihrer technologischen Form her kaum eindeutig als Sicherheitstechnik von anderen, etwa von der Bauarchitektur, der Technik der Datenerfassung und –verarbeitung, der Kommunikations- oder der Kontrolltechnik, abgrenzen. Die Vielfalt der Formen lässt sich am ehesten zu einem „Archiv“ der Sicherheitstechniken zusammenfassen, wenn auf die historische, gesellschaftliche und praktische Dimension der Sicherung und der jeweiligen Technisierung zurückgegriffen wird.⁸ Was jeweils unter Sicherung und Sicherheitstechnik verstanden wird, lässt sich aus pragmatischer soziologischer Perspektive am besten aus den konkreten Problemen, den jeweiligen Projekten zu ihrer Bewältigung und den Folgen des praktischen Umgangs damit erkennen.

Beginnen wir mit der Sammlung, Ordnung und Analyse der gegenwärtigen Praktiken der Sicherung und den dabei verwendeten Techniken. Es werden Mauern, Deiche und Zäune aus Beton, Draht und Strom gebaut, um gefährliche Elemente wie Menschen, Maschinen oder Strahlen einzuschließen und andere gefährdende Elemente wie illegale Migranten, Feuer oder Flutwellen auszuschließen. Es werden unterschiedlichste Instrumente und Geräte zur Beobachtung wie Ferngläser, Videokameras, Rauchmelder, Sensoren oder Drohnen eingesetzt, um die von der Normalität abweichenden Bewegungen und die Elemente selbst zu identifizieren. Bildaufzeichnungen, Identitätsmerkmale auf Pässen, Verbindungsdaten und Bewegungsspuren im Netz werden gespeichert und abgeglichen, um mit Techniken der Klassifikation und des „Profiling“ potentiell die Sicherheit gefährdenden Personen präventiv ermitteln zu können. Schließlich werden Eingriffs- und Zugriffstechniken und entsprechende operative Organisationen vorgehalten, die sowohl mit Gewalt steigendem Gerät wie auch mit Hilfe leistender Rettungstechnik die Sicherheit wieder herstellen und beide mit Computer- und Netztechniken die Koordination und Kontrolle innerhalb und zwischen den unterschiedlichen Organisationen effektiver gestalten.

Anhand dieser Liste kann man schon erkennen, dass die Techniken nie allein und ohne Bezug auf eine oder mehrere Praktiken vorkommen. Ein Schweißbrenner kann bei Rettungskräften der Feuerwehr Menschen aus gefährlichen Einschließungen in die Zone der Sicherheit bringen; umgekehrt kann er bei kriminellen oder terroristischen Aktionen Tresore oder Sprengstofflager in Zonen der Unsicherheit verwandeln. Außerdem geht es nicht nur um einzelne Instrumente, Geräte und Maschinen, sondern diese sind in der Regel in größere technische Systeme eingebaut und in noch umfassendere technische Infrastruktursysteme der Gesellschaft eingebunden, wodurch sie erst letztlich ihre Bedeutung und Richtung erhalten. Diese Unterscheidung von verschiedenen Skalengrößen der Technisierung ist insofern für die Einschätzung der Folgen wichtig, als z.B. die in der Nahbeziehung zwischen Mensch und Technik wirkenden Sicherungseffekte bei größeren Distanzen zu anderen, zum Teil sogar gegenläufigen Wirkungen führen können. Wie sich bisher gezeigt hat, können situative Handlungen vor Ort durch Techniken des Steuern aus der Ferne und des Selbststeuerns z.B. bei Fahrzeugen und Flugkörpern mit großem Aufwand ersetzt werden. Die erhöhte Sicherheit der Fernbediener wird jedoch mit der größeren Unsicherheit für die leidtragenden Opfer von Fehlern und so genannten ‚Kollateralschäden‘ bezahlt. Zum *ersten* Aspekt des praktischen Umgangs mit Techniken ist festzuhalten: Die Sicherheitstechniken erzielen ihre verbesserten Wirkungen nicht allein mit der Steigerung der technischen Eigenschaften; sie sind angewiesen

⁸ Zum Konzept der im „Archiv“ gesammelten Techniken, der auf Industrie- und Technologiemesen ausgestellten Geräte und Anlagen und dem auf Konferenzen präsentierten neuesten Stand der Technik und des Wissens siehe Groys 1997.

auf die Praktiken in den jeweiligen Kontexten des Sicherns. Mit der Verschiebung des Skalenniveaus von einzelnen Techniken hin zu größeren Komplexen können sich die bisher bekannten Effekte mit anderen kreuzen, dabei abschwächen und sogar in der Richtung umkehren.

Als *zweite* Eigenheit kann auch die Verteiltheit der Technisierungsprozesse auf verschiedene Trägermedien gesehen werden. Techniken sind nicht nur die physikalisch-stofflichen Werkzeuge, Maschinen und Anlagen, sondern auch die auf Zeichen basierenden Schrift-, Rechen- und Bildtechniken, die für die Identifikation, Kommunikation, Steuerung und Kontrolle von Prozessen besonders wichtig sind. Diese Symboltechniken gehen natürlich wiederum mit dazu dienlichen medialen Techniken der Verbreitung und der Speicherung von Informationen einher. Beide Techniken haben häufig ihre Quellen in einer dritten Technik, nämlich der Habitualisierung, dem Training und der Technisierung von Bewegungen und anderen Organleistungen des menschlichen Körpers. Wer diesen Teil der Technik und ihren Anteil am Funktionieren auch der avanciertesten Techniken vergisst – und dafür sorgten schon die modernen Technologen, die seit dem 19. Jahrhundert in ihren technischen Zeichnungen die in früheren Maschinen-Büchern noch vorhandenen menschlichen Organe wie Hand und Auge fortließen –, nährt die Illusion autonomer Maschinen und Systeme, die allen überraschenden Situationen gewachsen sein sollen, ohne menschlicher Intervention zu bedürfen.

Damit wird nicht den pauschalen Aussagen üblicher Technikkritik gefolgt, sondern eine konstruktive Richtung einer Techniksoziologie eingeschlagen, die genauer untersucht, was Technisierungsprozesse im jeweiligen Trägermedium Menschen, Sachen oder Zeichen jeweils leisten und wie das Zusammenspiel ihrer Operationen in einer gemischten Konstellation jeweils zu balancierten oder trügerisch perfektionierten Sicherheiten führt.⁹ Technisierung wird dabei als eine Grundform der ‚conditio humana‘, der menschlichen Existenz und der gesellschaftlichen Lebensform, angesehen: Vom Trainieren des Beobachtens und Lesens von Spuren hing schon früh die Sicherheit von menschlichen Gruppen ab. Die Steigerung solcher Handlungstechniken durch den Bau von Wachtürmen und die Aufzeichnung von lebenswichtigen Spuren steigerte die kollektive Sicherheit. Bis zur heutigen Aufklärungstechnologie durch Satelliten und Drohnen und zur Datentechnologie der Speicherung und Auswertung hängt der Erfolg der Sicherheitstechniken letztlich vom trainierten und auf Erfahrung basierten kompetenten und verantwortlich koordinierten menschlichen Einsatz ab.

2.3 Neue Unsicherheiten durch systemische Steigerung der Sicherheit: Das Kreuz mit den komplexen Konstellationen

Bisher hatten wir die Vielheit, Verschiedenartigkeit und Verteiltheit der Sicherheitstechniken für die unzureichende Steigerung der Sicherheit im Einzelnen verantwortlich gemacht. Jetzt geht es um die Systemgestalt und die Grade und Arten der Komplexität, mit denen größere technische Systeme fertig werden müssen. Traditionell besteht bei den Ingenieurwissenschaften die konstruktive Tendenz, aus einem Sammelsurium von Techniken ein geordnetes technisches System zu gestalten: Aus Werkzeugen, Antrieben und Kraftübertragungen wurden so schrittweise Maschinen entwickelt und aus vielen verschiedenartigen Spezialmaschinen, Motoren und Transmissionen dann wiederum komplexere Produktionsanlagen. Der Entwurf von Operationsketten, ihre Schließung zu funktionalen technischen Systemen, ihre Kopplung mit anderen funktionalen technischen Systemen zu

⁹ Vgl. zu diesem erweiterten Technikbegriff, der zwischen der sozialen Form der Technisierung und den spezifischen Trägermedien Körper, Dinge und Zeichen unterscheidet Rammert 2007, Kap. 3.

hochkomplexen Systemen und ihre ständige systematische und wissenschaftlich vermessene Optimierung bilden ohne Zweifel die Grundlagen für die fortgeschrittenen Technologien der Gegenwart, sei es in der Produktion oder im Verkehr, sei es in der Informationsverarbeitung oder in der Kommunikation. *Warum sollte sich dieses Erfolgsmodell technischer Systeme nicht immer weiter bis zur Gestaltung und Steuerung großtechnischer Systeme steigern lassen?*

Wenn man die *Komplexität* von Systemen¹⁰ a) über die Anzahl der Elemente und der Beziehungen (Vielheit), b) über die Varietät der Elemente (Verschiedenheit) und c) über die Varietät der miteinander verbundenen Beziehungen (Verteiltheit) bestimmt, dann lassen sich drei Einwände gegen die Annahme einer stetigen Steigerung etwa des Verkehrsflusses oder der Sicherheit durch eine Integration technischer Systeme zu immer umfassenderen Systemen vorbringen.

Erstens, die steigende Komplexität *innerhalb* des technischen Gesamtsystems führt ab einer bestimmten Komplexitätsstufe zu nicht mehr vorhersehbaren unerwünschten Interferenzen. Mit der Zahl von Elementen in einem System wächst die Wahrscheinlichkeit von unkontrollierten Abweichungen, von Ausfällen und von kumulativen Schadenseffekten. Diese können durch „sekundäre“ Systeme des Monitoring, der Redundanzsicherung oder automatischer Umschaltung und andere „Feed back“-Mechanismen in das System eingebaut und zum Teil kompensiert werden. Sie steigern aber wiederum die Komplexität des Gesamtsystems und damit auch den paradoxen Effekt. Mit der oben schon festgestellten Verschiedenartigkeit der Elemente und Beziehungen erhöhen sich auch die Anforderungen an die Kompatibilität und Fehlertoleranz in komplexen Systemen. Die neuen Informations- und Kommunikationstechniken können zwar Einzeloperationen und Systemzustände präziser und schneller erfassen, bringen aber mit ihren eigenen Operationen, Programmen und Sprachen weitere Komplexität ins System. Harrisburg, Tschernobyl und Fukushima stehen für diese Grenzen und Risiken hochkomplexer technischer Systeme; allerdings fallen auch die weniger spektakulären Ausfälle von Stromnetzen und die Pannen beim Bau des Berlin-Brandenburger Flughafens darunter.

Zweitens, die steigende Komplexität und Unbestimmtheit der mit dem System verkoppelten *Umwelt* führt ebenfalls große technische Systeme an ihre Leistungs- und Sicherheitsgrenzen. Nur in den seltensten Fällen lassen sich die relevanten Umwelten als stetige und berechenbare Systeme modellieren. Schon einzelne Parameter wie das Sommerklima in Deutschland oder die Feuchtigkeit im Kanaltunnel im Fall des neuen ICE-Systems oder die Höhe der Flutwelle und deren Folgewirkungen für das Reaktorsystem in Fukushima, zeigen die Grenzen auf.

Drittens, die steigende Komplexität und Kontingenz sozio-technischer Systeme, die aus der Einbeziehung und Einbindung *menschlicher Aktionen und Interaktionen* in diese erwächst, führt an die Grenzen rein technologischer oder soziologischer Systembeobachtung. Die Reduktion sozialer Interaktion, reflektierten Handelns und der doppelten Kontingenz auf bloße „human factors“ oder „behavioral systems“ wird dem kreativ mitgestaltenden,

¹⁰ In der Kybernetik wird die *Komplexität* mit der Art und Zahl der Relationen zwischen den Elementen bestimmt. Mit der *Kompliziertheit* wird der Grad der Unterschiedlichkeit einzelner Elemente des Systems angegeben. Tichy, Volkswirt und Direktor der österreichischen Akademie für Technikfolgenabschätzung, sieht ebenfalls in der Komplexität die „grundlegenden Ursachen der Verunsicherung“, allerdings in Bezug auf die Wirtschaftsdynamik (2003: 161 f.). Der Wissenschafts- und Technikforscher Latour unterscheidet „complicatedness“ von „complexity“ und weist auf einen dritten Aspekt hin: den der „Gefaltetheit“ oder auch der Verschachtelung von gerahmten Beziehungen (Latour 2001). In meinem Beitrag werden alle drei Aspekte der Komplexität als *Vielheit*, *Verschiedenheit* und *Verteiltheit* der Elemente und Beziehungen angesprochen.

improvisierenden und reparierenden „human actor“ und seinen systemkonstitutiven wie auch subversiv systemdestruktiven Fähigkeiten nicht gerecht. Die Technisierung von Handeln erlaubt es zwar, bei trainierten, routinisierten und habitualisierten Handlungsabläufen von berechenbaren und fest erwartbaren Handlungssystemen auszugehen; sie unterscheiden sich jedoch von Technisierungen im Medium der Sachen und der Zeichen dadurch, dass sie weitaus anfälliger für Irritationen und Abweichungen sind. Negativ werden diese Eigenschaften aus technologischer Sicht als menschliche Schwächen der Ermüdbarkeit und Fehleranfälligkeit beschrieben, die es daher durch konsequente Technisierung und Automation zu beseitigen gilt. Sie können jedoch aus techniksoziologischer Perspektive auch positiv als Stärken menschlichen Vermögens gefasst werden, mit eigenen Schwächen und Schwankungen der Umwelt zu rechnen, Chancen für Lernen und Experimentieren zu ergreifen und mit flexibleren Kopplungen gemischter Systeme vorzusorgen.¹¹

Das Kreuz mit den komplexen Konstellationen liegt also nicht generell an der Skalengröße technischer Systeme. Das Welt umspannende große technische System des Flugverkehrs zeigt z.B., dass es effizient und sicher funktionieren kann. Das liegt im Wesentlichen daran, dass es nicht als ein einheitliches System konzipiert und betrieben wird, sondern als ein vielfältiges und flexibles Gefüge von technischen Artefakten, technischen Systemen, organisierten Sozialsystemen und Einzelakteuren, dessen Operationen mal fest, mal loser gekoppelt sind, Puffer und Reserven vorhält und auch auf Störungen und Turbulenzen aus der Umwelt eingestellt ist.¹² Die Probleme mit komplexen Konstellationen liegen woanders. Sie erwachsen

- a) aus der *Vielheit* der Elemente und Beziehungen, die einen immer größer werdenden Aufwand der Beobachtung und Kontrolle erfordert und gleichzeitig durch solche Sicherungstechniken die Elemente wiederum vermehrt,
- b) aus der *Verschiedenartigkeit* von aktuatorischen, motorischen, sensorischen, informativen und kommunikativen Operationen, die jeweils unterschiedlichen Logiken folgen und verschiedene Kombinationen zulassen,
- c) aus der *Verteiltheit* auf unterschiedliche Agenturen wie menschliche, maschinelle oder symbolische Operationssysteme, wodurch verschiedene Grade von Autonomie und Determiniertheit, Sichtbarkeit und Unsichtbarkeit, Verantwortlichkeit und Automatismen festgelegt werden¹³ und
- d) aus den *Modi der Kopplung* untereinander, die zwischen mehr oder weniger eng, zwischen vollkommen determiniert und deutungsoffen oder zwischen hoch standardisiert und lokal improvisiert angelegt sein können.¹⁴

Der Begriff des technischen und auch des sozio-technischen Systems – so hilfreich er für die erste ordnende Analyse und Verständigung zwischen den verschiedenen Disziplinen der Sicherheitsforschung auch ist – sollte für diese komplexen und heterogenen Gefüge nicht mehr verwendet werden. Dieser technologische Systembegriff abstrahiert zu stark von den inneren Differenzen und den ungeplanten Interferenzen ebenso wie von den äußeren Irritationen und Turbulenzen. Dieser Systembegriff ist – bei aller Abstraktheit – normativ aufgeladen, weil er immer schon die Vorstellung von Ordnung, Regelmäßigkeit und Kontrollierbarkeit im Sinne einer „ruly technology“ unterstellt. Bei der Gestaltung von einfachen

¹¹ Vgl. zum subjektivierten Arbeitsvermögen Böhle et al. 2004 und Schubert 2011.

¹² Vgl. aus organisationssoziologischer Perspektive Perrow 1987, La Porte 1991, Bourrier 2009, aus ethnografischer Sicht Potthast 2007, aus arbeitssoziologischer Perspektive Matuschek 2008 und aus der Perspektive des Managements komplexer Systeme Weyer/Schulz-Schaeffer 2009.

¹³ Vgl. zu Verschiedenartigkeit, Verteiltheit und Autonomie Christaller/Wehner 2003, Rammert 2003, Schulz-Schaeffer 2008 und Fink/Weyer 2011.

¹⁴ Vgl. zu Weisen der Kopplung Perrow 1987 und Weick 1990.

Systemen und auch noch bei der Kombination von technischen Systemen – etwa im aktuellen Fall der schwierigen Bergung des auf dem Felsen aufliegenden Kreuzfahrtschiffs „Costa Concordia“ mit riesigen Seilwinden, schiefer Ebene und angeschweißten Flutungstanks – mag das noch unproblematisch sein. Aber beim Zusammenwirken verschiedener komplexer technischer Systeme und vor allem beim Zusammenspiel verteilter und vermischter Komplexe in gesellschaftlichen Infrastruktursystemen sind diese im Systembegriff heimlich mitgeführten Unterstellungen nicht nur unangemessen, sondern auch noch mit Blick auf die ausgeschlossenen Unregelmäßigkeiten gefährlich. Denn der Systembegriff suggeriert eine Sicherheit der Kontrolle, die in Wirklichkeit nicht mehr verantwortet werden kann und dann bei überraschenden Ereignissen und unerwarteten Störungen zu einem unnötig hohen Verlust des Vertrauens in Technik und technische Systeme führt.

Daher schlage ich vor, stattdessen den Begriff der *Konstellation* zu verwenden, wenn es um solche komplexen und gemischten Gefüge geht. Der Begriff der Konstellation unterstützt die Vorstellung von sozio-technisch gemischten, durch Mensch, Maschine und Programme bedingten, zeitlich und örtlich distinkten und real erprobten Zusammenstellungen mehr oder weniger technisierter Prozesse. Er vermeidet sowohl die Fiktion einer gänzlichen „Offenheit“ als auch die Vorstellung von der Möglichkeit einer dauerhaft festen und durchgängig einheitlichen Ordnung. Vielmehr hält er den Blick frei für Kombinierbarkeiten zwischen etablierten und neuen Installationen, für Passungen zwischen automatisierten und human-zentrierten Sequenzen und auch für die Probleme der Kopplung von einem zum anderen Operationsfeld. Konstellationen fordern geradezu zum Experimentieren und Lernen zwischen den Feldern heraus und vermeiden falsche Fixierungen.

2.4 Konsequenzen für die sichere Gestaltung komplexer Konstellationen

Für eine an Sicherheit orientierte Architektur von komplexen Konstellationen ergeben sich daraus deutliche Hinweise und Unterschiede im Vergleich zur Sicherungsgestaltung bei geschlossenen Systemen. Es wird gegen die technologische Tendenz auf eine Schließung der Konstellationen hin auf ein Gesamtsystem verzichtet. Es wird auch nicht davon ausgegangen, dass technische Operationsabläufe bei erhöhter Komplexität von vornherein als fest geregelte Systeme nach dem „ruly technology“-Prinzip eingeschätzt werden können. Selbst diese relativ gefestigten Kernoperationen¹⁵ können erst im erprobten Zusammenspiel mit den Praktiken und den institutionellen Einbettungen zu einem höheren Grad an Verlässlichkeit gebracht werden.

Umgekehrt gehen die Gestaltungsprämissen nicht mehr von einer grundlegenden Schwäche des „human factor“ aus, die den Menschen vorrangig als unsicheren Kandidaten, Regelbrecher und Fehlerverursacher erscheinen lässt¹⁶. Sie betonen hingegen die andere Seite seines Vermögens, die ihn als „knowledgable actor“¹⁷ dazu befähigt, die üblichen Lücken und Unzulänglichkeiten technisch materialisierter und digitalisierter Abläufe durch ständig mitlaufende „Hintergrundarbeit“ und situativ notwendig werdende „Reparaturarbeit“ am Laufen zu halten.¹⁸ Dazu zählt auch seine Kompetenz, bei unvorhergesehenen Irritationen und

¹⁵ Auf die Unterscheidung und Trennung von fixiert geregelten Operationssystemen und offeneren die Organisationsumwelt explorierenden Aufgabenbereichen hat der Organisationssoziologe March schon früh hingewiesen (March/Simon 1958; March 1991). Diese Ablösung von einer engen Kopplung hat sich als erfolgreiche Strategie im Umgang mit Verschiedenheit und Unsicherheit bis heute vielfach empirisch bestätigt.

¹⁶ Vgl. z.B. die Analysen von Unfallursachen Perrow 1987, Weyer 1997, Potthast 2006.

¹⁷ Zur „spezifisch reflexiven Form der Bewusstheit menschlicher Akteure“ Giddens 1988: 53.

¹⁸ Vgl. Strauss 1993; Star 1991; Orr 1996; Schimank 2009.

Störungen mit „Improvisationsgeschick“ oder „Erfahrungszintelligenz“ neuartige Lösungswege zu kreieren und auszuprobieren.¹⁹

Zum Sicherheitsmanagement gehört ebenso das analytische Vermögen dazu, die Grenzen und ‚tipping points‘ der Steigerbarkeit von Einzelsicherheiten wie auch der aggregierten Gesamtsicherheit zu erkennen, wann und unter welchen Bedingungen nämlich die Steigerung in paradoxe Effekte umschlägt. Bei komplexen Konstellationen scheint sich eine Maximierung der jeweiligen Sicherheiten nicht kontinuierlich zu einem Maximum an Sicherheit des Gesamtsystems zu addieren; vielmehr scheinen die Verbesserung der Schnittstellen zwischen den Teilbereichen und die Balancierung der diversen Sicherheiten zu einer optimalen Sicherheitsbilanz zu führen.²⁰

Da es sich um gemischte Konstellationen aus menschlichen, materiellen und zeichenhaften Elementen handelt – also Einzelakteure, Organisationen, Geräte und Programme daran beteiligt sind –, empfiehlt es sich zudem, die Konstellationen in experimenteller Haltung Schritt für Schritt und unter technik- wie sozialwissenschaftlicher Beteiligung und Kooperation einzurichten. Statt von einem vorher fest errechneten Optimum bei Design und Architektur eines Sicherheitssystems auszugehen, wären die möglichen sicheren Konstellationen erst im Verlauf beim praktischen Feineinstellen der verteilten Aktivitäten herauszufinden und die passenden Schnittstellen vor Ort immer wieder neu herzustellen. Das Kreuz mit komplexen Konstellationen verschwindet nicht durch systemische Vereinheitlichung, sondern der angemessene Umgang mit ihm verlangt *Prozesse wechselseitiger Passung* zwischen den unterschiedlich operierenden Systemen und Feldern in einer flexiblen Konstellation und *Praktiken experimentierender Einrichtens* der Kopplungen und Schnittstellen.

3. Die gesellschaftliche Dimension des Sicherns: Das Kreuz mit der Ambivalenz

3.1 Das Wissen der Risiko- und Sicherheitssoziologie

Drei Grenzen der Steigerung von Sicherheit durch Technik wurden bisher benannt. Diese Einsichten wurden erlangt, weil eine rein technologische Perspektive um eine soziologische erweitert und der forschende Blick von fertiger Technik auf Prozesse der Technisierung gewechselt wurde. Was für die Technik gilt, lässt sich das auch auf die Sicherheit übertragen? Der tiefere Grund für Sicherheitstechniken liegt in der Suche nach Sicherheit. Beziehen wir die gesellschaftliche Dimension ein, löst sich auch hier die feste Vorstellung von Sicherheit in ein vieldeutiges Phänomen wechselnder Auffassungen auf. Sicherheit kann dann als Ergebnis vielfältiger Praktiken des Sicherns und Schützens bestimmt werden.²¹ Diese verändern sich mit den Gefahren und Risiken, die historisch und geographisch jeweils auftauchen, und vor

¹⁹ Vgl. Suchman 2007; Schubert 2006.

²⁰ Dafür sprechen die Erfahrungen zu Routinen und Risiken bei komplexen Konstellationen im hoch technisierten Operationssaal (Schubert/Rammert 2006) wie auch die Überlappungen bei verteilten Navigationshandlungen (Hutchins 2006).

²¹ Über philosophisch-anthropologische Auffassungen von der existentiellen Schutzbedürftigkeit und der Sorge um das Leben und die Vor-Sorge hinaus führt die empirisch kulturvergleichende Anthropologie, welche auf eine Vielfalt von Praktiken zur Herstellung von Schutzbeziehungen verweist, etwa Descola 2013: 475 ff.

allem, mit den Weisen, wie sie kulturell gedeutet, sozial bewertet und institutionell bewältigt werden. Die zweite Crux liegt also in der Vieldeutigkeit der Sicherheit begründet.

Was bedeutet eigentlich Sicherheit? Kann man sie ebenso wie andere Güter, etwa Kraftfahrzeuge oder Energie, massenhaft und rationell in Organisationen und gesellschaftlichen Infrastruktursystemen produzieren, den gesamten Output messen und durch Rationalisierungs- und Technisierungsmaßnahmen gezielt steigern? Natürlich nicht! Kann man sie wenigstens als Dienstleistung erfassen und berechnen, wie viel die Überwachungsarbeiten, das Vorhalten von Löschkapazität bei Feuerwehren oder die Tätigkeit des ‚Profiling‘ und des Datenaustausches zwischen den Sicherheitsdiensten ein Mehr an Sicherheit erbracht und der Einsatz neuester Informations- und Kommunikationstechniken das Leistungsergebnis merklich gesteigert haben? Ebenso wenig! Bei diesem ‚unberührbaren‘ und ‚unsichtbaren‘ Gut kann man sich eigentlich nur von der negativen Seite her nähern, den abnehmenden Fällen von Delikten, Störungen und Fehlern. Zudem muss noch in Kauf genommen werden, dass jede Definition von Sicherheit, jede Operationalisierung von Risiken und jedes Maß an Gefährdung oder Risiko *sachlich* nur für spezifische Bereiche gilt, *sozial* zwischen verschiedenen Gruppierungen meist umstritten bleibt und *zeitlich* je nach historischen Ereignissen und Erfahrungen immer wieder revidiert wird.

Grundsätzlich ist die Suche nach Sicherheit keine technische Frage. Die existentielle Sorge treibt historisch die gesellschaftlichen Maßnahmen zur Sicherung vor Schäden, sei es durch Feind, Flut oder Feuer, aber auch vor Armut, Krankheit oder Entwurzelung, immer wieder voran. Die gut sichtbaren Antworten darauf waren technischer Art: dickere Mauern und Deiche, sichere Schließsysteme, höhere Wachtürme, aufklärende Flugobjekte, verfeinerte und verzweigtere Warnsysteme, „Fire Walls“ usw. Eine andere Antwort waren – wenn auch weniger sichtbar, so doch nicht weniger wirksam – kulturelle und soziale Innovationen: die Suche nach „Geborgenheit“ in Ritus und Religion, der Schutz durch Recht und Staat wie auch die Institutionen der Rücklagenbildung, der Risikoversicherung und der kollektiven Sozialversicherungen. Sah man bis zum 19. Jahrhundert Verelendung, Verarmung oder Invalidität als Gott gegebene Gefahren des Lebens und natürliche Schicksalsschläge an, so setzt sich mit der Erfahrung von Industrialisierung und kapitalistischer Landnahme immer stärker die Auffassung durch, dass es sich dabei um gesellschaftlich bedingte und durch gesellschaftliche Gruppen selbst gemachte Risiken handelt. Die Kämpfe um soziale Absicherung bei Krankheit, Arbeitslosigkeit und im Alter, Sozialstaat und Sozialpolitik sind die institutionellen Antworten auf diese sozialen Risiken.²²

Eine ähnliche Verschiebung von der Technik als „Gefahr“ und ‚Schicksalsfrage‘ hin zu den unterschiedlichen „Risiken“ von Techniken, wie sie „Entscheidern“ zugerechnet und von „Betroffenen“ so wahrgenommen werden, lässt sich bei der Frage der technischen Sicherheit beobachten.²³ Nicht mehr die ‚Natur‘ der Technik wurde für Unfälle, Katastrophen und deren Folgen verantwortlich gemacht, sondern die Macher, Betreiber und Kontrolleure technischer Anlagen, wenn etwa von Menschen gemachte Dinge wie Dampfkessel explodierten, Maschinen Arbeitsunfälle verursachten, Stromkabel Feuer auslösten, Chemikalien Mensch und Umwelt schnell oder schleichend vergifteten oder Atomkraftwerke bei Katastrophen und terroristischen Anschlägen ganze Regionen massenhaft verstrahlen konnten. Als Antwort auf

²² Vgl. zu den vielen Aspekten von Sicherheit und den drei grundlegenden Einteilungen der „Geborgenheit“, der „Systemsicherheit“ und der „Selbstsicherheit“ Kaufmann 2012 [1970], zum Sicherheits- und Vorsorgestaat Ewald 1993.

²³ Vgl. zu Gemeinsamkeiten des gesellschaftlichen Umgangs mit sozialer wie technischer Unsicherheit die bahnbrechende historisch-soziologische Studie von Evers/Nowotny 1987 und zur neuen Unterscheidung von „Gefahr“ und „Risiko“ Luhmann 1991 und kritisch dazu Voss 2006: 55 ff..

diese technischen Risiken können die sozialen Konflikte um Technikfolgen, um die Ansiedlung von gefährlichen Großanlagen, um Schadstoffemissionen und Grenzwerte angesehen werden. Auch die gesellschaftliche Einrichtung von Technischen Prüf- und Überwachungsanstalten, des staatlichen Daten- und Verbraucherschutzes und eine die Betroffenen einbindende partizipative Technologiepolitik gehören zu den institutionalisierten Formen des Umgangs mit Problemen der Sicherheit.

Die Sicherheit kann angesichts dieser Vielfalt von Aspekten und Beteiligten kein exakt messbares Produkt und ebenso wenig ein vollständig erreichbares Ziel sein. Sicherheit ist kollektiv konstruierte Erfahrung, die ständigen Revisionen durch Deutungsdiskurse und Bewertungskonflikte unterliegt. Letztlich ist die Produktion von Sicherheit selbst eine mit Unsicherheiten behaftete Dienstleistung.²⁴ Trotz der Unvorhersehbarkeit des Wann, Wo und Wie des Falls und trotz der Unsicherheit über den Vorrat an Kapazität und Ressourcen kann eine Sicherheitsforschung, die sich pragmatisch an theoretischen Leistungen und empirischen Erfahrungen unterschiedlicher Disziplinen orientiert, auf verschiedenen Feldern konstruktive Beiträge leisten.

3.2 Paradoxien der gesellschaftlichen Sicherheitssteigerung: Das Kreuz mit konfligierenden Deutungs- und Koordinationskonstellationen

Sicherheit ist eine sehr ambivalente Angelegenheit: Sicherheit, die stark mit dem Sichern durch Sehen verbunden ist, wird einmal als Aufsicht, Umsicht und Vorsicht im Sinne von Hüten und Bewachen positiv konnotiert. Wenn dieses Sehen sich nicht sehen lässt, also asymmetrische Sehverhältnisse entstehen, dann gehen die Deutungen eher in die negative Richtung des Beobachtens, Überwachens und Ausspionierens. Das panoptisch gebaute Bentham'sche Gefängnis etwa bringt den Wächter in die Position, aus der er jeden Winkel und jede Bewegung der Gefangenen potentiell beobachten kann, ohne dass er selbst dabei von den Insassen beobachtet werden kann. Auch die gegenwärtigen Konflikte um „Big Data“ und die Ausspähung aller Nutzerbewegungen im Netz durch die US-amerikanische „National Security Agency“ (NSA) erhalten ihre besondere Brisanz durch das unsichtbare Sichten. Die davon betroffenen Kunden, Firmen oder staatlichen Organe bemerken das Ausspähen nicht einmal und falls doch, haben sie selbst keine Einsicht darin, was da genau gesehen und wie bewertet wird.²⁵

In dieser Ambivalenz des Sehens und Sicherns sind die paradoxen Effekte der gesellschaftlichen Steigerung von Sicherheit grundsätzlich mit angelegt. Was für das Sichern als übergreifendes Handeln gilt, verstärkt sich noch, wenn man *erstens* die sachliche Vielfalt der Aspekte berücksichtigt, welche die Komplexität des Sicherns vergrößert. Unter den Oberbegriff des Sicherns fallen so viele und auch so unterschiedliche Aktivitäten wie Beobachten, Identifizieren, Klassifizieren, Kombinieren, Überprüfen, Dokumentieren, Archivieren, Aufklären, Warnen, Alarmieren, Zugreifen, Abwehren, Durchsuchen, Ein- und Aussperren. Diese Vielfalt kann zudem auf unterschiedliche Weise organisiert und zusätzlich mit verschiedenen technischen Mitteln durchgeführt werden. Es kann z.B. bei der Passagierkontrolle auf Flughäfen mit dem erfahrenen kontrollierenden Blick oder mit hoch technisierten Body Scannern, mit der beweglichen Videokamera vor Ort oder mit Profilingprogrammen zu weitläufigen

²⁴ Zum „Risiko als kollektiver Konstruktion“ Douglas/Wildavsky 1993: 127 ff. und zum unvermeidlichen Risiko der Risikobewältigung Wildavsky 1993: 305 ff.

²⁵ Vgl. zur Ambivalenz des Sehens und zur Asymmetrie der Beobachtungsverhältnisse bei Systemen der Videoüberwachung Rammert 2005 und gegenwärtig zur „flüchtigen Überwachung“ und zum „persönlichen Panoptikum“ Baumann/Lyon 2013.

Datenspuren im Netz beobachtet werden. Die paradoxen Effekte bleiben jedoch erhalten: Die Vermehrung der Sicherheitsagenten wie auch der Sicherheitsdienste bedeutet keineswegs eine kontinuierliche Steigerung der Sicherheits- und Aufklärungsarbeit. Sie schafft im Gegenteil ab einer bestimmten Größe gegenteilige Effekte, etwa durch die Kontrolle der Kontrolleure selbst oder durch die Unsicherheit, die von zu großen Sicherheitsdiensten selbst ausgeht. Die Stasi ist da nur ein Fall. Ähnliches gilt für die Einrichtung immer umfangreicherer Archive und elektronischer Datenbanken. Sie sammeln einen Wust an sicherheitsrelevanten Daten, vergrößern aber gleichzeitig die Kluft zur wissenden Verwertung, wie es zuletzt der NSU-Skandal deutscher Sicherheitsdienste so deutlich wie beschämend vor Augen geführt hat.

Zweitens steigert die soziale Vielfalt der beteiligten Akteure die paradoxen Effekte. Sie bringen unterschiedliche Vorstellungen von Sicherheit, je eigene Professionsinteressen und besondere Organisationskulturen zum Einsatz. Eine Steigerung der Diversität durch mehrere Perspektiven – aber nicht zu viele – führt unter Bedingungen verpflichtender Kommunikation zu verbesserten Sicherheitsleistungen. Aber auch hier kehrt sich dieser Steigerungseffekt um, wenn zu viele verschiedene Akteure beteiligt sind und wenn Kommunikation und Koordination selbst zu Unsicherheitsaspekten des Handelns und Deutens werden. Der Einsatz von technischen Informations- und Kommunikationsmitteln kann zwar bis zu einem gewissen Grad die Koordination erleichtern, kann aber nicht selbst die Diversität der Deutungen verringern, schafft vielmehr zusätzlichen Deutungsbedarf im Umgang mit den neuen Techniken. Das Einüben der neuen Praktiken und das gemeinsame Üben mit den anderen Akteuren sind die sozialen ‚Techniken‘, die notwendig hinzukommen müssen, wenn ein wechselseitiges Wissen und Verständnis der jeweiligen Praktiken ein hohes Niveau an koordinierter Sicherheitsarbeit gewährleisten sollen, wie es z.B. bei der Kooperation von Flugpiloten, Radarüberwachung, Fluglotsen, Tower- und Bodenpersonal bei der Flugsicherung der reguläre Fall ist oder bei der Koordination von Feuerwehr, Polizei, technischen Sonderkommandos und politisch Verantwortlichen in selteneren Fällen des Katastrophenschutzes vorsorglich erprobt sein muss.²⁶

Drittens zeigt sich auch in der zeitlichen Variabilität der gefühlten Sicherheit und Unsicherheit die oben angesprochene grundlegende Ambivalenz. Zeitlich nah liegende Katastrophen, Großunfälle und Skandale können das Gefühl der Unsicherheit krass verändern, ebenso wie markante mediale Darstellungen von Terroraktionen und Gewaltkriminalität. Atomphysiker mögen dann mit objektiven Risikoeinschätzungen an die Öffentlichkeit treten, Kriminologen mit klaren und differenzierten Statistiken und Wirtschaftsforscher mit alternativ durchgerechneten Energieszenarios, die nationale Risikokultur jedoch schlägt sich ganz deutlich in der jeweiligen öffentlichen Meinung und der politischen Entscheidung in solchen Momenten nieder. Die Katastrophen von Tschernobyl und Fukushima zeigten beispielsweise für das Sicherheitsgefühl in Frankreich überhaupt keine Folgen, sorgten in Japan gegenwärtig nur für eine mäßige Reaktion, während in Deutschland mit Blick auf die zukünftige Energiesicherheit eine radikale Wende riskiert wurde, die wiederum mit neuen Unsicherheiten belastet ist.

Angesichts dieser sachlichen Komplexität der Aspekte, der sozialen Fragmentierung der Akteure und der zeitlichen Variabilität kultureller Deutungen ist es offensichtlich, dass es keinen ‚sicheren‘, also eindeutig operationablen und für alle akzeptablen Begriff von Sicherheit geben kann. Es muss vielmehr von einer Vielfalt nebeneinander stehender Definitionen und konfligierender Deutungen ausgegangen werden, die von unterschiedlichen Disziplinen, gesellschaftlichen Akteuren und institutionalisierten Wertreferenzen geprägt werden. Die klassische, in Wirtschaft und Technik bislang weit verbreitete Bestimmung von Risiken, etwa

²⁶ Vgl. zur Einübung neuer Techniken beim koordinierten Katastropheneinsatz Kaufmann et al. 2013, zur Herstellung von Flugsicherheit Potthast 2008 und Flughafensicherheit Suchman 1993.

als Produkt von erwarteter Schadenshöhe und durchschnittlicher Eintrittswahrscheinlichkeit²⁷, macht gewiss Sinn, wenn es sich um etablierte Techniken und einfache Konstellationen mit relativ gesicherten Erfahrungswerten handelt oder wenn pauschale Risikoabschätzungen für die Versicherungswirtschaft gefragt sind. Aber sie wird unzureichend und gar selbst zu einem Risikofaktor, wenn man sich bei sachlich und sozial komplexen Konstellationen trotz fehlender Wissensbasis ganz allein auf sie verlassen würde.

Die sozial- und kulturwissenschaftliche Risikodiskussion zeigt ihre Stärke zunächst im Nachweis der Schwächen objektivistischer Sicherheitskalküle und mit Hinweisen auf die verzerrende und vermittelnde Wirkung von subjektiven Risikoeinschätzungen, Stilen der Risikokommunikation und Arten von Risikokulturen.²⁸ Aber auch sie kann nicht die konstruktiven Erwartungen an eine Sicherheitsforschung erfüllen, solange sie sich auf Wahrnehmung und Kommunikation beschränkt und die Wirkung und Interaktivität zwischen sachlichen und sozialen Elementen in den komplexen Konstellationen außer Acht lässt.

Eine dritte pragmatistische Perspektive der Risiko- und Sicherheitsforschung – wie sie hier vertreten wird – würde den eitlen „Streit der Fakultäten“ (Kant) um Alleinvertretungsansprüche und Exklusivrechte nicht mitmachen. Sie würde auf den Wettbewerb um die Festlegung auf einen übergreifenden Sicherheitsbegriff verzichten. Stattdessen würde sie die Zusammenhänge zwischen materialen *und* sozialen Mechanismen, die zwischenmenschlichen Interaktionen *wie auch* die Interaktivitäten zwischen diesen und den materialen und digitalen Agenten – in summa: die gemischten und komplexen Konstellationen selbst – zum Gegenstand der Forschung machen. Das wäre dann in einer von den Ingenieuren abgeschauten Weise zu tun, nämlich *in multidisziplinärer kooperativer Konstruktion und in schrittweiser experimenteller Erprobung vom Labor ins jeweilige empirische Feld.*²⁹

Die grundlegende Ambivalenz ist *viertens* auch dafür verantwortlich, dass es keine lineare Steigerbarkeit von Sicherheit gibt. Der paradoxe Effekt, dass mit zunehmenden Sicherheitsmaßnahmen keine parallele Zunahme der Sicherheit erfolgt, sogar ab einer kritischen Grenze der perverse Prozess einer Minderung auftritt, hat verschiedene Erscheinungsformen. Ein Zuviel an Sicherheitsmaßnahmen kehrt sich in sein Gegenteil,

- a) wenn es zu einer Überlast kommt, etwa bei zu starker Aufrüstung,
- b) wenn die Zunahme mit einer Abnahme in anderen Hinsichten erkaufte wird oder
- c) wenn sie die Betroffenen übersensibilisiert und verunsichert.

Es kann auch bei einem hohen Sicherheitsstand und einem entsprechend hohen Niveau an Sicherheitserwartung bei kleinen, aber unerwarteten Pannen zu Überreaktionen kommen – übrigens das soziale Pendant zu den von kleinen technischen Störungen ausgelösten Kettenreaktionen, die sich bei linear komplexen technischen Systemen zu katastrophenartigen Unfällen hochschaukeln können. Wenn mehrere dieser Bedingungen eintreffen, etwa zu viele Sicherheitstechniken, zu neuartige und unerprobte Umgangsweisen damit, eine unsichere Lebenssituation und ein Ausfall des einzigen Verbindungsmittels aus einem mit Beton und

²⁷ Vgl. zu diesem Risiko-Konzept Jungermann/Slovic 1993, die „Risiko als Funktion von Wahrscheinlichkeit und Wert der Folgen im Sinne des Ausmaßes an Personen- und Sachschäden“ (82) bestimmen und es dann mit der Einrechnung von „multiattributen Konstrukten“ (86) und „Charakteristika des Kontextes und der Lokation der Situation“ (89) immer mehr erweitern, bis sie am Ende auf die „Undeutlichkeit von Risiken“ (94 ff.) hinweisen müssen.

²⁸ Vgl. etwa Renn 1984, Otway/Wynne 1993, Douglas/Wildavsky 1993; generell Gigerenzer 2008.

²⁹ Vgl. zur Konstruktionsfähigkeit der Soziologie im Zusammenhang mit der Künstlichen Intelligenz-Technologie das DFG-FSP Programm „Sozionik. Zur Erforschung und Modellierung künstlicher Sozialität“ (Malsch 1998), zur heterogenen Kooperation (Strübing et al. 2004) und zur Gesellschaft als Labor (Krohn/Weyer 1989).

Stahl geschützten Raum zur Außenwelt, nämlich einem funktionsfähigen Nottelefon, das nur noch nicht an den Dienst angeschlossen ist, dann kann sich die perfekt geplante und hochgerüstete Sicherheit in einen „panic room“-Effekt umkehren. Was der Hollywood-Film „panic room“ mit Judy Garland im Kleinen vorführt, das gilt natürlich auch für große hochkomplexe und gleichzeitig hoch verletzbare Energie-, Verkehrs- und Kommunikationssysteme. Es gibt kein Maximum an Sicherheit durch die Vermehrung der Maßnahmen, sondern nur ein Optimum zwischen zuviel und zuwenig an Sicherheit: *„Sicher genug“ ist besser als „ganz sicher“*.

Eine andere Art von Ambivalenz steckt *fünftens* in der Kontingenz sozialer Interaktion: der begrenzten Verlässlichkeit menschlicher Arbeitsroutinen und Regelbefolgung auf der einen Seite und dem bewussten Abweichen und Regelbrechen auf der anderen Seite. Aus der technologischen Perspektive wird die Kontingenz menschlichen Verhaltens gern als Risikofaktor gesehen, den es durch Training und Disziplinierung zu verringern und am besten durch Mechanisierung und Automation auszuschalten gilt. Unfälle durch „menschliches Versagen“ sollen durch Einschränkung oder Substitution der einfachen Kontingenz menschlichen Handelns vermieden werden. Demgegenüber betonen technik- und risikosoziologische Perspektiven, dass es ausgerechnet diese reflexiven und diskursiven Kompetenzen menschlicher Akteure sind, welche die paradoxen Effekte komplexer Konstellationen erkennen und kompensieren können. Die Erfahrungen höchster Unsicherheit in der durch „doppelte Kontingenz“ charakterisierten Interaktion³⁰ zwischen zwei menschlichen Akteuren machen diese höchst sensibel für leichte Störungen der Wechselwirkungen und befähigen sie gleichzeitig zu korrigierenden und improvisierenden Handlungen. Ein funktionierender Dauerbetrieb von einfachen wie komplexen technischen Anlagen ließe sich nicht ohne diese häufig unsichtbare „Hintergrundarbeit“ der Anpassung und Improvisation bewerkstelligen, wie viele technografische Studien an Beispielen von hochtechnisch ausgerüsteten Operationsälen, Gepäcksortieranlagen an Großflughäfen oder mit Funketiketten (RFID) gesteuerten logistischen Prozessen aufgezeigt haben.³¹

Diese reflexive Fähigkeit zum Umgang mit doppelter Kontingenz bewährt sich besonders in Situationen unvorhersehbarer Turbulenzen, uneinsehbarer Interferenzen und unbekannter Verhaltensweisen des Systems. Sie erlaubt es, bewusst mit den alten Regeln und Denkschemata zu brechen, neue Regeln für tastende Eingriffe zu entwerfen und schrittweise mit Blick auf die Reaktionen des Systems hin zu erproben. Diese kreative, kenntnisreiche und erfahrungsgesättigte Kompetenz hat sicherlich schon häufig größere Schäden bei kleineren Störungen verhindert und bei größeren Unfällen das Auswachsen zur Katastrophe eingedämmt, als dass sie diese wegen Ermüdung oder Fehlentscheidungen verursacht hat.

In Sachen Sicherheit sollte auch die dunkle Seite der doppelten Kontingenz nicht unbeachtet bleiben: Die Fähigkeit zum abweichenden Verhalten zeigt sich nicht nur im kreativen, sondern auch im kriminellen Handeln. Die Konstruktion von sicheren Systemen muss immer auch mit Strategien raffinierter De-Konstruktion oder gar gänzlicher Destruktion rechnen. Wie sichere Geldtransporte und –tresore immer wieder von gleich hoch gerüsteten Gangstern

³⁰ Zum unausgesprochenen theoretischen Konsens zwischen Mead, Weber, Habermas und Luhmann: „Doppelte Kontingenz liegt dann vor, wenn zwei Systeme wechselseitig ihr Verhalten in folgender Weise voneinander abhängig machen: Ego nimmt Alter wahr und nimmt wahr, dass es von Alter wahrgenommen wird. Dabei sind für Ego die Systemoperationen von Alter unzugänglich und damit unwägbar, zugleich macht Ego aber den Fortgang der eigenen Systemoperationen davon abhängig, wie die Systemoperationen von Alter ablaufen“ (Lindemann 2009: 149).

³¹ Vgl. zu Korrektur und Improvisation bei Operationen Schubert 2006, bei Gepäckanlagen Potthast 2007 und bei Funketiketten Ortman 2014.

gekapert und geknackt worden sind, so erfahren wir heute, dass Internetkommunikation und Datenspeicher leichter als erwartet gehackt und ausspioniert werden können. Ebenso überrascht, dass die Betonkapseln der Atommeiler, die sie gegen abstürzende Kampfflugzeuge und Bomben perfekt sichern, nicht genug vor der Möglichkeit geschützt sind, dem gezielten Aufprall großer Zivilflugzeuge standzuhalten, wenn diese – wie jetzt nach dem Terroranschlag vom 11. September real möglich - als diesen Beton brechende und unkontrollierte Kernreaktionen auslösende Geschosse umfunktioniert werden.

Daher bedarf es gerade in der jetzigen Situation für die Sicherheitspolitik eines neuen Denkens, das auch mit geistes- und sozialwissenschaftlicher Kompetenz die Folgen der aufgezeigten Ambivalenzen und Kontingenzen für die Sicherheitssituation bedenkt und bei der Entwicklung praktischer Maßnahmen berücksichtigt.

3.3 Konsequenzen für die Sicherheitsforschung

Für eine an Sicherheitsfragen orientierte Forschungs- und Förderpolitik ergeben sich aus diesen Überlegungen einige deutliche Konsequenzen. Ambivalenz und Vieldeutigkeit des Sicherheitsverständnisses erfordern von vornherein eine Reflexion auf die jeweils anderen Begriffe, Wissensbestände und disziplinären Perspektiven, während eine Reduktion auf den einen oder anderen Sicherheits- oder Risikobegriff das Deutungsproblem rigide und halbblind herunterspielen würde. Das gilt für die versicherungsmathematische, ingenieurwissenschaftliche, ökonomische, rechtliche, psychologische, soziologische und philosophisch-ethische Perspektive. Das gilt auch für die Differenz zwischen Theoretikern und Praktikern, wobei die einen auf eine sauber aus einer Theorie hergeleitete Definition schwören, während die anderen aus ihrer Erfahrung her ein ganzes Bündel von Daumenregeln mitbringen. Das legt eine multi-disziplinäre Ausrichtung der Sicherheitsforschung und eine Förderung der kombinierten Kooperation von Forschern verschiedener Disziplinen mit Praktikern unterschiedlicher Sicherheitsfelder nahe.

Die institutionelle, organisatorische und professionelle Fragmentierung der sozialen Akteure, die an der gemeinsamen Herstellung von Sicherheit in den jeweiligen Feldern beteiligt sind, schafft neben dem Deutungs- auch noch ein Koordinationsproblem. Der hierarchische Modus der Koordination durch Befehlsketten ist üblicherweise bei ‚Gefahr im Verzuge‘ angesagt. Allerdings kommt er bei hoher Komplexität der Prozesse und mit steigender Diversität der beteiligten Akteure, Organisationen und Institutionen an seine Grenzen. Als Lösung bieten sich zusätzlich die Förderung interkultureller Verständigung, die Einübung heterogener Kooperation und die Einrichtung organisationsübergreifender Netzwerke an. Solche heterogenen Netzwerkformen bieten eher als geschlossene Hierarchiesysteme die Chance, dass die unterschiedlichen Sichten und Kompetenzen zum Zuge kommen und wechselseitig voneinander gelernt werden kann. Anstatt, dass eine einzige Sicht und Sicherheitsstrategie dominierte und die anderen ausgeblendet würden, erweiterte man damit die Pluralität der Perspektiven und das Arsenal strategischer Kompetenzen.

4. Fazit: Kleine Fibel des Umgangs mit Unsicherheit in komplexen Konstellationen

Um die analysierten paradoxen Effekte der *Technisierung* zu vermeiden, seien hier die Handlungsempfehlungen noch einmal in Form knapper Regeln zusammengefasst.

- o *Offene Konstellationen* zulassen statt alles in einem übergreifenden System einzuschließen
- o *Multifunktionale Verbesserung* angehen statt einfunktionale Perfektion anstreben
- o *Resilienz der Verbindungen* einer Rigidität der Verkettung vorziehen
- o *Passungen probieren* statt einseitige Anpassung optimieren
- o *Rückfall bei Ausfall* vorhalten statt Reflex zur Vorwärtstechnisierung nachgeben

Um die oben beschriebenen perversen Effekte (Trendumkehr) zu vermeiden, die durch die Ambivalenz der *Sicherheit* verursacht werden, wären folgende Handlungsmaximen zu beachten:

- o *Reflexion und Transparenz* schaffen statt Reduktion der Vielfalt vorantreiben
- o *Übersetzung zwischen Unterschieden* mehr fördern als vereinheitlichende Formalisierung
- o *Verständigung zwischen heterogenen Kulturen* statt wechselseitiger Pflege von Vorurteilen
- o *Risikoaufklärung und Beteiligung* statt Sicherheitsrhetorik und Beruhigung der Betroffenen
- o *Prävention durch aktive Sicherheitspolitik* statt Perfektion als Standardreaktion

Es kommt also darauf an, nach Pannen, Unfällen und Katastrophen nicht *reflexartig* nur mit den üblichen Maßnahmen der technischen Perfektionierung, der systemischen Maximierung und ihrer rhetorischen Rechtfertigung zu reagieren. Was unmittelbar einsichtig, technisch machbar und teuer ist, muss nicht unbedingt die Sicherheit wirklich steigern und kann bei komplexen Konstellationen – wie gezeigt wurde – auch gegenläufige Effekte hervorrufen. Vielmehr gilt es zusätzlich, *reflexiv* mit einer erweiterten und zukunftsfähigen Perspektive der Sicherheitsforschung darauf zu antworten. Sie sollte die unterschiedlichen Konstellationen und Kopplungen von Sicherheitssystemen mit Blick auf ihre evidenten Leistungen und Schwächen untersuchen. Dazu müsste sie neben den technologischen auch die gesellschaftlichen und kulturellen Dimensionen erfassen. Sie müsste mit kompetenten und kreativen Akteuren – den „human actors“ statt nur mit dem „human factor“ – rechnen, so dass neben den Bedingungen „menschlichen Versagens“ auch die Seiten menschlichen Vermögens im Umgang mit Risiken ausgeschöpft werden können. Neben den sicherheitstechnischen Neuerungen wären so auch die sozialen Praktiken und institutionellen Arrangements einzubeziehen, mit denen zwischen heterogenen Feldern, Organisationen und Rationalitäten erfolgreich koordiniert und zwischen technischer Automation und menschlicher Intervention flexibel und situativ balanciert vermittelt wird.

Bei erhöhter Komplexität ließe sich dann mehr Sicherheit durch wechselseitige Reflexion und pragmatisches Erproben robuster und risikotoleranter Konstellationen erreichen als durch einseitige Perfektion technischer und sozialer Systeme, die zu trügerischer Sicherheitsillusion und zu den aufgezeigten paradoxen Effekten führen würde.

Literaturverzeichnis:

- Baumann, Z., Lyon, D. 2013: Daten, Drohnen, Disziplin. Ein Gespräch über flüchtige Überwachung. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Böhle, G. et al. 2004: Der gesellschaftliche Umgang mit Erfahrungswissen: Von der Ausgrenzung zu neuen Grenzen. In: Beck, U., Lau, C. (Hg.): Entgrenzung und Entscheidung: Was ist neu an der Theorie reflexiver Modernisierung? Frankfurt a. M.: Suhrkamp, 95-122.
- Bourrier, M. 2009: Das Vermächtnis der High Reliability Theory. In: Weyer, J., Schulz-Schaeffer, I. (Hg.): Management komplexer Systeme. München: Oldenbourg, 119-146.
- Christaller, T., Wehner, J. 2003 (Hg.): Autonome Maschinen. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag.
- Descola, P. 2013: Jenseits von Natur und Kultur. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Dolata, U. 2011: Wandel durch Technik. Eine Theorie soziotechnischer Transformation. Frankfurt a. M.: Campus.
- Douglas, M., Wildavsky, A. 1993: Risiko und Kultur. Können wir wissen, welchen Risiken wir gegenüberstehen? In: Krohn, W., Krücken, G. (Hg.): Riskante Technologien: Reflexion und Regulation. Frankfurt a. M.: Suhrkamp, 113-137.
- Evers, A., Nowotny, H. 1987: Über den Umgang mit Unsicherheit – Die Entdeckung der Gestaltbarkeit von Gesellschaft. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Ewald, F. 1993: Der Vorsorgestaat. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Fink, R., Weyer, J. 2011: Autonome Technik als Herausforderung der soziologischen Handlungstheorie. Zeitschrift für Soziologie 40 (2), 91-111.
- Garud, R., Carnoe, P. 2001 (eds): Path Dependence and Creation. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- Giddens, A. 1988: Die Konstitution der Gesellschaft. Frankfurt a. M.: Campus.
- Gigerenzer, G. 2008: Rationality for Mortals: How People Cope with Uncertainty. New York: Oxford University Press.
- Groys, B. 1997: Technik im Archiv. Logik der Innovation. In: Technik und Gesellschaft. Jahrbuch 9. Frankfurt a. M.: Campus, 15-32.
- Grunwald, A. 2008: Technik und Politikberatung. Philosophische Perspektiven. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Hughes, T. P. 1987: The Evolution of Large Technical Systems. In: Bijker, W. E., Hughes, T., Pinch, T. (Ed.): The Social Construction of Large Technological Systems. Cambridge, Mass: MIT Press, 51-82.
- Hutchins, E. 2006: Die Technik der Teamnavigation: Ethnografie einer verteilten Kognition. In: Rammert, W., Schubert, C. (Hg.): Technografie. Frankfurt a. M.: Campus, 61-100.
- Jungermann, H., Slovic, P. 1993: Charakteristika individueller Risikowahrnehmung. In: Krohn, W., Krücken, G. (Hg.): Riskante Technologien: Reflexion und Regulation. Frankfurt a. M.: Suhrkamp, 79-100.
- Kaufmann, S. et al. 2013: Inszenierte Katastrophen: Zur Genese der Übung im Bevölkerungsschutz und ihre gegenwärtigen Formen. In: Hempel, L. et al. (Hg.): Aufbruch ins Unversicherbare. Zum Katastrophendiskurs der Gegenwart. Bielefeld: transcript, 235-275.

- Kaufmann, F. X. 2012 [1970]: Sicherheit als soziologisches und sozialpolitisches Problem. Untersuchungen zu einer Wertidee hochdifferenzierter Gesellschaften. Stuttgart: Enke.
- Kornwachs, K. (Hg.) 2010: Technologisches Wissen. Entstehung, Methoden, Strukturen. Berlin: Springer.
- Krohn, W., Weyer, J. 1989: Gesellschaft als Labor. Die Erzeugung sozialer Risiken durch experimentelle Forschung. *Soziale Welt* 40 (3), 349-373.
- La Porte, T. 1991 (Hg.): *Social Responses to Large Technical Systems*. Dordrecht: Kluwer.
- Latour, B. 2001: Eine Soziologie ohne Objekt? Anmerkungen zur Interobjektivität. *Berliner Journal für Soziologie* 11 (2), 237-252.
- Latour, B. 2006: Ethnografie einer Hochtechnologie: Das Pariser Projekt ‚Aramis‘ eines automatischen U-Bahn-Systems. In: Rammert, W., Schubert, C. (Hg.): *Technografie. Zur Mikrosoziologie der Technik*. Frankfurt a. M.: Campus, 25-60.
- Lindemann, G. 2009: *Das Soziale von seinen Grenzen her denken*. Weilerswist: Velbrück.
- Luhmann, N. 1991: *Soziologie des Risikos*. Berlin: de Gruyter.
- Malsch, T. 1998 (Hg.): *Sozionik. Soziologische Ansichten über künstliche Sozialität*. Berlin: Sigma.
- March, J. G. 1991: Exploration and Exploitation in Organizational Learning. *Organization Science* 2 (1), 71-87.
- March, J. G., Simon, H. A. 1958: *Organizations*. New York: Wiley.
- Matuschek, I. (Hg.) 2008: *Luft-Schichten. Arbeit, Organisation und Technik im Luftverkehr*. Berlin: Sigma.
- Mayntz, R. 1988: Zur Entwicklung technischer Infrastruktursysteme. In: Mayntz, R., Rosewitz, B., Schimank, U., Stichweh, R. (Hg.): *Differenzierung und Verselbständigung. Zur Entwicklung gesellschaftlicher Teilsysteme*. Frankfurt a. M.: Campus, 233-260.
- Orr, J. E. 1996: *Talking about machines: An ethnography of a modern job*. Ithaca N.Y.: ILR.
- Ortmann, U. 2014: *Arbeiten mit RFID. Zum praktischen Umgang mit unsichtbaren Assistenten*. Berlin: Sigma.
- Otway, H., Wynne, B. 1993: Risikokommunikation: Paradigma und Paradox. In: Krohn, W., Krücken, G. (Hg.): *Risikante Technologien: Reflexion und Regulation*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp, 101-112.
- Perrow, C. 1987: Komplexität, Kopplung und Katastrophe. In: Perrow, C. (Hg.): *Normale Katastrophen. Die unvermeidbaren Risiken der Großtechnik*. Frankfurt a. M.: Campus, 95-140.
- Potthast, J. 2006: Ursachenforschung und Schuldzuweisung nach dem Absturz der Swissair 111: Eine technografische Kontroverse im Internetforum. In: Werner R., Schubert, C. (Hg.): *Technografie. Zur Mikrosoziologie der Technik*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp, 341-368.
- Potthast, J. 2007: *Die Bodenhaftung der Netzwerkgesellschaft. Eine Ethnografie von Pannen an Großflughäfen*. Bielefeld: transcript.
- Potthast, J. 2008: Ethnography of a paper strip. The production of air safety. *Science, Technology & Innovations Studies* 4 (1): 47-68.
- Rammert, W. 1982: Soziotechnische Evolution: Sozialstruktureller Wandel und Strategien der Technisierung. In: Jokisch, R. (Hg.): *Techniksoziologie*. Frankfurt a. M.: Suhrkamp, 32-81.

- Rammert, W. 1993: Technik aus soziologischer Perspektive. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Rammert, W. 1998: Technikvergessenheit der Soziologie? Eine Erinnerung als Einleitung. In: ders.(Hg.): Technik und Sozialtheorie. Frankfurt a. M.: Campus, 9-28.
- Rammert, W. et al. 1998: Wissensmaschinen. Soziale Konstruktion eines technischen Mediums: Das Beispiel Expertensysteme. Frankfurt a. M.: Campus.
- Rammert, W. 2003: Technik in Aktion: Verteiltes Handeln in soziotechnischen Konstellationen. In: Christaller, T., Wehner, J. (Hg.): Autonome Maschinen. Opladen: Westdeutscher Verlag, 289-315.
- Rammert, W. 2005: Gestörter Blickwechsel durch Videoüberwachung? Ambivalenzen und Asymmetrien soziotechnischer Beobachtungsordnungen. In: Hempel, L., Metelmann, J. (Hg.): Bild – Raum – Kontrolle. Videoüberwachung als Zeichen gesellschaftlichen Wandels. Frankfurt a. M.: Suhrkamp, 342-359.
- Rammert, W. 2007: Technik – Handeln – Wissen. Zu einer pragmatischen Technik- und Sozialtheorie. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Rammert, W. 2010: Die Pragmatik des technischen Wissens oder ‚How to do Words with things‘. In: Kornwachs, K. (Hg.): Technologisches Wissen. Berlin: Springer, 37-59.
- Rammert, W., Schubert, C. (Hg.) 2006: Technografie. Zur Mikrosoziologie der Technik. Frankfurt a. M.: Campus.
- Renn, O. 1984: Risikowahrnehmung der Kernenergie. Frankfurt a. M.: Campus.
- Ropohl, G. 1991: Technologische Aufklärung. Beiträge zur Technikphilosophie. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Schimank, U. 2009: Wichtigkeit, Komplexität und Rationalität von Entscheidungen. In: Weyer, J., Schulz-Schaeffer, I. (Hg.): Management komplexer Systeme. München: Oldenbourg, 55-71.
- Schubert, C. 2006: Die Praxis der Apparatedizin. Ärzte und Technik im Operationssaal. Frankfurt a. M.: Campus.
- Schubert, C. 2011: Die Technik operiert mit. Zur Mikroanalyse ärztlicher Arbeit. In: Zeitschrift für Soziologie 40 (4), 174-190.
- Schubert, C., Rammert, W. 2006: Unsicherheit und Mehrdeutigkeit im Operationssaal: Routinen und Risiken verteilter Aktivitäten in Hightech-Arbeitssituationen. In: Rammert, W., Schubert, C. (Hg.): Technografie. Frankfurt a. M.: Campus, 313-339.
- Schulz-Schaeffer, I. 2008: Formen und Dimensionen der Verselbständigung. In: Kündig, A., Bütschi, D. (Hg.): Die Verselbständigung des Computers. TA-Swiss 51. Zürich: vdf, 29-53.
- Star, S.L. 1991: The sociology of the invisible: The primacy of work in the writings of Anselm Strauss. In: Maines, D. (Hg.): Social Organization and Social Process: Essays in Honor of Anselm Strauss. Hawthorne, NY: Aldine de Gruyter, 265-283.
- Strauss, A. 1993: Continual permutations of action. New York: Aldine Pub.
- Strübing, J. et al. (Hg.) 2004: Kooperation im Niemandsland. Neue Perspektiven auf Zusammenarbeit in Wissenschaft und Technik. Opladen: Leske + Budrich.
- Suchman, L. 1993: Technologies of accountability: On lizards and air-planes. In: Button, G. (eds.): Technology in working order. London: Routledge, 113-126.
- Suchman, L. 2007: Human-Machine Reconfigurations. Plans and situated actions, 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press.

- Tichy, G. 2003: Dynamik oder Komplexität? Wirtschaft der Unsicherheit. In: Ederer, O., Prisching, M. (Hg.): Die unsichere Gesellschaft. Risiken, Trends, Zukünfte. Graz: Schriftenreihe der Arbeitsgemeinschaft für Wirtschafts- und Sozialgeschichte, 153-175.
- Voss, M. 2006: Symbolische Formen. Grundlagen und Elemente einer Soziologie der Katastrophe. Bielefeld: transcript.
- Weick, K. E. 1990: Technology as Equivoque. Sense-Making in New Technologies. In: Goodman, P., Sproull, L. (eds): Technology and Organizations. San Francisco: Jossey-Bars, 1-43.
- Wengenroth, U. 2012: 'Von der unsicheren Sicherheit zur sicheren Unsicherheit'. Die reflexive Modernisierung in den Technikwissenschaften. In: ders. (Hg.): Grenzen des Wissens – Wissen um die Grenzen. Weilerswist: Velbrück, 193-213.
- Weyer, J. 1997: Die Risiken der Automationsarbeit. Mensch-Maschine-Interaktion und Störfallmanagement in hochautomatisierten Verkehrsflugzeugen. Zeitschrift für Soziologie 26 (4): 239-257.
- Weyer, J. et al. 1997: Technik, die Gesellschaft schafft. Soziale Netzwerke als Ort der Technikgenese. Berlin: Sigma.
- Weyer, J., Schulz-Schaeffer, I. (Hg.) 2009: Management komplexer Systeme. Konzepte für die Bewältigung von Intransparenz, Unsicherheit und Chaos. München: Oldenbourg.
- Wildavsky, A. 1993: Die Suche nach einer fehlerlosen Risikominderungsstrategie. In: Krohn, W., Krücken, G. (Hg.): Riskante Technologien: Reflexion und Regulation. Frankfurt a. M.: Suhrkamp, 305-319.
- Winner, L. 1980: Do Artifacts Have Politics? Daedalus 109 (1), 121-136.
- Wynne, B. 1988: Unruly technology: Practical rules, impractical discourses and public understanding. Social Studies of Science 18 (1), 147-167.

In der Reihe „Working Papers“ sind bisher erschienen:

05/2013	Michael Hutter Hubert Knoblauch Werner Rammert Arnold Windeler	Innovation Society Today: The Reflexive Creation of Novelty TUTS-WP-5-2013
04/2013	Valentin Janda	Werner Rammert – wider soziale und technische Reduktionen TUTS-WP-4-2013
03/2013	Jörg Potthast	Technik als Experiment, Technikforschung als Kritik? Eine Zwischenbilanz TUTS-WP-3-2013
02/2013	Katharina Oehme	Rahmen und Routinen der Techniknutzung. Was Kann man aus Experimenten über alltägliche Techniknutzung lernen? TUTS-WP-2-2013
01/2013	Werner Rammert	Vielfalt der Innovation und gesellschaftlicher Zusammenhalt Von der ökonomischen zur gesellschaftstheoretischen Perspektive TUTS-WP-1-2013
05/2012	Valentin Janda	Usability-Experimente: Das konstruktive Experiment einer soziologischen Analyse TUTS-WP-5-2012
04/2012	Jörg Potthast	Politische Soziologie technischer Prüfungen. Das Beispiel Straßenverkehrssicherheit TUTS-WP-4-2012
03/2012	Christina Besio Robert J. Schmidt	Innovationen als spezifische Form sozialer Evolution: Ein systemtheoretischer Entwurf TUTS-WP-3-2012
02/2012	Julian Stubbe Mandy Töppel (Hrsg.)	Muster und Verläufe der Mensch-Technik-Interaktivität Band zum gleichnamigen Workshop am 17./18. Juni 2011 in Berlin TUTS-WP-2-2012
01/2012	Jochen Gläser	How does Governance change research content? On the possibility of a sociological middle-range theory linking science policy studies to the sociology of scientific knowledge* TUTS-WP-1-2012
06/2011	Anna Henkel	Die Dinge der Gesellschaft Erste Überlegungen zu einer Gesellschaftstheorie der Dinglichkeit TUTS-WP-6-2011
05/2011	Jörg Potthast	Soziologie der Kritik und Technik im Alltag TUTS-WP-5-2011

04/2011	Michael Hutter Hubert Knoblauch Werner Rammert Arnold Windeler	Innovationsgesellschaft heute: Die reflexive Herstellung des Neuen TUTS-WP-4-2011
03/2011	Werner Rammert	Distributed Agency and Advanced Technology Or: How to Analyse Constellations of Collective Inter-Agency TUTS-WP-3-2011
02/2011	Jessica Stock	Eine Maschine wird Mensch? Von der Notwendigkeit, Technik als integralen Bestandteil sozialer Praktiken zu akzeptieren – Ein Theorie-Report. TUTS-WP-2-2011
01/2011	Jörg Potthast	Wetterkarten, Netzwerkdiagramme und Stammbäume: Innovationskulturanalyse in Kalifornien. TUTS-WP-1-2011
03/2010	Michael Hahne	Aktivitätstheorie. Vorstellung zentraler Konzepte und Einordnung in die perspektivistische Theorievorstellung. TUTS-WP-3-2010
02/2010	Werner Rammert	Die Innovationen der Gesellschaft TUTS-WP-2-2010
01/2010	Jörg Potthast	Following passengers/locating access On recent attempts to disrupt terrorist travel (by air) TUTS-WP-1-2010
02/2009	Cornelius Schubert	Medizinisches Körperwissen als zirkulierende Referenzen zwischen Körper und Technik TUTS-WP-2-2009
01/2009	Werner Rammert	Die Pragmatik des technischen Wissens oder: „How to do Words with things“ TUTS-WP-1-2009
05/2008	Michael Hahne Corinna Jung	Über die Entstehungsbedingungen von technisch unterstützten Gemeinschaften TUTS-WP-5-2008
04/2008	Werner Rammert	Where the action is: Distributed agency between humans, machines, and programs TUTS-WP-4-2008
03/2008	Ingo Schulz-Schaeffer	Technik als Gegenstand der Soziologie TUTS-WP-3-2008
02/2008	Holger Braun-Thürmann	Die Ökonomie der Wissenschaften und ihre Spin-offs TUTS-WP-2-2008
01/2008	Werner Rammert	Technik und Innovation TUTS-WP-1-2008

08/2007	Jörg Potthast	Die Bodenhaftung der Flugsicherung TUTS-WP-8-2007
07/2007	Kirstin Lenzen	Die innovationsbiographische Rekonstruktion technischer Identitäten am Beispiel der Augmented Reality-Technologie. TUTS-WP-7-2007
06/2007	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. TUTS-WP-6-2007
05/2007	Nico Lüdtke	Lässt sich das Problem der Intersubjektivität mit Mead lösen? – Zu aktuellen Fragen der Sozialtheorie TUTS-WP-5-2007
04/2007	Werner Rammert	Die Techniken der Gesellschaft: in Aktion, in Interaktivität und hybriden Konstellationen. TUTS-WP-4-2007
03/2007	Ingo Schulz-Schaeffer	Technik als sozialer Akteur und als soziale Institution. Sozialität von Technik statt Postsozialität TUTS-WP-3-2007
02/2007	Cornelius Schubert	Technology Roadmapping in der Halbleiterindustrie TUTS-WP-2-2007 1/2007 Werner Rammert
01/2007	Werner Rammert	Technografie trifft Theorie: Forschungsperspektiven einer Soziologie der Technik TUTS-WP-1-2007
04/2006	Esther Ruiz Ben	Timing Expertise in Software Development Environments TUTS-WP-4-2006
03/2006	Werner Rammert	Technik, Handeln und Sozialstruktur: Eine Einführung in die Soziologie der Technik TUTS-WP-3-2006
02/2006	Alexander Peine	Technological Paradigms Revisited – How They Contribute to the Understanding of Open Systems of Technology TUTS-WP-2-2006
01/2006	Michael Hahne	Identität durch Technik: Wie soziale Identität und Gruppenidentität im sozio-technischen Ensemble von Ego-Shooterclans entstehen TUTS-WP-1-2006
07/2005	Peter Biniok	Kooperationsnetz Nanotechnologie – Verkörperung eines neuen Innovationsregimes? TUTS-WP-7-2005
06/2005	Uli Meyer Cornelius Schubert	Die Konstitution technologischer Pfade. Überlegungen jenseits der Dichotomie von Pfadabhängigkeit und Pfadkreation TUTS-WP-6-2005

05/2005	Gesa Lindemann	Beobachtung der Hirnforschung TUTS-WP-5-2005
04/2005	Gesa Lindemann	Verstehen und Erklären bei Helmuth Plessner TUTS-WP-4-2005
03/2005	Daniela Manger	Entstehung und Funktionsweise eines regionalen Innovationsnetzwerks – Eine Fallstudienanalyse TUTS-WP-3-2005
02/2005	Estrid Sørensen	Fluid design as technology in practice – Spatial description of online 3D virtual environment in primary school Bestell-Nr. TUTS-WP-2-2005
01/2005	Uli Meyer Ingo Schulz-Schaeffer	Drei Formen interpretativer Flexibilität TUTS-WP-1-2005
03/2004	Werner Rammert	Two Styles of Knowing and Knowledge Regimes: Between ‘Explicitation’ and ‘Exploration’ under Conditions of ‘Functional Specialization’ or ‘Fragmental Distribution’ TUTS-WP-3-2004
02/2004	Jörg Sydow Arnold Windeler Guido Möllering	Path-Creating Networks in the Field of Text Generation Lithography: Outline of a Research Project TUTS-WP-2-2004
01/2004	Corinna Jung	Die Erweiterung der Mensch-Prothesen-Konstellation. Eine technografische Analyse zur ‚intelligenten‘ Beinprothese TUTS-WP-1-2004
10/2003	Cornelius Schubert	Patient safety and the practice of anaesthesia: how hybrid networks of cooperation live and breathe TUTS-WP-10-2003
09/2003	Holger Braun-Thürmann Christin Leube Katharina Fichtenau Steffen Motzkus Saskia Wessälly	Wissen in (Inter-)Aktion - eine technografische Studie TUTS-WP-9-2003
08/2003	Eric Lettkemann Martin Meister	Vom Flugabwehrgeschütz zum niedlichen Roboter. Zum Wandel des Kooperation stiftenden Universalismus der Kybernetik TUTS-WP-8-2003
07/2003	Klaus Scheuermann Renate Gerstl	Das Zusammenspiel von Multiagentensystem und Mensch bei der Terminkoordination im Krankenhaus: Ergebnisse der Simulationsstudie ChariTime TUTS-WP-7-2003

06/2003	Martin Meister Diemo Urbig Kay Schröter Renate Gerstl	Agents Enacting Social Roles. Balancing Formal Structure and Practical Rationality in MAS Design TUTS-WP-6-2003
05/2003	Roger Häußling	Perspektiven und Grenzen der empirischen Netzwerkanalyse für die Innovationsforschung am Fallbeispiel der Konsumgüterindustrie TUTS-WP-5-2003
04/2003	Werner Rammert	Die Zukunft der künstlichen Intelligenz: verkörpert – verteilt – hybrid TUTS-WP-4-2003
03/2003	Regula Burri	Digitalisieren, disziplinieren. Soziotechnische Anatomie und die Konstitution des Körpers in medizinischen Bildgebungsverfahren TUTS-WP-3-2003
02/2003	Werner Rammert	Technik in Aktion: Verteiltes Handeln in soziotechnischen Konstellationen TUTS-WP-2-2003
01/2003	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 TUTS-WP-1-2003
09/2002	Werner Rammert	Gestörter Blickwechsel durch Videoüberwachung? Ambivalenzen und Asymmetrien soziotechnischer Beobachtungsordnungen TUTS-WP-9-2002
08/2002	Werner Rammert	Zwei Paradoxien einer Wissenspolitik: Die Verknüpfung heterogenen und die Verwertung impliziten Wissens TUTS-WP-8-2002
06/2002	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 TUTS-WP-6-2002
05/2002	Cornelius Schubert	Making interaction and interactivity visible. On the practical and analytical uses of audiovisual recordings in high-tech and high-risk work situations TUTS-WP-5-2002
04/2002	Werner Rammert Ingo Schulz-Schaeffer	Technik und Handeln - Wenn soziales Handeln sich auf menschliches Verhalten und technische Artefakte verteilt. TUTS-WP-4-2002

03/2002	Werner Rammert	Technik als verteilte Aktion. Wie technisches Wirken als Agentur in hybriden Aktionszusammenhängen gedeutet werden kann. TUTS-WP-3-2002
02/2002	Werner Rammert	Die technische Konstruktion als Teil der gesellschaftlichen Konstruktion der Wirklichkeit TUTS-WP-2-2002
01/2002	Werner Rammert	The Governance of Knowledge Limited: The rising relevance of non-explicit knowledge under a new regime of distributed knowledge production TUTS-WP-1-2002
02/2001	Ingo Schulz-Schaeffer	Technikbezogene Konzeptübertragungen und das Problem der Problemähnlichkeit. Der Rekurs der Multiagentensystem-Forschung auf Mechanismen sozialer Koordination TUTS-WP-2-2001
01/2001	Werner Rammert	The Cultural Shaping of Technologies and the Politics of Technodiversity TUTS-WP-1-2001
10/2000	Frank Janning Klaus Scheuermann Cornelius Schubert	Multiagentensysteme im Krankenhaus. Sozionische Gestaltung hybrider Zusammenhänge TUTS-WP-10-2000
09/2000	Holger Braun	Formen und Verfahren der Interaktivität – Soziologische Analysen einer Technik im Entwicklungsstadium. TUTS-WP-9-2000
08/2000	Werner Rammert	Nichtexplizites Wissen in Soziologie und Sozionik. Ein kursorischer Überblick TUTS-WP-8-2000
07/2000	Werner Rammert	Ritardando and Accelerando in Reflexive Innovation, or How Networks Synchronise the Tempi of Technological Innovation TUTS-WP-7-2000
05/2000	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 TUTS-WP-5-2000
04/2000	Holger Braun	Soziologie der Hybriden. Über die Handlungsfähigkeit von technischen Agenten TUTS-WP-4-2000
03/2000	Ingo Schulz-Schaeffer	Enrolling Software Agents in Human Organizations. The Exploration of Hybrid Organizations within the Socionics Research Program TUTS-WP-3-2000

02/2000	Klaus Scheuermann	Menschliche und technische ‚Agency‘: Soziologische Einschätzungen der Möglichkeiten und Grenzen künstlicher Intelligenz im Bereich der Multiagentensysteme TUTS-WP-2-2000
01/2000	Hans-Dieter Burkhard Werner Rammert	Integration kooperationsfähiger Agenten in komplexen Organisationen. Möglichkeiten und Grenzen der Gestaltung hybrider offener Systeme TUTS-WP-1-2000
01/1999	Werner Rammert	Technik Stichwort für eine Enzyklopädie TUTS-WP-1-1999