

Gabriele Schabacher



INFRASTRUKTUR-ARBEIT

καδμος

GABRIELE SCHABACHER
INFRASTRUKTUR-ARBEIT

Gabriele Schabacher

INFRASTRUKTUR-ARBEIT

Kulturtechniken und Zeitlichkeit der Erhaltung

Kulturverlag Kadmos Berlin

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Copyright © 2022, Kulturverlag Kadmos Berlin. Wolfram Burckhardt
Alle Rechte vorbehalten

Internet: www.kulturverlag-kadmos.de

Umschlaggestaltung: Wolfram Burckhardt

Umschlagabbildung: Untitled (1917) – Amadeo de Souza-Cardoso (1887–1918) via Flickr, Pedro Ribeiro Simões, <https://flic.kr/p/2iHGwzG> (CC BY 2.0)

Gestaltung und Satz: Readymade, Berlin

Druck: Booksfactory

Printed in EU

ISBN 978-3-86599-503-2

INHALT

Einleitung: Infrastrukturen, Kulturtechniken und Medien	7
1 Infrastrukturtheorien	27
1.1 Infrastrukturen: Begriff und Geschichte.	27
1.2 Large Technical Systems	37
1.3 Infrastructure Studies	43
1.4 Infrastrukturen in Praxiszusammenhängen	54
2 Medialität von Infrastrukturen	79
2.1 Sichtbarkeit/Unsichtbarkeit. Blackboxing und ›Unsichtbare Städte‹	79
2.2 Skalierungen – global/lokal. Standards und Metrologie	104
2.3 Zeitlichkeit. Prozessualität und Transformation	120
3 Störungen und infrastrukturelles Lernen	149
3.1 Figurationen der Unterbrechung. Rekonstruktionen und Szenarien	149
3.2 Eisenbahnunfall, Rettungswesen und Staged Wrecks.	174
4 Kulturtechniken der De/Stabilisierung.	203
4.1 Reparieren. Repair Movement, Etymologien, Kulturgeschichte	204
4.2 Workarounds. Kludges und Umwege	229
4.3 Abandonment. Verfall und Relikte	255
4.4 Warten. Sorge, Adaptivität und die Anfänge industrieller Wartung	277
Fazit	323
Dank und Textnachweise	333
Literatur	335
Audiovisuelle Quellen.	383
Onlinequellen	384
Abbildungsnachweise	386

EINLEITUNG: INFRASTRUKTUREN, KULTURTECHNIKEN UND MEDIEN

Infrastrukturen sind in der Welt der Moderne ebenso ubiquitär wie unscheinbar. Sie durchziehen die Orte und Situationen des täglichen Lebens, sie formieren Organisationen und regeln Abläufe und Beziehungen auf gesellschaftlicher Ebene wie auch für die Wissenschaft, die Wirtschaft oder die Politik. Im Sinne der Daseinsvorsorge wird ihnen eine ›tragende‹ Rolle als Basis und Voraussetzung gesellschaftlichen Lebens attestiert: Infrastrukturen liefern Strom und Wasser, entsorgen den Müll, stellen Verkehrs- und Telekommunikationssysteme bereit, aber auch kulturelle Einrichtungen und soziale Institutionen, wie etwa Behörden, Schulen und Krankenhäuser, Kinos und Theater, Shoppingmalls und Sportanlagen. Infrastrukturen bringen dabei unterschiedliche Entitäten in systemische, stabile Zusammenhänge mit wechselseitigen Abhängigkeiten: natürliche und technische Dinge (z.B. Rohstoffe, Maschinen), humane und nicht-humane Lebewesen (z.B. Menschen, Tiere) sowie Zeichen und Diskurse (z.B. Signalsprachen, Vorschriften und Gesetze). Auf diese Weise ist es Infrastrukturen möglich, komplexe Informations- und Materialflüsse zu koordinieren, d.h. Energie, Personen, Güter oder Nachrichten zu bewegen und zu bearbeiten, also zu übertragen, zu speichern und zu prozessieren. Damit zeichnen sich Infrastrukturen durch eine vermittelnde Operativität aus, was sie zu Medien *par excellence* macht.

Eine infrastrukturelle Perspektive auf Medien nimmt bereits die klassische Medientheorie des 20. Jahrhunderts ein. Insbesondere Harold A. Innis rückt Transport- und Kommunikationswege ins Zentrum seiner Überlegungen und behauptet einen grundlegenden Zusammenhang zwischen Herrschaftsformen und Kulturentwicklung auf der einen Seite und der materiellen Beschaffenheit von Medientechnologien – spricht:

Kommunikations- und Transportinfrastrukturen – auf der anderen.¹ Medientheoretiker wie Marshall McLuhan, aber etwa auch Paul Virilio und später Friedrich Kittler greifen eine solche ›infrastrukturelle‹ Lesart von medialen Verhältnissen auf,² auch wenn sie den Begriff ›Infrastruktur‹ nicht explizit verwenden. Dies ändert sich vor dem Hintergrund der Digitalisierung, so dass der Zusammenhang von Medien und Infrastrukturen zu Beginn des 21. Jahrhunderts medientheoretisch wie gesellschaftlich expliziter formuliert wird,³ was sich etwa in der Rede von Plattformen, Netzwerken und Ökologien bestätigt.⁴ Dabei wird eine Auffassung von Medien, die von Endgeräten mit Benutzerschnittstellen ausgeht, gewissermaßen um einen infrastrukturellen ›Rückraum‹ erweitert, der Produktion, Rezeption und Distribution als miteinander verflochtene Felder verstehbar macht. Auf diese Weise lassen sich z.B. Zusammenhänge zwischen Smartphonennutzung und Rohstoff- bzw. Energieverfügbarkeit herstellen, was die Bereitstellung von Solarenergie zum Betrieb von Serverfarmen betrifft, aber auch lokale Praktiken der Stromgewinnung auf mobil-improvisierter Basis in ländlichen Gegenden ohne Netzanschluss.

Im Hintergrund der nachfolgenden Überlegungen zum Zusammenhang von Kulturtechniken und Infrastrukturen steht damit ein weiter Medienbegriff, der nicht nur klassische (Massen-)Medien wie etwa Buch, Zeitschrift, Film, Radio, Fernsehen oder Internet einschließt, sondern auch technische Apparate und Institutionen, Milieus, Architekturen, Infrastrukturen wie die bereits erwähnten Transportsysteme sowie Körper. Auf diese Weise lassen sich mediengeschichtliche Phänomene nicht nur historisch weiter zurückverfolgen, sondern auch Akteure wie etwa Personen, (Mess-)Instrumente oder eine Einrichtung wie das Postwesen als Mediatoren in den Blick nehmen.⁵ Anders als bei einem instrumentellen Medienbegriff werden Medien also nicht als neutrale

¹ Innis: *Empire and Communications*. Vgl. hierzu auch Schabacher: »Medien und Verkehr«.

² Vgl. McLuhan: *Understanding Media*, insb. Kap. 10, 19 und 22; Virilio: *Der negative Horizont*; Kittler: *Aufschreibesysteme 1800/1900*.

³ Vgl. etwa Parks/Starosielski (Hg.): *Signal Traffic*; Volmar/Stine (Hg.): *Media Infrastructures and the Politics of Digital Time*.

⁴ Zur Mediengeschichte von Netzwerken vgl. Schüttpelz: »Ein absoluter Begriff«, Gießmann: *Die Verbundenheit der Dinge*, zur environmentalen Dimension J.D. Peters: *The Marvelous Clouds*; Sprenger: *Epistemologien des Umgebens*.

⁵ Vgl. Hahn/Schüttpelz (Hg.): *Trancemedien und Neue Medien um 1900*; Rheinberger: »Schnittstellen«; Siegert: *Relais*.

Übertragungskanäle gedacht, sondern ganz im Sinne der Formel Marshall McLuhans »the medium is the message«⁶ als aktive Mittler des menschlichen Weltbezugs: Sie formatieren Wahrnehmungsprozesse, sind an Wissensverarbeitung, -speicherung und -erzeugung beteiligt und legen die Gestalt von politischen Öffentlichkeiten und Sozialbeziehungen fest. Für die Wirkung von Medien sind damit nicht die Botschaften entscheidend, sondern die durch sie organisierte jeweilige Zurichtung – ihre Infrastrukturierung – von Welt. Im Zentrum stehen bei einem solchen operativen Medienbegriff also das *Wie* der Vermittlung und die transformierende Wirkung, die dieser Vermittlung zugeschrieben wird.

Die vorliegende Studie richtet nun ihre Aufmerksamkeit auf einen spezifischen Aspekt dieser infrastrukturellen Gefüge, und zwar auf die Zeitlichkeit von Infrastrukturen. Infrastrukturen verdanken die ihnen gewöhnlich attestierte Festigkeit und Dauer, also ihre spezifische Materialität, Prozessen einer kontinuierlichen Stabilisierung, die mit einem hohen Aufwand an Arbeit und Kosten einhergeht. Die Notwendigkeit einer solchen Stabilisierung auf der Basis wiederkehrender Prozesse – Kulturtechniken der Erhaltung – wird im Folgenden als transformative Qualität von Infrastrukturen verstanden. Damit schlägt die Untersuchung einen Perspektivwechsel gegenüber einem *common sense*-Verständnis von Infrastrukturen vor: Denn Kulturtechniken der Erhaltung von infrastrukturellen Netzwerken in den Blick zu nehmen, setzt Infrastrukturen nicht als stabile Größen voraus, sondern rückt ihre Prozessualität und Veränderbarkeit in den Mittelpunkt. »Infrastruktur-Arbeit« hat dabei einen doppelten Sinn: Die Arbeit *von* Infrastrukturen betrifft die Vorgänge der stetigen infrastrukturellen Veränderung im Verlauf der Zeit, etwa durch Abnutzung, Defekte, Umwelteinflüsse. Die Arbeit *an* Infrastrukturen bezieht sich demgegenüber auf das Interesse an infrastruktureller Stabilisierung, was sich in den verschiedenen Tätigkeiten der Erhaltung manifestiert.

Mit dem Konzept der »Infrastruktur-Arbeit« verbindet sich also der Vorschlag, Infrastrukturen und Kulturtechniken systematisch aufeinander zu beziehen. Wie lässt sich dieser Zusammenhang nun genauer bestimmen? In einem ersten Zugriff wäre etwa zu konstatieren, dass sich Kulturtechniken wie auch Infrastrukturen konzeptuell unter Rückgriff auf Begriffe der Materialität, der Vernetzung und der Prozessualität beschreiben lassen. Auch wenn die Ansätze der Kulturtechnikforschung

⁶ McLuhan: *Understanding Media*, S. 7.

und der Infrastructure Studies nicht explizit aufeinander Bezug nehmen, ist auf dieser Basis eine Relationierung hinsichtlich der sozio-technisch-diskursiven Dimension von Kulturtechniken wie von Infrastrukturen produktiv. Eine besondere Rolle spielt dabei vor allem die medien- und kulturwissenschaftliche Perspektive: Denn wenn die Frage der Transformation für ein Verständnis von Infrastrukturen von entscheidender Bedeutung ist, dann rückt dies die Rolle infrastruktureller Akteure als Mediatoren (und damit als Agenten von Transformation) in den Vordergrund. Infrastrukturen sind also nicht nur auf der Sachebene ihrer vermittelnden Operativität als Medien zu verstehen, sondern darüber hinaus muss insbesondere die Medientheorie als ein Feld betrachtet werden, auf dem Kulturtechniken und Infrastrukturen konzeptuell einen gemeinsamen Bezugspunkt haben.

Die Engführung von Kulturtechniken und Infrastrukturen, welche die vorliegende Studie vorschlägt, schließt einerseits an den als *practice turn* bezeichneten Umbruch in den Medienwissenschaften an,⁷ also eine Perspektivierung medialer Gebrauchszusammenhänge und der damit verbundenen Situiertheit von Medien und Netzwerken. Andererseits verbindet sich mit einer Fokussierung von Kulturtechniken ein Abstand zu sozialtheoretischen Ansätzen. Denn Kulturtechniken rücken solche Prozessualitäten von Infrastrukturen in den Blick, die sich nicht ohne weiteres auf ›Subjekte‹ und ihre Nutzungspraktiken zurechnen lassen und die zudem über eigene Historizitäten verfügen. Um diese Einklammerung menschlicher Agency im Kontext der Kulturtechnikforschung zu bezeichnen, werden Kulturtechniken häufig in ihrem operativen Charakter (also als ›Operationen‹) und nicht als ›Praktiken‹ adressiert.

Trotz der skizzierten Bezüge ist es jedoch keineswegs selbstverständlich, Kulturtechniken und Infrastrukturen aufeinander zu beziehen. Daher wird im Folgenden zunächst einigen Differenzen zwischen den Ansätzen der Kulturtechnikforschung und den Infrastructure Studies nachgegangen, um vor diesem Hintergrund ihre gemeinsamen Intuitionen zu konturieren.

⁷ Vgl. hierzu Schüttpelz et al. (Hg.): *Connect and Divide*; ders.: »Infrastrukturelle Medien und öffentliche Medien« sowie die aus dem Zusammenhang des SFB 1187 »Medien der Kooperation« hervorgegangenen Überlegungen von Gießmann: »Elemente einer Praxistheorie der Medien«.

Kulturtechnikforschung und Infrastructure Studies

Die Unterschiede zwischen Kulturtechnikforschung und Infrastructure Studies betreffen erstens disziplinäre Differenzen und national verschiedene Wissenschaftskontexte, zweitens die jeweilige historische Verortung von Kulturtechniken und Infrastrukturen und drittens ihre Relationierung mit Blick auf das *structure/agency*-Verhältnis.

Die Kulturtechnikforschung wie auch die Infrastructure Studies stellen vergleichsweise junge Forschungsfelder dar. Während die Infrastructure Studies in die anglo-amerikanischen Science and Technology Studies eingebettet sind (s. Kap. 1.2 und 1.3), ist die Kulturtechnikforschung Teil einer für den deutschsprachigen Raum spezifischen Entwicklung der Medienwissenschaft,⁸ die zum Teil als »German media theory« adressiert wird.⁹ Dabei bezieht die deutsche Medientheorie eine Gegenposition zur US-amerikanischen Tradition der Media and Communication Studies, da sie weder Massenmedien noch den Kommunikationsbegriff primär fokussiert, sondern vielmehr »insignificant, unprepossessing technologies that underlie the constitution of meaning«.¹⁰ Die Kulturtechnikforschung verschiebt den Akzent von der Repräsentation von Bedeutung auf deren Bedingungen und damit »from semantics itself to the exterior and material conditions of what constitutes semantics.«¹¹ Nach einer ersten ›antihermeneutischen‹ Phase (Anfang der 1980er bis Ende der 1990er Jahre) hat die deutsche Medientheorie in ihrer ›posthermeneutischen‹ zweiten Phase (Ende der 1990er Jahre bis heute) Medien als Kulturtechniken konzeptualisiert.¹² Während der Posthumanismus in Nordamerika stärker zu biologischen Konzepten und insofern zur Problematisierung der Mensch-Tier-Differenz tendiere, bezieht sich Bernhard Siegert zufolge der ›nicht-menschliche‹ Aspekt der Kulturtechnikforschung stärker auf Techniken und Technologien,

⁸ Dies wird in der Forschung durchaus kritisch als Frage eines ›deutschen Sonderwegs‹ diskutiert, vgl. die Debatten in der *Zeitschrift für Kulturwissenschaften* 2008 (»Medienwissenschaft. Eine transatlantische Kontroverse«), S. 113–152 sowie 2010 (»Medienwissenschaften in Deutschland. Proliferationen einer transatlantischen Kontroverse«), S. 113–158 sowie eine Aufarbeitung der Anfänge der Debatte bei Breger: »Zur Debatte um den ›Sonderweg deutsche Medienwissenschaft‹«.

⁹ Vgl. Winthrop-Young: »Cultural Studies and German Media Theory«; Horn: »Editor's Introduction: ›There Are No Media‹«.

¹⁰ Siegert: *Cultural Techniques*, S. 3.

¹¹ Ebd., S. 2.

¹² Vgl. ebd., S. 6.

also auf die Mensch-Maschine-Differenz.¹³ Der Technikbegriff hat damit zentrale Relevanz für die Kulturtechnikforschung, denn »[i]ts semantic amplitude ranges from gadgets, artifacts, and infrastructures all the way to skills, routines, and procedures«. ¹⁴ So verstanden stellt das Technikkonzept eine Verbindung zwischen der Dimension der Praxis und des Know-hows im Sinne von *techné* als Fertigkeit und Können bzw. ältesten (Körper-)Techniken einerseits und stabilisierten Materialformationen im Sinne von Technologien und Maschinen (sowie: Infrastrukturen) andererseits her.¹⁵ Entsprechend betreffen Kulturtechniken Riten und Kulthandlungen, wissenschaftliche Verfahren zur Datenerzeugung, pädagogische Maßnahmen, aber auch politische, administrative, anthropologische und biologische Regulations- und Disziplinarsysteme.¹⁶ Dabei wird die Frage, ob Kulturtechniken auf Körpertechniken zurückgehen oder durch Artefakte generiert werden, unterschiedlich beantwortet. Während Erhard Schüttpelz im Anschluss an Marcel Mauss eine »medienanthropologische Kehre« der Kulturtechniken fordert,¹⁷ betont Bernhard Siegert deren Artefaktbezug. Bei der Kulturtechnik des Kochens etwa sei der dazu notwendige Kochtopf nicht aus einer Körpertechnik ableitbar, »weil man in der hohlen Hand nichts kochen kann, ohne die Hand zu verlieren.«¹⁸ In dieser Zuspitzung geht die Alternative aber an Mauss' Überlegungen vorbei, der Körpertechniken nicht allein auf den Körper bezieht (er spricht etwa von den verschiedenen Formen des Grabens mit einem Spaten oder des Schlafens mit und ohne Matten bzw. Kissen),¹⁹ sondern zunächst einmal das Missverständnis korrigieren will, demzufolge etwas nur dann als Technik anzusehen ist, wenn es ein Instrument gibt.²⁰ Dem stellt er die Auffassung entgegen, wonach der Körper »das erste und natür-

¹³ Vgl. ebd., S. 8. Zur Einführung des Kulturtechnik-Konzepts für ein anglo-amerikanisches Publikum vgl. Winthrop-Young: »Cultural Techniques: Preliminary Remarks«.

¹⁴ Winthrop-Young: »Translator's Note«, S. xv.

¹⁵ Vgl. hierzu Ingold: »Beyond Art and Technology«; Mauss: »Die Techniken des Körpers«; Haudricourt: »Technologie als Humanwissenschaft«; zur Technikphilosophie vgl. Kapp: *Grundlagen einer Philosophie der Technik*; Heidegger: »Die Frage nach der Technik«; Ropohl: *Signaturen der technischen Welt*.

¹⁶ Vgl. Siegert: »Kulturtechnik«, S. 99.

¹⁷ Vgl. Schüttpelz: »Die medienanthropologische Kehre der Kulturtechniken«; ders.: »Körpertechniken«.

¹⁸ Siegert: »Kulturtechnik«, S. 99f.

¹⁹ Vgl. Mauss: »Die Techniken des Körpers«, S. 201 und 212.

²⁰ Ebd., S. 205.

lichste Instrument des Menschen« ist.²¹ Festzuhalten bleibt in jedem Fall, dass Kultur im Horizont der Kulturtechniken nicht als Sphäre des Geistigen oder einer wie auch immer gearteten ›Hochkultur‹ zu verstehen, sondern grundsätzlich plural zu denken ist.²² Kulturtechniken betreffen in der Kulturtechnikforschung auch nicht die pädagogische Vermittlung grundlegender Medienkompetenzen, sondern bezeichnen »Praktiken und Verfahren der Erzeugung von Kultur, die an der Schnittstelle von Geistes- und Technikwissenschaften ansetzen und als Bedingung der Möglichkeit von Kultur überhaupt begriffen werden«.²³ Sie stehen also für die Tatsache, dass Kultur im weitesten Sinne technisch konstituiert ist.²⁴

Neben den disziplinär und national unterschiedlich geprägten Wissenschaftskontexten ist zweitens auch die historische Verortung der Konzepte verschieden. Denn mit Kulturtechniken assoziiert man ein vormodernes (bzw. nicht-modernes) Register, während Infrastrukturen im engeren Sinne eindeutig zum Bereich der Moderne gehören und sich erst im Horizont der Industrialisierung während des 19. Jahrhunderts etablieren. Der im 19. Jahrhundert geprägte Neologismus ›Kulturtechnik‹ bezeichnet zunächst im Sinne von lateinisch *cultura* und *colere* die den Ackerbau betreffenden ingenieurwissenschaftlichen Techniken der Urbarmachung bzw. Verbesserung des Bodens,²⁵ worunter im engeren Sinne die »Lehre von der Beherrschung des Wassers im Interesse der Landwirtschaft« gefasst wird.²⁶ Schon in Friedrich Kittlers posthum veröffentlichtem Vorwort zu *Aufschreibesysteme*,²⁷ dann aber vor allem im Rahmen der Arbeit der Berliner Forschergruppe »Bild –

²¹ Ebd., S. 206.

²² Vgl. Siebert: »Türen«, S. 152.

²³ Maye: »Was ist eine Kulturtechnik?«, S. 121.

²⁴ Vgl. Siebert: »Kulturtechnik«, S. 98.

²⁵ Vgl. hierzu etwa Dünkelberg: *Enzyklopädie und Methodologie der Kulturtechnik*, insb. Bd. 2; Vogler: *Grundlehren der Kulturtechnik*.

²⁶ Ebd., Bd. 2, S. 6. Zur Geschichte des Kulturtechnikbegriffs vgl. auch Maye: »Was ist eine Kulturtechnik?«, S. 121–124.

²⁷ Vgl. Kittler: »Aufschreibesysteme 1800/1900. Vorwort«. Für Kittler ermöglicht es eine kulturtechnische Perspektive – er denkt etwa an Marcel Mauss' Ausführungen zur historisch-kulturellen Prägung von Körpertechniken –, die üblicherweise Individuen zugeschriebenen Handlungen auf die sie bedingenden Strukturen zu beziehen: »Unter kulturtechnischer Fragestellung verlieren auch alltägliche Praktiken ihre scheinbare Harmlosigkeit und Individualität, weil sie mit einem Schlag auf staatliche oder industrielle Programme transparent werden.« (Ebd., S. 126) Zu Kittlers Übersetzung des Kulturtechnikbegriffs in die Medienwissenschaft vgl. Koch/Köhler: »Das kulturtechnische Apriori Friedrich Kittlers«.

Schrift – Zahl« des Hermann-von-Helmholtz-Zentrums für Kulturtechnik werden vor allem Symboltechniken wie Schreiben, Lesen, Rechnen als ›elementare Kulturtechniken‹ verstanden.²⁸ Gegenüber diesem Kulturtechnikverständnis setzt die Weimarer Kulturtechnikforschung durch ihre Einbeziehung von Körper-, Ritual- und Verkehrstechniken sowie Architekturen auf ein entsprechend erweitertes Verständnis von Kulturtechniken,²⁹ das auch der hier unternommenen Engführung von Infrastrukturen und Kulturtechniken zugrunde liegt.

Schließlich besteht ein dritter Unterschied zwischen Infrastrukturen und Kulturtechniken darin, dass sie entgegengesetzte Pole der *structure/agency*-Beziehung zu besetzen scheinen. Kulturtechniken bezögen sich demzufolge auf die Seite des Handelns bzw. der Handlungsmacht, Infrastrukturen dagegen auf stabilisierte Materialitäten und damit auf Strukturen. Entsprechend wären Kulturtechniken als (sequentielle) Operationen beschreibbar, wohingegen Infrastrukturen stärker als systemisch (da standardisiert) zu sehen wären. Auf diese vermeintliche Entgegensetzung wird unten noch einmal ausführlicher zurückzukommen sein.

Angesichts der genannten Differenzen stellt sich die Frage umso nachdrücklicher, in welcher Hinsicht eine Engführung von Kulturtechniken und Infrastrukturen gleichwohl sinnvoll ist. Zwei Annahmen, von denen Infrastructure Studies wie Kulturtechnikforschung gleichermaßen ausgehen, sind hier aufschlussreich. Die erste Annahme betrifft die Tatsache, dass die Kulturtechnikforschung wie auch die Infrastructure Studies die Idee des Hylemorphismus kritisieren, derzufolge Subjekte als bewusst gestaltende Akteur:innen des kulturellen Feldes auftreten, die ›Material‹ intentional formen. Tim Ingold kritisiert diese Vorstellung und betont die grundlegende Beweglichkeit jeden Materials, auf die sich ein Gestaltungsprozess einzulassen habe: »Beim Machen folgt der Macher dem Material, und der Prozess des Dem-Material-Folgens ist eine Korrespondenz zwischen dem Strömen des Materials sowie dem

²⁸ Vgl. Krämer/Bredenkamp (Hg.): *Bild – Schrift – Zahl*, sowie die programmatische Einleitung der Herausgebenden, die sich vor allem gegen die Idee wendet, Kultur ließe sich semiotisch als lesbarer Text verstehen (vgl. dies.: »Kultur, Technik, Kulturtechnik«, S. 12).

²⁹ Vgl. hierzu Siegert: »Kulturtechnik«, S. 98. Für die Weimarer Kulturtechnikforschung vgl. den entsprechenden Schwerpunkt der *Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung* 2010 mit Beiträgen von Erhard Schüttpelz, Harun Maye, Wolfgang Schäffner, Bernhard Siegert und Cornelia Vismann.

Bewegen und Strömen des Bewusstseins des Machers.«³⁰ Das aus den Science and Technology Studies stammende Konzept des »heterogenen Engineering«³¹ verschiedener Akteure, die sich in sozio-technisch-diskursiven Embroglios formieren, zeigt eine entsprechende Frontstellung gegenüber Ideen subjektiver Ermächtigung. Beide Perspektiven gehen damit vom Tatbestand einer grundlegenden Vernetztheit der beteiligten Entitäten aus (seien es Steine, Menschen oder Vorschriften). Die Kulturtechnikforschung denkt hier allerdings vor allem an Akteur-Netzwerke und ihre Trajektorien im Sinne der Akteur-Netzwerk-Theorie und unterstreicht die Priorität von Operationsketten (*chaîne opératoire*) gegenüber den daraus resultierenden Artefakten und Konzepten.³² Heuristisch verstanden bedeutet diese Priorität, dass »die Aufgabe einer archäologischen Rekonstruktion technischer Operationsketten *allen* beteiligten, allen rekonstruierten, vorgefundenen, dokumentierten und erschlossenen Größen vorgeordnet wurde.«³³ Die Analyse der komplexen Prozedur etwa des Nüsse-Knackens im Norden Namibias, die Thomas Widlok beschreibt, wäre ein Beispiel für eine Rekonstruktion derartiger kulturtechnischer Operationsketten.³⁴ Demgegenüber versteht die Infrastrukturforschung die Idee der Vernetzung stärker als (historische) Schichtung, was sich in Konzepten wie der Pfadabhängigkeit großtechnischer Systeme, aber auch den »shearing layers« architektonischer Formationen niederschlägt.³⁵ Zusammengeführt werden die kulturtechnische und die infrastrukturelle Perspektive etwa in Edwin Hutchins' Analyse der verteilten Kognition in der Schiffsnavigation. Ohne auf eines der beiden Konzepte explizit einzugehen, zeigt Hutchins, wie Skills, Maschinen und Medien hier in mehrfacher Weise miteinander verschränkt sind: in der Reihenfolge der Schritte, in der etwas getan

³⁰ Ingold: »Eine Ökologie der Materialien«, S. 71.

³¹ Vgl. Law: »Technik und heterogenes Engineering«.

³² Unter Rekurs auf André Leroi-Gourhan wie auch Marcel Mauss und Antoine Hennion rekonstruiert Erhard Schüttpelz die Bedeutung dieser Operationsketten für die Analyse von Medien, vgl. Schüttpelz: »Die medienanthropologische Kehre der Kulturtechniken«, S. 91–93; ders.: »Die Erfindung der Twelve-Inch, der Homo Sapiens und Till Heilmanns Kommentar zur Priorität der Operationskette«.

³³ Ebd., S. 218.

³⁴ Widlok: »Kulturtechniken«, S. 45–47. Widlok geht auch auf die von Marlize Lombard und Miriam Noël Haidle als »Wirkungskette« (*effective chain*) beschriebene Herstellung eines Pfeils im Kontext der Jagd mit Pfeil und Bogen ein; vgl. ebd., S. 53 sowie Lombard/Haidle: »Thinking a Bow-and-arrow Set«.

³⁵ Vgl. Edwards et al.: *Understanding Infrastructure*, S. 17–19; Brand: *How Buildings Learn*, S. 13.

werden muss, in der Organisation des Ausbildungswegs zum Navigator sowie im räumlichen Setting an Bord großer Schiffe und bei den zum Einsatz kommenden Hilfsmitteln.³⁶ Das Beispiel veranschaulicht einen Aspekt, den auch Susan Leigh Stars Infrastrukturstudien immer wieder betonen: Großtechnische Systeme existieren nur eingebettet in konkrete Nutzungskonstellationen («communities of practice»³⁷), die maßgeblich dafür sind, ob Systeme gut oder eben schlecht funktionieren. Kulturtechniken und Infrastrukturen werden also beide unter Verweis auf ihre vernetzte Strukturierung beschrieben, seien dies sequentiell organisierte Operationsketten und »meshwork[s]«³⁸ im Fall von Kulturtechniken oder distribuierte, auf standardisierten Verfahren beruhende Systeme verschiedener *communities of practice* im Fall von Infrastrukturen.³⁹

Eine zweite Annahme, die beide Forschungsperspektiven teilen, betrifft ihr dezidiertes Interesse an unsichtbaren bzw. impliziten Prozessen, die auf einer vorbegrifflichen, habituellen oder indirekten Ebene wirksam sind, um Funktionszusammenhänge zu gewährleisten. Insbesondere die Kulturtechnikforschung perspektiviert den vorbegrifflichen Status dieser Praktiken:

Kulturtechniken – wie Schreiben, Lesen, Malen, Rechnen, Musizieren – sind stets älter als die Begriffe, die aus ihnen generiert werden. Geschrieben wurde lange vor jedem Begriff der Schrift oder des Alphabets; Bilder und Statuen inspirierten erst nach Jahrtausenden einen Begriff des Bildes; bis heute kann gesungen und musiziert werden ohne Tonbegriffe oder Notensysteme. Auch das Zählen ist älter als die Zahl. Zwar haben die meisten bekannten Kulturen gezählt oder bestimmte Rechenoperationen durchgeführt; aber sie haben daraus nicht zwangsläufig einen Begriff der Zahl abgeleitet.⁴⁰

Bernhard Siegert legt diese Überlegungen menschheitsgeschichtlich tiefer und betont für die medientheoretisch relevanten Größen des Menschen, des Raums und der Zeit, dass Kulturtechniken der Hominisierung, der Spatialisierung oder der Temporalisierung auch hier philosophischer Konzeptualisierung vorausgehen:

³⁶ Vgl. Hutchins: »Die Technik der Teamnavigation«.

³⁷ Vgl. Lave/Wenger: *Situated Learning*; Bowker/Star: *Sorting Things Out*, S. 293–300.

³⁸ Ingold: *Lines*, S. 80.

³⁹ Zur Frage der Vernetzung vgl. Böhme: »Einführung. Netzwerke«; Castells: *Der Aufstieg der Netzwerkgesellschaft*; Broch et al.: *Netzwerke der Moderne*; Faßler: *Netzwerke*; Galloway/Thacker: *The Exploit*.

⁴⁰ Macho: »Zeit und Zahl«, S. 179.

Das den Jäger vom Beutetier trennende Gatter, das im Zuge einer koevolutionären Domestizierung die anthropologische Differenz von Mensch und Tier hervortreibt, die mit dem Pflug in den Boden gezogene Linie und der (Getreide-)Speicher sind die archaischen Kulturtechniken der Hominisierung, des Raumes und der Zeit. Der Begriff der Kulturtechniken wendet sich folglich vehement gegen jede Ontologie philosophischer Begriffe. Es gibt nicht *den Menschen* unabhängig von Kulturtechniken der Hominisierung, es gibt nicht *die Zeit* unabhängig von Kulturtechniken der Zeitmessung und es gibt nicht *den Raum* unabhängig von Kulturtechniken der Raumbeherrschung.⁴¹

Kulturtechniken sind also, grammatikalisch formuliert, Verben, sie verweisen auf ein Tun: »Wäre oder hätte die Medientheorie eine Grammatik«, so Cornelia Vismann in ihrer Applikation des Kulturtechnikkonzepts auf Fragen des Rechts, »so käme diese Handlungsmacht darin zum Ausdruck, dass Objekte die grammatikalische Stellung des Subjekts einnehmen und Kulturtechniken Verben vertreten.«⁴² Zu verstehen ist dieses Tun als eine »Eigenpraxis der Dinge und Medien«, die den Handlungsradius von Subjekten festlegen.⁴³ Bedeutsam sind dabei insbesondere Vollzugsregeln, die die »Verfahrensförmigkeit«⁴⁴ von Kulturtechniken ausmachen und sich als »Corpus an Regeln und Regelmäßigkeiten einer Praxis«⁴⁵ verstehen lassen; dabei können diese Regeln im Falle einer Apparatur implizit bleiben, aber auch in schriftlichen Ordnungen explizit vorliegen.⁴⁶ Was Vismann hier für Apparaturen festhält, gilt auch für die kulturtechnische Dimension der Architektur: Zu denken wäre an die Operativität baulicher Elemente wie Tor oder Tür, Gatter, Wand und Korridor,⁴⁷ die der Aufrichtung von Unterscheidungen zwischen Innen und Außen, Zivilisation und Wildnis, Mensch und Tier, Heiligem und Profanem dienen und damit Aufgaben der Regulierung und Kontrolle übernehmen.⁴⁸ Das Implizit-Bleiben von Kulturtechniken ließe sich darüber hinaus auch auf vermeintlich »sekundäre« oder »mindere« Kulturtechniken beziehen, die gegenüber den elementaren Praktiken der Symbolmanipulation (Schreiben, Rechnen etc.) oder den

⁴¹ Siegert: »Kulturtechnik«, S. 99.

⁴² Vismann: »Kulturtechniken und Souveränität«, S. 171.

⁴³ Ebd., S. 172.

⁴⁴ Ebd., S. 175.

⁴⁵ Ebd., S. 176.

⁴⁶ Vgl. ebd.

⁴⁷ Siegert: »Türen«; Schöffner: »Elemente architektonischer Medien«; ARCH+ 191/192 (2009): *Schwellenatlas*; Trüby: *Geschichte des Korridors*; Krajewski: *Der Diener*, Kap. 1; Jany: *Prozessarchitekturen*.

⁴⁸ Vgl. hierzu Siegert: »Kulturtechnik«, S. 100.

fortschrittsgeschichtlich ›höherwertigen‹ Praktiken des Experimentierens oder Entwerfens einen weniger prominenten Platz einnehmen, wie etwa das Reparieren (s. Kap. 4.1), der Workaround (s. Kap. 4.2), das Basteln oder das Zweckentfremden. Derartige Perspektiven auf die indirekte und habituelle Dimension von Kulturtechniken lassen sich mit den Überlegungen zu ›unsichtbarer Arbeit‹, implizitem Wissen sowie naturalisierten Routinen und Gewohnheiten verknüpfen,⁴⁹ wie sie im Rahmen von Infrastrukturanalysen diskutiert werden (s. Kap. 2.3). Im Rekurs auf Harvey Sacks' Analyse des »doing ›being ordinary«⁵⁰ als einer Form der ›Normalisierungsarbeit‹ (»all sorts of normalized things [...] are jobs which [...] took some kind of effort, training, etc.«⁵¹) unterstreichen etwa Geoffrey Bowker und Susan Leigh Star, dass das Normale und Gewöhnliche, durch das sich die Mitgliedschaft in einer *community of practice* auszeichne, nie einfach gegeben ist, sondern stets als »delicate constructions made and remade every day«.⁵² Sowohl in der Kulturtechnikforschung als auch in der Auseinandersetzung mit Infrastrukturen wird also die Wirksamkeit häufig implizit bleibender Verfahren, Praktiken und Operationen als entscheidend für die Konstitution und das Funktionieren der Gesamtformation gesehen.

Infra-Agency

Der Zusammenhang zwischen Kulturtechniken und Infrastrukturen ist also vor allem dann erkennbar, wenn Infrastrukturen nicht als dauerhafte Gebilde vorausgesetzt, sondern als etwas verstanden werden, dessen ›Festigkeit‹ sich einer stetigen Arbeit der Stabilisierung verdankt. In dieser Perspektive werden insbesondere jene Prozesse, Techniken und Skills relevant, die Technologien, Maschinen und Systeme über die Zeit hinweg unter Einsatz von Arbeitskraft und Kosten aufrechterhalten. Die vorliegende Studie fasst den Zusammenhang von Kulturtechniken und Infrastrukturen deshalb als »Infrastruktur-Arbeit«. In Frage steht eine

⁴⁹ Vgl. etwa Star/Strauss: »Layers of Silence, Arenas of Voice«; Polanyi: *The Tacit Dimension*.

⁵⁰ Vgl. Sacks: »Lecture 1: Doing ›being ordinary««, S. 215–221.

⁵¹ Ebd.

⁵² Bowker/Star: *Sorting Things Out*, S. 296. Zur Frage der Routinetätigkeiten mit Blick auf Arbeitszusammenhänge und Informationstechnologien vgl. Suchman: »Making a Case«; Goodwin/Goodwin: »Seeing as a Situated Activity«.

grundlegende Prozessualität von Infrastrukturen, für die der Begriff *Infra-Agency* vorgeschlagen wird. *Infra-Agency* meint die paradoxe Tatsache, dass Infrastrukturen nur auf der Basis einer stetigen Bewegung und Veränderbarkeit stabilisierbar sind.

So gesehen ist das Verhältnis von Infrastrukturen und Kulturtechniken weniger als Opposition von *structure* und *agency* zu verstehen, und damit komme ich auf den bereits angesprochenen Punkt zurück, sondern vielmehr als kontinuierliche Achse der reversiblen Zustände von Struktur und Prozess.⁵³ Bezogen auf die Logik eines reversiblen Blackboxing (s. Kap. 2.1) ließe sich das Verhältnis von Infrastrukturen und Kulturtechniken auch als Vexierbild beschreiben: Fokussiert man den geblackboxten Zustand einer Technologie, sieht man nur ›feste‹ Infrastrukturen. Öffnet man dagegen die Blackbox, sind allein Kulturtechniken und damit die prozessuale Dimension zu erkennen, die Infrastrukturen allererst herstellen: Die Dimension der *Infra-Agency* wird sichtbar. Kulturtechniken betreffen also die Arbeit an Infrastrukturen, Infrastrukturen *sind* nur aufgrund der stetig in sie investierten Kulturtechniken der Stabilisierung.

Die paradoxe Zeitlichkeit von Infrastrukturen – ihre *Infra-Agency* – bezieht sich also auf die veränderliche Festigkeit bzw. nur temporär stillgestellte Bewegung infrastruktureller Gefüge. Dieses Verhältnis findet sich auch mit Blick auf die Kulturtechniken der Erhaltung. Etymologisch bezieht sich das Verb *erhalten* neben der uns heute geläufigen Bedeutung von ›empfangen‹ auf die Aktion, Dingen ganz buchstäblich einen Halt zu geben, »welche fallen oder sich entfernen wollen«, also

⁵³ Ein solches Verständnis entspräche Latours Kritik an der Gegenüberstellung *structure/agency*. Er betont, die Sozialwissenschaften hätten hier stets zwischen zwei Unzufriedenheiten geschwankt: »Wenn sich Sozialwissenschaftler auf das konzentrieren, was man die Mikro-Ebene nennen könnte [...], erkennen sie schnell, dass viele Elemente, die dazu notwendig sind, der Situation Sinn zu verleihen, sich bereits am Platz befinden [...]; daher der Drang, [...] nach einer anderen Ebene zu suchen [...]. Deshalb ist solchen Begriffen wie Gesellschaft, Normen, Werte [...] so viel Arbeit gewidmet worden. [...] Aber wenn dieses neue Niveau erreicht worden ist, beginnt eine zweite Art der Unzufriedenheit. Nun haben die Sozialwissenschaftler das Gefühl, dass etwas fehlt, dass die Abstraktion [...] zu groß ist und dass man sich durch einen gegensätzlichen Schritt zurück wieder mit den lokalen Fleisch-und-Blut-Situationen [...] verbinden muss. Wieder zurück an den örtlichen Schauplätzen setzt jedoch dasselbe Unwohlsein wieder ein, daß sie in die Richtung einer Suche nach sozialen Strukturen trieb.« (Latour: »Über den Rückruf der ANT«, S. 562f.) Latour versteht deshalb das Soziale bekanntlich als zwischen den Punkten der *Agency* und der Struktur zirkulierende Entität (vgl. ebd., S. 563).

fest- oder zurückgehalten werden müssen.⁵⁴ Und auch im übertragenen Sinn geht es um Tätigkeiten, die »Fortdauer einer Sache in einem gewissen Zustande« oder auch schlicht des Lebens selbst durch die Befriedigung elementarer Bedürfnisse gewährleisten, also Unterhalt und Schutz bereitstellen sollen.⁵⁵ Kulturtechniken der Erhaltung, so könnte man sagen, zeichnen sich also dadurch aus, dass sie einen prinzipiell nicht-stabilen Zustand temporär stabilisieren, indem sie ihm auf unterschiedliche Weise Halt geben, ihn aber nie in einen grundsätzlich anderen Zustand überführen.

Historisch ist das Bedingungsgefüge von Kulturtechniken und Infrastrukturen für eine spezifische Ungleichzeitigkeit verantwortlich, die die Aufrechterhaltung moderner (und auch digitaler Informations-) Infrastrukturen an Kulturtechniken bindet, die deutlich vormoderner Herkunft sind. Infrastruktur-Arbeit lässt sich als eine Scharnierstelle von vormodernen und modernen Tätigkeiten verstehen, was unter Bezugnahme auf den verwendeten Arbeitsbegriff weiter präzisierbar ist. Denn ›Arbeit‹ bezeichnet hier nicht allein ökonomische Wertschöpfung im Sinne von Arbeitsteilung und Lohnarbeit, sondern bezieht sich im wortgeschichtlich breiten Sinne sowohl auf die (körperliche) Mühsal, auf die Bandbreite von Tätigkeiten, die von den abhängigen zu den freiwilligen und von den körperlichen zu den geistigen Formen von Arbeit reichen, wie auch auf deren Produkt (Werk, *opus*).⁵⁶ Arbeit wird damit weder als primär modernes Konzept gefasst noch als eines, das sich ausschließlich auf menschliche Agency bezöge. So heißt es bei Adelung, das Wort *Arbeit* beziehe sich im figürlichen Sinne auch auf die »innere Bewegung lebloser Körper«, also etwa auf einen Vorgang wie die Gärung (»das Bier, der Wein ist in Arbeit, gähret«). Es lasse sich aber auch auf »jede heftige Bewegung lebloser Körper« anwenden, so könne etwa ein Dichter von einem Unwetter als »Arbeit der Natur« sprechen.⁵⁷ Für die in Frage stehende Infrastruktur-Arbeit ist dies insofern relevant, als sie sowohl die Arbeit *von* Infrastrukturen wie auch die Arbeit *an* Infrastrukturen betrifft. Ersteres also, die Arbeit von Infrastrukturen, wäre mit Adelungs ›Arbeit des Weines‹ bzw. der ›Arbeit der Natur‹ vergleichbar, insofern es sich um Vorgänge im ›Inneren‹ von

⁵⁴ Adelung: [Art.] »Erhalten«, Sp. 1898; vgl. auch Grimm: [Art.] »Erhalten«.

⁵⁵ Adelung: [Art.] »Erhalten«, Sp. 1898.

⁵⁶ Vgl. dazu Conze: [Art.] »Arbeit«; zur Etymologie vgl. auch Grimm: [Art.] »Arbeit«.

⁵⁷ Adelung: [Art.] »Arbeit«, Sp. 418.

Infrastrukturen handelt, die nur unter bestimmten Bedingungen des Unblackboxing zu Tage treten. Die Arbeit *an* Infrastrukturen wiederum ist auf das Spektrum der Tätigkeiten (einschließlich der körperlichen Mühsal, der Arbeit der Subsistenz wie Formen der Lohnarbeit) zu beziehen, die sich auf Infrastrukturen richten, was etwa für die Tätigkeiten des Reparierens genauer zu zeigen sein wird.

Aufbau des Buches

Mit den voranstehenden Überlegungen schlägt die vorliegende Studie eine dezidiert kultur- und medienwissenschaftlich ausgerichtete Infrastrukturforschung vor. Sie folgt den Prozessen der Aufrechterhaltung von Infrastrukturen im Sinne einer Arbeit der Stabilisierung von sozio-technisch-diskursiven Systemen. Dabei kreuzen sich im Konzept der Infrastruktur-Arbeit moderne und vormoderne Register, und infrastrukturelle Akteure werden als Mediatoren gesellschaftlich-kultureller Prozesse verstanden.

Um die Forderung eines prozessualen Infrastrukturverständnisses zu konturieren, diskutiert das erste Kapitel »Infrastrukturtheorien« die Epistemologien und Praxen, die sich auf Infrastrukturen richten. In begriffs- und sachgeschichtlicher Hinsicht (Kap. 1.1) sind die Bedeutung und Entstehung des Infrastrukturbegriffs im 19. Jahrhundert, die Frage seines ›modernen‹ Indexes sowie seine nationalstaatliche Verankerung relevant, insbesondere mit Blick auf die Funktion der Daseinsvorsorge. Erste Theoretisierungen von Infrastrukturen legen die Science and Technology Studies vor (Kap. 1.2). Einflussreich ist insbesondere das Konzept des großtechnischen Systems nach Thomas P. Hughes, das von einer soziotechnischen Verflechtung von Akteuren ausgeht und ein evolutives Modell der Infrastrukturentwicklung vorschlägt, welches vor allem die Konsolidierung und den Transfer infrastruktureller Systeme berücksichtigt. Überlegungen zu digitalen Informationsinfrastrukturen (Kap. 1.3) rücken insbesondere die intersystemischen Vernetzungen großtechnischer Systeme und damit die Bedeutung von Gateways in den Mittelpunkt. Die Arbeiten von Susan Leigh Star und anderen problematisieren die Nutzung von (Informations-)Infrastrukturen im Horizont von Praxiszusammenhängen (Kap. 1.4). Für die vorliegende Studie bedeutsam sind die Überlegungen zu *boundary objects*, zu Klassifikationssystemen, vor allem aber die Charakteristika von Infrastrukturen,

die Star zusammen mit Karen Ruhleder in der Analyse des »Worm Community Systems« – eine digitale Informationsinfrastruktur für eine internationale Biolog:innen-Community – herausarbeitet. Denn diese Charakteristika verweisen bereits auf grundlegende Maßstabsverhältnisse, die für medien- und kulturwissenschaftliche Infrastrukturanalysen relevant werden: sozial/technisch, global/lokal, groß/klein.

Das zweite Kapitel »Medialität von Infrastrukturen« nimmt diese Überlegungen aus der Technik- und Sozialgeschichte sowie den Science and Technology Studies auf, um eine medienkulturwissenschaftliche Perspektive auf Infrastrukturen zu entwickeln. Dabei sind besonders drei Aspekte für die Medialität von Infrastrukturen relevant: ihre Sichtbarkeit, ihre Skalierbarkeit (Maßstabsverhältnisse) und ihre Zeitlichkeit. Fragen der Sichtbarkeit und Unsichtbarkeit von Infrastrukturen (Kap. 2.1) richten sich dabei auf die Visualität von Infrastrukturen im engeren Sinn, auf ihre Wahrnehmbarkeit (Lärm, Schmutz) und repräsentative Dimension, auf ihre epistemologische Un/Verfügbarkeit (Blackboxing, *infrastructural inversion*) sowie auf Praktiken des Verfügbarmachens im Sinne einer Visualisierung (Karten, Diagramme etc.). Insbesondere die Reversibilität des Blackboxing ist dafür verantwortlich, ob etwas als stabil oder instabil erscheint. Am Beispiel des Topos der »unsichtbaren Stadt« bei Alfred Döblin, Italo Calvino, Lewis Mumford und Friedrich Kittler wird den Relationen der In/Visibilität urbaner Infrastrukturen genauer nachgegangen, um vor diesem Hintergrund das Onlineprojekt *Paris: Ville Invisible* zu analysieren. Bruno Latour und Emilie Hermant machen hier den Vorschlag, das Unsichtbare als produktive Kraft des Politischen zu verstehen, insofern es sich einem totalisierenden Zugriff entzieht. Der zweite Aspekt der Medialität von Infrastrukturen betrifft die Skalierbarkeit infrastruktureller Gefüge, also die Maßstabsverhältnisse von Globalem und Lokalem (Kap. 2.2). Besonderes Augenmerk gilt hier einerseits dem Bedingungsgefüge von Infrastrukturen und Standardisierungsprozessen, andererseits den metrologischen Referenzketten, mit denen Standards und Konstanten sich »auszubreiten« und zu zirkulieren vermögen. Der dritte Aspekt betrifft die Zeitlichkeit von Infrastrukturen (Kap. 2.3). Zum einen richtet sich das Interesse auf die Prozessualität und Dynamik von Infrastrukturen, und zwar bezogen auf die in ihre Aufrechterhaltung investierte »unsichtbare Arbeit«. Konzepte wie Vorderbühne/Hinterbühne oder *knowing that/knowing how* problematisieren dabei in politischer Hinsicht, wessen Arbeit sichtbar ist bzw. unsichtbar bleibt. Zum anderen rücken

die Transformativität und Adaptivität von Infrastrukturen in den Blick, die eigentümliche und gegeneinander verschobene Zeitdimensionen innerhalb ein und derselben Infrastruktur bedingen. Am Beispiel der Bau- und Planungsgeschichte des Flughafens BER in Berlin lassen sich diese Zeitlichkeiten als ›geschichtete Temporalitäten‹ einer Infrastruktur analysieren.

Das dritte Kapitel »Störungen und infrastrukturelles Lernen« richtet seine Aufmerksamkeit auf Phänomene der Dysfunktionalität von Infrastrukturen. Gemäß Stars und Ruhleders Diktum, dass Infrastrukturen erst im Fall eines Zusammenbruchs sichtbar werden,⁵⁸ lassen solche Momente der Unterbrechung – Störungen, Unfälle, Katastrophen – die ansonsten implizit bleibenden Operationen eines reibungslosen Funktionierens von Infrastrukturen in den Blick geraten, womit Störungen eine hohe Relevanz als wissensgenerierenden Instanzen zukommt. Auf der Basis einer theoretischen Auseinandersetzung mit der grundlegenden Medialität der Störung und des Unfalls (Kap. 3.1) lassen sich ›Störung‹, ›Unfall‹ und ›Katastrophe‹ als verschiedene Typen von Unterbrechung fassen, wobei Systemunfälle besondere Aufmerksamkeit erfahren. Die Darstellung von Unfällen und Katastrophen erhält medienwissenschaftlich deshalb solche Relevanz, weil erst diese Repräsentationen Unterbrechungen verfügbar, und damit auch: bearbeitbar, machen. Sie weisen zwei unterschiedliche Zeitvektoren auf: Während Unfallrekonstruktionen ex post die Vorgängigkeit des Unfalls einzuholen suchen, setzen demgegenüber Szenariotechniken auf die Antizipation und Simulation zukünftiger Störungskonstellationen. Ein konkretes Beispiel aus der Eisenbahngeschichte des 19. Jahrhunderts zeigt, wie Unfälle zu einer Form ›infrastrukturellen Lernens‹ führen, das sich in einer Erhöhung der Sicherheit des Eisenbahnbetriebs manifestiert (Kap. 3.2). Die als *staged wrecks* bezeichneten Schaukollisionen von Dampflokomotiven auf US-State Fairs Ende des 19. Jahrhunderts sind vor diesem Hintergrund als eingeebte, weil kalkulierbare Formen der Störung zu verstehen, die erst auf der Basis der umfangreichen Unfallgeschichte der Eisenbahn des 19. Jahrhunderts möglich werden und mit der Etablierung eines Rettungswesens korrelieren.

Das vierte Kapitel »Kulturtechniken der De/Stabilisierung« widmet sich dann jenen Kulturtechniken der Erhaltung, die konstitutiv für die Verfertigung von Infrastrukturen sind. Insbesondere das in ihnen

⁵⁸ Vgl. Star/Ruhleder: »Steps Toward an Ecology of Infrastructure«, S. 113.

verankerte habitualisierte Können und implizite Wissen sowie die Netzwerke verteilter Handlungsmacht machen die operative Dimension von Infrastrukturen erkennbar. Zunächst geht es um Kulturtechniken des Reparierens (Kap. 4.1). Ausgehend von der aktuellen Repair-Bewegung machen die Etymologien des Reparierens, Flickens und Ausbüßens das breite Spektrum von Reparaturtätigkeiten deutlich, vor deren Hintergrund sich kulturgeschichtliche Umbrüche des Reparierens im Übergang von der vorindustriellen Knappheitsgesellschaft zu industriellen Produktionsweisen im 19. Jahrhundert und zur Massenkonsum- und Wegwerfgesellschaft des 20. Jahrhunderts markieren lassen. Die Verteiltheit des zu reparierenden Gegenstands, die ›Unsichtbarkeit‹ der Reparaturtätigkeit, die Repräsentation von Reparaturwissen, das Verhältnis von Herstellen und Reparieren sowie der spezifische Dingbezug stellen wiederum systematische Hinsichten für eine Analyse der Kulturtechniken des Reparierens bereit. Mit dem Workaround (Kap. 4.2) stehen Problemlösungsstrategien im Vordergrund, die den Umweg bzw. das Provisorium nutzen. Neben Notbehelfen in der Informationstechnik (›Kludges‹), wo die Bewertung von Workarounds zwischen ›Murks‹ und ›Cleverness‹ changiert, lassen sich Umwege auch in Alltagskonstellationen finden und mit Blick auf ihre politische Funktion, ihre Rolle für die Arbeitsorganisation, aber auch im interkulturellen Vergleich (*jugaad*) sowie bezogen auf ihr subversives Potential und ihre ästhetische Dimension (*chindōgu*, Rube Goldberg-Maschinen) analysieren. Wenn dagegen Erhaltungstätigkeiten ausbleiben, handelt es sich um eine Art ›Abandonment‹ von Infrastrukturen (Kap. 4.3), also Formen der Vernachlässigung, die zum Verfall von Infrastrukturen führen. Da sich Infrastrukturen häufig nicht zurückbauen lassen, stellt ihr Brachliegen eine eigentümliche Form gleichzeitiger An- und Abwesenheit dar. Dabei gehen solche Formen des Verfalls nicht nur mit einer spezifischen Ästhetik einher, sondern offenbaren auch die eigentümliche Widerständigkeit verlassener Infrastrukturen, die sich mit der paradoxen Zeitlichkeit von Ruinen engführen lässt und in postkolonialer Perspektive auf die politischen Implikationen imperialer Relikte verweist. Im Kontext der Debatten um das Anthropozän sind Infrastrukturen als Ausdruck von *human bioturbation* zu verstehen. Sie offenbaren damit eine weitere Temporaldimension: Neben der Zeitlichkeit der fortdauernden Stabilisierungsarbeit sowie der materiellen Resilienz von Infrastrukturen zeigt sich hier drittens die Irreversibilität der infrastrukturierenden Durchdringung des Planeten. Was abschließend die Kulturtechniken

des Wartens betrifft, so ist hier der Aspekt der Sorge und Pflege zentral (Kap. 4.4). Vor dem Hintergrund der Auseinandersetzung mit der Logik der Sorge in der feministischen Theorie, den Science and Technology Studies und in jüngster Zeit auch in den Kultur- und Medienwissenschaften stehen der Typus von Arbeit und die affektiven Relationen in Frage, die mit *care work* einhergehen, ebenso wie die Aktiv-Passiv-Verteilung, wer oder was also Subjekt bzw. Objekt der Pflege ist. Die Zeitlichkeit des Wartens, so eine zentrale These, spielt für Prozesse der Erhaltung eine entscheidende Rolle, da Sorge und Pflege hier eine prospektive Form annehmen, die sich auf die Stabilisierung der unsicheren Zukunft des Dings oder Systems richtet. Dabei verbindet sich das sorgende Warten mit einer Form der Achtsamkeit, die ihre Zeit von den wiederkehrend zu pflegenden Dingen erhält. Unter industriellen Bedingungen werden solche ›vormodernen‹ Zeitlichkeiten zunehmend ›getaktet‹, etwa bezogen auf die geplante Lebensdauer von Produkten (geplante Obsoleszenz) oder das Management von Wartungszyklen. Die historischen Anfänge industrieller Wartung im Kontext des Dampfkesselrevisionswesens bzw. der Bahnunterhaltung im Rahmen des Eisenbahnbetriebs zeigen dabei, wie sich angesichts verheerender Unfälle (»Kesselzerknall«) die Vorstellung der regelmäßigen prospektiven Wartung von Dampfmaschinen bzw. von Eisenbahnstrecken etabliert. Die paradoxe Zeitlichkeit der Infra-Agency manifestiert sich hier in dem Umstand, dass die Wartbarkeit (*maintainability*) eines Systems oder einer Maschine, also die Möglichkeit seiner Erhaltung, genau dem Grad entspricht, in dem eine Infrastruktur zu Transformation und damit Adaptivität in der Lage ist.

INFRASTRUKTURTHEORIEN

Infrastrukturen sind prägend für die Kultur, Gesellschaft, Technik und Wissenschaft der Moderne. Gilt dies auf der Sachebene spätestens seit der Industrialisierung im 19. Jahrhundert, wird das Konzept der Infrastruktur in Forschungsdiskursen Ende des 20. Jahrhunderts zunehmend virulent. Um zu verstehen, warum Infrastrukturen diese Bedeutung zukommt und warum der Begriff gerade in der Gegenwart eine so prominente Stellung erhält, ist es notwendig, die verschiedenen Diskurse, die sich mit infrastrukturellen Fragen seit den 1980er Jahren auseinandersetzen, zu profilieren und zu zeigen, welche wissenschaftlichen Zugriffe sich mit den jeweiligen Bezugnahmen auf infrastrukturelle Problemlagen verbinden. Erst vor diesem Hintergrund wird es möglich, die spezifisch medien- und kulturwissenschaftliche Relevanz von Infrastrukturen genauer zu justieren und infrastrukturelle Akteure als grundlegende Mediatoren gesellschaftlich-kultureller Verhältnisse zu fassen.

1.1 Infrastrukturen: Begriff und Geschichte

Verkehrssysteme aller Art, also Straßen, Schifffahrts-, Eisenbahn- und Flugverkehrsnetze inklusive der Raumfahrt, sind ebenso Infrastrukturen wie die Telekommunikationssysteme der Telegraphie, Telefonie und des Internet. Gemäß ihrer Funktion der Daseinsvorsorge stellen darüber hinaus auch alle Einrichtungen der Ver- und Entsorgung sowie soziale und kulturelle Institutionen (Ämter, Einkaufs- und Freizeitmöglichkeiten, Bildungs- und Gesundheitseinrichtungen) Infrastrukturen dar. Insofern derartige Versorgungssysteme für das Funktionieren von Gesellschaft und Ökonomie unverzichtbar sind, werden sie – gerade unter Digitalisierungsbedingungen – auch als *critical infrastructures* bezeichnet. Insbesondere ihre intersystemische Vernetztheit und Abhängigkeit machen diese Infrastrukturen prekär; sie sind aufgrund sogenannter

Kaskadeneffekte störungsanfällig und deshalb von spezifischen Schutz- und Governance-Diskursen begleitet.¹

Gedacht wird hier zum einen an Hochrisikosysteme wie Kernkraftwerke, aber auch etwa an die enge Taktung des zivilen Flugbetriebs,² die katastrophische Unfälle wahrscheinlich macht.³ Zum anderen geht es um mögliche Terrorszenarien, denen im Rahmen entsprechender Sicherheitsdiskurse mit Präventionsmaßnahmen begegnet wird; etwa dem besonderen Schutz von Wasserversorgungsinfrastrukturen (z. B. große Trinkwasserspeicher) vor Angriffen mit biologischen Waffen oder dem Schutz der Zugangsportale von Verkehrsinfrastrukturen (Flughäfen, aber auch verstärkt Bahnhöfe) durch den Ausbau von urbanen Überwachungsinfrastrukturen.⁴ Dabei beruht die Umgestaltung zivilgesellschaftlicher Räume auf der Basis von Sicherheitsdiskursen keineswegs allein auf konkreter Terrorgefahr, sondern ist darüber hinaus Ausdruck eines affektiven Klimas diffuser Angst und Bedrohung,⁵ wie es sich insbesondere in der Nachfolge von 9/11 etabliert. Stephen Graham spricht deshalb von einer neuen Militarisierung des Urbanen:

Fundamental to the new military urbanism is the paradigmatic shift that renders cities' communal and private spaces, as well as their infrastructure – along with their civilian populations – a source of targets and threats. This is manifest in the widespread use of war as the dominant metaphor in describing the perpetual and boundless condition of urban societies – at war against drugs, against crime, against terror, against insecurity itself.⁶

Im Ausmaß ihrer Bedrohtheit reflektiert sich demnach die hohe Relevanz von Infrastrukturen für das Funktionieren moderner Gesellschaften. Interessanterweise ist diese Relevanz begriffsgeschichtlich nicht direkt abgebildet. Zwar finden sich bereits im 19. Jahrhundert Konzepte, die ein infrastrukturelles Verständnis nahelegen; so werden die Begriffe ›System‹, ›Anstalt‹ oder ›Organisation‹ verwendet, wenn es darum geht, etwa die spezifische Art der Einrichtung von Transportverhältnissen zu beschreiben. Im engeren Sinne begegnet der Begriff ›Infrastruktur‹ erst-

¹ Rinaldi et al.: »Identifying, Understanding, and Analyzing Critical Infrastructure Interdependencies«. Siehe dazu auch unten, Kap. 3.1.

² Vgl. hierzu die Überlegungen zur Arbeit von Fluglotsen bei Potthast: »Papier, Bleistift & Bildschirm«.

³ Vgl. Perrow: *Normale Katastrophen*.

⁴ Vgl. Lyon: *Surveillance Society*; G.T. Marx: *Windows into the Soul*; Stanley: *The Dawn of Robot Surveillance*.

⁵ Vgl. Koch et al.: »Imaginationen der Störung«, S. 9.

⁶ Graham: *Cities Under Siege*, S. xiiif.

malig 1875 im Zusammenhang des französischen Eisenbahnbaus: Der Bericht einer von der Nationalversammlung eingesetzten Kommission zur Überprüfung eines Eisenbahnprojekts in Südfrankreich verwendet dabei den Begriff *infrastructure* zur Kennzeichnung des Unterbaus von Eisenbahnen im Unterschied zur *superstructure*, dem Oberbau.⁷ Diese Verwendung entspricht der Bedeutung der lateinischen Vorsilbe *infra*, für die das *Oxford English Dictionary* »below, underneath, beneath« angibt, und zwar sowohl im orts- wie auch im statusbezogenen Sinn. Darüber hinaus verweist der Eintrag noch auf ein weiteres (räumliches) Verhältnis von *infra*, insofern das Präfix im mittelalterlichen Latein auch im Sinne von »within« genutzt worden sei,⁸ also etwas bezeichnet, das sich *innerhalb* von etwas anderem befindet. Damit artikuliert *infra* topologisch gesehen also zwei verschiedene räumliche Relationen: einerseits die des Darunter-Liegens sowie andererseits die des Innerhalb-von-etwas-Seins. Wie zu zeigen sein wird, sind beide Perspektiven für das Verständnis von Infrastrukturen von Belang, auch wenn zunächst vor allem die Logik des Darunter zur Geltung kommt.

Die Gegenüberstellung von *infrastructure* und *superstructure* wird von Ernest Deharme 1890 genauer ausgeführt, der den Begriff »Infrastructure« zur Bezeichnung sämtlicher Bearbeitungen des Erdkörpers (einschließlich von Brücken und Viadukten) verwendet:

L'établissement d'un chemin de fer donne lieu à des travaux ayant pour objet de constituer une plateforme pour l'assiette de la voie, et des stations pour le service de l'exploitation. Les premiers consistent en déblais, remblais, souterrains, ponts et viaducs, jusqu'à un certain point analogues à ceux qui seraient nécessaires pour une route. Leur ensemble forme l'*Infrastructure* du chemin.⁹

Demgegenüber fasst er unter »Superstructure« alle im engeren Sinne zur Eisenbahn gehörigen Anlagen, d. h. Gleise, Schotter, Bahnhöfe, Betriebs- und Abstellgleise, für die Instandhaltung von Wagons erforderliche Einrichtungen sowie Schuppen und Werkstätten für Lokomotiven.¹⁰ Damit werden hier zahlreiche Bauwerke dem »Oberbau« (*superstructure*) zugerechnet, die im Verlauf der weiteren Entwicklung dem Begriff Infrastruktur zugeschlagen werden.

⁷ Vgl. Laak: »Der Begriff »Infrastruktur« und was er vor seiner Erfindung besagte«, S. 280.

⁸ *OED Online*, [Art.] »infra-, prefix«.

⁹ Deharme: *Chemins des fer superstructure*, S. 47.

¹⁰ Ebd.

Gegenüber der frühen Verwendung im Französischen ist der Infrastrukturbegriff im Englischen erst in den 1920er Jahren belegt.¹¹ Auch im Deutschen kennen Nachschlagewerke wie das *Deutsche Wörterbuch* oder *Meyers Großes Konversations-Lexikon* allein das Wort ›Unterbau‹.¹² Entsprechend verfügt auch Victor von Rölls *Enzyklopädie des Eisenbahnwesens* noch 1923 nicht über ein eigenes Lemma zu Infrastruktur; vielmehr begegnet das Wort lediglich als Übersetzung des deutschen Begriffs ›Unterbau‹. Kurz und bündig heißt es dort: »Unterbau (*earth-works; infrastructure; sotto-struttura*), jener Teil des Bahnkörpers, der die Bettung und das Gleis, den Oberbau, trägt. Der U. umfaßt somit, mit Ausnahme des Oberbaues und der Hochbauten, alles was zur Herstellung des Bahnkörpers und zu dessen Sicherung notwendig ist.«¹³ Der Begriff steht hier weiterhin für jene Baumaßnahmen, die den Anlagen des Bahnbetriebs im engeren Sinn (etwa den Gleisen) zugrunde liegen und betrifft demnach »sämtliche ortsfesten Anlagen« im Sinne einer Voraussetzung von Mobilität.¹⁴

Ein häufigerer Gebrauch des Infrastrukturbegriffs ist dann erst ab Anfang der 1950er Jahre belegt, und zwar zeitgleich in der NATO, der Europäischen Gemeinschaft und der Entwicklungshilfe. Dabei sollte der »NATO-Infrastruktur-Plan« den Ausbau von Verteidigungsanlagen (Flughäfen, Öl-Pipelines, Treibstoffreservoirs sowie Kommunikations- und Luftverteidigungssysteme), der traditionell Aufgabe nationaler Generalquartiermeister gewesen war, für das gesamte Bündnis standardisieren.¹⁵ Demgegenüber dient der Begriff auf europäischer Ebene wie auch mit Blick auf die Entwicklungshilfe dem Ziel, eine »brisante Integrations- und Verteilungspolitik politisch zu neutralisieren und sprachlich zu versachlichen«.¹⁶ Diese Perspektive der Versachlichung, die nach dem Zweiten Weltkrieg die vermeintliche Ideologielosigkeit und Neutralität von Infrastrukturen betont, verweist implizit auf die imperiale Kehrseite infrastruktureller Projekte zurück, in denen sich nationalstaatliche Machtinteressen manifestieren. Wie van Laak etwa

¹¹ OED Online, [Art.] »Infrastructure, n.«.

¹² Grimm: [Art.] »Unterbau«; *Meyers Großes Konversations-Lexikon*, [Art.] »Unterbau« verweist auf [Art.] »Eisenbahnbau«.

¹³ Anonymus: [Art.] »Unterbau«, S. 76.

¹⁴ Vgl. Laak: »Der Begriff ›Infrastruktur‹ und was er vor seiner Erfindung besagte«, S. 281, Hervorhebung G.S.

¹⁵ Vgl. ebd.

¹⁶ Laak: »Pionier des Politischen?«, S. 182.

mit Blick auf die »Erschließung Afrikas« zeigt, sind Infrastrukturen eine zentrale Größe kolonialer Bestrebungen. Gerade Deutschland reüssierte bei dieser Form eines technologischen Imperialismus, der Infrastrukturausbau als Medien der (Außen-)Politik einsetzte.¹⁷ Diese imperialen Bezüge verdeutlichen noch die Dekolonialisierungsbemühungen ab Mitte der 1950er Jahre, insofern die Konfrontation mit ›Afrika‹ hier zum Katalysator einer gemeinsamen europäischen Identität werde: »In some respects African colonies acted as ›laboratories‹ for the Europeans.«¹⁸

Allerdings verdeckt der Begriff der Erschließung dabei eine spezifische Konstitutionsleistung von Infrastrukturen, die medienkulturwissenschaftlich durchaus relevant ist. Denn zentral für Infrastrukturen, dies wird etwa bei Verkehrssystemen deutlich, ist ihre technische Behandlung und Formierung des Raums. ›Raumüberwindung‹ ist deshalb ein zentrales Konzept von Medien- und Verkehrsgeschichte gleichermaßen. Theoretisch gefasst wird dieser Raumbezug zumeist entweder als Raumvernichtung (das ›Verschwinden‹ des Raums aufgrund der beschleunigten Fahrt)¹⁹ oder eben als (imperiale) Raumerschließung, wie sie sich etwa im Autobahnbau des Nationalsozialismus dokumentiert, weshalb Benjamin Steiniger von der Reichsautobahn als »Raummaschine« spricht.²⁰ Auf den raumerzeugenden Charakter von Infrastrukturen verweisen bereits Heideggers Überlegungen zum Wesen der Brücke:

Sie verbindet nicht nur schon vorhandene Ufer. Im Übergang der Brücke treten die Ufer erst als Ufer hervor. [...] Die Brücke ist [...] ein Ding *eigener Art* [...]. Der Ort ist nicht schon vor der Brücke vorhanden. Zwar gibt es, bevor die Brücke steht, den Strom entlang viele Stellen, die durch etwas besetzt werden können. Eine unter ihnen ergibt sich als ein Ort und zwar *durch die Brücke*. So kommt denn die Brücke nicht erst an einen Ort hin zu stehen, sondern von der Brücke selbst her entsteht erst ein Ort.²¹

Infrastrukturelle Bauwerke sind also Raumkonstruktionen: Ohne die Brücke – wie im vorliegenden Fall – würde es die durch sie verbundenen und insofern ›überbrückten‹ Räume gar nicht geben. Infrastrukturen erzeugen den Raum, den sie erschließen. Eine solche Perspektive wen-

¹⁷ Laak: *Imperiale Infrastruktur*, S. 405.

¹⁸ Laak: »Detours around Africa«, S. 37.

¹⁹ Vgl. Schivelbusch: *Geschichte der Eisenbahnreise*, S. 35–39; vgl. auch Harvey: *The Condition of Postmodernity*, S. 240–242.

²⁰ Vgl. Steiniger: *Raum-Maschine Reichsautobahn*. Zur geopolitischen Dimension der Raumorganisation vgl. Werber: *Geopolitik zur Einführung*; Toal: *Critical Geopolitics*.

²¹ Heidegger: »Bauen Wohnen Denken«, S. 146 und 148.

det sich gegen die Vorstellung, Infrastrukturen schrieben sich in einen bereits vorhandenen Raum ein, so als sei dieser ein Container, ›in‹ den bestimmte Dinge – etwa Infrastrukturen – hineingestellt werden können. Statt eine derartige Vorgängigkeit des Raums zu unterstellen, gilt es, die aktive Beteiligung von Infrastrukturen und das mit ihnen einhergehende Machtinteresse bei der Zurichtung von Räumen zu berücksichtigen.

Die Bedeutung von Infrastrukturen, dies zeigte bereits der Hinweis auf mögliche Bedrohungsszenarios, ergibt sich insbesondere aus ihrer grundlegenden Versorgungsfunktion. Neben Transport- und Telekommunikationssystemen dienen auch die Netze der Versorgung mit Strom und Wasser bzw. die der Entsorgung (Kanalisation, Müllabfuhr), die sich im 19. Jahrhundert im Rahmen urbaner Hygienemaßnahmen bzw. einer staatlichen Vorsorgeidee etablieren, der Zirkulation von Dingen, Personen, Zeichen und Energie. Das gilt ebenso für die Systeme der Finanzwelt und des Geldmarktes (Börsen), aber auch der Bildung und der Unterhaltung. Alle diese Einrichtungen stellen Infrastrukturen dar, die die Aufrechterhaltung von Gesellschaft, Wirtschaft und Politik gewährleisten sollen.²² Dabei greift das Konzept der Daseinsvorsorge die aus der älteren Staatslehre bekannte ›Wohlfahrtspflege‹²³ auf und begegnet etwa in Hegels Rechtsphilosophie als staatliche, noch polycylich gedachte »Vorsorge« für den Einzelnen.²⁴ Nachhaltig geprägt wird der Begriff dann 1938 vom Staatsrechtler Ernst Forsthoff, der die Notwendigkeit der Daseinsvorsorge direkt an die neuen Verkehrs- und Kommunikationstechnologien koppelt, die den Menschen von der Subsistenzwirtschaft und damit von seinen natürlichen Lebensressourcen abtrennt hätten: »Der moderne Mensch hat für den Verzicht auf den eigenen beherrschten Lebensraum die Möglichkeit eingetauscht, seine Lebensbeziehungen räumlich auszudehnen, Entfernungen zu überwinden.«²⁵ An die Stelle individueller Subsistenzsicherung trete der Staat:

Nun war er [der Mensch, G.S.] auf Vorkehrungen angewiesen, die seiner sozialen Bedürftigkeit zu Hilfe kommen und die Daseinsführung ohne beherrschten Lebensraum erst möglich machen: Gas, Wasser, elektrische

²² Zur Geschichte von Infrastrukturen allgemein vgl. Laak: *Alles im Fluss*; Richter: *Infrastruktur*; zur Ordnungsfunktion von Infrastrukturen aus soziologischer Perspektive Barlösius: *Infrastrukturen als soziale Ordnungsdienste*.

²³ Vgl. Swaan: *Der sorgende Staat*.

²⁴ Hegel: *Grundlinien der Philosophie des Rechts*, §§ 188 (S. 346).

²⁵ Forsthoff: *Die Verwaltung als Leistungsträger*, S. 5.

Energie, Abwasserableitung, Verkehrsmittel usw. [...] Dieser Bedürftigkeit zu Hilfe zu kommen, ist staatliche Aufgabe geworden, wobei Staat im weiteren, auch die Gemeinden umfassenden Sinne verstanden sein soll. Was in Erfüllung dieser Aufgabe geschieht, ist Daseinsvorsorge.²⁶

In der Übernahme dieser Funktion artikuliert sich auch ein deutlicher Machtzuwachs des Staates. Denn der Stadtbewohner ist »nicht mehr im Besitze der elementarsten Lebensgüter«, wie Forsthoff ausführt, er hat etwa nicht mehr die Möglichkeit, sein Wasser selbst aus dem Brunnen zu schöpfen, sondern ist nun davon abhängig, dass der Staat es ihm zur Verfügung stellt.²⁷ Auch wenn antike und vormoderne Technologien (Schifffahrt, Militärtechnik, *cursus publicus* etc.) durchaus infrastrukturelle Züge aufweisen,²⁸ steht die Entstehung des Infrastrukturbegriffs also im Zusammenhang mit den sich im Zuge der Industrialisierung und Urbanisierung etablierenden Verwaltungs-, Versorgungs-, Verkehrs- und Kommunikationsinfrastrukturen des 19. Jahrhunderts.²⁹ Teilweise wird sogar gefordert, nur dann von Infrastrukturen zu sprechen, wenn de facto eine Mehrheit der Bevölkerung auf entsprechende Einrichtungen alltäglich zugreift.³⁰ Aus medienwissenschaftlicher Perspektive wäre über die Frage des Zugriffs hinaus die generelle Prägung einer Kultur durch derartige Strukturen zu berücksichtigen, die sich auch in Verboten oder Einschränkungen ausdrücken kann, wie heutige Überwachungsdispositive nachdrücklich zeigen. Als modernes Phänomen sind Infrastrukturen insofern zu bezeichnen, als sie national- und wohlfahrtstaatlichen organisiert sind, sich an technisch-ökonomischer Optimierung orientieren und mit Globalisierungsprozessen einhergehen. Diese manifestieren sich – wie eben betont – im Rahmen kolonial-imperialer Expansion, seit dem 19. Jahrhundert aber verstärkt auch in den Bemühungen um die internationale Standardisierung von technischen Artefakten und Abläufen, die eine möglichst reibungslose Zusammenarbeit zwischen Staaten und Unternehmen im Rahmen von Verbundsystemen möglich machen

²⁶ Forsthoff: *Der Staat der Industriegesellschaft*, S. 75.

²⁷ Forsthoff: *Die Verwaltung als Leistungsträger*, S. 7.

²⁸ Vgl. hierzu etwa Black: *Cursus Publicus*; Kolb: *Transport und Nachrichtentransfer im Römischen Reich*, sowie globaler orientiert Alcock et al. (Hg.): *Highways, Byways, and Road Systems in the Pre-Modern World*.

²⁹ Als spezifisch modernes Konzept behandelt Infrastruktur etwa Edwards: »Infrastructure and Modernity«; demgegenüber bezieht Joachim Radkau etwa auch antike Wasserbauprojekte in seine Darstellung großer technischer Systeme ein, vgl. Radkau: »Zum ewigen Wachstum verdammt?«, S. 56–58.

³⁰ Vgl. Laak: *Alles im Fluss*, S. 18.

sollen. Dass ein solches Verständnis von Infrastrukturen eurozentrische Vorannahmen impliziert, verdeutlichen die inzwischen zahlreichen Studien, die sich aus ethnologischer Perspektive mit Infrastrukturen beschäftigen und dabei z.B. die Idee von Versorgungsinfrastrukturen als (national)staatlich fest implementierten Systemen in Frage stellen.³¹

Der Moderne-Index von Infrastrukturen ist also gleichermaßen vielschichtig wie prekär. Wenn in der Forschung Infrastrukturen als »Schlüsselkonzept der Moderne«³² oder als deren »Maßstab« bzw. »Muster«³³ bezeichnet werden, gilt es stets, die Relativität der ›modernen‹ Position in Rechnung zu stellen. Darüber hinaus ist mit der Akteur-Netzwerk-Theorie noch auf eine grundsätzlichere Kritik zu verweisen. Denn das Konzept der Moderne bezeichnet Latour zufolge »zwei vollkommen verschiedene Ensembles von Praktiken«: einerseits geht es um Praktiken, die durch Übersetzung (und Vermittlung) fortwährend neue Mischungen erzeugen, also hybride »Mischwesen zwischen Natur und Kultur«, andererseits um ein Ensemble von Praktiken der »›Reinigung‹«, das die getrennten Sphären der Menschen und der nicht-menschlichen Wesen schafft.³⁴ Solange diese zwei Seiten von Hybridisierung und Reinigung getrennt gehalten würden (was, wie Latour immer wieder bemerkt, erst dazu führt, dass sich die Hybriden unkontrolliert ausbreiten können), verhalte man sich als Moderner:

Sobald wir unsere Aufmerksamkeit dagegen gleichzeitig auf die Arbeit der Reinigung und der Hybridisierung richten, hören wir sofort auf, gänzlich modern zu sein, [...] weil uns rückblickend bewußt wird, daß die beiden Ensembles von Praktiken in der zu Ende gehenden historischen Periode schon immer am Werk gewesen sind.³⁵

Wenn Infrastrukturen also mehr oder minder emphatisch dem Projekt der Moderne zugeordnet werden, dann ist hier eine Reinigungsarbeit zu vermuten, die allererst die säuberlich getrennten Sphären der Technik einerseits und der sie benutzenden Menschen erzeugt. Modernisierungs- und Differenzierungstheorien stehen dabei Erhard Schüttpelz zufolge in direktem Zusammenhang:

³¹ Vgl. hierzu Brian Larkins Überlegungen zur Generator-Infrastruktur, die in Nigeria an die Stelle eines staatlich etablierten Grids tritt, Larkin: »Ambient Infratructures«.

³² So der Untertitel von Steffen Richters Studie *Infrastruktur*.

³³ Laak: *Alles im Fluss*, S. 10 und 11.

³⁴ Latour: *Wir sind nie modern gewesen*, S. 19.

³⁵ Ebd., S. 20. Zum Konzept der Reinigungsarbeit und insbesondere zu dem dort begegnenden ›modernen‹ Arbeitsbegriff vgl. auch Ghanbari/Hahn (Hg.): *Reinigungsarbeit*.

Weil Modernisierungstheorien immer auch Modernisierungsnarrative sind, die ein Geschehen behaupten, in dem Differenzierung an privilegierten Orten zunimmt und andere Orte oder Teile der Welt im undifferenzierten Zustand verharren, sind Modernisierungstheorien gegen den [...] Nachweis einer Rückkehr des Undifferenzierten fast immer immun.³⁶

Erst wenn man die Undifferenziertheit selbst zum Zentrum des Differenzierungsnarrativ mache, werde die von Latour vorgeschlagene Perspektive möglich, die die Arbeiten der Vermischung und die der Reinigung gleichermaßen berücksichtige: »Die gesamte moderne Differenzierung in Natur, Gesellschaft und Diskurs ist ein Effekt von Verkettungen, die sich in einer ständigen Reinigung und Hybridisierung dieser drei Größen und ihrer Handlungsinitiativen manifestieren.«³⁷ Und genau diese Vermischung würden die modernen Gesellschaften mit allen anderen Kollektiven teilen; die Reinigungsarbeiten seien es, die ihnen die Illusion eines Abstands zu vor- oder außermodernen Ordnungen garantiere.³⁸ Mit Blick auf die postulierte moderne Dimension des Infrastrukturbegriffs wird es deshalb darum gehen, die mit dem Konzept einhergehenden Trennungen sichtbar, gleichwohl aber auch deutlich zu machen, unter welchen Bedingungen vormoderne Perspektiven im Infrastrukturzusammenhang wieder zur Geltung kommen (s. Kap. 4).

Aufgrund hoher Investitionskosten waren und sind Infrastrukturen vorrangig als nationalstaatliche Projekte realisiert worden. Im 19. Jahrhundert verknüpfte sich insbesondere mit der Eisenbahn die Hoffnung eines *nation building*. Dies gilt etwa für den deutschen Eisenbahnpionier Friedrich List, der ganz explizit auf eine nationale Integration durch die Eisenbahn hoffte,³⁹ aber ebenso für die transkontinentalen Eisenbahnen Nordamerikas.⁴⁰ Diese Art von nationalstaatlichem Prestige ist auch heute noch mit bestimmten Infrastrukturprojekten verbunden – man denke an Brasiliens Staudammprojekte im Amazonasgebiet, Chinas Plan einer neuen Seidenstraße oder Indonesiens Projekt einer ›Verlegung‹ der Hauptstadt Jakarta. Brian Larkin nimmt diese repräsentative Seite von Infrastrukturen zum Anlass, jenseits der technischen Verfasstheit nach

³⁶ Schüttpelz: »Moderne Medien ohne Modernisierungstheorie«, S. 252.

³⁷ Ebd., S. 253.

³⁸ Vgl. ebd.

³⁹ Vgl. List: »Das deutsche Eisenbahnsystem als Mittel zur Vervollkommnung der deutschen Industrie, des deutschen Zollvereins und des deutschen Nationalverbandes überhaupt«.

⁴⁰ Vgl. White: *Railroaded*.

ihren politisch-ästhetischen Qualitäten zu fragen.⁴¹ In den Blick rückt Infrastruktur dann als »excessive fantastic object«, das jenseits seiner technischen Funktion Wunschvorstellungen und Ehrfurcht zu generieren vermag.⁴² Larkin spricht von einem regelrechten »infrastructure fetishism«⁴³, der erkläre, warum so viele Infrastrukturprojekte de facto Kopien seien, »funded and constructed so that cities or nations can take part in a contemporaneous modernity by repeating infrastructural projects from elsewhere to participate in a common visual and conceptual paradigm of what it means to be modern.«⁴⁴ Die Betonung der ästhetisch-repräsentativen Dimension von Infrastrukturen (Larkin spricht diesbezüglich auch von »poetic mode«) dient dabei einem bestimmten Zweck: Sie erlaubt dem Staat ein politisches ›Als ob‹, das den Bürger:innen diese Repräsentationen als soziale Fakten anbietet.⁴⁵

Mit den Deregulierungsbestrebungen der vergangenen Jahrzehnte kommt es allerdings zur Aufgabe von Staatsmonopolen; ehemals staatliche Infrastrukturunternehmen (in der BRD etwa die Deutsche Bundespost) werden privatisiert oder in Public Private Partnerships überführt. Diese Entwicklungen stehen in Zusammenhang mit einem ab 1975 generell zu beobachtenden Zerfall (»splintering«⁴⁶) des aus dem 19. Jahrhundert stammenden Infrastrukturideals, das von großen, universal operierenden Einzelanbietern (»universal service by a single provider«⁴⁷) ausging, zugunsten heterogener und verteilter Netzwerke.

Gleichwohl haben Infrastrukturprojekte generell einen integrativen Charakter. Insofern infrastrukturelle Zusammenschlüsse politischen Lösungen stets vorausgehen, fungieren sie als »Pionier des Politischen«⁴⁸. Dies gilt etwa für die Konstruktion Europas und seiner Identität, die seit geraumer Zeit Gegenstand umfangreicher Diskussionen in den Geschichts-, Kultur- und Sozialwissenschaften ist.⁴⁹ So sei jenseits der offiziellen politischen, kulturellen und ökonomischen Prozesse infrastrukturell eine »hidden integration« Europas vorangetrieben worden, die deshalb in

⁴¹ Vgl. Larkin: »The Politics and Poetics of Infrastructure«; ders.: »Promising Forms«.

⁴² Larkin: »The Politics and Poetics of Infrastructure«, S. 333.

⁴³ Dalakoglou: »The Road«, S. 132.

⁴⁴ Larkin: »The Politics and Poetics of Infrastructure«, S. 333.

⁴⁵ Vgl. ebd., S. 335.

⁴⁶ Vgl. hierzu vor allem Graham/Marvin: *Splintering Urbanism*.

⁴⁷ Edwards et al.: *Understanding Infrastructure*, S. 11.

⁴⁸ Vgl. hierzu Laak: »Pionier des Politischen?«.

⁴⁹ Vgl. etwa Derrida: *Das andere Kap*; Chakrabarty: *Provincializing Europe*; Öhner et al. (Hg.): *Europa-Bilder*; Drechsel et al. (Hg.): *Bilder von Europa*.

der Forschung zunächst wenig beachtet worden sei.⁵⁰ Ständen mit Blick auf diese infrastrukturelle Einheit Europas zunächst vor allem staatliche Akteure im Fokus,⁵¹ wurden dann zunehmend auch weitere, transnational tätige Gruppen berücksichtigt, etwa die Arbeit von Ausschüssen und Experten, und zwar selbst dann, wenn sie offiziell bzw. politisch nicht erfolgreich war.⁵² Gleichmaßen für Erfolg bzw. Misserfolg solcher Projekte verantwortlich seien geographische Hindernisse, das Vorhandensein bzw. Fehlen bestimmter Technologien oder die Etablierung von Standards im Sinne der Intervention nicht-humaner Akteure.⁵³ Vor diesem Hintergrund lässt sich etwa die Wirtschaftskommission für Europa (UN ECE) in ihrer Funktion als »food system-builder« verstehen.⁵⁴ Dabei zeigt sich der von der Forschung wenig beachtete Zusammenhang von *food history* und europäischer Integration anhand der infrastrukturell-logistischen Maßnahmen, die Unterbrechungen in der für die Nahrungsmittellogistik unabdingbaren Kühlkette vermeiden sollten: Neben der Verbesserung der Transportvehikel waren dies vor allem rechtlich-organisationale Maßnahmen wie Fahrpläne, Verbesserung der Zollabfertigung, Waren-Standards, Transportbedingungen und Transportkontrollen sowie der Aufbau von firmenbetriebenen Kühlketten – *Interfrigo* (Schiene) und *Transfrigoroute Europe* (Straße).⁵⁵

1.2 Large Technical Systems

Anders als in den Medien- und Kulturwissenschaften gehören Infrastrukturen in den Science and Technology Studies seit Mitte der 1980er Jahre zum Repertoire der behandelten Gegenstände. Insbesondere der Technikhistoriker Thomas P. Hughes untersucht erstmals Infrastrukturen wie das Eisenbahnnetz, das Telefonnetz oder das Elektrizitätsnetz und versteht sie als großtechnische Systeme: *large technical systems*.⁵⁶ Hughes'

⁵⁰ Misa/Schot: »Inventing Europe«.

⁵¹ Vgl. Vleuten/Kaijser (Hg.): *Networking Europe*.

⁵² Vgl. hierzu Schot: »Transnational Infrastructures and the Origins of European Integration«.

⁵³ Vgl. Badenoch/Fickers: »Introduction: Europe Materializing?«.

⁵⁴ Vleuten: »Feeding the Peoples of Europe«, S. 172.

⁵⁵ Vgl. ebd., S. 158–161.

⁵⁶ Neben den Arbeiten von T.P. Hughes vgl. zu *large technical systems* ferner Mayntz/Hughes (Hg.): *The Development of Large Technical Systems*; La Porte (Hg.): *Social Responses to Large Technical Systems*; Summerton (Hg.): *Changing*

Ansatz gehört im Rahmen der Science and Technology Studies zum Feld der Social Construction of Technology (SCOT), die die Entwicklung von Technik als einen nicht-linearen, von Kontroversen begleiteten Prozess der Auswahl und Modifikation von Lösungen und Problemkonstruktionen durch die relevanten beteiligten und betroffenen Gruppen versteht.⁵⁷

Hughes' komparative Studie *Networks of Power* (1983), die die Entstehung der modernen Stromversorgungssysteme in den USA, Großbritannien und Deutschland im Zeitraum zwischen 1880 und 1930 untersucht und unter anderem Detailanalysen zu Chicago, Berlin und London enthält,⁵⁸ bezieht erstmals Entstehung und Wandel derartiger Systeme nicht allein auf technische Faktoren, sondern berücksichtigt auch die Ebene des Sozialen. Entsprechend versteht Hughes *large technical systems* als »seamless web«⁵⁹ von äußerst heterogenen Komponenten, zu denen neben den technischen Artefakten im engeren Sinne (im Fall des Elektrizitätssystems etwa Generatoren, Transformatoren oder Leitungen) auch die beteiligten Organisationen (Herstellerfirmen, Banken), die Wissenschaft sowie Gesetze und Verordnungen gehören.⁶⁰

Hughes entwirft dabei ein Modell infrastruktureller Evolution (»pattern of evolution«), deren konkreten und oft widersprüchlichen Verlauf er durch fünf, in der Folge für die Infrastrukturforschung einschlägig gewordene Faktoren bestimmt sieht: die Rolle von Erfinder-Unternehmern (»system builders«), den ökonomischen Auslastungsgrad eines Systems (»load factor«), den Impuls bzw. »Schwung« der eingeschlagenen Richtung (»momentum«), die ungelösten Probleme, die zu einer Verlangsamung der Entwicklung führen (»reverse salients«, wörtlich übersetzt: »umgekehrter Vorsprung«) sowie die Art und Weise, wie eine Innovation umgesetzt und ausgestaltet wird (»technological style«).⁶¹

Hughes differenziert auf dieser Basis verschiedene Phasen der Infrastrukturentwicklung, in denen jeweils verschiedene Aktivitäten im Vordergrund stehen: »invention, development, innovation, transfer,

Large Technical Systems; Braun/Joerges (Hg.): *Technik ohne Grenzen*; Coutard (Hg.): *The Governance of Large Technical Systems*.

⁵⁷ Vgl. hierzu Bijker et al. (Hg.): *The Social Construction of Technological Systems*. Zur Positionierung der unterschiedlichen STS-Ansätze vgl. auch Bammé: *Science and Technology Studies*.

⁵⁸ T.P. Hughes: *Networks of Power*.

⁵⁹ T.P. Hughes: »The Seamless Web«, S. 285.

⁶⁰ Vgl. T.P. Hughes: »The Evolution of Large Technical Systems«, S. 51.

⁶¹ Ebd., S. 56f.; zu »reverse salients« vgl. ebd., S. 73–76, zum »load factor« ebd., S. 72f.

and growth, competition, and consolidation.«⁶² Dabei hat diese Unterscheidung heuristischen Charakter; zwar kommen alle Phasen in der konkreten Entwicklung eines großtechnischen Systemes vor, nicht aber unbedingt in der genannten Reihenfolge: »The phases [...] are not simply sequential; they overlap and backtrack.«⁶³ Dabei lassen sich die genannten Aktivitäten drei Problemkreisen zuordnen: erstens Problemen im Horizont der Erfindung eines großtechnischen Systems (*invention, development, innovation*), zweitens Problemen, die mit der konkreten Implementierung in verschiedenen Kontexten zu tun haben (*transfer*), und drittens Problemen im Horizont der Stabilisierung von großtechnischen Systemen (*growth, competition, consolidation*).

Mit Blick auf die Erfindung, Entwicklung und Durchsetzung großtechnischer Systeme stellt Hughes die entscheidende Bedeutung von Erfinder-Unternehmern (»inventor-entrepreneur«⁶⁴) heraus, insofern diese als »system builder« fungieren.⁶⁵ Sie würden nämlich nicht allein ein technisches Artefakt »erfinden«, sondern darüber hinaus auch eine zugehörige Organisationsform, was erst die Voraussetzungen für die Durchsetzung einer Idee schaffe:

Because they are invented and developed by system builders and their associates, the components of technological systems are socially constructed artifacts. Persons who build electric light and power systems invent and develop not only generators and transmission lines but also such organizational forms as electrical manufacturing and utility holding companies.⁶⁶

Die Erfindung (und anfängliche Idee) wird dann weiterentwickelt (*development*), indem man sie in unterschiedlichen Bereichen testet und mit Sozialem, Ökonomischem und Politischem anreichert und sie damit überhaupt erst für spätere Anwendungskontexte konkretisiert. Gelingt diese Anreicherung und bewährt sich eine Erfindung in diesem Prozess, befindet sich das großtechnische System bereits in der Phase der Durchsetzung der Erfindung (*innovation*). Thomas Edison etwa habe als Erfinder-Unternehmer großes Geschick bewiesen, denn er gründete diverse Unternehmen, die die unterschiedlichen Aufgaben der Herstellung, Verteilung und Vermarktung (von Strom) übernahmen

⁶² Ebd., S. 56.

⁶³ Ebd.

⁶⁴ Ebd., S. 62.

⁶⁵ Ebd., S. 52.

⁶⁶ Ebd.

und Edison so ermöglichten, seine Idee erfolgreich umzusetzen:⁶⁷ Unter diesen Firmen waren 1882 die Edison Electric Light Company, die Edisons Erfindung, die Patentierung und die Entwicklung eines Systems für elektrisches Licht und seine Lizenzierung finanzieren sollte; ferner die Edison Electric Illuminating Company of New York, das erste von Edisons städtischen Stromerzeugungs- Stadtbeleuchtungsunternehmen; dann die Edison Machine Works, die die Dynamos herstellten, die von Edisons Patent abgedeckt wurden; sodann die Electric Tube Company, die Edison gründete, um die unterirdischen Leiter für sein System herzustellen; und schließlich die Edison Lamp Works, die entsprechende Lampen produzierten. Nur dadurch also, dass Edison nicht nur ein Artefakt (Glühbirne) schuf, sondern vielmehr ein komplettes soziotechnisches System der Elektrizitätserzeugung und -distribution etablierte und von entsprechenden Regelungen flankieren ließ, konnte er seiner Erfindung zur Durchsetzung verhelfen.

Eine zweite Phase betrifft den Technologietransfer, d.h. die Anpassung einer Idee bzw. Erfindung an unterschiedliche regionale bzw. lokale Kontexte. Hughes zufolge bilden sich in dieser Phase national verschiedene technologische Stile, in denen sich eine Erfindung konkret ausprägt, »for adaptation is a response to different environments and adaptation to environment culminates in style.«⁶⁸ Das Konzept des ›technologischen Stils‹ ist aus kulturwissenschaftlicher Perspektive insofern besonders interessant, als sich Hughes damit auf ein Moment in der Entwicklung infrastruktureller Systeme bezieht, das nicht durch zweckrationale Überlegungen motiviert ist, sondern ästhetische Überlegungen einbezieht. Zwar betont Hughes explizit, als Technikhistoriker sei man nicht mit der kunst- und architekturhistorischen Tradition des Stilbegriffs beschwert, sondern könne ihn nutzen, um im Sinne der sozialen Konstruktion von Technologien auf den Ermessensspielraum (›creative latitude‹) der Systembegründer zu verweisen, denn ebenso wenig wie es nur einen Weg gebe, die Jungfrau Maria zu malen, »is there one best way to build a dynamo.«⁶⁹ Gleichwohl markiert das Konzept

⁶⁷ Zum Folgenden vgl. ebd., S. 65 sowie ders.: *Networks of Power*, S. 41. Hughes verweist an dieser Stelle auf die Darstellung bei Jones: *History of the Consolidated Edison Systems, 1878–1900*, S. 41. Vgl. ferner die Website Edison's Companies – The Edison Papers, <https://edison.rutgers.edu/life-of-edison/companies> (21.07.21); Pederson: *International Directory of Company Histories*, S. 116–118.

⁶⁸ T.P. Hughes: »The Evolution of Large Technical Systems«, S. 68.

⁶⁹ Ebd.

den Einfluss kultureller Faktoren auf die Entwicklung von Infrastrukturen und damit die Möglichkeit, Differenzen in der Ausgestaltung von Systemen zu beschreiben. Denn, so Hughes' berechtigte Frage, »[w]hy do electric light and power systems differ in characteristics from time to time, from region to region, and even from nation to nation?«⁷⁰

Unterschiede in der Anpassung von Stromversorgungssystemen finden sich zwischen den einzelnen Städten nicht nur mit Blick auf Größe, Anzahl und Standort der Elektrizitätswerke, sondern vor allem bezogen auf die Art und Weise, wie Strom erzeugt, weitergeleitet und verteilt wird. So setze der dezentrale »London style« auf viele kleine Anlagen, während der zentralistische »Berlin style« auf einige große Kraftwerke konzentriert ist. Ihren Grund hätten diese unterschiedlichen Stile in den jeweiligen regulatorischen Gesetzgebungen, für die je andere politische Werte verbindlich seien. Während die Londoner den kommunalen Verwaltungen die Hoheit der Regulierung der Stromversorgung dezentral zuerkannten, setzten die Berliner auf eine zentrale Instanz.⁷¹

Eine dritte Phase der Infrastrukturentwicklung betrifft schließlich die Stabilisierung von großtechnischen Systemen durch Prozesse des Wachstums, des Wettbewerbs und der Konsolidierung. Als Wachstumsumindikator gilt zunächst ein möglichst effizienter Auslastungsgrad (»load factor«) des Systems mit Blick auf die Diversität von Nutzer:innengruppen und die dadurch bedingten unterschiedlichen Bedarfe im Wechsel der Tageszeiten.⁷² Aufmerksamkeit erhalten aber ebenso jene Systemkomponenten, die im Kontext des Infrastrukturwachstums zu »reverse salients«, zu »Entwicklungsverlangsamern« werden, und damit zu Elementen »that have fallen behind or are out of phase with the others.«⁷³ Hughes denkt hier an ungleichmäßig verlaufende, komplexe Entwicklungsprozesse, die entsprechend Ungleichgewichte (»disequilibrium«⁷⁴), Engpässe (»bottleneck«), Widerstände (»drag«), Grenzen (»limits to potential«) und Reibungen (»emergent friction«) produzieren.⁷⁵ Das Konzept entstammt Hughes zufolge der Militärtechnik des Ersten Weltkriegs. Dort bezeichnen *reverse salients* die »zurückgebogenen Bereiche« beim Vorrücken einer Frontlinie, also

⁷⁰ Ebd., S. 69.

⁷¹ Ebd., S. 69f.

⁷² Ebd., S. 72.

⁷³ Ebd., S. 73.

⁷⁴ T.P. Hughes: *Networks of Power*, S. 79.

⁷⁵ T.P. Hughes: »The Evolution of Large Technological Systems«, S. 73.

deren uneinheitlichen Verlauf, der dadurch zustande kommt, dass gegnerische Kräfte die Frontlinie an bestimmten Stellen zurückdrängen.⁷⁶ In der Übertragung des Konzepts auf großtechnische Systeme bezeichnen *reverse salients* entsprechend den Sachverhalt, dass eine Systemkomponente nicht zureichend entwickelt oder ausgestaltet ist und dadurch das gesamte System an der Weiterentwicklung hindert. Wenn etwa, so Hughes' Beispiel, in einem Elektrizitätssystem ein Generator verändert werde, um die Systemeffizienz zu steigern, werde automatisch eine andere Komponente, etwa der Motor, zu einem *reverse salient*, bis auch dieser so verbessert werde, dass er optimal mit dem bereits verbesserten Generator harmoniere.⁷⁷ Wenn *reverse salients* also die Gesamtperformance eines Systems ›behindern‹, dann stellt ein an einer spezifischen Stelle auftauchendes Problem innerhalb eines großtechnischen Systems nie ein isoliertes Faktum dar, sondern beeinflusst stets andere vor- oder nachgelagerte Komponenten und insofern das gesamte Arrangement. Hughes zufolge sind es bei komplexen Systemen häufig organisationale Belange, die zu derartigen Entwicklungsverlangsamern werden.⁷⁸

Ein letzter Aspekt, der für die Konsolidierung großtechnischer Systeme von Bedeutung ist, ist die Kategorie des *momentum*. Hughes führt den Begriff ein, um dem Missverständnis vorzubeugen, konsolidierte Systeme agierten autonom. Vielmehr verweist das Konzept des Momentum auf die Tatsache, dass großtechnische Systeme einen bestimmten Richtungsimpuls – ›Schwung‹ – haben: »They have a mass of technical and organizational components; they possess direction, or goals; and they display a rate of growth suggesting velocity.«⁷⁹ Hughes vergleicht dieses Momentum auch mit der Trägheit der Bewegung: »Mature systems have a quality that is analogous [...] to inertia of motion.«⁸⁰ Zu der ›Masse‹ dieser großtechnischen Systeme rechnet Hughes auch die vielfältigen persönlichen Interessen von Personen und Organisation. Zum Momentum der modernen Stromversorgungssysteme würden etwa zahlreiche Gruppierungen beitragen: »[m]anufacturing corporations, public and private utilities, industrial and government research laboratories, investment and banking houses, sections of technical and

⁷⁶ T.P. Hughes: *Networks of Power*, S. 79.

⁷⁷ T.P. Hughes: »The Evolution of Large Technological Systems«, S. 73.

⁷⁸ »In a mature, complex technological system the need for organization may often be a reverse salient.« (Ebd.)

⁷⁹ Ebd., S. 76.

⁸⁰ Ebd.

scientific societies, departments in educational institutions, and regulatory bodies«. ⁸¹ Mit der Idee des Momentum verbindet sich also die Vorstellung, dass auf eine anfängliche Entwicklungsphase großtechnischer Systeme, die im Zeichen eines Sozialdeterminismus steht (*social construction of technology*), im weiteren Verlauf ein (konsolidierter) Zustand folgt, der sich eher als eine Art ›Technikdeterminismus‹ verstehen lässt: Nun gibt das in einer bestimmten Weise gewachsene System seinerseits vor, was (noch) möglich ist und was nicht (mehr). Damit steht die Beharrungskraft und Eigendynamik von Systemen in Frage, welche, nachdem sie sich einmal etabliert und durchgesetzt haben, nicht mehr ohne Aufwand zu verändern sind. Spätere Ansätze werden hier von Pfadabhängigkeit sprechen (s. Kap. 1.3)

1.3 Infrastructure Studies

Hughes' Ansatz bleibt auch für die Theoretisierung von Informationsinfrastrukturen bzw. sogenannten »cyberinfrastructures« ⁸² und »e-infrastructures« ⁸³ relevant. Insbesondere die vermeintliche Immaterialität von Informationsinfrastrukturen dient zur Abgrenzung dieses neuen, mit dem Internet entstandenen Typus gegenüber älteren Formen. Im Rahmen einer solchen Gegenüberstellung firmieren Systeme wie die Eisenbahn als »physical infrastructures« ⁸⁴, während von Informationsinfrastrukturen behauptet wird, sie seien »digital equivalents« der kanonischen Infrastrukturen der Telefonie, der Elektrizität und der Eisenbahn. ⁸⁵ Ein solches Verständnis von Informationsinfrastrukturen als immaterielle und ›digitale‹ Äquivalente ist aber aus zwei Gründen problematisch. Zum einen lässt es die materiellen und Energiesysteme sowie Verwaltungs- und Arbeitsroutinen außer acht, die diesen Informationsinfrastrukturen zugrunde liegen. ⁸⁶ Zum anderen sind Informationsinfrastrukturen keine Erscheinungen der Gegenwart. Vielmehr haben sie

⁸¹ Ebd., S. 77.

⁸² Edwards et al.: *Understanding Infrastructure*, S. 5.

⁸³ Edwards et al.: »Introduction: An Agenda for Infrastructure Studies«, S. 365.

⁸⁴ Bowker et al.: »Toward Information Infrastructure Studies«, S. 105.

⁸⁵ Edwards et al.: »Introduction: An Agenda for Infrastructure Studies«, S. 366.

⁸⁶ So wird der Energieverbrauch digitaler Systeme zunehmend zu einem Problem, vgl. Longo/York: »How Does Information Communication Technology Affect Energy Use?«; Hogan: »Big Data Ecologies«.

eine mindestens zweihundertjährige Geschichte, weshalb Stewart Brand von »the long now of information infrastructure« spricht.⁸⁷ Gemeint sind jene Umbrüche in der Wissensorganisation, die mit den enzyklopädischen Projekten der Wissenssammlung sowie neuen Formen der Datensammlung (Statistik), aber auch des Managements einhergehen und die dazu führen, dass »[p]eople, routines, forms, and classification systems are as integral to information handling as computers, ethernet cables, and web protocols.«⁸⁸ Informationsinfrastrukturen sind damit immer gleichermaßen materiell wie immateriell, analog wie digital.

Die Infrastructure Studies nehmen explizit auf Hughes Bezug und entwickeln Konzepte wie *reverse salients*, *gateways* und *path dependence* für gegenwärtige infrastrukturelle Konstellationen weiter, wobei sie die von Hughes skizzierte Infrastrukturrevolution für großtechnische Systeme um eine Perspektive auf »internetworks or webs« ergänzen:

The growth, consolidation, and splintering phases of the historical model mark a key transition from homogeneous, centrally controlled, often geographically local systems to heterogeneous, widely distributed networks in which control may be partially or wholly replaced by coordination.⁸⁹

Allerdings erfährt Hughes' Position auch Kritik. Ein erster Aspekt betrifft die Forderung, Hughes' starke Zentrierung auf Personen, die sich nicht zuletzt in seiner Betonung von Erfinder-Unternehmern ausdrückt, zu relativieren. So betont John Laws Konzept des »heterogene[n] Engineering«⁹⁰ die Notwendigkeit, das Soziale nicht einseitig verursachend zu denken, sondern vielmehr Bedingungen und Taktiken des Systemaufbaus zu untersuchen. Es sei wichtig, »dass die Stabilität und Form von Artefakten als eine Funktion der Interaktion heterogener Elemente gesehen werden sollte, so wie diese in einem Netzwerk geformt und assimiliert werden.«⁹¹ Im Unterschied zu Hughes fordert Law insbesondere, dem Moment des Konflikts (innerhalb des Netz-

⁸⁷ Bowker et al.: »Toward Information Infrastructure Studies«, S. 103f. Vgl. auch Edwards et al.: *Understanding Infrastructure*, S. 3.

⁸⁸ Bowker et al.: »Toward Information Infrastructure Studies«, S. 103. Vgl. auch Edwards et al.: *Understanding Infrastructure*, S. 3. Vgl. hierzu auch Yates: *Control Through Communication*; Chandler/Cortada (Hg.): *A Nation Transformed by Information*; Krajewski: *Zettelwirtschaft*.

⁸⁹ Edwards et al.: *Understanding Infrastructure*, S. 11f.

⁹⁰ Law: »Technik und heterogenes Engineering«, S. 216.

⁹¹ Ebd.

werks) Aufmerksamkeit zu schenken.⁹² Ein zweiter Kritikpunkt gilt der Tatsache, dass Hughes' Modell der Infrastrukturentwicklung den Aspekt der Stabilisierung privilegiert und Dynamiken wie etwa den Niedergang von Infrastrukturen zu wenig berücksichtigt.⁹³ Denn mit Blick auf die spezifische Prozessualität von Infrastrukturen (s. Kap. 2.3 sowie Kap. 4) sowie die Bedeutung von Konflikten sind das Scheitern von Infrastrukturentwicklungen bzw. Prozesse der Destabilisierung (s. Kap. 4.3) nicht nur wahrscheinlich, sondern ubiquitär und für die Analyse dieser Systeme aufschlussreich. Drittens fordern aktuelle Ansätze eine stärkere Berücksichtigung der Nutzer:innenperspektive, die ihrerseits auf Prozesse der Infrastrukturentwicklung und -veränderung Einfluss nimmt.⁹⁴ Viertens schließlich bleibt Hughes' Ansatz der Idee einzelner, national und monopolistisch organisierter Infrastruktursysteme verbunden, der die neueren Infrastructure Studies die intersystemische Vernetztheit und Aufsplitterung von Infrastrukturen entgegenstellen. Diesem vierten Aspekt soll nun etwas genauer nachgegangen werden.

Eine intersystemische Vernetztheit von Infrastrukturen ist nicht zwangsläufig digitalen Informationsinfrastrukturen vorbehalten. So schlägt Ingo Braun die Unterscheidung von großtechnischen Systemen erster und zweiter Ordnung vor, um »*Verflechtungsphänomene zwischen den großen technischen Systemen klassischen Typs*« – Braun denkt an Schienenverkehr, Stromversorgung, Fernsprecherkehr – im Sinne einer historischen Veränderung großtechnischer Systeme zu analysieren.⁹⁵ Die großtechnischen Systeme erster Ordnung hält er aufgrund ihrer »homogenen Netzstrukturen« für vergleichsweise einfach voneinander abgrenzbar.⁹⁶ Demgegenüber firmieren als großtechnische Systeme zweiter Ordnung »heterogen vernetzte Systeme, die zwei oder mehrere Systeme erster Ordnung in Anspruch nehmen, ihre unterschiedlichen Leistungen im Hinblick auf eine bestimmte Funktion zusammenführen und mit Hilfe entsprechend ausgelegter ›Schnittstellen‹ Teile der Systeme erster Ordnung funktional kombinieren.«⁹⁷ Brauns Beispiele sind das Transplantationswesen und die Sondermüllentsorgung.⁹⁸ Da-

⁹² Vgl. ebd., S. 216f.

⁹³ Vgl. hierzu Summerton (Hg.): *Changing Large Technical Systems*.

⁹⁴ Vgl. Egyedi/Mehos (Hg.): *Inverse Infrastructures*.

⁹⁵ Braun: »Geflügelte Saurier«, S. 447.

⁹⁶ Ebd., S. 488.

⁹⁷ Ebd.

⁹⁸ Vgl. ebd., S. 453–483.

bei würden sich großtechnische Systeme erster und zweiter Ordnung mit Blick auf den Umfang der über sie abgewickelten Operationen und die räumliche, häufig internationale Erstreckung (*scale*) gleichen, während sie sich mit Blick auf ihre Zweckorientierung unterscheiden: Der Zweckoffenheit der Systeme erster Ordnung ständen hier die spezifischen Zwecke der Systeme zweiter Ordnung gegenüber (*scope*). Aus diesem Grund seien Systeme zweiter Ordnung auch störungsanfälliger, veränderten sich schneller und hätten wenig netztechnische »Eigensubstanz«.⁹⁹ Unabhängig davon, ob man Brauns Trennung technischer und nicht-technischer Verflechtung¹⁰⁰ oder seiner Annahme einer relativen Homogenität der Netzwerke erster Ordnung folgt, bleibt seine analytische Idee, intersystemische Verflechtung als hierarchisch organisierte Vernetzung zu verstehen, interessant. Denn erstens eröffnet sie in topologischer Hinsicht ein Verständnis von Vernetztheit, das neben der räumlich-horizontalen Erstreckung eines Netzes ›in die Breite‹ auch seiner ›vertikal‹ geschichteten Verflechtung Rechnung trägt. Zweitens wird damit generell die Möglichkeit eröffnet, die ›Größe‹ von großtechnischen Systemen nicht allein auf ihre materielle ›Eigensubstanz‹ zu beziehen, sondern auch über die zusammenschalteten Funktionen zu definieren. Drittens schließlich macht Brauns Ansatz eine Perspektive auf den Wandel von großtechnischen Systemen im Sinne einer Verdichtung denkbar, die auch die Rückwirkung der Systeme zweiter auf jene erster Ordnung impliziert. Braun diskutiert in diesem Zusammenhang verschiedene Aspekte (Wachstum, Flexibilisierung, Angleichung)¹⁰¹ und betont, dass großtechnische Systeme zweiter Ordnung sich grundsätzlich sowohl als »Indiz für die Entstehung neuer Systeme erster Ordnung« wie auch als »Vorboten eines Strukturwandels im Feld großer technischer Systeme« verstehen ließen.¹⁰²

Aber auch Hughes selbst differenziert seine Überlegungen weiter aus und verfolgt dabei den Gedanken der Vernetztheit von Infrastrukturen. In seiner Studie *Rescuing Prometheus* (1999) befasst er sich mit

⁹⁹ Vgl. ebd., S. 488.

¹⁰⁰ Vgl. ebd., S. 452f.

¹⁰¹ Vgl. ebd., S. 491–496.

¹⁰² Ebd., S. 494 und 495. Paul N. Edwards greift Brauns Konzept der großtechnischen Systeme zweiter Ordnung auf und bezieht es auf Informationsinfrastrukturen wie E-Mail, www und Mobiltelefonie. Alle drei Systeme würden stark von »pre-existing infrastructures« abhängen, deren exponentielles Wachstum nicht möglich gewesen wäre »without the slower growth of the older infrastructures that underlie them« (Edwards et al.: *Understanding Infrastructure*, S. 14).

vier monumentalen Projekten der Nachkriegszeit – SAGE, Atlas, dem Boston Central Artery/Tunnel Project und dem ARPANET.¹⁰³ Anders als in *Networks of Power* stehen damit nicht mehr ›klassische‹ nationale Infrastrukturen und die Erfindung und Entwicklung einzelnen Maschinen und Geräte im Vordergrund, sondern vielmehr vier große Forschungs- und Entwicklungsprojekte, aus denen in der Folge unsere heutigen Kommunikations-, Informations-, Transport- und Verteidigungssysteme hervorgegangen sind.¹⁰⁴ Für diese Projekte stellt nun Hughes nachdrücklich den organisationalen Aspekt von Infrastrukturen in Rechnung. Denn »the engineers and scientists managing the projects have often found that management has presented more difficult challenges than research and development.«¹⁰⁵ Sogar die Dominanz der USA mit Blick auf großtechnische Systeme im Allgemeinen führt Hughes insbesondere auf ihre Management-Fähigkeiten zurück. Mit Blick auf die vier beschriebenen Projekte sieht Hughes allerdings auch einen Wandel: Während SAGE und Atlas noch stärker einem ›modernen‹, klassischen Ideal von Management und Engineering verpflichtet seien, wären das Bostoner CA/T-Projekt ebenso wie das ARPANET als »essentially postmodern« zu bezeichnen,¹⁰⁶ womit sich auch eine andere Form der Vernetzung (flach, heterogen, verteilt etc.) verbinde.¹⁰⁷

Was bei der Frage des Managements derartiger Projekte auf dem Spiel steht, verdeutlicht Hughes mit Blick auf das schiere Ausmaß dieser Unternehmungen:

During its most intensive design and development phase, Atlas involved 18,000 scientists, engineers, and technical experts in universities and industry; 70,000 people from office to factory floor in twenty-two industries,

¹⁰³ T.P. Hughes: *Rescuing Prometheus*. SAGE (Semi-Automatic Ground Environment) war das erste computergestützte Luftverteidigungssystem des nordamerikanischen Weltraumverteidigungskommandos NORAD; Atlas war die erste ballistische Interkontinentalrakete, die vor allem in den 1960er Jahren beim Mercury- und Gemini-Programm der Raumfahrt eingesetzt wurde; The Central Artery/Tunnel Project (CA/T) verlegte die meistgenutzte Stadtautobahn Bostons in einen Tunnel (Planung bereits ab 1982, Ausführung 1991–2006, Fertigstellung 2007); das ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network) schließlich war ein ursprünglich im Auftrag der US-Luftwaffe ab 1962 von einer kleinen Forschergruppe unter der Leitung des MIT und des US-Verteidigungsministeriums entwickelter Vorläufer des Internet.

¹⁰⁴ Vgl. ebd., S. 3f.

¹⁰⁵ Ebd., S. 5.

¹⁰⁶ Ebd., S. 303.

¹⁰⁷ Vgl. auch die tabellarische Gegenüberstellung am Schluss des Buches, ebd., S. 305.

directly and actively participating; 17 associated contractors and 200 sub-contractors with 200,000 suppliers; and about 500 military officers with technical expertise.¹⁰⁸

Für Hughes folgt daraus eine neue Komplexität von Koordinationsaufgaben: »These numbers not only suggest size but call attention to the heterogeneity of the project and the demand ›to achieve a new degree of management coordination.«¹⁰⁹ Die Heterogenität und Menge der in diesen Projekten miteinander in Austausch stehenden Entitäten und Prozesse erfordert die Entwicklung neuer Methoden, um die Kohärenz der Projekte zu gewährleisten. Diese neue, spezifisch vom Atlas-Projekt entwickelte Management-Methode ist das sogenannte *systems engineering*, ein interdisziplinärer Ansatz, um komplexe technische Systeme im Rahmen großer Projektverbünde zu entwickeln und zu realisieren, wobei insbesondere Prozessplanung und Logistik eine entscheidende Rolle spielen:

To appreciate the importance of systems engineering, we should try to imagine what a formidable management problem one faces when confronted with the problem of scheduling and coordinating hundreds of contractors developing hundreds – even thousands – of subsystems that eventually must be meshed into a total system.¹¹⁰

Wenn es sich zusätzlich noch um unkalkulierbare Forschungsprozesse handele, seien diese Koordinationsaufgaben ungleich schwieriger – »scheduling becomes a virtual nightmare.«¹¹¹

Vor dem Hintergrund der durch die Digitalisierung entstehenden neuen Informationsinfrastrukturen sind hinsichtlich der Frage der Vernetzung für die Infrastructure Studies mehrere Punkte relevant: erstens der bereits diskutierte Umbruch im Rahmen der Infrastrukturgeschichte, der zu einer zunehmenden Zersplitterung des klassischen monopolistisch-universellen Infrastrukturmodells zugunsten vielfältig verflochtener, heterogener Netzwerke führt; zweitens die Frage, wie die intersystemische Vernetztheit von Infrastrukturen konzeptuell zu

¹⁰⁸ Ebd., S. 4. Die Bedeutung von Organisation und Koordination für infrastrukturelle Zusammenhänge stellt auch die Studie von Reinhold Martin heraus, in der er das Entstehen von Unternehmensarchitekturen in den USA nach dem Zweiten Weltkrieg als ästhetische und technologische Erweiterung des *military industrial complex* versteht; vgl. Martin: *The Organizational Complex*.

¹⁰⁹ T.P. Hughes: *Rescuing Prometheus*, S. 4.

¹¹⁰ Ebd., S. 118.

¹¹¹ Ebd., S. 119.

denken ist; und schließlich drittens die Möglichkeiten, Informationsinfrastrukturen als Unterstützungstechnologien zu konzipieren (CSCW) und in die Gestaltung zukünftiger Systeme einzubeziehen (s. Kap. 1.4).

Mit Blick auf den ersten Punkt, die Infrastrukturgeschichte, greifen die Infrastructure Studies Hughes' Überlegungen auf und erweitern sie. Auf die von Hughes beschriebene Phase des *system building* folge die des Technologietransfers, der »competing systems« entstehen lasse.¹¹² Edwards et al. zufolge ist von Infrastrukturen erst dann zu sprechen, »when locally constructed, centrally controlled systems are linked into networks and internetworks governed by distributed control and coordination processes.«¹¹³ Es wird damit heuristisch zwischen Systemen auf der einen Seite und Infrastrukturen (Netzwerken und Verbundnetzwerken (»internetworks«)) auf der anderen unterschieden und der Infrastrukturbegriff damit für eine spezifische Form intersystemischer Verflechtung reserviert. Während Systeme demnach als lokal begrenzte Formationen verstanden werden (eine Stadt, ein Unternehmen), gelten als Netzwerke die (nationalen) Infrastrukturen der Eisenbahn oder der Elektrizität sowie als »internetworks or webs« global operierende Verbundnetzwerke wie das www oder der integrierte Logistikverkehr:¹¹⁴ »Perhaps the best example is intermodal freight, in which ISO standard containers, which may be mounted on standard truck or rail wheel-bases and lifted into container ship holds, smooth transfers among independent road, rail, and shipping infrastructures.«¹¹⁵

Was den zweiten Punkt betrifft, diskutieren die Infrastructure Studies die intersystemische Vernetzung entlang von drei Konzepten: *reverse salients*, Gateways und Pfadabhängigkeit. Bezogen auf Hughes' Konzept der *reverse salients*, die als »critical unsolved problems« verstanden werden, wird festgehalten, dass diese technischer Natur sein könnten, bei Netzwerken und Verbundnetzwerken allerdings häufiger auch andere Aspekte betreffen:¹¹⁶ »[R]everse salients are often legal, political, social, or cultural.«¹¹⁷ So werden für Informationsinfrastrukturen etwa das Generieren von Metadaten, Unklarheiten hinsichtlich der Frage des geistigen Eigentums, die Verbindung von Datenbanken

¹¹² Edwards et al.: *Understanding Infrastructure*, S.i.

¹¹³ Ebd., S. 7.

¹¹⁴ Vgl. Edwards et al.: *Understanding Infrastructure*, S. 12, Tabelle 1.

¹¹⁵ Ebd., S. 13.

¹¹⁶ Ebd., S. 7.

¹¹⁷ Ebd., S. 14.

mit unterschiedlichen Formaten, Publikationskulturen und fehlende Data Sharing-Anreize für Universitäten als *reverse salients* genannt.¹¹⁸

Gateways gelten als zentrales Moment der Infrastrukturentwicklung, da sie die Verbindung von Netzwerken betreffen. Sie werden als Element der Konfliktlösung zwischen konkurrierenden Systemen und insofern als Teil der Konsolidierungsphase von Infrastrukturen gesehen. Dabei unterscheiden Edwards et al. zwei Möglichkeiten, wie die Konkurrenz zwischen Standards oder Systemen gelöst werden kann. In seltenen Fällen setze sich ein einziges System durch – »one system wins total victory over the others.«¹¹⁹ Häufiger dagegen würden Verbindungen, d.h. Gateways geschaffen, »that allow previously incompatible systems to interoperate.«¹²⁰ Edwards et al. verweisen etwa auf Adapterstecker, um zwischen zwei- und dreipoligen Steckdosen zu wechseln.¹²¹ Gateways sind deshalb als »key principle« der Infrastrukturentwicklung zu verstehen: »[P]lugs and sockets that allow new systems to be joined to an existing framework easily and with minimal constraint.«¹²² Allerdings sei es ein folgenreiches Missverständnis, wenn man Gateways allein technisch (Hardware oder Software) auffasse; vielmehr würde sich eine technische Lösung mit einer sozialen Wahl verbinden, die beide in bestehende Praxisgemeinschaften integriert werden müssten.¹²³

Drei Typen von Gateways lassen sich hinsichtlich ihres Standardisierungsgrads und der dadurch bedingten Reichweite der Lösung differenzieren:¹²⁴ zum einen wenig standardisierte, improvisierte Einzellösungen und deshalb nur für ein spezifisches System geltende Gateways, etwa Gleichstrom-Wechselstrom-Umformer (»AC/DC rotary converter«);¹²⁵ zweitens standardisierte Gateways, die eine un-

¹¹⁸ Vgl. ebd., S. 15.

¹¹⁹ Ebd., S. 10.

¹²⁰ Ebd.

¹²¹ Vgl. ebd., S. 16.

¹²² Ebd.

¹²³ Vgl. ebd.

¹²⁴ Vgl. Egyedi: »Infrastructure Flexibility Created by Standardized Gateways«, S. 45, Table 1. Hinsichtlich der Frage, wie die Verbindung hergestellt wird, unterscheidet Egyedi Gateway-Technologien, die mit kompatiblen Gegenständen (»*compatible complements*«) wie Stecker und Steckdose arbeiten oder aber ein drittes Element als Verbindungsglied (»*compatible substitutes*«) einsetzen (ebd., S. 43).

¹²⁵ Interessanterweise taucht mit Blick auf Informationsinfrastrukturen als Beispiel für einen solchen Gateway auch die Tabelle in Gestalt eines Excel-Spreadsheets auf (Edwards et al.: *Understanding Infrastructure*, S. 23, Tabelle 3). Wie zu zeigen sein wird, figuriert die Tabelle auch als Beispiel für ein typisches *boundary object* (Star/Griesemer) im Rahmen kooperativer Arbeitsprozesse sowie als Beispiel für ein

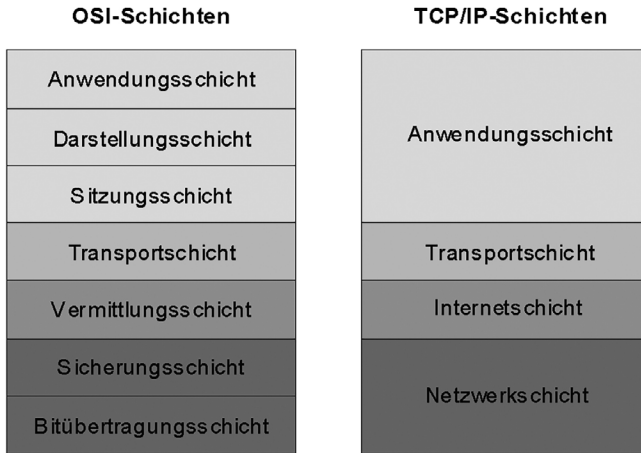


Abb. 1.1: Das OSI-Schichten-Modell

spezifizierte Zahl von Systemen verbinden sollen und deshalb einen allgemeineren Geltungsbereich haben (etwa plattformunabhängige Software, Programmiersprachen oder Präsentationsformate wie JAVA, Html oder PDF, aber auch die angesprochenen ISO-Standardcontainer); drittens schließlich Gateways, die auf Modelllösungen, d.h. einer Standardisierung auf der Ebene von Referenzrahmen beruhen und deshalb »meta-generic properties« besäßen.¹²⁶ Das Beispiel ist in diesem Fall das sogenannten OSI-Referenzmodell (Open Systems Interconnection Reference Modell), das für die Kommunikation in Computernetzwerken verschiedenen Schichten unterscheidet, auf denen jeweils eigene Standards etabliert werden (vgl. Abb. 1.1).¹²⁷

Über die Tatsache hinaus, dass das OSI-Modell eine Perspektive in Frage stellt, die das Soziale und Organisationale »oberhalb« des Technischen ansiedelt,¹²⁸ ermöglicht es ein differenzierteres Verständnis der medienwissenschaftlich bedeutsamen Unterscheidung von Software und Hardware. Das OSI-Modell, dessen Geschichte und

immutable mobile (Latour) im Rahmen der Wissenschaft. Dies zeigt, dass es sich um ein für die Organisation von Welt, Wissen und Technik sehr bedeutsames Medium handelt. Vgl. zur Tabelle auch Krajewski: »In Formation«.

¹²⁶ Egyedi: »Infrastructure Flexibility Created by Standardized Gateways«, S. 44.

¹²⁷ Auch bei Edwards et al. findet sich eine Abbildung des OSI-Schichtenmodell, Edwards et al.: *Understanding Infrastructure*, S. 35.

¹²⁸ Vgl. ebd.

medienwissenschaftliche Relevanz Christoph Neubert rekonstruiert,¹²⁹ wird dabei »universaler Bezugsrahmen für technische Diskurse über Telekommunikationssystemen [sic] jeder Art«,¹³⁰ vor allem mit Blick auf die je spezifischen Protokollstandards. Das Modell unterscheidet sieben, getrennt von einander operierende Schichten (Bitübertragungsschicht, Sicherungsschicht, Vermittlungsschicht, Transportschicht, Sitzungsschicht, Darstellungsschicht und Anwendungsschicht), die in Computernetzwerken für verschiedene Aufgaben zuständig sind (etwa Übertragungs- und Verbindungsaufbau, Datenübermittlung und Schnittstelle zum Benutzenden).¹³¹ Zweierlei ist hieran mit Blick auf die intersystemische Verbindung von Computernetzwerken hervorzuheben. Zum einen zeigt sich die Gegenüberstellung von Hardware/Software als extreme Verkürzung der für die Vernetzung von Computern notwendigen sieben Prozessebenen auf zwei. Und zweitens wird deutlich, dass die Adressierungs- und Vernetzungsprozesse nicht zwischen einzelnen Computern als ganzen stattfinden, sondern verschiedene, unabhängig voneinander kommunizierende Ebenen und Schnittstellen betreffen, bei denen die Kommunikation von Benutzer:innen nur eine unter mehreren ist.

Wie Neubert betont, ist von den OSI-Protokollstandards kaum etwas übrig geblieben. Gleichwohl repräsentiert das Modell ein »mächtiges Modellierungswerkzeug«, wenn auch »weniger für die Architektur von Kommunikation, als vielmehr für die Architektur von Meta-Kommunikation«. ¹³² Deshalb sprechen Edwards et al. auch von einem modellierten Gateway mit »meta-generischer« Reichweite. Denn im Unterscheid zu den beiden anderen Typen (Einzellösung bzw. standardisierte Verbindung), die die Kompatibilität zwischen politischen, operationalen und technischen Bereichen gewährleisten sollen,¹³³ repräsentiert das OSI-Modell einen Referenzrahmen für die Idee von Gateways als gestaffelten und ineinander verschachtelten Verbindungsprozessen und -ebenen.

¹²⁹ Vgl. Neubert: »Elektronische Adressenordnung«. Das Modell wird von der International Standardization Organization (ISO) in den späten 1970er Jahren entworfen, als die Idee vernetzter Computer aufgrund der proprietären Firmenstandards zu scheitern droht. Die ISO setzt deshalb auf die Entwicklung herstellerunabhängiger Kommunikationsstandards und internationale Normierung (vgl. ebd., S. 36).

¹³⁰ Ebd.

¹³¹ Vgl. hierzu ebd., S. 41–46.

¹³² Ebd., S. 36.

¹³³ Edwards et al.: *Understanding Infrastructure*, S. 36.

Ein drittes Konzept, dem Edwards et al. mit Blick auf die intersystemische Vernetzung und Konsolidierung von Infrastrukturen Aufmerksamkeit schenken, betrifft die sogenannte Pfadabhängigkeit. Der Begriff greift Hughes' Kategorie des Momentum im Sinne eines Beharrungsvermögens von großtechnischen Systemen auf, indem er die Bedeutung von Anfangsentscheidungen unterstreicht – »early choices constrain the options available moving forward«. ¹³⁴ Pfadabhängigkeit entwickelt sich also mit positiven wie negativen Effekten durch die Gewöhnung an bestimmte Systeme: »[A]s organizations and individuals come to rely on an infrastructure, they adapt to it, coupling many small-scale and local elements to the larger commodity service.« ¹³⁵ Sie impliziert »lock-in«-Effekte ¹³⁶ von Wahlmöglichkeiten zwischen konkurrierenden Technologien, aufgrund derer auch an sich »minderwertige« Technologien so dominant werden können, dass sich die eigentlich überlegenen Technologien nicht mehr durchzusetzen vermögen. Kanonische Beispiele hierfür sind die unergonomische QWERTY-Tastatur oder das VHS-Videosystem. Das Konzept der Pfadabhängigkeit verweist damit auf den Umstand, dass sich Individuen wie auch Organisationen tendenziell eher mit etwas zufrieden geben als etwas zu optimieren (»satisfice« rather than optimize«); ihre anfängliche Investition in eine Infrastruktur legt ihr weiteres Verhalten fest: »Once they have made an initial investment, people adapt themselves, their organizations, and their technological choices to that investment rather than (re)consider alternatives.« ¹³⁷ Die Aneignung von Technologien, d.h. die Gewöhnung an und Einübung in sie, ist also mit Arbeit verbunden. Und dieser Anpassungsaufwand ist es, der es Edwards et al. zufolge so schwer macht, einmal etablierte Infrastrukturen wieder zu ändern.

Bezogen auf die historische Dimension hat das Phänomen der Pfadabhängigkeit aber noch einen zweiten, relevanten Aspekt (vgl. Abb. 1.2). So wie sich Pfadabhängigkeit auf die Vergangenheit bezogen als Bahn oder Gerade darstellt, so legt sie mit Blick auf die Zukunft eine bestimmte Richtung nahe. Eine realisierte Infrastruktur bedeutet demnach stets die Verkürzung und Verkleinerung des Spektrums denkbarer Möglichkeiten, auf die im Nachhinein nicht mehr ohne

¹³⁴ Ebd., S. ii.

¹³⁵ Ebd., S. 8.

¹³⁶ Ebd., S. 17.

¹³⁷ Ebd. Vgl. hierzu auch Foray: »The Dynamic Implications of Increasing Returns«.

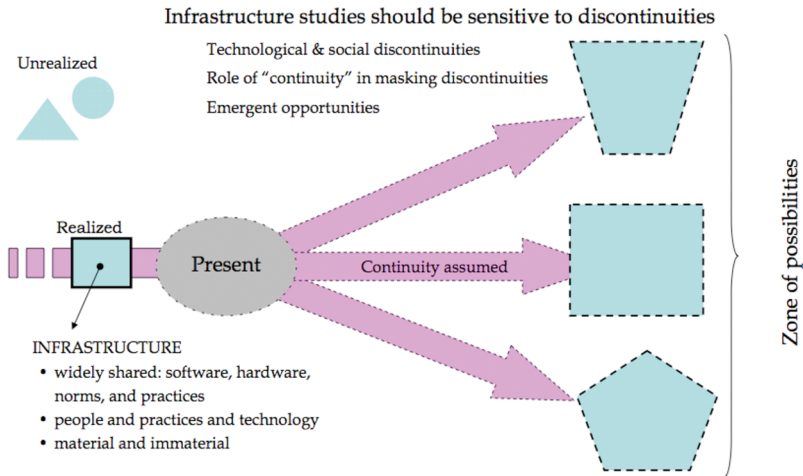


Abb. 1.2: Pfadabhängigkeit von Infrastrukturen

weiteres zurückgegriffen werden kann: »Critical technical, social, and organizational path dependencies established in the present will have long-term consequences – with each new lock-in an aura of inevitability about technical and organizational choices builds«. ¹³⁸ Bezogen auf die Zukunft kann sich eine solche Verkürzung sowohl als die wünschbare, mögliche Planbarkeit der wahrscheinlichsten Trajektorie darstellen wie auch als das Vererben negativer Effekte.

1.4 Infrastrukturen in Praxiszusammenhängen

Die Beschäftigung mit Infrastrukturen im Horizont der Science and Technology Studies bietet den Vorteil, sie als soziotechnische Komplexe in den Blick nehmen zu können. Während die Studien zu *large technical systems* mit ihrem Fokus auf »klassische« Versorgungs- und Verkehrsinfrastrukturen einen *bias* zugunsten der Technizität und Systemik derartiger Gebilde aufweisen, betonen die Arbeiten zu Informationsinfrastrukturen stärker die organisationale Dimension und insofern sequentielle Abläufe, Routinen, Skripte und Algorithmen. Ne-

¹³⁸ Bowker et al.: »Toward Information Infrastructure Studies«, S. 102; zu infrastruktureller Pfadabhängigkeit vgl. auch Edwards et al.: *Understanding Infrastructure*, S. 17–19.

ben der Frage der Räumlichkeit von Infrastrukturen rückt so auch die Dimension des zeitlichen Nacheinanders von Prozessen in den Fokus der Aufmerksamkeit.

Praxiszusammenhänge aus einer infrastrukturellen Perspektive zu untersuchen, lässt insbesondere Arbeitskontexte in den Vordergrund treten. Dabei stehen zum einen elektronische (Unterstützungs-)Systeme zur Diskussion, wie sie im Rahmen der Computer Supported Cooperative Work (CSCW) analysiert und entworfen werden,¹³⁹ zum anderen geht es grundsätzlicher um die Verfasstheit von Infrastrukturen im Horizont von Praxisgemeinschaften (*communities of practice*), wie sie insbesondere in den Forschungen von Susan Leigh Star (zusammen mit verschiedenen Kolleginnen und Kollegen) thematisiert werden.

Die Schriften der amerikanischen Soziologin sowie Technik- und Wissenschaftshistorikerin Susan Leigh Star sind der Tradition der Chicago School of Sociology sowie dem Symbolischen Interaktionismus zuzurechen, wobei Stars ethnographische Arbeit in der Verbindung von Theorie, Praxis und Erfahrung ihren Bezug zur Grounded Theory deutlich macht.¹⁴⁰ Mit Blick auf Stars Theoretisierung von Infrastrukturen sollen im Folgenden drei Aspekte hervorgehoben werden: erstens das Konzept des *boundary object*, zweitens ihre Überlegungen zu Klassifikationssystemen und Praxisgemeinschaften sowie drittens ihre Ausführungen zu charakteristischen Eigenschaften von (Informations-)Infrastrukturen.

Boundary Objects

Das Konzept des *boundary object* entwickelt Star zusammen mit dem Wissenschaftsphilosophen James Griesemer im Rahmen einer Fallstudie zum zoologischen Museum der Universität Berkeley, wobei es ihr Ziel ist, die dortige Zusammenarbeit sehr unterschiedlicher Gruppen von Akteur:innen und verschiedener sozialer Welten¹⁴¹ zu erklären – »university administrators, professors, research scientists, curators, amateur collectors, private sponsors and patrons, occasional field hands, gover-

¹³⁹ Vgl. K. Schmidt: »The Concept of ›Work‹ in CSCW«; Pipek/Wulf: »Infrastructuring«, S. 448f.; sowie allgemein K. Schmidt: *Cooperative Work and Coordinative Practices*.

¹⁴⁰ Zu Susan Leigh Star vgl. Gießmann/Taha (Hg.): *Susan Leigh Star*; Bowker et al. (Hg.): *Boundary Objects and Beyond*.

¹⁴¹ Vgl. für dieses von Anselm Strauss geprägte Konzept, Strauss: »A Social World Perspective«.

nement officials and members of scientific clubs«. ¹⁴² Es geht damit um ein grundsätzliches Problem wissenschaftlicher Arbeit, wie nämlich die Heterogenität wissenschaftlicher Standpunkte mit der Notwendigkeit der Kooperation der verschiedenen Parteien vermittelt werden kann. ¹⁴³ Star und Griesemer betonen, dass eine derartige Kooperation nicht konsensgetrieben stattfindet, ja ein Konsens hierfür nicht einmal nötig sei: »Consensus is not necessary for cooperation nor for the successful conduct of work.« ¹⁴⁴

Ihre Kritik richtet sich dabei auf das von Bruno Latour, Michael Callon und John Law vorgeschlagene Konzept der Übersetzung. Während diese den Prozess des *interessement* als eindimensionalen Übersetzungsprozess im Sinne eines »funneling« verstanden, der die Interessen verschiedener Akteure auf einen einzigen Passagepunkt vereine, ¹⁴⁵ vertreten Star und Griesemer ein anderes Modell, demzufolge »each translator must maintain the integrity of the interests of the other audiences in order to retain them as allies.« ¹⁴⁶ Diese »*n*-way nature of the *interessement*« könne nur eine ökologische Analyse berücksichtigen, die sie im Anschluss an Everett Hughes auf die Institution als Ganze beziehen, wodurch keiner der verschiedenen Standpunkte Priorität erhalte. ¹⁴⁷ Dabei geht es um ein »many-to-many mapping, where several obligatory points of passage are negotiated with several kinds of allies, including manager-to-manager types.« ¹⁴⁸ So entsteht eine unbestimmte Zahl von Möglichkeiten, durch die Akteur:innen der verschiedenen kooperierenden sozialen Welten ihre eigene Arbeit zum obligatorischen Passagepunkt für das ganze Netzwerk zu machen suchen, wodurch gleichzeitig eine unbestimmte Anzahl kohärenter Übersetzungen existiert, die jeweils durch das für alle Beteiligten bestehende Problem gekennzeichnet sind, »to (temporarily) reduce their local uncertainty without risking a loss of cooperation from allies.« ¹⁴⁹

Eine Antwort auf dieses Kooperationsproblem bietet nun die analytische Kategorie des *boundary object*. Hierbei handelt es sich um

¹⁴² Star/Griesemer: »Institutional Ecology, ›Translations‹ and Boundary Objects«, S. 392.

¹⁴³ Vgl. ebd., S. 387.

¹⁴⁴ Ebd., S. 388.

¹⁴⁵ Ebd., S. 390.

¹⁴⁶ Ebd., S. 389.

¹⁴⁷ Ebd.

¹⁴⁸ Ebd., S. 390.

¹⁴⁹ Ebd., S. 391.

wissenschaftliche Objekte, die mehreren, sich überschneidenden sozialen Welten angehören und den Informationsbedürfnissen jeder dieser Welten genügen. Star und Griesemer betonen sowohl die notwendige Plastizität wie auch Robustheit von *boundary objects*: »Boundary objects are objects which are both plastic enough to adapt to local needs and the constraints of the several parties employing them, yet robust enough to maintain a common identity across sites.«¹⁵⁰ Ihre Bedeutung sei in verschiedenen sozialen Welten je unterschiedlich, aber ihre Struktur allgemein genug, um sie in mehr als einer Welt zu erkennen, was sie zu Mitteln der Übersetzung mache.¹⁵¹

Vermittels der *boundary objects* ist eine Kooperation ohne Konsens (»cooperating without consensus«) möglich,¹⁵² die jenseits inhaltlicher Übereinstimmung an den Objekten der Zusammenarbeit orientiert ist. Mit Blick auf die Arbeit im Naturkundemuseum würden *boundary objects* entstehen, »when sponsors, theorists and amateurs collaborate to produce representations of nature.«¹⁵³ Zu den *boundary objects*, die bei dieser Repräsentationsarbeit zum Einsatz kommen, gehörten »specimens, field notes, museums and maps of particular territories«.¹⁵⁴ Sie alle würden sich dadurch auszeichnen, dass sie gleichermaßen »concrete and abstract, specific and general, conventionalized and customized« seien.¹⁵⁵

Star und Griesemer unterscheiden vier mögliche Typen solcher Objekte, verstehen dies aber nicht als vollständige Liste,¹⁵⁶ sondern als Vorschlag analytischer Unterscheidungen: Repositorien, Idealtypen, »coincident boundaries« (gemeinsame Grenzverläufe) und standardisierte Formen.¹⁵⁷ Bei Repositorien, etwa in einem Museum oder einer Bibliothek, handele es sich um geordnete Stapel von Objekten, die in standardisierter Weise indiziert seien, so dass Angehörige unterschiedlicher Welten sich des Stapels für verschiedene Zwecke bedienen

¹⁵⁰ Ebd., S. 393.

¹⁵¹ Ebd.

¹⁵² Vgl. Star: »This is Not a Boundary Object«, S. 605, siehe ferner Star: »Cooperation Without Consensus in Scientific Problem Solving«.

¹⁵³ Star/Griesemer: »Institutional Ecology, ›Translations‹ and Boundary Objects«, S. 408.

¹⁵⁴ Ebd.

¹⁵⁵ Ebd.

¹⁵⁶ Dem widerspricht Erhard Schüttpelz und entfaltet deren systematische Beziehungen mit Blick auf die Relation von Teil und Ganzem sowie Ergänzungsfähigkeit und Modularisierung, Schüttpelz: »Struktur der Grenzobjekte«, S. 238.

¹⁵⁷ Star/Griesemer: »Institutional Ecology, ›Translations‹ and Boundary Objects«, S. 410.

könnten, ohne explizit über diese Zwecke Auskunft geben zu müssen. Unter Idealtypen verstehen Star und Griesemer Diagramme, Atlanten oder andere Typen von Beschreibungen und Karten, die abstrakt genug sind, um Kooperation auf kommunikativer und symbolischer Ebene zu gewährleisten. Drittens denken sie an Objekte, die dieselben Grenzen, aber unterschiedliche Inhalte haben. Als Beispiel nennen sie »the creation of the state of California itself as a boundary object for workers at the museum.«¹⁵⁸ Während die Karten der Amateursammler:innen eher traditionellen Straßenkarten ähnelten, würden die Karten der professionellen Biolog:innen zwar dieselben geopolitischen Grenzen des Bundesstaates teilen, ansonsten aber hochabstrakte Schattierungen von ökologisch verstandenen ›life zones‹ abbilden.¹⁵⁹ Ein vierter Typus von *boundary objects* betrifft schließlich standardisierte Formen wie etwa Formulare: »In the case of the amateur collectors, they were provided with a form to fill out when they obtained an animal, standardized in the information it collected.«¹⁶⁰

Star selbst bemüht sich in der Folge um eine Präzisierung und das Ausräumen einiger Missverständnisse bezüglich des Konzepts der *boundary objects*,¹⁶¹ die vor allem der Tatsache geschuldet waren, dass das Konzept in Feldern reüssierte (etwa der Managementtheorie), die aufgrund des Fehlens einer praxistheoretischen Orientierung jene Konkretion verunmöglichten, die *boundary objects* im Rahmen einer Grounded Theory-Perspektive stets hatten.¹⁶² Gleichwohl ist es gerade das Konzept des *boundary object*, das für die Medienwissenschaft einflussreich geworden ist,¹⁶³ da es die material-mediale Dimension von Übersetzungsprozessen in kooperativen Zusammenhängen problematisiert. In ihrem späteren Text hält Star für die Architektur von *boundary objects* noch einmal drei Punkte fest. Sie betont erstens deren »interpretive flexibility«,¹⁶⁴ die darin bestehe, dass etwa ein und ›dieselbe‹ Karte für verschiedene Gruppen etwas Verschiedenes darstelle: »Their difference depends on the use and interpretation of the

¹⁵⁸ Ebd., S. 411.

¹⁵⁹ Ebd.

¹⁶⁰ Ebd.

¹⁶¹ Vgl. Star: »This is Not a Boundary Object«.

¹⁶² Vgl. Gießmann/Taha: »›Study the unstudied‹«, S. 32.

¹⁶³ Vgl. hierzu vor allem Gießmann/Taha (Hg.): *Susan Leigh Star. Grenzobjekte und Medienforschung*.

¹⁶⁴ Star: »This is Not a Boundary Object«, S. 602.

object.«¹⁶⁵ Während dieser Aspekt in der Philosophie und Geschichtswissenschaft wie auch im Rahmen konstruktivistischer soziologischer Ansätze bekannt sei, gelte das für die zwei anderen Punkte nicht im selben Maße. Zweitens nämlich zeichneten sich die verschiedenen Typen von *boundary objects* durch eine »material/organizational structure« aus, und drittens beträfen sie Fragen von »scale/granularity«.¹⁶⁶ Die in Frage stehende Materialität der *boundary objects* rühre nicht von einer vorab bestehenden Dingheit her, sondern entstehe erst in der Auseinandersetzung mit Arbeitskontexten: »An object is something people (or, in computer science, other objects and programs) act toward and with. Its materiality derives from action, not from a sense of prefabricated stuff or ›thing-ness. So, a theory may be a powerful object.«¹⁶⁷ Deshalb verbindet sich mit *boundary objects* eine spezifische Dynamik »between ill-structured and more tailored uses of the objects«, die sie zwischen einer stärkeren Anpassung an konkrete Kontexte und einer stärkeren Verallgemeinerung oszillieren lässt. Wie im Folgenden weiter zu zeigen sein wird, lässt sich dieses Oszillieren zwischen Konkretisierung und Verallgemeinerung als Schnittstelle von *boundary object*-Konzept und Infrastrukturbegriff verstehen. Denn wenn *boundary objects* stärker verallgemeinert werden, entstehen Standards und damit die Voraussetzung für Infrastrukturen: »[W]hen the movement between the two forms [ill-structured and well-structured objects, G.S.] either scales up or becomes standardized, then boundary objects begin to move and change into infrastructure, into standards«.¹⁶⁸

Klassifikationssysteme

Ein zweiter Schwerpunkt von Stars Auseinandersetzung mit Infrastrukturen betrifft Klassifikationssysteme und Standards. Während *boundary objects* in Arbeitszusammenhängen lediglich temporär stabile Bezugspunkte darstellen, die es Angehörigen verschiedener sozialer Welten möglich machen, miteinander zu kooperieren, ist die Rede von *boundary infrastructures*, die Geoffrey Bowker und Star in ihrer Studie *Sorting Things Out* mit Blick auf Klassifikationssysteme verwenden, als

¹⁶⁵ Ebd.

¹⁶⁶ Ebd.

¹⁶⁷ Ebd., S. 603.

¹⁶⁸ Ebd., S. 605.

Versuch zu verstehen, die Stabilisierung von Grenzobjekten zu kompletten Grenzinfrastrukturen im Sinne eines Scaling Up in den Blick zu nehmen. Dabei lässt sich die Frage der Klassifikation auch als »Grenze der Grenzobjekte«¹⁶⁹ fassen, da mit Klassifikationen machtanalytische Fragestellungen auf den Plan treten, die jenseits eines ›demokratisch‹ gedachten ›many-to-many‹-Mappings von *boundary objects* zu sehen sind. Denn Klassifikationssysteme sind für Bowker und Star keine neutralen Formationen, sondern wirkmächtige Agenten der Herstellung gesellschaftlicher Wirklichkeiten (»things perceived as real are real in their consequences«¹⁷⁰), deren Effekte sie kritisch beleuchten¹⁷¹ und bezogen auf das Design zukünftiger Infrastrukturen reflektieren.¹⁷² Dabei bemängeln Bowker und Star, dass viele computertechnisch implementierte Informationsinfrastrukturen ihrer Aufgabe, den Austausch zwischen heterogenen sozialen Welten im Sinne von *boundary infrastructures* herzustellen, nicht gerecht würden. Die vier vorgelegten Fallstudien betreffen die Entwicklung des internationalen Klassifikationssystems für Krankheiten Ende des 19. Jahrhundert, die Probleme bei der Klassifikation von Tuberkulose, das System der Rassentrennung in Südafrika sowie die Schwierigkeiten der Klassifikation von Pflegearbeit im Krankenhauskontext.

Wie sich hier bereits andeutet, verstehen Bowker und Star Kategorien- und Klassifikationssysteme als Informationsinfrastrukturen und insofern als sowohl materielle wie symbolische Einheiten: »All classification and standardization schemes are a mixture of physical entities, such as paper forms, plugs, or software instructions encoded in silicon, and conventional arrangements such as speed and rhythm, dimension, and how specifications are implemented.«¹⁷³ Kategorien und Klassifikationen begegnen damit einerseits als konkret implementierte Formen,

¹⁶⁹ Gießmann/Taha: »Study the unstudied«, S. 42.

¹⁷⁰ Bowker/Star: *Sorting Things Out*, S. 53. Bowker und Star beziehen sich hier auf das sogenannte Thomas-Theorem: »If men define situations as real, they are real in their consequences.« (Thomas: *The Child in America*, S. 572).

¹⁷¹ Hier schließen sich Stars unter anderem durch ihre feministische Perspektive informierte Studien zu Marginalität an, insbesondere Star: »Power, Technology and the Phenomenology of Conventions«.

¹⁷² Zu verweisen ist hier auf Stars Auseinandersetzung mit dem skandinavischen Ansatz der partizipativen Softwareentwicklung (*participatory design*), vor allem im Rahmen ihrer Zusammenarbeit mit Karen Ruhleder, vgl. etwa Star/Ruhleder: »Steps Toward an Ecology of Infrastructure«, S. 115 und 128. Zu diesem Ansatz allgemein, vgl. Floyd et al.: »Out of Scandinavia«.

¹⁷³ Bowker/Star: *Sorting Things Out*, S. 39.

andererseits als Abstraktionen. Diese hybride materiell-symbolische Verfasstheit von Kategorien lässt sich auch dahingehend verstehen, dass einer abstrakten Einheit im Sinne eines Gattungsbegriffs im Verlauf des Klassifikationsprozesses konkrete Exemplare zugeordnet werden. Dabei halten Bowker und Star Klassifikationssysteme nicht für konsistent, eindeutig und vollständig, sondern thematisieren auf der Basis eines weiten Verständnisses von Klassifikation konkrete Praxiszusammenhänge und damit die Arbeit an Klassifikation – »we can look at the work that is involved in building and maintaining a family of entities that people call classification systems rather than attempt the Herculean, Sisyphean task of purifying the (un)stable systems in place.«¹⁷⁴

Mit Blick auf die in Frage stehenden Arbeitszusammenhänge greifen Bowker und Star in *Sorting Things Out* Jean Laves und Etienne Wengers Konzept der »communities of practice« auf,¹⁷⁵ um zu erläutern, wie Informationssysteme genutzt werden, um über die Grenzen von sozialen Welten hinweg zu kommunizieren. Als Praxisgemeinschaft wird dabei eine Analyseeinheit verstanden, die formale Organisationen, Institutionen wie Familie oder Kirche, aber auch soziale Bewegungen überschreitet: »It is, put simply, a set of relations among people doing things together. [...] The activities with their stuff, their routines, and exceptions are what constitute the community structure.«¹⁷⁶ Betont wird in diesem Zusammenhang vor allem der Aspekt der Mitgliedschaft in einer solchen Praxisgemeinschaft, die Grade und Abstufungen zulässt: »People live, with respect to a community of practice, along a trajectory (or continuum) of membership that has elements of both ambiguity and duration.«¹⁷⁷ Dabei ist es für die Mitgliedschaft entscheidend, mit den Regeln einer Praxisgemeinschaft vertraut zu werden, vor allem bezüglich der beteiligten Objekte (»tools, furniture, texts, and symbols, among others«), Personen und Handlungen sowie der auf sie bezogenen Kategorien.¹⁷⁸ Im Zuge dieses Prozesses tritt eine zunehmende »naturalization of categories or objects« ein, denn »[t]he more at home

¹⁷⁴ Ebd., S. 13.

¹⁷⁵ Ebd., S. 294. Vgl. hierzu auch Lave/Wenger: *Situated Learning*. Indikatoren für das Vorliegen von Praxisgemeinschaften sind dabei wechselseitige und nachhaltige Beziehungen, geteilte Diskurse, eine gemeinsame Geschichte und Umgangsweisen sowie spezifische Werkzeuge und Insiderwissen, vgl. Wenger: *Communities of Practice*, S. 125f.

¹⁷⁶ Bowker/Star: *Sorting Things Out*, S. 294.

¹⁷⁷ Ebd.

¹⁷⁸ Ebd.

you are in a community of practice, the more you forget the strange and contingent nature of its categories seen from the outside.«¹⁷⁹ Als fremd (»outsider, naive, strange«) begegnet entsprechend alles, was diesen naturalisierten Status (»at home, taken-for-granted«) (noch) nicht durchlaufen bzw. erreicht hat.¹⁸⁰

Vor diesem Hintergrund werden *boundary objects* als »working arrangements« verstehbar, die aus der dauerhaften Kooperation von verschiedenen *communities of practice* entstehen, »when two or more differently naturalized classification systems collide.«¹⁸¹ Bowker und Star betonen hier erneut, dass *boundary objects* Probleme der Kooperation in »relatively equal situations« lösen würden, »without imposing a naturalization of categories from one community or from an outside source of standardization.«¹⁸² Eine »imperialist imposition of standards, force, and deception« hätte demgegenüber eine andere Struktur, auf die noch genauer einzugehen sein wird (s. Kap. 2.2).¹⁸³

Ganz grundsätzlich wird Dingen also eine transformierende Qualität zugesprochen: »[T]ools and material arrangements always mediate activity. People never act in a vacuum [...] but with respect to arrangements, tools, and material objects.«¹⁸⁴ Die Beziehung des Neulings zur Gemeinschaft kreise deshalb vor allem um seine Beziehung zu den Dingen, während es – kontraintuitiv – gerade nicht um die direkte Beziehung zu den Personen gehe.¹⁸⁵ Eine solche direkte Beziehung gebe es überhaupt nur hypothetisch, denn »there is always mediation by some sort of object.«¹⁸⁶ So verstanden bedeutet Naturalisierung vor allem »stripping away the contingencies of an object's creation and its situated nature.«¹⁸⁷ Je mehr Objekte im Laufe der Zeit naturalisiert würden, umso unhinterfragter werde die Beziehung zu ihnen: »Commodity and infrastructural technologies are often naturalized in this way. In a sense they become a form of collective forgetting, or naturalization, of the contingent, messy work they replace.«¹⁸⁸ Zwischen Menschen und

179 Ebd., S. 294f.

180 Ebd., S. 295.

181 Ebd., S. 297.

182 Ebd.

183 Ebd.

184 Ebd., S. 298

185 Ebd., S. 298f.

186 Ebd., S. 299.

187 Ebd.

188 Ebd.

Mitgliedschaften auf der einen Seite und Dingen und ihrer Naturalisierung auf der anderen lässt sich also nicht trennen; lediglich analytisch könne man sie als »two trajectories traveling in tandem« verstehen.¹⁸⁹

Doch wie Bowker und Star eingangs betont hatten, sind Klassifikationssysteme heterogene Angelegenheiten. Dabei ist es eines ihrer Verdienste, auf die Bedeutung von »Restkategorien« (*residual categories*)¹⁹⁰ für die Entstehung von Klassifikationssystemen hingewiesen zu haben, in die für eine Übergangszeit Phänomene eingeordnet werden, die im etablierten Klassifikationssystem (noch) keinen Ort haben. Insbesondere Restkategorien führen in der Folge häufig zu entscheidenden Rejustierungen des Klassifikationssystems bzw. zu neuen Kategorien. Hinzu kommt, dass Personen häufig nicht nur einer Praxisgemeinschaft angehören, und sich deshalb die Frage stellt, wie mit Marginalität und Multiplizität umzugehen ist. Auch hier schlagen Bowker und Star ein »many-to-many relational mapping« vor, das gleichzeitig mehrere Trajektorien der Mitgliedschaft und Naturalisierung berücksichtigen kann »between multiple marginality of people (borderlands and monsters) and multiple naturalizations of objects (boundary objects and standards).«¹⁹¹

Standards gehören also für Bowker und Star zu einer stärker von außen auferlegten Naturalisierung von Objekten, die sie in *Sorting Things Out* als zu formalistisch kritisieren, um die Heterogenität und prozessuale Natur von Informationsökologien charakterisieren zu können.¹⁹² Es wird zu zeigen sein, dass Susan Leigh Star insbesondere in ihrer Zusammenarbeit mit Martha Lampland zehn Jahre später Standards selbst als heterogene Entitäten mit einer komplexen Aushandlungsgeschichte verstehen wird, deren Narrative sie zu rekonstruieren sucht (s. Kap. 2.2).¹⁹³

Charakteristika von (Informations-)Infrastrukturen

Zentral für Stars Auseinandersetzung mit (Informations-)Infrastrukturen ist eine gemeinsam mit Karen Ruhleder in den Jahren 1991 bis 1995 durchgeführte ethnographische Studie, die sich mit dem Versuch auseinandersetzt, ein elektronisches Informationssystem für eine inter-

¹⁸⁹ Ebd., S. 300.

¹⁹⁰ Vgl. ebd., S. 149f. und 300. Vgl. ferner Star/Bowker: »Enacting Silence«.

¹⁹¹ Bowker/Star: *Sorting Things Out*, S. 309.

¹⁹² Vgl. ebd., S. 293.

¹⁹³ Vgl. Star/Lampland: »Reckoning with Standards«, S. 13.

national vernetzte Community von Biolog:innen zu implementieren.¹⁹⁴ Die betreffende Community erforscht seit den 1960er Jahren den Fadenwurm *caenorhabditis elegans*, kurz: *c. elegans*, dessen Eigenschaften und Genetik ihn zu einem Modellorganismus auch für Wirbeltiere und den Menschen machen, wodurch er für das 1990 gegründete Human Genome Project interessant wird. *C. elegans* gehört mittlerweile zu den am besten erforschten Organismen weltweit (vergleichbar etwa der Fruchtfliege *Drosophila melanogaster* oder dem Darm-Bakterium *Escherichia coli*) und war 1998 der erste vollständig sequenzierte Vielzeller überhaupt.

Die Ethnographie Stars und Ruhleders bezieht sich nun auf den Versuch, für diese Forschungsgemeinschaft ein digitales Informationssystem, das sogenannte Worm Community System (WCS) zu installieren. Die Plattform, die als eine Art »distributed ›hyperlibrary«¹⁹⁵ verstanden wird, besteht aus Visualisierungen der physischen Struktur des Wurms, aktualisierbaren Gen-Karten, Annotationsmöglichkeiten, einem Verzeichnis der beteiligten Wissenschaftler:innen, einem Thesaurus, einem vierteljährlichen Newsletter (der *Worm Breeder's Gazette*) sowie der Einbindung einer Datenbank. Die als Vorzeigeprojekt der National Science Foundation geförderte Unternehmung hat das Ziel, »to bridge geographic and disciplinary boundaries within the worm community«.¹⁹⁶ Doch der Versuch scheitert, da das System nicht in der antizipierten Weise angenommen wird und sich infolgedessen nicht als Kommunikationsplattform für die gesamte Community durchsetzen kann. Star und Ruhleder analysieren den Misserfolg maßgeblich als Resultat von ›Verständigungsproblemen‹ zwischen Nutzer:innen und Entwickler:innen, beziehen ihn aber auch auf die Frühphase des Internet Anfang der 1990er Jahre, in der mit Webanwendungen wie Mosaic, Netscape, Gopher oder WAIS bereits einfachere und leichter zugängliche Services zur Verfügung stehen. Fragen der Systemimplementierung ständen zu dieser Zeit, so Star und Ruhleder, deshalb stets »in the eye of an informational and organizational hurricane of change«.¹⁹⁷

¹⁹⁴ Vgl. Star/Ruhleder: »Steps Toward an Ecology of Infrastructure«. Dieser Aufsatz erschien 1996, frühere Fassungen wurden 1993, 1994 und 1995 publiziert, etwa Star/Ruhleder: »Steps Towards an Ecology of Infrastructure« (1994).

¹⁹⁵ Star/Ruhleder: »Steps Toward an Ecology of Infrastructure«, S. 114.

¹⁹⁶ Ebd., S. 132.

¹⁹⁷ Ebd., S. 114; vgl. auch S. 131.

Infrastrukturen sind Star und Ruhleder zufolge durch zwei grundlegende Momente gekennzeichnet. Erstens zeichnen sie sich durch eine doppelte, paradoxe Natur aus.¹⁹⁸ Denn Infrastrukturen ließen sich mit Blick auf die Relation von *structure* und *agency* stets auf beiden Seiten der Unterscheidung verorten, seien also Strukturierungen (*structurations*) im Sinne von Anthony Giddens:¹⁹⁹ »It [the technology, G.S.] is both engine and barrier for change; both customizable and rigid; both inside and outside organizational practices. It is product and process.«²⁰⁰ Zweitens seien Infrastrukturen wesentlich relational verfasst: »[I]nfrastructure is fundamentally and always a *relation*, never a thing.«²⁰¹ Sie sind eingebunden in je verschiedene Praxiszusammenhänge und erfahren erst durch diese Situations- und Gebrauchskontexte ihren jeweiligen Sinn: »Within a given cultural context, the cook considers the water system a piece of working infrastructure integral to making dinner; for the city planner, it becomes a variable in a complex equation. Thus we ask, *when* – not *what* – is an infrastructure.«²⁰² Ein solches Umstellen von Was- auf Wann-Fragen verweist nicht allein auf Kontextabhängigkeit und Situationsbezug, sondern markiert für Star und Ruhleder den spezifischen Punkt der Emergenz von Infrastrukturen: »the ›when‹ of complete transparency«,²⁰³ jenen Punkt also, an dem Infrastrukturen zum unsichtbaren Hintergrund alltäglicher Verrichtungen werden:

*An infrastructure occurs when the tension between local and global is resolved. That is, an infrastructure occurs when local practices are afforded by a larger-scale technology, which can then be used in a natural, ready-to-hand fashion. It becomes transparent as local variations are folded into organizational changes, and becomes an unambiguous home – for somebody. This is not a physical location nor a permanent one, but a working relation – since no home is universal.*²⁰⁴

Diese Formulierungen verweisen auf die beschriebene Idee der Naturalisierung von Kategorien und Klassifikationen, die Bowker und Star als Ausdruck der Vertrautheit mit den Arbeitszusammenhängen einer *community of practice* und als entscheidende Bedingung der Mitglied-

198 Vgl. ebd., S. 111.

199 Vgl. ebd.; vgl. auch Giddens: *The Constitution of Society*.

200 Star/Ruhleder: »Steps Toward an Ecology of Infrastructure«, S. 111.

201 Star/Ruhleder: »Steps Towards an Ecology of Infrastructure« (1994), S. 253.

202 Star/Ruhleder: »Steps Toward an Ecology of Infrastructure«, S. 113.

203 Ebd., S. 132.

204 Ebd., S. 114.

schaft festgehalten hatten. Wenn nun die Emergenz von Infrastrukturen mit ihrer Naturalisierung einhergeht, erfordert es die Analyse von Infrastrukturen, diese Naturalisierung methodisch zu hinterfragen. Dazu dient eine »infrastructural inversion«.²⁰⁵ Dieses von Geoffrey Bowker geprägte Konzept meint eine Figur-Grund-Umkehrung der Verursachungskette in der Beschreibung von (großtechnischen) Systemen, die anstelle einzelner Personen oder Apparaturen infrastrukturelle Beziehungen in den Fokus rückt.²⁰⁶

Infrastructural inversion means recognizing the depths of interdependence of technical networks and standards, on the one hand, and the real work of politics and knowledge production on the other. It foregrounds these normally invisible Lilliputian threads and furthermore gives them causal prominence in many areas normally attributed to heroic actors, social movements, or cultural mores.²⁰⁷

Ein solcher »gestalt switch« richtet sich gegen die Tendenz von Infrastrukturen »to fade into the woodwork (sometimes literally!).«²⁰⁸ So etwa sei der Aufstieg der Rechenmaschinen Ende des 19. Jahrhunderts eine Konsequenz von (und eben nicht der Grund für) Veränderungen in der Büroorganisation; ebenso seien der Anstieg der Lebenserwartung und das Entstehen des Berufs des Mediziners nicht die Ursache, sondern eine Folge der Entwicklung von Wasser- und Sanitär-Infrastrukturen.²⁰⁹ Verwiesen wird in diesem Zusammenhang auch auf Howard Beckers Überlegungen in *Art Worlds*, der die produktiven Effekte einer infrastrukturellen Inversion für die künstlerische Praxis analysiert und aufzeigt, inwiefern infrastrukturelle Details den Kunstsektor bedingen.²¹⁰ Etwa würde die Größe von Gemälden üblicherweise so gewählt, dass sich die Bilder einfach aufhängen ließen, Leinwandrollen durch die vorhandenen Türen von Galerien und Museen passten und mit den Fertigkeiten von Einrahmer:innen harmonierten. Zwar wäre es stets möglich, diesen Zwängen nicht zu entsprechen, doch verursache das zusätzliche Kosten.²¹¹ In *Sorting Things Out* unterscheiden Bowker und Star vier mögliche Horizonte und Themenbereiche infrastruktureller

²⁰⁵ Ebd., S. 113.

²⁰⁶ Vgl. Bowker: »Information Mythology«, insb. S. 235.

²⁰⁷ Bowker/Star: *Sorting Things Out*, S. 34.

²⁰⁸ Ebd.

²⁰⁹ Vgl. Star/Bowker: »How to Infrastructure«, S. 233.

²¹⁰ Vgl. Becker: *Art Worlds*, insb. S. 26–28.

²¹¹ Bowker/Star: *Sorting Things Out*, S. 36.

Inversionen, die sie auch als »[s]ome tricks of the trade in analyzing classification« beschreiben:²¹² Es gelte, die Allgegenwärtigkeit dieser Strukturen zu sehen, die Arbeit, die in sie investiert wurde, nicht zu vernachlässigen, die verschiedenen Stimmen in der Formation von Infrastrukturen zur Geltung zu bringen, und schließlich die in den Aufbau von Klassifikationssystemen eingehende politische Dimension zu berücksichtigen.²¹³ Für Star bedeutet das, wie sie Ende der 1990er Jahre provokant formuliert, »to study boring things«,²¹⁴ also das vermeintlich Uninteressante an Infrastrukturen in den Blick zu nehmen. Unter Rekurs auf einen häufig zitierten Aphorismus ihres Doktorvaters Anselm Strauss – »»study the unstudied.«²¹⁵ – fordert sie ein ökologischeres Verständnis von Arbeitsplätzen, Materialität und Interaktion, das auch einer Agenda der sozialen Gerechtigkeit folge »by valorizing previously neglected people and things.«²¹⁶

Anders als bei den Arbeiten zu *boundary objects* und Klassifikationssystemen geht es bei der Ethnographie des Worm Community System nun aber nicht um die Analyse einer bereits vorhandenen Struktur, sondern vielmehr um die Einführung eines Systems, was Fragen nach der Emergenz und Gestaltung von Infrastrukturen in den Vordergrund treten lässt. Überraschend ist dabei, dass Star und Ruhleder Informationsinfrastrukturen auf Fragen der Software, ihrer Implementierung und die damit verbundenen Design-Aufgaben reduzieren, dagegen die Biolog:innen-Community selbst, d. h. die bestehende Organisationsform und Praxisgemeinschaft mit bereits existierenden Routinen, nicht als (Informations- und Verwaltungs-)Infrastruktur beobachten. Dadurch geraten Fragen etwaig entstehender Konkurrenzen zwischen ›alten‹ und ›neuen‹ Informationsinfrastrukturen nur indirekt in den Blick. Bezogen auf Stars und Ruhleders Analyse des Worm Community System sind nun drei Konzepte maßgeblich: erstens das Konzept der Ökologie, das bereits der Titel des Aufsatzes aufruft, zweitens die Frage der Übersetzung, die sie unter Rekurs auf eine infrastrukturelle Lesart des Bateson'schen Begriff des *double bind* und der Lern-Ordnungen entfalten,²¹⁷ sowie

²¹² So der Titel des ersten Kapitels von *Sorting Things Out*.

²¹³ Vgl. ebd., S. 37–46.

²¹⁴ Star: »The Ethnography of Infrastructure«, S. 377.

²¹⁵ Ebd., S. 379.

²¹⁶ Ebd.

²¹⁷ Vgl. Bateson: *Steps to an Ecology of Mind*, insb. die Artikel »Minimal Requirements for a Theory of Schizophrenia«, »Double bind, 1969« sowie »The Logical Categories of Learning and Communication«.

schließlich drittens ihr Verständnis von (Informations-)Infrastrukturen und deren Eigenschaften.

Bereits ihre Untersuchung des zoologischen Museums in Berkeley verstanden Star und Griesemer als dezidiert ökologische Analyse, die sich besonders durch ihren nicht-reduktionistischen Charakter auszeichnete: »The ecological viewpoint is anti-reductionist in that the unit of analysis is the whole enterprise, not simply the point of view of the university administration or of the professional scientist.«²¹⁸ Nur eine solche ökologische Sichtweise sei in der Lage, ein polyperspektivisches »many-to-many-mapping«²¹⁹ zu repräsentieren. Diese Überlegung geht auf den symbolischen Interaktionismus zurück, wobei insbesondere der organisationstheoretische Ansatz von Everett C. Hughes von Bedeutung ist, der das Konzept der Ökologie für die soziologische Analyse von Institutionen produktiv macht. Ein Unternehmen etwa befindet sich Hughes zufolge immer innerhalb einer bestimmten Umgebung und steht deshalb unter Anpassungsdruck. Es muss festlegen, worauf es als »Umwelt« reagieren will: »[O]ne of the things the enterprising element must do is choose within the possible limits the environment to which the institution will react.«²²⁰ Das Konzept der Ökologie betrifft damit grundsätzlich Fragen der Rahmung und Interaktion mit dem Kontext, worauf Star und Ruhleder in ihrer Analyse des Worm Community System auch ausführlich eingehen.

Bedeutsam ist für Star und Ruhleders Analyse aber auch, dass die Etablierung des Worm Community System scheitert. Sie begegnen dem Phänomen, dass die meisten befragten Personen angeblich gerade im Begriff sind, das System zu nutzen,²²¹ auch wenn Recherchen dies nicht bestätigen. Insbesondere Probleme der Anmeldung und Verbindung mit dem System sind verantwortlich für das Scheitern des Gesamtprojekts.²²² Anders als andere CSCW-Analysen Mitte der 1990er Jahre, die sich zu wenig für die Arbeit der Implementierung und Installation von Informationssystemen interessiert würden, greifen Star und Ruhleder auf Gregory Batesons Unterscheidung von Kommunikationsebenen bzw. Lernordnungen zurück, um Probleme bei der infrastrukturellen

²¹⁸ Star/Griesemer: »Institutional Ecology, ›Translations‹ and Boundary Objects«, S. 389.

²¹⁹ Ebd., S. 390.

²²⁰ E. Hughes: »Going Concerns«, S. 62.

²²¹ Vgl. Star/Ruhleder: »Steps Toward an Ecology of Infrastructure«, S. 122.

²²² Vgl. ebd., S. 116f.

Implementierung von Informationssystemen zu beschreiben,²²³ wodurch das Konzept der Übersetzung relevant wird.

Bateson unterscheidet drei kommunikative Ebenen bzw. Stufen:²²⁴ die objektsprachliche Ebene, die metasprachliche Ebene und eine Ebene der Meta-Metamitteilung, wobei die jeweils höhere Ebene als Kontext der darunter liegenden verstanden wird. In analoger Weise werden drei Ordnungen des Lernens differenziert: Gilt die erste Ebene dem Lernen von etwas, so die zweite dem Lernen zu lernen, während die dritte Ebene umfassendere Paradigmen der Erziehung betrifft. Star und Ruhleder übertragen das auf Probleme, die bei der Infrastrukturentwicklung auftreten: Würden auf der ersten Ebene (vermeintlich einfache) technische Entscheidungen gefällt,²²⁵ ginge es auf der zweiten Ebene um die Konsequenzen, die solche Entscheidungen für den Arbeitsprozess hätten,²²⁶ während auf der dritten Ebene generelle Überlegungen zu Haltungen und Werten in der Community angestellt würden.²²⁷ Resultieren Probleme der ersten Ebene aus Wissensdefiziten, entstehen sie auf der zweiten aus unvorhergesehenen kontextuellen Effekten oder der Kombination von verschiedenen Problemen erster Ordnung. Auf der dritten Ebene wiederum betreffen sie breitere (wissenschafts-)politische Zusammenhänge und Debatten (etwa um die Definition von Objekten, die Interpretierbarkeit von Ergebnissen etc.). Die Probleme und ihre Lösungen werden also mit zunehmender Ebene nicht nur komplexer, auch sind die Ebenen selbst zunehmend weniger eindeutig voneinander zu trennen. Gemäß Batesons Theorie des *double bind* kommt es nun zu einem logischen Paradox, wenn *gleichzeitig* auf verschiedenen Ebenen Mitteilungen ausgesendet bzw. Antworten eingefordert werden, die einander wechselseitig ausschließen.

Solche aufgrund ihrer mehrfachen Kontextadressierung von Bateson als »transcontextual syndrome« bezeichneten Phänomene stellen Star und Ruhleder in den Mittelpunkt ihrer Analyse der zwischen

²²³ Vgl. ebd., S. 117–129. Auf über zehn Seiten entfalten Star und Ruhleder hier ein eng an Bateson orientiertes Übersetzungstableau; siehe dazu auch Schabacher: »Worm World«, S. 411, Tabelle 1.

²²⁴ Die Darstellung orientiert sich an der Lektüre des Ansatzes von Bateson durch Star und Ruhleder. Zur Differenzierung der Lernordnungen vgl. insb. Bateson: »The Logical Categories of Learning and Communication«, S. 287–306.

²²⁵ Vgl. Star/Ruhleder: »Steps Toward an Ecology of Infrastructure«, S. 117; vgl. zu »First-order issues«, ebd., S. 118–120.

²²⁶ Vgl. ebd., S. 117; vgl. zu »Second-order issues«, ebd., S. 120–123.

²²⁷ Vgl. ebd., S. 117: »Unix users are evil – we are Mac people«. Vgl. zu »Third-order issues«, ebd., S. 123–126.

User:innen und Entwickler:innen auftretenden Schwierigkeiten.²²⁸ In Analogie zu Bateson sprechen sie von einem »*infrastructural transcontextual syndrome*«²²⁹ und identifizieren drei Typen von *double binds*: zunächst die Differenz zwischen verschiedenen Nutzungskontexten, die das, was etwa für die Systemadministration eine Aussage erster Ebene ist (»Just throw up X Windows and FTP the file down«) für ungeübte Anwender:innen zu einem komplexen Set von Fragen der zweiten Ebene machen; sodann Diskrepanzen innerhalb der Worm Community selbst, die computerbezogene Diskussionen auf der zweiten Ebene zu wissenschaftspolitischen Positionen der dritten Ebene werden lassen; und schließlich die generelle Kluft zwischen der Sprache der Entwickler:innen und der der Nutzer:innen von Informationsinfrastrukturen.²³⁰ Nach Star und Ruhleder ist die Auflösung bzw. das Überbrücken solcher *double binds* notwendig, wenn die Implementierung von Informationsinfrastrukturen gelingen soll. Sie empfehlen deshalb multidisziplinäre Entwickler:innen-Teams und verleihen der Erwartung Ausdruck, dass Entwickler:innen wie User:innen die Sprache des jeweils Anderen lernen. Sie setzen ihre Hoffnung in einen anders gearteten Support, der »computer literacy« nicht allein technisch versteht, sondern ebenso auf Unterstützungsprozesse zweiter und dritter Stufe bezieht.²³¹

Vier Aspekte erscheinen in diesem Zusammenhang besonders relevant. Mit dem Bezug auf Gregory Bateson steht erstens der Begriff des Kontextes im Mittelpunkt der Infrastrukturanalyse. Insofern der Kontext-Begriff bei Bateson aus einem kommunikativ-sprachlichen Szenario heraus entwickelt wird – Bateson greift auf bekannte logische Paradoxien der Unterscheidung von Objekt- und Metasprache²³² zurück –, bleibt er vor allem ein Problem der Verständigung und von *Artikulationsarbeit*:²³³ Entwickler:innen wie User:innen sollen lernen, die Sprache des jeweils Anderen zu sprechen.²³⁴ Damit bleibt aber eine Agency der Artefakte, wie sie im Konzept des *boundary objects* angelegt ist, und eine Berücksichtigung der dinglichen Akteure der

²²⁸ Ebd., S. 127.

²²⁹ Ebd.

²³⁰ Ebd., S. 127.

²³¹ Ebd., S. 130.

²³² Vgl. dazu Schüttpelz: »Objekt- und Metasprache«.

²³³ Vgl. hierzu Strauss: »Work and the Division of Labor«, S. 8f.; Star/Strauss: »Layers of Silence, Arenas of Voice«, insb. S. 10. Siehe dazu auch Kap 2.3.

²³⁴ Vgl. Star/Ruhleder: »Steps Toward an Ecology of Infrastructure«, S. 130.

Umwelt vergleichsweise unterbelichtet. Problematisch an Stars und Ruhleders ›Übersetzung‹ der Theorie Batesons ist zweitens, dass die Situation des *double bind* bei Bateson im Kontext der Schizophrenie-Analyse (Familienkonstellation, Eltern/Kind-Beziehung) begegnet und dort nicht allein den Widerspruch zwischen verschiedenen Ebenen und Kontexten bezeichnet, sondern seine Brisanz aus der Tatsache bezieht, dass Widersprüche gerade *nicht* auflösbar sind. Insofern würde sich die Frage stellen, ob die von Star und Ruhleder herausgearbeiteten Ebenen-Probleme überhaupt vermeidbar sind.²³⁵ Als Medium im Sinne einer transformativen Eigenleistung, also als Mediator, erscheint im Artikel von Star und Ruhleder drittens vor allem die Kategorie des Supports. Auch wenn die Autorinnen betonen, der Support habe die User:innen nicht allein auf technische Probleme vorzubereiten, sondern ebenso auf die Behandlung von Fragen zweiter und dritter Ordnung, so bleibt die Kategorie gleichwohl unbestimmt und die mediale, d. h. transformierende Qualität des Supports wird nicht ausreichend berücksichtigt. Stellt man diese aber in Rechnung, erschiene Support nicht als Zwischenschritt oder Intermediäres auf dem Weg zu einem unabhängig definierten Ziel, sondern als Instanz, die mediiert und die unterstützten Personen und Artefakte in möglicherweise unvorhergesehene Richtungen lenkt.

Und viertens existiert noch eine weitere Ebene, auf der sich das transkontextuelle Syndrom als infrastrukturell manifestiert, ohne dass allerdings ein kommunikatives Phänomen im oben beschriebenen Sinne vorläge. Bateson nämlich betont, dass die Theorie des *double bind* und des transkontextuellen Syndroms nicht allein auf schizophrene Symptome zu beziehen sei, sondern ebenso verwandte, nicht-pathologische Verhaltensmuster betreffe »such as humor, art, poetry, etc.«²³⁶ In diesem Bereich allerdings, so Bateson, »there is nothing to determine whether a given individual shall become a clown, a poet, a schizophrenic, or some combination of these.«²³⁷ Bezieht man dies auf die von Star und Ruhleder nicht behandelten parodistischen Cover der regelmäßiger erscheinenden *Worm Breeder's Gazette*, so zeigen sich hier paratex-

²³⁵ Dagegen legen bestimmte Passagen nahe, dass Star und Ruhleder deren Vermeidung im Auge haben: »If we, in large-scale information systems implementation, design messaging systems blind to the discontinuous nature of the different levels of context, we end up with organizations which are split and confused« (ebd., S. 118).

²³⁶ Bateson: »Double Bind, 1969«, S. 272.

²³⁷ Ebd.

tuelle Konstellationen,²³⁸ durch die die Cover kein ›neutrales‹ oder bloß illustratives Verhältnis zum Inhalt des Newsletters unterhalten, sondern vielmehr den Untersuchungsgegenstand *c. elegans* reflexiv im Kontext verschiedener Medienarrangements problematisieren: Der Fadenwurm geht ins Kino und schaut sich die Filme an, in denen *c. elegans* als Protagonist auftritt (vgl. Abb. 1.3), er mikroskopierte den Menschen (vgl. Abb. 1.4), figuriert als Computerprogramm »WORMSTAR 3.2« und wird zum Held bei den Peanuts, den Simpsons sowie als »Superworm«. Ferner wird die Methode des Sequenzierens als alchemistischer Vorgang dargestellt (vgl. Abb. 1.5) oder die Institutionalisierung des Forschungsprozesses reflektiert (vgl. Abb. 1.6). Auf dem Cover findet sich also ein Diskurs dritter Ebene ›über‹ das, was die Worm Community tut, und zwar auf jener Ebene des Humors, die Bateson gleichfalls zu den *double bind*-Phänomenen rechnet. Auch hier hat man es also mit einem *transcontextual syndrome*, einer Mehrfachadressierung von Kontexten zu tun. Diese generiert aber, wie Bateson bemerkt, im Gegensatz zu den ›Einschränkungen‹ aufgrund transkontextueller ›Verwirrungen‹ Bereicherung und Kreativität: »It seems that both those whose life is enriched by transcontextual gifts and those who are impoverished by transcontextual confusions are alike in one respect: for them there is always or often a ›double take‹.«.²³⁹ Interessant ist dabei, dass der Humor, der sich auf den Covern der *Worm Breeder's Gazette* findet, insbesondere die Mediengeschichte der Erforschung des Fadenwurms aufs Korn nimmt (Film, Foto, Mikroskop, Karte, PC etc.). Hierbei wird *c. elegans* zu einer Art Comicheld, der seinerseits mit den Menschen zu Rande zu kommen hat. In dieser Form des reflexiven Kommentars lassen sich also nicht nur von der Forschung konstruierte Narrative und Ideologien adressieren, vielmehr wird die Geschichte technischer Medien als mögliche Außenseite der Tätigkeit der Worm Community für alle Mitglieder anschaulich; inklusive der Abhängigkeit von Mensch, Wurm und Apparat in diesem infrastrukturellen Netzwerk einer ›worm world‹.

Auf der Basis ihrer Analyse der Implementierung des Worm Community System – und dies ist die dritte Ebene konzeptueller Überlegungen, die der Text entfaltet – identifizieren Star und Ruhleder nun erstmals grundlegende Eigenschaften, durch die sich (Informations-)Infrastruk-

²³⁸ Vgl. Genette: *Paratexte*; Kreimeier/Stanzek (Hg.): *Paratexte in Literatur, Film, Fernsehen*.

²³⁹ Vgl. Bateson: »Double Bind, 1969«, S. 272.

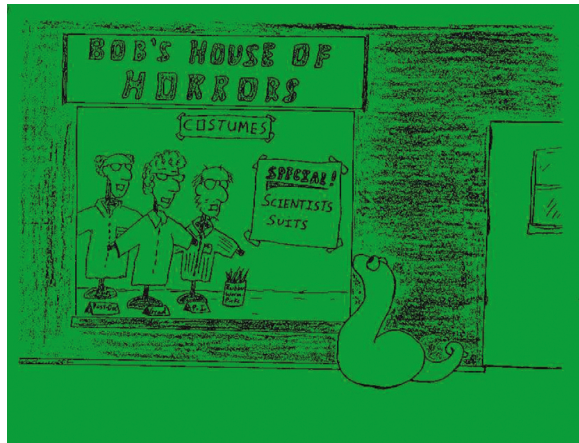
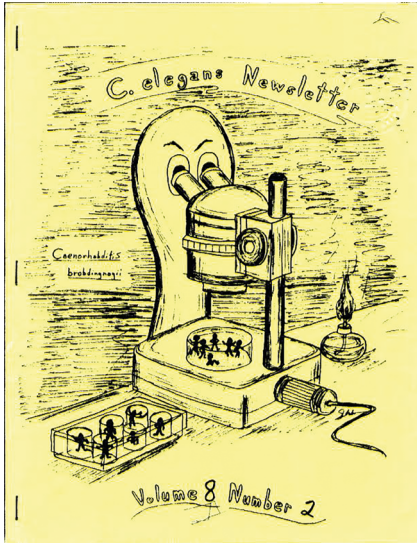


Abb. 1.3–1.6: Coverabbildungen der *Worm Breeder's Gazette* 1978–2011

turen auszeichnen. Genannt werden acht bzw. neun »dimensions«,²⁴⁰ die in allen Texten Stars immer wieder Erwähnung finden und mittlerweile zum kanonischen Bestand der Infrastrukturforschung zählen.²⁴¹

²⁴⁰ Star/Ruhleder: »Steps Toward an Ecology of Infrastructure«, S. 113. An anderen Stellen ist auch von »properties« (Star: »The Ethnography of Infrastructure«, S. 380) oder »salient features« (Star/Bowker: »How to Infrastructure«, S. 231) die Rede.

²⁴¹ In den Überlegungen von 1996 (Star/Ruhleder: »Steps Toward an Ecology of Infrastructure«, S. 113) finden die Eigenschaften von Infrastrukturen ihre erste Erwähnung; 1999 ergänzt sie Star nochmals (Star: »The Ethnography of Infrastructure«, S. 381f.).

Kennzeichnend für Infrastrukturen sei ihre Einbettung in andere Strukturen (*embeddedness*), sie seien »sunk into and inside of other structures, social arrangements, and technologies«²⁴². Im Gebrauch hätten Infrastrukturen eine transparente Verfügbarkeit (*transparency*), müssten also nicht jedes Mal neu erfunden oder für jede Aufgabe erneut zusammengesetzt werden. Es handelt sich hierbei um eine wichtige Eigenschaft, die bereits im Horizont der ›Naturalisierung‹ von Klassifikationssystemen begegnete und die die Diskussion um die ›Unsichtbarkeit‹ von Infrastrukturen prägt, insofern die Transparenz sowohl das ›Eingebettetsein‹ von Infrastrukturen wie ihr ›Aufsetzen‹ auf bereits bestehende Strukturen betrifft. Mit Blick auf Reichweite und Geltungsbereich gehen Infrastrukturen zeitlich wie räumlich über singuläre Ereignisse und lokal gebundene Praxen hinaus (*reach or scope*). Sie werden – wie oben beschrieben – im Rahmen der Mitgliedschaft in Praxisgemeinschaften angeeignet (*learned as part of membership*); erst wenn also Infrastrukturen von Nutzer:innen als selbstverständlicher Teil einer solchen Praxisgemeinschaft angesehen werden, sind Artefakte bzw. organisationale Arrangements tatsächlich Infrastrukturen geworden. Entsprechend verstehen Fremde und Außenstehende Infrastrukturen als »target object«, über das sie sich Wissen aneignen müssen.²⁴³ Infrastrukturen haben demnach eine prägende Wirkung auf Praktiken bzw. sind von diesen geprägt (*links with conventions of practice*): »Infrastructure both shapes and is shaped by the conventions of a community of practice, e.g. the ways that cycles of day-night work are affected by and affect electrical power rates and needs.«²⁴⁴ Darüber hinaus gelten Infrastrukturen als verkörperte Standards (*embodiment of standards*), was umgekehrt bedeutet, dass Infrastrukturen erst da entstehen, wo Standards stabilisiert sind. Sie würden auf bereits vorhandenen Systemen aufsetzen (*built on an installed base*), was die bereits im Kontext der *large technical systems* diskutierten Fragen des spezifischen Momentum solcher Strukturen bzw. deren Pfadabhängigkeit aufruft: »Infrastructure does not grow *de novo*; it wrestles with the ›inertia of the installed base‹ and inherits strengths and limitations of that base.«²⁴⁵ Star und Ruhleder denken hier an Glasfaserkabel, die entlang von alten

²⁴² Star: »The Ethnography of Infrastructure«, S. 381.

²⁴³ Ebd.

²⁴⁴ Star/Ruhleder: »Steps Toward an Ecology of Infrastructure«, S. 113.

²⁴⁵ Ebd.

Eisenbahnlinien verlegt werden, oder an die Rückwärtskompatibilität von Systemen und betonen, dass sich die Vernachlässigung derartiger Bezüge und Zwänge bei der Neuentwicklung von Infrastrukturen als fatal erweisen kann.²⁴⁶ Darüber hinaus würde eine Infrastruktur erst im Moment ihrer Störung sichtbar (*becomes visible upon breakdown*): »The normal invisible quality of working infrastructure becomes visible when it breaks; the server is down, the bridge washes out, there is a power blackout.«²⁴⁷ Auf diesen Punkt wird noch ausführlicher zurückzukommen sein (s. Kap. 2.1 sowie 3.1). In ihrem Artikel »The Ethnography of Infrastructure« nennt Star noch eine weitere Eigenschaft von Infrastrukturen, die den Aspekt der Pfadabhängigkeit mit Blick auf Veränderungsmöglichkeiten profiliert. Insofern Infrastrukturen groß, geschichtet und komplex seien und lokal je Verschiedenes bedeuteten, bräuchten Veränderungen Zeit und könnten nie einfach *top down* erfolgen (*fixed in modular increments, not all at once or globally*). Sie fänden auf der Basis von Aushandlungen statt und würden häufig die Anpassung weiterer Komponenten des Systems nötig machen.²⁴⁸

Mit Blick auf die behauptete Relationalität von Infrastrukturen lassen sich die von Star und Ruhleder genannten Dimensionen auch als je unterschiedliche Akzentuierungen von Verhältnissen denken. In der Forschung ist diesbezüglich auch vom Überbrücken verschiedener Maßstäbe die Rede »bridging three kinds of scales global/local, large/small, and long-term/short-term«.²⁴⁹ Bowker et al. sprechen bezogen auf die von Star und Ruhleder genannten Merkmale von einer »distribution of qualities«²⁵⁰ entlang zweier kontinuierlich gedachter Achsen: der als nicht-räumlich verstandenen Achse »social/technical« und der als räumlich interpretierten Achse »individual/group or local/global«.²⁵¹ Aus einer ökologischen Perspektive verstehen Bowker et al. den Aufbau von Infrastrukturen deshalb als Set verteilter – technischer, sozialer und institutioneller – Handlungen: »We think of infrastructures and their construction as distributions along these axes rather than as tension between polar opposites.«²⁵² Nicht zufällig

²⁴⁶ Vgl. ebd., S. 113.

²⁴⁷ Ebd., S. 113.

²⁴⁸ Star: »The Ethnography of Infrastructure«, S. 382.

²⁴⁹ Edwards et al.: »Introduction: Agenda for Infrastructure Studies«, S. 370.

²⁵⁰ Bowker et al.: »Toward Information Infrastructure Studies«, S. 102.

²⁵¹ Ebd., S. 101.

²⁵² Ebd.

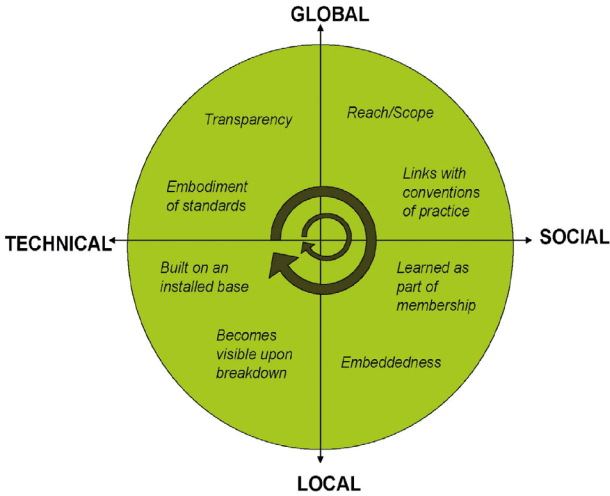


Abb. 1.7: Dimensionen und Merkmale von Infrastrukturen

nutzt die Graphik (vgl. Abb. 1.7) zur Kennzeichnung der zweiten Achse allerdings dann nur das Begriffspaar global/lokal und verzichtet auf die stärker soziologisch informierten Bezeichnungen ›Individuum‹ bzw. ›Gruppe‹, da diese Begriffe bezogen auf Stars und Ruhleders Kriterien weniger eingängig sind. Zudem werden die Eigenschaften der Standardisierung und der Transparenz als technische und globale Attribute verstanden (eine Zuordnung, die mit Blick auf die Aushandlungsprozesse bei Standardisierungen bereits Probleme bereitet), während das Eingebettetsein und die Mitgliedschaft in einer Praxisgemeinschaft als stärker sozial und lokal geprägte Eigenschaften erscheinen.

Analog zum Vorschlag von Bowker et al. lassen sich darüber hinaus weitere Unterscheidungen zur Beschreibung infrastruktureller Verhältnisse in Anschlag bringen. Gemäß der diskutierten Relationalität von Infrastrukturen sind dabei die jeweiligen Pole der Unterscheidung nicht als ontologische Verfasstheiten, sondern als durch Beobachterpositionen und damit verbundene Wertigkeiten konstruierte Sichtweisen zu verstehen. Neben den von Star und Ruhleder bzw. Bowker et al. bereits genannten Achsen der Soziotechnik (*technisch/sozial*), der Reichweite (*lokal/global* sowie *individuell/gruppenbezogen*), der Größe (*klein/groß*) sowie Dauer (*kurzfristig/langfristig*) sind für eine medien- und kulturwissenschaftliche Perspektive auf Infrastrukturen darüber hinaus weitere Relationen relevant: Sie betreffen Fragen der

Sichtbarkeit und Transparenz (*sichtbar/unsichtbar*) von Infrastrukturen, ihre Beschaffenheit (*materiell/immateriell*), die Relation von Struktur und Agency (*statisch/prozessual*), ihre Stellung im Verhältnis zur Natur (*natürlich/künstlich*), den Grad ihrer Zurichtung (*standardisiert/flexibel*) sowie den ihrer Explizitheit (*formal/informell*). Diese Relationen stellen ein Inventar für die Beschreibung von Infrastrukturen bereit, das es zum einen ermöglicht, ihre im konkreten Fall je unterschiedliche Beschaffenheit abzubilden (es gibt z.B. stärker lokale und stärker global operierende Infrastrukturen). Zum anderen erlauben es diese Relationen, Infrastrukturen als Verhältnisse erkennbar zu machen, deren Funktionieren sich stets zwischen den Polen abspielt, also als Wechselverhältnis von Formellem und Informellem, Statischem und Dynamischem, Großem und Kleinem. Das heißt aber nichts Anderes, als die mediale Qualität von Infrastrukturen in Rechnung zu stellen, d.h. ihre Leistung der Übersetzung, der Transformation und der Zirkulation zwischen Mikro und Makro, zwischen Technischem, Sozialem und Diskursivem.

MEDIALITÄT VON INFRASTRUKTUREN

Für eine medienwissenschaftliche Auseinandersetzung stellen die räumliche und zeitliche Disposition von Infrastrukturen, ihre organisationale Beschaffenheit wie auch ihre Beteiligung an der Erzeugung, Speicherung und Verarbeitung von Wahrnehmungsinhalten und Wissen entscheidende Faktoren dar: Infrastrukturen prägen und transformieren gesellschaftliche, politische, technische und kulturelle Zusammenhänge und sind deshalb als Medien *sui generis* zu begreifen. Im Anschluss an die von den Science and Technology Studies herausgearbeiteten Charakteristika soll im Folgenden die Medialität von Infrastrukturen genauer untersucht werden. Dazu werden drei Aspekte besonders profiliert: erstens die Frage der Un/Sichtbarkeit von Infrastrukturen (Kap. 2.1), zweitens die mit ihnen verbundenen Skalierungsmöglichkeiten und das Problem der Metrologie (Kap. 2.2) und drittens die spezifische Zeitlichkeit von Infrastrukturen (Kap. 2.3).

2.1 Sichtbarkeit/Unsichtbarkeit. Blackboxing und ›Unsichtbare Städte‹

Die Medialität von Infrastrukturen lässt sich zunächst anhand der Relation *sichtbar/unsichtbar* herausarbeiten. Bereits mit der Forderung einer infrastrukturellen Inversion verband sich die Vorstellung, dass Infrastrukturen nur durch einen spezifischen methodischen Aufwand zum Gegenstand wissenschaftlicher Analyse gemacht werden können. Die geforderte Inversion galt dabei sowohl der Forschungsperspektive – Infrastrukturen seien nicht nur als Effekt, sondern als Ursachen historischer Veränderungen zu begreifen – wie auch der Tatsache, dass Infrastrukturen im Alltag mit großer Selbstverständlichkeit genutzt werden und insofern nur mühsam in den ›Vordergrund‹ zu rücken sind. Auf diese Weise sollen gerade auch bisher vernachlässigte (humane wie nicht-humane) Akteure

und die von ihnen für das Funktionieren von Infrastrukturen verrichtete Arbeit (s. Kap. 2.3) gebührende Aufmerksamkeit erlangen. Mit einer *infrastructural inversion* verbindet sich also die Idee, dass Infrastrukturen nicht ›einfach‹ zugänglich sind, sondern sichtbar gemacht werden müssen.

Unter den Infrastrukturmerkmalen nach Star und Ruhleder finden sich nun einige, die derartige Un/Sichtbarkeitsrelationen im engeren Sinn betreffen. So verbindet sich mit der Rede von der *embeddedness* von Infrastrukturen die räumliche Vorstellung, sie seien in andere Strukturen ›eingelassen‹ bzw. befänden sich ›in‹ ihrem Inneren.¹ Eine solche Form der Einbettung lässt sich im Sinne von »parasitären Verhältnissen« oder technikgeschichtlich als Differenz von Infrastrukturen erster und zweiter Ordnung verstehen,² legt also nahe, dass Infrastrukturen der (visuellen) Wahrnehmung entzogen sein können. Historisch gewendet wird eine solche Eingebettetheit von Infrastrukturen als Pfadabhängigkeit interpretiert, da ›neue‹ Infrastrukturen stets auf Basis bereits vorhandener entwickelt werden (*built on an installed base*). In ihrer alltäglichen Verfügbarkeit erzeugen Infrastrukturen eine spezifische transparente Zuhandenheit, d.h. eine Form der Durchsichtigkeit (*transparency*), die sie für *communities of practice* derart naturalisiert, dass sie im Sinne eines ›kollektiven Vergessens‹ ihren Nutzer:innen nicht mehr als künstlich hergestellte Strukturen entgegentreten. Im Fall infrastruktureller Transparenz geht es also nicht um eine ›tatsächlich‹ physikalisch gegebene Nicht-Wahrnehmbarkeit von Infrastrukturen, sondern vielmehr um Ausmaß und Effekte von Gewöhnungsprozessen, die Infrastrukturen unsichtbar werden lassen.³ Aus dem Zustand dieser Naturalisierung treten Infrastrukturen dagegen im Moment der Störung heraus, wie noch eingehender zu zeigen sein wird (s. Kap. 3.1). Epistemisch gesehen firmieren Unfall und Störung deshalb als generative

¹ Aufgerufen wird hier also die Perspektive von *infra* im Sinne von »within«; vgl. *OED Online*, [Art.] »infra-, prefix«. Siehe auch oben, Kap. 1.1.

² Krajewski: *Restlosigkeit*, S. 38; vgl. Braun: »Geflügelte Saurier«, S. 446–500.

³ In diesem Zusammenhang lässt sich auch auf Heideggers Zeuganalyse und seine Unterscheidung von Vorhandenheit und Zuhandenheit verweisen, die den spezifischen Charakter von Zeug in der »Unauffälligkeit des zunächst Zuhandenen« sieht, also darin, dass es gewissermaßen ›verschwinden‹ muss, um tatsächlich zuhanden zu sein: »Für den, der zum Beispiel eine Brille trägt, die abstandsmäßig so nahe ist, daß sie ihm auf der ›Nase sitzt‹, ist dieses gebrauchte Zeug umweltlich weiter entfernt als das Bild an der gegenüber befindlichen Wand. Dieses Zeug hat so wenig Nähe, daß es oft zunächst gar nicht auffindbar wird.« (Heidegger: *Sein und Zeit*, S. 107). Zum Verhältnis von Opazität und Transparenz aus kultur- und medienwissenschaftlicher Sicht vgl. Rautzenberg/Wolfsteiner (Hg.): *Hide and Seek*.

Momente für ein Wissen von Infrastrukturen. Erst die Störung macht Infrastrukturen ›sichtbar‹, insofern sie deren reibungsloses Funktionieren unterbricht.

Wie dieser kurze Durchgang durch die von Star und Ruhleder genannten Merkmale verdeutlicht, sind bezüglich der Rede von der Un/Sichtbarkeit von Infrastrukturen mehrere Ebenen auseinanderzuhalten: Auf einer ersten Ebene geht es um Fragen des Visuellen im engeren Sinn, d. h. Infrastrukturen werden unter bestimmten Bedingungen sichtbar bzw. sind dem Blick entzogen. Damit eng verbunden betrifft das Konzept der Un/Sichtbarkeit zweitens die ästhetische Dimension der generellen sinnlichen Erfahrbarkeit von Infrastrukturen,⁴ was Qualitäten von Schmutz, Lärm, Fülle/Enge etc. mit einschließt.⁵ »Aesthetics in this sense«, so betont Brian Larkin gegenüber einer vorschnellen Engführung von Wahrnehmbarkeit und Sichtbarkeit »is not a representation but an embodied experience governed by the ways infrastructures produce the ambient conditions of everyday life: our sense of temperature, speed, florescence«.⁶ In diesem Kontext wäre auch die bereits angesprochene ›repräsentative‹ Dimension von Infrastrukturen als politisches Instrument zu nennen,⁷ insofern die aufwendig gestalteten ›Außenseiten‹ von (Informations-)Infrastrukturen (etwa Bahnhofsportale, Firmenseiten oder andere Interfaces) ästhetische Qualitäten besitzen und damit Machtverhältnisse sowie Fragen der Governance implizieren.⁸ Drittens

⁴ So beschreibt etwa Urs Stäheli unter Rekurs auf Walt Whitmans Auseinandersetzung mit der New Yorker Fulton-Fähre diese Transportinfrastruktur als spezifisches Erfahrungsmachen von Kollektivität, vgl. Stäheli: »Infrastrukturen des Kollektiven«.

⁵ Zu verweisen wäre hier etwa auf Versuche der Lärmreduktion, u. a. bezogen auf städtische Soundscapes, vgl. Bijsterveld: *Mechanical Sound*; Hellström et al.: »Acoustic Design Artifacts and Methods for Urban Soundscapes«.

⁶ Larkin: »The Politics and Poetics of Infrastructure«, S. 336.

⁷ Vgl. ebd., S. 335.

⁸ So vertritt etwa Langdon Winner die These, Infrastrukturen hätten diskriminierende Wirkungen. Winner behauptet, Stadtplaner Robert Moses habe in den 1930er Jahren bestimmte New Yorker Brücken aus rassistischen Gründen extra so niedrig angelegt, dass öffentliche Busse (und entsprechend: die ärmere schwarze Bevölkerung) nicht an die Strände Long Island habe gelangen können (vgl. Winner: »Do Artifacts Have Politics?«). Auch wenn diese vielfach aufgegriffene Behauptung im konkreten Fall widerlegt und als zu pauschal kritisiert wurde (vgl. hierzu Joerges: »Die Brücken des Robert Moses«), bleibt der Zusammenhang von infrastrukturellen Maßnahmen und deren bewusst exkludierenden Wirkungen gleichwohl gegeben. Dies gilt für die Klassifikationssysteme, die Bowker und Star in *Sorting Things Out* nennen ebenso wie für die Techno-Politik von Mikroarchitekturen im öffentlichen Raum (vgl. Eggersglüß: »Soziale Härten«) oder die Wirkung von (automatisierten) Überwachungssystemen, die bestimmte Verhaltensweisen (etwa ein zu langes Verweilen an einem Ort) als verdächtig klassifizieren (vgl. Müller/Boos: »Zurich Main Railway Station«).

betrifft die Rede von der Un/Sichtbarkeit das epistemologische Problem der (theoretischen) Un/Verfügbarkeit von Infrastrukturen, was anhand des Konzepts des Blackboxing noch genauer darzustellen sein wird. Viertens schließlich sind Praktiken der Visualisierung von Belang, die das Problem der Un/Sichtbarkeit im Sinne eines Verfügbarmachens von Infrastrukturen bearbeiten und damit die Vorstellung ihrer Vernetztheit allererst generieren. Insbesondere Karten, Modellen und schematischen Darstellungen kommt dabei große Bedeutung zu, wie etwa im Fall von Henry Charles Becks Londoner Tube Map oder kartographischen Repräsentationen Europas.⁹ Den genannten Aspekten soll in den folgenden Abschnitten näher nachgegangen werden; insbesondere der Topos der unsichtbaren Stadt erhält dabei besondere Aufmerksamkeit.

Blackboxing

In einem Grundlagenbeitrag zur Soziologie der Übersetzung analysiert Michel Callon den temporären Erfolg der Entwicklung eines französischen Elektroautos (Véhicule Électrique (VEL)) in den frühen 1970er Jahren nicht als Innovationsgeschichte, sondern als komplexes sozio-technisches Akteur-Netzwerk. Zentral ist für Callon dabei die Fähigkeit von Technologien, »eine Welt – ihre Welt – zu konstruieren«,¹⁰ also konstituierende Elemente zu definieren und sie mit Zeit, Raum und Geschichte auszustatten: das Elektroauto und das zugehörige »soziale Universum«, in dem es positioniert sein sollte.¹¹ In Frage steht eine »Ko-Evolution« der ›Gesellschaft‹, technischer Artefakte und Erkenntnisse über die Natur«,¹² für die humane und nicht-humane Elemente gleichermaßen wichtig sind: »Wenn die Elektronen nicht ihre Rolle spielen oder die Katalysatoren kontaminiert würden, wäre das Ergebnis nicht weniger verhängnisvoll, als wenn der Konsument das Fahrzeug ablehnte.«¹³ Im Rahmen seiner Analyse verwendet Callon die Doppelbegrifflichkeit der *Akteur-Welt* im Sinne der den verschiedenen Akteuren zugewiesenen Identitäten, Charakteristika und Rollen, und

⁹ Zu Becks schematischem U-Bahn-Plan vgl. Gießmann: *Die Verbundenheit der Dinge*, S. 261–271. Zur Imagination europäischer Integration durch die Repräsentation von Infrastrukturen vgl. Badenoch: »Myths of the European Network«.

¹⁰ Callon: »Die Soziologie eines Akteur-Netzwerkes«, S. 177.

¹¹ Ebd.

¹² Ebd., S. 176.

¹³ Ebd., S. 178.

des *Akteur-Netzwerks* im Sinne der dynamisch-strukturellen Dimension ihrer Beziehungen.¹⁴ Die dabei geschaffenen Strukturen zeichnen sich durch Prozesse wechselseitiger und gestaffelter Vereinfachungen aus, wobei die Stabilität eines Netzwerks nicht nur von den Verbindungen der einzelnen Elemente abhängt, sondern auch davon, dass jedes dieser Elemente seinerseits ein vereinfachtes und dauerhaftes Netzwerk darstellt:¹⁵ »Eine Akteur-Welt ist ein Netzwerk von vereinfachten Entitäten, die wiederum andere Netzwerke sind.«¹⁶ Diese wechselseitige (und durchaus machtpfärrnierte) Interaktion und Definition der das Netzwerk konstituierenden Elemente hat für die Struktur und Dauerhaftigkeit des Gesamtsystems entscheidende Relevanz:

Jedes Element ist Teil einer Kette, die das korrekte Funktionieren des Objekts garantiert. Das kann mit einer Black Box verglichen werden, die ein Netzwerk von Black Boxes enthält, die sowohl im Hinblick auf ihre korrekte Funktion als Individuen als auch für das korrekte Funktionieren des Ganzen voneinander abhängen.¹⁷

Mit Blick auf den von Callon analysierten Fall der gescheiterten Entwicklung eines Elektroautos – das Projekt wird nach wenigen Jahren (1973–1976) wieder eingestellt – bedeutet dies zunächst, eine heterogene Gruppe von an der Akzeptanz sowie an der Produktion und Distribution dieses Fahrzeugs beteiligten Elementen zu berücksichtigen. Das Inventar umfasst die neuen Konsument:innen, die das Elektro- dem Benzinauto vorziehen sollen, den Motoren- und Batteriehersteller CGE (Compagnie Générale d'Électricité), Renault als Karosseriebauer, die von administrativer Seite gewährten Subventionen für die die elektrische Beförderung unterstützenden Gemeinden, ebenso wie Akkus, Kraftstoffzellen, Elektroden, Elektronen, Katalysatoren und Elektrolyte.¹⁸ Gemäß der Logik des wechselseitigen Blackboxing werden nun die am Projekt beteiligten Akteure auf gewisse für das Vorhaben notwendige Aspekte reduziert, was alle anderen ihrer Eigenschaften ›unsichtbar‹ werden lässt. Entsprechend eingeschränkt ist deshalb die Perspektive der von staatlicher Seite treibenden Kraft, der Électricité de France (EDF), auf andere beteiligte Entitäten:

¹⁴ Vgl. dazu ebd., S. 185 und 190.

¹⁵ Vgl. ebd., S. 189.

¹⁶ Ebd.

¹⁷ Ebd., S. 188.

¹⁸ Vgl. ebd., S. 177f.

In der Akteur-Welt der EDF ist die Stadt auf den Stadtrat-der-das-Stadtzentrum-um-jeden-Preis-erhalten-will reduziert. Um jedoch seine Integrität zu erhalten, muss der Stadtrat die Elemente stabilisieren, die ihn zusammenhalten: die Wählerschaft der Mittelschicht, die ihm vertraut; die Fußgängerzone, die den Verkehrsfluss an den Rand des Stadtzentrums schiebt; die Ausbreitung der Stadt und das öffentliche Transportsystem, das den Bewohnern der Vororte gestattet zu kommen und im Stadtzentrum ihre Einkäufe zu tätigen.¹⁹

Eine Akteur-Welt stellt also ein »Bündel von Black Boxes«²⁰ dar: Jedes Netzwerk blackboxt dabei kaskadisch andere Netzwerke, was nur im Fall einer Störung – Callon spricht von »Widerstand«²¹ – sichtbar werden kann, nämlich genau dann, wenn Elemente ihr ›Vereinfacht-Werden‹ durch andere Elemente zurückweisen, etwa wenn Renault es ablehnt, lediglich als Karosseriebauer adressiert zu werden.

Die Soziologie der Übersetzung dient also zur Erklärung der spezifischen Konstruktion von Akteur-Welten, d.h. zur Beschreibung der Verbindung ihrer Entitäten durch Zuweisung von Identitäten, Rollen, Geschichten. Maßgeblich sind dabei Callon zufolge drei Aspekte. Das *Enrolment* betrifft das Zuweisen von Rollen an die beteiligten Entitäten und zwar dadurch, dass eine Instanz für eine andere spricht und sie dadurch definiert, also etwa, wenn Renault die Rolle der Karosserieentwicklung zugewiesen wird. Bei den sogenannten *obligatorischen Passagepunkten* geht es um das Platzieren von für die beteiligten Entitäten unverzichtbaren Durchgangspunkten: ein Problem x kann nur gelöst werden, wenn zuerst y getan wird, also: um die Umweltprobleme zu lösen, muss ein Elektroauto gebaut werden. Wie oben skizziert, richtete sich Susan Leigh Stars Kritik am Übersetzungsmodell der ANT maßgeblich auf diese Annahme der Existenz nur eines *einzigsten* obligatorischen Passagepunktes. Ein letzter Aspekt gilt dem Erzeugen von Bewegung und der *Verlagerung* der beteiligten Entitäten. Hier geht es um die Umwandlung von Entitäten in zirkulierbare Inskriptionen. An anderer Stelle – besonders in seiner Studie zu den Kammuscheln – unterscheidet Callon dagegen vier Dimensionen der Übersetzung: Problematisierung, Interessement, Enrolment und Mobilisierung.²² Während die Problematisierung wieder das Erzeugen von obligatorischen Passagepunkten betrifft, verteilt sich das Zuweisen

¹⁹ Ebd., S. 187.

²⁰ Ebd., S. 191.

²¹ Ebd., S. 182.

²² Vgl. Callon: »Einige Elemente einer Soziologie der Übersetzung«, S. 146–164.

von Rollen auf die drei Begriffe des Interestement (das Festlegen der Rollen), des Enrolment (das tatsächliche Übernehmen von Rollen) und der Mobilisierung (Rekrutierung repräsentativer Sprecher). Diese Überlegungen machen deutlich, dass Übersetzungsvorgänge ein Alignment von Akteuren im Sinne einer Mobilisierung herstellen, welche Strategien des Blackboxing nutzen, um humane wie nicht-humane Akteure wirkungsvoll und möglichst nachhaltig in ein soziotechnisches Gefüge einzubinden, indem ihnen spezifische Rollen und Identitäten zugewiesen werden, die sie vorübergehend akzeptieren.

Damit verdeutlicht das Konzept des Blackboxing²³ eine medial bedeutsame Tatsache für den Infrastrukturzusammenhang: Ein Vorgang technischer Vermittlung setzt Elemente (eines Netzwerks) so zusammen und richtet sie gemeinsam aus, dass in der dieserart zusammengesetzten und vereinfachten ›neuen‹ Einheit der sie begründende Vermittlungsprozess komplett invisibilisiert wird. Man sieht nur noch den Stadtrat in einer *bestimmten* Funktion, nicht mehr das Netzwerk, das er und das ihn stabilisiert. Blackboxing generiert damit eine spezifische Opazität:

Mit diesem Ausdruck [Blackboxing, G.S.] aus der Wissenschaftssoziologie ist das Unsichtbarmachen wissenschaftlicher und technischer Arbeit durch ihren eigenen Erfolg gemeint. Wenn eine Maschine reibungslos läuft, wenn eine Tatsache feststeht, braucht nur noch auf Input und Output geachtet werden, nicht mehr auf ihre interne Komplexität. Daher das Paradox: Je erfolgreicher Wissenschaft und Technik sind, desto undurchsichtiger und dunkler werden sie.²⁴

Auch wenn Latour dies vor allem auf wissenschaftliche und technische Zusammenhänge bezieht, so wäre auch die bereits angesprochene Selbstverständlichkeit der Nutzung von Infrastrukturen im Rahmen von *communities of practices* als Effekt von Blackboxing zu begreifen, das sie nicht mehr widerständig und problematisch erscheinen lässt. Latour

²³ Zu der aus der Kybernetik stammenden Epistemologie der Blackbox vgl. W.R. Ashby: *An Introduction to Cybernetics*, Kap. 6. Ashby stellt dabei die Anwendbarkeit dieses zunächst im Kontext der Elektrotechnik begegnenden Konzepts für all jene Alltagsphänomene fest, deren genaue Funktionsweise man nicht kenne: »In our daily lives we are confronted at every turn with systems whose internal mechanisms are not fully open to inspection, and which must be treated by the methods appropriate to the Black Box.« (Ebd., S. 86). Anders als der Akteur-Netzwerk-Theorie geht es Ashby aber hierbei nicht um ein Verfahren der Stabilisierung soziotechnischer Systeme, sondern vielmehr um Fragen der Erkennbarkeit, wie sich also trotz ihrer Unbeobachtbarkeit anhand der In- und Outputs Aussagen über die Blackbox machen lassen.

²⁴ Latour: *Hoffnung der Pandora*, S. 373 (Glossar).

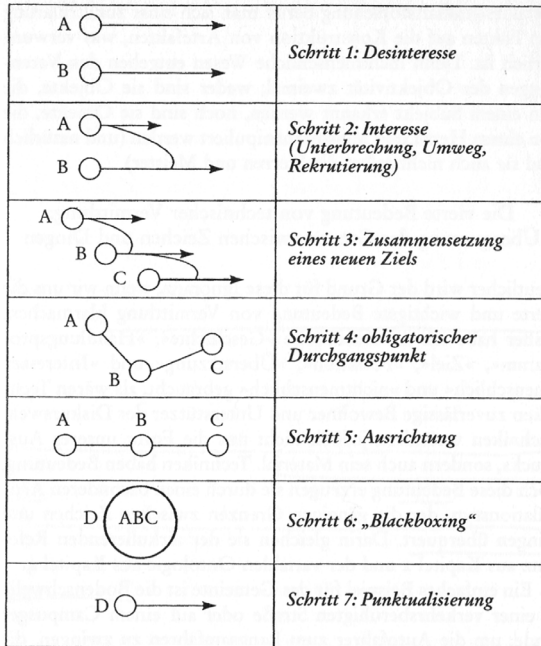


Abb. 2.1: Blackboxing und De-Blackboxing

bezeichnet deshalb Blackboxing auch als ein »Zusammenfalten von Zeit und Raum«²⁵ und betont, man müsse weit in der Zeit bzw. in den Raum zurückgehen, »um all die stummen Entitäten zu verfolgen«, die jeweils zum aktuellen Funktionieren eines soziotechnischen Zusammenhangs beitragen.²⁶ Entscheidend für die Diskussion von Un/Sichtbarkeit ist weiterhin die Idee der Reversibilität des Blackboxing (vgl. Abb. 2.1),²⁷ die jedes ontologische Verständnis von Blackboxes zugunsten einer Verfahrenslogik relativiert. Nicht etwas ist eine Blackbox oder nicht, sondern etwas wird durch bestimmte Operationen »geblackboxt«, kann also unter anderen Bedingungen auch wieder geöffnet werden (*de-blackboxing*). Dies lässt sich unter Rückgriff auf Latours Unterscheidung von Intermediären und Mediatoren noch weiter verdeutlichen:²⁸ Im Falle einer Störung treten die an einer Infrastruktur beteiligten heterogenen Akteure aus ihrem geblackboxten, intermediären Status heraus und

²⁵ Latour: »Ein Kollektiv von Menschen und nichtmenschlichen Wesen«, S. 222.

²⁶ Ebd., S. 224.

²⁷ Vgl. ebd., S. 225.

²⁸ Vgl. Latour: »Trains of Thought«, S. 175–178.

zeigen sich wieder als Mediatoren. Damit werden die Blackboxen, die ihr reibungsloses Funktionieren ermöglichten, geöffnet und machen so all die Komplexität wieder sichtbar, die im Rahmen der Übersetzungs- und Vereinfachungsvorgänge reduziert worden war.

Der Topos der unsichtbaren Stadt

Die skizzierten Dimensionen einer Un/Sichtbarkeit von Infrastrukturen – In/Visibilität, Un/Wahrnehmbarkeit, Un/Verfügbarkeit, Re/Präsentation als Verfahren des Sichtbarmachens – sollen im Folgenden anhand des Topos der ›unsichtbaren Stadt‹ genauer dargestellt werden. Die Figur der ›unsichtbaren Stadt‹ reflektiert eine spezifische Netzhaftigkeit,²⁹ die spätestens seit der Neuzeit als Signum des Urbanen gilt und die sich durch ein komplexes Verhältnis zur Logik des Un/Sichtbaren auszeichnet.

Urbane Architekturen und Infrastrukturen mit Unsichtbarkeit zusammen zu denken, ist in der jüngeren Forschung keineswegs ungewöhnlich.³⁰ Stan Allen etwa spricht von infrastrukturellem Urbanismus und versteht Architektur weniger von ihrer Repräsentationsfunktion als vielmehr von ihrer Instrumentalität her als »*material practice* – as an activity that works in and among the world of things«. ³¹ Aufgerufen sind damit bekannte Unterscheidungen, zwischen Baukunst und Ingenieurwesen, zwischen Entwurf und Ausführungsplanung, zwischen Form und Funktion, die die Auseinandersetzung um das Wissen der Architektur in der Moderne bestimmen.³² In Frage steht die Relationierung von Materiellem und Symbolischem: Materielle Artefakte – seien es repräsentative Bauwerke oder unscheinbare Rohrleitungen – übernehmen Aufgaben der Regulation und Kontrolle, ebenso wie sich umgekehrt symbolische Prozesse in gebauten Strukturen manifestieren.³³ Ein solches Verständnis der operationalen Dimension von Architektur ist medien- und kulturwissenschaftlich mit Blick auf architektonische

²⁹ Zu urbaner Vernetzung vgl. Sassen (Hg.): *Global Networks, Linked Societies*; Taylor/Derudder: *Global City Network*; Graham/Marvin: *Splintering Urbanism*.

³⁰ Vgl. Kamleithner/Meyer: »Logistik des sozialen Raumes«, S. 21.

³¹ Allen: »Infrastructure Urbanism«, S. 52. Vgl. ferner Stoll/Lloyd: *Infrastructure as Architecture*.

³² Vgl. Poerschke: *Funktionen und Formen*.

³³ Vgl. hierzu auch die Überlegungen von Easterling: *Extrastatecraft*.

Operatoren der Vermittlung (etwa Türen oder Korridore),³⁴ die Steuerung von Material-, Personen- und Informationsflüssen oder die Beschaffenheit von *environments* untersucht worden.³⁵ Dabei betrifft die Verschränkung von Materiellem und Symbolischem bereits die Ebene des Gebäudes, das nicht als statische Grundeinheit der Architektur, sondern aus dem Horizont der Akteur-Netzwerk-Theorie als ›lesbares‹ Netz ›beweglicher‹ Spuren begreifbar wird.³⁶

Die Figur der ›unsichtbaren Stadt‹ begegnet historisch zunächst im Horizont der Auseinandersetzung mit den modernen Metropolen zu Beginn des 20. Jahrhunderts. So schreibt Alfred Döblin 1928 im Geleitwort eines Bildbandes zu Berlin: »Berlin ist größtenteils unsichtbar. Eine merkwürdige Sache: Bei Frankfurt am Main, München ist es nicht so, oder doch? Sollten vielleicht alle modernen Städte eigentlich unsichtbar sein, – und was sichtbar an ihnen ist, ist bloß die Nachlaßgarderobe? Das wäre eine tolle Sache.«³⁷ Während die Forschung diese Aussage vor allem auf die »Unwirklichkeit der Städte« bezogen hat,³⁸ die sich bei Döblin oder auch in den Fotografien Eugène Atgets als Darstellung einer spezifischen Leere und Beliebigkeit artikuliere,³⁹ so lässt Döblins Rede von der Unsichtbarkeit der Städte auch noch eine andere Lesart zu. So diagnostiziert er 1924 einen neuen, vor allem technisch geprägten Impuls,⁴⁰ der sich seit Mitte des 19. Jahrhunderts in verschiedener Form ausdrücke. Insbesondere mit den Städten schaffe sich dieser technische Impuls »einen adäquaten Leib«, denn er kann sich Döblin zufolge nur auf der Basis »großer Kollektivwesen, Massen« verwirklichen.⁴¹ Anstatt diese Entwicklung zu bedauern,⁴² sei als Charakteristikum moderner Großstädte anzuerkennen, dass sie das Unverwechselbare und Lebendige der früheren Städte zugunsten technisch induzierter Homogenisierung und Rationalisierung tilgen:

³⁴ Vgl. hierzu Siegert: »Türen«; Trüby: *Geschichte des Korridors*; Schäffner: »Elemente architektonischer Medien«; Jany: *Prozessarchitekturen*.

³⁵ Zur Frage des Environments in diesem Zusammenhang vgl. Sprenger: *Epistemologien des Umgebens*; Martin: *The Organizational Complex*; Stalder: »Air, Light and Air-Conditioning«.

³⁶ Vgl. Latour/Yaneva: »Give me a Gun and I will Make All Buildings Move«, S. 80.

³⁷ Döblin: »Berlin, die unsichtbare Stadt«, S. 5.

³⁸ Vgl. Scherpe (Hg.): *Die Unwirklichkeit der Städte*.

³⁹ Vgl. Scherpe: »Nonstop nach Nowhere City?«, S. 137 und 140.

⁴⁰ Vgl. Döblin: »Der Geist des naturalistischen Zeitalters«, S. 170f.

⁴¹ Ebd., S. 179.

⁴² Vgl. ebd., S. 168f.

Es gab in Deutschland Frankfurt am Main mit der und der Geschichte, mit dem und dem Gesicht, mit einer besonderen Spielart Menschen, es gab Berlin, München. Es gibt heut nicht mehr Frankfurt oder München oder Berlin, oder sogar Paris, London oder Rom. Es gibt heute nur die technische Stadt, die Großstadt. Sie hat eine örtlich verschieden gefärbte und temperierte Bevölkerung. Wie die Technik die Fassungen von Glühbirnen normalisiert, werden die Großstädte normalisiert.⁴³

Es ist dabei die Massen organisierende – oben als infrastrukturell-operative Dimension urbaner Architekturen beschriebene – technisch codierte Kraft der Städte, die sie zu einem »Korallenstock für das Kollektivwesen Mensch« macht.⁴⁴ Döblin versteht die Großstadt deshalb auch als »merkwürdige[n] und kraftvolle[n] Apparat«⁴⁵ und betont, dass diese Technik der Stadt maßgeblich an ihren Effekten ablesbar ist, also nicht direkt sichtbar wird: »In ihren Straßen ist fast körperlich zu fühlen der Wirbel von Antrieben und Spannungen, den diese Menschen tragen, den sie ausströmen und der sich ihrer bemächtigt.«⁴⁶ So wie die gleichsinnige Flügelbewegung der Vögel den Flug für jedes einzelne Tier erleichtere und darin auf das »Maschinenprinzip« verweise, so ließen sich auch menschliches Nachahmungsverhalten und gleichsinnige Bewegung in der Masse auf einen ökonomischen Zweck zurückführen. Entsprechend würden Großstadtmenschen »veranlaßt, gleichmäßig das großstädtische Tempo anzunehmen.«⁴⁷ Diese gleichsinnige Organisation des großstädtischen Tempos ist für Döblin aufs Engste mit dem Bau neuer Verkehrswege verbunden. Bekanntlich reflektiert sein Roman *Berlin Alexanderplatz* die Stadt als Verkehrszusammenhang und stellt die vor allem durch den U-Bahn-Bau und den Straßenbahnverkehr neugeschaffenen Zirkulationsstrukturen in den Mittelpunkt. Dies entspricht der dem Alexanderplatz stadtplanerisch zugeordneten Funktion: »Dem Fließverkehr auf dem Platz muß ein ›Standverkehr‹ entgegengestellt werden, der die Konsumkraft der den Platz kreuzenden Menschenmassen festhält (Läden, Lokale, Warenhäuser, Büros usw.). [...] Ein Weltstadtplatz ist Haltepunkt und Durchgangsschleuse in einer Form.«⁴⁸ Die Monotonie

⁴³ Ebd., S. 179.

⁴⁴ Ebd., S. 180.

⁴⁵ Ebd., S. 188 f.

⁴⁶ Ebd., S. 189.

⁴⁷ Ebd.

⁴⁸ Wagner: »Das Formproblem eines Weltstadtplatzes«, S. 37. Zum Verkehrskontext von Döblins Roman vgl. auch Roskothen: *Verkehr*, S. 268–279; Porombka: *Medialität urbaner Infrastrukturen*, S. 229–249.

der technisch gleichsinnigen Bewegung des beschleunigten Fließverkehrs wird für die Hauptfigur zu einem Taumel, den sie nicht zu bewältigen vermag und dessen Ursache sie nicht kennt.⁴⁹ Damit eröffnet Döblins Lesart der Unsichtbarkeit von Städten zwei Perspektiven auf die moderne Metropole: zum einen die eines Verlusts von Individualität und Geschichte, die Städte der Moderne zu ›leeren Städten‹ mache, zum anderen bezogen auf die (verborgenen) technischen Strukturen, die die moderne Stadt antreiben und formieren.

Literarisch gefasst begegnet der Topos dann titelgebend in Italo Calvinos Geschichte *Die unsichtbaren Städte* von 1972.⁵⁰ Hier berichtet Marco Polo dem Mongolenkaiser Kublai Kahn in fünfundfünfzig Miniaturen von seinen Besuchen in den Städten des unüberschaubaren Reiches, wobei Calvino das Stadtthema nach einem komplizierten Konstruktionsplan variiert. In neun Kapiteln angeordnet, die jeweils in die Rahmenhandlung eingebettet sind, ist jede Miniatur einer Stadt gewidmet, wobei zehn Themen (u.a. Erinnerung, Wunsch, Zeichen, Fragilität, Handel, Fortdauer, Verborgenheit) in jeweils fünf Miniaturen behandelt werden.⁵¹ Während dies zu Beginn rein fiktiv wirkt, wird der dargestellte Kosmos im Verlauf der Miniaturen der realen Welt zunehmend ähnlicher. Die Ebene des Phantastischen in Calvinos Text hat damit einen Bezug zu den Ängsten und Problemen der realweltlichen Gegenwart, die durch diese Form der Darstellung einer anderen Art der Analyse zugeführt werden. So heißt es über die fragile Spinnennetz-Stadt Ottavia:

Es gibt da eine Schlucht zwischen zwei steilen Berghängen. Die Stadt hängt darüber, mit Tauen und Ketten und Stegen an den beiden Graten befestigt. Man geht auf kleinen hölzernen Planken, sorgfältig darauf bedacht, nicht in die Zwischenräume zu treten [...]. Darunter ist viele Hunderte Meter nichts [...]. Dies ist die Basis der Stadt: ein Netz, das als Passage und Halt dient. Alles übrige hängt darunter, anstatt sich darauf zu erheben: Strickleitern, Hängematten, Häuser in Form von Säcken [...]. In der Schwebe über dem

⁴⁹ Vgl. hierzu die Schilderung der ersten Straßenbahnfahrt von Franz Biberkopf nach seiner Entlassung aus dem Gefängnis, Döblin: *Berlin Alexanderplatz*, S. 8f. Zu *Berlin Alexanderplatz* vgl. ferner Leidinger: *Hure Babylon, Großstadtsymphonie oder Angriff auf die Landschaft?*, insb. S. 84–93.

⁵⁰ Vgl. Calvino: *Die unsichtbaren Städte*.

⁵¹ Calvinos Text ist aus literaturwissenschaftlicher Perspektive vor allem mit Blick auf seinen experimentellen und ›postmodernen‹ Charakter analysiert worden; vgl. etwa James: »Seriality and Narrativity in Calvino's *Le città invisibili*«; Pilz: »Reconceptualising Thought and Space«; für eine urbanistische Lesart vgl. Modena: *Italo Calvino's Architecture of Lightness*.

Abgrund ist das Leben der Einwohner von Ottavia weniger unsicher als in anderen Städten. Sie wissen, daß ihr Netz nicht alles aushält.⁵²

Ob bei den Netzen Ottavias oder bei Zoe, wo es nicht gelingt, die verschiedenen Orte der Stadt zu unterscheiden, ob bei Tamara, die nur aus Hinweisschildern besteht, oder bei Olinda, die in konzentrischen Kreisen proportional wächst, jedesmal handelt es sich um Modelle von Städten. Im Unterschied zur Hoffnung des Kaisers, alle möglichen Städte aus einem universalen Modell ableiten zu können und entsprechend reale Städte als verschieden große Abweichungen von der Norm zu verstehen, vertritt Marco Polo die gegenteilige Auffassung. Für ihn besteht eine Stadt nur aus »*Ausnahmen, Ausschlüssen, Widersprüchen, Inkongruenzen und Ungereimtheiten*«. ⁵³ Bei diesem ebenfalls universal gedachten Modell brauche man nur die Ausnahmen abzuziehen, um zu einer der (realen) Städte zu gelangen, die allerdings stets nur als Ausnahme existiere. ⁵⁴ Die Figur der unsichtbaren Stadt bezieht sich hier also zum einen auf die dem Kaiser unbekannt Städte, von denen er sich durch Marco Polo berichten lassen muss. Sie bezieht sich zweitens auf die in den Geschichten repräsentierten Städte, die aber drittens kein abbildendes Verhältnis zur Wirklichkeit unterhalten, sondern modellierete Städte sind, die genau in dieser imaginären Modellierung spezifische Effekte des Urbanen pointiert darzustellen vermögen. Insofern die Stadtbeschreibungen also einerseits vollständig fiktiv bzw. phantastisch, andererseits aber äußerst detailgenau sind, vermag dieser surreale Zugang Calvinos der (modernen) Stadt zugeschriebene Eigenschaften erst »sichtbar« zu machen und kritisch zu analysieren.

Auch Lewis Mumfords einschlägige Studie *The City in History* (1961) beschließt die Ausführungen zur Megalopolis und den mit ihr verbundenen Problemen mit einem Kapitel zur unsichtbaren Stadt. ⁵⁵ Die unsichtbare Stadt versteht er als Ausdruck der Tatsache, dass die moderne Welt »nicht nur an der Oberfläche weit über den sichtbaren Horizont hinaus offen ist, sondern auch inwendig offen, durchdrungen von unsichtbaren Strahlen und Strömungen, sowie Anreizen und Kräften ausgesetzt, die unter der Schwelle normaler Wahrnehmung liegen.« ⁵⁶

⁵² Calvino: *Die unsichtbaren Städte*, S. 81.

⁵³ Ebd., S. 75.

⁵⁴ Vgl. ebd.

⁵⁵ Vgl. Mumford: *Die Stadt*, Bd. 1. Das finale Kapitel »Mythos von Megalopolis« endet dabei mit einem Abschnitt zur unsichtbaren Stadt (ebd., S. 658–663).

⁵⁶ Ebd., S. 658.

Diese ›inwendige Offenheit‹ der modernen Stadt betrifft ihre durch die neuen Medien der Telekommunikation und des Verkehrs geschaffene Vernetztheit. Denn das, was vordem die körperliche Anwesenheit aller Beteiligten erfordert habe, werde nun durch neue Formen ersetzt, die »sich rasch transportieren, vervielfältigen, drahtlos übermitteln und in aller Welt verbreiten« lassen.⁵⁷ Als Beispiel für solche »abstrakten Beziehungen in der unsichtbaren Stadt« nennt Mumford ehemals nur lokal zu besichtigende Wandmalereien, die im Zuge der Anfertigung von Kopien auch in den Museen der Großstadt, durch die Einführung von Diapositiven aber auch in jeder beliebigen Kleinstadt zugänglich geworden seien, was sowohl dem auf Isolierung beruhenden »primitiven örtlichen Monopol« wie auch dem von Eroberung und Ausbeutung getragenen »Monopol der Großstadt« ein Ende bereiten und es durch dezentraler organisierte und den »kulturellen Kreislauf« fördernde Strukturen ersetzen würde.⁵⁸ Diese neuen Funktionen des städtischen Netzes bilden Mumford zufolge das »Gerüst der unsichtbaren Stadt«.⁵⁹ Gelten die Energieversorgung und das Nachrichtenwesen als technische Beispiele für diese Arten funktionaler Netze, so die Arbeitsweise der Volksbüchereien als Parallele aus dem kulturellen Bereich. Das Neue sei stets die Vermeidung von »örtlicher Ballung oder wasserköpfigem Zentralismus«, denn dank des elektrischen Verbundnetzes und des Leihbüchereiwesens würden Bestände nicht mehr durch Anhäufung verfügbar, sondern dadurch, »daß man sie in ein System aufgliedert, das dem einzelnen Benutzer, sofern er sich nur an Ort und Stelle der Organisationseinheit bedient, gestattet, je nach Bedarf diese oder jene Quelle zu erschließen.«⁶⁰ Auf diese Weise sei beides möglich, »die Vorteile kleiner Einheiten zu erhalten und doch die Ausmaße großstädtischer Organisationen zu genießen.«⁶¹ In einer solchen Reorganisation des urbanen Raums sieht Mumford die Möglichkeit einer neuen städtischen Zusammenarbeit über geographische und nationale Grenzen hinweg, deren Ziel eine »organischere Methode« der Erzeugung und Verteilung städtischer Waren sei.⁶² Mit der unsichtbaren Stadt und ihren umgestaltbaren Institutionen – Mumford denkt hier, wie seine Beispiele zeigen,

⁵⁷ Ebd.

⁵⁸ Ebd., S. 658f.

⁵⁹ Ebd., S. 660.

⁶⁰ Ebd., S. 661.

⁶¹ Ebd., S. 661f.

⁶² Ebd., S. 662.

vorrangig an Bildungseinrichtungen wie Universitäten, Bibliotheken und Museen – sei das »Baumaterial« für eine zukünftige städtische Ordnung gegeben, die sich jenseits von zentralistisch geführten Nationalstaaten und Weltreichen an den Möglichkeiten einer verteilten infrastrukturellen Verflechtung orientieren würde: »Das elektrische Verbundnetz und nicht der steinzeitliche Behälter ist das neue Leitbild der unsichtbaren Stadt und der vielen Verrichtungen, denen sie dient und nützt.«⁶³

In seinen Ausführungen zum (Informations-)Medium Stadt kommt Friedrich Kittler an mehreren Stellen auf Mumfords Stadtgeschichte zu sprechen. Auch für Kittler impliziert die Netzhaftigkeit der Stadt eine spezifische Dimension des ›Offenen‹: »Deshalb liegen auf der Kehrseite der Bauten, im Offenen der Stadt ihre Strukturen, die allemal Netze sind.«⁶⁴ Die Logik dieser Netze wird auf ihre Funktionen der Informationsverarbeitung, -übertragung, und -speicherung bezogen, auf die bereits Mumfords Stadtgeschichte am Schluss verwies. Allerdings habe Mumford allein die Speicherung und Übertragung von Information berücksichtigt, aber aufgrund seiner humanistischen Ausrichtung die Funktion der Informationsverarbeitung nicht aufgenommen.⁶⁵ Demgegenüber bringt Kittler das Funktionieren der Stadt auf informatische Begriffe und analysiert die Stadt als ein Medium, das analog zum Buch oder Computer ein Informationssystem darstelle, das sich als »Spiel zwischen Befehlen, Adressen und Daten« entziffern lasse.⁶⁶ Wie Mumford kommt auch Kittler am Schluss seiner Überlegungen auf den Topos der unsichtbaren Stadt zu sprechen. Allerdings bezieht er ihn nun nicht allein auf deren Strukturierung durch Informationstechnologien – wie erwähnt, denkt Mumford dabei an die Organisation von Institutionen des Wissens wie Museen, Universitäten und Bibliotheken –, sondern gleichermaßen auf die (Aus)Löschbarkeit von Städten als den potentiellen Adressen kriegerischer Auseinandersetzung.⁶⁷

⁶³ Ebd.

⁶⁴ Kittler: »Eine Stadt ist ein Medium«, S. 509.

⁶⁵ Vgl. ebd., S. 517.

⁶⁶ Ebd., S. 519.

⁶⁷ Vgl. ebd., S. 530. Kittler verweist hier auf den totalen Luftkrieg ab 1942, der sich auf urbane Zentren richtete und sie so als »Modul der Zerstörbarkeit« statuierte (ebd.).

Paris: Ville Invisible

Eine dritte Verwendung des Topos der unsichtbaren Stadt soll im Folgenden anhand des Online-Projekts *Paris: Ville Invisible* aus dem Jahr 2004 erläutert werden.⁶⁸ Im Unterschied zu der zivilisationsgeschichtlichen Lesart bei Döblin und Calvino und der informationstechnisch-infrastrukturellen Lesart bei Mumford und Kittler wird die Unsichtbarkeit der Stadt hier als Frage nach ihrer Repräsentierbarkeit verstanden und dabei ein spezifisch politischer Möglichkeitsraum ausgelotet. Die zusammen von Bruno Latour (Text), Emilie Hermant (Fotos) und Patricia Reed (Screen Design) gestaltete Website geht auf ein gleichnamiges Buch aus dem Jahr 1998 zurück;⁶⁹ das Projekt wird dann 2007 in die Ausstellung *Airs de Paris* des Centre Georges Pompidou aufgenommen.⁷⁰

Der Ausstellungstitel *Airs de Paris* ist insofern beziehungsreich, als er auf ein Readymade Marcel Duchamps aus dem Jahr 1919 anspielt – *50 cc air de Paris*. Es handelt sich dabei um eine Apothekerphiole (vgl. Abb. 2.2), die Duchamp seinen Mäzen:innen, dem amerikanischen Sammlerehepaar Luise und Walter Arensberg, zum Geschenk gemacht hat. Die Gabe enthält tatsächlich (ein Stück von) Paris, allerdings in einer denkbar unsichtbaren bzw. transparenten Form. Was nun die Ausstellung *Airs de Paris* zeigt, betrifft ähnliche Fragen der Repräsentierbarkeit, nämlich die unzähligen Versionen von Paris – »les airs multiples qui soufflent de toutes parts«.⁷¹ Die Ausstellung, die zum 30. Geburtstag des Centre Pompidou stattfindet, folgt damit einer Logik der Problematisierung von Re-Präsentation, die sich bereits mit dem Bau des Pompidou verbindet, der bekanntlich die gesamte Haustechnik nach außen verlagert und funktionsbezogen farblich codiert an Stelle einer Fassade sichtbar werden lässt (vgl. Abb. 2.3). Eine zentrale Arbeit der Ausstellung ist sogar unmittelbar mit der Baugeschichte des Kulturzentrums verbunden. Der für seine *cuttings* durch Fassaden, Decken und

⁶⁸ Vgl. die Website *Paris: Ville Invisible | Paris: Invisible City*, <http://www.bruno-latour.fr/virtual/index.html> (25.07.21).

⁶⁹ Vgl. Latour/Hermant: *Paris ville invisible*. Eine englische Übersetzung des Textes aus dem Jahr 2006 findet sich unter dem Titel *Paris: Invisible City* auf Latours Homepage; die Seitenzahlen der Zitate beziehen sich im Folgenden auf diese Übersetzung. Durch die Angabe des jeweiligen *plan* lässt sich auf der Website das zugehörige Text-Bild-Arrangement aufsuchen.

⁷⁰ Der für den Ausstellungskatalog verfasste Text Latours »Paris, ville invisible: le plasma« erscheint 2011 gekürzt und aktualisiert in deutscher Übersetzung unter dem Titel »Zoom auf Paris«.

⁷¹ Pacquement: »Vorwort«, S. 12.

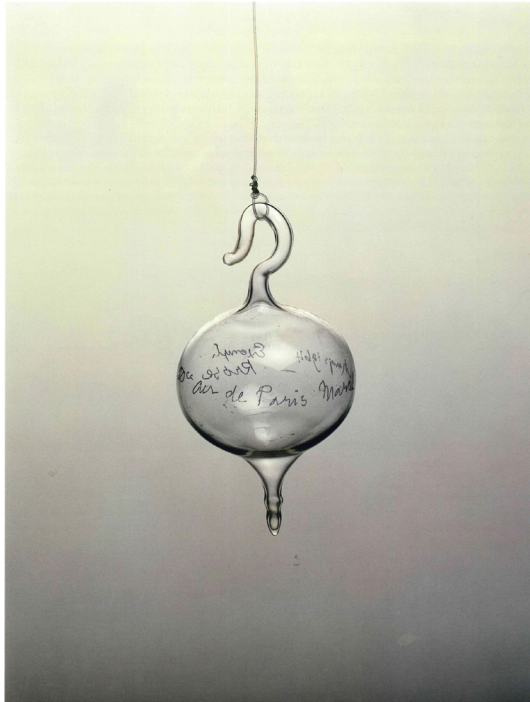


Abb. 2.2: *50cc air de Paris*, Marcel Duchamp, 1919



Abb. 2.3: Fassade des Centre Georges Pompidou

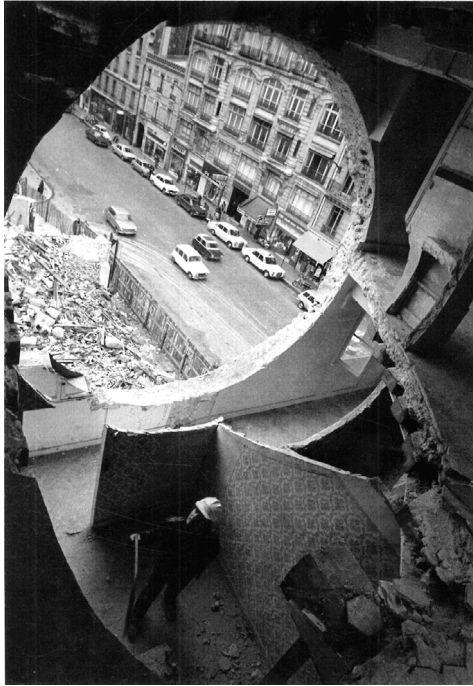


Abb. 2.4: *Conical Intersect*, Gordon Matta-Clark, 1975

Wände von Abbruchhäusern bekannte Konzeptkünstler und Architekt Gordon Matta-Clark hatte 1975 in seinem Projekt *Conical Intersect* ein kegelförmiges Loch von über vier Metern Durchmesser über mehrere Etagen hinweg in zwei Gebäude aus dem 17. Jahrhundert geschnitten, die wegen des Baus des Centre Pompidou zum Abbruch vorgesehen waren (vgl. Abb. 2.4); ein Vorhaben, das Matta-Clarks filmischer Dokumentation des Projekts zufolge einer »decade of Gaulist ›renovation‹ of Les Halles« entspringt.⁷² Bei den *cuttings* in der Rue Beaubourg handelt es sich also um eine ephemere Architektur (ein *non-u-ment*), deren Ziel es ist, temporär ungewohnte Blickachsen zu ermöglichen: »The project was focused towards the street, angled up with passers by as a silent ›son-et-lumière‹, and non-u-mentally carved through plaster and time to mark the skeletal steel backdrop of the soon-to-be Centre Beaubourg.«⁷³ Der Film macht auf diese Weise politische und gesellschaftliche Zusammenhänge deutlich (Matta-Clark nennt seinen

⁷² *Conical Inter-Sect (Étant d'art pour locataire)*, Frankreich 1975, TC: 00:00:51.

⁷³ *Conical Inter-Sect*, TC: 00:01:00.

Film auch eine Kunst für Mieter: *l'art pour locataire*), die bei einer intakten Fassade verborgen bleiben würden – die kritische Achse zum Pompidou, der Blick in den Himmel, die Nachbarschaften in der Vertikalen. Matta-Clarks an-architektonische Blicke erlauben in genau dem Maß eine detailreiche, ungewohnte Perspektive auf urbane Szenarien, wie sie auf der anderen Seite klar beschränkt und eng umgrenzt sind.

Auch das Projekt *Paris: Ville Invisible* untersucht multiple Blickregime. Es behandelt das Verhältnis von Teil und Ganzem, Mikro und Makro, und zwar im Sinne der Frage danach, ob und wie Paris überhaupt als Ganzes – auf einen Blick – zu erfassen sei. Ausgangspunkt ist dabei die Selbstverständlichkeit, mit der Paris von touristischen Blicken, Fotografien und Büchern unablässig ins Bild gesetzt wird; übersehen würden deshalb leicht »the problems of thousands of engineers, technicians, civil servants, inhabitants and shopkeepers in making it visible.«⁷⁴ Entsprechend zielt das als »sociological opera« bezeichnete Projekt darauf, »to wander through the city, in texts and images, exploring some of the reasons why it cannot be captured at a glance.«⁷⁵ Den Bezug zu Calvino stellt der Text explizit her, wobei der Gegensatz zwischen realen und virtuellen Welten unterlaufen wird, um eine produktive Dimension von Unsichtbarkeit zu entfalten: »This work tries to show that real cities have a lot in common with Italo Calvino's ›invisible cities‹. As congested, saturated and asphyxiated as it may be, in the invisible city of Paris we may learn to breathe more easily, provided we alter our social theory.«⁷⁶

Die Website präsentiert ihre Analyse der Relationen von Sichtbarkeit und Unsichtbarkeit als Frage nach der Un/Verfügbarkeit der Stadt im Rahmen eines Arrangements aus verschiedenen (visuellen) Repräsentationen von Paris (Fotografien, Pläne, Karten etc.), das sich als multimedialer Essays im Wechselspiel von Bildern, Mausbewegung und Text entfaltet (vgl. Abb. 2.5 und 2.6). Die Analyse der Repräsentierbarkeit der Stadt schreitet vorhandene Repräsentationen von Paris ab und untersucht ihre jeweiligen (politischen) Implikationen. Dabei ruft die graphische Gestaltung die Schematik von U-Bahn-Plänen auf, wenn sich entlang von vier ›Linien‹ durchnummerierte ›Stationen‹ (»plans«) finden; allerdings sind diese in beliebiger Reihenfolge ansteuerbar,

⁷⁴ Latour/Hermant: *Paris: Invisible City*, S. 1.

⁷⁵ Ebd.

⁷⁶ Ebd., S. 2.



Abb. 2.5: Website Paris: Ville Invisible, Startseite



Abb. 2.6: Website Paris: Ville Invisible, plan 1

lassen also verschiedene Trajektorien durch den Pariser Raum zu. An den ›Stationen‹ erscheinen Kompositionen auf dem Bildschirm, die zumeist aus einer Fülle von Fotografien bestehen: Bilder urbaner Situationen, Details des Straßenraums, Elemente von Infrastrukturen, vor allem aber Aufnahmen von Schildern, Plänen, Computerbildschirmen und Listen. Erst die Montage der Bilder und die dadurch erzeugten Transformationen sind es, die etwas zu sehen geben.⁷⁷ Unterhalb dieser Bilder befinden sich kommentierende Texte unterschiedlicher Länge. Die Bilder zeigen – so könnte man sagen – ›Szenen‹, d.h. mögliche, aber perspektivisch gebundene Visualisierungen von Paris – »seen from a certain angle, followed along a certain route, behind certain vehicles«.⁷⁸ Das Arrangement demonstriert die Unmöglichkeit, Paris ›ganz‹ zu erfassen, und gibt so die Unsichtbarkeit der Stadt zu sehen und zu lesen: »[W]e're going to move over [...] from the entire Paris set in one view to the multiple Parises within Paris, which together comprise all Paris and which nothing ever resembles.«⁷⁹

Das Projekt *Paris: Ville Invisible* zeigt unzählige Beispiele dessen, was Latour als »Oligoptiken« bezeichnet – Rechenzentren und Kontrollräume mit ihren Plänen, Listen und Bildschirmen, die zwar begrenzte, dafür aber genaue Ansichten technischer und sozialer Infrastrukturen erlauben. Im Gegensatz zum Panopticon (und Panorama) sind von Oligoptiken aus, also etwa den Kontrollbildschirmen der Polizeipräfektur, dem Büro des Bürgermeisters oder dem Telefonbuch, »robuste, aber extrem schmale Ansichten des (verbundenen) Ganzen möglich – solange die Verbindungen halten«.⁸⁰ Anders als bei Matta-Clarks *cuttings*, die eine spezielle Blickachse erzeugen, die sie dann analysieren (und kritisieren), steht bei Oligoptiken der kontrollierende Zugriff auf größere Zusammenhänge, die als solche unsichtbar sind, im Vordergrund. Ihr Funktionsprinzip besteht gerade darin zu abstrahieren, sich also vom Konkreten abzuwenden, um ›das Ganze‹ – zum Beispiel eines Versorgungsnetzwerks oder einer sozialen Institution – erfassen zu können. So muss etwa Mme Baysal (vgl. Abb. 2.7), die für die Veranstaltungsplanung der École des Mines zuständig ist, sich ganz von den realen Hörsälen und konkreten Studierenden ab- und ausschließlich den büro-

⁷⁷ Vgl. ebd., plan 19, S. 29.

⁷⁸ Ebd., plan 4, S. 5.

⁷⁹ Ebd., plan 4, S. 4.

⁸⁰ Latour: *Eine neue Soziologie für eine neue Gesellschaft*, S. 313.



Abb. 2.7: Lehrplanung als Oligoptikon

kratischen Inskriptionen der Stundenpläne zuwenden, will sie das Ganze der *École des Mines* – in einer spezifischen Hinsicht – im Blick haben:

From the window of the *Ecole des Mines*, where she efficiently controls the planning of lecture schedules and the use of lecture rooms, she sees no rooms, attends no lectures. [...] So how does she manage to see ›all the rooms‹ of the school as well as the entire schedule? Answer: by turning her gaze from the outside sun [...] to the inside of her office. From there she no longer sees the Luxembourg gardens [...], but lined paper. Indeed, representing the social always starts with large sheets of paper spread across her desk, reproduced on the screen of her computer [...]. The small oak-lined office could hold neither hundreds of students nor dozens of teaching staff, nor the lecture rooms themselves. She sees them all, synoptically, only if they stay outside [...].⁸¹

⁸¹ Latour/Hermant: *Paris: Invisible City*, plan 5, S. 6.

Gleiches gilt etwa für die Wasserversorgung von Paris, die nur sichergestellt ist, insofern diejenigen, die sie kontrollieren, selbst nie mit einem Tropfen Wasser in Berührung kommen.⁸² *Paris: Ville Invisible* verfolgt eine Vielzahl von konkreten Übertragungswegen und Spuren, die das Funktionieren solcher Oligoptiken ermöglichen, und favorisiert so eine ethnographische *bottom up*-Perspektive: »Access to the reference is never achieved by skipping stages; it's achieved by following the layers of slight transformations without missing a single one, without omitting the tiniest step. [...] [W]ithout this wandering the trace of the social is lost.«⁸³ Dennoch spielt Latour die Perspektive der Einzelakteure keineswegs gegen die der Oligoptiken aus: Den vielfältigen Verflechtungen der beteiligten Akteure zu folgen, vermag punktuelle Referenzen herzustellen, verspricht aber ebenfalls keinen privilegierten Zugang zum Ganzen der Stadt. Zu ganz ähnlichen Ergebnissen bezüglich der (unmöglichen) Repräsentierbarkeit der Stadt – wenngleich von anderen theoretischen Prämissen ausgehend – kommt auch Kittler. Für ihn ist die Stadt eine letztlich unkontrollierbare »Wucherung« von Medienkanälen, die sich in ihrer geschichteten Netzhaftigkeit nicht »einebnen«, d.h. zweidimensional repräsentieren lassen: »Eine Stadt«, so Kittlers Formulierung, »ist kein plättbarer Graph. In ihr überlappen sich Netze mit Netzen.«⁸⁴

Die mögliche oder unmögliche Sichtbarkeit des urbanen Raums, die Frage nach seiner Repräsentierbarkeit ist aber nicht nur ein epistemisches Problem; es geht hier stets auch um eine politische Dimension. Denn insofern Infrastrukturen wie Architekturen den Raum aktiv gliedern, organisieren, beschränken oder verteilen, und ihn zugleich ästhetisch-symbolisch besetzen, verbindet sich mit ihnen die Frage nach Machtrelationen. Unter der Voraussetzung, dass Politiken das Verhältnis von Teil und Ganzem auszuhandeln haben, also maßgeblich die Relation von Individuum und Gesellschaft, aber auch von Einzel- und Gesamtperspektive betreffen, stellen alle Versuche einer totalisierenden Repräsentation eine Verkürzung dieses Verhältnisses dar. Latours Kritik gilt daher auch nicht den in ihrer Funktionslogik begrenzten Oligoptiken (die nur wenig, dieses Wenige aber genau sehen), sondern einer Logik des Zooms, der sich soziologische Gesellschaftsbeschreibungen ebenso

⁸² Vgl. ebd., plan 18, S. 28.

⁸³ Ebd., plan 15, S. 23.

⁸⁴ Kittler: »Eine Stadt ist ein Medium«, S. 513.

bedienen wie Verwaltungsdiskurse, um Teil und Ganzes nahtlos miteinander zu verknüpfen⁸⁵ und so die Notwendigkeit der Kontroverse und politischen Aushandlung der Relationen zu umgehen. Dieser Form der Repräsentation setzt Latour einen politisch produktiven Begriff von Unsichtbarkeit entgegen, der von der Inkommensurabilität von Teil und Ganzem ausgeht: »Damit die Politik wieder auflebt, damit Paris von neuem atembar wird, muß es unsichtbar bleiben – in dem Sinn, daß weder die Teile noch die verschiedenen Totalitäten, in welche sie sich einfügen, im vorhinein festgelegt sind.«⁸⁶

Was die in *Paris: Ville Invisible* zahlreich analysierten Oligoptiken betrifft (also die Kontrollpanels der Wasserwerke, die Gelben Seiten, Mme Baysals Listen), bedeutet eine solche ›Politik der Unsichtbarkeit‹ aber nichts anderes, als die Beschränktheit dessen, was Oligoptiken repräsentieren und sichtbar machen, ernst zu nehmen, indem man sie lokalisiert und den Raum markiert, den sie freilassen: »What a strange feeling: if Paris is flat, then a huge reserve army is occupying all that unknown space that none of the networks considered in these pages cover.«⁸⁷ In Frage steht hier das virtuelle Paris, das nichts mit Digitalisierung oder Entkörperlichung zu tun habe, sondern vielmehr die Rückkehr zu »incarnation« und »virtualities« bedeute.⁸⁸ Diesen Raum heterogener sich überlagernder Ko-Existenzen, den Latour einer Logik zeitlicher Abfolge entgegen stellt,⁸⁹ bezeichnet er auch als »Plasma«, worunter er eine Art ungeschiedenen, strukturlosen Hintergrund versteht, »auf dem die Zirkulationen von Totalisierungen und Partizipationen gründen« und der es erlaubt, die diversen »*membra disjecta*« unterzubringen, ohne sie in einen totalisierenden »Rahmen« zu stellen.⁹⁰ Selbst die Verbindung diverser Oligoptiken – ein »Parcours der Oligoptiken« – kann sich nicht zu einem Gesamtbild fügen: Zwischen dem Kontrollbildschirm der Polizeipräfektur und den Gelben Seiten gibt es keine einfache Beziehung; und selbst wenn die Digitalisierung erlaube,

⁸⁵ »Seit einigen Jahrzehnten gibt man der Versuchung nach, Politik durch Management zu ersetzen und die Ausübung der Demokratie durch das fürchterliche Wort *governance*. Man versteht jetzt besser, wieso: Die ›gute Verwaltung‹ und das ›gute Regieren‹ sind darauf aus, das Verhältnis der Teile zum Ganzen so harmonisch und effizient wie möglich zu gestalten.« (Latour: »Zoom auf Paris«, S. 53)

⁸⁶ Ebd.

⁸⁷ Latour/Hermant: *Paris: Invisible City*, plan 53, S. 103.

⁸⁸ Ebd.

⁸⁹ Vgl. ebd., plan 52, S. 100f.

⁹⁰ Latour: »Zoom auf Paris«, S. 53.

verschiedene Informationen einander zu überlagern, erzeuge das noch lange kein Panopticon.⁹¹ Für die Gegenüberstellung eines ›zoomenden‹ und eines nicht-totalisierenden Umgangs mit dem Verhältnis von Teil und Ganzen dient Latour das Bild der russischen Puppe:

Jede russische Puppe lässt sich ohne Diskussion in einer größeren unterbringen und enthält andere, kleinere, und stets völlig mühelos. Das ist das sichtbare Paris. Das ist das verwaltete Paris. Öffnen Sie jetzt all diese Puppen; versetzen Sie sie in das Plasma, wobei Sie eine jede definieren lassen, was größer und was kleiner ist als sie selbst, ohne sie im vorhinein zu ordnen und indem Sie alle Kontroversen über die umstrittenen Beziehungen der Teile und des Ganzen öffnen. Das ist das unsichtbare Paris. Das ist das politische Paris. Das ist das erst noch zusammensetzende Paris.⁹²

Was die epistemische Dimension der Relation von Sichtbarkeit und Unsichtbarkeit betrifft, steht die Puppe in der Puppe bei Latour für die Seite der Sichtbarkeit und des Zooms. Anders als in der kybernetischen Tradition, in der die russische Puppe gemäß der Logik der Kapselung als Bild für Unsichtbarkeit, also die Opazität der Blackbox steht, betont Latour an dieser Figuration gerade das Umgekehrte: Was für ihn im Vordergrund steht, ist die hierarchische Logik der Kapselung selbst und die in ihr prinzipiell angelegte Möglichkeit der Auffaltung, die eine vermeintlich vollständige Sichtbarkeit verspricht. Die Puppe in der Puppe gehört dem ›sichtbaren Paris‹ genau in dem Maß an, wie sie sich potentiell ›entpacken‹, wie sich in sie hineinzoomen, die Blackbox also öffnen lässt. Bezogen auf die politische Ebene stehen die russische Puppe und die mit ihr verbundene Logik des Zooms für eine totalisierende Perspektive auf das Verhältnis von Teil und Ganzem. Latour hält dem ein Verständnis von Politik entgegen, das für die Dimension der Unsichtbarkeit plädiert, insofern es grundlegend von kontroversen Aushandlungsprozessen über die Relationen zwischen Teil und Ganzem, Innen und Außen, Lokalem und Globalem ausgeht. Dabei ruht die Hoffnung der politischen Vision Latours auf der Technik des Zusammensetzens – ›das erst noch zusammensetzende Paris‹ versteht er als kontroverse Aufgabe, an der auch Architekturen, Infrastrukturen und Medien beteiligt sind.

Der Topos der unsichtbaren Stadt verweist also auf das Imaginäre der Stadt (Calvino) ebenso wie auf das informationstechnische Grid, das sie

⁹¹ Ebd., S. 52.

⁹² Ebd., S. 53.

konstituiert (Mumford, Kittler). Dabei erweist sich die Relationierung von Sichtbarem und Unsichtbarem insbesondere dort als produktiv, wo es um die Analyse epistemischer wie politischer Konstellationen urbaner Architekturen und Infrastrukturen geht. Auf diese Weise können nicht nur die jeweilige Handhabung des Verhältnisses und die im Einzelfall sehr unterschiedlichen Wertigkeiten von Sichtbarkeit und Unsichtbarkeit für die verschiedenen Akteure deutlich werden, auch lassen sich Verfahren des Sichtbarmachens und Unsichtbarmachens (bzw. -lassens) herausarbeiten, die für die Medialität von Infrastrukturen gleichermaßen relevant sind.

2.2 Skalierungen – global/lokal. Standards und Metrologie

Ein zweiter Aspekt, der für eine medienwissenschaftliche Auseinandersetzung mit Infrastrukturen relevant ist, betrifft die mit ihnen verbundene Skalierungsdimension. Dabei geht es nicht nur darum, »to recognize the range of scales at which infrastructures operate«,⁹³ sondern vielmehr darum, die Arbeit der »relativen Universalisierung«⁹⁴ zu analysieren, die Infrastrukturen kennzeichnen. Wie oben dargestellt, lassen sich die Infrastrukturmerkmale auf verschiedene Unterscheidungen (technisch/sozial, kurzfristig/langfristig etc.) beziehen, die – als kontinuierliche Achsen verstanden – sowohl die Verteilung bestimmter Qualitäten wie auch das Überbrücken verschiedener Größenverhältnisse analysierbar machen.⁹⁵ Der besonderen Bedeutung, die das Verhältnis von Globalem und Lokalem im infrastrukturellen Kontext hat, soll im Folgenden anhand der Verfahren der Standardisierung sowie der Wissenschaft der Metrologie genauer nachgegangen werden.

Standards

Im Kontext der Infrastrukturmerkmale von Star und Ruhleder begegneten Fragen der Standardisierung und Metrologie vor allem an drei Stellen. Sie waren erstens für den Bezug von Infrastrukturen zu

⁹³ Parks/Starosielski: »Introduction«, S. 8.

⁹⁴ Latour: *Wir sind nie modern gewesen*, S. 157.

⁹⁵ Vgl. Edwards et al.: »Introduction: Agenda for Infrastructure Studies«, S. 370; Bowker et al.: »Toward Information Infrastructure Studies«, S. 101.

den Konventionen und Regeln von Praxisgemeinschaften (*links with conventions of practice*) wichtig, wobei Infrastrukturen gleichermaßen durch solche Konventionen geprägt werden wie sie selbst prägend auf diese zurückwirken.⁹⁶ Zweitens wurden Infrastrukturen als verkörperte Standards (*embodiment of standards*)⁹⁷ bezeichnet, was das Entstehen von Infrastrukturen mit der Etablierung von Standards verknüpft. Ein dritter Aspekt galt der historischen Dimension von Infrastrukturen: Sie würden stets auf bestehenden Systemen (und insofern auch: deren Standards) aufsetzen (*built on an installed base*).⁹⁸ Dies erkläre sich aus ihrer Trägheit und sei für die jeder infrastrukturellen Weiterentwicklung auferlegten Zwänge der Pfadabhängigkeit verantwortlich, die nach einmal erfolgter Durchsetzung nur schwer rückgängig zu machen seien. Alle drei Aspekte beziehen sich damit auf Fragen der Standardisierung. Sie betreffen die unterschiedlichen Härtegrade von Stabilisierungen (Konventionen versus Standards), deren mögliche Effekte (etwa Verkörperung, Pfadabhängigkeit) sowie die Tatsache, dass Standards Ergebnisse von komplexen Aushandlungsprozessen sind, deren Bedeutung bei der Untersuchung von Infrastrukturen häufig unterschätzt wird: »Work done on standards committees and in setting up classification schemes is frequently overlooked in social and political analyses of infrastructure, and yet it is of crucial importance.«⁹⁹

In ihrer Studie zu Klassifikationssystemen *Sorting Things Out* (s. Kap. 1.4) diskutieren Bowker und Star sechs charakteristische Eigenschaften von Standards.¹⁰⁰ Sie verstehen Standards erstens als ein Set von vereinbarten Regeln für die Produktion textueller oder materieller Objekte. Ihre Geltung erstreckt sich zweitens räumlich über mehr als eine *community of practice* und hat eine zeitliche Dauer. Standards sind drittens kaskadisch organisiert, d. h. Standards regeln weitere Standards, und ermöglichen so die Zusammenarbeit von Systemen »over distance and heterogenous metrics«.¹⁰¹ Ihre Durchsetzung erfolgt viertens durch legale Gremien im Auftrag von Organisationen, Firmen oder Staaten.¹⁰²

⁹⁶ Vgl. Star/Ruhleder: »Steps Toward an Ecology of Infrastructure«, S. 113.

⁹⁷ Vgl. Star/Bowker: »How to Infrastructure«, S. 231.

⁹⁸ Vgl. Star/Ruhleder: »Steps Toward an Ecology of Infrastructure«, S. 113.

⁹⁹ Star/Bowker: »How to Infrastructure«, S. 234.

¹⁰⁰ Vgl. Bowker/Star: *Sorting Things Out*, S. 13–15.

¹⁰¹ Ebd., S. 14.

¹⁰² Ein Beispiel für einen militärisch durchgesetzten Standard ist die Einführung des ersten deutschen Maschinengewehrs, vgl. dazu Berz: *08/15*. Prozesse der Normsetzung finden zwischen 1850 und 1914 maßgeblich auf drei Ebenen jenseits der klassisch

Dabei gewinnt fünftens nicht unbedingt der beste Standard, wie die Beispiele QWERTY, DOS oder VHS zeigen,¹⁰³ denn Standards müssen nicht nur auf einer vorhandenen Basis aufsatteln, sondern auch ein gutes Anfangsmarketing haben und von einer Gruppe von Gatekeepern benutzt werden.¹⁰⁴ Auch ›schlechte‹ Standards können sich demnach durchsetzen, insofern sie positive externe Effekte (»network externalities«) generieren, je mehr Personen sie also als de facto-Standard akzeptieren und nutzen.¹⁰⁵ Wie für Infrastrukturen gilt sechstens auch für Standards, dass sie sich durch ein besonderes Beharrungsvermögen auszeichnen, was es schwierig und teuer macht, sie nachträglich zu ändern;¹⁰⁶ ein Faktor, der die mit Standardisierungsprozessen einhergehenden »sunk costs« betrifft,¹⁰⁷ die nicht mehr reversibel sind. Aufgrund solcher Pfadabhängigkeiten lassen sich in der Geschichte der Standardisierung immer wieder regelrechte »standard wars« beobachten, bei denen inkompatible Technologien um die Marktführerschaft des jeweiligen Standards kämpfen, um so zur bestimmenden Instanz für Folgetechnologien zu werden.¹⁰⁸

In der Einleitung zu ihrem Band *Standards and Their Stories* greifen Star und Martha Lampland einige dieser Aspekte noch einmal auf und formulieren insgesamt fünf analytische Gemeinsamkeiten, die Standards mit vergleichbaren »forms of compression and representations of ac-

staatlichen Gesetzgebung statt (vgl. Vec: *Recht und Normierung in der Industriellen Revolution*, S. 382). Sie betreffen erstens völkerrechtliche Vereinbarungen (etwa Telegraphenunion 1865, Meterkonvention 1875), zweitens die staatliche (Experten-) Gesetzgebung sowie drittens den Bereich technischer Normung in der Industrie.

¹⁰³ Vgl. hierzu etwa David: »Clio and the Economics of QWERTY«.

¹⁰⁴ Zu Durchsetzungsprozessen einzelner bzw. konkurrierender Standards vgl. Fickers: »*Politique de la grandeur*« versus »*Made in Germany*«; Sterne: »The mp3 as Cultural Artifact«, insb. S. 829f.

¹⁰⁵ Star/Bowker: »How to Infrastructure«, S. 235.

¹⁰⁶ Vgl. zu den Punkten vier bis sechs auch die Überlegungen von Monika Dommann, die für die Etablierung von Standards nicht nur zentral koordinierende Instanzen, die Zufälligkeit der konkreten Ausgestaltung, die soziale Gebundenheit von Interessen, ihre relative Stärke mit Blick auf den Anschluss möglichst vieler Akteure sowie die technische Implementierung einer Vielzahl von Normen betont, sondern auch darauf hinweist, dass ein Standard zugleich nie davor gefeit sei, wieder in Frage gestellt zu werden (vgl. Dommann: »08/15, QWERTY, PAL-SECAM, Paletten und MP3«, S. 257–260). Als Beispiel wird die im europäischen Eisenbahn-Frachtverkehr fest etablierten Transportpalette genannt, deren Stellung Ende der 1960er Jahre durch die den US-amerikanischen Schiffsverkehr dominierenden Container unter Druck gerät (vgl. ebd., S. 259). Zur Containerisierung vgl. Klose: *Das Container-Prinzip; ders./Potthast (Hg.): Container/Containment*.

¹⁰⁷ Busch: *Standards*, S. 61.

¹⁰⁸ Vgl. hierzu Shapiro/Varian: »The Art of Standard Wars«.

tions« teilen.¹⁰⁹ Erstens sind Standards ineinander verschachtelt (»nested inside one another«¹¹⁰), d.h. sie sind aufeinander bezogen und müssen zueinander passen. Dieser Aspekt betrifft die kaskadische Organisation von Standards, ihre Eingebettetheit in bereits bestehende Strukturen. Unter Rekurs auf ihre unterschiedliche Reichweite sprechen Star und Lampland hier von »tiny standards«, »medium-sized standards« und »[q]uite large standards«,¹¹¹ was auf die eingangs angesprochene Frage der Skalierbarkeit und ihre Rolle für Infrastrukturen verweist. Zweitens sind Standards ungleichmäßig über die soziokulturelle Landschaft verteilt: Bezogen auf politische Regime oder Klassenzugehörigkeit haben sie einen unterschiedlichen Verpflichtungsgrad. So müssten sich die meisten Schüler der westlichen Welt während ihrer Schullaufbahn standardisierten Prüfungen unterziehen. Kinder sehr reicher wie auch sehr armer Eltern würden sich dagegen diesem Standard aus unterschiedlichen Gründen (Elitegedanke, mangelnde Wertschätzung von Bildung) häufig entziehen.¹¹² Drittens verweisen Star und Lampland auf die bereits angesprochene Relationalität und Kontextabhängigkeit von Standards mit Blick auf Praxisgemeinschaften und betonen viertens die zunehmende Integration und Verknüpfung von Standards: »The nature of this integration is profound, global (not, however, universal), increasing, and evolving.«¹¹³ Ethisch gesehen schränken Standards fünftens Vielfalt immer ein: »To standardize an action, process, or things means, at some level, to screen out unlimited diversity«;¹¹⁴ etwa dadurch, dass Formulare nur eine binäre Wahlmöglichkeit anbieten.¹¹⁵

Für eine medienwissenschaftliche Perspektive sind Standards insofern von entscheidender Bedeutung,¹¹⁶ als sie unser Leben in umfassender Weise regulieren und prägen: Sie schaffen allererst den Zugang zur Nutzung von Systemen und Instrumenten, stellen deren intersystemisches Funktionieren sicher und garantieren somit ihre Stabilität auf globaler Ebene. Damit sind Standards ganz grundsätzlich als Medien zu verstehen, die Wirklichkeit in spezifischer Weise zurichten und transformieren.

¹⁰⁹ Star/Lampland: »Reckoning with Standards«, S. 4.

¹¹⁰ Ebd., S. 5.

¹¹¹ Ebd.

¹¹² Vgl. ebd., S. 6.

¹¹³ Ebd., S. 7.

¹¹⁴ Ebd., S. 8.

¹¹⁵ Vgl. ebd.

¹¹⁶ Vgl. hierzu auch Müller/Neubert (Hg.): *Standardisierung und Naturalisierung*.

Trotz ihrer Relevanz rücken Standards selten in den Vordergrund. In der Forschung werden mehrere Gründe für diese Vernachlässigung und Unsichtbarkeit von Standards genannt, die dafür verantwortlich sind, dass »[t]he work of creating them is often invisible or deleted in descriptions of their development.«¹¹⁷ Zum einen wird auf ihre Abstraktheit verwiesen; Standards, Zahlen und Modelle »tend to be black boxes in their own right«, weshalb man sie den Prozeduren gegenüber, an denen sie beteiligt sind, häufig als »secondary or epiphenomenal« versteht.¹¹⁸ Zweitens wird der Zweck des Standardisierens häufig gar nicht explizit. Standardisierung gilt zwar per se als nützlich zur Erleichterung anderer Aufgaben und tritt teilweise sogar an die Stelle der eigentlichen Arbeitsergebnisse: »[T]he measuring-standardizing activity is often the only thing that people consider ›real evidence of results.«¹¹⁹ Indem aber das Verfahren derart objektiviert wird, erfährt die konkrete Arbeit der Standardisierung erneut keine Aufmerksamkeit. Hinzu kommt drittens die vermeintliche Ahistorizität von Standards, die umso stärker sei, je etablierter und entwickelter die Infrastrukturen sind, auf die sie sich beziehen.¹²⁰ Dieser Vernachlässigung von Standards wollen Star und Lampland durch die Rekonstruktion ihrer Geschichten begegnen – »to restore the narratives of these standards: their historical development, their political consequences, and the smoke-filled rooms always attached to decisions made about them.«¹²¹

Standards sind eng mit der Entwicklung moderner Infrastrukturen verbunden. Historisch gesehen ist die Rede von Standards dadurch mit einem zeitlichen Index versehen, der sie der Epoche der Industrialisierung zuordnet.¹²² Etymologisch begegnet der Begriff ›Standard‹ dagegen bereits im Hochmittelalter. So ist sein Gebrauch im Englischen erstmalig für das Jahr 1138 im Kontext der »Battle of the Standard« nachgewiesen, wo er die Nutzung von Standarten (altfranzösisch *estandard*, altfränkisch *standort*) bezeichnet, also gheisster Feldzeichen des Königs (›Reiterfahnen‹), die den Aufstellungsort von Truppenteilen in

¹¹⁷ Star/Lampland: »Reckoning with Standards«, S. 9.

¹¹⁸ Ebd.

¹¹⁹ Ebd., S. 10.

¹²⁰ Vgl. ebd.

¹²¹ Ebd., S. 13.

¹²² Zur Geschichte der Standardisierung vgl. Ambrosius: »Standards und Standardisierungen in der Perspektive des Historikers«; Busch: *Standards*, insb. Kap. 2; bezogen auf maßgebliche Institutionen Cochrane: *Measures for Progress*.

der Schlacht markierten und so für Ordnung sorgten, insbesondere beim Fußvolk.¹²³ Florian Sprenger betont die doppelte Etymologie von ›Standard‹, in der sich zwei »Linien« vermischen würden: die aus dem Germanischen stammende Bedeutung im Sinne von »Stand« (englisch *standard* und mittelhochdeutsch *stanthart*) und die aus dem Altfranzösischen stammende Bedeutung im Sinne von »Ausdehnung« (altfranzösisch *estandard* von lateinisch *extendere*). Diese Etymologie würde »zwei heute wirksame Funktionen des Standards« zusammenbringen: »den Stand, der durch die Vertikale für Sichtbarkeit sorgt, und die durch ihn ermöglichte Ausdehnung über die Horizontale des Schlachtfelds.«¹²⁴ Dabei ist der Zusammenhang der militärtaktischen Begriffsverwendung mit derjenigen im Sinne des Königstandards, wie man die Flagge des Königs ab ungefähr 1450 nennt und unter den später auch die Festlegung von Maßen und Einheiten fällt, komplex und nicht in allen Punkten klar.¹²⁵ Auch wenn sich moderne Standards von mittelalterlichen unterscheiden, insofern sie universell gültige Maße für die industrielle Produktion bereitstellen sollen,¹²⁶ betont Sprenger auch die Kontinuitäten: Denn erstens gilt für mittelalterliche wie auch moderne Standards, dass sie durch »weltliche Macht« festgelegt werden, aber gleichwohl öffentlich zugänglich sein müssen.¹²⁷ Zweitens betreffen sie die »Herstellung von Einheiten«, deren Konstanz über Raum und Zeit hinweg sichergestellt sein muss.¹²⁸

Prozeduren zur Ordnung von Welt auf der Basis autoritativ eingeführter Maße und Einheiten existieren also bereits deutlich vor der Industriellen Revolution,¹²⁹ sind allerdings in der Regel anthropomorph gedacht: Sie beziehen sich auf »the human scale and human needs«, d.h. sind an Körpermaßen (Elle, Fuß) orientiert bzw. nehmen auf Maßverhältnisse im Rahmen von Arbeits- und Produktionstätigkeiten

¹²³ Vgl. hierzu *OED Online*, [Art.] »Standard, n. and adj.« sowie Grimm: [Art.] »Standarte«. Zur Begriffsgeschichte von ›Standard‹ und dem Zusammenhang von mittelalterlichen Standarten mit modernen Standardisierungsprozessen vgl. besonders Sprenger: »Standards und Standarten«, S. 34.

¹²⁴ Ebd., S. 38.

¹²⁵ Vgl. dazu ebd., S. 39f.

¹²⁶ Vgl. ebd., S. 42.

¹²⁷ Ebd., S. 41.

¹²⁸ Ebd.

¹²⁹ Hier wäre etwa auch auf die Bedeutung des griechischen Wortes ›Kanon‹ zu verweisen, das ursprünglich das Schilfrohr bezeichnet, aus dem Körbe und Messruten gefertigt werden, also ein technisches Instrument zum Messen im Sinne eines ›Richtscheits‹ oder ›Maßstabs‹ meint. Vgl. dazu Asper: [Art.] »Kanon«, Sp. 869.

Bezug: »[C]oal in the Saint-Etienne region was measured in *charges* equal to one-twelfth of a miner's daily output, while the unit that measured the length of his progress varied with the difficulty of the face being worked.«¹³⁰ Auch Bowker und Star betonen, dass große Bauvorhaben der Geschichte (etwa die Kathedrale von Chartres) nicht ohne Zuhilfenahme von »analog measuring devices« hätten errichtet werden können, die sich bereits auf vereinheitlichte Entwurfsformate und »standardisierte« Baumaterialien (Steine, Werkzeuge etc.) bezogen hätten.¹³¹ Und selbst nachdem das metrische System eingeführt worden war, löste dieses nicht einfach die vormodernen Methoden des Messens und der Eichung von Messgeräten ab. Vielmehr bestehen beide im 19. Jahrhundert häufig nebeneinander, da das metrische System auf den Widerstand der Bevölkerung trifft, die das lokal etablierte und funktionierende System nicht zugunsten einer obrigkeitlich oktroyierten Struktur aufgeben will:¹³² »In premodern societies, local communities have the primary role in safeguarding measures, and by this means they attempt to protect their livelihood and insulate local economies from outside disruption and competition.«¹³³ Damit stehen die auf lokal-regionalen Konventionen und natürlichen Maßen beruhenden vormodernen Einheitensysteme dem globalen und überzeitlichen Anspruch des »künstlichen« metrischen Systems und damit einem modernen Verständnis von Standards entgegen.

Unterstützung erhält die Etablierung von Standards im 19. Jahrhundert durch die auf Mittelwerte und Durchschnitte bezogene neue wissenschaftliche Disziplin der Statistik.¹³⁴ Sie trägt so zum Programm einer Normalisierung der Bevölkerung bei, wobei Standardisierung auf der Basis von Durchschnittswerten, die sich aus einer Streuung von Daten ergeben, von Standardisierung auf der Basis einer vorgängigen Normativität zu unterscheiden ist.¹³⁵ Star und Bowker zufolge erzeugt die Statistik des 19. Jahrhunderts, indem sie Menschen auf statistischer

¹³⁰ Alder: »A Revolution to Measure«, S. 44; vgl. hierzu auch Kula: *Measures and Man*.

¹³¹ Bowker/Star: *Sorting Things Out*, S. 14. Bowker und Star verweisen hier auf Turnbull: »The Ad Hoc Collective Work of Building Gothic Cathedrals with Templates, String, and Geometry«.

¹³² Vgl. hierzu Alder: »A Revolution to Measure«, S. 43.

¹³³ Ebd., S. 46.

¹³⁴ Vgl. hierzu die einschlägige Studie von Desrosières: *Die Politik der großen Zahlen*.

¹³⁵ Zum Konzept der Normalisierung vgl. Link: *Versuch über den Normalismus*; zu Foucaults Normalisierungsverständnis vgl. Krause: »Von der normierenden Prüfung zur regulierenden Sicherheitstechnologie«.

Basis in Kategorien einteilt und zu ihrer Verarbeitung Informationstechnologien mit eigenen technischen Standards einführt (regelmäßige Volkszählungen, spezielle Tabellen und später Hollerith-Maschinen), ein eigenes »set of standardized people«,¹³⁶ das national sehr verschiedene Ausprägungen annimmt: »[D]ifferent categories for professional works in the French, German and British censuses led to the creation of very different social structures and government programmes around them.«¹³⁷

Das Setzen von Standards ist also ein machtprägnanter Vorgang, der mit der Autorität und den Interessen bestimmter Gruppen einhergeht. Star und Bowker unterscheiden deshalb heuristisch zwei Modelle der Etablierung von Standards. Findet sich am einen Ende des Spektrums die Idee »one standard fits all«, so am anderen Ende die des »let a thousand standards bloom«.¹³⁸ Während sie die erste Strategie als ›koloniales‹ Modell der Infrastrukturentwicklung bezeichnen, verstehen sie die zweite als das ›demokratische‹ Modell. Das zweite Modell zeigt sich Star und Bowker zufolge insbesondere bei der Entwicklung von Internetstandards in den 1990er Jahren – »cobbled together in such a way that they permit maximal flexibility and heterogeneity«¹³⁹ –, mit der sie die Hoffnung auf eine grundlegende Demokratisierung von Informationstechnologien verbinden (der Text stammt ursprünglich aus dem Jahr 2002), die sich allerdings angesichts des zunehmend durch kommerziell orientierte Plattformen strukturierten Web nicht erfüllt hat.¹⁴⁰

Eine mögliche Antwort, warum dies so ist, findet sich bei Lawrence Busch, der die These vertritt, dass sich im Zuge der Ausdifferenzierung einer kapitalistischen und konsumorientierten Warenordnung Ende des 19. Jahrhunderts eine weitere Form der Nutzung von Standards etabliert, die diesen von Anfang an eingeschrieben ist. Standards würden nämlich nicht nur vereinheitlichen, sie dienen gleichzeitig der Unterscheidung: »[S]ome standards are designed to standardize, while

¹³⁶ Star/Bowker: »How to Infrastructure«, S. 235.

¹³⁷ Ebd. Star und Bowker beziehen sich hier auf die Studie von Desrosières/Thévenot: *Les catégories socio-professionnelles*.

¹³⁸ Star/Bowker: »How to Infrastructure«, S. 236.

¹³⁹ Ebd.

¹⁴⁰ Vgl. Gillespie: *Custodians of the Internet*; Helmond et al.: »Facebook's Evolution«; Constantinides et al.: »Introduction – Platforms and Infrastructures in the Digital Age«.

others are designed to differentiate.«¹⁴¹ Was zunächst für jede Form der Klassifikation gilt – etwas gehört zu einer bestimmten Klasse und ist in genau diesem Maß von anderen Klassen unterschieden –, beschreibt Busch als historische Verschiebung von einer universalistisch motivierten Standardisierung hin zu einer partikularistisch orientierten Differenzierung.¹⁴² Eine solche »standardized differentiation«¹⁴³ entstehe Ende des 19. Jahrhunderts im Gefolge verbesserter Transport- und Telekommunikationsbedingungen, der zunehmenden Relevanz von Verpackungen sowie neoliberalen Reformen¹⁴⁴ und führe zu einer Nutzung von Standards als »strategic devices«¹⁴⁵, die einer Reihe von Zielen dienen können: »Firms use standards to block competition and enhance market share. Individuals use standards to emphasize their distinctness or (often at the same time) to draw attention to their sameness.«¹⁴⁶ Daraus ergibt sich Busch zufolge der paradoxe Umstand, dass Individualität zunehmend von Standardisierung abhängig werde: »[I]ndividuation can proceed only insofar as there is a proliferation of standards that *permit* the differentiation of products, services, working hours, lifestyles.«¹⁴⁷ Busch beschreibt hier eine medientechnologisch bedingte Entwicklung der Gegenwart, die Wendy Chun als Ähnlichkeitsprinzip algorithmischer Kulturen kritisiert und die Andreas Reckwitz als Gesellschaft der Singularitäten bestimmt.¹⁴⁸

Neben diesen historischen Zusammenhängen betrifft die Engführung von Infrastrukturen und Standards aber auch systematische Aspekte. Zunächst ist hier die oben diskutierte intersystemische Vernetzung von Infrastrukturen durch Gateways zu nennen, und zwar insbesondere deren durch das OSI-Modell illustriertes Funktionieren. Wie Star und Bowker betonen, ist jede Infrastrukturebene mit eigenen Standards ausgestattet: »One observation that we can make at once is that it is standards all the way down: each layer of infrastructure requires its own set of standards. We might also say that it is standard all the way up.«¹⁴⁹ Eine Infrastruktur wäre so verstanden ein Verbund verschiede-

¹⁴¹ Busch: *Standards*, S. 151.

¹⁴² Vgl. ebd., S. 152 und 199.

¹⁴³ Ebd., S. 196.

¹⁴⁴ Zu diesen vier ›Verbesserungen‹ vgl. ebd., S. 166–187.

¹⁴⁵ Ebd., S. 199

¹⁴⁶ Ebd., S. 199f.

¹⁴⁷ Ebd., S. 197.

¹⁴⁸ Vgl. Chun: »Queerying Homophily«; Reckwitz: *Die Gesellschaft der Singularitäten*.

¹⁴⁹ Star/Bowker: »How to Infrastructure«, S. 234.

ner hierarchisch geschichteter und aufeinander bezogener Standards. Zweitens betreffen Standards gemäß des von der Akteur-Netzwerk-Theorie geforderten verallgemeinerten Symmetrieprinzips immer das gesamte Spektrum soziotechnischer Akteure: »Working infrastructures standardize both people and machines.«¹⁵⁰ Nicht nur »Bits und Bytes« also werden einer standardisierten Form unterworfen, sondern ebenso diskursive und arbeitsbezogene Praktiken. Drittens lassen sich verschiedene Typen von Standards unterscheiden und zueinander in Beziehung setzen. So schlägt Lawrence Busch vor, zwischen »Olympic standards«, »filters«, »ranks« und »divisions« zu differenzieren.¹⁵¹ Während *Olympic standards* jeweils nur eine Person oder ein Ding »as the best within a particular time or space« herausgreifen,¹⁵² hätten *filters* die Aufgabe, »to eliminate the unacceptable«;¹⁵³ nur bestimmte Dinge oder Personen passieren also den Filter, andere dagegen nicht. Demgegenüber funktionieren *ranks* als »linear hierarchical order«, wobei in diesem Fall alle Objekte und Personen einer Klasse einen Rang erhalten.¹⁵⁴ *Divisions* wiederum gelten schlicht als »different categories that are unranked«.¹⁵⁵ Interessant ist nun vor allem die Relationierung, die Busch für diese Typen von Standards vorschlägt (vgl. Abb. 2.8). Während er *divisions* als horizontale Verteilung von Kategorien versteht, firmieren *ranks* als orthogonal dazu stehende vertikale Anordnung. *Olympic standards* und *filters* wiederum stellten binäre Formen von Ranking dar, die hohe bzw. niedrige Schwellen markieren, oberhalb derer sich Entitäten als zum Standard gehörig qualifizieren.¹⁵⁶ Busch zufolge sind Klassifikationssysteme und Standards also unterschiedliche Formen der Sortierung, Einordnung und Qualifizierung von Personen und Objekten, wobei diejenigen Standards, um die es im Kontext von Infrastrukturen geht, vornehmlich als Filter fungieren und damit die Zugangsschwelle zu einer bestimmten Gruppen von Netzen markieren. Vor diesem Hintergrund lassen sich Standards auch als grundlegende Sicherungs- (und Stabilisierungs-)instrumente für infrastrukturelle Konstellationen verstehen.¹⁵⁷

¹⁵⁰ Ebd., S. 234f.

¹⁵¹ Busch: *Standards*, S. 42; vgl. zur Einführung dieser Typen ebd., S. 42–52.

¹⁵² Ebd., S. 43.

¹⁵³ Ebd., S. 44.

¹⁵⁴ Ebd., S. 45.

¹⁵⁵ Ebd., S. 46.

¹⁵⁶ Ebd., S. 49.

¹⁵⁷ Vgl. Star/Bowker: »How to Infrastructure«, S. 236.

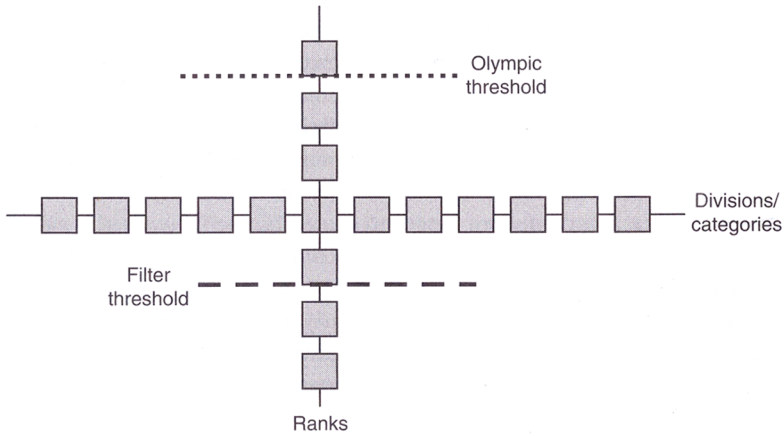


Abb. 2.8: Typen von Standards

Die Aushandlung bzw. Etablierung von Standards und Infrastrukturen stehen damit in einem wechselseitigen Bedingungsverhältnis: Werden Infrastrukturen einerseits standardisiert (Standardisierung *von* Infrastrukturen), sind Standardisierungsprozesse andererseits selbst infrastrukturell bedingt (Standardisierung *durch* Infrastrukturen).

Metrologie und Referenzketten

Ging es bislang vorrangig um die Etablierung und Durchsetzung von Standards und ihren systematischen Zusammenhang mit Infrastrukturen, sollen im Folgenden metrologische Fragen nach der Vergleichbarkeit von Standards, nach ihrer ›Ontologie‹ sowie nach ihrer Anwendbarkeit problematisiert werden. Denn für die Metrologie als Lehre und Wissenschaft des Messens und der Einheiten (von griechisch μέτρον *métro*, »Messen, Maß«) ist nicht nur die Festlegung und Realisierung von Maßeinheiten wichtig, sondern insbesondere die Etablierung von sogenannten Rückführungsketten (»traceability chain«), durch die ein bestimmter Messwert auf einen Standard zurückgeführt werden kann.¹⁵⁸ Als »metrological traceability« wird die Eigenschaft eines Messergebnisses bestimmt, »whereby the result can be related to a reference

¹⁵⁸ Brinkmann: *Internationales Wörterbuch der Metrologie*, S. 44, Definition 2.41 »metrological traceability«.

through a documented unbroken chain of calibrations«. ¹⁵⁹ Bezugspunkt sind dabei als »Normal« bezeichnete metrologische Referenzgrößen (Gegenstand, Messgerät oder Material), die letztlich auf eine der sieben Basiseinheiten des internationalen Einheitensystems (Länge, Masse, Zeit, elektrische Stromstärke, thermodynamische Temperatur, Stoffmenge, Lichtstärke) zurückgeführt werden können. ¹⁶⁰ Während sich die historische Metrologie auf Maß- und Gewichtssysteme vor der Einführung des metrischen Systems 1793 konzentriert – ein wichtiger Referenztext ist hier Georgius Agricolae Schrift *De mensuris et ponderibus* (1533) mit seiner Beschreibung der griechischen und römischen Maßsysteme –, ¹⁶¹ geht es der heutigen Metrologie um die wissenschaftliche Organisation und Aufrechterhaltung von Normalen, die Sicherstellung und Prüfung von Messgeräten und der zugehörigen Verfahren sowie die Überwachung gesetzlicher geregelter Messungen. ¹⁶² Metrologie betrifft also die Etablierung von Maßstäben und die Sicherstellung ihrer Anwendbarkeit. Wie die Rede von der nötigen Rückführbarkeit bereits andeutete, spielt die kaskadische Organisation von Standards metrologisch eine große Rolle, insofern sie deren Übersetzbarkeit und Kommensurabilität garantiert. Diese kaskadische Organisation, d.h. die Verweisungskette von Standard auf Standard, lässt sich nun auch als Relation von Globalem und Lokalem verstehen, insofern es für die Anwendbarkeit eines Standards in einer konkreten Situation grundlegend ist, dass der Anschluss an ein globales Referenzsystem und damit die prinzipielle Rückführbarkeit auf die entsprechenden Basiseinheiten gewährleistet ist.

Für Latour verbindet sich deshalb mit Überlegungen zur Metrologie das Anliegen, die praktischen Bedingungen für die »Ausbreitung von Universalität« zu verstehen. ¹⁶³ Denn auf der einen Seite seien Standards wie Watt, Newton, Ohm – abgeleitete Einheiten im Rahmen des Internationalen Einheitensystems – insofern global, als Orte ohne

¹⁵⁹ Ebd.

¹⁶⁰ Zum Normal vgl. ebd., Kap. 5 »Normale«, S. 61–68; zu den Basisgrößen vgl. ebd., S. 16. Vgl. dazu ferner das Schwerpunktthema der Mitteilungen des deutschen Metrologie-Instituts PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt): Das System der Einheiten.

¹⁶¹ Vgl. Agricola: »De Mensuris et ponderibus«.

¹⁶² Vgl. Quinn/Kovalevsky »The Development of Modern Metrology and Its Role Today«; O’Connell: »Metrology«; Schaffer: »Late Victorian Metrology and Its Instrumentation«. Für eine kulturwissenschaftliche Perspektive auf die Entwicklung der Metrologie, vgl. Echterhölter: *Infrastrukturen der Asymmetrie*.

¹⁶³ Latour: *Eine neue Soziologie für eine neue Gesellschaft*, S. 393.

sie nicht ›dieselbe‹ Zeit, ›dieselbe‹ Entfernung, ›dasselbe‹ Gewicht etc. hätten, sondern schlicht inkommensurabel wären.¹⁶⁴ Gleichzeitig ist ein metrologischer Bezugspunkt (etwa das Platin-Kilogramm, das Latour als Beispiel wählt) aber immer lokal: »[S]tets liegt er irgendwo und zirkuliert innerhalb spezieller Kästen, die spezifische Signale verwenden und zu bestimmten, spezifischen Zeitpunkten spezifischen Protokollen folgen.«¹⁶⁵ Universale Übereinkunft erzielt man also nur, »[s]ofern wir eine Möglichkeit finden, unser lokales Instrument an eine der vielen metrologischen Ketten anzuschließen, deren materielles Netzwerk vollständig beschreibbar ist und deren Kosten ziemlich genau angegeben werden können.«¹⁶⁶

Eine solche Vorstellung ist nun insofern für die Diskussion von Infrastrukturen von Interesse, als deren Netzwerke wie selbstverständlich auf Seiten des Globalen verortet werden, was etwa die Rede von großtechnischen Systemen nahelegt, aber auch noch der Verweis auf die Reichweite und Dauerhaftigkeit von Infrastrukturen im Zusammenhang mit Praxisgemeinschaften belegt. Wie Markus Krajewskis Studie zu den Weltprojekten Ende des 19. Jahrhunderts zeigt, sind diese von der Idee angetrieben, »vom Lokalen zum Globalen« überzugehen.¹⁶⁷ Dabei manifestiert sich in Kursbüchern wie *Bradshaw's Continental Railway Guide* oder *Hendschel's Telegraph* erstmals die Idee eines ›Weltverkehrs‹ als global verfügbarer Infrastruktur, der auf der Basis prinzipieller Anschlussfähigkeit eine Kopplung der verschiedenen Verkehrsarten herstellt und so die »Vorstellung einer total adressierbaren, bis in den letzten Winkel zu erreichenden Welt« generiert.¹⁶⁸ Die Etablierung der dafür nötigen Standardzeit ist ein alles andere als einfaches Unterfangen – Peter Galison etwa beschreibt die für französische Eisenbahnreisende des 19. Jahrhunderts entstehende Konfusion angesichts von drei verschiedenen Zeiten (die jeweilige Ortszeit, die Pariser Standardzeit (im Wartesaal) und die Uhrzeit im Zug).¹⁶⁹ Die Vereinheitlichungsprozesse betreffen also grundlegend das Verhältnis von Lokalem und

¹⁶⁴ Vgl. ebd., S. 392.

¹⁶⁵ Ebd.

¹⁶⁶ Ebd., S. 393.

¹⁶⁷ Vgl. Krajewski: *Restlosigkeit*, S. 49 sowie insgesamt Kap. 1.

¹⁶⁸ Ebd., S. 52.

¹⁶⁹ Galison: *Einsteins Uhren, Poincarés Karten*, S. 98 sowie Kap. 3. Siehe dazu auch Schivelbusch: *Geschichte der Eisenbahnreise*, S. 43f.

Globalem. Gemäß seiner Idee der »relativen Universalisierung«¹⁷⁰ gilt Latour zufolge auch für die Infrastruktur der Eisenbahn: »[E]in großes Netz bleibt in allen Punkten lokal«.¹⁷¹ D.h. derartige Netze setzen sich aus »partikularen Orten zusammen, die durch eine Reihe von Anschlüssen miteinander verbunden sind«, welche wiederum andere Orte durchqueren und neue Anschlüsse erfordern würden, wenn das Netz weiter expandiere.¹⁷² Fragen der Distanz werden damit abhängig vom Vorhandensein von Verbindungselementen: »[T]he adjectives ›close‹ and ›far‹ are made dependent on the presence of conduits, bridges, and hubs«.¹⁷³ Bezogen auf Netzwerke betont Latour deshalb das Moment der Verknüpfung. Netze würden »über Räume geworfen«, dabei aber nichts abdecken: »Es sind verknüpfte Linien und keine Oberflächen. Sie haben nichts Totales, nichts Globales, nichts Systematisches, auch wenn sie [...] in die Ferne führen.«¹⁷⁴ Diese Vorstellung einer spezifischen Flachheit (des Sozialen) präzisiert Latour unter Rekurs auf die Metrologie. Durch ihre Zirkulation (in Form von Inskriptionen) sei es Standards möglich, »sich *lokal überallhin* auszubreiten« und dadurch sowohl das Lokale wie das Universale zu umgehen.¹⁷⁵ Insofern ein Standard also weder lokal noch global ist, sondern vielmehr eine Form darstellt, die deren Verbindung realisiert, zeigt sich der mediale Charakter von Standards als Instrumenten der Übersetzung.

Die Frage der Relation von Lokalem und Globalem betrifft aber nicht nur das metrologische System und seine Referenzketten, sondern ebenso die Herstellung von Vergleichbarkeit selbst. In Frage stehen hierbei nicht die abgeleiteten Größen und Standards, sondern vielmehr die zugrunde liegenden Konstanten. Insbesondere die Arbeit an der Konstanz der Konstanten ist in zweierlei Hinsicht von Interesse: zum einen bezogen auf die konkrete, prekäre Vervielfältigung von Konstanten, zum anderen bezogen auf ihre ›Konservierung‹. Wie Peter Galison eindrucksvoll schildert, ist etwa die Meter-Konvention nicht Schlussstein, sondern vielmehr Auftakt der weiteren Verbreitung des Meters.¹⁷⁶ Denn damit

¹⁷⁰ Latour: *Wir sind nie modern gewesen*, S. 157.

¹⁷¹ Ebd., S. 156.

¹⁷² Ebd., S. 157.

¹⁷³ Latour: »Networks, Societies, Spheres«, S. 802.

¹⁷⁴ Latour: *Wir sind nie modern gewesen*, S. 157.

¹⁷⁵ Latour: *Eine neue Soziologie für eine neue Gesellschaft*, S. 393.

¹⁷⁶ Vgl. Galison: *Einsteins Uhren, Poincarés Karten*, S. 85.

der Meter als Standard in Kraft treten konnte, mussten vom ›Urmeter‹¹⁷⁷ (im Sinne der gegenständlichen Maßverkörperung) aufwendig Duplikate angefertigt werden – 1889 erhielt jedes der dreißig an der Konvention beteiligten Länder einen solchen Meterstab¹⁷⁸ –, die wiederum nationale Referenzgrößen der Herstellung weiterer Kopien waren.¹⁷⁹ Doch nicht nur die Anfertigung der Kopien erforderte Präzision, dies galt auch für die weitere Aufbewahrung und Konservierung des Urmaßes. Dabei hatte die Art der Aufbewahrung (»von einem harten Messingzylinder umschlossen, in einem mit Samt ausgekleideten, fest verschraubten, abgeschlossenen und tief in einem Gewölbe aufgestellten Kasten«)¹⁸⁰ nicht nur das Objekt selbst sicherzustellen, sondern darüber hinaus auch zu garantieren, dass es sich nicht über die Zeit veränderte. Zu diesem Zweck wurden nicht nur der Urmeter selbst (der internationale Prototyp M), sondern auch zwei »Zeugen« mit verwahrt, die durch ihren physischen Zustand in der Zukunft über mögliche Veränderungen von M Auskunft geben sollten.¹⁸¹ Das Platin-Urkilogramm war sogar so fragil, dass es gar nicht genutzt werden konnte, um Standards zu kalibrieren, denn »[d]aylight, dust or pollution could add or remove a few phentograms of matter to or from it.«¹⁸² Aus diesem Grund wurde es in allen regulären Verwaltungsakten durch Repräsentationen vertreten. Nur insgesamt drei Mal seit 1889 wurde es seinem Aufbewahrungsort entnommen und geprüft.¹⁸³ Dabei stellte sich dann tatsächlich heraus, dass das Urkilogramm im Vergleich zu den Referenznormalen über die Zeit von 100 Jahren (unerklärlicherweise) ungefähr 50 Mikrogramm an

¹⁷⁷ Als ›Urmeter‹ wird erstens der 1793 definierte und 1795 zunächst aus Messing gefertigte, aber noch nicht als Meter bezeichnete Prototyp des entsprechenden Längenmaßes bezeichnet; sodann ein 1799 aus Platin hergestellter Prototyp (Endmaß), den die internationale Meter-Konvention als Maßeinheit festlegte; drittes ein 1889 eingeführter Meterprototyp, der etwas länger als ein Meter und mit einem Strichmaß ausgestattet war, um etwaige Abnutzungen an den Enden zu kompensieren; Kopien dieses dritten Prototyps wurden an die verschiedenen nationalen Eichinstitute vergeben. Vgl. hierzu E. O. Göbel: »Kleine Einführung in das internationale Einheitensystem«, S. 3; Alder: *Das Maß der Welt*.

¹⁷⁸ »Wie im Protokoll festgelegt, zog dann jeder der Delegierten feierlich ein Billet aus einer Urne, und die darauf verzeichnete Nummer wies seinem Land den entsprechenden Meterstab zu, dessen Empfang er schriftlich quittierte.« (Galison: *Einsteins Uhren, Poincarés Karten*, S. 87). Per Losentscheid erhielt Deutschland die Kopie Nr. 18, das Königreich Bayern, das der Vereinigung vor 1870 beigetreten war, Kopie Nr. 7.

¹⁷⁹ Vgl. ebd., S. 82–90.

¹⁸⁰ Ebd., S. 87.

¹⁸¹ Ebd.

¹⁸² Latour/Hermant: *Paris: Invisible City*, plan 41, S. 81.

¹⁸³ Vgl. ebd.

Gewicht verloren hatte.¹⁸⁴ Dies führte letztlich zu einer Neudefinition, die das Kilogramm seit 2019 nun orts- und artefaktunabhängig von einer Fundamentalkonstante der Physik (Plancksche Konstante) ableitet.¹⁸⁵ Wie diese Überlegungen zeigen, konfliktieren bei der Bestimmung von Konstanten nicht nur konventionsbezogene und ontologische Aspekte, da Konstanten in ihrer Referenz auf Basiseinheiten einen Bezug zu Naturmaßen bewahren. Darüber hinaus macht die Berücksichtigung der in die Aufrechterhaltung und Zirkulation von Standards investierten Arbeit – »Informationstechnologien, Bürokratien, Metrologien und allgemeiner die Verbreitung von Formaten und Bezugsgrößen aller Art« – die Kosten deutlich, die das Erzeugen jeder Form von Universalität mit sich bringt.¹⁸⁶ Entsprechend gilt Latour zufolge für diese in der Wissensproduktion unabdingbaren Größen, dass »[i]n the real, concrete and local world of technoscience [...] it is frightfully expensive simply to maintain the simplest physical parameters stable.«¹⁸⁷ Im Unterschied zu der vom Wort ›Konstante‹ unterstellten Dauerhaftigkeit gelte vielmehr das Gegenteil: »These constants [...] are so inconstant that the US, according to the National Bureau of Standards, spends 6 per cent of its Gross National Product, that is, three times what is spent on R & D [...], just to maintain them stable.«¹⁸⁸ Die den Konstanten zugeschriebene Bedeutung korrespondiert also der in ihre Stabilisierung investierten Arbeit und den dabei entstehenden Kosten.

Konstanten und Standards zirkulieren Latour zufolge wie andere Inskriptionen auch, allerdings unterscheiden sich die Aufgaben:

Although all these constants and standards circulate in reference circuits like the other inscriptions and paper slips [...], what they do is quite different. They don't serve to coordinate actions, to measure balances of power, to transform information; they do both much more and much less: they simply ensure that, if one wanted to measure something, one would be able to do so without the measurement changing from place to place, from time to time. Without these constants maintained at a great cost, no one would be able to know if there really were any differences.¹⁸⁹

¹⁸⁴ Vgl. Girard: »The Third Periodic Verification of National Prototypes of the Kilogram (1988–1992)«.

¹⁸⁵ Vgl. zur Diskussion um die Reorganisation der Basisgrößen auch das Schwerpunktthema »Das System der Einheiten« des Fachjournals des deutschen Metrologie-Instituts *PTB Mitteilungen*, insb. S. 93–102.

¹⁸⁶ Latour: *Eine neue Soziologie für eine neue Gesellschaft*, S. 396.

¹⁸⁷ Latour: *Science in Action*, S. 251.

¹⁸⁸ Ebd.

¹⁸⁹ Latour/Hermant: *Paris: Invisible City*, plan 43, S. 84.

Konstanten sorgen also dafür, dass überhaupt Unterschiede feststellbar werden. Sie ermöglichen allererst »inter-comparison of all scales«. ¹⁹⁰ Während Konstanten aus metrologischer Perspektive zirkulieren, um unter hohem Kostenaufwand Vergleichbarkeit herzustellen (»a little commensurability«), zirkulieren Standards, um lokal Kompatibilität herzustellen. ¹⁹¹ Konstanten dienen somit der (globalen) Etablierung eines Referenzsystems, während Standards deren konkrete, lokale und anwendungsbezogene Implementierung und Umsetzung leisten.

Grundsätzlich sind mit dem Verhältnis global/lokal also Verfahren der Skalierung und des Maßstabwechsels verbunden, die aus medienwissenschaftlicher Perspektive Operationen der Übersetzung darstellen, insofern sie Referenzketten herstellen, deren Funktionieren von materiellen, institutionellen, personellen und formalen Bedingungen abhängt. Für die Medialität von Infrastrukturen sind Standards und Konstanten zentral, da sie als Übersetzungswerkzeuge fungieren, die als *immutable mobiles* die Aufrichtung von systemischer Ordnung möglich machen, indem sie deren räumliche Ausdehung wie auch ihre zeitliche Dauer gewährleisten.

2.3 Zeitlichkeit. Prozessualität und Transformation

Eine dritte und letzte Hinsicht, die mit Blick auf die Medialität von Infrastrukturen zu diskutieren ist, betrifft die Dimension ihrer spezifischen Prozessualität und Temporalität. Bereits im Zusammenhang mit *communities of practice*, den notwendigen Aushandlungen im Rahmen von Standardisierungsbemühungen, aber auch mit Blick auf die zum Teil vernachlässigten und insofern »unsichtbaren« infrastrukturellen Akteure begegnete der Hinweis auf eine spezifische Dynamik von Infrastrukturen. Bezüglich dieser Dynamik werden nun im Folgenden zwei Aspekte unterschieden. In einem ersten Schritt soll die Prozessualität von Infrastrukturen im Vordergrund stehen, bei der vorrangig Fragen der in sie investierten Arbeit sowie der dabei involvierten Akteure zu behandeln sein werden, die in der Regel im Horizont der Annahme einer »Festigkeit« von Infrastrukturen nicht ausreichend problematisiert werden. In einem zweiten Schritt wird dann die Zeitlichkeit von Infrastrukturen bezogen

¹⁹⁰ Ebd., plan 41, S. 81.

¹⁹¹ Ebd., plan 43, S. 84.

auf die Frage ihrer Dauerhaftigkeit bzw. Veränderung diskutiert, wobei insbesondere der Aspekt der Transformation bzw. Transformativität infrastruktureller Dinglichkeit zu thematisieren sein wird. Auf diese Weise wird es möglich, die Infrastrukturen gemeinhin zugesprochene Materialität als Ergebnis einer durch verschiedene Prozesse erzeugten relativen Stabilisierung zu verstehen.

Prozessualität und ›unsichtbare Arbeit‹

Was im Folgenden als Prozessualität von Infrastrukturen verstanden wird, betrifft also nicht allein die historische Dimension eines evolutionär gedachten Wandels technischer Systeme, wie er etwa von Thomas P. Hughes analysiert wird,¹⁹² sondern vielmehr die kontinuierlich in Infrastrukturen investierte Arbeit: »[I]nfrastructural development and maintenance require work, a relatively stable technology and communication.«¹⁹³ Eine solche Perspektive rückt am Begriff *network* die Seite der Arbeit in den Vordergrund, macht also das Netzwerk in seiner Eigenschaft als »*worknet*« verstehbar.¹⁹⁴

Dass diese »work side« allerdings häufig übersehen wird,¹⁹⁵ hat verschiedene Gründe, die zum Teil bereits in der Diskussion um die Sichtbarkeit bzw. Unsichtbarkeit von Infrastrukturen begegneten. Infrastrukturen gelten genau dann als stabil, wenn sie im Rahmen von Praxisgemeinschaften transparent genutzt werden, also einen »naturalisierten« Status erhalten, und das ist ein wichtiger Grund für ihre Vernachlässigung.¹⁹⁶ Erst im Fall einer Störung werden Infrastrukturen wieder »sichtbar«,¹⁹⁷ treten die auf sie bezogenen Arbeitsprozesse zutage. Ähnliches leistet das Verfahren einer *infrastructural inversion*, denn auch durch eine methodisch vorgenommene Vordergrund-Hintergrund-Verkehrung kann die sonst implizit bleibende Arbeit an Infrastrukturen gezielt in den Blick genommen werden. Die relative Sichtbarkeit der investierten Arbeit rückt also die Transformativität von Infrastrukturen,

¹⁹² Vgl. T.P. Hughes: »The Evolution of Large Technological Systems«.

¹⁹³ Star/Bowker: »How to Infrastructure«, S. 237.

¹⁹⁴ Latour: »Networks, Societies, Spheres«, S. 802.

¹⁹⁵ Star/Bowker: »How to Infrastructure«, S. 237.

¹⁹⁶ Vgl. das Kriterium der *transparency*, Star/Ruhleder: »Steps Toward an Ecology of Infrastructure«, S. 113.

¹⁹⁷ Vgl. das Kriterium *visible upon breakdown*, ebd.

ihre Infra-Agency, in den Blick: Sie entspricht genau dem Maß, in dem die beteiligten Akteure sich als Mediatoren zeigen.¹⁹⁸

Um die Tatsache zu erklären, dass Infrastrukturen zu einer spezifischen Form von Unsichtbarkeit tendieren, die vor allem die in sie investierte Arbeit betrifft, werden in der Forschung verschiedene Konzepte herangezogen. Mit Erving Goffman wird ein »going backstage« gefordert,¹⁹⁹ um einen Blick auf die Ermöglichungsbedingungen unseres Alltags zu werfen.²⁰⁰ Die Theatermetaphorik bezieht Goffman auf die Diskrepanz alltäglicher Verhaltensweisen, je nachdem, ob sie im Licht der Öffentlichkeit unter Beobachtung stattfinden (»front region«²⁰¹) und insofern eine bestimmte Inszenierung des eigenen Verhaltens gemäß den gesellschaftlich geltenden Konventionen erfordern, oder ob im privaten Bereich (»back region« oder auch »backstage«²⁰²) agiert wird, wo sonst Unterdrücktes in Erscheinung treten darf. Diese Perspektive auf die Interaktion in verschiedenen gesellschaftlichen Feldern (einschließlich der Arbeitswelt) hat Parallelen zu der von Bowker geforderten infrastrukturellen Inversion, denn auch bei Goffman geht es um eine Verkehrung – der ›Vorderbühne‹ mit dem informellen Bereich der Hinterbühne.²⁰³ Charakteristisch für die Vorderbühne ist etwa eine spezifische Form des »make-work«, so dass etwa Arbeiter:innen einander vorwarnen, damit der Eindruck geschäftigen Tätigseins entsteht, sobald sich eine Aufsichtsperson nähert.²⁰⁴ Weil demnach umgekehrt die Hinterbühne die Kunstgriffe der offiziellen Performance verraten würde, muss der Zugang zu ihr strikt kontrolliert werden: »Since the vital secrets of a show are visible backstage [...], it is natural to expect that the passage from the front region to the back region will be kept closed to members of the audience or that the entire back region will be kept hidden from them.«²⁰⁵ Die Regulierung des *backstage/frontstage*-Verhältnisses

¹⁹⁸ Vgl. Latour: »Trains of Thought«, S. 176f.

¹⁹⁹ Vgl. Star/Strauss: »Layers of Silence, Arenas of Voice«, S. 21.

²⁰⁰ Vgl. Goffman: *The Presentation of Self in Everyday Life*, Kap. 3 »Regions and Region Behavior«.

²⁰¹ Ebd., S. 107.

²⁰² Ebd., S. 112.

²⁰³ Auch wenn Goffman vorrangig auf Fragen des Verhaltens in *face to face*-Situationen Bezug nimmt, sind auch materielle Elemente für die Gestaltung von Vorder- und Hinterbühne bedeutsam, etwa Architekturen, »Requisiten«, Geräte: »Here [auf der Hinterbühne, G.S.] stage props and items of personal front can be stored in a kind of compact collapsing of whole repertoires of actions and characters.« (Ebd.)

²⁰⁴ Ebd., S. 109.

²⁰⁵ Ebd., S. 113.

spielt folglich eine entscheidende Rolle in der ›Arbeitskontrolle‹. Ein Bestattungsunternehmen, so Goffman, wird tunlichst die Hinterbliebenen nicht in jenen Raum führen, der der Vorbereitung der Toten für die Bestattung dient, und auch im Kontext von Service-Leistungen werde die Kundschaft gebeten, Handwerkende allein arbeiten zu lassen:²⁰⁶

When the customer returns for his automobile – or watch, or trousers, or radio – it is presented to him in good working order, an order that incidentally conceals the amount and kind of work that had to be done, the number of mistakes that were first made before getting it fixed, and other details the client would have to know before being able to judge the reasonableness of the fee that is asked of him.²⁰⁷

Eine derartige Trennung von Vorder- und Hinterbühne kann aber auch misslingen, etwa wenn in beengten Wohnverhältnissen aufgrund der geteilten ›gemeinsamen Wand‹ Bewohner:innen über sämtliche Geschehnisse der Hinterbühne ihnen unbekannter Personen informiert sind.²⁰⁸ Entsprechend hätten amerikanische Jungen zwischen acht und vierzehn ein genaues Wissen über »entrances to back lanes and alleys«, das ihnen verloren gehe, wenn sie älter würden, ebenso wie Hausmeister und Reinigungspersonal »have a clear perception of the small doors that lead to the back regions of business buildings and are intimately familiar with the profane transportation system for secretly transporting dirty cleaning equipment, large stage props, and themselves.«²⁰⁹ Wie in diesen Fällen zu sehen ist, geht es um soziotechnische Konstellationen, denn die *backstage*-Macht der Jungen und des Aufsichts- bzw. Reinigungspersonals funktioniert nur in Verbindung mit der entsprechenden Architektur und den entsprechenden technischen Systemen. Goffman betont zudem eine grundsätzliche Relationalität von Vorder- und Hinterbühne. Denn erstens lasse sich jeder Ort durch das entsprechende Verhalten als Vorder- oder Hinterbühne nutzen,²¹⁰ zweitens sei jede Tätigkeit in einer konkreten Situation immer »a compromise between the formal and informal styles«²¹¹ und drittens habe jede Gruppe immer nur ihre je eigene Hinterbühne im Auge, nicht aber die derjenigen, mit denen sie interagiert: »When

²⁰⁶ Vgl. ebd., S. 114.

²⁰⁷ Ebd.

²⁰⁸ Vgl. ebd., S. 119.

²⁰⁹ Ebd., S. 123f.

²¹⁰ Vgl. ebd., S. 126.

²¹¹ Ebd., S. 129.

pupils leave the schoolroom and go outside for a recess of familiarity and misconduct, they often fail to appreciate that their teachers have retired to a ›common room‹ to swear and smoke in a similar recess of backstage behaviour.«²¹² An Goffmans Überlegungen sind für den zur Diskussion stehenden Infrastrukturzusammenhang vor allem zwei Aspekte hervorzuheben: zum einen das von ihm beschriebene relative Verhältnis von Vorder- und Hinterbühne, zum anderen die Tatsache, dass die Stabilität der Vorderbühne (in Goffmans Worten: Standards und Anstandsregeln) durch Verhaltensweisen der Hinterbühne reguliert werden, die drastisch von denen der Vorderbühne abweichen, gleichwohl aber für die Performance des Gesamtsystems entscheidend sind. Deshalb darf die auf der Hinterbühne verrichtete Arbeit, wie Goffman für die Serviceleistungen darstellt, nicht öffentlich werden, soll das Gesamtarrangement funktionieren. Das *going backstage* fordert also dazu auf, genau diese informellen Arbeitszusammenhänge zu studieren.

Überlegungen zur vermeintlich unscheinbaren Rolle bestimmter Arbeitspraktiken sind mit dem Problem des *tacit knowledge*²¹³ verbunden, also Formen impliziten und informellen Wissens, deren unkodifizierter Status dazu führt, dass sie häufig in ihrer Relevanz nicht angemessen berücksichtigt werden. Gegenüber formalem, explizitem und kodifiziertem Wissen ist das *tacit knowledge* ein Wissen, das nicht ohne weiteres verbal artikuliert werden kann, also nicht reflexiv ist, sondern in erster Linie gezeigt und vorgeführt wird. So verstanden ist *tacit knowledge* kein Wissen (»knowing that«), sondern ein Können (»knowing how«).²¹⁴ Seine Weitergabe geschieht nicht vermittelt (etwa durch Schrift), sondern steht in direktem Bezug zu Interaktion mit Vorbildern. Es lässt sich deshalb nicht aggregieren oder akkumulieren, sondern bleibt als personales Wissen immer an den Körper gebunden. Michael Polanyi unterscheidet verschiedene Ebenen von *tacit knowledge* (»functional«, »phenomenal«, »semantic« und »ontological«²¹⁵) und hält fest, dass wir uns hier auf unseren Körper als Instrument unserer (empathischen) Wahrnehmung verlassen: »[W]e are *relying* on our awareness of contacts of our body with things outside for *attending* to

²¹² Ebd., S. 132.

²¹³ Vgl. Polanyi: *The Tacit Dimension*.

²¹⁴ Ryle: »Knowing How and Knowing That«. Polanyi, der sich auf Ryles Unterscheidung bezieht, spricht allerdings von »knowing what« und »knowing how«, Polanyi: *The Tacit Dimension*, S. 7.

²¹⁵ Ebd., S. 13.

these things.«²¹⁶ Insbesondere das auf Objektivität zielende Wissen der Moderne droht Polanyi zufolge diese implizit gewonnenen Einsichten zu zerstören: »Scrutinize closely the particulars of a comprehensive entity and their meaning is effaced, our conception of the entity is destroyed.«²¹⁷ Nicht nur kann formales Wissen *tacit knowledge* nicht ersetzen (»[t]he skill of a driver cannot be replaced by a thorough schooling in the theory of the motorcar«),²¹⁸ dessen Aufgabe käme vielmehr der Vernichtung allen Wissens gleich: »[S]uppose that tacit thought forms an indispensable part of all knowledge, then the ideal of eliminating all personal elements of knowledge would, in effect, aim at the destruction of all knowledge.«²¹⁹ Wie Polanyi am Beispiel der Mathematik erläutert, steht *tacit knowing* nämlich am Ursprung einer jeden Form von Wissen: »[A] mathematical theory can be constructed only by relying on *prior* tacit knowing and can function as a theory only *within* an act of tacit knowing«.²²⁰

Für diese Art impliziten Wissens sind also Skills im Sinne der Geschicklichkeit und eines technischen Könnens von entscheidender Bedeutung. Solche »tacit skills« gibt es in allen Bereichen – sie werden stets nur »in practice ›by doing‹, on the job« erlernt, nie aber aus Büchern, und zwar im Bereich der Autoreparatur ebenso wie in den Naturwissenschaften, der Technik und der Medizin.²²¹ Wie Tim Ingold zeigt, ist für Skills zunächst die im Rahmen ihres Erwerbs zunehmend verfeinerte Verflechtung von Wahrnehmung und Handlung bedeutsam.²²² Dadurch unterlaufen Skills sowohl die Unterscheidung von Kunst und Technik – im Sinne des antiken Begriffs der *techné* – als auch die von Prozess und Form, insofern Nachahmung als »wechselseitige Koordination der Aufmerksamkeit des Novizen mit den Handlungen und wahrnehmbaren Aufmerksamkeiten des Vorbilds und mit seinen eigenen Handlungen« erst im Verlauf der Zeit durch übende Wiederholung die »richtige ›Resonanz‹, [...] das ›attunement‹ flüssiger Abläufe«

²¹⁶ Ebd., S. 15f.

²¹⁷ Ebd., S. 18.

²¹⁸ Ebd., S. 20.

²¹⁹ Ebd.

²²⁰ Ebd., S. 21.

²²¹ Pinch: »Technology and Institutions«, S. 466. Zur Frage des Erwerbs von Skills und der Weitergabe von Wissen vgl. auch Pinch et al.: »Inside Knowledge«; Delamont/Atkinson: »Doctoring Uncertainty«; MacKenzie/Spinardi: »Tacit Knowledge, Weapons Design, and the Uninvention of Nuclear Weapons«.

²²² Vgl. Ingold: »Beyond Art and Technology«.

erreicht.²²³ Als Voraussetzung der Lehr- und Lernbarkeit von Skills gilt deshalb insbesondere die Fähigkeit einer wechselseitigen ›Assistierbarkeit‹, Hilfestellung und Koordination im Sinne einer »gegenseitigen Aufmerksamkeitssteuerung«²²⁴, wie sie bereits bei Polanyi im Begriff der *awareness* angeklungen war: »Es ist ein Normalfall aller menschlichen Interaktion, dass sie durch wechselseitige Aufmerksamkeit und Hilfestellungen gekennzeichnet sind, und das praktische und technische Lernen, sei es bei Kindern oder bei Spezialisten, besteht vor allem darin, praktische Hilfestellungen, Ergänzungen und Aufmerksamkeiten zwischen Lehrenden und Lernenden einzurichten.«²²⁵ Zentral für das Erlernen von Skills sei die Fähigkeit des Maßstabswechsels, und zwar sowohl bezogen auf den Wechsel vom individuellen einzelnen Körper zu mehreren, responsiv aufeinander bezogenen Körpern wie auch vom ersten Erlernen einer Praxis in kleinen überschaubaren Schritten zu ihrer Anwendung und Übung in dafür nicht eigens eingerichteten Räumen.²²⁶ Der Maßstab nun, der diese Wechsel möglich macht, bezieht sich auf den Körper bzw. auf die Zwischenleiblichkeit:²²⁷ »Die Zwischenleiblichkeit einander assistierender und responsiv aufeinander reagierender menschlicher Körper bildet den irreduziblen Maßstabwechsel, aus dem heraus alle weiteren Maßstabwechsel stattfinden«.²²⁸ D.h. nicht ›der Körper‹ ist das Medium, sondern »die wechselseitige körperliche Interaktion und ihre psychosomatische Responsivität.«²²⁹ Damit aber seien, so Schüttpelz' These, »die ältesten und ersten und die jeweils neuesten ›extensions of man‹ [...] andere Menschen und ihre zwischenleiblichen Kunstfertigkeiten«.²³⁰ Und in Umkehrung des Latour'schen Diktums, wonach Technologie stabilisierte Gesellschaft sei,²³¹ betont Schüttpelz, dass vielmehr Gesellschaft als stabilisierte Technik zu verstehen ist: »Auf der Welt gibt es nichts Stabileres als den gebrechlichen und fluktuierenden menschlichen Körper und seine hilfälligen technischen ›skills‹, und

²²³ Schüttpelz: »Skill, Deixis, Medien«, S. 162.

²²⁴ Ebd., S. 165.

²²⁵ Ebd., S. 164.

²²⁶ Vgl. ebd., S. 172.

²²⁷ Vgl. hierzu auch Schüttpelz: »Die medienanthropologische Kehre der Kulturtechniken«; ders.: »Körpertechniken«. In diesem Maßstabswechsel zugunsten des Körpers besteht die von Schüttpelz mehrfach beschriebene medienanthropologische Kehre der Kulturtechniken.

²²⁸ Schüttpelz: »Skill, Deixis, Medien«, S. 177.

²²⁹ Ebd.

²³⁰ Ebd., S. 177f.

²³¹ Vgl. Latour: »Technologie ist stabilisierte Gesellschaft«.

sobald diese ›skills‹ nicht mehr ausgeübt, gelehrt oder gelernt werden, ist die Stabilität und Konsolidierung, die Wartung und Reparatur der Artefakte und Bauten, Maschinen und Medien dahin.«²³² Schüttpelz zufolge bezahlen wir also die »Stabilität [...] unserer gebauten Artefakte [...] mit körperlicher Intensität«,²³³ womit erneut auf das Moment des Aufwands, der Kosten und der Arbeit verwiesen wäre, das bereits in der Rede von der ›work side‹ mit Blick auf Infrastrukturen anklang.

Im Kontext der Infrastrukturforschung begegnet die Notwendigkeit, Formen von Arbeit zu berücksichtigen, die »tacit and contextual knowledge, the expertise acquired by old hands, and long-term teamwork« beinhalten,²³⁴ unter anderem im Rahmen von Computer Supported Cooperative Work (CSCW). Zur Unterstützung von gruppenbezogenen Arbeitsprozessen durch Informationstechnologien wird hier neben den formal beschreibbaren Aufgaben auch »›behind the scenes‹ work« einbezogen.²³⁵ Entsprechend berücksichtigt etwa das sogenannte *participatory design* auch informelle Arbeitsprozesse für die Gestaltung und das Design von Infrastrukturen. Die Unterscheidung zwischen Designer:innen und User:innen wird dabei zugunsten einer ethnographisch dichten Beschreibung der jeweiligen Arbeitspraxis, der »work infrastructure«, mit all ihren Umwegen, Verästelungen und Feedbackmechanismen unterlaufen, wodurch sich der Design-Prozess als Form eines »infrastructuring« verstehen lässt.²³⁶ Ein wichtiger Aspekt kooperativer Arbeitsprozesse ist »articulation work«,²³⁷ also die Arbeit der Erläuterung und Explikation von (impliziten) Prozessen: »Articulation work is work that gets things back ›on track‹ in the face of the unexpected, and modifies action to accomodate unanticipated contingencies. *The important thing about articulation work is that it is invisible to rationalized models of work.*«²³⁸ In Frage steht hier ein Verhältnis von expliziten und impliziten Aufgaben und Anforderungen, die für das Funktionieren von Arbeitsprozessen (und damit: Infrastruk-

²³² Schüttpelz: »Skill, Deixis, Medien«, S. 178.

²³³ Ebd., S. 179.

²³⁴ Star/Strauss: »Layers of Silence, Arenas of Voice«, S. 11.

²³⁵ Ebd., S. 9; vgl. dazu auch Schmidt/Bannon: »Taking CSCW Seriously«; Bowker et al.: *Social Science, Technical Systems and Cooperative Work*. Zum Arbeitsbegriff in den CSCW K. Schmidt: »The Concept of ›Work‹ in CSCW«.

²³⁶ Pipek/Wulf: »Infrastructuring«, S. 448 und 450.

²³⁷ Vgl. dazu Strauss: »Work and the Division of Labor«, S. 2; ders.: »The Articulation of Project Work«.

²³⁸ Star: »The Sociology of the Invisible«, S. 275.

turen) gleichermaßen unerlässlich sind. *Artikulation work* gehört damit zu jenem Bereich von »background work«, der in rationalen Modellen von Arbeit gemeinhin unsichtbar bleibt.²³⁹

Das Problem einer derartigen, implizit bleibenden, »unsichtbaren Arbeit« wird an verschiedenen Stellen diskutiert. In einem weiteren historischen Rahmen situiert, geht es um das Phänomen unbezahlter Arbeit in der Industriegesellschaft. Im Unterschied zur Subsistenzwirtschaft vormoderner Zeiten wie auch zur unterbezahlten Arbeit oder Arbeitslosigkeit steht »shadow work« (etwa Hausarbeit, Tätigkeiten im Zusammenhang der Familie etc.) Ivan Illich zufolge in direkter Relation zur industriellen Produktion:²⁴⁰ »Shadow-work, unnamed and unexamined, has become the principal area of discrimination against the majority in every industrial society.«²⁴¹ Illich betont den dringenden Bedarf, diese Art von Tätigkeiten nicht länger zu ignorieren und skizziert deshalb die Geschichte der Schattenarbeit als Parallelgeschichte zur Entwicklung der Lohnarbeit: »Shadow-work and wage-labor came into existence together.«²⁴² Er zeigt auf, wie sich etwa in den USA zwischen 1810 und 1830 die Arbeit von Frauen im Rahmen eines grundlegenden »disestablishment« verändert – waren Frauen vorher (wie Männer) selbst im Rahmen häuslicher Subsistenzwirtschaft aktiv, wird ihre Tätigkeit mit dem Entstehen kommerzieller Landwirtschaft zunehmend darauf reduziert, das Haus zu beaufsichtigen, während der Mann arbeitet, bzw. die Kinder zu betreuen, bis diese arbeiten können:²⁴³ »With their economic equality, women lost many of their legal privileges, among them the right to vote.«²⁴⁴

Auf ein anderes Feld unsichtbarer Arbeit konzentriert sich Steven Shapin, wenn er die Beziehung von Wissenschaftlern und Technikern in Robert Boyles Laboratorium des 17. Jahrhunderts untersucht und mit der Arbeit in modernen Laboren in Beziehung setzt. Er kann zeigen, dass Boyles' Arbeitsplatz von diversen unterstützenden Akteuren bevölkert ist, die allerdings stets hinter den publizierten Ergebnissen zurücktreten.²⁴⁵ Die Sichtbarkeit bzw. Unsichtbarkeit der Tätigkeit

²³⁹ Star/Strauss: »Layers of Silence, Arenas of Voice«, S. 20.

²⁴⁰ Vgl. Illich: *Shadow Work*, S. 99 f.

²⁴¹ Ebd., S. 101.

²⁴² Ebd., S. 113.

²⁴³ Ebd., S. 112.

²⁴⁴ Ebd.

²⁴⁵ Vgl. Shapin: »The Invisible Technician«, S. 556.

von Labor-Technikern und Assistenten führt Shapin auf das jeweilige Verständnis von wissenschaftlicher Arbeit sowie die damit zusammenhängenden Fragen zurück, wie im wissenschaftlichen Prozess Autorität, Abhängigkeit und Klugheit verteilt und verschiedene Rollen voneinander abgegrenzt werden: »People who are really present but invisible in an activity are those whose role is considered to be unimportant. In the case of laboratory work, the price of technicians' continued invisibility is an impoverished understanding of the nature of scientific practice.«²⁴⁶

Aus der Perspektive der Workplace Studies ist deshalb die Repräsentation von Arbeitsprozessen von großer Bedeutung. Jede Darstellung von Arbeitszusammenhängen dient bestimmten Interessen, weshalb bei ihrer Erstellung und Nutzung das innige Geflecht von »work, representations, and the politics of organizations« zu berücksichtigen sei.²⁴⁷ So richten sich auch Lucy Suchmans Überlegungen nicht allein auf die dargestellte Arbeit, sondern auch auf die Effekte ihrer medialen Veranschaulichung (etwa im Rahmen der Systementwicklung). Bedeutsam sei nicht nur, was überhaupt als Arbeit zählt bzw. wem die betreffende Darstellung nützt; darüber hinaus habe auch der relative Grad der Entfernung zur beschriebenen Tätigkeit Einfluss auf die Art der Darstellung, denn »work has a tendency to disappear at a distance, such that the further removed we are from the work of others, the more simplified, often stereotyped, our view of their work becomes.«²⁴⁸ Repräsentationen von Arbeit sind damit »part of the fabric of meanings within and out of which all working practices [...] are made.«²⁴⁹ Entsprechend produzieren sie auf der Seite der Arbeitnehmer:innen nicht nur erwünschte Effekte (etwa eine erhöhte Legitimität der eigenen Arbeit), sondern auch gegenteilig Möglichkeiten einer verstärkten Kontrolle: »Making work explicit, visible increases workers' vulnerability to rationalizing agendas.«²⁵⁰ Auch ethnographische Repräsentationen (von Arbeitsprozessen) sind deshalb im Gefolge der *writing culture-*

²⁴⁶ Ebd., S. 563.

²⁴⁷ Suchman: »Making Work Visible«, S. 58.

²⁴⁸ Ebd., S. 59. Suchmans Beispiel ist die Diskussion einer Anwaltskanzlei um die Praxis des »document coding«, das der Aktenvorbereitung bei großen Rechtsstreitigkeiten dient; während die Anwälte der Firma diese Tätigkeit als »unskilled, even ›mindless‹, labor« qualifizieren, offenbart deren ethnographische Untersuchung die vielfältigen Interpretationen und Urteile, die diese Arbeitsprozesse beinhalten (ebd.).

²⁴⁹ Ebd., S. 58.

²⁵⁰ Ebd., S. 60.

Debatte²⁵¹ »as much a reflection of their own cultural positioning as they are descriptions of the positioning of others«,²⁵² ihre Hergestelltheit im Sinne eines »piece of craftwork, crafted in the interest of making something visible« ist stets zu betonen.²⁵³

Das Verhältnis von sichtbarer und unsichtbarer Arbeit betrifft allerdings nicht nur die Bedeutung von unsichtbarer Arbeit für das Funktionieren moderner Gesellschaften und ihrer Infrastrukturen, es verweist auch darauf, dass die Frage, was als Arbeit »zählt« und was für wen sichtbar bzw. unsichtbar ist, stets eine Sache situativer Definitionen ist: »What will count as work does not depend *a priori* on any set of indicators, but rather on the definition of the situation.«²⁵⁴ Aus diesem Grund untersuchen Star und Anselm Strauss drei verschiedene Ausprägungen von un/sichtbarer Arbeit, bei denen in unterschiedlicher Weise Personen, Tätigkeiten oder beides invisibilisiert werden. Sie nennen erstens das Erzeugen einer »Nicht-Person« (»non-person«), eine vor allem mit Bezug auf Hausangestellte anzutreffende Form, bei der zwar die verrichtete Arbeit sichtbar ist, nicht aber der oder die Hausangestellte als Person.²⁵⁵ Eine zweite Form betrifft Arbeiten, die als Routine zum Hintergrund geworden sind, so dass nun zwar die betreffenden Personen sichtbar sind, nicht aber die von ihnen verrichtete Arbeit. Während Star und Strauss hier an die Tätigkeiten von Krankenschwestern denken,²⁵⁶ finde im Sport oder in der Musik Hintergrundarbeit in Form von Proben statt, die zu überaus sichtbaren Vorstellungen führe.²⁵⁷ Drittens werden Fälle genannt, in denen sowohl die Arbeit wie die sie verrichtenden Personen unsichtbar werden, etwa wenn es im Rahmen von Managementmaßnahmen zu Ressourcenverteilungen kommt, die vergleichsweise stark von konkreten Arbeitsplätzen abstrahieren, oder bei konsumorientierten Prozessen, in denen Arbeit wie Arbeiter:innen hinter den Waren zurücktreten.²⁵⁸

Mit ihrer Analyse wollen Star und Strauss zeigen, »how the question ›what is work‹ affects invisibility«. ²⁵⁹ Sie verstehen die »visible-

²⁵¹ Vgl. Clifford/Marcus (Hg.): *Writing Culture*.

²⁵² Suchman: »Making Work Visible«, S. 63.

²⁵³ Ebd.

²⁵⁴ Star/Strauss: »Layers of Silence, Arenas of Voice«, S. 14.

²⁵⁵ Vgl. ebd., S. 15 sowie 16–20.

²⁵⁶ Vgl. ebd., S. 15 sowie 20f.

²⁵⁷ Vgl. ebd., S. 21f.

²⁵⁸ Vgl. ebd., S. 15 sowie 22–24.

²⁵⁹ Ebd., S. 12.

invisible matrix«²⁶⁰ als kontextabhängige Konstellation, die Fragen der Sichtbarkeit bzw. Unsichtbarkeit von Arbeit nicht ontologisch, sondern strikt relational fasst, so dass sich im Anschluss an Everett Hughes der Notfall der einen Person als Routine der anderen darstellt.²⁶¹ Dies bedeutet auch, dass Sichtbarmachung nicht per se einen positiven Wert für Arbeitszusammenhänge hat. Eine erzwungene Sichtbarmachung bislang implizit gebliebener Arbeitsprozesse (etwa im Rahmen der Einführung von elektronischen Unterstützungstechnologien) könne genau das Gegenteil bewirken: »[F]orced representation of work [...] may kill the very processes which are the target of support, by destroying naturally-occurring information exchange, stories, and networks«. ²⁶² In Frage steht somit ein Austarieren von Sichtbarkeit und Unsichtbarkeit, eine »delicate balance [...] between making things visible and leaving things tacit«, ²⁶³ was bezogen auf die Arbeit von Krankenschwestern etwa bedeute, »making their work just visible enough for legitimation, but maintaining an area of discretion.«²⁶⁴ Bezogen auf Infrastrukturen heißt dies im Sinne einer infrastrukturellen Inversion, die Relevanz sowohl routinebezogener Prozesse wie auch vermeintlicher Nicht-Personen für das Funktionieren von Arbeitszusammenhängen in Rechnung zu stellen. So wird etwa häufig die Tätigkeit von Sekretärinnen unterschätzt, wenn es um die digitale Implementierung von Unternehmensprozessen geht:

[I]t may look as though secretaries are often just chit-chatting with each other or with clients – surely an activity that indicates lack of real work. However, what gets ignored is the way that the information transmitted between secretaries about their bosses may smooth communication between bosses, speed up unusual requests by building a network of mutual cooperation and favor exchange, or screen out unnecessary interruptions by delaying a troublesome client at the door [...]. Deleting such practices through ignoring the context of work may prove expensive in the long run [...].²⁶⁵

In vergleichbarer Weise schildert der Informatiker Gerald M. Weinberg in seiner Studie *The Psychology of Computer Programming*, wie in der

²⁶⁰ Ebd., S. 23.

²⁶¹ Vgl. E. Hughes: »Mistakes at Work«, S. 316. »In many occupations, the workers or practitioners (to use both a lower and a higher status term) deal routinely with what are emergencies to the people who receive the services.« (Ders: »Work and Self«, S. 346)

²⁶² Star/Strauss: »Layers of Silence, Arenas of Voice«, S. 24.

²⁶³ Star: »The Ethnography of Infrastructure«, S. 386.

²⁶⁴ Ebd.

²⁶⁵ Star/Strauss: »Layers of Silence, Arenas of Voice«, S. 14.

Geschichte des Programmierens formale und informelle Organisationsstrukturen Hand in Hand gehen: »Many serious mistakes have been made in imagining that formal structure was the only structure in an organization.«²⁶⁶ Denn historisch ist das Programmieren eine soziale Tätigkeit, für die die Interaktion innerhalb der sogenannten »programming group« von entscheidender Wichtigkeit ist. Damit diese gelingt, sind auch hier Sekretärinnen und Kaffeeautomaten von Bedeutung,²⁶⁷ nicht minder wichtig ist aber, wie die materielle Verfasstheit der Arbeitsumgebung die Muster sozialer Interaktion beeinflusst:

As a simple example, consider the establishment which replaced its ancient elevators with spanking new automatic ones. This was most unfortunate for the programmers, for the old elevator operator had run an informal pickup and delivery service for them between the programming floor – the eighth – and the machine room – the basement. [...] Another function this operator served was locator of missing persons. With the machine room on one floor, keypunch room on another, and programmers' offices on a third, chances of finding a missing programmer in the first place you looked were less than fifty-fifty. The elevator operator, however, could be relied upon to know immediately on which floor a given person could be found. With these two losses [...] the new automatic elevators proved to be a net loss, even though the elevator service itself seemed a bit faster.²⁶⁸

Eine solche Betonung der Service- und Personalintensität von Technologien verweist auf Erkenntnisse zurück, die bereits die Studien zur Infrastruktur-Expansion im 19. Jahrhundert betonen: Dass sich diese Expansion nämlich nicht nur der Entwicklung neuer Techniken oder der baulichen Erweiterung von Netzen verdankt, sondern vielmehr dem damit einhergehenden Auf- und Umbau eines dem erhöhten Bedarf angemessenen Verwaltungsapparats in Gestalt von Eisenbahngesellschaften und Bürokratisierungsmethoden,²⁶⁹ die ihrerseits auch informelle Workarounds als Problemlösungsstrategien entwerfen und verwenden.²⁷⁰

²⁶⁶ Weinberg: *The Psychology of Computer Programming*, S. 48.

²⁶⁷ Vgl. ebd., S. 48 und 49.

²⁶⁸ Ebd., S. 51.

²⁶⁹ Vgl. dazu Beniger: *The Control Revolution*; Yates: *Control through Communication*; Chandler: *The Visible Hand*.

²⁷⁰ Vgl. Balke et al.: »Editorial«, S. 5: »Bükratien«, so heißt es dort, »operieren immer schon auf beiden Seiten der Unterscheidung von Mündlichkeit und Schriftlichkeit«, d.h. gerade die den Akten abgewandte Seite schaffe eine »Zone des informellen bürokratischen Vollzugs sowie der antibürokratischen Kritik und Widerständigkeit«.

Wie an dieser Stelle im Vorgriff auf die weiteren Ausführungen (s. Kap. 4) schon angemerkt werden kann, sind im Infrastrukturzusammenhang nun insbesondere jene Arbeiten ›unsichtbar‹, die mit der Pflege und Aufrechterhaltung infrastruktureller Systeme befasst sind. So skizzieren Stephen Graham und Nigel Thrift mit Blick auf urbane Infrastrukturen »the hidden and ongoing cultures of repair that characterize urban life outside of catastrophic states«²⁷¹ und heben die Bedeutung von »[r]epair and maintenance« als »engine room of modern economies and societies«²⁷² hervor. Unsichtbar – so ließe sich in Ergänzung zu den in Kap. 2.1 genannten Aspekten sagen – sind Infrastrukturen also nicht nur, weil sie ›unter der Erde‹ oder in vertrauten Konventionen verfügbar sind, sondern auch, weil die permanent in ihre Implementierung und Aufrechterhaltung investierte Arbeit für uns selten offensichtlich wird. So gesehen ist jede ›bestehende‹ Infrastruktur nicht einfach statisch, sondern Effekt einer kontinuierlichen Bearbeitung, und sie ist damit für Prozesse der (Weiter)Entwicklung und Modifikation offen, um die es im nächsten Abschnitt gehen soll.

Transformation und Anpassung

Die Zeitlichkeit von Infrastrukturen betrifft nicht nur die im vorherigen Abschnitt beschriebene Dimension der Prozessualität im Sinne einer kontinuierlich in sie investierten Arbeit der Erhaltung. Daneben lässt sich auch von einer spezifisch eigenen Temporalität von Infrastrukturen sprechen, wodurch Fragen der relativen Dauer bzw. Veränderung von Infrastrukturen in den Vordergrund rücken, was insbesondere den medienwissenschaftlich bedeutsamen Aspekt der Transformation betrifft. Mehrere Punkte sind hier relevant: erstens die unterschiedlichen Lebensdauern der an einer Infrastruktur beteiligten Akteure, zweitens die unabschließbare Dynamik zwischen Repräsentation und Materialisierung und drittens die Beweglichkeit infrastruktureller Systeme mit Blick auf Umgestaltung und Anpassung.

In seiner Studie *How Buildings Learn* fragt Stewart Brand danach, was Gebäuden geschieht, »after they're built«. Dabei bezieht er die grundsätzliche Veränderlichkeit von Architektur nicht nur auf den historischen Wandel eines Gebäudes, sondern kritisiert die

²⁷¹ Graham/Thrift: »Out of Order«, S. 9.

²⁷² Ebd., S. 19.

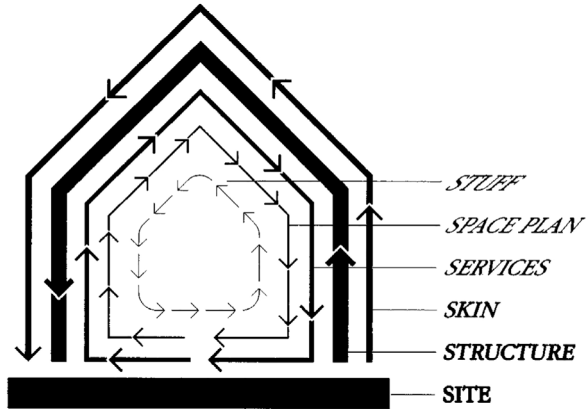


Abb. 2.9: Schichten eines Gebäudes nach Brand

architekturtheoretische Vorstellung, dass »[t]he whole idea of architecture is permanence«. ²⁷³ Er stellt diesem Verständnis von Dauerhaftigkeit die Adaptivität von Architektur im Sinne einer »continual transformation« ²⁷⁴ entgegen, wobei er »technology, money, and fashion« als treibende Kräfte dieses Wandels ausmacht. ²⁷⁵ Ausgangspunkt ist für Brand die universale Regel, wonach »[a]ll buildings grow«, ²⁷⁶ allerdings tun sie dies in einer spezifischen Weise, denn »different parts of buildings change at different rates.« ²⁷⁷ Im Anschluss an den britischen Architekten und Designer Francis Duffy unterscheidet Brand in diesem Zusammenhang sechs Elemente eines Gebäudes (vgl. Abb. 2.9) – »SITE« (Standort), »STRUCTURE« (Fundament und tragende Elemente), »SKIN« (Fassade), »SERVICES« (Hausinfrastruktur), »SPACE PLAN« (Raumaufteilung) und »STUFF« (Einrichtungsgegenstände). ²⁷⁸ Alle diese Schichten (»layers«) haben nun verschiedene zeitliche Indizes. Während etwa der geographisch und legal festgelegte Standort eines Gebäudes (*site*) vergleichsweise langlebig ist, müssen Haustechniken (*services*), also elektrische Leitungen, Sanitäranlagen, Sprinkler- und Belüftungssysteme, alle sieben bis fünfzehn Jahre erneuert werden. Für »Sachen« (*stuff*) ist die Änderungsrate sogar noch höher; Einrichtungs-

²⁷³ Brand: *How Buildings Learn*, S. 2.

²⁷⁴ Ebd., S. 3.

²⁷⁵ Ebd., S. 5.

²⁷⁶ Ebd., S. 10.

²⁷⁷ Ebd., S. 12.

²⁷⁸ Ebd., S. 13. Vgl. auch Duffy/Henney: *The Changing City*, S. 60-62.

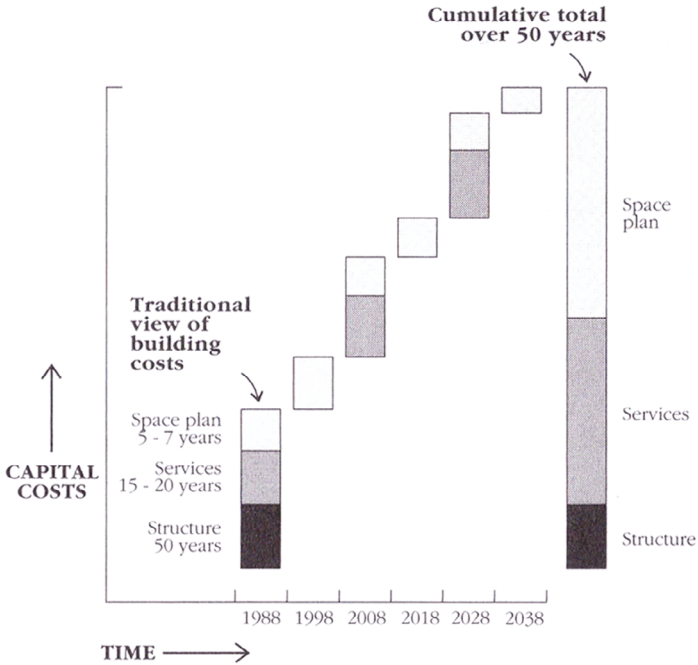


Abb. 2.10: Kosten für gebäudebezogene Erneuerungen

gegenstände »twitch around daily to monthly«. ²⁷⁹ Diese Temporalität der Architektur hat eine bedeutsame Konsequenz: Aufgrund der verschiedenen Zeitlichkeiten innerhalb eines Gebäudes bleibt ein Bauwerk de facto über die Zeit hinweg nie mit sich selbst identisch.

Die Kosten, die mit den diversen Zeitlichkeiten eines Gebäudes einhergehen, d.h. Material sowie Arbeitsstunden, die in die Restaurierung, Renovierung und Neuausstattung investiert werden müssen, übersteigen die ursprünglichen Investitionskosten deutlich (vgl. Abb. 2.10): »Over fifty years, the changes within a building cost three times more than the original building.« ²⁸⁰ Brand bezieht sich hier erneut auf Duffy, demzufolge der Faktor ›Zeit‹ entscheidend für die Architekturanalyse ist: »The unit of analysis for us isn't the building, it's the use of the building. Time is the essence of the real design problem.« ²⁸¹ Doch die

²⁷⁹ Brand: *How Buildings Learn*, S. 13.

²⁸⁰ Ebd. Und sogar Ruinen benötigen diese Art von Pflege, vgl. Edgerton: *The Shock of the Old*, S. 78.

²⁸¹ Francis Duffy zitiert nach Brand: *How Buildings Learn*, S. 13.

Zeitlichkeiten der einzelnen Schichten verursachen nicht nur Kosten, es kommt auch zu Interferenzen zwischen den verschiedenen Ebenen: »Because of the different rates of change of its components, a building is always tearing itself apart.«²⁸² Brand attestiert den Zeitlichkeiten somit auch destruktive ›Scherkräfte‹, er spricht von »shearing layers of change«, die das Gebäude durch ihre gegeneinander verschobenen ›Bewegungen‹ auseinanderzureißen drohten.²⁸³

Die Transformativität von Architektur ist allerdings nicht allein auf das Gebäude und seine Materialitäten (wie bei Brand oder Duffy) zu beziehen, sondern betrifft gleichermaßen dessen beständige Interaktion mit Inskriptionen, und zwar sowohl im Kontext der Planung wie auch nach der Fertigstellung. Bruno Latour und Albena Yaneva verstehen ein Gebäude als fortlaufenden Transformationsprozess (»flow of transformations«)²⁸⁴, das deshalb nicht ein »static object but a moving project« darstelle.²⁸⁵ Ihnen zufolge stehen Zeichnungen wie auch Modelle in einem ständigen Austausch mit dem (realen) Gebäude, wobei alle drei – Gebäude, Zeichnungen und Modelle – gleichzeitig verändert und transformiert würden. Architekten würden sich stets zwischen dem im Bau befindlichen Gebäude und seinen vielen Zeichnungen und Modellen hin- und herbewegen: »Architectural drawings, transformed into engineering blueprints and from there into the many pieces of paper used by the workers on site (glued to the walls, folded into attaché cases, smeared with coffee and paint) are still undergoing a bewildering number of transformations.«²⁸⁶ Auch nach seiner Fertigstellung, d.h. wenn das Gebäude für diejenigen ›opak‹ werde, die es bedienen und warten sollen, seien weitere Diagramme nötig – »new flow charts, new series of boards and labels, so as to archive and remember which part is where and how to access it in case of accident or the need for repair.«²⁸⁷ Inskriptionen sind also Teil der Transformationsprozesse von Architektur, insofern sie die Vielzahl der (wechselnden) Ansprüche und Kontroversen wiedergeben, die sich auf ein Gebäude richten und also seine Existenz ausmachen. Auf diese Weise lässt sich zeigen, wie ein Gebäude »resists attempts at transformation, allows certain

²⁸² Ebd.

²⁸³ Ebd.

²⁸⁴ Latour/Yaneva: »Give me a Gun and I will Make All Buildings Move«, S. 85.

²⁸⁵ Ebd., S. 80.

²⁸⁶ Ebd., S. 85.

²⁸⁷ Ebd.

visitors' actions and impedes others, bugs observers, challenges city authorities, and mobilizes different communities of actors.«²⁸⁸ Nur wenn man derartige »*earthly* accounts« einbeziehe, können die Pluralitäten der konkreten Entitäten »in the specific spaces and times of their co-existence«²⁸⁹ für die Analyse der transformativen Qualität von Architektur relevant werden.

Die bisherigen Ausführungen haben die Frage der Transformation von Infrastrukturen erstens unter Bezug auf die unterschiedliche Lebensdauer architektonischer Komponenten im Sinne von *shearing layers* und zweitens mit Blick auf die Unabschließbarkeit der Inkriptions- und Repräsentationsprozesse als *moving project* erklärt. Nun soll noch ein dritter Aspekt der Transformativität von Infrastrukturen diskutiert werden, der mit einer spezifischen Form der Umgestaltung einhergeht. Unter der Überschrift »Das Argoschiff« heißt es in Roland Barthes 1975 erschienener Autobiographie *Über mich selbst*:

Ein häufiges Bild: das des Argoschiffs (leuchtend und weiß), dessen Einzelteile die Argonauten nach und nach ersetzen, bis sie am Ende ein völlig neues Schiff vorfanden, ohne daß sie Name oder Form hätten ändern müssen. Dieses Argoschiff ist sehr nützlich: es liefert die Allegorie für einen zuhöchst strukturalen Gegenstand, der nicht durch das Genie, die Eingebung, die Entschlossenheit, die Entwicklung geschaffen wurde, sondern durch zwei bescheidene Taten (die in keiner Mystik der Schöpfung gefaßt werden können): die *Substitution* (ein Stück folgt auf das andere, wie in einem Paradigma) und *Nomination* (der Name/das Nomen ist keineswegs an die Stabilität der Einzelteile gebunden) [...].²⁹⁰

Was das Bild des permanent umgebauten Schiffes der Argonauten hier aufruft, ist eine kaum bemerkbare Zeitlichkeit von Artefakten, die nicht auf den radikalen Umbruch, sondern auf die stetige Transformation setzt. Darüber hinaus verweist Barthes' Bild auf eine Form der Produktivität, die sich nicht einem autorschaftlichen Subjekt verdankt (also nicht dem ›Genie‹, der ›Eingebung‹, der ›Entschlossenheit‹ oder der ›Entwicklung‹, wie Barthes sagt). Wenngleich es Barthes hier darum zu tun ist, die sprachanaloge Substitutionsqualität gleicher Elemente eines Paradigmas aus strukturalistischer Perspektive zu betonen, ist darüber hinaus in infrastruktureller Perspektive auch die Sachebene bedeutsam: Die materielle Qualität von Schiffen und die knappe Ressourcenlage

²⁸⁸ Ebd., S. 86.

²⁸⁹ Ebd., S. 88.

²⁹⁰ Barthes: *Über mich selbst*, S. 50f.

auf hoher See machen Improvisation bei auftretenden Problemen erforderlich (s. die Überlegungen zum Workaround, Kap. 4.2).

Fragen der Umgestaltung relativieren den vermeintlichen Neuigkeitscharakter eines Dings; denn ›neu‹ ist etwas nie per se, sondern immer nur im Verhältnis zu dem, was (schon) da ist. Infrastrukturen sind in bereits bestehende Konstellationen eingebettet, sie schließen an bereits vorhandene Standards an, sie fangen nicht bei null an. Um nun zu verstehen, was bei einer Umgestaltung am Werk ist, ist es sinnvoll, sich auf ein dekriptives Verständnis von Design zu beziehen, das nicht von der planenden Gestaltung einer ›guten Form‹ ausgeht,²⁹¹ sondern Design vielmehr in einem nicht-modernen Sinne fasst. An die Stelle subjektiver Ermächtigung oder Creatio tritt dann die ›remediale‹ Qualität des Designs: »[T]o design is always to redesign«, heißt es entsprechend in einem Artikel Latours, der grundlegende Aspekte einer Philosophie des Designs entwickelt.²⁹² Ausgehend von der Überlegung, dass alles zum Objekt von Design werden kann (sogar die Natur), ist es Latour um ein Verständnis von Materialität zu tun, das nicht positivistisch verfasst ist (*matters of fact*), sondern das die jeweilige historische Situiertheit und Interessenlage der beteiligten Akteure berücksichtigen kann – Latour spricht hier von *matters of concern*, Dingen von Belang.²⁹³ Vorgeschlagen wird damit auch ein anderes Verständnis dessen, was ›machen‹ bedeutet. Nicht Konstruktion, Kreation oder Fabrikation stehen im Mittelpunkt, sondern eine Praxis des vorsichtigen Managens, des gekonnten Inszenierens, des kunstvollen Erhaltens oder klugen Designens, denn »[t]he bricolage and tinkering elements always associated with design have taken over nature.«²⁹⁴ Erfolgreich zu designen heißt dann, dies betonte bereits die Architekturanalyse von Latour und Yaneva, die Komplexität der Dinge und ihre Kontroversen zu berücksichtigen. Entsprechend geht es bei der Frage des Designs nicht um das Neue einer Form, sondern um die Relevanz der in Anschlag gebrachten Aspekte.

²⁹¹ Die ›gute Form‹ steht ab den 1950er Jahren für die Idee eines funktional orientierten, zeitlosen Designs, das sich an Kriterien wie Nützlichkeit, Sparsamkeit, Sachlichkeit etc. orientiert. Geprägt wurde der Begriff vom Schweizer Architekten Max Bill im Rahmen der von ihm konzipierten internationalen Wanderausstellung »Die gute Form«, vgl. dazu L. Müller (Hg.): *Max Bill – Sicht der Dinge*.

²⁹² Latour: »A Cautious Prometheus?«, S. 4.

²⁹³ Zu diesem Konzept vgl. Latour: »From Realpolitik to Dingpolitik«.

²⁹⁴ Latour: »A Cautious Prometheus?«, S. 8.

Mit der Vorstellung eines Re-Design verbindet sich somit eine grundlegende Kritik an hylemorphistischen Modellen der bewussten und intendierten Schöpfung durch ein Subjekt. »[S]killed practice« bedeutet Tim Ingold zufolge nicht einfach die Anwendung mechanischer Kraft auf äußere Objekte, sondern beinhaltet »qualities of care, judgement and dexterity«. ²⁹⁵ Dies impliziert eine grundlegende Responsivität der Umwelt gegenüber, die als Form der *awareness* verstanden werden kann: »whatever practitioners do to things is grounded in an attentive, perceptual involvement *with* them«. ²⁹⁶ Damit verbindet sich, wie Ingold mit Blick auf die Techniken des Körbe-Flechtens ausführt, eine veränderte Vorstellung davon, was ›machen‹ bedeutet: »[W]e need to think of making in terms not of the simple, mechanical execution of complex *structures*, but of the form-generating potentials of complex *processes*.« ²⁹⁷ Um ein gewünschtes Resultat zu erreichen, seien stetige Anpassungen im Verlauf des Arbeitsprozesses nötig: »[...] in order to maintain the evenness of the string, in spinning, or of the weave, in looping, it is necessary to make continual adjustments in the course of the movement itself.« ²⁹⁸ Und dies gilt keineswegs nur für den Menschen. Auch bei der Nestbautätigkeit der Webervögel, die zur Ordnung der Sperlinge gehören, zeigt sich eine den beschriebenen handwerklichen Tätigkeiten vergleichbare Abhängigkeit von praktischer Übung und der Verfügbarkeit passender Materialien. ²⁹⁹ Im Vordergrund stehen dabei nicht die Bewegungen selbst (im Sinne eines genetischen Programms), sondern vielmehr die Fähigkeit des Vogels, »to adjust its movements with exquisite precision in relation ot the evolving form of its construction«, ³⁰⁰ worin sich eine Art von Urteilsfähigkeit ausdrückt.

Es ist diese Möglichkeit der Anpassung, die Brand und andere als Basis für die Dauerhaftigkeit von Architektur und Infrastrukturen ins Feld führen. Gerade dass sie über die Zeit modifizierbar bleiben, wird als Grund für ihre Robustheit gesehen. Bowker et al. beziehen die »heterochrony« von Informationssystemen dabei auf ökologische Systeme zurück – »[e]cological systems consist of different components with various change rates and scales of size« – und betonen, dass ein Ver-

²⁹⁵ Ingold: »Beyond Art and Technology«, S. 21.

²⁹⁶ Ebd.

²⁹⁷ Ebd., S. 22.

²⁹⁸ Ebd., S. 23.

²⁹⁹ Ebd., S. 26.

³⁰⁰ Ebd., S. 27.

ständnis für die betreffenden »timescales« nicht nur die offensichtliche Kontinuität der Prozesse erklären könne,³⁰¹ sondern darüber hinaus die Widerstandsfähigkeit derartiger Systeme. Bowker et al. rekurren hier auf Stewart Brand, allerdings nicht auf dessen oben skizzierte Analyse aus *How Buildings Learn*, die die zeitlichen Scherkräfte der Architektur als deren Zerreißprobe versteht, sondern auf seine Studie *The Clock of the Long Now*, in der er die Verschiedenheit der Zeitlichkeiten umgekehrt für die Resilienz von Strukturen in Anschlag bringt:

Some parts respond quickly to the shock, allowing slower parts to ignore the shock and maintain their steady duties of system continuity. The combination of fast and slow components makes the system resilient, along with the way the differently paced parts affect each other. [...] All durable dynamic systems have this sort of structure; it is what makes them adaptable and robust.³⁰²

Bowker et al. beziehen die Heterochronie von Infrastrukturen zum einen auf die materielle Systemebene, also darauf, dass »[a] system – whatever the blend of technical, organizational, social – consists of multiple layers and dimensions at differing stages of maturity.«³⁰³ Zum anderen betonen sie, dass sich derartige temporale Verschiebungen bei allen mit einem System interagierenden Akteur:innen finden lassen: »[T]he designers, developers, deployers, enactors, and users of data and information are at different phases of technological interest, awareness, and/or skills.«³⁰⁴ Damit stellt auch jedes konkrete Interface mit einem System bzw. jeder Austausch mit anderen Personen mittels einer bestimmten Technologie ein zeitgebundenes Ereignis dar, »a scenario of differing local arrangements, conceptual development, and individual understandings.«³⁰⁵ Die Zeitlichkeit einer bestimmten Infrastruktur interferiert so immer auch mit den Lebenszeitlichkeiten humaner Akteur:innen sowie ihren Alltags- und Arbeitsrhythmen.

Abschließend möchte ich noch einmal auf das Projekt *Paris: Invisible City* zurückkommen und einen Bogen zu der im vorherigen Abschnitt behandelten Frage der Arbeit an Infrastrukturen schlagen. Am Beispiel des Pont Neuf in Paris – der ältesten im Originalzustand erhaltenen, aber immer wieder restaurierten ›Neuen Brücke‹ – diskutieren Latour

³⁰¹ Bowker et al.: »Toward Information Infrastructure Studies«, S. 107 und 107f.

³⁰² Brand: *The Clock of the Long Now*, S. 34.

³⁰³ Bowker et al.: »Toward Information Infrastructure Studies«, S. 108.

³⁰⁴ Ebd.

³⁰⁵ Ebd.

und Hermant zwei mögliche Perspektiven auf die Zeitlichkeit dieses Bauwerks. Sie beziehen sich dabei auf das Sprichwort »to feel like the Pont-Neuf« (*se porter comme le Pont-Neuf*), was Wohlauf-Sein meint, d.h. sich so gut zu halten wie der Pont Neuf. Eine erste Lesart beträfe nun allein die Steinbrücke und hätte den beständigen Verfall des Bauwerks in Rechnung zu stellen, wodurch das Sprichwort in etwa hieße »to be on the way to death«. ³⁰⁶ Eine zweite Lesart beziehe dagegen weitere Akteure mit ein (Verwaltungen, Handwerker, Ratsmitglieder etc.) und setze auf die stetige Erneuerung der Brücke, berücksichtige also das »continuous movement that makes it New [sic] generation after generation«. ³⁰⁷ Die beiden Sichtweisen artikulieren damit zwei unterschiedliche Perspektiven auf die Transformation des Bauwerks, wobei einmal die Kategorie der Zeit, das andere mal die des Raums die Bezugsgröße darstellt: Während die erste (und bekannte) Lesart Zeit als eine historische Serie von Sukzessionen versteht, geht es bei der zweiten um den Raum als einer Serie von Koexistenzen. ³⁰⁸ Einen solchen Raum des Koexistierens verstehen Latour und Hermant als »series of transformations« und entfalten ihn in einer Vielzahl von Trajektorien, wobei es darum geht, das jeweils Vorhergehende und Folgende im Sinne der Koexistenz *nebeneinander* bestehen zu lassen. ³⁰⁹ »The second Pont-Neuf participates in the Paris that's virtual, virtuous, virtuoso, capable for the past two thousand years of renewing itself on site, stone by stone, life after life, passer-by after passer-by.« ³¹⁰ Transformation wird als spezifische Form der Widerständigkeit von Infrastruktur verstehbar, die durch eine stetige Arbeit der Erneuerung zustande kommt. Ähnlich wie bei der Argo steht damit auch beim Pont Neuf der Name für eine Form der Stabilisierung, die sich als kleinteiliger Prozess einer stetigen Modifikation erweist.

Geschichtete Temporalitäten: Das BER-Projekt

Die prekäre Zeitlichkeit von Infrastrukturen lässt sich nicht nur in historischen Dimensionen verfolgen. An einem aktuellen Beispiel, dem Flughafen Berlin Brandenburg (BER), lässt sich zeigen, wie die ver-

³⁰⁶ Latour/Hermant: *Paris: Invisible City*, plan 52, S. 100.

³⁰⁷ Ebd.

³⁰⁸ Vgl. ebd., plan 52, S. 100f.

³⁰⁹ Vgl. ebd., plan 52, S. 101.

³¹⁰ Ebd., plan 52, S. 100.

Zeitpunkt	Geplante Eröffnung
2000	2007
2002	2009
2004	Herbst 2010
Spatenstich: 5. Sep. 2006	30. Okt. 2011
25. Jun. 2010	3. Jun. 2012
Mai 2012	17. Mrz. 2013
Sep. 2012	27. Okt. 2013
Jan. 2013	<i>unbekannt</i>
Dez. 2014	2. HJ 2017
21. Jan. 2017	2018
15. Dez. 2017	Okt. 2020
29. Nov. 2019	31. Okt. 2020

Abb. 2.11: Geplante Eröffnungstermine des BER

schiedenen Zeitebenen einer gegebenen Infrastruktur eine Form der Heterochronie hervorbringen, die verschiedenste Akteure interferieren lässt, wobei Regime der Lebensdauer und der Obsoleszenz auf Wartungszyklen und Verfallsprozesse treffen.

Nach fünfzehnjähriger Planungszeit befand sich der BER seit 2006 im Bau.³¹¹ Die Eröffnung wurde seit 2011 mehrfach verschoben (vgl. Abb. 2.11); neu anvisiert wurde 2017 ein Eröffnungstermin in 2019, was jedoch durch einen geleakten (internen) Bericht des TÜV Rheinland in Frage gestellt wurde, der gravierende Sicherheitsmängel bei wichtigen technischen Anlagen aufdeckte und eine Eröffnung nicht vor 2021 vorschlug;³¹² geplant war dann die Eröffnung für den 31. Oktober 2020,³¹³ was auch tatsächlich realisiert wurde. In der Öffentlichkeit gilt

³¹¹ Mit Planungen zur Erweiterung des Flughafen Berlin Schönefeld wurde bereits direkt nach der Wende begonnen, eine erste Kalkulation erfolgte 1993, vgl. Beger: »Flughafen BER – Eine Chronik des Scheiterns«.

³¹² Vgl. Metzner: »Hauptstadtflughafen: TÜV hält BER-Terminplan für stark gefährdet«. Gemäß Berichten vom Januar 2020 konnten einige Bereiche dann TÜV-Prüfungen erfolgreich durchlaufen (vgl. Metzner: »BER besteht TÜV-Prüfung«).

³¹³ Vgl. Fabricius: »Pannenflughafen: Die BER-Eröffnung lässt sich kaum noch verhindern«.



Abb. 2.12: Website Flughafen-Berlin-Kosten.de, Juni 2019

der BER als einschlägiger Fall von Missmanagement, Fehlplanung und Aufsichtsversagen bei Großbauprojekten: Dabei wurde die lange Liste von Baumängeln (der TÜV-Bericht vom 8. März 2019 nennt insgesamt 11.519 technische Mängel)³¹⁴ flankiert von stetig steigenden Kosten. So beliefen sich die laufenden Kosten (für den noch nicht in Betrieb genommenen Flughafen) Anfang 2020 auf rund 36 Millionen Euro pro Monat. Auf der Website »Flughafen Berlin (BER) Kosten« ließ sich der stetige Anstieg dieser Summe in Echtzeit verfolgen.³¹⁵ Die Seite zeigte auch die je aktuelle Höhe der Gesamtkosten; beliefen sich diese Mitte 2019 bereits auf 5,37 Milliarden Euro (vgl. Abb. 2.12), stieg die Summe bis zur Eröffnung im Oktober 2020 auf über sieben Milliarden.³¹⁶

Aus infrastruktureller Sicht ist der BER jedoch nicht nur als paradigmatischer Fall von Missmanagement aufschlussreich, sondern auch bezogen auf die Heterogenität der betreffenden ›Akteur-Welt‹. Wie dies Callon für die Entwicklung eines französischen Elektroautos darstellt,³¹⁷ ging es auch beim BER-Projekt darum, technische, soziale

³¹⁴ Vgl. Mühlbauer: »Noch 11.519 Mängel, aber die Entrauchungsanlage funktioniert«; Metzner: »Die Mängelliste wird kürzer«.

³¹⁵ Vgl. dazu die Website Flughafen Berlin (BER) Kosten, <https://www.flughafen-berlin-kosten.de/> (28.07.21). Die Kalkulation basierte auf einer Extrapolation der offiziell bekannt gegebenen Gesamtkosten und der Annahme einer linearen Kostenentwicklung. Zu den Baukosten vgl. auch Prösser: »Was kostet das Berliner Flughafenchaos?«.

³¹⁶ Vgl. Lange: »Berlin: Der Großflughafen BER kostet sehr viel Steuergeld«.

³¹⁷ Vgl. Callon: »Die Soziologie eines Akteur-Netzwerks«, S. 179.

und diskursive Akteure zusammenzuführen – Materialien, politische Parteien, Vertragsunternehmen, Berichte und Untersuchungen³¹⁸ sowie Überlegungen zu Umweltauswirkungen, steigendem Passagieraufkommen, Konstruktionsfehlern und Kosten. Entsprechend ließe sich auch für das BER-Projekt sagen, dass es hier nicht gelang, die heterogenen Entitäten durch wechselseitige und vereinfachende Übersetzungen auf eine gemeinsame Line festzulegen und die Fertigstellung des Flughafens zum obligatorischen Passagepunkt aller Akteure zu machen. Statt sich als Intermediäre blackboxen zu lassen, agierte jede Entität als vollwertiger Mittler (*mediator*) des Gesamtprozesses und folgte der eigenen Richtung und Zielvorstellung.

Bezogen auf die Zeitlichkeit von Infrastrukturen ist der BER nun in mindestens drei Hinsichten interessant. Erstens zeigt er die Schwierigkeiten, ein solches Großvorhaben überhaupt soweit zu stabilisieren, dass ein (temporärer) Zustand der ›Festigkeit‹ erreicht wird. Das BER-Projekt scheiterte daran, an einen solchen Punkt der Stabilität zu gelangen, da die heterogenen Akteure – die Bürger:innen, Organisationen und Ministerien, die Gesetze und Vorschriften, die Umweltverbände sowie die materiellen und technischen Komponenten – nicht lange genug auf das gleiche Ziel ausgerichtet werden konnten, um das Projekt fristgerecht abzuschließen und tatsächlich Fluggäste zu befördern. Zweitens gingen aufgrund der zeitlichen Dauer mit dem Aufbau der Flughafeninfrastruktur Prozesse des Verfalls einher. So mussten etwa hunderte Fahrgastinformationsmonitore wieder ersetzt werden, da sie das Ende ihrer Lebensdauer bereits vor ihrer Inbetriebnahme erreicht hatten.³¹⁹ Im unterirdischen Flughafenbahnhof mussten täglich mehrere S-Bahn-»Geisterfahrten« verkehren, um für die entsprechende Belüftung zu sorgen und Schimmelbildung zu verhindern.³²⁰ Zeitregime geplanter Obsoleszenz wie im Fall der Monitore interferierten hier also mit der Dauer des Bauprozesses; Wartungszyklen wiederum mussten Formen der Nutzung simulieren, gerade weil das Bauwerk offiziell nicht zugänglich war und noch keinem regulären Gebrauch

³¹⁸ Ein Untersuchungsausschuss des Berliner Abgeordnetenhauses untersuchte das Missmanagement beim BER zwischen 2012 und 2016 und veröffentlichte im Juni 2016 einen 1.269 Seiten langen Bericht, vgl. Abgeordnetenhaus Berlin: *Bericht des 1. Untersuchungsausschusses des Abgeordnetenhauses von Berlin*, Drucksache 17/3000.

³¹⁹ Anonymus: »Jahre lang nutzlos gelaufen«.

³²⁰ Anonymus: »S-Bahn-Lüftungsfahrt zum Airport BER«, S. 67; Kurpjuweit: »Flughafenbahnhof: Die täglichen Geisterfahrten zum BER-Bahnhof«.

zugeführt wurde. Drittens schließlich veränderte die vergehende Zeit die Perspektiven auf die Zukunft des Projekts. Neue Entwürfe lagerten sich an die bereits bestehenden und genehmigten Planungen an und erforderten deshalb beständig neue Anpassungen.³²¹ Neue Berechnungen des prognostizierten Passagieraufkommens etwa verlangten gar eine Umstrukturierung des gesamten Flughafengeländes.³²² Der sogenannte »Masterplan 2040«³²³ schlug deshalb noch vor der Fertigstellung eine grundlegende Restrukturierung (und damit auch Infragestellung) des Gesamtprojektes vor: Durch die Zusammenführung der Flächen des aktuellen Flughafens Berlin-Schönefeld mit dem noch unfertigen BER sowie ergänzt um einen Bereich für weitere Servicegebäude südöstlich von Terminal 1 und 2 sollte ein noch größerer Flughafen geschaffen werden. Die schematische Darstellung³²⁴ kombinierte dabei drei Zeitebenen: bereits bestehende Gebäude, bis 2030 geplante Gebäude sowie drittens erwünschte zukünftige Gebäude. Der Standort erschien so als »contested gathering of many conflicting demands«,³²⁵ an dem die Planungsprozesse ständig mit dem bereits Gebauten interferierten.

Das Beispiel des BER verweist damit darauf, dass verschiedene Zeitebenen *innerhalb* einer einzigen Infrastruktur wirksam sind, für die Prozesse der Veränderung unterschiedlich schnell bzw. langsam ablaufen. Wie man im Anschluss an Brand feststellen kann, war es insbesondere die Ebene der Services, die für die Fertigstellung gravierende Probleme mit sich brachte. Denn Monitore, Kabel und Leitungen, aber auch etwa Schutzhelme unterlagen standardisierten Veraltungszyklen, die die Bauzeit des Flughafens unterschreiten und insofern zu jenen »shearing layers of change« wurden, die in diesem Fall die gesamte Infrastruktur des Flughafens auseinander zu reißen drohten.³²⁶ Wenn beim »Masterplan 2040« sogar Fragen des Standorts verhandelt wurden, dann betraf dies die von Brand als äußerst langelig verstandene

³²¹ Vgl. Latour/Yaneva: »Give me a Gun and I will Make All Buildings Move«.

³²² Vgl. Metzner: »Flughafen Berlin-Brandenburg: Platz- und Zeitnot«.

³²³ Vgl. die Website des Flughafen Berlin Brandenburg, FBB – Der Masterplan BER 2040 als strategisches Leitbild, https://www.berlin-airport.de/de/presse/informationen-ber/ausblick/4_masterplan-ber2040/index.php (28.07.2021), sowie die dortige Beschreibung der geplanten Ausbauphasen, FBB – Ausbauphasen, https://www.berlin-airport.de/de/presse/informationen-ber/ausblick/3_ausbauphasen/index.php (28.07.21).

³²⁴ Vgl. Gesamtplan 2040+, https://www.berlin-airport.de/de/presse/publikationen/geschaeftpartner/2020/2020-05-Masterplan2040_.pdf (28.07.2021).

³²⁵ Latour/Albena Yaneva: »Give me a Gun and I will Make All Buildings Move«, S. 86.

³²⁶ Brand: *How Buildings Learn*, S. 13.

Schicht der *site*.³²⁷ Dass hier Veränderungen vorgenommen wurden, lag daran, dass der Flughafen jenen stabilisierteren Zustand noch nicht erreicht hatte, der einmal etablierte Infrastrukturen mit Blick auf Pfadabhängigkeiten kennzeichnet. Die *shearing layers* der verschiedenen Zeitlichkeiten betrafen beim BER also die physisch-materielle Dimension der Infrastruktur ebenso wie alle soziotechnischen Aspekte, etwa bürokratische Verfahren, Vorschriften, Untersuchungen und Planungen.

Die im Fall des BER wirksamen Zeitregime veranschaulichen somit einen doppelten Zusammenhang von Zeitlichkeit und Infrastrukturen: Zum einen geht es um die Zeitlichkeit von Infrastrukturen, d.h. die unterschiedliche Lebensdauer der beteiligten Einheiten, die das Gesamtprojekt transformierenden Effekte von Fehlern, Irrtümern und Korruption und die (organischen) Prozesse des Verfalls. Zum anderen aber geht es um Infrastrukturen der Zeitlichkeit, d.h. Formen zeitlicher Kontrolle und Steuerung durch Pläne, Managementroutinen und Wartungszyklen.³²⁸ Wie die Beispiele der Monitore und ›Geisterfahrten‹ zeigen, interferieren diese beiden Ebenen, wenn industriell normierte Lebensdauern, Wartungszyklen und Prozesse des Verfalls aufeinander treffen. Ein bemerkenswertes Beispiel waren in diesem Zusammenhang bereits stattfindende Formen der Umnutzung, die sich normalerweise erst im Anschluss an eine Erstnutzungsphase etablieren: Im Sinne einer Touristenattraktion ließen sich nämlich Bus- oder Fahrrad-Touren auf dem Gelände des noch nicht in Betrieb genommenen Flughafens buchen; allein bis März 2017 wurden insgesamt 1,55 Millionen Besucher durch den Flughafen geführt.³²⁹

Die vorgeschlagene Analyse der Medialität von Infrastrukturen hat sich auf die von Infrastrukturen geleistete Übersetzungs- und Vermittlungsarbeit gerichtet. Dies bedeutete, Infrastrukturen bzw. die heterogenen Akteure, aus denen sie bestehen, nicht als neutrale Gegebenheiten, sondern als vollwertige Mittler zu verstehen, die gesellschaftliche, politische, technische und kulturelle Zusammenhänge prägen und transformieren. Im Anschluss an die Infrastrukturkriterien von Susan Leigh Star und Karin Ruhleder richtete sich die Aufmerksamkeit darauf, die Medialität von Infrastrukturen anhand von drei Aspekten zu

³²⁷ Vgl. ebd.

³²⁸ Zur Infrastrukturierung von Zeitlichkeit vgl. Volmar/Stine: »Infrastructures of Time«.

³²⁹ Gurriss: »Führung auf dem Flughafen BER«. Interessanterweise wurden diese Touren auf der internationalen Seite des Flughafens nicht angeboten.

entfalten. Ging es in einem ersten Schritt um Fragen von Sichtbarkeit und Unsichtbarkeit, die unter anderem auf Verfahren des Blackboxing wie die Naturalisierung von Gewohnheiten bezogen wurden, stand im Anschluss die Skalierung des Verhältnisses von Globalem und Lokalem auf der Basis von Standards und metrologischen Referenzketten im Vordergrund. Schließlich wurde drittens die spezifische Zeitlichkeit von Infrastrukturen als Prozessgeschehen im Rahmen der auf sie gerichteten Arbeit der Erhaltung wie auch bezogen auf die Materialität von Infrastrukturen diskutiert, welche sich durch die Fähigkeit zur Transformation und Anpassung auszeichnet.

STÖRUNGEN UND INFRASTRUKTURELLES LERNEN

3.1 Figurationen der Unterbrechung. Rekonstruktionen und Szenarien

Infrastrukturen erscheinen gemeinhin als statische, stabile und dauerhafte Formen, als eine Art Hardware oder Untergrund, die andere mobilere, flüchtigere und individuellere Nutzungsweisen ermöglichen. Eine solche Perspektive versteht Infrastrukturen als Blackboxes, die einer grundlegenden Daseinsvorsorge dienen, ohne die die moderne Gesellschaft nicht denkbar wäre. Der Eindruck der Stabilität von Infrastrukturen verdankt sich dabei sowohl ihrer Standardisierung, ihrer Einbettung in bereits bestehende Strukturen, wie auch ihrer selbstverständlichen Nutzung. Ohne dies zu hinterfragen, werden Wasserhähne aufgedreht, Lichtschalter betätigt, Straßenverkehrs- und Telekommunikationssysteme genutzt, vorgesehene Arbeitsabläufe ausgeführt und bürokratische Routinen durchlaufen. Insbesondere Städte zeigen sich als »summation and densest expressions of infrastructure«;¹ allerdings macht dies urbane Räume auch besonders vulnerabel.² Von der skizzierten Stabilitätsannahme unterschlagen werden die vielfältigen Prozesse, die die ›Festigkeit‹ von Infrastrukturen herstellen und aufrechterhalten und damit die stetige Modifikation und Anpassungsleistung von infrastrukturellen Systemen bedingen. Offensichtlich wird dies insbesondere in jenen Momenten, wo es zu Unterbrechungen des reibungslosen Funktionsablaufs von Systemen kommt. Denn im Moment ihrer Störung treten Infrastrukturen aus dem Zustand ihrer transparenten Zuhandenheit heraus und werden ›sichtbar‹: »The normally invisible

¹ Ausubel/Herman: »Cities and Infrastructure«, S. 1.

² Graham: »When Infrastructures Fail«, S. 10. Zum prekären Status von urbaner Infrastruktur vgl. ferner Graham/Marvin: *Splintering Urbanism*.

quality of working infrastructure becomes visible when it breaks«. ³ Sind im ungestörten Zustand alle für das Funktionieren einer Infrastruktur notwendigen Akteure unter großem Kosten- und Arbeitsaufwand an einem Ziel orientiert und funktionieren im Sinne wohlausgerichteter Intermediäre, bricht dieses *alignment* im Moment der Störung auf: Die beteiligten Entitäten zeigen sich nun als Mediatoren, die das Geschehen aktiv transformieren und ihren eigenen Richtungen folgen. ⁴

Störungen und Unfälle lassen Infrastrukturen also aus ihrem ge-blackboxten Zustand heraustreten. Sie stellen Situationen dar, in denen sich etwas über ›das Innere‹ der Blackbox und – ex negativo – auch etwas über den Normalbetrieb erfahren lässt. Dieses ›Sichtbarwerden‹ im Moment der Störung betrifft gemäß der skizzierten Dimension der Un/Sichtbarkeit von Infrastrukturen (s. Kap. 2.1) nicht nur die Ebene der Visualität, sondern ganz allgemein die Erkennbarkeit von Infrastrukturen. Störung und Unfall erweisen sich somit als Bedingung dafür, dass infrastrukturell ›gelernt‹ werden kann: Nur das Nicht-Funktionieren liefert den Anlass, bestehende Strukturen in Frage zu stellen und zu ändern.

Störung, Unfall, Katastrophe

Das gegenüber den Begriffen ›Unfall‹ und ›Katastrophe‹ allgemeinere Konzept der Störung betrifft die »Beeinträchtigung einer natürlichen, sozialen, technischen oder diskursiven Ordnung«, wobei es sich um einen Ablauf oder eine Struktur handeln kann und die Beeinträchtigung entweder punktuell (Unfall, Katastrophe) oder kontinuierlich (Verzerrung, Rauschen) vorkommt. ⁵ Grundsätzlich sind Störungen durch eine eigentümliche Ambivalenz gekennzeichnet. Neben einem destruktiven Moment lässt sich Störungen auch ein »produktives, innovatives oder gar kreatives Potential« attestieren: ⁶

³ Star/Ruhleder: »Steps Toward an Ecology of Infrastructure«, S. 113.

⁴ Vgl. hierzu Latour: »Trains of Thought«, S. 175f. Siehe auch oben, Kap. 2.3.

⁵ Neubert: [Art.] »Störung«, S. 272. Zu weiteren Auseinandersetzungen mit dem Störungskonzept im Rahmen der Medien- und Kulturwissenschaften vgl. Kümme/Schüttpelz (Hg.): *Signale der Störung*; Kümme: [Art.] »Störung«; Schüttpelz: »Eine Umschrift der Störung«; Gansel/Ächtler (Hg.): *Das ›Prinzip Störung‹ in den Geistes- und Sozialwissenschaften*.

⁶ Neubert: [Art.] »Störung«, S. 272.

Indem sie Irritationen einführen und Freiheitsgrade schaffen, sind Störungen zugleich konstitutiv für die Entstehung neuer Ordnungen. In diesem Wechsel zwischen externer Bedrohung und interner Ermöglichung, zwischen Zerstörung und Verstärkung liegt die medien- und kulturwissenschaftliche Relevanz des Begriffs: Die Figur der Störung oszilliert zwischen Figur und Grund, Signal und Rauschen, Form und Medium und erweist sich somit zugleich als Operationsform und als Reflexionsform des Medialen.⁷

Es ist ihre doppelte Verfasstheit als Operations- und Reflexionsform, die Störungsphänomene für die Analyse von Infrastrukturen interessant machen: Sie fordern bestehende Strukturen heraus, indem sie ›Antworten‹ bzw. Modifikationen nötig machen und die ansonsten implizit bleibenden prozeduralen Zusammenhänge von Infrastrukturen momentan offenlegen. Was bei dieser kreativen Energie der Störung am Werk ist, verdeutlicht ein Blick auf die Begriffsgeschichte, die die historischen Semantiken ›der Bewegung, der Menge, des Lärms und der Unordnung‹⁸ zusammenbringt und so die Unterbrechung der Störung als »Trubel, Wirbel« bzw. *noise* (Geräusch, Lärm, Rauschen) verstehbar werden lässt.⁹

Medienwissenschaftlich relevant ist im Kontext der Forschungsgeschichte der Störung vor allem die Theorie der Nachrichtentechnik Claude Elwood Shannons, in der die Störung nicht als Randbedingung des Übertragungskanalns firmiert, sondern einen »Systemplatz« erhält, der sie zu einem Faktor werden lässt, mit dem gerechnet werden muss.¹⁰ Für Shannon sind Geheimkommunikation und gestörte Kommunikation prinzipiell nicht unterscheidbar, denn »[t]echnisch gesprochen sind Störung aus der Sicht des Empfängers und Verschlüsselung aus der

⁷ Ebd.

⁸ Ebd. Neubert verweist hier auf mindestens vier etymologische Stränge, die von der indoeuropäischen Wurzel **tu(e) r-* bzw. **tru-* in der Bedeutung von »schnell bewegen, eilen, drehen, herumwirbeln« ausgehen: erstens das lateinische Nomen *trua*, *trulla* (›Rührlöffel‹), von dem sich neuhochdeutsch ›Trubel‹ ableitet, zweitens lateinisch *turma* (›Schar, Schwarm‹) und mittelhochdeutsch *turm* (›Wirbel, Taumel, Schwindel‹), drittens das griechische *tyrb-* bzw. das lateinische *turb-* in der Bedeutung von ›in Unordnung bringen‹ (lateinisch *turba*, ›Schar, Masse, Getümmel‹) und viertens **stur-* und **staur-*, aus denen sich dann *stören* (›vernichten, zerstreuen, hindern, verwirren‹) ableitet (vgl. ebd., S. 272f.).

⁹ An diese Perspektivierung von *noise* schließt lateinisch *rumor* im Sinne von ›Gemurmel‹ wie auch ›Gerücht‹ an. Vgl. hierzu Weingart: »Rumoritis«; Brockhoff et al. (Hg.): *Die Kommunikation der Gerüchte*; Stanitzek: »Fama/Musenkette«.

¹⁰ Neubert: [Art.] »Störung«, S. 276. Vgl. bereits Schüttpelz: »Eine Umschrift der Störung«; ders.: »Frage nach der Frage, auf die das Medium eine Antwort ist«.

Sicht des Feindes äquivalente Probleme«. ¹¹ Störung bzw. Rauschen sind deshalb als konstitutiv für jede Art von Systembildung anzusehen: »Da Störung die Entropie eines Kommunikationssystems (die Unsicherheit einer gegebenen Nachricht) erhöht, steigert sie zugleich die Informationsmöglichkeit dieses Systems (den Informationsgehalt der Botschaft).« ¹² Störung ist so gesehen nicht nur Voraussetzung von Kommunikation (nur auf der Basis eines Rauschens kann etwas Signal werden), sondern sie ist auch die Bedingung für jede Form von Strukturgewinn (biologische Organismen etwa reagierten auf Irritationen mit interner Varietät). ¹³

Im Anschluss an Shannons kybernetisches Modell gewinnt die Kategorie der Störung medientheoretisch in mehreren Hinsichten Relevanz. Bezugspunkt ist dabei zum einen Michel Serres' Theorie des Parasiten, in der die Störung nicht mehr innerhalb der Kommunikation verortet wird (als Störquelle oder Kanaleigenschaft), sondern eine »paradoxe Position zwischen innen und außen« erhält. Jede lineare Beziehung zwischen Wirt und Parasit wird ihrerseits durch einen orthogonal dazu stehenden Dritten heimgesucht, was sie zu einer »rekursiven Struktur« macht, in der »Sender, Empfänger und Störer« die Positionen tauschen: ¹⁴ »Der Lärm bringt ein neues System hervor, eine Ordnung von höherer Komplexität, als die einfache Kette sie hat.« ¹⁵ Zum anderen wird für die Geschichte der modernen Wissenschaften herausgestellt, dass deren Experimentalsystem sich als »konsequente Epistemologisierung der Störung« verstehen lasse. ¹⁶ In Labor und Werkstatt würden Störungen deshalb den kreativen Umgang mit Kontingenzen im *trial and error*-Verfahren fordern. Im Unterschied zur systemischen Geschlossenheit bei Shannon sei es insbesondere die Annahme einer prinzipiellen Offenheit soziotechnischer Embroglios in der Akteur-Netzwerk-Theorie, die ein anderes Nachdenken über Störungen ermögliche:

¹¹ Neubert: [Art.] »Störung«, S. 278.

¹² Ebd., S. 280.

¹³ Vgl. ebd.

¹⁴ Ebd., S. 282. Vgl. auch Schüttpelz: »Eine Umschrift der Störung«, S. 274–277 sowie Serres: *Der Parasit*, S. 37. Zur Figur des Dritten vgl. Eßlinger et al. (Hg.): *Die Figur des Dritten*.

¹⁵ Serres: *Der Parasit*, S. 29.

¹⁶ Neubert: [Art.] »Störung«, S. 284.

Während Intermediäre klassische Black Boxes repräsentieren [...], produzieren Mediatoren unvorhergesehene Effekte. Der Mediator wird somit zur Figur einer technischen Vermittlung, die nichts anderes als die Störung selbst ist und sich einer Kapselung nach dem Vorbild der kybernetischen Black Box verweigert.¹⁷

Neubert hält fest, dass der Störfall damit das Verhältnis von Sichtbarkeit und Unsichtbarkeit reorganisiert: »Der Störfall, der die Anzahl der Akteure und ihrer Verflechtungen scheinbar dramatisch ansteigen lässt, durchkreuzt lediglich die Summe der Invisibilisierungen, aus denen der ›Normalfall‹ besteht.«¹⁸ Damit repräsentiere die Kategorie der Störung auch in der Akteur-Netzwerk-Theorie »die Operationsform und die Reflexionsform des Medialen (des Technischen überhaupt)« und richte sich somit gegen die »blinde Neigung, die Heuristik der Black Box mit der ›Natur der Dinge‹ zu verwechseln.«¹⁹ So verstanden operiert die Störung (als Ereignis, Unfall oder Unterbrechung) also als ein notwendiges »Korrektiv (eine vorläufige Entstörung) dieser ›modernen‹ Rationalität.«²⁰

Der Unfallbegriff wiederum wird im Verlauf seiner Geschichte weitgehend versachlicht. Neben jenen Bedeutungen, die noch »*reste sinnlicher grundanschauung*« bewahren (wie der einfache Fall (Sturz)),²¹ unterscheidet das *Deutsche Wörterbuch* der Brüder Grimm für die bereits spätmittelhochdeutsch nachweisbare »*entsinnlichung*« des Unfallbegriffs eine ältere und eine jüngere Bedeutung.²² Während die ältere Bedeutung den Unfall als (auch moralischen) Zustand versteht, der sogar planvoll herbeigeführt sein kann, gilt für die andere Bedeutung: »*die jüngere entwicklung beschränkt unfall im wesentlichen auf den begriff des unglücklichen zufalls, accidens, casus, und schlieszt ebenso wohl das zuständliche wie alles planmässige handeln aus. er ist meist äusserlicher art*«. ²³

Auch wenn der Unfall begriffsgeschichtlich als punktuell äußerliches Ereignis gefasst wird und insofern keinen Prozess oder Zustand bezeichnet, problematisiert die Forschung, ob dies dem eigentlichen Wesen des Unfalls gerecht wird. So betont etwa Wolfgang Schivelbusch, dass der Unfall, der im Sinne des Zufalls von außen kommt, mit zunehmender

¹⁷ Ebd., S. 285.

¹⁸ Ebd.

¹⁹ Ebd.

²⁰ Ebd., S. 286.

²¹ Grimm: [Art.] »Unfall«, Sp. 522.

²² Ebd., Sp. 524.

²³ Ebd., Sp. 526f.

Technologieentwicklung dem technischen Unfall weicht, der gleichsam »von innen« die Zerstörung der Apparaturen durch ihre eigene Kraft betreffe: »Es besteht ein genaues Verhältnis zwischem dem Stand der Technik der Naturbeherrschung und der Fallhöhe der Unfälle dieser Technik.«²⁴ Während dieser Umbruch für Schivelbusch mit der Industrialisierung eintritt, behauptet Paul Virilio einen notwendigen und noch grundlegenden Zusammenhang zwischen Technik und Unfall, demzufolge *jede* Technik den ihr eigenen Unfall hervorbringt: »Jede Technik produziert, provoziert und programmiert ein spezifisches Akzidens, einen spezifischen Unfall.«²⁵ Unter Bezug auf die im Französischen hörbare Nähe von *accident* (Unfall) und *accidens* (lateinisch Zufall) re-interpretiert Virilio die von Aristoteles eingeführte Relation von Substanz und Akzidenz: Er fasst die Akzidenz nicht länger als das einer stabil gedachten Substanz zufällig und äußerlich Zukommende, sondern betont, dass jede Substanz unweigerlich die ihr eigene Akzidenz miterfindet. Für den Infrastrukturzusammenhang bedeutet das, Fragen der Verursachung neu zu stellen. Denn wenn mit der Innovation einer Transporttechnologie der jeweilige Unfall bereits mit »erfunden« ist, dann repräsentiert er alles andere als eine äußerlich einwirkende Störung: »Das Segel- oder Dampfschiff zu erfinden, bedeutet, *den Schiffbruch zu erfinden*. Die Eisenbahn zu erfinden, bedeutet, *das Eisenbahnunglück des Entgleisens zu erfinden*. Das private Automobil zu erfinden, bedeutet die *Produktion der Massenkarambolage* auf der Autobahn.«²⁶ Dieser Zusammenhang gilt Virilio zufolge auch für weitere Infrastrukturen wie die Raumfahrt oder die Atomkraft. Das Challenger-Unglück und den Reaktorunfall von Tschernobyl versteht Virilio deshalb als den der jeweiligen Technologie entsprechenden Unfall, den »*eigentliche[n] Unfall*«.²⁷ Da Technologie und Unfall gleichursprünglich sind, fordert Virilio eine spezifische Analytik des Unfalls, eine »*Unfallkunde*«²⁸, die den globaler werdenden Katastrophen (Atombombe, »Informationsbombe«, Gentechnologie) entgegentreten soll, indem sie den Zusammenhang von Unfall und Fortschritt endlich ernst nähme. Dabei hätte ein »*Museum des Unfalls*« eine grundlegende Umkehrung vorzunehmen: Statt den Menschen weiterhin »*den katastrophalsten Unfällen aus-*

²⁴ Schivelbusch: *Geschichte der Eisenbahnreise*, S. 118.

²⁵ Virilio/Lotringer: *Der reine Krieg*, S. 35f.

²⁶ Virilio: *Der eigentliche Unfall*, S. 24.

²⁷ Ebd.

²⁸ Ebd.

zusetzen«, würde eine »Ausstellung des Unfalls als großes Rätsel des modernen Fortschritts«²⁹ eine Form der »Techno-Analyse« leisten, die »das, was geschieht (*accidens*)« als das allem Wissen Zugrundliegende zeigen und untersuchen würde.³⁰

Der Begriff ›Katastrophe‹ schließlich steht ursprünglich poetologisch für eine »unabsehbare und radikale Wendung«³¹ bzw. deren Ergebnis am Ende eines Dramas (zusammengesetzt aus der griechischen Präposition *katá*, die eine Umkehr- bzw. Abwärtsbewegung bezeichnet, und dem Verb *stréphein* »wenden«).³² Der Begriff ist dabei zunächst nicht negativ gefasst, sondern meint vielmehr noch im Humanismus den »positiven Ausgang einer *dramatischen Dichtung*, d.h. die Rückkehr eines erregten Geschehens in einen unerwarteten Friedenzustand«.³³ Erst neuzeitlich wird der Begriff dann erstens auch auf die reale Lebenswelt bezogen und zweitens negativ verstanden: Katastrophe wird zum »*bad case* bzw. *worst case*.«³⁴ Gegenüber der dramentheoretischen Bedeutung wird nun zunehmend die politisch-soziale Dimension der Katastrophe betont. So heißt es in *Pierers Universal-Lexikon* von 1843 an erster Stelle: »1) plötz. Umkehrung der Dinge, bes. im gesellschaftlichen Leben [...], 2) Teil des Dramas.«³⁵ Theologisch wird ebenso an die Sintflut gedacht wie an die Apokalypse,³⁶ in der Folge des Erdbebens von Lissabon 1755 bürgert sich der Begriff auch für Naturvorgänge (Überschwemmung, Vulkanausbruch, Erdbeben) ein,³⁷ und historisch steht ›Katastrophe‹ ferner für den politischen Umsturz. Im 20. Jahrhundert wird der Katastrophenbegriff zu einer »ubiquitären Krisenkategorie«, die sich von einem »Ereignis- in einen Prozeß- und schließlich in einen Zustandsbegriff« wandelt.³⁸ Im Zuge affektiver Aufladung und eines inflationären Begriffsgebrauchs wird zunehmend aus den Katastrophen im Plural die

²⁹ Ebd., S. 38.

³⁰ Ebd., S. 25.

³¹ Horn: *Zukunft als Katastrophe*, S. 15.

³² Vgl. Briese/Thimo: »Katastrophe«, S. 157. Noch 2009 betonen Briese und Günther, dass ihre Erforschung des »gravierenden Wandel[s] des Katastrophenterminus von der griechischen Antike bis in die Gegenwart« ein erstaunliches Forschungsdesiderat darstellt (ebd., S. 156f.).

³³ Ebd., S. 156, vgl. auch ebd., S. 163.

³⁴ Ebd., S. 164.

³⁵ *Pierer's Universal-Lexikon der Vergangenheit und Gegenwart*, [Art.] »Katastrophe«, S. 58.

³⁶ Vgl. Briese/Günther: »Katastrophe«, S. 176.

³⁷ Vgl. ebd., S. 173.

³⁸ Ebd., S. 188.

singuläre, permanente Katastrophe.³⁹ Damit kann der Katastrophenbegriff zum »Schlagwort der Zeitdiagnose« werden.⁴⁰ Die Vorstellung einer nah bevorstehenden, aber gänzlich unvorhersehbaren Katastrophe verbindet die beiden Traditionen des Katastrophenbegriffs: einerseits die dichtungstheoretische Bedeutung im Sinne von ›Wendung‹ oder ›Bruch‹ und andererseits jenes »Gefühl, dass die eigentliche Katastrophe [...] der ›Fortschritt‹ aller gegenwärtig gegebenen Tendenzen ist.«⁴¹ Für Eva Horn sind es insbesondere Fiktionen, die sich als kollektives Imaginäres mit diesen kommenden Katastrophen auseinandersetzen. »Es sind Inszenierungen, in denen [...] *ausgehandelt* wird, wie man sich zu diesen möglichen Zukünften in der Gegenwart zu verhalten hat: optimistisch oder alarmistisch, ›auf alles vorbereitet‹, risikofreudig, skeptisch, vorsorgend und neuerdings ›resilient‹.«⁴²

Die Konzepte ›Störung‹, ›Unfall‹ und ›Katastrophe‹ überschneiden sich also darin, dass sie etwas Bestehendes irritieren und unterbrechen, sie unterscheiden sich aber mit Blick auf die Dauer und Verursachung dieser Unterbrechung. Dabei finden sich auch Heuristiken, die alle drei Begriffe zueinander ins Verhältnis setzen: Die 1990 eingeführte internationale Bewertungsskala für nukleare und radiologische Ereignisse INES (International Nuclear and Radiological Event Scale) etwa staffelt den Schweregrad eines Ereignisses gemäß einer Logik der Steigerung – von der Kategorie der »Störung« über den »Störfall« und »Unfall« bis zum GAU (Größter Anzunehmender Unfall) bzw. der Katastrophe (»katastrophaler Unfall«).⁴³

³⁹ Vgl. ebd., S. 194.

⁴⁰ Horn: *Zukunft als Katastrophe*, S. 16.

⁴¹ Ebd., S. 17.

⁴² Ebd., S. 23. Zur Breite der Katastrophenforschung vgl. aus kulturwissenschaftlicher Perspektive Walter: *Katastrophen*; Groh et al. (Hg.): *Naturkatastrophen*; Hoffman/Oliver-Smith (Hg.): *Catastrophe & Culture*; Krüger et al. (Hg.): *Cultures and Disasters*; Hammerl et al. (Hg.): *Naturkatastrophen*; zur sozialwissenschaftlichen Perspektive auf Katastrophen vgl. Dombrowsky: »Zur Entstehung der soziologischen Katastrophenforschung«; Lars et al. (Hg.): *Entsetzliche soziale Prozesse*; sowie umfassend Felgentreff/Glade (Hg.): *Naturrisiken und Sozialkatastrophen*.

⁴³ Vgl. hierzu International Nuclear and Radiological Event Scale | IAEA, <https://www.iaea.org/resources/databases/international-nuclear-and-radiological-event-scale> (01.07.2021) sowie INES – The International Nuclear and Radiological Event Scale | GRS – Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) GmbH, <https://www.grs.de/de/glossar/ines-international-nuclear-and-radiological-event-scale> (01.07.2021). Charles Perrow dagegen verwendet eine andere Heuristik, die eine gestaffelte Differenzierung von Störfall, Unfall und Systemunfall vornimmt (vgl. Perrow: *Normale Katastrophen*, S. 96–100).

Im Folgenden sollen nun einige systematische Überlegungen zum Zusammenhang von Störung, Unfall bzw. Katastrophe und Infrastruktur angestellt werden, die die Relevanz von Unterbrechungen für ein Verständnis von Infrastrukturen genauer konturieren. Es wird dabei zu zeigen sein, dass die sozio-technisch-diskursive Verfasstheit von Infrastrukturen ein komplexes Verständnis von Störungen notwendig macht, das gleichermaßen technische, soziale, moralische und kulturelle Faktoren berücksichtigt, das Verhältnis von Unfall und Normalfall problematisiert und die Rolle der medialen Vermittlung von Unfällen durch verschiedene Repräsentationsformen einbezieht.

Systemunfälle

Für die Frage, was als Unfall verstanden wird, ist die Einschätzung dessen, was als Routine und Normalbetrieb gilt, von entscheidender Bedeutung. Wie Virilio argumentiert, ist der Unfall nicht als äußerlich hinzutretendes Geschehen zu bewerten, sondern als jeder Technologie inhärentes Moment. In einer ganz ähnlichen Weise argumentiert der Organisationssoziologe Charles Perrow mit Blick auf sogenannte Hochrisikosysteme wie Kernkraftwerke, Chemieindustrie, Luftverkehr, Schifffahrt, Staudämme, Raumfahrt, Kernwaffen und Genforschung.⁴⁴ Auch für ihn sind Störungen und Unfälle keine zufälligen Ereignisse, sondern durch die Struktur des jeweiligen Systems determiniert. In seiner Studie *Normale Katastrophen* (englisch *Normal Accidents*) vertritt er deshalb die These, dass es für diese Hochrisikosysteme ›normal‹ ist, dass es zu Systemunfällen kommt,⁴⁵ wobei die Bezeichnung »normaler Unfall« für eine »immanente Eigenschaft des Systems und keine Häufigkeitsaussage« stehe.⁴⁶

Hochrisikosysteme sind Perrow zufolge durch die Verbindung zweier Systemeigenschaften charakterisiert. Erstens zeichnen sich diese Systeme durch eine hohe Komplexität aus, d.h. sie bestehen aus einer großen Menge zusammenhängender Elemente und Subsysteme, zwischen denen eine Vielzahl von Rückkopplungseffekten auftreten.⁴⁷ Diese Komplexität – und eben nicht menschliches Versagen, technische Defekte oder

⁴⁴ Vgl. ebd.

⁴⁵ Vgl. ebd., S. 16.

⁴⁶ Ebd., S. 18.

⁴⁷ Vgl. ebd., S. 128. Zur genaueren Differenzierung von komplexen und linearen Systemen vgl. ebd., S. 107–129.

eine mangelnde Sicherheitsausstattung – ist dafür verantwortlich, dass es zu unerwarteten, für sich selbst unbedeutenden Betriebsstörungen kommen kann, die in ihrem Zusammenwirken Systemunfälle provozieren.⁴⁸ Die zweite Systemeigenschaft von Hochrisikosystemen ist ihre enge Kopplung.⁴⁹ Eng gekoppelte Systeme verfügen aus Gründen der Effizienzsteigerung bei ihren Abläufen über wenig Spielraum: Viele Prozesse sind »zeitgebunden«, können also nicht warten, die Betriebsabläufe sind festgelegt und es gibt »nur einen einzigen Weg zur Verwirklichung des Produktionsziels«. ⁵⁰ Da die Prozesse zudem »sehr schnell« ablaufen und nicht ohne weiteres abzuschalten sind,⁵¹ lassen sie im Falle einer Störung keine abweichenden Antworten zu, so dass es zu einer kaskadischen Aufschaukelung und Verkettung für sich genommen kleiner Fehler kommt. Komplexe Infrastrukturen verdanken ihre Effizienz der Tatsache, dass ihr Handlungsspielraum deutlich eingeschränkter ist als bei ›linear‹ und ›lose gekoppelten‹ Systemen, die eine größere Flexibilität aufweisen, da ihre Komponenten einfacher ausgetauscht werden können, es weniger Rückkopplungsschleifen gibt und sie über einen in getrennten Schritten organisierten Betriebsablauf verfügen.⁵²

Der Einsicht in das Risikopotential hochkomplexer Systeme trägt der Einsatz explizit redundanter Strukturen und Prozesse Rechnung,⁵³ denn die Gefahr kaskadischer Fehler wird durch die intersystemische und gegenwärtig zunehmend digitale Vernetzung von Infrastrukturen noch potenziert, wie etwa die großen Stromausfälle im Nordosten der USA oder in Italien 2003, aber auch bereits der Verlust des Kommunikationssatelliten Galaxy 4 im Jahr 1998 zeigen: »[W]hat happens to one infrastructure can directly and indirectly affect other infrastructures, impact large geographic regions, and send ripples throughout the national and global economy.«⁵⁴ Steven M. Rinaldi, James P. Peerenboom

⁴⁸ Vgl. ebd., S. 24.

⁴⁹ Zur Differenzierung von enger und loser Kopplung vgl. ebd., S. 131–134.

⁵⁰ Ebd., S. 132 u. 133.

⁵¹ Ebd., S. 17.

⁵² Vgl. ebd., S. 128 und 136.

⁵³ Zur Forderung höherer Redundanz, um die Verlässlichkeit von Systemen zu erhöhen, vgl. Landau: »Redundancy, Rationality, the Problem of Duplication and Overlap«. Derartige Redundanzen können allerdings die Fehleranfälligkeit auch wieder erhöhen, da sie die betreffenden Systeme komplexer machen. Vgl. dazu Sagan: »The Problem of Redundancy Problem«.

⁵⁴ Rinaldi et al.: »Identifying, Understanding, and Analyzing Critical Infrastructure Interdependencies«, S. 11. Zu kritischen Infrastrukturen vgl. auch Schulze: *Bedingt abwehrbereit*; Dombrowsky: »Schutz kritischer Infrastrukturen als Grundproblem der

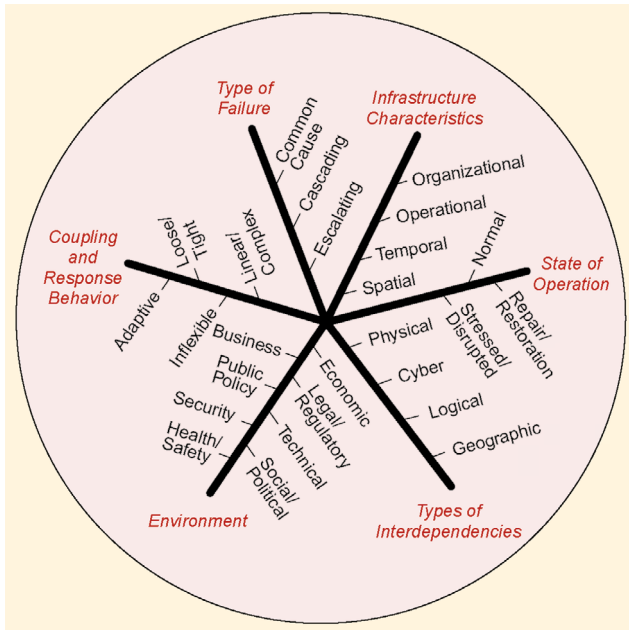


Abb. 3.1: Dimensionen der Verflechtung kritischer Infrastrukturen

und Terrence K. Kelly analysieren die Interdependenzen sogenannter *critical infrastructures* deshalb entlang von sechs Dimensionen (vgl. Abb. 3.1). Sie unterscheiden die Verflechtung mit weiteren Kontexten (Technik, Ökonomie, Gesellschaft, Recht etc.), den jeweiligen Betriebszustand (Normalbetrieb, Notfall, Reparatur), den Grad der Kopplung zwischen Infrastrukturen (lose, eng) und die dadurch bedingten Reaktionsmöglichkeiten auf Störungen (flexibel, unflexibel), die Art ihrer Interdependenz (physisch, digital, geographisch, logisch), infrastrukturelle Charakteristika (räumliche, temporale, operative und organisationale Aspekte) sowie schließlich den Typus der Ausfälle (gemeinsame Ursache, Kettenreaktion, wechselseitige Verstärkung).⁵⁵ Hervorzuheben sind für den vorliegenden Zusammenhang insbesondere zwei Aspekte. Zum einen denken Rinaldi et al. Perrows Idee der engen oder losen Kopplung im Sinne einer »coupling order« weiter, die zwischen Effekten erster, zweiter und dritter Ordnung unterschei-

modernen Gesellschaft«; Little: »Managing the Risk of Cascading Failure in Complex Urban Infrastructure« sowie Engels/Nordmann (Hg.): *Was heißt Kritikalität?*

⁵⁵ Vgl. Rinaldi et al.: »Identifying, Understanding, and Analyzing Critical Infrastructure Interdependencies«, S. 12.

det.⁵⁶ Sie argumentieren, dass während der kalifornischen Energiekrise 2000/2001 die Unterbrechung von Öl-Pipelines (*first-order effect*) zu einer Verknappung von Flugzeugbenzin (*second-order effect*) und damit auch zu einer Störung von Flugplänen (*third-order effect*) führte: »In this case, the transportation infrastructure (specifically airlines) was affected by problems in the electrical grid through the intermediary petroleum distribution and storage network.«⁵⁷ Dem entspricht die Beobachtung, dass bei Naturkatastrophen häufig die meisten Todesfälle nicht durch die Katastrophe selbst, sondern durch die (kaskadischen) Ausfälle von Infrastruktursystemen zustande kommen.⁵⁸ Zum anderen unterscheiden Rinaldi et al. drei verschiedene Typen von Ausfällen. Als *cascading failure* wird eine Form der Kettenreaktion zwischen Infrastrukturen beschrieben, bei denen der Ausfall eines Systems den Ausfall eines zweiten nach sich zieht.⁵⁹ Im Fall von *escalating failure* kommt es zu einer wechselseitigen Intensivierung von Störungen, wenn ein vorhandener Defekt in einem System eine davon unabhängige Störung in einem anderen System verstärkt.⁶⁰ Beim Typus des *common cause failure* schließlich fallen mehrere Infrastrukturen aufgrund derselben (weitreichenden) Ursache (z. B. einer Naturkatastrophe) aus oder sind durch ihre geographische Nähe gleichermaßen affiziert:

[T]elecommunications cables (both wire and fiber) and electric power lines often follow railroad rights-of-way, creating a geographic interdependency among the transportation, telecommunications, and electric power infrastructures. Consequently, a train derailment that damages tracks could also disrupt communications cables and power lines located within the same corridor.⁶¹

⁵⁶ Ebd., S. 19.

⁵⁷ Ebd., S. 20.

⁵⁸ Vgl. Edwards: »Infrastructure and Modernity«, S. 193.

⁵⁹ Vgl. Rinaldi et al.: »Identifying, Understanding, and Analyzing Critical Infrastructure Interdependencies«, S. 22. Dabei begegnet dieser Typus von Störung nicht nur bei Systemunfällen, sondern auch im Alltagsleben, wie auch Perrow zu Beginn seiner Studie deutlich macht (vgl. Perrow: *Normale Katastrophen*, S. 18–22). Eva Horn versteht derartige Verkettungen von an sich unbedeutenden Defekten und Störungen als »höchst unwahrscheinliche und darum quantitativ kaum erfassbare Ereignistypen«, die eine Komplexität von Technik vorführen, die uns mit den »Aporien einer Epistemologie der Sicherheit« konfrontieren, welche gerade im Bemühen um Schutz der ›Tücke des Objekts‹ neue Ansatzpunkte liefern (vgl. Horn: »Unglückliche Verkettung der Umstände«, S. 52).

⁶⁰ Vgl. Rinaldi et al.: »Identifying, Understanding, and Analyzing Critical Infrastructure Interdependencies«, S. 22.

⁶¹ Ebd.

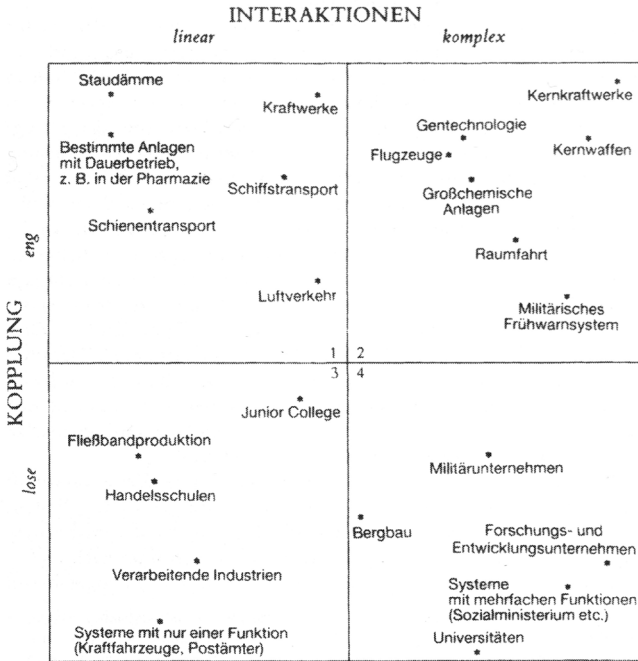


Abb. 3.2: Grad der Komplexität (horizontal) und der Kopplung (vertikal) bei verschiedenen Industrien und Institutionen

Damit liegt das Risikopotential kritischer Infrastrukturen in der hochintegrierten Form dieser Versorgungsnetzwerke begründet, die sich mit »parasitären Verhältnissen« vergleichen lassen,⁶² insofern sich neue Infrastrukturen stets an bestehende anlagern.

Schließlich lassen sich Infrastrukturen mit Blick auf ihren Komplexitäts- und Kopplungsgrad vergleichen. So entwirft Perrow eine heuristische Verteilung, die die betreffenden Industrien und Institutionen gemäß der Verfasstheit ihrer Abläufe und Komponenten vergleicht (vgl. Abb. 3.2). Dabei zeigt sich etwa, dass Postämter und Universitäten über ähnlich gekoppelte Abläufe verfügen, die Störungen einfach überwinden können, da die betreffenden Prozesse weniger festgelegt, Ressourcen flexibel einsetzbar und Substitutionen möglich sind.⁶³ Während es sich bei Universitäten im Unterschied zu Postämtern um komplexe Systeme

⁶² Krajewski: *Restlosigkeit*, S. 38. Krajewski bezieht sich hier auf den Suez-Kanal, bei dem Schiffskanal, Eisenbahnlinie, Telegraphenverbindung und Süßwasserkanal aufeinander bezogen sind.

⁶³ Vgl. Perrow: *Normale Katastrophen*, S. 139.

mit unerwarteten Interaktionen zwischen Teilkomponenten handelt, gilt für Staudämme das Gegenteil: Hier sind die Systemabläufe stark fixiert und es gibt nur wenige Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Bestandteilen. Allerdings versteht Perrow diese Zuordnungen als relativ und heuristisch. Die Beurteilung des Unfallsrisikos der Schifffahrt etwa hänge davon ab, ob man den Schiffsverkehr auf hoher See betrachte, wo zum System ›Schiff‹ allein der Funkverkehr, das Wetter und eventuell noch ein zweites Schiff gehöre, oder aber die Binnenschifffahrt, bei der das Befahren eines stark genutzten Kanals auch Böschungseffekte, Gezeitenströmungen, Schiffswracks, Steine unter Wasser, Brücken, Schlepper und andere Schiffe, eine dichte Funkfrequenz und Navigationslichter, die Lichter von Autoverkehr, Industrieanlagen und Türme etc. einzubeziehen hätte.⁶⁴ Besonders risikoreich sind jene Systeme, bei denen nicht nur eine enge Kopplung von Betriebsabläufen vorliegt, sondern auch eine hohe Komplexität mit Blick auf Dichte und Wechselwirkungen zwischen den Systemkomponenten: »Die wenigsten unerwarteten Interaktionen treten bei Staudämmen auf, die meisten bei Atomkraftwerken.«⁶⁵ Insbesondere die gefährlichsten Systeme (Atomwaffen, Kernkraftwerke, Gentechnologie) neigen zu katastrophischen Unfällen. Zwar finden derartige Systemunfälle nicht ständig statt, sie sind aber angesichts der genannten Eigenschaften dieser Systeme unausweichlich. Perrow leitet daraus seine Empfehlung ab, bestimmte Hochrisiko-Technologien (etwa Gentechnik) einzuschränken und andere sogar gänzlich aufzugeben (etwa Kernkraft) (vgl. Abb. 3.3).⁶⁶

Unfallrekonstruktion

Aus einer medienwissenschaftlichen Perspektive ist für den Zusammenhang von Unfall und Infrastruktur insbesondere die Temporalität des Unfalls relevant, die die Frage seiner Darstellbarkeit in den Mittelpunkt des Interesses rücken lässt. Denn erstens evoziert die spezifische Vorgängigkeit des Unfalls die Notwendigkeit seiner medialen Rekonstruktion und Repräsentation, und zweitens generiert der Unfall Antizipationen, Imaginationen und Simulationen zukünftiger Störungen, gegen die Sicherungssysteme in Stellung gebracht werden.

⁶⁴ Vgl. ebd., S. 137.

⁶⁵ Ebd., S. 138.

⁶⁶ Vgl. ebd., S. 408f. sowie Perrow: *The Next Catastrophe*.

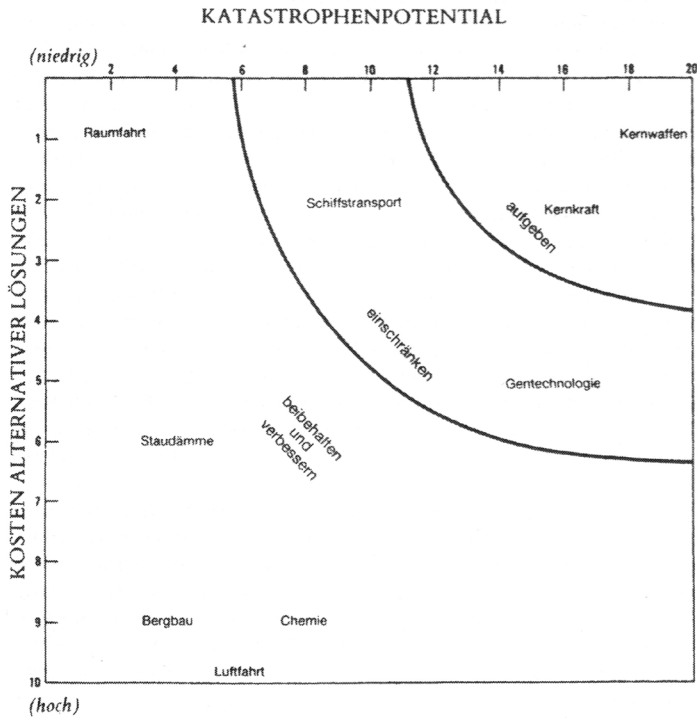


Abb. 3.3: Gefahrenpotenzial verschiedener Hochrisikotechnologien

Betrachtet man zunächst den ersten Aspekt, so zeigt sich, dass Medien in der Aufgabe der Vermittlung des Unfalls einen prominenten Platz erhalten: »Eine Wissensgeschichte des Unfalls ist nur als Mediengeschichte schreibbar, wie umgekehrt seine Mediengeschichte nur als Wissensgeschichte begreifbar ist.«⁶⁷ Denn Unfälle sind, wie Christian Kassung betont, »immer schon geschehen«; sie sind nur »*ex post*« zu erkennen, und zwar an den »unweigerlich vorhandenen Resten, der Zerstörung, dem Schrott oder dem Flammenmeer.«⁶⁸ Aufgrund dieser Konstellation generiert die nachträgliche Aufarbeitung des Unfalls ein umfangreiches Wissen, das seinerseits in Form etwa verbesserter Sicherheitstechniken re-implementiert wird. Wie Matthias Bickenbach am Beispiel des Automobilismus zeigt, ändert sich im ersten Drittel

⁶⁷ Kassung: »Einleitung«, S. 10. Entwickelt werden diese Überlegungen anhand der historischen Rekonstruktion konkreter Unfälle bzw. Unfalltypen, vgl. hierzu auch Kassung (Hg.): *Die Unordnung der Dinge*; Koch et al. (Hg.): *Störfälle*.

⁶⁸ Kassung: »Einleitung«, S. 9.

des 20. Jahrhunderts die Perspektive auf den Autounfall: Wird er zunächst als seltenes und außergewöhnliches Ereignis verstanden, das von außen zustößt, weicht dies zunehmend einer Perspektive, die den Unfall – ganz im Sinne Virilios – als zum Alltag des Straßenverkehrs gehörende Normalität fasst, an die man sich zunehmend gewöhnt.⁶⁹ Erst aus der Perspektive dieser Normalität heraus wird verstehbar, dass Automobile im Rahmen der Entwicklung aktiver Sicherheitstechniken zunehmend »als technische Dinge begriffen werden, die von ihrem Unfall her entworfen und kalkuliert sind.«⁷⁰ Die spezifische Vorgängigkeit des Unfalls verdeutlicht Bickenbach dabei unter Rekurs auf eine kanonische Unfalldarstellung der Literatur. Zu Beginn von Robert Musils Roman *Der Mann ohne Eigenschaften* heißt es über ein Unglück mit einem Lastwagen: »Schon einen Augenblick vorher war etwas aus der Reihe gesprungen [...]; etwas hatte sich gedreht [...], ein schwerer, jäh gebremster Lastwagen war es, wie sich jetzt zeigte.«⁷¹ Genau dieser »Augenblick vorher« muss, wie Bickenbach ausführt, als eigentliche Ursache des Unfalls gelten, die sich jeder Wahrnehmung entzieht, »weil sie schlichtweg immer vorausliegt.«⁷² Und deshalb gilt: »Das temporale Paradigma der Vorzeitigkeit, eines unhintergehbaren ›schon vorher‹ begründet die prinzipielle Nachträglichkeit aller Wahrnehmung und der Ursachenforschung.«⁷³

Wie Bickenbachs Verweis auf die zunehmende Normalisierung des Unfalls bereits andeutet, betrifft die Rekonstruktion und Repräsentation von Unfällen das Verhältnis von Regel und Abweichung, Störung und Normalfall. Dabei zeigt sich, dass die Schwierigkeit nicht nur in der Repräsentation des Unfalls besteht, sondern auch in der Darstellung eines als ›ordentlich‹ verstandenen Normalbetriebs. Um etwa auch die Pannen, Störungen und Beinahe-Unfälle des Routinebetriebs zu berücksichtigen, sei es notwendig, »den technischen Normalbetrieb zu exotisieren.«⁷⁴ Nur so könne die »normal abnormality« von Technologien in den Blick rücken:

⁶⁹ Vgl. Bickenbach: »Robert Musil und die neuen Gesetze des Autounfalls«, S. 96f. und 110.

⁷⁰ Ebd., S. 98.

⁷¹ Musil: *Der Mann ohne Eigenschaften I*, S. 10.

⁷² Bickenbach: »Robert Musil und die neuen Gesetze des Autounfalls«, S. 105.

⁷³ Ebd.

⁷⁴ Pothast: »Papier, Bleistift & Bildschirm«, S. 307. Zum Verhältnis von Pannen und sozialer Ordnung vgl. auch ders: *Die Bodenhaftung der Netzwerkgesellschaft*, Kap. 2.

Accidents and their subsequent inquiries are perhaps the only passing moment when outsiders may glimpse the routinely less orderly [...] world of technology and science. However, because it is seen this way only around accidents, the belief is consolidated that *normally* practices are more orderly.⁷⁵

Und nicht nur das – das Verhältnis von Normalität, Ordnung und Unfall ist paradoxer. So finden sich etwa auch »Regelverletzungen *im Dienste der Sache*«,⁷⁶ bei denen erst die bewusst in Kauf genommene Abweichung von der Regel das reibungslose Funktionieren von Systemen garantiert.⁷⁷ Für die Relation von Unfall und Normalbetrieb bedeutet das, dass es auf der einen Seite Unfälle ohne Regelverletzungen gibt, auf der anderen Seite aber einen »stabile[n] Normalbetrieb, der nur mit Hilfe von Regelverletzungen aufrecht erhalten werden kann.«⁷⁸

Vor diesem Hintergrund lassen Unfallrekonstruktionen auch deutlich werden, dass es sich um Formen des Zusammenwirkens von Komponenten und Prozessen handelt, bei denen gar nicht unbedingt ein ›Fehler‹ auszumachen ist. Einschlägig sind hierfür etwa die Analysen der beiden Space Shuttle-Unglücke 1996 und 2003. Bezüglich der Challenger-Katastrophe von 1986, bei der die Raumfähre 73 Sekunden nach dem Start aufgrund einer defekten Gummidichtung explodierte, stellen Harry Collins und Trevor J. Pinch heraus, dass das Unglück für die Öffentlichkeit deshalb einen so dramatischen Einschnitt darstellte, weil man das Shuttle sowie das US-Raumfahrtprogramm für relativ unfehlbar gehalten hatte.⁷⁹ Beim Unglück der Columbia dagegen, die 2003 beim Wiedereintritt in die Erdatmosphäre aufgrund einer defekten Kachel der Außenhaut verglühte, hatte bereits eine Gewöhnung stattgefunden: Trotz der Aussage der NASA, es handele sich um ein wiederverwendbares Raumfahrzeug, wurde das Shuttle als tatsächlich »furchtbar kompliziertes, noch immer nicht gänzlich verstandenes, dafür aber in

⁷⁵ Wynne: »Unruly Technology«, S. 150.

⁷⁶ Ortman: *Regel und Ausnahme*, S. 33.

⁷⁷ Es wird zu zeigen sein, dass dies auch der Logik des Workarounds entspricht (s. Kap. 4.2).

⁷⁸ Potthast: »Papier, Bleistift & Bildschirm«, S. 307. Potthast bezieht sich hier auf die Arbeit von Fluglotsen, die er als Umgang mit ständigen ›Beinahe-Katastrophen‹ versteht.

⁷⁹ Vgl. Collins/Pinch: »Auf den Start reduziert«, S. 153. Collins und Pinch orientieren sich in ihrer Darstellung eng an der umfassenden Analyse von Vaughan: *The Challenger Launch Decision*. Vgl. auch den Untersuchungsbericht der eingesetzten Kommission (Rogers Commission Report) vom Juni 1986: Report of the Presidential Commission on the Space Shuttle Challenger Accident, <https://history.nasa.gov/rogersrep/genindex.htm> (03.07.2021).

die Jahre gekommenes technologisches System« gesehen, das stets dem Risiko eines Unglücks ausgesetzt war.⁸⁰ In ihrer Rekonstruktion des Unfalls von 1986 machen Collins und Pinch deutlich, dass das in der Öffentlichkeit vorherrschende Bild der Challenger-Katastrophe, das von klar verteilten Rollen und entsprechenden Schuldzuweisungen ausging (gefühlskalte Manager auf der einen Seite, besorgte Ingenieure auf der anderen),⁸¹ ebenso wenig zutrifft wie die Position der NASA, die tatsächlich abtritt, das die niedrigen Temperaturen beim Start einen Einfluss auf die Elastizität der Gummidichtungen gehabt hätten.⁸² Vielmehr handelt es sich ihrer Meinung nach um eine ›normale‹ Verlaufsgestalt, die offensichtlich werden lässt, dass die gegebenen Konstellationen zum jeweiligen Zeitpunkt eben nicht als Sicherheitsrisiko eingeschätzt wurden bzw. werden konnten. Nicht nur war das Problem der Dichtungen zwischen den Segmenten der Triebwerke bekannt, angesichts der Kälte empfahlen die Ingenieure von Morton Thiokol, der Herstellerfirma der Feststoffraketen, eine Verschiebung des geplanten Starts. Bei den deshalb in den letzten 24 Stunden vor dem Start eilig angesetzten Telefonkonferenzen wurden die Bedenken der Thiokol-Ingenieure ausgiebig diskutiert, aber letztlich von den Managern der Firma aufgrund einer nicht ausreichenden Datenlage nicht bestätigt und der Start deshalb empfohlen.⁸³ Zwar spielte auch hinein, dass Thiokol einen wichtigen Kunden (die NASA) nicht verärgern wollte,⁸⁴ die finale Entscheidung entsprach Collins und Pinch zufolge aber einem üblichen Prozedere, mit den Unsicherheiten von Ingenieur-Wissen umzugehen:

Diejenigen, welche die schwierige Startentscheidung treffen mussten, befanden sich in einer allzu vertrauten Situation: Die Meinungen der Ingenieure widersprachen sich. Nur eine Seite würde Recht behalten. Deshalb überprüften sie alle Hinweise, und zwar auf Grundlage der höchstmöglichen technischen Standards und sprachen eine Empfehlung aus. Natürlich wissen wir heute, dass diese Entscheidung auf tragische Weise falsch gewesen war [sic]. Aber die nachträgliche Gewissheit hat nichts mit der damaligen technischen Realität zu tun. In einer überkomplexen Situation, in der man die nachträgliche Gewissheit nicht zu Rate ziehen kann, haben die Ingenieure schlicht ihr Bestmögliches geleistet.⁸⁵

⁸⁰ Collins/Pinch: »Auf den Start reduziert«, S. 153.

⁸¹ Vgl. ebd., S. 155f.

⁸² Vgl. ebd., S. 154.

⁸³ Vgl. ebd., S. 174–179.

⁸⁴ Vgl. ebd., S. 177.

⁸⁵ Ebd., S. 180.

Wie bei der Challenger wird auch beim Columbia-Unglück 2003 in der Rekonstruktion der Unglücksursache die Komplexität von Komponenten und Prozessen des Systems deutlich. Im Fall der Columbia ist der Auslöser erneut denkbar banal: Laut Ergebnis der sieben Monate dauernden und 20 Millionen Dollar teuren Untersuchung löste sich beim Start ein Stück der Schaumstoffisolierung des Außentanks, schlug auf den linken Flügel und beschädigte dabei eine Kachel (vgl. Abb. 3.4), so dass beim Wiedereintritt in die Erdatmosphäre heißes Plasma eintrat



Abb. 3.4: Columbia Space Shuttle in der Startvorrichtung. Die beiden Kreise markieren die Beschädigung am Außentank sowie am linken Flügel, die in der Folge zum Unglück beim Wiedereintritt führen.

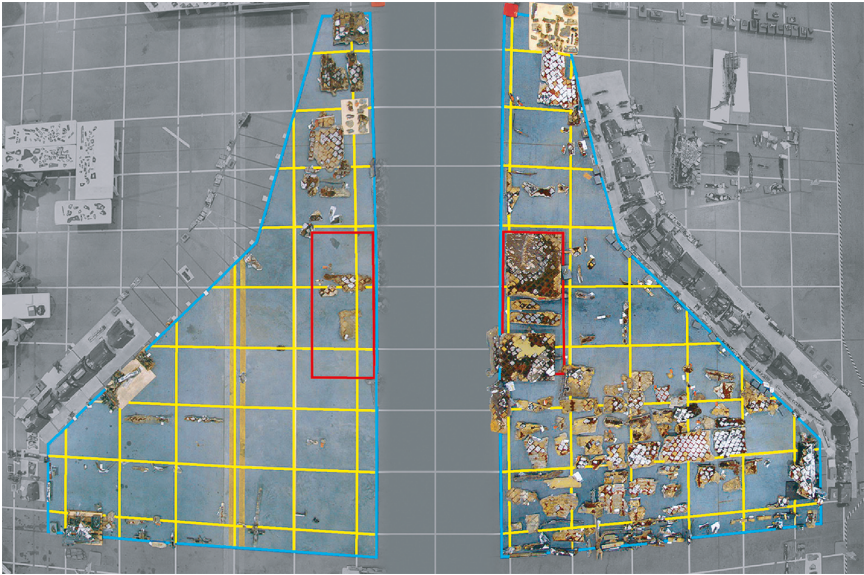


Abb. 3.5: Geborgene Trümmerteile, linker und rechter Flügel der Columbia

und die Raumfähre auseinanderbrechen ließ.⁸⁶ Die Rekonstruktion der Unfallursache erfolgte in einem aufwendigen Prozess, bei dem die Trümmer der Columbia in einem Hangar in Cape Canaveral minutiös wieder zusammengetragen wurden (vgl. Abb. 3.5). Latour zufolge lässt die Columbia-Katastrophe deutlich werden, dass das Space Shuttle »is just as much *in the sky as inside NASA*«, dass es sich also um eine Infrastruktur handelt, die nicht nur durch die Komplexität von Komponenten, sondern ebenso durch die organisationalen und institutionellen Prozesse der Raumfahrtbehörde bestimmt ist:

You thought the Columbia shuttle was an object ready to fly in the sky, and then suddenly, after the dramatic 2003 explosion, you realize that it needed NASA and its complex organizational body to fly safely in the sky [...]. The action of flying a technical object has been redistributed throughout a highly composite network where bureaucratic routines are just as important as equations and material resistance.⁸⁷

Unfälle und ihre nachträgliche Analyse bilden also ihrerseits Netzwerke. »Unfallrekonstruktion und Unfallrepräsentation« bilden ein »unendlich

⁸⁶ Ebd., S. 154. Vgl. auch den Bericht des eingesetzten Untersuchungsausschusses vom August 2003, Columbia Accident Investigation Board: *Report Volume I*.

⁸⁷ Latour: »Networks, Societies, Spheres«, S. 797.

verflochtenes Band«. ⁸⁸ Sie lassen alle jene Akteure sichtbar werden, die im geblackboxten Zustand unsichtbar sind. Ihre tatsächliche Widerständigkeit und Agency zeigen Gummiringe und Hitzekacheln sowie die beteiligten sozialen und diskursiven Akteure erst in der Nachträglichkeit der Unfallrekonstruktion. Dabei können derartige Unfallrepräsentationen ihrerseits zu Pannen und Unfällen ›zweiter Ordnung‹ führen, ⁸⁹ »wenn sich die medial vermittelte Repräsentation einer Panne [...] selbst als anfällig herausstellt.« ⁹⁰

Szenariotechnik und Störungsimagination

Neben der rekonstruktiven Perspektive ist ein zweiter Aspekt zu berücksichtigen, der ebenfalls die mediale Dimension des Unfalls betrifft. In diesem Fall geht es nicht um die Repräsentation der ›Vergangenheit‹ des Unfalls, sondern um die Zukunftsvorstellungen, die auf der Basis von Unfällen entworfen werden. Bezogen auf die dabei zum Einsatz kommenden Medientechniken werden im Folgenden zwei Verfahren der Erzeugung von Störungsszenarien heuristisch unterschieden: zum einen die Szenariotechnik im engeren Sinn, zum anderen Verfahren der Imagination im weiteren Sinn.

Wie Sven Optiz und Ute Tellmann argumentieren, erhält der Zukunftsbezug zu Beginn des 21. Jahrhunderts einen katastrophischen Index. ⁹¹ Einer solchen Zukunftsperspektive korrespondieren nun nicht mehr Prognosen auf der Basis von Wahrscheinlichkeiten, die Daten aus der Vergangenheit hochrechnen, sondern vielmehr Verfahren des *scenario planning*. ⁹² Die maßgeblich von Herman Kahn im Kalten Krieg entwickelte Szenariotechnik betrifft ursprünglich Überlebensstrategien angesichts atomarer Kriegsführung, deren Auswirkungen weder durch Experimente noch durch Erfahrung eingeholt werden können. ⁹³ Als Systemanalytiker und Militärstrategie der RAND Corporation geht es Kahn darum, das Udenkbare (den thermonuklearen Krieg) zu

⁸⁸ Collins/Pinch: »Auf den Start reduziert«, S. 180.

⁸⁹ Zur Unterscheidung von Fehlern erster und zweiter Ordnung vgl. Hirschhorn: *Beyond Mechanization*.

⁹⁰ Potthast: »Papier, Bleistift & Bildschirm«, S. 305.

⁹¹ Vgl. Optiz/Tellmann: »Katastrophale Szenarien«, S. 27.

⁹² Vgl. ebd., S. 28.

⁹³ Vgl. Kahn: *Thinking About the Unthinkable*.

denken,⁹⁴ »to consider alternative possible outcomes of certain real past and present crises«. ⁹⁵ Dabei zählt Kahn Szenarios zu einer Gruppe von ungewöhnlichen Hilfsmitteln (»unconventional aids«) – er nennt »abstract models, »scenarios«, war and peace games, historical examples, and even novels« –, um die Schwierigkeiten des Nachdenkens über noch nie dagewesene (»katastrophische«) Probleme der nationalen Sicherheit zu überwinden. ⁹⁶ Opitz und Tellmann verfolgen nun den Entwurf eines solchen »»katastrophischen Imaginären«« ⁹⁷ für die Bereiche Ökonomie und Recht. In der unternehmerischen Planung etwa dient es gleichzeitig der »Kontingenzproduktion *und* Kontingenzzähmung«, ⁹⁸ denn Szenarios machen katastrophische Umbrüche einerseits erwartbar, gleichzeitig aber hegen sie sie durch »Techniken der Visualisierung, der Typisierung von *Plot-Lines* und der Dramatisierung«, ⁹⁹ also durch mediale Verfahren, wieder ein; als »ausgewiesene Fiktionen« setzen sich Szenarios damit einerseits über Wahrscheinlichkeiten hinweg und klammern andererseits die Ungläubigkeit gegenüber solchen katastrophischen Entwürfen ein: ¹⁰⁰ »Sie öffnen gleichzeitig den Raum des Denkbaren und wenden dabei Techniken der Darstellung und Visualisierung an, die die Grenzen dieses Denkraumes eng stecken.« ¹⁰¹ Im Rechtskontext hatte schon das probabilistische Risikokzept die Temporalität des Rechts, d.h. seinen Vergangenheitsbezug und sein Setzen auf Erwartungssicherheit, irritiert; die Idee einer katastrophischen Zukunft verschärft dies und lässt die Szenariotechnik auch an der Schnittstelle von Recht und Politik begegnen, um methodisch vom Wahrscheinlichen zum bloß Möglichen übergehen zu können. ¹⁰² Entsprechend gilt die Sicherheitspolitik, wie US-Verteidigungsminister Donald Rumsfeld auf einer Pressekonferenz 2002 formuliert, nicht nur dem sicheren Wissen (*known knowns*) und

⁹⁴ Zur Kontextualisierung von Herman Kahn mit Blick auf die zeitgeschichtliche Situation des Kalten Krieges sowie die Arbeitsweise der RAND Corporation als Think Tank vgl. Pias: »»One-man Think Tank««; ders.: »Abschreckung denken«.

⁹⁵ Kahn: *Thinking About the Unthinkable*, S. 144.

⁹⁶ Ebd., S. 127.

⁹⁷ Opitz/Tellmann: »Katastrophale Szenarien«, S. 31. Sie beziehen sich hierbei auf Craig Calhouns Überlegungen zur Konstruktion von Notlagen im Sinne eines sozialen Imaginären, das Calhoun auch als »emergency imaginary« bezeichnet (C. Calhoun: »A World of Emergencies«, S. 376).

⁹⁸ Opitz/Tellmann: »Katastrophale Szenarien«, S. 33.

⁹⁹ Ebd., S. 34.

¹⁰⁰ Ebd.

¹⁰¹ Ebd., S. 35.

¹⁰² Vgl. ebd., S. 39.

bekannten Sicherheitslücken (*known unknowns*), sondern darüber hinaus auch Formen strukturellen Unwissens (*unknown unknowns*),¹⁰³ die insbesondere mit Blick auf Verhältnisse der Feindschaft strategisch Konzepte der *precaution*¹⁰⁴ und der *preemption*, der antizipatorischen Verteidigung,¹⁰⁵ fordern.

Der Bezug zwischen Szenariotechnik und Verfahren der Computersimulation wird dabei explizit hergestellt: »Was die Computersimulation für die Entwicklung der Wasserstoffbombe bedeutete, bedeutet das Szenario für das Denken möglicher Zukünfte im Zeichen nuklearer Bedrohung.«¹⁰⁶ Computersimulationen machen die »Bearbeitung, Berechnung und Beherrschung des Zukünftigen imaginierbar«, löschen allerdings gleichzeitig »Zukunft als Imaginationsraum im traditionellen Sinne« aus.¹⁰⁷ Sie sind auf alle dynamischen Systeme anwendbar, deren Komplexität oder Umfang sich »analytischen, empirischen oder experimentellen Methoden« entzieht.¹⁰⁸ Den Index des Zukünftigen tragen sie dabei auf mehreren Ebenen: Sie machen zukünftige Entwicklungen von Systemen berechenbar, ohne sich auf z.B. die statistische Extrapolation von Daten aus der Vergangenheit beziehen zu müssen; sie sind durch ein »fiktionales und zugleich narratives Element« gekennzeichnet, da sie selbst nur als Laufzeitmodelle funktionieren; sie implizieren stets eine Wechselwirkung mit der simulierten Realität, da z.B. sozioökonomische Systeme auf bestimmte Vorhersagen reagieren; und schließlich erzeugen Computersimulationen als Medientechniken Zukünfte, »die sie als ebensolche zugleich beschreiben und operationalisieren«, d.h. sie formatieren eine Weltauffassung, »die sich entsprechend ihrer Zukunftsorientiertheit (und medientechnischen Zukunftsorientierbarkeit) nunmehr als krisenhaft zu beschreiben weiß.«¹⁰⁹

Wie der Verweis auf US-Verteidigungsminister Donald Rumsfeld bereits andeutete, stehen Szenariotechnik und Computersimulation bzw. die durch sie operationalisierten Zukünfte im Dienst eines spezifischen Sicherheitsdenkens. Lars Koch et al. differenzieren verschiedene Typen

¹⁰³ Ebd., S. 40. Zu den sicherheitspolitischen Implikationen von Rumsfelds Unterscheidung vgl. auch Daase/Kessler: »Knowns and Unknowns in the ›War on Terror‹«.

¹⁰⁴ Vgl. Opitz/Tellmann: »Katastrophale Szenarien«, S. 42f.

¹⁰⁵ Vgl. ebd., S. 44.

¹⁰⁶ Pias: »›One-man Think Tank‹«, S. 13.

¹⁰⁷ Vehlken et al.: »Computersimulation«, S. 181.

¹⁰⁸ Ebd., S. 191.

¹⁰⁹ Ebd., S. 191f.

von Störungsimagination und Gefahrenabwehr, wobei sie der affektiven Dimension besondere Aufmerksamkeit schenken. In Erweiterung der von Rumsfeld genutzten Unterscheidung von *known knowns* (sicheres Wissen), *known unknowns* (bekannte Wissensdesiderate) und *unknown unknowns*¹¹⁰ (prinzipiell Unwissbares) problematisieren Koch et al. die Kategorie der *unknown knowns* (unsicheres Wissen) als das sicherheitspolitisch in einer Gesellschaft zirkulierende »implizite Wissen über die Instabilität der Normalität«.¹¹¹ Dieses Wissen speise sich zu einem großen Teil aus dem »Bild- und Narrationshaushalt« gegenwärtiger Katastrophenphantasien, den die Populärkultur in ihren verschiedenen medialen Formaten beständig aktualisiere.¹¹² In affektiver Hinsicht ist diese Art der Störungsimagination deshalb als »Konkretisierungsarbeit der Fiktion« zu verstehen, durch die eine diffuse Angst in eine konkrete Furcht umgewandelt werde.¹¹³ Gerade im Dispositiv der *precaution* korreliere die »Unübersichtlichkeit der Bedrohungslage [...] mit einer umso intensiveren Imaginationstätigkeit«.¹¹⁴ Imaginationen dienen dabei zum einen der Suche nach »bislang undenkbareren Störungen«; zum anderen aber betreffen sie eine Nivellierung der Differenz zwischen Realität und Fiktion zugunsten eines stetig entgrenzten »Gefahrensinns«, der durch immer neue Störungsszenarios eine umfassende »*preparedness*« herzustellen sucht.¹¹⁵

Die Relation von Wissen und Nicht-Wissen, die Störungsimaginationen bearbeiten, ist aber nicht allein unter sicherheitspolitischen Aspekten relevant, wie sie Koch et al. für *unknown knowns* untersuchen. Vielmehr steht damit auch eine spezifische Zeitstruktur des Vorhersehens zur Diskussion. Eva Horn zufolge ist für ein solches »Wissen unter der Bedingung des Nicht-Wissens«¹¹⁶ die Figur des »fiktiven Standpunkt[s] des Rückblicks« auf eine Zukunft zentral, die schon eingetreten sein wird, also sichtbar macht, was die »Folgen

¹¹⁰ Vgl. Koch et al.: »Imaginationen der Störung«, S. 7. Vgl. dazu auch die Differenzierung bei Bröckling: »Dispositive der Vorbeugung«, S. 102.

¹¹¹ Koch et al.: »Imaginationen der Störung«, S. 11. Demgegenüber verstehen Daase und Kessler die *unknowns knowns* weniger als implizites Wissen, sondern als das, was wir nicht wissen wollen bzw. ignorieren (vgl. Daase/Kessler: »Knowns and Unknowns in the ›War on Terror‹«, S. 412 und 428f.).

¹¹² Koch et al.: »Imaginationen der Störung«, S. 11.

¹¹³ Ebd., S. 12. Vgl. auch Koch (Hg.): *Angst*.

¹¹⁴ Koch et al.: »Imaginationen der Störung«, S. 13.

¹¹⁵ Ebd., S. 14; vgl. auch *Archiv für Mediengeschichte: Gefahrensinn*.

¹¹⁶ Horn: *Zukunft als Katastrophe*, S. 302.

einer Entscheidung oder die heimlichen, übersehenen Anzeichen einer kommenden Entwicklung *gewesen sind*.¹¹⁷ Im Anschluss an Ulrich Bröcklings drei Regime der Vorbeugung in der Moderne (Hygiene, Immunisierung, *precaution*)¹¹⁸ gilt es als Aufgabe der Prävention, (mindestens) zwei Zukünfte miteinander abzugleichen, eine mit und eine ohne Prävention.¹¹⁹ Medienwissenschaftlich ist hier bedeutsam, dass das Präventionsdenken auf Narrative angewiesen ist. Diese Narrative übersetzen eine *wenn-dann*-Konstellation in ein *vorher-nachher*-Gefüge, liefern also durch die Schilderung eines Ablaufs der Dinge, »wie er nicht geschehen soll«, eine »*Interpretation* der Gegenwart, die ein Mittel gegen diesen Verlauf anbietet.«¹²⁰ Damit generieren Unfälle also nicht nur ein berechenbares und insofern kalkulierbares Zukunftswissen,¹²¹ sondern ebenso ein bildlich-narratives Wissen über die Zukunft, das seinerseits den Anspruch erhebt, auf die Gegenwart einwirken zu können. Gegenüber dem früheren »*Risikomanagement*«¹²², das auf Basis mathematischer Kalküle Wahrscheinlichkeiten generieren will, kommen beim Regime der *precaution* somit »imaginative Techniken der Zukunftsantizipation wie das *Scenario planning*« zur Anwendung, die die Aufgabe haben, das Unwahrscheinliche vorstellbar zu machen.¹²³ Insofern sich die intensive Beschäftigung mit kommenden Katastrophen als »Symptom eines modernen Verhältnisses zur Zukunft« verstehen lässt, gilt für die verschiedenen Imaginationsformen der Katastrophe (fiktive Bilder, Narrative, Szenarien und Phantasien), dass sie »nicht nur Ausdruck dieses Zukunftsverhältnisses sind, sondern es bestimmen und formatieren.«¹²⁴ Insbesondere jene Formen, »wo die bloße Fortsetzung des Alltäglichen und Gewöhnlichen sich langsam zu einem katastrophischen Bruch aufaddieren könnte«, bei denen es sich also de facto um

¹¹⁷ Ebd., S. 298.

¹¹⁸ Vgl. Bröckling: »Dispositive der Vorbeugung«.

¹¹⁹ Vgl. Horn: *Zukunft als Katastrophe*, S. 303. Horn bezieht sich hier auf Fuchs: »Prävention«, S. 364.

¹²⁰ Horn: *Zukunft als Katastrophe*, S. 304.

¹²¹ Vgl. ebd., S. 300.

¹²² Bröckling: »Dispositive der Vorbeugung«, S. 98. Vgl. in diesem Zusammenhang auch Beck: *Weltrisikogesellschaft*.

¹²³ Bröckling: »Dispositive der Vorbeugung«, S. 104.

¹²⁴ Horn: *Zukunft als Katastrophe*, S. 21 und 22. Zur kulturellen Ver- und Bearbeitung von Katastrophen und Krisen vgl. auch Meiner/Veel (Hg.): *The Cultural Life of Catastrophes and Crises*; darin besonders Holm: »The Cultural Analysis of Disaster«.

eine »*Katastrophe ohne Ereignis*« handelt, fordern in genuiner Weise die Darstellung heraus.¹²⁵

Wie dieser Durchgang durch die verschiedenen Figurationen der Unterbrechung deutlich macht, handelt es sich bei Störung, Unfall und Katastrophe um verschiedene Formen der Destabilisierung von Infrastrukturen, die das ›reibunglose‹ Funktionieren von technischen Systemen irritieren, dadurch Einblick in die Heterogenität von Komponenten und Prozessen gewähren und auf dieser Basis Sicherheitsanpassungen möglich machen. Störungen sind also nicht allein destruktiv, sondern ermöglichen Komplexitätsaufbau und Veränderung. Jede Technologie erzeugt nicht nur ihren eigenen Unfall, Hochrisikosysteme machen Systemunfälle aufgrund ihrer hohen Komplexität und festen Abläufe unausweichlich, was durch die intersystemische Vernetzung von Infrastrukturen und deren Interdependenzen noch verstärkt wird. Insbesondere der vermeintliche Normalbetrieb ist in diesem Zusammenhang von Interesse, da er weit weniger geordnet verläuft, als dies bestimmte Vorstellungen des Verhältnisses von Unfall und Normalfall annehmen. Zugänglich wird der Unfall erst in der Rekonstruktion, d. h. durch seine mediale Repräsentation. Mit ihm einher gehen gleichzeitig Entwürfe potentieller Störungen und Katastrophen in der Zukunft, aus denen Folgerungen für die Gegenwart abgeleitet werden. Der Unfall ist also stets, was man aus ihm macht – erst seine jeweiligen Repräsentationen und Imaginationen machen ihn zu einem bearbeitbaren Wissen der Gegenwart.

3.2 Eisenbahnunfall, Rettungswesen und Staged Wrecks

Systematisch gesehen führen Unfälle also zu Komplexitätsaufbau. Im Folgenden soll dies anhand eines historischen Beispiels veranschaulicht werden, das die Entwicklung der Eisenbahninfrastruktur in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts betrifft. Ausgangspunkt der Überlegungen ist eine Attraktion der US-amerikanischen Vergnügungskultur, die auf State Fairs ab 1896 populär wurde: Bei den sogenannten *staged*

¹²⁵ Horn: *Zukunft als Katastrophe*, S. 19. Horn verweist hier auf Malcolm Gladwells Konzept des *tipping point*, jenes Moments, in dem eine kritische Masse erreicht ist, die einen vormals stabilen Zustand irreversibel ins Ungleichgewicht kippen lässt. Vgl. Gladwell: *The Tipping Point*.

wrecks handelte es sich um inszenierte Frontalzusammenstöße von zwei Dampflokomotiven.

Die Entwicklung der Verkehrsinfrastruktur im 19. Jahrhundert beruht nicht nur auf Innovationen im Bereich von Fahrzeugen und Antrieben (vor allem der Dampfkraft) sowie Kanälen und Schienen, sondern auch auf einer neuen Form des Managements von Großbetrieben, die zunächst bei Eisenbahngesellschaften entsteht und auf bürokratische Strukturen und Informationstechnologien zur internen Koordination sowie zur Kontrolle, Regulierung und Organisation des Verkehrs setzt.¹²⁶ Um diese komplexe Verflechtung und Interaktion verschiedener Elemente innerhalb einer gegebenen Infrastruktur zu verstehen, ist – wie in Kap. 2.3 dargestellt – eine prozessuale Perspektive notwendig, die es erlaubt, den fortwährenden Aushandlungsprozeduren sowie der Arbeit der Aufrechterhaltung dieser Systeme Rechnung zu tragen. Denn, und das ist die Prämisse der nachfolgenden Argumentation, die infrastrukturellen Verbesserungen von Verkehrssystemen wurden durch ein kontinuierliches Lernen aus Störungen erreicht. Das bedeutet, dass Verbesserungen nur dann stattfanden, wenn Unterbrechungen und technologische Fehlfunktionen, seien es kleine Defekte oder fatale Unfälle, beobachtet und insofern als sinnvolle Systemzustände betrachtet wurden.

Während des 19. Jahrhunderts war das Reisen mit der Eisenbahn in den Vereinigten Staaten und in Europa sowohl für Fahrgäste wie auch Bedienstete ein gefährliches und oft lebensbedrohliches Unterfangen. Zu einer gewohnheitsmäßigeren Nutzung der Eisenbahn kam es erst gegen Ende des Jahrhunderts, als die Eisenbahngesellschaften ein zunehmendes Interesse an Sicherheitsmaßnahmen zu entwickeln begannen, die den Transport besser organisieren und die Zahl tödlicher Unfälle verringern sollten. Vor diesem Hintergrund ist es um so interessanter, dass parallel zu dieser Entwicklung die Inszenierung von Zusammenstößen in der amerikanischen Unterhaltungskultur populär wurde. Die Kollisionsspektakel, so die These der nachfolgenden Überlegungen, sind dabei als Beweis für ein ›infrastrukturelles Lernen‹ zu betrachten. Mit anderen Worten: Nur weil bis Ende des 19. Jahrhunderts verschiedene ›Unfall-Lektionen‹ erteilt wurden, konnten auf der Basis der daraufhin verbesserten Sicherheitsbedingungen auch Unterhaltungsformate ge-

¹²⁶ Zur US-amerikanischen Entwicklung vgl. Chandler: *The Visible Hand*; Yates: *Control Through Communication*; Beniger: *The Control Revolution*.

schaffen werden, die ihrerseits Unfälle zur Schau stellten. Damit trugen Verkehrsinfrastrukturen jenseits traditioneller Massenmedien wie der Presse in zweifacher Hinsicht zur Bildung moderner (Massen-)Öffentlichkeiten bei: Zum einen übten sie neue Formen der Wahrnehmung ein, indem sie neue Arten ästhetischer Faszination etablierten und verbreiteten; zum anderen ermöglichten sie allen Gruppen der Gesellschaft Zugang zu diesen Ereignissen, einschließlich der weniger Gebildeten. Im Folgenden soll zunächst das Phänomen der *staged wrecks* beschrieben, anschließend der Zusammenhang zwischen Eisenbahnunfällen und der Entwicklung von Sicherheitsmaßnahmen dargestellt werden. Vor diesem Hintergrund wird abschließend der Versuch unternommen, das Auftauchen der Kollisionsspektakel zu erklären.

Crash at Crush

Am 15. September 1896 kam es in der Prärie vierzehn Meilen nördlich von Waco, der Bezirkshauptstadt von McLennan County im US-Bundesstaat Texas, zu einem Ereignis, das in der Folge als der »Crash at Crush« bekannt werden sollte.¹²⁷ Zwei Dampflokomotiven samt angehängter Güterwagons, die zur Gewichtssteigerung mit Eisenbahnschwellen beladen waren, stießen in einer arrangierten *head-on collision* zusammen. Geplant und überwacht wurde dieses von den Zeitgenoss:innen als spektakulär wahrgenommene Ereignis von William George Crush. Crush war bei der Missouri-Kansas-Texas Railroad¹²⁸ (kurz: Katy) für die Belange des Personenverkehrs verantwortlich und wollte mit dieser Maßnahme die prekäre Finanzsituation der Eisenbahngesellschaft aufbessern.¹²⁹ Die Idee war, Schaulustige anzulocken und zusätzliche Fahrkarten zu verkaufen. Zu diesem Zweck wurde die Kollision bereits Monate im Voraus angekündigt und die Fahrscheine von jedem Ort in

¹²⁷ Zu diesem Ereignis vgl. F.A. Schmidt: *Train Wrecks for Fun and Profit*, S. 7–10; Hamilton: »Crash at Crush«; ders.: »Train Crash at Crush«; Connally: *The Crash at Crush*; Moy: »Train Crash at Crush, 1896«; Norton: »Disaster Made to Order« sowie jüngst erschienen Cox: *Train Crash at Crush, Texas*.

¹²⁸ Aus der Abkürzung MK & T entwickelte sich der Spitzname »Katy« (K-T) für die Missouri-Kansas-Texas Railroad. Zur Geschichte der Katy vgl. Masterson: *The Katy Railroad and the Last Frontier*.

¹²⁹ Zur Geschichte der nordamerikanischen Eisenbahnen vgl. auch Vance: *The North American Railroad*; Middleton et al. (Hg.): *Encyclopedia of North American Railroads*.

Texas aus zu einem ermäßigten Tarif angeboten, während der Eintritt zu der Veranstaltung selbst kostenlos war.¹³⁰

Für das Ereignis, das einer der spektakulärsten »publicity stunts« des 19. Jahrhunderts werden sollte,¹³¹ wählte Crush ein flaches Tal mit einer Art natürlichem Amphitheater, das einen ungehinderten Blick auf die eigens für diesen Anlass angelegte sechseinhalb Kilometer lange Strecke bot, die neben der Hauptlinie Waco-Dallas verlief. Von 500 Arbeitern ließ Crush darüber hinaus eine komplette Versorgungsinfrastruktur für das Event errichten, die aus mehreren Tribünen bestand (»grandstand for ›honored guests‹, three speaker's stands, two telegraph offices, a stand for reporters, and a bandstand«), einem Restaurant, das man in einem Zirkuszelt der zu dieser Zeit berühmten Ringling Brothers unterbrachte, sowie einem Bereich mit »dozens of medicine shows, game booths, and lemonade and soft-drink stands«.¹³² Ferner wurden ein stabileres Holzgebäude, das als »small jail« für Hitzköpfe und Taschendiebe fungieren sollte,¹³³ sowie ein eigener Bahnhof errichtet – »with a platform 2,100 feet long« (also mit einer Länge von rund 640 Metern) – und ein Schild aufgestellt, das die Besucher darüber informierte, dass sie sich nun in Crush befanden.¹³⁴ Dies war umso wichtiger, als es den Ort »Crush« eigentlich nicht gab. Es handelte sich vielmehr um eine »veritable ›city for a day‹«.¹³⁵

Die »monster head-on collision«¹³⁶ wurde durch Bekanntmachungen und Rundschreiben in ganz Texas publik gemacht; Zeitungen berichteten täglich über den Fortgang der Vorbereitungen, und die beiden für den Zusammenstoß vorgesehenen ausgemusterten Lokomotiven – No. 999 leuchtend grün, No. 1001 knallrot gestrichen – wurden in den Monaten

¹³⁰ Höchstwahrscheinlich wurde Crush zu dem Spektakel durch eine Kollision inspiriert, die am 30. Mai 1896 in Buckeye Park bei Columbus (Ohio) stattgefunden hatte (vgl. Reisdorff: *The Man Who Wrecked 146 Locomotives*, S. 14).

¹³¹ Hamilton: »Crash at Crush«. Vgl. auch die ausführliche Darstellung ders.: »Train Crash at Crush«.

¹³² Hamilton: »Crash at Crush«. Die Kollisionsspektakel waren also in bekannte Elemente der Vergnügungskultur von Jahrmärkten eingebettet. So etwa sind die »medicine shows« populäre Verkaufsveranstaltungen umherreisender Händler, die Wundermittel (vor allem Schlangenöl) und andere Produkte im Rahmen von Unterhaltungsprogrammen vertrieben. Vgl. hierzu auch M. Calhoun: *Medicine Show*; A. Anderson: *Snake Oil, Hustlers and Hambones*.

¹³³ F.A. Schmidt: *Train Wrecks for Fun and Profit*, S. 8; vgl. auch A. Masterson: *The Katy Railroad and the Last Frontier*, S. 266.

¹³⁴ Hamilton: »Crash at Crush«.

¹³⁵ Masterson: *The Katy Railroad and the Last Frontier*, S. 266.

¹³⁶ Hamilton: »Train Crash at Crush«, S. 63.



Abb. 3.6: Präsentation der Lokomotiven in Crush

vor dem Crash überall in Texas gezeigt. Die Idee ging auf: Die Eisenbahngesellschaft wurde mit Ticketanfragen überschwemmt, und am 15. September reisten ab dem Morgengrauen in dreiunddreißig Sonderzügen 30.000 bis 40.000 Zuschauer zu der Veranstaltung an. »No such crowd has ever been seen in Texas«, berichtete die Tageszeitung *Dallas Morning News*, »representing every class and every grade of society«. ¹³⁷ Gegen vier Uhr nachmittags wurden die beiden Züge der Zuschauermenge zunächst im Sinne eines ›shaking hands‹ präsentiert (vgl. Abb. 3.6): »They [die beiden Lokomotiven, G.S.] stopped at the planned point of impact with their cowcatchers almost touching and saluted each other.« ¹³⁸ Nachdem sie danach jeweils an ihren Ausgangspunkt auf einem niedrigen Hügel an entgegengesetzten Enden der Strecke zurückgekehrt waren, wurden die Lokomotiven gegen 17 Uhr in Bewegung gesetzt, wobei genau festgelegt war, mit wieviel Dampf gefahren werden sollte, damit die Züge tatsächlich mittig vor der Zuschauertribüne aufeinandertrafen (vgl. Abb. 3.7). Als dies geschah, fuhr jede der beiden Dampflokomo-

¹³⁷ Anonymus: »Is Over at Last«, S. 1.

¹³⁸ F. A. Schmidt: *Train Wrecks for Fun and Profit*, S. 8.

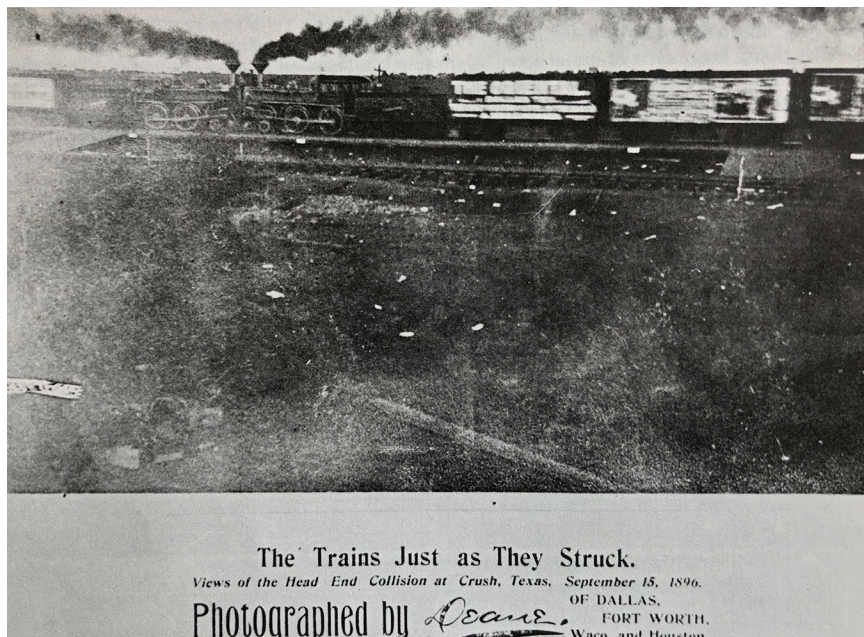


Abb. 3.7: Unmittelbar vor dem Zusammenstoß

tiven mit einer Geschwindigkeit von ungefähr 70 km/h pro Stunde. Aus Zuschauerperspektive entwickelte sich das Geschehen dabei mit großer Spannung, wie die *Dallas Morning News* am darauffolgenden Tag dramatisiert berichtete:

The rumble of the two trains, faint and far off at first, but growing nearer and more distinct with each fleeting second, was like the gathering force of a cyclone. Nearer and nearer they came, the whistles of each blowing repeatedly and the torpedoes which had been placed on the track exploding in almost a continuous round like the rattle of musketry. Every eye was strained and every nerve on edge. They rolled down at a frightful rate of speed to within a quarter of a mile of each other. Nearer and nearer as they approached the fatal meeting place the rumbling increased, the roaring grew louder and hundreds who had come miles to see found their hearts growing faint within them and were compelled to turn away from the awful spectacle. Now they were within ten feet of each other, the bright red and green paint on the engines and the gaudy advertisements on the cars showing clear and distinct in the glaring sun. A crash, a sound of timbers rent and torn, and then a shower of splinters.¹³⁹

¹³⁹ Anonymus: »Is Over at Last«, S. 1.

Mit der zunehmenden Nutzung der Dampfkraft war es im 19. Jahrhundert eine zu Recht verbreitete Angst, dass es zu Kesselexplosionen kommen könnte, die häufig katastrophale Auswirkungen hatten.¹⁴⁰ 1858 etwa kam es auf dem Mississippi-Raddampfer *Pennsylvania* aus ungeklärter Ursache zu einem Kesselzerknall, und 250 Menschen starben; beim Untergang des Raddampfers *Sultana* im Jahr 1865, der ebenfalls von Kesselexplosionen verursacht wurde, verloren sogar 1.700 Menschen ihr Leben.¹⁴¹ Deshalb trafen die für die Schau-Kollision in Texas Verantwortlichen im Vorfeld entsprechende Vorkehrungen, um eine solche Explosion unter allen Umständen zu vermeiden; zudem galten die Kessel als stabil genug, um den geplanten Aufprall auszuhalten. Allerdings wäre der »Crash at Crush« nicht so sprichwörtlich geworden, wenn aus der planvoll herbeigeführten Kollision nicht doch ein »echter« Unfall geworden wäre: Die Kessel beider Lokomotiven explodierten gleichzeitig. Durch die Wucht der Kollision und die daraus resultierende Explosion wurden große Trümmerstücke über hundert Meter weit geschleudert und stürzten auf die Zuschauer (vgl. Abb. 3.8). Jarvis C. Deane, der von der Eisenbahngesellschaft mit der fotografischen Berichtserstattung des Ereignisses beauftragt worden war,¹⁴² verlor ein Auge durch fliegende Metallsplitter: »[T]he air was filled with flying missiles of iron and steel varying in size from a postage stamp to half of a driving wheel, falling indiscriminately on the just and the unjust, the rich and the poor, the great and the small.«¹⁴³ Obwohl drei Menschen getötet und viele andere schwer verletzt wurden, blieb der Tenor der Berichterstattung positiv: »How so many escaped is indeed little short of miraculous.«¹⁴⁴ Auch wenn man die Auswirkungen der »crush collision« und das von den Menschen durchlebte Grauen thematisierte, wurde die Kollision selbst gleichwohl als »howling success« gewertet.¹⁴⁵

¹⁴⁰ Vgl. hierzu etwa Hewison: *Locomotive Boiler Explosions*; McEwen: *Historic Steam Boiler Explosions*.

¹⁴¹ Zur Rekonstruktion dieses Schiffsunglücks vgl. Potter: *The Sultana Tragedy*.

¹⁴² Deane nutzte – unterstützt von zwei Assistenten – drei Kameras, die auf einer erhöhten Plattform in der Nähe der potentiellen Kollisionsszene aufgestellt waren, um eine möglichst rasche Folge von Bildern des Geschehens anfertigen zu können; vgl. F.A. Schmidt: *Train Wrecks for Fun and Profit*, S. 8.

¹⁴³ Anonymus: »Is Over at Last«, S. 1.

¹⁴⁴ Ebd.

¹⁴⁵ Anonymus: »Crush Collision«, S. 1.

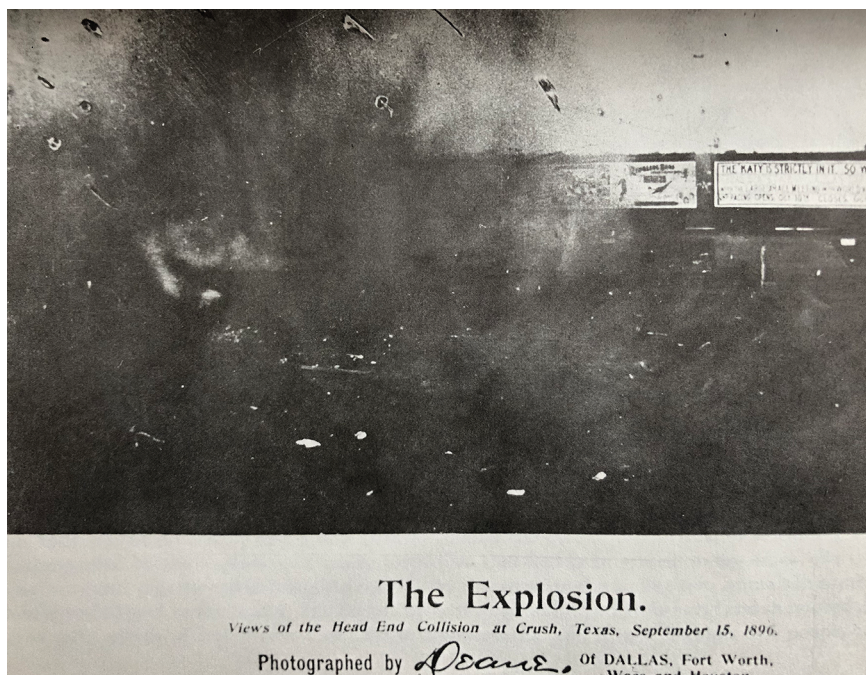


Abb. 3.8: Der Moment der Kollision

Was als gefahrloses Spektakel gedacht gewesen war, endete damit ähnlich desaströs wie die zahllosen Eisenbahnunglücke im Verlauf des 19. Jahrhunderts. Allerdings war dies nicht die ganze Geschichte. Denn aufgrund der ausbleibenden gesellschaftlichen Empörung wurde der noch am Abend des 15. September entlassene Crush bereits am darauffolgenden Tag wieder eingestellt. Darüber hinaus waren arrangierte *head-on collisions* eine äußerst beliebte Attraktion bei State Fairs überall in den USA. Allein 1896 fanden insgesamt fünf solcher Kollisionen statt:¹⁴⁶ am 30. Mai in der Nähe von Columbus (Ohio), am 6. September auf dem Iowa State Fair in Des Moines (Iowa), am 15. September – wie beschrieben – in Crush (Texas), am 18. September auf dem Sioux State Fair in Sioux City (Iowa) und am 30. September außerhalb von Denver (Colorado) im Rahmen einer Spendenaktion für die Demokraten. Kapital geschlagen wurde dabei nicht nur aus direkten Wiederholungsformaten, sondern auch aus Spin-off-Produkten in anderen Medien (vgl. Abb. 3.9 und 3.10):

¹⁴⁶ Vgl. dazu Reisdorff: *The Man Who Wrecked 146 Locomotives*, S. 20.

Dedicated to M. K. & T. Ry.

GREAT

CRASH COLLISION

MARCH By **Scott Joplin.**

Author of
"Harmony Club Waltz." "Combination" March.

Price 40 cents

Published by John R. Fuller
Agent, Robt. Smith
Temple, Tex.
Copyright 1896 by John R. Fuller

Abb. 3.9: Musikalische Bearbeitung von Scott Joplin

The noise of the trains while running at the rate of sixty miles per hour, Whistling for the crossing,

Noise of the trains Whistle before the collision The collision

ff *ff* *ff*

Abb. 3.10: Partiturausschnitt, Moment der Kollision

The Texas crash also demonstrated the ease with which mass culture products could create spin-off commodities in other media. Scott Joplin wrote a march, »Great Crush Collision,« to capitalize on the fame already in circulation, and an Edison film, *The Railroad Smash-Up*, was directly inspired by the Texas spectacle.¹⁴⁷

Wie Crush organisierte auch Joseph S. Connolly seine erste Kollision 1896. Mit einem Crash am 6. September auf dem Iowa State Fair in Des Moines begann seine außergewöhnliche Karriere als »train wrecker«: Im Verlauf der kommenden 36 Jahre inszenierte Connolly insgesamt 73 solcher *staged wrecks*, was ihm im ganzen Land den Beinamen »Head-On Joe« einbrachte.¹⁴⁸ Allerdings kam es bei den Kollisionen, die Connolly bis 1932 in Szene setzte, zu keinen weiteren Personenschäden. Nichtsdestotrotz ging immer wieder etwas schief; so wurde die Kollision von den Zuschauern teilweise nicht als »echter Crash« wahrgenommen, weil es zu keiner Explosion kam und damit der »thrill of possible danger« fehlte, wie die *Los Angeles Times* über einen von Connolly 1906 inszenierten Zusammenstoß berichtete.¹⁴⁹ Zu den Gründen, warum manche Kollisionen bei den Zuschauern keinen Eindruck hinterließen, gehörte auch, dass die Lokomotiven nicht genug Geschwindigkeit und damit Wucht entwickelten, um heftig genug zu kollidieren, wie etwa auf dem Minnesota State Fair 1920; manchmal lag es aber auch schlicht daran, dass das Timing nicht stimmte. Als der Minnesota State Fair 1921 eine Kollision ohne Connolly inszenierte, explodierte das zusätzlich angebrachte Dynamit, das die Explosion verstärken sollte, erst, nachdem die Lokomotiven bereits zusammengestoßen waren;¹⁵⁰ teilweise erfolgten die Zusammenstöße aber auch nicht mittig vor der Tribüne, so dass die Zuschauer vom eigentlichen Crash

¹⁴⁷ Bentley: *Frantic Panoramas*, S. 3. Der noch 1896 entstandene *Great Crush Collision March* des für seine Ragtime-Musik bekannten Scott Joplin setzt dabei auch den Moment der Kollision musikalisch um. Vgl. Ames: »Scott Joplin's »Great Crush Collision March« and the Memorialization of a Marketing Spectacle«. Ein Theaterstück von Jo Morello aus dem Jahr 2008, das sich ebenfalls auf die historische Situation in Crush 1896 bezieht, lässt wiederum Initiator William Crush, den Fotografen Jarvis Deane und Scott Joplin miteinander interagieren. Vgl. Morello: *The Crash at Crush. Full-length play with music*. Vgl. hierzu auch die Angaben auf Morellos Website, *The Crash at Crush*, <http://jomorello.com/crush-info.pdf> (10.07.2021).

¹⁴⁸ Reisdorff: *The Man Who Wrecked 146 Locomotives*, S. 23. Zur Geschichte des »train wrecking« und spezifisch von Joseph Connolly vgl. ferner F.A. Schmidt: *Train Wrecks for Fun and Profit*. Eine Auflistung der von Connolly durchgeführten Kollisionen findet sich bei Reisdorff: *The Man Who Wrecked 146 Locomotives*, S. 43.

¹⁴⁹ Zitiert nach Reisdorff: *The Man Who Wrecked 146 Locomotives*, S. 28.

¹⁵⁰ Marling: *Blue Ribbon*, S. 119.

nichts sahen. Trotz dieser technischen Pannen waren *staged wrecks* ein profitables und hoch kompetitives Geschäft, das Zehntausende anzog; Connolly behauptete sogar, 1911 hätten 162.000 Zuschauer die von ihm inszenierte Kollision in Brighton Beach bei New York gesehen.¹⁵¹ Connolly war allerdings nicht der einzige, der seinen Lebensunterhalt mit Frontalzusammenstößen verdiente. Er versuchte deshalb, ein Copyright auf *staged wrecks* zu beanspruchen, was ihn in mehrere Gerichtsverfahren verwickelte.¹⁵²

Obwohl der Iowa State Fair und der Minnesota State Fair 1932 bzw. 1933 *staged wrecks* als Höhepunkte ihrer neu etablierten »Thrill Day[s]« anboten, hatte das öffentliche Interesse an »locomotive smash[es]« bis Anfang der 1930er Jahre deutlich nachgelassen.¹⁵³ Gründe dafür waren die starke Konkurrenz durch inszenierte Autozusammenstöße¹⁵⁴ sowie die Weltwirtschaftskrise, die kapitalintensive Spektakel wie die Kollision von Dampflokomotiven für die Fairs, aber auch die Eisenbahngesellschaften zunehmend schwieriger machten.¹⁵⁵

Der Eisenbahnunfall im 19. Jahrhundert

Wie der »Crash at Crush« also unbeabsichtigt zeigte, unterhielt die Durchführung von Kollisionsspektakeln eine gefährliche Nähe zu realen Unfällen. Darin spiegelte sich die Situation der frühen Eisenbahngeschichte, in der Störungen und Unfälle an der Tagesordnung waren. Anfang des 20. Jahrhunderts führte dies zu dem bizarren Effekt, dass Tageszeitungen innerhalb derselben Ausgabe sowohl über *staged wrecks* wie auch über »echte« Unfälle berichteten, wobei die beigegebenen Narrationen und Fotografien große Nähen aufwiesen.¹⁵⁶

¹⁵¹ Vgl. Connolly: »I wrecked 146 locomotives«, S. 43. Connolly inszenierte auf diesem Gelände dreimal einen Crash – 1906, 1907 und 1907 (vgl. F.A. Schmidt: *Train Wrecks for Fun and Profit*, S. 31).

¹⁵² Vgl. Reisdorff: *The Man Who Wrecked 146 Locomotives*, S. 26f.

¹⁵³ Marling: *Blue Ribbon*, S. 119; vgl. auch Reisdorff: *The Man Who Wrecked 146 Locomotives*, S. 36.

¹⁵⁴ Vgl. hierzu Vardi: »Auto Thrill Shows and Destruction Derbies, 1922–1965«.

¹⁵⁵ Vgl. Reisdorff: *The Man Who Wrecked 146 Locomotives*, S. 37; F.A. Schmidt: *Train Wrecks for Fun and Profit*, S. 42.

¹⁵⁶ Reisdorff verweist etwa auf eine Ausgabe des *Des Moines Register* vom August 1922, die sowohl über eine von Connolly inszenierte Kollision berichtet wie über einen zurückliegenden Zusammenstoß von zwei Personenzügen in der Nähe von Cincinnati: »The means that had led to such human suffering at Cincinnati had, less than a month later, been viewed as entertainment at Des Moines.« (Zitiert nach Reisdorff: *The Man Who Wrecked 146 Locomotives*, S. 31)

Wie oben dargestellt, sind Unfälle und Störungen aus infrastruktureller Perspektive interessant, da sie sich systemanalytisch verstehen lassen und das Spezifische der jeweiligen Technologie in den Vordergrund rücken: Durch die Unterbrechung selbstverständlicher Abläufe lassen sie erstens die Heterogenität der beteiligten menschlichen und nicht-menschlichen Akteure offensichtlich werden. Zweitens ermöglichen sie systemisches Lernen, indem die Rekonstruktion von Unfällen infrastrukturelles Wissen generiert, das in Form von Variation und Adaptation re-implementiert werden kann.

Vor diesem Hintergrund stellt sich zunächst die Frage, welche Art von Unfall die Technologie der Eisenbahn hervorbringt. Im Gegensatz zum Schiffbruch gilt der Eisenbahnunfall als der erste Unfall der Moderne, insofern er aufs Engste mit der Industrialisierung und der Technik der Dampfkraft verbunden ist.¹⁵⁷ Während aber in der Automobilgeschichte »der Unfall von Anfang an den Automobilismus mitbestimmt und das Auto selbst (in)formiert«,¹⁵⁸ gilt dies für den Eisenbahnunfall nicht in gleichem Maße: »So sehr die Eisenbahn [...] paradigmatisch für die Geschichte von Technik und Industrie des 19. Jahrhunderts ist, so wenig hat der Eisenbahnunfall in dieser Geschichte seinen Platz gefunden.«¹⁵⁹ In Anbetracht der Sachlage ist dies erstaunlich. Wie Esther Fischer-Homberger zeigt, waren die Zeitgenossen vom Unglück von Versailles im Jahr 1842, dem ersten schweren Eisenbahnunfall in Europa, völlig traumatisiert. Ein vollbesetzter Zug entgleiste auf der Strecke Paris-Versailles, nachdem die führende Lokomotive in der Höhe von Meudon einen Achsbruch erlitten hatte und Feuer fing (vgl. die ikononisch gewordene Darstellung von Provost, Abb. 3.11).¹⁶⁰ Die allgemeine Erschütterung angesichts des Vorfalles wird mit Zeiten der Cholera, Aufständen und Krieg verglichen.¹⁶¹ Zeitungen berichteten von abgetrennten Gliedmaßen, Szenen völliger Hilflosigkeit angesichts von Verunglückten, die nicht gerettet werden

¹⁵⁷ Vgl. hierzu Schivelbusch: *Geschichte der Eisenbahnreise*, S. 118f.

¹⁵⁸ Bickenbach/Stolzke: *Die Geschwindigkeitsfabrik*, S. 16. Zur kulturellen Dimension des Autounfalls vgl. ferner Vidal: *Death and Desire in Car Crash Culture*; Lieb: *Crash*; Brotzman (Hg.): *Car Crash Culture*.

¹⁵⁹ Fischer-Homberger: »Der Eisenbahnunfall von 1842 auf der Paris-Versailles-Linie«, S. 49.

¹⁶⁰ Vgl. ebd., S. 54–62.

¹⁶¹ Vgl. *Österreichischer Beobachter* vom 20. Mai 1842, S. 549. Die Überlegungen stammen aus einem Bericht aus Paris vom 11. Mai 1842, den der *Österreichische Beobachter* hier ausführlich zitiert.



Abb. 3.11: Eisenbahnunfall von Versailles, 1842

konnten (unter anderem, da man die Wagen verschlossen hatte, damit die Reisenden während der Fahrt nicht hinausstürzen konnten) und bis zur Unkenntlichkeit verbrannten.¹⁶² Denn im Gegensatz zu Schiffs- oder Bergwerksunglücken ereigneten sich Eisenbahnunfälle stärker im Licht der Öffentlichkeit; sie affizierten deshalb »ordinary business of work and leisure«¹⁶³ und ließen diese Ereignisse nicht nur als Agenten individueller traumatischer Erfahrungen wirken, sondern auch als »collective trauma«.¹⁶⁴

Auch wenn die Berichte wie im Fall des Unglücks von Versailles zwischen Fama und Faktum schwankten, waren Unfälle – hauptsächlich Entgleisungen, Frontalzusammenstöße sowie »rear-end crashes«¹⁶⁵ – in der frühen Eisenbahngeschichte häufig und hatten in der Regel schwer-

¹⁶² Vgl. *Münchener Politische Zeitung* vom 15. Mai 1842, S. 619; *Augsburger Postzeitung* vom 16. Mai 1842, S. 780f.

¹⁶³ Harrington: »The Railway Accident«, S. 34.

¹⁶⁴ Ebd. Zur Diskussion um die psychologischen Effekte von Eisenbahnunfällen und insbesondere die neurotische Störung der »railway spine« vgl. neben den Ausführungen Harringtons, die den britischen Kontext betreffen, auch Fischer-Homberger: »Railway Spine und traumatische Neurose«; Schivelbusch: *Geschichte der Eisenbahnreise*, S. 121–141; für die USA vgl. Caplan: »Trains and Trauma in the American Gilded Age«. Zum Zusammenhang von Traumata und Unfallversicherung vgl. Schäffner: »Das Trauma der Versicherung«.

¹⁶⁵ Shaw: »Railroad Accidents and Passenger Safety«, S. 32.



Abb. 3.12: Brückeneinsturz bei Chatsworth mit 82 Toten, 1887

wiegende Folgen.¹⁶⁶ Das lag an einspurigen Streckenführungen, die in den USA die Regel waren und Frontalzusammenstöße fast unvermeidlich machten, am Fehlen von Signalsystemen und sicheren Übergängen, schlechten Gleisbetten und Brückenkonstruktionen (vgl. Abb. 3.12), aber auch am fahrlässigen Verhalten von Reisenden und schlecht ausgebildetem Personal.¹⁶⁷ Darüber hinaus wurde Instandhaltungsfragen wenig Beachtung geschenkt, weshalb etwa die Gleise im Winter vom Frost hochgehoben wurden und im Frühjahr oft bis zur Oberkante der Schienen unter Schlamm begraben waren.¹⁶⁸ Insbesondere die Koordination des Betriebsablaufs machte große Probleme, weshalb James

¹⁶⁶ Zum US-amerikanischen Kontext vgl. Reed: *Train Wrecks*; Aldrich: *Death Rode the Rails*; Shaw et al.: *A History of Train Wrecks*; zu Großbritannien vgl. L.T.C. Rolt: *Red for Danger*; zu Deutschland Püschel: *Historische Eisenbahn-Katastrophen*; zu Europa Preuß: *Eisenbahnunfälle in Europa*; vgl. weltweit Semmens: *Katastrophen auf Schienen*.

¹⁶⁷ Vgl. hierzu Aldrich: *Death Rode the Rails*, S. 18–22.

¹⁶⁸ Reed: *Train Wrecks*, S. 17.

E. Beniger von einer »control crisis in transportation« spricht.¹⁶⁹ Auf längeren und frequentierten Strecken wie etwa der zwischen Worcester und Albany mussten mehrere »daily ›meets« absolviert werden, um die aus entgegengesetzten Richtungen kommenden Züge einander passieren zu lassen.¹⁷⁰ Sofern die Eisenbahngesellschaft also mehr als einen Zug pro Tag und Richtung fahren lassen wollte, stand sie vor einem grundlegenden »scheduling problem«.¹⁷¹ Darüber hinaus traten durch den Ausbau des Eisenbahnnetzes solche Koordinationsprobleme nicht nur für einzelne Strecken, sondern auch in der Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Eisenbahngesellschaften auf. Die Einführung der Telegraphie verbesserte diese Situation bis 1850 zwar deutlich, verschob das Problem aber gleichzeitig auch: »[T]he control crisis of the railroads shifted from safety to efficiency in keeping track of trains, cars, and personnel in increasingly large, complex, and busy systems.«¹⁷² Robert C. Reed betont, dass sich in den 1830er und 1840er Jahren in den USA vergleichsweise wenig *schwere* Eisenbahnunfälle ereigneten, da nicht nur die gefahrenen Geschwindigkeiten geringer, sondern auch die Strecken kürzer und weniger frequentiert waren.¹⁷³ Ab 1853 hingegen kam es häufiger zu schweren Unglücken mit vielen Toten, die Reed zufolge an der »cheap construction« der US-amerikanischen Eisenbahnen lagen.¹⁷⁴ Forciert durch die staatliche »land grant policy, which gave railroads land and loans only as mileage was completed«¹⁷⁵ wurden Kurven zu eng, Brücken nur aus Holz und Gleisbetten zu wenig befestigt gebaut, so dass sich bei gleichzeitiger Zunahme von Geschwindigkeit, Verkehrsdichte, Strecken- und Zuglängen ab den 1850er Jahren das Unfallrisiko deutlich erhöhte. Die Fahrgastsicherheit war dabei nur ein Faktor unter anderen, der im Ermessen der Eisenbahngesellschaften stand:

[S]afety is a *commodity* to be measured and purchased in competition with other benefits, so that, in the final analysis, injury, death, and damage arising from accidents are no more than monetary costs which will eventually be absorbed into the financial statements, along with all the other expenses.¹⁷⁶

¹⁶⁹ Beniger: *The Control Revolution*, S. 221.

¹⁷⁰ Ebd.

¹⁷¹ Salsbury: *The State, the Investor, and the Railroad*, S. 183, zitiert nach Beniger: *The Control Revolution*, S. 223.

¹⁷² Beniger: *The Control Revolution*, S. 226.

¹⁷³ Vgl. Reed: *Train Wrecks*, S. 9.

¹⁷⁴ Ebd., S. 17.

¹⁷⁵ Ebd.

¹⁷⁶ Shaw: »Railroad Accidents and Passenger Safety«, S. 22f.

Table 1.1. Causes of Death on British and American Railroads, 1850–1852 (rates per hundred million train miles)

Cause	New York,* 1850–1852				Great Britain, 1852			
	Employee	Passenger	Other**	Total	Employee	Passenger	Other**	Total
Collision	23	26	0	49	12	0	0	12
Derailment	47	23	0	70	13	10	0	23
Run over**	53	0	406	459	91	0	86	177
Jump off/on	35	73	6	114	20	16	0	36
Fall from train	96	35	0	131	51	8	0	59
Other	67	20	3	90	28	0	0	28
Total	321	177	415	913	215	34	86	335

Abb. 3.13: Unfallstatistik um 1850, USA und Großbritannien

Im Gegensatz zu den US-amerikanischen Eisenbahnen wurde dem Eisenbahnbau in Großbritannien ein hohes Qualitätsbewusstsein bescheinigt; nicht nur wurden Strecken zweigleisig angelegt, auch wurden Brücken und Tunnel aus Stein errichtet sowie Kurven und Steigungen minimiert.¹⁷⁷ Entsprechend zeigen Statistiken für das 19. Jahrhundert, dass »American railroads were consistently more dangerous than British carriers to passengers and to workers and ›others‹ as well.«¹⁷⁸ Betrachtet man die Unfallursachen in New York und Großbritannien für die Jahre 1850–1852 (vgl. Abb. 3.13), zeigt sich nicht nur die bereits angesprochene größere Unfallhäufigkeit in den USA, sondern auch eine vergleichsweise hohe Zahl von Todesopfern in der Kategorie »run over«, die auch nicht direkt bei Zugunglücken ums Leben gekommene Personen einschließt (etwa an Bahnübergängen).¹⁷⁹ Im vorliegenden Zusammenhang lässt sich dies als Ausdruck der Tatsache verstehen, dass die Eisenbahn als »gefährliche Technologie« noch nicht in den Alltag der Bevölkerung eingebettet ist.¹⁸⁰ Die Differenz zwischen den USA und Großbritannien führt Mark Aldrich dabei auf den geringeren Einsatz von Kapital und Arbeitskraft bei den nordamerikanischen Betreibern zurück; er betont aber darüber hinaus auch Differenzen in

¹⁷⁷ Vgl. Reed: *Train Wrecks*, S. 18.

¹⁷⁸ Aldrich: *Death Rode the Rails*, S. 17f. Vgl. hierzu auch die Graphiken bei Aldrich, S. 17 und 18 sowie die zugehörigen Tabellen in Appendix 1, S. 309–320.

¹⁷⁹ Vgl. die Erläuterung bei Aldrich: *Death Rode the Rails*, S. 19.

¹⁸⁰ Erst Anfang des 20. Jahrhunderts nahm die Kampagne »Safety First« just jene »kleinen Unfälle« mit auf die Agenda, die allein 1910 in den USA 3.383 Arbeiter töteten, von denen nur 608 bei Kollisionen oder Entgleisungen starben: »As usual the rest were killed while coupling cars, or connecting air brakes, or working on track« (Aldrich: *Death Rode the Rails*, S. 189).

der Organisationsstruktur, die den einzelnen Arbeitern in den USA ein höheres Maß an Autonomie gewährte: »Not only trainmen, but also station agents, track walkers, signal maintainers, and others were for a long period their own bosses.«¹⁸¹

Auch in den USA wurden Unfälle als instruktiv angesehen: »[I]n fact accidents were the main way early railroaders learned about risks.«¹⁸² Gleichwohl blieb die Entwicklung des Zusammenhangs von Unfall und Sicherheit in den USA hinter den europäischen Bemühungen zurück.¹⁸³ Noch 1913 konstatiert der österreichische Eisenbahningenieur Ludwig von Stockert in seiner Studie *Eisenbahnunfälle* die gegenüber Europa deutlichen Defizite der nordamerikanischen Eisenbahnen: »Die hohe Stufe der Entwicklung im Bau der Betriebsmittel und die Rückständigkeit in der gesicherten Durchführung des Verkehrs stehen dort in einem bemerkenswerten Gegensatz.«¹⁸⁴ Zurückgeführt wird dies bei von Stockert auf die privatwirtschaftlich gewinnorientierte Organisation der US-amerikanischen Eisenbahnen, der es an behördlicher Aufsicht mangle.¹⁸⁵ Aus diesem Grund scheint es sinnvoll, bei der Frage nach dem Zusammenhang von Unfall und Sicherheit im Folgenden stärker die europäischen Ansätze in den Blick zu nehmen, da sie den epistemologischen Wandel aufzeigen, der sich in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts vollzog. Die Maßnahmen zur Entwicklung der Eisenbahnsicherheit, die mehr oder weniger direkt aus den Unfällen zu lernen versuchten, betrafen vor allem zwei Aspekte: erstens die Vermeidung von Unfällen durch die Verbesserung von Fahrzeugen, Gleisen, Brückenkonstruktionen und Vorschriften und zweitens die Etablierung von Sicherheits- und Rettungsmaßnahmen für das Eisenbahnpersonal, Fahrgäste und weitere Personen.¹⁸⁶ Mit Blick auf die Unfallvermeidung unterscheidet von Stockert zwischen offenen Gefahren, die auf menschlichem Versagen und Fehlverhalten beruhen, und versteckten Gefahren, die die physikalisch-technischen Eigenschaften von Gleisen,

¹⁸¹ Ebd., S. 16.

¹⁸² Ebd., S. 22. Ähnlich auch Reutter: »Learning from Wrecks«, S. 71: »A lasting consequence of train wrecks has been the invention of a better railroad.«

¹⁸³ Für die US-amerikanische Entwicklung vgl. Aldrich: *Death Rode the Rails*; zur Entwicklung der Arbeitssicherheit vgl. ferner ders.: *Safety First*.

¹⁸⁴ Stockert: *Eisenbahnunfälle*, S. 57.

¹⁸⁵ Vgl. ebd., S. 56f.

¹⁸⁶ Auch veränderte juristische Rahmenbedingungen, insbesondere bezogen auf den Zusammenhang von Fahrlässigkeit und Haftung, wirken an dieser sicherheitsorientierten Umstrukturierung von Verkehrssystemen im 19. Jahrhundert mit. Zur Reflexion dieses Zusammenhangs in Recht und Literatur vgl. Goodman: *Shifting the Blame*.

Fahrzeugen usw. betreffen.¹⁸⁷ Darüber hinaus analysiert er verschiedene Unfallarten (Zusammenstoß, Entgleisung, Brand, Explosion, »Abstürzen vom Zuge«, Überfall) im Sinne einer Verschränkung von menschlichen und nicht-menschlichen Faktoren.¹⁸⁸

Neben solchen Überlegungen zur Unfallvermeidung, die mit Statistiken unterlegt sind,¹⁸⁹ finden sich zunehmend auch Maßnahmen, um die Folgen von Eisenbahnunfällen zu mindern. Aufschlussreich ist hier Victor von Rölls *Enzyklopädie des Eisenbahnwesens*, die deutlich macht, dass Unfälle nicht mehr für vermeidbar gehalten wurden, sondern dass man sie erwartete und einkalkulierte:

Wenn es auch gelingt, die Sicherheit des Eisenbahnbetriebes immer weiter zu heben, so muß doch bei der fortschreitenden Erweiterung des Schienennetzes, der zunehmenden Dichtigkeit des Zugverkehrs und der Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit mit dem Vorkommen von Unfällen auch fernerhin gerechnet werden.¹⁹⁰

Um nun in dieser Weise mit Unfällen zu »rechnen«, war zunächst eine Kenntnis ihrer genauen Folgen nötig. Der Eintrag »Rettungswesen« in Rölls *Enzyklopädie* von 1917 skizziert minutiös die möglichen Arten von Verletzungen und lässt darin die Monstrosität des Unfalls mit der Eisenbahn deutlich werden: Zunächst waren da die vergleichsweise kleinen Verletzungen, wie etwa »Quetschungen« an Fingern und Händen durch das Einklemmen in Fenstern und den schweren Türflügeln sowie solche, die durch herabfallende Gepäckstücke verursacht wurden, dann gab es »Schnittwunden durch Fenster und Lampenglassplitter« sowie »Zerrungen der Sprung- und Kniegelenke durch Abgleiten vom Trittbrett oder unvorsichtiges Abspringen«; ferner schwerwiegendere Schädigungen etwa durch das »Überfahrenwerden«, Zusammenstöße und Entgleisungen, die zu »ausgedehnte[n] Zerreißen und Zermalmungen ganzer Körperabschnitte« führten, sowie schwere Verbrennungen bei Reisenden wie Lokomotivpersonal »durch heißen Dampf« und Wagentrümmer.¹⁹¹

¹⁸⁷ Vgl. Stockert: *Eisenbahnunfälle*, S. 14f.

¹⁸⁸ Ebd., S. 30f.

¹⁸⁹ So etwa konstatiert G. Bode 1908: »Die Statistik über die im Eisenbahnbetriebe entstandenen Unfälle zeigt, wohl für alle Länder, die erfreuliche Tatsache, daß der Prozentsatz an Verunglückungen von Eisenbahnbediensteten oder Reisenden stetig sinkt.« (Bode: »Eisenbahnrettungswesen«, S. 382)

¹⁹⁰ Breusing: [Art.] »Hilfszug«, S. 194.

¹⁹¹ Eiselsberg/Rosmanith: [Art.] »Rettungswesen«, S. 199.



Abb. 3.14: Großer Rettungskasten, 1908

Laut den beiden Verfassern dieses Eintrags, dem Direktor der Chirurgischen Universitätsklinik in Wien mit besonderem Interesse für Notfallmedizin, Anton von Eiselsberg, und dem Chefarzt der Wiener Südbahn, von Rosmanith, sollte das Rettungswesen neben der unmittelbaren Hilfeleistung vor allem vier Typen »vorsorgende[r] Tätigkeit«¹⁹² umfassen, um derartige Unfälle zu verhindern bzw. ihre Folgen zu reduzieren: erstens Maßnahmen der »Unfallverhütung«,¹⁹³ also die Instandhaltung der Strecke, Verhaltensvorschriften für das Personal im Sinne der Arbeitssicherheit (insbesondere ein absolutes Alkoholverbot) sowie allgemeine Vorsichtsmaßnahmen für Reisende, Bedienstete und dritte Personen im Sinne der öffentlichen Gesundheitspflege (»Eisenbahnhygiene«);¹⁹⁴ zweitens die Bereitstellung von Hilfsmaßnahmen und Gerätschaften, insbesondere »Rettungskästen« (Erste-Hilfe-Koffer) (vgl. Abb. 3.14), Rettungswagen (mit Operationsmöglichkeit), Rettungszimmer (Krankenstationen in den Bahnhöfen) sowie sogenannter Hilfszüge;¹⁹⁵ drittens die Ausbildung und Schulung eigener Rettungskräfte;¹⁹⁶ und

¹⁹² Ebd., S. 205.

¹⁹³ Ebd., S. 205f. Vgl. dazu auch Bode: [Art.] »Unfallverhütung«.

¹⁹⁴ Vgl. dazu Schwecten: [Art.] »Eisenbahnhygiene«; Braehmer: *Eisenbahnhygiene*.

¹⁹⁵ Vgl. Eiselsberg/Rosmanith: [Art.] »Rettungswesen«, S. 206–209.

¹⁹⁶ Vgl. ebd., S. 210.

viertens die periodische Unterweisung des Eisenbahnpersonals in Erster Hilfe.¹⁹⁷ Um den Erfolg der letztgenannten Maßnahme sicherzustellen, sollte die Teilnahme freiwillig sein, der Unterricht während der Dienstzeiten erfolgen, »anregend und abwechslungsreich« gestaltet sein und entsprechende »Lehrbehelfe (Wandtafeln, Übungskästen, Puppen zu Verbandübungen u.s.w.)« einbeziehen.¹⁹⁸

Die Darstellung des frühen Rettungswesens zeigt damit bereits deutlich die infrastrukturelle Vernetzung von Personen, Praktiken und Gerätschaften. Dies galt insbesondere für die genannten Hilfszüge, die das dringliche Problem zu lösen hatten, wie Helfende und Ausrüstung überhaupt an den Unglücksort gelangen sollten. Die Antwort war so einfach wie offensichtlich: Auch die Rettungsdienste mussten die Eisenbahn nutzen, und zwar in Form zusätzlich eingesetzter Züge.¹⁹⁹ Man rekurrierte dabei auf militärische Erfahrungen mit dem Transport verwundeter Soldaten in Sanitätszügen²⁰⁰ sowie auf Erkenntnisse aus der Notfallbehandlung im Krankenhaus.²⁰¹ Ein Hilfszug gehörte dabei zur Gruppe der Sonderzüge,²⁰² die bei einem Unfall an die Unglücksstelle entsendet wurden. Er bestand in der Regel aus drei Komponenten: einem »Arztwagen« zur medizinischen Versorgung von Verletzten (vgl. Abb. 3.15), in dem gegebenenfalls auch operiert werden konnte und in dem sich acht bis zehn Betten zur provisorischen Unterbringung befanden, einem »Gerätewagen«, der Werkzeuge und Ausrüstung für Aufräum- und Reparaturarbeiten mitführte, aber auch die Verpflegung für die Arbeiter bereitstellte, sowie einem »Mannschaftswagen«; im Bedarfsfall konnten weitere Wagen angehängt werden, etwa Beleuchtungswagen, Kranwagen etc.²⁰³ Ferner wurde ein »tragbarer Fernsprecher« mitgeführt, um die Verständigung mit der nächstgelegenen Station von der Unfallstelle aus zu gewährleisten.²⁰⁴ Bei den preußischen Staatsbahnen wurden

¹⁹⁷ Vgl. ebd.

¹⁹⁸ Ebd.

¹⁹⁹ Vgl. Breusing: [Art.] »Hilfszug«.

²⁰⁰ Vgl. Morache: *Des Trains sanitaires*; Peltzer: *Die deutschen Sanitätszüge und der Dienst als Etappenarzt im Kriege gegen Frankreich*; Otis: *A Report on a Plan for Transporting Wounded Soldiers by Railway in Time of War*.

²⁰¹ Vgl. Ahnefeld/Brandt: »Die historischen Fundamente der Notfallmedizin«; Seifrin/Weidinger: »History of Emergency Medicine in Germany«.

²⁰² Vgl. Breusing: [Art.] »Sonderzug«.

²⁰³ Vgl. Breusing: [Art.] »Hilfszug«, S. 195. Zur genauen Ausstattung sowie der Raumaufteilung der speziellen Wagen innerhalb eines Hilfszugs vgl. auch die Ausführungen bei Bode: »Eisenbahnrettungswesen«, S. 389–403.

²⁰⁴ Breusing: [Art.] »Hilfszug«, S. 195.

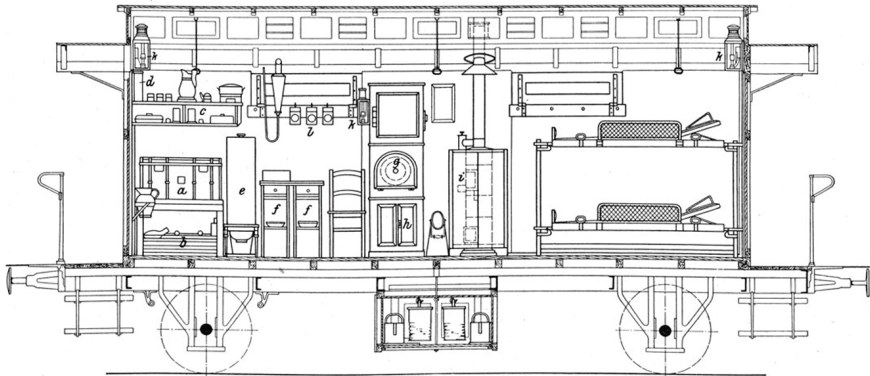


Abb. 8. Österreichischer Arztwagen.

a Rettungskasten, b Leibschüssel, Urinflaschen, c Trinkgläser, Wasserflaschen, d Irrigator, e Schlenensack, f Verbandstischen, g Waschtollette, h Wäscheschrank, i Füllöfen, k Feste Öllampen, l Handlaternen.

Abb. 3.15: Arztwagen, 1908

solche Hilfszüge an etwa 90 Stationen bereitgestellt und hatten jeweils einen »Streckenbezirk von 400 km Ausdehnung« abzudecken.²⁰⁵ Ebenso regelten »Vorschriften für das Meldeverfahren und den Nachrichtendienst sowie für die Verwendung der Hilfszüge und Hilfsgerätewagen bei Unfällen, Betriebsstörungen und außergewöhnlichen Ereignissen« bei den preußischen und sächsischen Staatsbahnen, dass die Hilfszüge im Falle eines Unglücks tagsüber innerhalb von 30 Minuten und bei Nacht innerhalb von 45 Minuten nach Eingang der telegraphischen Anforderung abzufahren hatten. Während man Ärzte, Beamte und Arbeiter per Bote oder Fernsprecher herbeirief, die Lokomotive heranschaffte, den Zug selbst zusammenstellte und auf das Abfahrgleis brachte, wurde in der Station der Fahrplan für die Sonderfahrt vorbereitet und den Stationen auf dem Weg zur Unfallstelle telegraphisch mitgeteilt.²⁰⁶ Diese Anweisungen und die komplexe infrastrukturelle Verflechtung von Personen, Ausrüstung und Vorschriften machen deutlich, wie wichtig es war, Maßnahmen zur Bewältigung von Notfallsituationen zu entwickeln.

Spektakularisierung

Angesichts des Unfallrisikos in der frühen Eisenbahngeschichte und der unternommenen Anstrengungen, Unglücke zu verhindern und zu bewältigen, stellt sich die Frage, wie sich die beschriebenen US-

²⁰⁵ Ebd.

²⁰⁶ Vgl. ebd., S. 196.

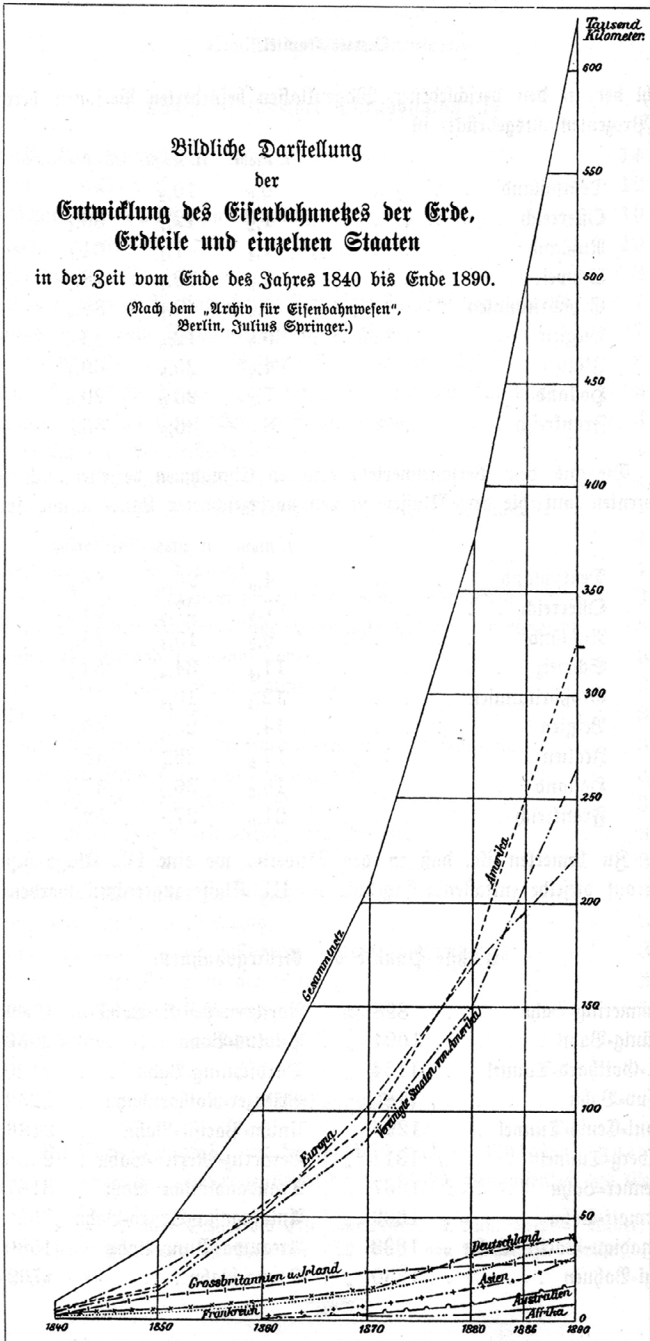


Fig. 158.

Abb. 3.16: Wachstum des internationalen Eisenbahnnetzes 1840–1890

amerikanischen Kollisionsspektakel vor diesem Hintergrund verstehen lassen. Im Folgenden sollen drei Aspekte beleuchtet werden: der Bezug zur Vergnügungskultur in den Vereinigten Staaten, der Zusammenhang von Inszenierung und Unfall sowie die Art der Faszination, die solche Veranstaltungen ausübten.

Spektakel wie die inszenierten Frontalzusammenstöße sind ein vergleichsweise spätes Phänomen der Eisenbahngeschichte des 19. Jahrhunderts. Bereits Ende der 1820er Jahre wurde in Nordamerika mit dem Bau von Eisenbahnen begonnen (1869 eröffnete die erste transkontinentale Eisenbahn), und auch in Kontinentaleuropa setzte der Eisenbahnbau in den 1830er Jahren ein, so dass nach 1850 das weltweite Eisenbahnnetz rapide wuchs (vgl. Abb. 3.16). Erst diese zunehmende Verbreitung und Nutzung der Eisenbahn, so die These, schuf die Voraussetzung dafür, dass Ende des 19. Jahrhunderts in den USA arrangierte *head-on collisions* stattfinden konnten. Die Inszenierung von derartigen Crashes als öffentlichen Spektakeln kann als Effekt der fortschreitenden Popularisierung der Eisenbahn sowohl als wichtiges Verkehrsmittel wie auch als Massenmedium interpretiert werden: Denn die Eisenbahn veränderte durch ihre im Verhältnis zu älteren Transportmitteln wie der Postkutsche oder dem Schiff höhere Geschwindigkeit die geographisch etablierten Verhältnisse von Nähe bzw. Ferne, was die Zeitgenossen als »Vernichtung von Raum und Zeit«²⁰⁷ erlebten, und begünstigte das Entstehen eines »*panoramatischen* Blick[s]«, mit dem die Reisenden nun aus dem Abteilfenster die vorbeiziehende Landschaft wahrnahmen.²⁰⁸ Die Eisenbahn bot damit neue kulturelle Wahrnehmungsmöglichkeiten, schuf neuartige geographische Erreichbarkeiten und versammelte auf diese Weise Massen von Akteur:innen und Zuschauer:innen, die einander weitgehend unbekannt waren. Das Phänomen der Kollisionsspektakel hing auch mit dem Aufkommen neuer Formen der Unterhaltung zusammen, wie Nancy Bentley in ihrer Studie zur Geschichte der US-amerikanischen Massenkultur argumentiert:

But what exactly was the spectacle of a train wreck if not culture? Authorities could not count a railway crash as a species of art, but they knew a rival when they saw one. »The Crash at Crush« was an intensified sensory

²⁰⁷ Schivelbusch: *Geschichte der Eisenbahnreise*, S. 35. David Harvey greift dies als »time-space compression« auf (Harvey: *The Condition of Modernity*, S. 240).

²⁰⁸ Schivelbusch: *Geschichte der Eisenbahnreise*, S. 59.

event that had been deliberately set outside the quotidian realities of everyday life. It excited and moved an audience gathered expressly to see it. To stage the event, Crush had borrowed and developed protocols necessary for constructing a distinct kind of visual and aural experience, protocols that would be cultivated further through the formal resources of film.²⁰⁹

Die inszenierten Kollisionen griffen damit zum einen Traditionen des Jahrmarkts und der Weltausstellungen auf,²¹⁰ indem sie die Eisenbahn nutzten, um die Mengen interessierter Zuschauer:innen zu transportieren, und durch die Vorführung von Attraktionen (bei den Welt- und Industrieausstellungen: u. a. technische Neuerungen) neue Publika schufen. Zum anderen evozierten diese Spektakel die Beziehung zwischen Eisenbahn und frühem Kino als einem *cinema of attractions*, indem sie Vision und Bewegung verbanden:²¹¹ Insbesondere Zug- und Auto-Crashes waren bereits früh ein beliebtes filmisches Sujet;²¹² sie brachten »the mediated experience of observing a high-speed collision to an even larger mass audience, while offering a proximity to the crash that was closer than any eyewitness in Texas or Ohio.«²¹³ Mit anderen Worten: Durch die Inszenierung von derartigen Kollisionen »infrastrukturierten« die Organisatoren einen hinsichtlich Organisationsform, Zeitrahmen und geographischer Reichweite spezifischen, neuen Publikumstypus.

Ein zweiter wichtiger Aspekt hinsichtlich der Kollisionsspektakel und speziell des »Crash at Crush« betrifft die Tatsache, dass sie Todesfälle keineswegs in Kauf nahmen. Dass in Crush tatsächlich Menschen zu Tode kamen, war de facto ein Unfall. Daraus lässt sich ableiten, dass die Durchführung von Kollisionsspektakeln eine umfassende Kenntnis der entsprechenden Verkehrsinfrastruktur (hier der Eisenbahn, später: von Automobilen) voraussetzte, die es den Organisatoren ermöglichte, diese Events ohne Kollateralschäden zu veranstalten. Wie aus den zeitgenössischen Berichten zu entnehmen ist, hatten etwa die Loks und Züge in Crush zwei Tage vor der Veranstaltung einen Probelauf absolviert,²¹⁴ und zwei Stunden vor dem Event versuchte Crush unterstützt von 200

²⁰⁹ Bentley: *Frantic Panoramas*, S. 2.

²¹⁰ Vgl. hierzu L. Ashby: *With Amusement for All*; Szabo: *Rausch und Rummel*; Geppert: »Die normative Kraft des Flüchtigen«.

²¹¹ Vgl. Gunning: »The Cinema of Attraction«; Kirby: *Parallel Tracks*.

²¹² Nancy Bentley verweist hier auf Thomas Edisons Film *The Railroad-Smashup* (1904) sowie Cecil M. Hepworths *How it Feels to be Run Over* (1900) (vgl. Bentley: *Frantic Panoramas*, S. 1).

²¹³ Ebd.

²¹⁴ Vgl. Anonymus: »They Are All Ready«, S. 5.

Constables, die aufgeregte Menge, die sich zu nah an der Strecke und damit jenseits der so bezeichneten »dead line« befand, wieder an einen sicheren Ort zurückzudrängen, wobei er unter anderem androhte, die Kollision nicht stattfinden zu lassen.²¹⁵ Nach dem Unglück wurde in den *Dallas Morning News* nach möglichen Lehren aus dem Ereignis gefragt und dabei auf das Erfahrungswissen der Eisenbahner verwiesen:

Some of the railroad men present were convinced of one thing, and that is that no power on earth can prevent horrible things when two trains running forty-five miles an hour come together, and that hereafter, if there ever should be any more affairs of this kind, the spectators ought to be at least one mile from the scene, and if photographs are taken the work should be done through a telescope or a field glass.²¹⁶

Entsprechend wird Joseph Connolly nicht nur für seine Crash Shows bekannt, sondern auch für die akribische Vorbereitung seiner Veranstaltungen:²¹⁷ »He made safety the primary consideration in all of his shows and it certainly paid off because there was never a serious injury at any of the many collisions in which he was involved.«²¹⁸ Die Eisenbahn-Schaukollisionen nahmen einen Trend auf, der sich ab 1880 mit anderen Disaster-Shows in Vergnügungsparks etabliert hatte,²¹⁹ und operierten auf der Basis eines spezifischen Verhältnisses von beabsichtigtem Crash und realem Verkehrsunfall: »[T]he staged spectacle turned the routine but unpredictable incident into a foreseeable event«.²²⁰ Da der Verkehrsunfall dem geplanten Crash chronologisch vorausgehe, so Itai Vardi, lasse sich letzterer nur im Verhältnis zu ersterem verstehen: »The ›accidental‹ crash is one of the main reference points of the ›deliberate‹ one.«²²¹ Das heißt aber nichts anderes, als dass die Organisation von *staged wrecks* konkret auf den Lehren basierte, die man aus realen Unfällen gezogen hatte, wie auch die Spektakel selbst zu neuen Erkenntnissen hinsichtlich von Sicherheitsmaßnahmen bei Massenveranstaltungen führten.

Ein letzter Aspekt betrifft die Frage, wie sich die öffentliche Faszination erklären lässt, die mit den Kollisionsspektakeln einherging. Zum

²¹⁵ Anonymus: »Is Over at Last«, S. 1.

²¹⁶ Anonymus: »Crush Collision«, S. 1.

²¹⁷ Vgl. Reisdorff: *The Man Who Wrecked 146 Locomotives*, S. 23.

²¹⁸ F.A. Schmidt: *Train Wrecks for Fun and Profit*, S. 15.

²¹⁹ Vardi: »Auto Thrill Shows and Destruction Derbies, 1922–1965«, S. 22; vgl. auch Dennett/Warnke: »Disaster Spectacles at the Turn of the Century«; Kasson: *Amusing the Million*.

²²⁰ Vardi: »Auto Thrill Shows and Destruction Derbies, 1922–1965«, S. 31.

²²¹ Ebd., S. 32.

einen wird in der Forschung auf eine spezifische Form der Sensationslust und des Gaffens verwiesen, die im Gefolge der Industrialisierung entstanden sei und einen Konnex zwischen freier Zeit, Langeweile und der Suche nach Thrill im Sinne einer Unterhaltungsform geschaffen habe.²²² Dabei waren die US-amerikanischen Fairs Gelegenheiten, an denen sich »the technological sublime« von Maschinen in seiner Ambivalenz erleben ließ: »Americans treated machinery with reverence and awe, and their power was exhibited at fairs to astonished and amazed crowds.«²²³ In dem Maß, wie bestimmte Technologien die Fähigkeit verloren, in dieser Weise zu beeindrucken, »showmen and daredevils took huge risks with these machines – or even destroyed them outright – thereby reviving the fairgoers' ambivalent feelings toward machinery.«²²⁴ Damit verbunden vermutet man eine karthatische Wirkung des Thrills, zwei eiserne Ungeheuer aufeinander losgehen zu sehen: »There must have been some sort of catharsis as the crowd gathered to watch the terrific smash-up of these locomotives from the safe distance of a grand stand – a bit like witnessing *Macbeth* from the first gallery.«²²⁵ Zum anderen werden die Schau-Kollisionen auch als eine Form des Luddismus verstanden, der mit der Zerstörung von Eisenbahnlokomotiven als Symbol der Moderne auf die Wiederherstellung einer Art vorindustrieller Ordnung ziele.²²⁶ Die inszenierten Crashes wurden daher auch als »duel to the death« beworben, wie es eine Annonce in der *Omaha Daily News* zeigt, die sich auf ein von Connolly 1915 organisiertes Event bezieht (vgl. Abb. 3.17). Dies ließ sich natürlich auf den Zusammenstoß der beiden Maschinen beziehen, aber auch auf einen tödlichen Kampf zwischen Mensch und Maschine. Belege für eine solche Lesart liefern Fotografien, die nach solchen inszenierten Kollisionen aufgenommen wurden (vgl. Abb. 3.18). Häufig zeigen diese Abbildungen, wie Personen auf den zerstörten Lokomotiven Posen einnahmen, die an Szenen nach der Jagd erinnern, die den Jäger mit dem von ihm erlegten Tier präsentieren. Eine solche Interpretati-

²²² Reisdorff: *The Man Who Wrecked 146 Locomotives*, S. 9. Vgl. hierzu auch Emily Godbays Ausführungen zum frühen Sensationstourismus bei realen Unglücken, Godbey: »Disaster Tourism and the Melodrama of Authenticity«. Zur Faszination des Crash vgl. auch Arthurs/Grant (Hg.): *Crash Cultures*.

²²³ Godbey: »Speed and Destruction at the Fair«, S. 39.

²²⁴ Ebd.

²²⁵ Reed: *Train Wrecks*, S. 60.

²²⁶ Vgl. Marling: *Blue Ribbon*, S. 119.

Gates Open at 12--**THE GREATEST SPECTACULAR EXHIBITION EVER STAGED IN OMAHA**--Program 2 P.M. Promptly 4

LABOR DAY Omaha Auto **MONDAY** AFTER-NOON **SEPTEMBER 6** SPEEDWAY

GENUINE HEAD-ON RAILROAD COLLISION

We Dash Together at 60 Miles an Hour Two 80-Ton Giant Engines With Tenders Attached.

Admission Including Grand Stand **\$1.00** Automobiles Parked **FREE**

Children Under 12 Years Accompanied by Parents or Guardians **FREE**

Secure Tickets Now at the Merchants Hotel.

Positively the Supreme Sensation of the Hour

12:00 The Distance of Point of Collision From Where Crowd Will Assemble Renders the Event Free From Any Possible Accident.

\$20,000 Engines Smashed Into Scrap Iron

Admission Including Grand Stand **\$1.00** Automobiles Parked **FREE**

Children Under 12 Years Accompanied by Parents or Guardians **FREE**

Secure Tickets Now at the Merchants Hotel.

Green's Famous Band Will Furnish the Music

A Full Afternoon Program of Harms and Running Races--Stock Yards Derby Relay Race--All Horses Entered in This Race Will Be From the Stock Yards, South Omaha--Motorcycle Races.

COLLISION LAST NUMBER ON PROGRAM

Remember, Only Given Once on Account of Prodigious Expense | **A DUEL TO THE DEATH** | Remember, Only Given Once on Account of Prodigious Expense



Abb. 3.17: Annonce eines Kollisionsspektakels, 1915

on wird durch Beschreibungen des öffentlichen Verhaltens nach dem »Crash at Crush« gestützt:

It took the great crowd at least a minute to realize what had happened, and then with a united yell they scrambled over the dead line, through the brush, tearing down barbed wire fences and knocking down wooden ones in a wild attempt to get to the smoking heap of debris. That the ruin was so complete they could not at first believe. It was only after they had thoroughly investigated the situation that they comprehended in full the breadth and scope of what they had seen and then began the relic-hunting phase of it. Everything that could be carried away was laid hold of, and it would be safe to say that of the 30,000 on the grounds 25,000 of them are saving souvenirs of their exciting day's adventure.²²⁷

Diese Jagd nach »Reliquien« und Souvenirs wird von vielen Events berichtet, findet sich aber auch im Gefolge realer Unfälle. So gab es ab den 1890er Jahren ein florierendes Geschäft mit Abzügen von Eisenbahnwrack-Fotografien und entsprechenden Ansichtskarten, die als Souvenirs zur Erinnerung erworben bzw. verschickt werden konnten.²²⁸ So verstanden spielten die Kollisionsspektakel eine Szene der Ermächtigung durch, in der das Fortschrittssymbol des 19. Jahrhunderts plan- und lustvoll vernichtet und in eine Trophäe verwandelt wurde. Im Gegensatz zum Autounfall steht bei Eisenbahnkollisionen allerdings nicht allein die Geschwindigkeit im Vordergrund, sondern die Kollision

²²⁷ Anonymus: »Is Over at Last«, S. 1.

²²⁸ Vgl. hierzu Grant: »Wreck Chasers«; Godbey: »Disaster Tourism and the Melodrama of Authenticity«, insb. S. 285–291.



Abb. 3.18: Nach der ersten Kollision in Des Moines, September 1896

großer Massen. Connolly etwa behauptete, er habe als Kind Stunden damit verbracht, sich den möglichen Zusammenstoß der an der Farm seiner Eltern vorbeifahrenden Züge vorzustellen,²²⁹ was letztlich seine Überzeugung begründet habe, jeder hätte ein Interesse daran, derartige Zusammenstöße zu sehen: »I believed that somewhere in the makeup of every normal person there lurks the suppressed desire to smash things up.«²³⁰

Das Aufkommen von Schau-Kollisionen Ende des 19. Jahrhunderts, so lässt sich abschließend festhalten, steht also in einem direkten Zusammenhang mit der Entwicklung der Infrastruktur der Eisenbahn. Vor dem Hintergrund der großen Zahl fataler Unfälle und ihrer Folgen sowie der daran anschließenden Maßnahmen zur Unfallverhütung in der frühen Eisenbahngeschichte lässt sich die wiederholte Inszenierung von Frontalzusammenstößen als Ausdruck der erfolgreichen Stabilisierung des Eisenbahnsystems und der Normalisierung eisenbahnbezogener Nutzungspraxen ansehen. Auf der Basis von Störungen hat hier also

²²⁹ Vgl. Connolly: »I Wrecked 146 Locomotives«, S. 40.

²³⁰ Ebd.

ein infrastrukturelles Lernen stattgefunden. Wichtige Voraussetzungen dafür waren einerseits die Regulierungsbemühungen im Eisenbahnwesen, die die Nutzung und den Betrieb von Eisenbahnen rationalisierten, indem sie auf die Verhaltensweisen vor allem menschlicher Akteur:innen einzuwirken suchten, andererseits aber auch die verschiedenen Repräsentationsformen der Malerei, der Fotografie, des Films, der Musik und der Narration, die durch ihre Rahmungen an der Inszenierung des jeweiligen Ereignisses (unabhängig ob Unfall oder Show) und damit auch an der Erzeugung und Erinnerung des kulturell Imaginären des Thrills mitarbeiteten.²³¹ Die Spektakel deuten somit darauf hin, dass die Eisenbahn am Ende des Jahrhunderts tatsächlich zu einer Infrastruktur geworden war: Sie wurde auf eine quasi-natürliche Art und Weise selbstverständlich genutzt, was es ermöglichte, neue Formen der Öffentlichkeit und der Massenunterhaltung zu kreieren. Paradoxaerweise waren es gerade die wiederholt inszenierten Zusammenstöße – also destabilisierende Kräfte –, in denen sich die Etabliertheit der zugrunde liegenden Infrastruktur (der Eisenbahn) dokumentierte. Gleichwohl ist eine solche Stabilisierung immer nur relativ, wie der »Crash at Crush«, aber auch alle Pannen und Ausfälle, die sich während der Events ereigneten, zeigen. Wahrscheinlich ist hierin auch der Grund für den spezifischen Thrill der Kollisionsspektakel zu suchen: Trotz aller Planung und Vorbereitung bleibt der Ausgang eines Duells zwischen Mensch und Maschine oder zwischen den Maschinen selbst prinzipiell offen. Vor diesem Hintergrund stellt das Phänomen der inszenierten Eisenbahncrashes einen komplexen Fall dar, der den Zusammenhang zwischen der gewohnheitsmäßigen Nutzung großer technischer Infrastrukturen und der Schaffung einer modernen (Massen-)Öffentlichkeit veranschaulicht, indem er die technologische Entwicklung, das sozio-technische Wissen und die populärkulturelle Faszination miteinander verbindet.

²³¹ Filmische Repräsentationen von *staged wrecks* verdeutlichen die Entwicklung der Art und Weise, wie diese Ereignisse präsentiert werden, sowie die Einübung entsprechender Sehgewohnheiten. So zeigt ein Film aus dem Jahr 1913 durch den *single shot* einen gewissermaßen quasi-dokumentarischen Umgang mit der Kollision (vgl. *Spectacular 1913 Train Collision*), während 1932 – also im vorletzten Jahr, in dem noch Lokomotiv-Zusammenstöße inszeniert wurden – durch den Einbezug von Schnitten, Sprecher-Stimme und verschiedenen Kamerapositionen (insbesondere *cow catcher*-Perspektive) eine stärkere Narrativierung des Szenarios erfolgt (vgl. *HEAD ON TRAIN WRECK!!!!*).

KULTURTECHNIKEN DER DE / STABILISIERUNG

Störungen und Unfälle wurden bislang als Situationen der Destabilisierung verstanden, in denen Infrastrukturen aus einem geblackboxten Zustand heraustreten. Dies ließ erstens die Heterogenität der beteiligten (humanen, dinglichen und diskursiven) Akteure in ihrer jeweiligen Eigendynamik ›sichtbar‹ werden und erforderte zweitens Formen der Unfallrepräsentation, die die epistemische Vorgängigkeit des Unfalls einem ›infrastrukturellen Lernen‹ zugänglich machen. Im Folgenden stehen nun Störungen und Unfälle nicht mehr als solche im Vordergrund, sondern vielmehr jene Kulturtechniken, die darauf zielen, infrastrukturelle Destabilisierungen wieder zu beheben oder ganz zu vermeiden. Bezugspunkt der Argumentation ist dabei die skizzierte dynamische Materialität von Infrastrukturen (s. Kap. 2.3): Infrastrukturen sind prozessual, insofern ihre relative Stabilität auf einer kontinuierlich in sie investierten Arbeit beruht, und zweitens grundlegend transformativ, da ihre Dauerhaftigkeit sich stetigen Anpassungsleistungen verdankt. Diesen Dynamiken einer Arbeit *an* und *von* Infrastrukturen (›Infra-Agency‹) wird im Folgenden nachgegangen, indem Tätigkeiten des Reparierens (Kap. 4.1), des Workarounds (Kap. 4.2), des Abandonment (Kap. 4.3) sowie der Sorge und des Wartens (Kap. 4.4) genauer untersucht werden. Damit verbinden sich zwei weitergehende Ziele. Zum einen können Differenzen zwischen den einzelnen Techniken (heuristisch) profiliert werden, die bei einer gemeinsamen Behandlung aller Erhaltungstätigkeiten nicht in den Blick rücken,¹ aus kulturwissenschaftlicher Perspektive aber relevant sind.²

¹ So ist im Rahmen der Reparaturforschung häufig von *repair and maintenance* die Rede, ohne weiter zu unterscheiden; vgl. etwa Graham/Thrift: »Out of Order«.

² Auch ingenieurwissenschaftlich werden verschiedene Maßnahmen der Instandhaltung unterschieden: die Wartung, die Inspektion, die Instandsetzung und die Verbesserung (vgl. *DIN 31051*). Dies impliziert eine Differenzierung zwischen vorbeugender Instandhaltung und korrektiver Instandhaltung (vgl. *DIN EN 13306*), also von

Zum anderen vermag eine solche Analyse von ›Infrastruktur-Arbeit‹ zu zeigen, dass die ihrer Herkunft nach ›vormodernen‹ Kulturtechniken des Reparierens, der Sorge und des Wartens nicht nur für die Aufrechterhaltung der infrastrukturellen Netzwerke der Gegenwart relevant sind, sondern vielmehr deren grundlegend unterschätzte Voraussetzung darstellen: Denn die Stabilisierung auch spätmoderner Infrastrukturen ist von Praktiken und Operationen abhängig, die einen vorindustriellen Index haben, und die auch unter digitalen Bedingungen ihre Bedeutung nicht verlieren.

4.1 Reparieren.

Repair Movement, Etymologien, Kulturgeschichte

Fasst man das Reparieren als Kulturtechnik, impliziert dies drei Annahmen: Das Reparieren ist erstens als operative Praxis zu verstehen, für die der Materialitätsbezug konstitutiv ist. Jeder Schritt des Reparaturprozesses involviert Aushandlungsprozesse zwischen Personen, nicht-humanen Akteuren (Dinge, Artefakte) sowie Zeichen und Diskursen, was die Reparaturgegenstände (Menschen, Sachen, Beziehungen, Strukturen) einer stetigen Vermittlungsarbeit, d.h. einem als medial zu verstehenden Transformationsprozess unterzieht. Das Reparieren als Kulturtechnik aufzufassen, erfordert zweitens eine Revision gewohnter Perspektiven. Reparieren ist, so eine leitende These, kein dem Herstellen gegenüber sekundäres oder nachgeordnetes Verfahren, sondern eine primäre Operation: Reparieren ist Herstellen, und umgekehrt. Drittens schließlich zeigt sich das Reparieren historisch als ein Feld, auf dem Kontinuitäten, Umbrüche, Hybridisierungen und Revalorisierungen vormoderner Praktiken im Übergang zu moderner bzw. spätmoderner Kultur beobachtbar werden. Ausgehend von der aktuellen Reparaturbewegung sollen diese drei Dimensionen im Folgenden in der Kulturgeschichte des Reparierens herausgearbeitet werden.

›Erhalt‹ und ›Wiederherstellung‹ der Funktionstüchtigkeit eines Objektes (*DIN 31051*, S. 4, Nr. 3.3.1).

Repair Movement

Gegenwärtig ist in der Öffentlichkeit und in der Netzkultur ein zunehmendes Interesse an Fragen des Reparierens zu beobachten. Zu der umfangreichen Ratgeber-Literatur, den Foren und Online-Tutorials, die Lösungen für jedes Problem versprechen, sowie dem stetig wachsenden Bastel- und Heimwerkerbereich treten derzeit weitere Phänomene des Reparierens hinzu, von denen insbesondere zwei exemplarisch genannt werden sollen. Zum einen die als Repair Cafés bezeichneten Veranstaltungen, bei denen unter Anleitung von ehrenamtlichen »Expert:innen« (Handwerker:innen ebenso wie Amateur:innen) gemeinschaftlich repariert wird, um Haushaltsgegenstände wie Kaffeemaschinen und Toaster, aber auch Hifi-Geräte oder PC-Drucker wieder instand zu setzen.³ Seit 2009 sind Repair Cafés, ausgehend von den Niederlanden, in zahlreichen Großstädten Westeuropas entstanden und bilden inzwischen ein dichtes Netzwerk von Reparatur-Initiativen (vgl. Abb. 4.1).⁴ Zum anderen existieren Online-Angebote wie iFixit. Dieses 2003 in Kalifornien gegründete kleine Unternehmen betreibt ein Webportal, das den einzelnen Nutzer:innen selbst zum Austausch defekter Teile befähigen will, wobei der Schwerpunkt auf Produkten der Konsumkultur, also Laptops, Spielekonsolen und Mobiltelefonen liegt. Zu diesem Zweck



Abb. 4.1: Repair Cafés in Europa

³ Zu Repair Cafés vgl. Grewe: *Teilen, Reparieren, Mülltauchen*, S. 145–192; Kannengießer: »Repair Cafés«.

⁴ Vgl. die Website von »Repaircafe.org«: Visit a Repair Café – Repair Café (EN), <https://repaircafe.org/en/> (06.03.2020).

werden in den firmeneigenen Videos Geräte minutiös zerlegt (*tear-downs*) und Austauschreparaturen Schritt für Schritt vorgeführt.⁵ Neben den Reparaturanleitungen (*repair guides*) sind auch die benötigten Ersatzteile und Tool-Kits im Angebot.

Das in diesen Kontexten propagierte Reparaturdenken nimmt Elemente der Nachhaltigkeitsdebatte, des Commonismus sowie des Konvivialismus auf.⁶ Es geht mit Vorstellungen der Selbstermächtigung des reparierenden Subjekts einher, die historisch von der Do-it-Yourself-Bewegung⁷ etabliert wurden und gegenwärtig in der stärker ökonomisch informierten Maker Culture sowie in Fab Labs zu beobachten sind,⁸ welche die für die Reparaturen benötigten Ersatzteile mit Hilfe von 3D-Druckern selbst herstellen (wollen). Das Selbstverständnis der Repair-Bewegung dokumentiert sich in »(self-) repair manifestos« (vgl. Abb. 4.2), die mit dem *right to repair* eine generelle Reparierbarkeit (*repairability*) der Dinge fordern.⁹ Allerdings beinhalten die in solchen Manifesten formulierten Gebote verschiedene, nicht unbedingt miteinander vereinbare Vorstellungen. Hatte die basale Idee der niederländischen Design-Initiative Platform21 von 2009 »Don't end it, mend it!« eine antikapitalistisch-antikonsumistische Stoßrichtung,¹⁰ setzt das Do-it-Yourself des Selber-Reparierens stärker

⁵ Interessanterweise legt iFixit großen Wert darauf, geschlechtsspezifische Rollenbilder des Reparierens zu konterkarieren, indem Austauschreparaturen oder Teardowns von Frauen mit gepflegten Fingernägeln durchgeführt werden und sich insofern deutlich von der zumeist schmutzigen Handarbeit vieler Reparaturgewerbe (Ölen, Löten, Demontieren) abheben.

⁶ Vgl. hierzu Baier et al. (Hg.): *Die Welt reparieren*; Helfrich/Bollier: *Frei, Fair & Lebendig*; Adloff/Heins (Hg.): *Konvivialismus*. Auch Wolfgang Heckl betont in seiner Studie die Momente der Nachhaltigkeit, der Selbstermächtigung sowie der Gemeinschaftlichkeit (vgl. Heckl: *Die Kultur der Reparatur*). Zu den Hoffnungen der Reparaturkultur vgl. auch Blau et al.: *Die Reparaturgesellschaft*.

⁷ Vgl. Langreiter/Löffler (Hg.): *Selber machen*; Day (Hg.): *DIY Utopia*; Hitzler/Honer: »Reparatur und Repräsentation«; historisch Rosner/Turner: »Theaters of Alternative Industry«. Zur spezifisch maskulinen Prägung des Heimwerkens Gelber: »Do-it-yourself«; Voges: »*Selbst ist der Mann*«. Auch im Rahmen der aktuellen Repair-Bewegung existieren noch gegenderte Rollenverteilungen, so dass Frauen stärker im textilen Bereich vertreten sind, während das Reparieren von Geräten zumeist von Männern übernommen wird (vgl. Rosner: »Making Citizens, Reassembling Devices«). Dazu auch Reith: »Reparieren«, S. 148f.

⁸ Vgl. C. Anderson: *Makers*; Walter-Herrmann/Büching (Hg.): *FabLab*.

⁹ Vgl. die »Right to repair«-Rubrik der Website von iFixit.com: Repairable Products Make Good Sense – ifixit, <https://www.ifixit.com/Right-to-Repair/Repairable-Products> (27.02.2020).

¹⁰ Vgl. Platform21 – Download Platform21's Repair Manifesto, <http://www.platform21.nl/page/4375/en.html> (27.02.2020).

REPAIR MANIFESTO
WE HOLD THESE TRUTHS TO BE SELF-EVIDENT

IF YOU CAN'T FIX IT, YOU DON'T OWN IT.

REPAIR IS BETTER THAN RECYCLING
Making our things last longer is both more efficient and more cost-effective than mining them for raw materials.

REPAIR SAVES YOU MONEY
Fixing things is often free, and usually cheaper than replacing them. Doing the repair yourself saves you money.

REPAIR TEACHES ENGINEERING
The best way to find out how something works is to take it apart.

REPAIR SAVES THE PLANET
Earth has limited resources. Eventually we will run out. The best way to be efficient is to reuse what we already have.

REPAIR CONNECTS PEOPLE AND THINGS | **REPAIR IS WAR ON ENTROPY** | **REPAIR IS SUSTAINABLE**

WE HAVE THE RIGHT: TO DEVICES THAT CAN BE OPENED | TO CHOOSE OUR OWN REPAIR TECHNICIAN | TO NON-PROPRIETARY FASTENERS
TO REPAIR DOCUMENTATION FOR **EVERYTHING** | TO REMOVE 'DO NOT REMOVE' STICKERS
TO REPLACE **ANY & ALL** | TO TROUBLESHOOTING INSTRUCTIONS & FLOWCHARTS
TO REPAIR THINGS IN THE PRIVACY OF OUR OWN HOMES | TO ERROR CODES & WIRING DIAGRAMS | TO AVAILABLE, REASONABLY-PRICED SERVICE PARTS

REPAIR IS INDEPENDENCE | REQUIRES CREATIVITY | MAKES CONSUMERS INTO CONTRIBUTORS | INSPIRES PRIDE IN OWNERSHIP
SAVES MONEY & RESOURCES

IFIXIT | JOIN THE REVOLUTION WITH IFIXIT.COM

Abb. 4.2: Repair Manifesto, iFixit

auf Autonomie und Produktdesign, wobei gleichzeitig die Besonderheit, Kreativität und das Potential des Reparierens behauptet werden. Globalisierungskritische Impulse, die nicht zuletzt durch das Logo von iFixit aufgerufen werden, das der erhobenen Faust anstelle des kommunistischen Hammers einen Schraubenschlüssel (genauer: einen Rollgabelschlüssel) in die Hand gibt, paaren sich also mit affirmativen Zugeständnissen an die Möglichkeiten heutiger Technokultur, was etwa auch daran abzulesen ist, dass Repair Cafés räumlich teilweise mit Fab Labs kombiniert werden. Damit geht es hier nicht nur um

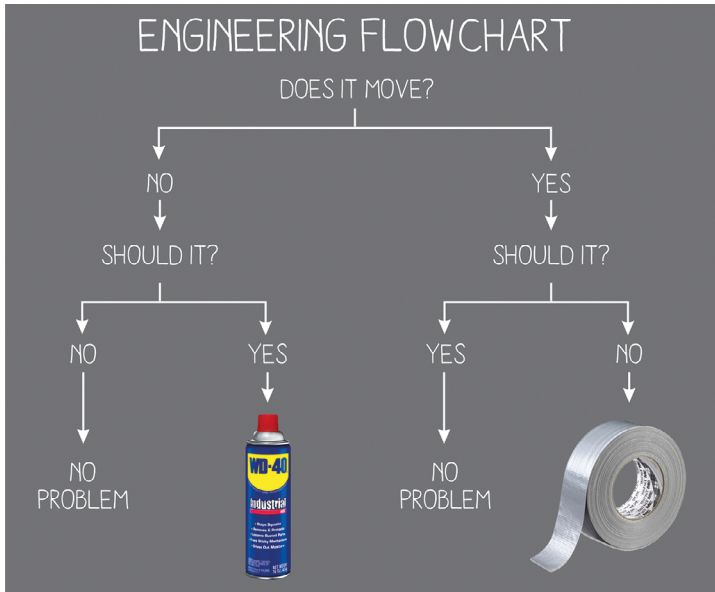


Abb. 4.3: Engineering Flowchart

Attachment und Anhänglichkeit an liebgeordnete Gegenstände,¹¹ auch nicht allein um ein »Schonen« der Dinge,¹² vielmehr artikulieren sich im Credo »If you can't fix it, you don't own it« oder auch in dem Gebot »Repair saves you money« bei iFixit ebenso Vorstellungen von Objektbesitz und Kosteneffizienz.

Der Bedeutung des Reparierens für die Moderne wird auch im Modus der Parodie nachgegangen. Beispielhaft wird dies in einem Engineering Flowchart (vgl. Abb. 4.3), das die Komplexität von Problemlösungsprozessen auf die binäre Unterscheidung zwischen Ölen und Fixieren reduziert, also auf die Frage, ob sich etwas bewegen soll oder gerade nicht. Hier ließe sich an das Demontieren und Wiederaufbauen von Geräten denken, aber auch an Wartungsvorgänge des Schmierens bzw. Nachziehens einzelner Maschinenteile. Ironisch zugespitzt ist allerdings nicht nur die binäre Strukturierung des Entscheidungsbaums, der für jedes auftretende Maschinenproblem nur die Option von Bewegung und Nicht-Bewegung zulässt, sondern auch der Einbezug von spezifischen Tools bzw. Medien: dem Universalöl WD-40

¹¹ Vgl. Hennon: »Offene Objekte, Offene Subjekte«.

¹² Vgl. Heidegger: »Bauen Wohnen Denken«, S. 143–145.

auf der einen Seite und Duct Tape auf der anderen. Damit sind nun aber keine spezialisierten ›Löser‹ bzw. ›Verbinder‹ aufgerufen (wie etwa im Fall der auf jedes Gerät speziell zugeschnittenen Toolkits von iFixit), sondern vielmehr zwei Universalmittel, die potentiell *alles* ölen (lösen) bzw. *alles* fixieren (verbinden) können. Ob das Ergebnis im betreffenden Fall angemessen ist oder nicht, wird dabei gezielt eingeklammert (vgl. dazu Kap. 4.2).

Etymologien – reparieren und flicken

Die aktuelle Wiederentdeckung der Nachhaltigkeit des Reparierens verweist auf ältere Traditionen, die mit dieser Praktik verbunden sind. Wie sich zeigen lässt, ist das Wortfeld des Reparierens von einem vor-modernen *bias* zugunsten der Praktiken des Ausbesserns durchzogen, so dass bereits die Etymologie des Flickens und des Ausbüßens Hinweise für ein Verständnis dieser Praktiken als Kulturtechniken bereitstellt.¹³

Das Wort *reparieren* entsteht im 16. Jahrhundert als Entlehnung aus dem lateinischen *reparāre* »wiedererwerben, wiederherstellen, erneuern«, wird aber erst ab Anfang des 20. Jahrhunderts gebräuchlich.¹⁴ Zunächst wird es im Sinne der Wiedergutmachung und Kompensation für einen entstandenen Schaden (›Reparation‹) gebraucht sowie mit Blick auf die Instandsetzung von Gebäuden (Kirchen, Schulen).¹⁵ Entsprechend nennt Zedlers *Grosses vollständiges Universal-Lexicon aller Wissenschaften und Künste* von 1742 einerseits »Reparation« im juristischen Sinne einer »Gnugthuung wegen der angethanen Beschimpfung« sowie die »Reparatur der Kirchen«, also den Wiederaufbau, »wenn die Kirche einfällt«, was als Pflicht des Kirchenpatrons gilt;¹⁶ auch Krünitz' *Oeconomische Encyclopädie* verzeichnet 1813 unter dem Stichwort »Reparatur« die juristischen Verpflichtungsfragen zur Übernahme einer Reparatur bei Gebäuden und Schiffen.¹⁷ Demgegenüber kennt das *Deutsche Wörterbuch* von Jacob und Wilhelm Grimm

¹³ Vgl. Reith/Stöger: [Art.] »Reparatur«, Sp. 58. Dies gilt ebenso für das englische *repair* und die entsprechenden Verben wie etwa *mend*, *fix*, *patch* und *restore*, vgl. *OED Online*, [Art.] »repair, v.2«; [Art.] »mend, v.«; [Art.] »fix, v.«; [Art.] »patch, v.«; [Art.] »restore, v.1«.

¹⁴ Vgl. Pfeifer et al.: [Art.] »reparieren«.

¹⁵ Vgl. die entsprechenden Einträge »Reparation«, »Reparatur«, »reparieren« und »Reparierung« im *Deutschen Rechtswörterbuch*.

¹⁶ Zedler: [Art.] »Reparation« sowie ders.: [Art.] »Reparatur der Kirchen«, Sp. 634.

¹⁷ Vgl. Krünitz: [Art.] »Reparatur«.

im betreffenden Band von 1893 das Wort *reparieren* noch nicht, wohl aber *wiederherstellen* im Sinne der Instandsetzung von Dingen und Menschen,¹⁸ und auch *Meyers Großes Konversations-Lexikon* beschränkt das Lemma 1907 noch auf den schlichten Hinweis: »Reparieren (lat.), wiederherstellen, ausbessern«. ¹⁹

Tätigkeiten des Wiederherstellens werden also vor Beginn des 20. Jahrhunderts nicht unter dem Begriff ›Reparieren‹ subsumiert; im üblichen Wortschatz finden sich vielmehr die Verben *ausbessern* ebenso wie *ganz* bzw. *gut machen* sowie *flicken*. Im Kontext des reparierenden Ausbesserns nimmt insbesondere die Praktik des Flickens großen Raum ein.²⁰ Geflickt werden materiale Objekte wie »netze, körbe, wagen, kessel, pfannen, scherben, häuser, dächer, brücken«²¹ ebenso aber Körper, Institutionen und soziale Verhältnisse (Freundschaft) sowie sprachliche Äußerungen wie »gedicht, lied, reim, sprache, wort *und* rede«. ²² Wenn Christian Felix Weiße seinen Schuster Jobsen in der komischen Oper *Der lustige Schuster* von 1778 über die Notwendigkeit seines Handwerks rasonieren lässt, so offenbart sich darin ein grundlegendes Verständnis des Flickens als Operation mit gesellschaftlich und kulturell geradezu universalem Anwendungsbereich:

Minister flicken an Staat:
Die Richter flicken am Rath:
Die Pfarrer an dem Gewissen:
Die Aertz' an Händen und Füßen:
O, Jobsen! was flickest denn du?
Du flickest an den Ministern,
An Richtern, Aerzten, Magistern, —
Zerrißne Schuh!²³

Schuster Jobsen weiß also nicht nur um die Notwendigkeit des Flickens auch gesellschaftlicher wie moralischer Institutionen (Staat und

¹⁸ Vgl. Grimm: [Art.] »Wi(e)derherstellen«.

¹⁹ *Meyers Großes Konversations-Lexikon*, [Art.] »Reparieren«, Sp. 809; dies gilt ebenso für *Brockhaus' Kleines Konversationslexikon* von 1911, [Art.] »Reparatur«, S. 517.

²⁰ So verzeichnen die historischen Wörterbücher zahlreiche Komposita im Wortfeld des Flickens; Adlungs *Grammatisch-kritisches Wörterbuch der Hochdeutschen Mundart* nennt etwa »Flickerlohn«, »Flickwand«, »Flickwêrk«, »Flickwort« (Bd. 2, Sp. 204f.), das *Deutsche Wörterbuch* verzeichnet darüber hinaus »Flickarbeit«, »Flickfleck«, »Flickleiter«, »Flicksheit«, »Flickschneider«, »Flickschuster«, »Flickzeug« (Bd. 3, Sp. 1774–1777).

²¹ Grimm: [Art.] »Flicken«, Sp. 1774f.

²² Ebd., Sp. 1775.

²³ Weiße: »Der lustige Schuster«, S. 149.

Gewissen), sondern darüber hinaus, dass sich jede derartige Tätigkeit auf materielle Praktiken beziehen, also gewissermaßen vom Kopf zurück auf die Füße stellen lässt.

Auch für das reparierende Ausbessern findet sich eine dem Flecken vergleichbare Anwendbarkeit auf materiale wie abstrakte Sachverhalte. Johann Georg Krünitz' *Oeconomische Encyclopädie* verweist die Frage des Ausbesserns auf die Praktik des Ausbüßens, worunter speziell das Schließen der Löcher in Fischernetzen verstanden wird. Ehe Krünitz das Verfahren des Ausbüßens minutiös erläutert (vgl. Abb. 4.4), stellt er den Zusammenhang zwischen der vermeintlichen Minderwertigkeit des Ausbüßens und seines auf Unsichtbarkeit zielenden Ergebnisses her:

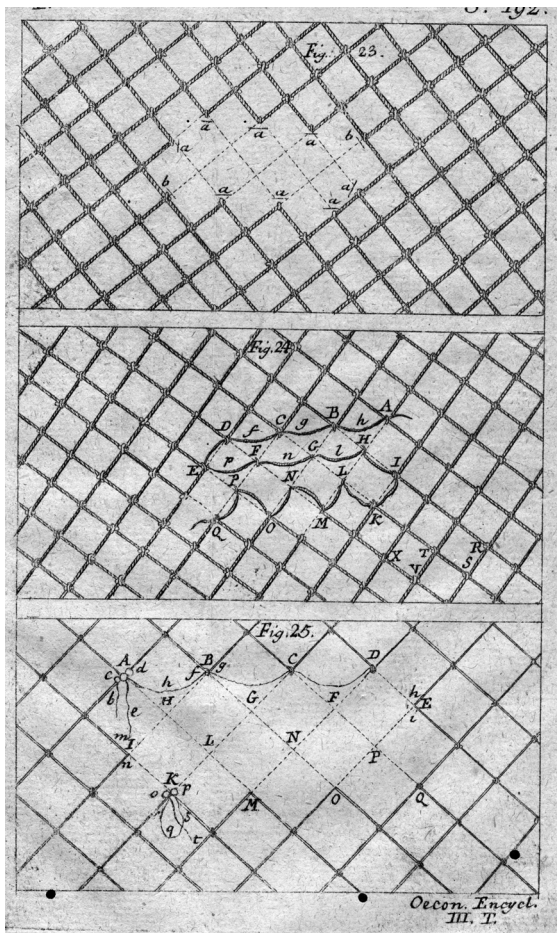


Abb. 4.4: Ausbüßen eines Fischernetzes, 1774

Es scheint dieses eine geringe Kunst zu seyn, indessen erfordert sie doch Genauigkeit; und es ist für die Fischer von größerer Wichtigkeit, daß sie ihre Netze selbst ausbessern, als daß sie neue machen können, weil die Unterhaltung der Netze die Dauer derselben um die Hälfte verlängert. [...] An vielen Orten Teutschlandes gehört es mit zu den Meisterstücken, welche die Fischer machen müssen, Netze, die zerschnitten werden, auszubüßen. Es wird nehmlich aus einem Hamen oder Schleppsacke soviel, als man von dem Netze in einer Hand fassen kann, herausgeschnitten, und dieses mus von dem, der Meister werden will, so ergänzt werden, daß man nicht siehet, wo das Loch gewesen ist.²⁴

Zur wahren Meisterschaft gelangt das Reparieren nach Krünitz also, wenn es den Index seines eigenen Tuns löscht. Darüber hinaus verweisen die Ausführungen auch auf die ökonomische Motivation, mit durchgeführten Ausbesserungsmaßnahmen die Haltbarkeit, d. h. die Lebensdauer von Dingen zu erhöhen. Jenseits des Reparierens von Fischernetzen wird auch das allgemeinere Wort *büßen* grundlegend in der Bedeutung des Ausbesserns gefasst. Johann Christoph Adelungs *Grammatisch-kritisches Wörterbuch* von 1793 berichtet vom Vorkommen des Verbs in »dreyfacher Gattung«. Erstens und »in der eigentlichsten Bedeutung« als Aktivum im Sinne von »[a]usbessern, verbessern«; Adelung nennt hier »[d]ie Lücken an der Mauer büßen«, aber auch »Lückenbüßer seyn«, das heißt ein Versehen oder einen Schaden wiedergutmachen bzw. ersetzen. Zweitens wird das Wort *büßen* als Factivum gebraucht, im Sinne von »zur Ersetzung des zugefügten Schadens anhalten«, das heißt auch: strafen (einen Mann »um hundert Seckel Silbers büßen«). Drittens schließlich findet sich der Gebrauch als Neutrum im Sinne von »Strafe leiden« (»[e]r muß jetzt dafür büßen«).²⁵ Der Hinweis auf eine moralisch-theologische Dimension findet sich dagegen bei Adelung nur für das Substantiv *Buße*. Allerdings gilt auch die Buße vornehmlich der materialen »Verbesserung einer verdorbenen Sache« bzw. der Ersetzung eines zugefügten Schadens, welcher zuallererst rechtlich verstanden wird und erst in letzter Instanz in moralisch-theologischer Bedeutung.²⁶ Wie das Flicker zeigt sich also auch das Büßen auf die Füße gestellt: Seine vergeistigt-spirituelle Lesart verweist etymologisch zurück auf materiell-operative Kulturtechniken des Ausbesserns schadhafter Dinglichkeit.

²⁴ Krünitz: [Art.] »Ausbüßen«, S. 188f.

²⁵ Adelung: [Art.] »Büßen«, Sp. 1278 und 1279.

²⁶ Adelung: [Art.] »Buße«, Sp. 1277.

Kulturgeschichtliche Umbrüche des Reparierens

In der kulturgeschichtlichen Entwicklung des Reparierens lassen sich heuristisch Akzentverschiebungen markieren, die in enger Beziehung zum Übergang von vorindustriellen Knappheitsökonomien zu industriell-mechanisierten Produktionsweisen im 19. Jahrhundert und einer an Massenkonsum und insbesondere Wegwerfartikeln orientierten Gesellschaft im 20. Jahrhundert stehen. Dabei kommt es im Zuge der Industrialisierung zu einer zunehmenden Trennung der ursprünglich im Rahmen handwerklicher Tätigkeit koexistenten Felder der Neuproduktion und der Reparatur.²⁷

In der vorindustriellen Subsistenzwirtschaft, für die Arbeitskräfte preiswert, Rohstoffe und Materialien dagegen kostspielig waren, hatten die Kulturtechniken des Ausbesserns und Instandhaltens eine hohe sozioökonomische Relevanz und waren weit verbreitet.²⁸ Dabei war das Reparieren keineswegs allein ein Phänomen der Armut, sondern betraf alle Bevölkerungsschichten, den privaten wie öffentlichen Bereich, und galt dem Ausbessern von täglichen Gebrauchsgegenständen (Hausrat, Kleidung) ebenso wie dem Instandsetzen von Bauwerken und Verkehrsmitteln.²⁹ Das Handwerk (Schuhmacher, Schneider, Töpfer, Schlosser u. a.) war dabei gleichermaßen auf das Herstellen neuer wie das Reparieren, Umarbeiten, Weiterverwerten und Umnutzen vor- bzw. zuhandener Gegenstände gerichtet.³⁰ Gleichwohl waren Reparaturtätigkeiten im gewerblichen Bereich nicht besonders angesehen und galten als »mindere« Beschäftigung«, für die Meister häufig »kürzlich ausgebildete, weniger qualifizierte Gesellen [...] im Wochenlohn« beschäftigten.³¹ Flickarbeiten wurden deshalb häufig auch ambulant betrieben, im ländlichen Raum teilweise in Verbindung mit dem Hausierhandel, und von nicht-zünftischen Akteuren (etwa »Störern«) oder ethnischen

²⁷ Zur Technikgeschichte des Reparierens vgl. Reith/Stöger: »Einleitung. Reparieren«; *Flick-Werk*; Reith: »Reparieren«; Jarvis/Kyle (Hg.): *Make-do and Mend*; Krebs/Weber (Hg.): *The Persistence of Technology*. Vgl. ferner Krebs/Schabacher/Weber (Hg.): *Kulturen des Reparierens*.

²⁸ Vgl. Reith/Stöger: [Art.] »Reparatur«, Sp. 58.

²⁹ Vgl. Reith/Stöger: »Einleitung. Reparieren«, S. 178; vgl. ferner Fennetaux et al. (Hg.): *The Afterlife of Used Things*. Zum Handel mit Gebrauchtem vgl. auch Stöger: [Art.] »Trödel«.

³⁰ Vgl. Reith/Stöger: [Art.] »Reparatur«, Sp. 58.

³¹ Ebd., Sp. 59.

Minderheiten bzw. sozialen Randgruppen (etwa Roma) übernommen.³² Die Abwertung des Reparierens ist also kein Gegenwartsphänomen, sondern begegnet bereits im 19. Jahrhundert.

Im Prozess der Industrialisierung veränderte sich die handwerkliche Doppelausrichtung. Durch den Fokus auf Neuproduktion verloren kleinere Handwerksbetriebe im 19. Jahrhundert zunehmend an Bedeutung und es kam zu einer Abspaltung des Reparaturgewerbes:³³ Aus dem Schuhmacher wurde ein ›Flickschuster‹.³⁴ Dieser als ›Niedergang des Handwerks‹ bezeichnete Vorgang hatte aber auch eine produktive Kehrseite. Neben der Spezialisierung auf individuelle und lokalisierte Arbeit – also auf einzelne Kunden oder Werkstücke (etwa bei Friseur oder Tischler) bzw. auf bestimmte Orte (etwa im Fall des Bäckers oder Müllers) – war es nämlich insbesondere der Bereich des Reparierens, durch den sich das Handwerk gegenüber der Industrie behauptete.³⁵ Zwar war es durch die industrielle Produktionsweise im 19. Jahrhundert zurückgedrängt worden, gleichzeitig vermochte sich das Handwerk »an Stelle der ihm immer mehr entzogenen Neuarbeit [...] in nicht unbedeutendem Umfang an der Reparatur und Flickarbeit, eine Zeitlang wenigstens, zu stützen«.³⁶ Aus diesem Grund bereitete »das Gebiet der *Reparaturarbeit*«, wie Werner Sombart formuliert, »dem Kapitalismus [...] keine rechte Freude«.³⁷

Unter den Bedingungen der Massenproduktion von Gebrauchsartikeln – Nähmaschinen, Fahrräder und Automobile, später vor allem auch Haushaltsgeräte wie Kühlschränke, Waschmaschine und Herde – entstanden neue Tätigkeitsbereiche des Reparierens: Reparatur-, War-

³² Vgl. ebd., Sp. 60; Glass: »Reparierendes Handwerk«, S. 37–39; Reith/Stöger: »Einleitung. Reparieren«, S. 178–180; Buchner: [Art.] »Störer«.

³³ Vgl. Reith/Stöger: [Art.] »Reparatur«, Sp. 61. Zu dieser Trennung von Neuproduktion und Reparatur vgl. auch Lenger: *Sozialgeschichte der deutschen Handwerker seit 1800*, S. 176–178.

³⁴ Vgl. Reith/Stöger: »Einleitung. Reparieren«, S. 180f.

³⁵ Vgl. Sombart: *Der moderne Kapitalismus*, Bd. 3.2, S. 961.

³⁶ Sombart: *Die deutsche Volkswirtschaft im neunzehnten Jahrhundert*, S. 308. Zum Teil war aber selbst dies schwierig; so bekamen etwa auf Reparaturen spezialisierte Schuhmacher »Konkurrenz von seiten der Schnellbesohlanstalten, von Filialen der Fabriken und sogenannten Regiebetrieben, die z.B. Bahn und Post zur Reparatur der Schuhe ihrer Bediensteten unterhielten.« (Lenger: *Sozialgeschichte der deutschen Handwerker seit 1800*, S. 177)

³⁷ Sombart: *Der moderne Kapitalismus*, Bd. 3.1, S. 963.

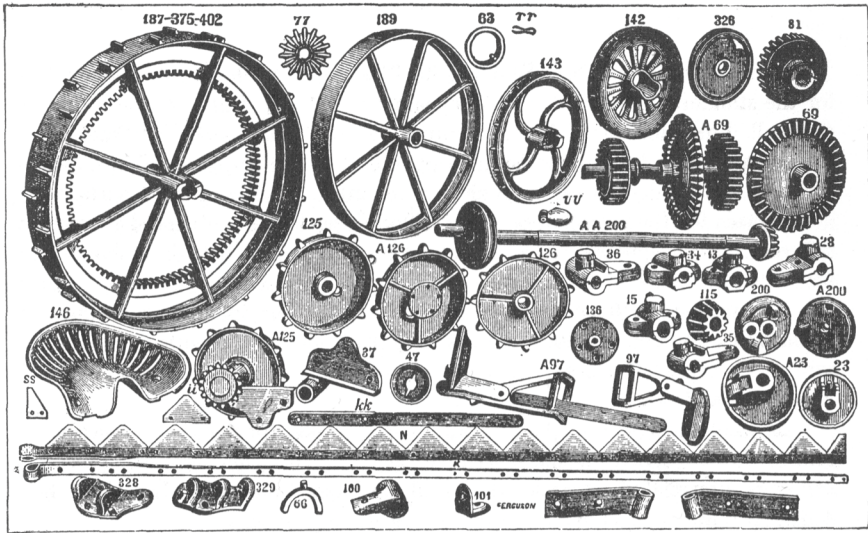


Abb. 4.5: Ersatzteile für eine Mähmaschine, Katalog 1867

tungs- und allgemein Kundendienste sowie Pannenhilfen.³⁸ Die hier zu leistende Reparaturarbeit war allerdings gegenüber der vormodernen Tätigkeit eines flickenden Ausbesserns gänzlich anders verfasst. Sie beruhte auf den Prinzipien modularisierter und normierter Fertigung, d.h. der Idee des identischen Ersatzteils.³⁹ Die Austauschbarkeit von Teilen war insbesondere bei größeren Maschinen interessant, da sie als weniger anspruchsvoll galt – »interchange can be performed independently of skilled labor.«⁴⁰ Entsprechend wurde es Farmern in den 1860er Jahren erstmals möglich – wie der Katalog eines Anbieters für landwirtschaftliche Maschinen zeigt (vgl. Abb. 4.5) – ein bestimmtes, durch eine Nummer identifizierbares Ersatzteil zu beziehen und auch

³⁸ Die Geschichte des technischen Kundendienstes im Bereich der Alltags- und Konsumkultur gilt als noch weitgehend unerforscht (vgl. Orland: »Haushalt, Konsum und Alltagsleben in der Technikgeschichte«, S. 286; Reith/Stöger: »Einleitung. Reparieren«, S. 182). Einzelne Studien existieren bislang zum Bereich der Autoreparatur (vgl. Harper: *Working Knowledge*; Borg: *Auto Mechanics*; Krebs: »Notschrei eines Automobilisten«) sowie zum Kundenservice bei Xerox Fotokopierern (Orr: *Talking About Machines*).

³⁹ Zu den Anfängen von Standardisierung und der Austauschbarkeit von Teilen im 19. Jahrhundert vgl. Giedion: *Mechanization Takes Command*, S. 47–50; Hounshell: *From the American System to Mass Production, 1800–1932*, S. 17–50; zur Industrialisierung von Ersatzteilen im Bauwesen vgl. Langenberg: »Das Konzept ›Ersatz?‹«.

⁴⁰ Giedion: *Mechanization Takes Command*, S. 50.

selbst zu montieren.⁴¹ Reparieren bedeutete in diesem Kontext nurmehr das Austauschen von Teilen.⁴² Damit war es anders als das ausbessernde Flickeln nicht mehr auf die Be- und Umarbeitung eines Dings bezogen, sondern operierte mit fertigen Bestandteilen, die ersetzt bzw. kombiniert werden mussten.

Im 20. Jahrhundert lassen sich weitere Konjunkturen und Ausdifferenzierungen des Reparierens beobachten. Dies gilt etwa für die Akteur:innen des Reparierens: Zu den professionellen Expert:innen traten zunehmend auch eigenhändig reparierende Laien. Dabei waren nicht nur Kriegs- und Krisenzeiten Phasen erhöhter Reparaturerefordernisse,⁴³ insbesondere für das Automobil ist zu beobachten, dass der bürgerliche »Selbstfahrer« bzw. die »Selbstfahrerin« auch selbst reparieren wollten.⁴⁴ Schichtenübergreifend üblich wurde ein solches Selbst-Reparieren allerdings erst im Zuge der DIY-Bewegung und des Heimwerkens der 1960er Jahre.⁴⁵ Darüber hinaus veränderte sich mit dem Entstehen der Massenkonsungesellschaft nach dem Zweiten Weltkrieg sowie der Verbreitung von Wegwerfartikeln der Umgang mit den Dingen und damit auch die Einstellung zum Reparieren.⁴⁶ Zwar blieb das Reparieren bezogen auf kostenintensive Infrastrukturen, Gebäude und Maschinen nach wie vor relevant, durch seine geringere Bedeutung für das tägliche Leben und den eigenen Hausrat sowie eine zunehmende Konsumorientierung rückte es im öffentlichen Bewusstsein allerdings mehr und mehr in den Hintergrund.⁴⁷ Nicht nur nahm die Zahl der Konsumge-

⁴¹ Vgl. ebd., S. 50.

⁴² Reith und Stöger sprechen von einer Veränderung des »Charakter[s] der Reparatur« ab der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, die das Austauschen von Maschinenteilen gegenüber der »handwerkliche[n] Ausbesserungstätigkeit« privilegierte (Reith/Stöger: [Art.] »Reparatur«, Sp. 61).

⁴³ Vgl. Reith/Stöger: »Einleitung. Reparieren«, S. 181. Zu Reparaturpraktiken während des Zweiten Weltkriegs vgl. etwa Sudrow: »Reparieren im Wandel der Konsumregime«.

⁴⁴ Krebs: »Notschrei eines Automobilisten«, S. 192–194.

⁴⁵ Vgl. dazu Krebs et al.: »Kulturen des Reparierens und die Lebensdauer der Dinge«, S. 22–24. Allerdings wird die Unterscheidung von durch Profis bzw. Amateure durchgeführten Reparaturen auch unterlaufen, wenn etwa im Fall hochwertiger Konsumtechnikprodukte wie Autos, Radios oder PCs die Laien als eigentliche Experten fungieren (vgl. ebd., S. 24f.).

⁴⁶ Vgl. hierzu König: *Geschichte der Konsumgesellschaft*; Sachs/Scherhorn: [Art.] »Überfluss, Überflusgesellschaft«; Höttler: [Art.] »Konsumgesellschaft«.

⁴⁷ Vgl. hierzu Krebs et al.: »Kulturen des Reparierens und die Lebensdauer der Dinge«, S. 13–20. Zur Situation in den USA vgl. McCollough: »Factors Impacting the Demand for Repair Services of Household Products«.

genstände stetig zu, diese »Dinginflation«⁴⁸ machte im Haushalt auch Praktiken des Aussortierens und des »divestment« nötig,⁴⁹ die Fragen der Entsorgung und des Mülls,⁵⁰ aber auch von ökonomisch geplanten Produktlebensdauern⁵¹ virulent werden ließen.

In kulturvergleichender und soziologischer Perspektive finden insbesondere der lokal und situativ angepasste Charakter von Reparaturpraktiken im Sinne einer »creole technology«⁵² wie auch räumliche Verlagerungen von Reparaturaktivitäten Berücksichtigung.⁵³ So zeigt sich mit Blick auf »Nutzungskaskaden«⁵⁴ einer Zweit- und Drittverwertung von Dingen, die jenseits der Opposition von Wegwerfen und Neuanschaffung situiert sind, dass sie unter Globalisierungsbedingungen nicht mehr wie in vorindustrieller Zeit von oberen zu unteren Schichten führen,⁵⁵ sondern vielmehr von reicheren in ärmere Regionen bzw. Räume.⁵⁶ In der westlichen Welt finden solche Praktiken häufig wenig Beachtung (wie etwa das *shipwrecking* vor der Küste Bangladeshs),⁵⁷ an einigen Stellen werden sie aber auch aus dem Global South übernommen, wie etwa im Fall der Handy-Reparatur-Läden oder des Sammels von Elektroschrott.⁵⁸ Ein

⁴⁸ Hefßler: »Wegwerfen«, S. 255 sowie 258–260.

⁴⁹ Vgl. Gregson et al.: »Moving Things Along«; Gregson: *Living with Things*.

⁵⁰ Vgl. hierzu H. Weber: »Entschaffen«; Kuchenbuch: »Abfall«; H. Weber: »Vom Hausrat zum Sperrmüll«; Rathje: »Integrated Archeology«; Windmüller: *Die Kehrseite der Dinge*; Goldstein: »Waste«. Mit Blick auf die zugrunde liegenden Devaluierungsprozesse auch Thompson: *Rubbish Theory*; Hetherington: »Secondhandedness«; Strasser: *Waste and Want*.

⁵¹ Vgl. Braungart/McDonough: *Cradle to Cradle*. Zur Debatte um geplante Obsoleszenz siehe auch unten, Kap. 4.4.

⁵² Edgerton: *The Shock of the Old*, S. 43; vgl. auch ders.: »Creole Technologies and Global Histories«.

⁵³ Vgl. hierzu Strebel et al. (Hg.): *Repair Work Ethnographies*; Martínez/Laviolette (Hg.): *Repair, Brokenness, Breakthrough*; S.J. Jackson: »Rethinking Repair«; Henke: »The Mechanics of Workplace Order«; Graham/Thrift: »Out of Order«.

⁵⁴ Vgl. Krebs et al.: »Kulturen des Reparierens und die Lebensdauer der Dinge«, S. 13; Fennetaux et al. (Hg.): *The Afterlife of Used Things*. Vgl. auch grundsätzlich Appadurai (Hg.): *The Social Life of Things*.

⁵⁵ Zu Nutzungskaskaden vorindustriellen Hausrats vgl. Stöger: *Sekundäre Märkte?*; mit Fokus auf Gebrauchtkleidung Fontaine (Hg.): *Alternative Exchanges*.

⁵⁶ Vgl. Studien zur Weiternutzung von Fahrrädern, Mobiltelefonen, Computern und Gebrauchtkleidung in West- bzw. Ostafrika, etwa Hahn: »Das ›zweite Leben‹ von Mobiltelefonen und Fahrrädern«; Malefakis: »Tansanier mögen keine unversehrten Sachen«; Burrell: *Invisible Users*, Kap. 7.

⁵⁷ Vgl. S.J. Jackson: »Rethinking Repair«, S. 225f.

⁵⁸ Vgl. Ahmed et al.: »Learning to Fix«; Houston: »Mobile Phone Repair Knowledge in Downtown Kampala«; zu den sich verändernden Zirkulationsströmen von *e-waste*, die nicht mehr einfach vom Global North in den Global South führen, vgl. Lepawsky: »The Changing Geography of Global Trade in Electronic Discards«.

ethnologisch-kulturvergleichender Blick offenbart somit den eurozentrischen Charakter, der zahlreichen Vorstellungen von Infrastrukturen, Störung und Reparatur innewohnt. Stephen Graham und Nigel Thrift verweisen in diesem Zusammenhang auf den urbanen Raum, für dessen Infrastrukturen Arbeiten der Instandhaltung nahezu vollständig ignoriert würden.⁵⁹ Zurückzuführen ist dies auf die bereits diskutierte alltägliche Zuhandenheit und damit verbundene ›Unsichtbarkeit‹ von Infrastrukturen, eine Fixiertheit auf ›große‹ Katastrophen, die die kleinen Unregelmäßigkeiten des Betriebs und ihre stetige Behebung nicht in den Blick geraten lassen, die Vorstellung, Infrastrukturen seien feste und stabile Gebilde sowie die fehlende Berücksichtigung des Global South.⁶⁰ Denn im Gegensatz zum angeblich reibungslosen Funktionieren westlicher Technologie zeigt sich die Wirklichkeit infrastruktureller Verbindungen dort als »messy, discontinuous, and poor«,⁶¹ wenngleich Brian Larkin im Rahmen seiner Analyse der nigerianischen Infrastruktur der Videopiraterie betont, dass dies keineswegs ausschließlich für arme Nationen gilt. Besonders sei vielmehr, dass Zusammenbruch und Reparatur hier systemischen Charakter (»systemic nature«)⁶² annehmen, so dass Reparieren gleichsam zum »cultural mode of existence for technology« werde.⁶³ Das Ausmaß und die Verbreitung von Reparaturtätigkeiten versteht Steven J. Jackson entsprechend als Ausdruck der grundsätzlich fragilen Verfasstheit unserer Welt, die ein Umdenken, ein »broken world thinking«,⁶⁴ erfordere, das den fortwährenden Zusammenbruch von Technologien zum Ausgangspunkt aller Überlegungen zu deren Natur, Gebrauch und Effekten mache. Konsequenterweise rücken solche Überlegungen auch für die westliche Welt die kontinuierliche und personalintensive Arbeit der Aufrechterhaltung und Wartung von infrastrukturellen Systemen in den Vordergrund. Eine Berücksichtigung von Reparaturarbeit als »engine room of modern economies and societies«⁶⁵ verbindet sich für Graham und Thrift mit einer Reflexion der »*politics* of repair and maintenance«,

⁵⁹ Vgl. Graham/Thrift: »Out of Order«.

⁶⁰ Vgl. ebd., S. 8–11.

⁶¹ Larkin: »Degraded Images, Distorted Sounds«, S. 220.

⁶² Ebd. Hiermit ist weniger das Festschreiben einer Dichotomie zwischen Global North und Global South mit Blick auf Infrastrukturen gemeint (vgl. dazu auch McFarlane: »Infrastructure, Interruption, and Inequality«), sondern der unterschiedliche Grad der alltäglichen Sichtbarkeit von Reparaturen.

⁶³ Larkin: »Degraded Images, Distorted Sounds«, S. 235.

⁶⁴ S. J. Jackson: »Rethinking Repair«, S. 221.

⁶⁵ Graham/Thrift: »Out of Order«, S. 19.

worunter sie die mit dieser Arbeit einhergehenden Interessen und Effekte verstehen:⁶⁶ etwa Löhne und Arbeitsbedingungen (gerade die ärmsten Bevölkerungsschichten übernehmen die Mehrzahl der Reparaturtätigkeiten), die aus ökonomischen Gründen unterbundene Weitergabe von Reparaturwissen, die Verschleierung des tatsächlichen Ausmaßes von Reparaturkosten (etwa im industriell-militärischen Bereich) oder auch die grundsätzliche Verhinderung von *repairability*.⁶⁷

Mit Blick auf Umbrüche und Kontinuitäten in der Geschichte des Reparierens sind insgesamt zwei Aspekte festzuhalten. Zum einen lassen sich Veränderungen bezüglich der Frage beobachten, wer repariert bzw. reparieren lässt (Reparieren versus Selbst-Reparieren, Profis versus Amateure) und welches gesellschaftliche Ansehen die jeweilige Gruppe der Reparierenden genießt (Meister, Störer, Heimwerker, ›Hausfrau‹). Zum anderen ist die dargestellte historische Entwicklung nicht allein als Umbruch des Reparaturgewerbes aufgrund industrialisierter Bedingungen zu verstehen, vielmehr macht sie heuristisch zwei Praktiken des Reparierens unterscheidbar: auf der einen Seite das ›vorindustrielle‹ Reparieren, das das Wiederherstellen eines schadhaften Dings als Ausbessern und Flicken betreibt, was die ganzheitlich-transformierende Bearbeitung des Gegenstands impliziert; auf der anderen Seite das ›moderne‹ Reparieren, das die Instandsetzung des Gegenstands in der Regel vermittelt des Austauschs industriell normierter identischer Teile durchführt, den Gegenstand also als modularisiert und in diskrete Einheiten zerlegbar betrachtet.

Ansätze zu einer Systematik des Reparierens

In systematischer Hinsicht können an der Kulturtechnik des Reparierens sechs Aspekte hervorgehoben werden: der spezifische Gegenstand von Reparaturen, die ›Unsichtbarkeit‹ der Reparaturtätigkeit, die besondere Zeitlichkeit dieser Kulturtechnik, das gewonnene Reparaturwissen und seine Repräsentation, das Verhältnis von Herstellen und Reparieren, welches Fragen der Bastelei an und der Transformation von Gegenständen impliziert sowie der spezifische Dingbezug des Reparierens.

(1) Bezüglich der Frage, was eigentlich Gegenstand einer Reparatur ist, macht schon Schuster Jobsen aus Christian Weißes komischer Oper

⁶⁶ Ebd., S. 17.

⁶⁷ Vgl. ebd., S. 17–19.

darauf aufmerksam, dass das Anwendungsfeld der Kulturtechnik des Reparierens weit über technische Objekte oder Dinge des täglichen Lebens hinausgeht und auch Sprache, Institutionen und Moralisches umfassen kann. Infrastrukturell gedacht, bezieht sich das Reparieren darüber hinaus nicht nur auf einzelne Komponenten (etwa Menschen, Objekte etc.), sondern ebenso auf deren Relationen und Beziehungen. Die Probleme, die die Servicetechniker von Xerox in Julian E. Orrs Studie *Talking About Machines* zu beheben haben, bestehen deshalb nicht allein auf der Ebene der Hardware der Fotokopierer, sondern sind »most fundamentally breakdowns of the interaction between customers and their machines, which may or may not include a malfunction or failure of some machine component«. ⁶⁸ Die Reparaturmaßnahmen involvieren insofern stets das Geflecht zwischen Technikern, Kunden und Maschinen: »The real work of field service technicians is to maintain a triangular relationship between the technicians, their customers, and their machines«, ⁶⁹ wobei die Praxis der Narrativierung dieses Verhältnisses, also das bei Orr titelgebende *talking about machines*, wie noch zu zeigen sein wird, für den Reparaturprozess entscheidend ist. Die Kulturtechnik des Reparierens ist so verstanden also ein Verfahren der (symmetrischen) Vermittlung der Interessen aller Akteure. Reparaturmaßnahmen betreffen damit ganz grundlegend das Verhältnis von Physischem und Sozialem und sind basal für Zusammenarbeit und Zusammenleben: ⁷⁰ Sie gelten der Aufrechterhaltung des Gesprächsflusses in Konversationen, ⁷¹ dem Herstellen gemeinsamer Auffassungen (*accounts*) über die Welt (etwa durch *talking about machines*) sowie der Anpassung von maschinellen Erzeugnissen an die soziale Wirklichkeit. ⁷² Die Verteiltheit des zu reparierenden Gegenstandes impliziert dabei die Verteiltheit des Reparaturprozesses im Sinne der vernetzt-eingebetteten und situativ-interaktionalen Qualität des Reparierens wie auch der dabei generierten Lösungen. ⁷³ Ein technisches Problem kann insofern auch sozial gelöst werden oder ein soziales technisch. Darüber hinaus gilt grundsätzlich die infrastrukturelle Verfasstheit jeder Reparatur: Alle

⁶⁸ Orr: *Talking About Machines*, S. 3.

⁶⁹ Ebd., S. 66. Ähnlich argumentiert Henke: »The Mechanics of Workplace Order«.

⁷⁰ Vgl. Sennett: *Zusammenarbeit*, S. 295.

⁷¹ Vgl. Schlegloff et al.: »The Preference for Self-Correction in the Organization of Repair in Conversation«.

⁷² Vgl. Schaffer: »Easily Cracked«, S. 708.

⁷³ Vgl. Henke: »The Mechanics of Workplace Order«, S. 63f.

Netzwerke von Dingen, Menschen und Zeichen unterliegen einer permanenten Reparaturarbeit, so dass es kein Netzwerk gibt, das nicht repariert würde. Darüber hinaus basiert jede Form von Reparaturarbeit ihrerseits auf derartigen Netzwerken.

(2) Das Reparieren zählt zu jener Gruppe von Tätigkeiten, die im Infrastrukturkontext als Form unsichtbarer Arbeit firmieren (s. Kap. 2.3) und deshalb häufig in spezifischer Weise vernachlässigt werden. So führte das Reparieren im Kontext einer an Innovation orientierten Forschung lange ein »Schattendasein«⁷⁴, da man es als sekundäre Praktik verstand. Ferner wurden Prozesse des Reparierens ignoriert, wenn man Infrastrukturen als geordnet und stabil verstand (»Myth of Order«⁷⁵) und so die Arbeit ihrer Instandhaltung ausblendete. Schließlich gelten Reparaturarbeiten häufig – dies zeigte sich bereits historisch – als ›niedere‹ Tätigkeiten. Dies hat insbesondere im Kontext des reparierenden Ausbesserns mit seiner situativ-körperlichen Erfahrungsdimension zu tun, die es gegenüber planerisch-kontrollierenden Zugriffen deutlich weniger berechenbar macht.

Neben diesen drei Verunsichtbarungen des Reparierens, die einer Vorstellung von Technik als innovativ, stabil und kontrollierbar geschuldet sind, wird das Reparieren auch strukturell invisibilisiert. Diese Form der Unsichtbarkeit hat nichts mit der Einübung von Routinen und impliziten Skills zu tun, sondern mit dem intendierten Ziel der Reparatur. Meisterhaft ein Fischernetz zu flicken bedeutet, wie oben bei Krünitz geschildert, den Vorgang des Reparierens in seinem Ergebnis unsichtbar zu machen, »daß man nicht sieht, wo das Loch gewesen ist«.⁷⁶ Ebenso bringt etwa auch ein Restaurator Richard Sennett zufolge »die eigene Arbeit zum Verschwinden«.⁷⁷ Der Reparaturvorgang zeichnet sich also durch einen »variable character of invisibility«⁷⁸ aus, was Christopher Henke auf die Tatsache bezieht, dass Reparaturarbeiten je nach Kontext unterschiedlich stark sichtbar sein können. Während

⁷⁴ Reith/Stöger: »Einleitung. Reparieren«, S. 176.

⁷⁵ Graham/Thrift: »Out of Order«, S. 8.

⁷⁶ Krünitz: [Art.] »Ausbüßen«, S. 189.

⁷⁷ Sennett: *Zusammenarbeit*, S. 286. Dabei wirft ein solches Restaurationsverständnis im Rahmen konservatorischer Arbeit neue Fragen auf, da ein Tilgen der Beschädigungsspuren etwa eines Gemäldes auch als Eingriff in dessen Gebrauchs- und Rezeptionsgeschichte zu verstehen ist. Insofern muss ein Restaurator jeweils klären, was als ›Originalzustand‹ des Objekts wiederhergestellt werden soll (vgl. ebd.).

⁷⁸ Henke: »The Mechanics of Workplace Order«, S. 72.

Arbeitserfassungsformulare Fertigkeiten und Verfahrensschritte des Reparierens nicht wiedergeben und es damit »officially invisible«⁷⁹ machen, ist die Sichtbarkeit in Störungssituationen wiederum stark erhöht, da die Anwesenheit von Reparierenden in einer gegebenen Situation die Abweichung vom Normalbetrieb anzeigt, was als »tension« erfahren wird,⁸⁰ die sich erst dann auflöst, wenn die Reparaturarbeiten abgeschlossen sind. Die Arbeit des Reparierens ist also auch deshalb unsichtbar, weil ihr Ziel letztlich die Wiederherstellung eines ›ungestörten‹ Zustandes ist, in dem Dinge, Infrastrukturen und Anderes wieder alltäglich und reibungslos funktionieren (und also Reparierende abwesend sind).

(3) Das Reparieren zeichnet sich durch eine besondere Zeitlichkeit aus. Insofern Reparaturarbeiten wiederkehrende bzw. kontinuierliche Vorgänge sind,⁸¹ betreffen sie die besondere Prozessualität und Zeitlichkeit von Infrastrukturen (s. Kap. 2.3). Als permanente Infrastruktur-Arbeit sorgt das Reparieren so einerseits für den Eindruck der ›Festigkeit‹ von Infrastrukturen und ist andererseits gleichzeitig für deren Flexibilität und Anpassungsfähigkeit verantwortlich. Diese spezifische Zeitlichkeit des Reparierens wird bereits durch das Präfix *re* des lateinischen Verbs *reparāre* nahegelegt. Denn *re-parāre* meint, etwas *wieder* oder *erneut* funktionstüchtig, d.h. bereit zu machen, richtig einzurichten (lateinisch »*parāre* ›bereiten, gehörig einrichten«⁸²), also auf etwas wieder zurückzukommen, was bereits da war. Dem Reparieren ist damit wesentlich eine Form der Wiederholung eingeschrieben,⁸³ die ihrerseits Zeit benötigt und insofern immer die Möglichkeit der Veränderung (und Abweichung) impliziert: Das *re* des Reparierens wird selbst zu einem Agenten der Transformation von Dingen. Das Reparieren ist insofern

⁷⁹ Ebd., S. 71.

⁸⁰ Ebd., S. 73.

⁸¹ Schon im *Deutschen Wörterbuch* wird dies reflektiert: »am dach der kirche musz alle jahre geflickt werden« (Grimm: [Art.] »Flicken«, Sp. 1775).

⁸² Kluge: *Etymologisches Wörterbuch der deutschen Sprache*, S. 758; Entsprechend heißt es auch im *Oxford English Dictionary* »*re-* RE- prefix + *parāre* to make ready, put in order« (OED Online, [Art.] »repair, v.2«).

⁸³ Mit Blick auf die hier angesprochenen Relationen von Zeit, Veränderung und Identität wäre an dekonstruktive Konzepte zu denken, etwas Derridas Konzepte der *differance* (etwas ist nicht mit sich selbst identisch) und der *Iterabilität* (etwas kommt in verschobener Weise auf sich selbst zurück) (vgl. Derrida: »Die *différance*«; ders.: »Signatur Ereignis Kontext«), aber auch an Gilles Deleuzes Überlegungen zu Differenz und Wiederholung (Deleuze: *Differenz und Wiederholung*).

auch durch eine grundlegende Nachträglichkeit gekennzeichnet – es findet statt, nachdem ein Fehler oder eine Störung aufgetreten ist bzw. ein Unfall oder eine Katastrophe stattgefunden hat. Durch seinen retrospektiven Charakter generiert der Akt der Reparatur epistemologisch Wissen über die betreffende Störung, welches in verschiedenen Formaten (Diskursivierung, bildliche Repräsentation etc.) weitergegeben und damit längerfristig verfügbar gemacht wird.

(4) Über welches Wissen und welche Skills Reparierende verfügen, haben insbesondere (technik)soziologische Studien untersucht.⁸⁴ So unterscheidet sich das *working knowledge* von Automechaniker Willie, dessen kleine, ländliche Werkstatt im Zentrum von Douglas Harpers Reparaturstudie steht, vom geplanten Zugriff eines organisierten und formalisierten Umgangs mit Reparatur (»rationalization of repair«⁸⁵). Denn Willie verfügt über ein tiefes Verständnis für die Materialien, mit denen er im Rahmen von Reparaturen umgeht,⁸⁶ das körperlich sedimentiert ist (»hand knowledge«⁸⁷) und ihn bei ausreichender Zeit und Geduld in die Lage versetzt, eine Reparatur durchzuführen.⁸⁸ Christopher Henke zufolge ist Reparaturwissen darüber hinaus Ausdruck der Vernetztheit von Körpern und ihrer Interaktion mit einem gegebenen Setting.⁸⁹ Er beschreibt die Arbeit eines Teams von Mechanikern, das für die Instandhaltung der Heizungs- und Belüftungssysteme einer Universität verantwortlich ist, als »skilled performance«,⁹⁰ die in bestimmten Situationen ausgeführt wird – »performances, acted out in a specific context«. ⁹¹ Die Körper der Mechaniker sind dabei in ihrer Arbeit so eng mit dem System verwoben (»networked into it«), dass sie von diesem ein »holistic knowledge« entwickeln: »[T]he mechanics know what each system should look, feel, smell, and sound like under normal and abnormal circumstances.«⁹² Diese Vernetztheit des Reparaturs mit

⁸⁴ Vgl. etwa Henke: »The Mechanics of Workplace Order«; Harper: *Working Knowledge*; Dant: »The Work of Repair«.

⁸⁵ Harper: *Working Knowledge*, S. 22.

⁸⁶ Vgl. ebd., S. 118.

⁸⁷ Ebd., S. 121.

⁸⁸ Zum Zeitaspekt vgl. ebd., S. 133–149.

⁸⁹ Vgl. Henke: »The Mechanics of Workplace Order«, S. 63–66.

⁹⁰ Ebd., S. 61.

⁹¹ Ebd., S. 63.

⁹² Ebd., S. 67. Vgl. hierzu auch Krebs: »Diagnose nach Gehör?«, S. 80f.; Dant: »The Work of Repair«.

den zu reparierenden Dingen ist auch für die Kontingenz der einzelnen Reparatur und die Notwendigkeit von Improvisation verantwortlich, die jede Standardisierung von Reparaturwissen schwierig macht.⁹³

Medienwissenschaftlich ist nun vor allem von Interesse, auf welche Weise Reparaturwissen vermittelt wird. Zwei Aspekte sind hierbei bedeutsam. Erstens sind die verschiedenen Repräsentationsformen zu berücksichtigen, also Text-Bild-Konstellationen (Bedienungs- und Reparaturanleitungen, Fachzeitschriften) sowie Bewegtbild-Formate (Ratgebersendungen im Fernsehen, Videotutorials). Dabei wird das Reparieren in Texten und audiovisuellen Formaten sequenzialisiert, d. h. zumeist als Abfolge von Schritten präsentiert. Bildliche Darstellungen haben demgegenüber häufig die Aufgabe, einen Gesamtzusammenhang schematisch zu vereinfachen, ein Detail spezifisch hervorzuheben oder auch ungewohnte Perspektiven auf den Gegenstand der Reparatur zu eröffnen. Zweitens bleibt das Reparaturwissen an vielen Stellen in spezifischer Weise implizit, da es auf Erfahrung und Fingerspitzengefühl basiert, einen direkten Körperbezug inkludiert, und vor allem mündlich bzw. durch Imitationslernen weitergegeben wird. Vor diesem Hintergrund wäre das Reparieren auch als Körpertechnik zu verstehen,⁹⁴ da der Körper des Reparierenden häufig als Medium der Diagnose bzw. in der Auseinandersetzung mit den bei der Reparatur zum Einsatz kommenden Materialien als eine Art Resonanzkörper fungiert, der die stetige Anpassung von Arbeitsschritten möglich macht.

Als Diagnose-Werkzeuge und Vermittlungsformen werden darüber hinaus auch Narrativierungen von Störungskonstellationen eingesetzt, wie Julian Orr mit Blick auf die Arbeit der Servicetechniker des Kopiergeräteherstellers Xerox zeigt. Denn um etwas zu reparieren, muss zunächst verstanden werden, worin die Störung überhaupt besteht: »The practice of diagnosis is done through narrative, and both diagnosis and process are preserved and circulated among the technicians through war stories, anecdotes of their experiences.«⁹⁵ Das Erzählen von mehr oder minder heroischen »war stories« bietet den Servicetechnikern die Möglichkeit, verschiedene Lösungsoptionen zu diskutieren und ihr Wissen für andere »reproducible and reusable« zu machen:

⁹³ Zu den scheiternden Versuchen der Standardisierung von Reparaturwissen im Automobilkontext vgl. McIntyre: »The Failure of Fordism«.

⁹⁴ Vgl. Mauss: »Die Techniken des Körpers«; Schüttpelz: »Körpertechniken«.

⁹⁵ Orr: *Talking About Machines*, S. 104.

»Telling stories of more or less similar experiences is a way of pushing the facts around, trying other perspectives to see if they suggest other interpretations.«⁹⁶ Die Narrativierungen stellen also alternative Repräsentationen ähnlicher Sachverhalte dar und erlauben es damit bei komplexen Situationen, Reparaturvorgänge nicht allein nachträglich zu dokumentieren und insofern Reparaturwissen weiterzugeben, sondern vielmehr aktiv zur Lösung von (zukünftigen) Problemen beizutragen. Erzählungen wie auch alle anderen Arten der Repräsentation von Reparaturwissen erzeugen somit eine Art ›Reparaturarchiv‹, das auf gemeinsame Merkmale und Muster von Reparaturen durchsuchbar ist und insofern ein Reparaturwissen zweiter Ordnung (Klassen und Typen von Reparaturen etc.) generiert. So verstanden wären Repräsentationen von Reparaturwissen weniger als Paratexte zu begreifen,⁹⁷ sondern vielmehr selbst als Mediatoren des Reparaturprozesses.

(5) In systematischer Hinsicht ist ferner das Verhältnis von Reparieren und Herstellen relevant. Denn die Praktiken des Reparierens in den Blick zu rücken, führt zu einer Umkehrung der üblichen Perspektive, die noch über das von Steven J. Jackson geforderte »broken world thinking«⁹⁸ hinausgeht: Gegenüber dem Herstellen ist das Reparieren nicht als sekundäres bzw. nachgeordnetes Verfahren zu verstehen, sondern vielmehr als eine gleichursprüngliche, wenn nicht sogar primäre Operation. Jeder Innovationsprozess verlangt immer auch Reparaturen, und jede Reparatur ist ihrerseits auf Innovation angewiesen, was mit Blick auf den Workaround noch ausführlicher darzustellen sein wird (s. Kap. 4.2). Wie Simon Schaffer am Beispiel von astronomischen Instrumenten um 1800 zeigt, war die Unzulänglichkeit dieser Geräte der Normalfall. Da sie häufig über weite Strecken transportiert und zum Teil in Ländern eingesetzt wurden, die weit von ihrem Herstellungsort entfernt lagen, wurde für die Nutzer:innen eine gewisse Autonomie gegenüber dem »instrument maker« bedeutsam, da dies die Möglichkeit improvisierter Vor-Ort-Reparaturen eröffnete.⁹⁹ Jede Reparaturaufgabe erfordert – und dies gilt für die von Schaffer untersuchten Fälle ebenso wie für die von Harper, Orr und Henke beschriebenen Reparatur-

⁹⁶ Ebd., S. 125 und 126.

⁹⁷ Vgl. Schröter: »Reparaturwissen und Paratextualität«.

⁹⁸ S. J. Jackson: »Rethinking Repair«, S. 221.

⁹⁹ Schaffer: »Easily Cracked«, S. 715.

Konstellationen – »artisan tinkering«. ¹⁰⁰ Hier wie dort muss auf der Basis des vorhandenen Wissens und Könnens improvisiert werden, ¹⁰¹ um das primäre Ziel jeder Reparatur zu erreichen, nämlich »*getting the job done*«. ¹⁰²

Die für das Reparieren geforderte Kreativität und Improvisationsfähigkeit berührt dabei den Kontext der Bastelei und der Bricolage. ¹⁰³ Zwar scheint das Basteln »den ökonomischen Zwängen stärker entzogen als das Reparieren«, ¹⁰⁴ gleichwohl ist für den Reparateur wie für den Bastler »die Welt seiner Mittel [...] begrenzt, und die Regel seines Spiels besteht immer darin, jederzeit mit dem, was ihm zur Hand ist, auszukommen«. ¹⁰⁵ Der Bastler ist in seinem Vorgehen dabei anfangs immer »retrospektiv« ausgerichtet:

[E]r muß auf eine bereits konstituierte Gesamtheit von Werkzeugen und Materialien zurückgreifen; eine Bestandsaufnahme machen oder eine schon vorhandene umarbeiten; schließlich und vor allem muß er mit dieser Gesamtheit in eine Art Dialog treten, um die möglichen Antworten zu ermitteln, die sie auf das gestellte Problem zu geben vermag. ¹⁰⁶

Anders als bei Lévi-Strauss, der den Bastler vom Ingenieur im Sinne verschiedener Arten der Erkenntnis unterscheidet, ¹⁰⁷ hat der kreative Umgang mit begrenzten Möglichkeiten in Gestalt des »*wissenschaftliche[n] Bricoleur[s]*« in den Laboren der Industrieforschung durchaus einen Platz gefunden. ¹⁰⁸ Die Nähe von Reparaturarbeit und Bastelei offenbart damit einen wesentlichen Grund für die nicht stillzustellende Transformativität des Reparierens: Die Knappheit kontextueller Faktoren

¹⁰⁰ Ebd., S. 708.

¹⁰¹ Vgl. Orr: *Talking About Machines*, S. 5.

¹⁰² Ebd., S. 6.

¹⁰³ Für Christopher Henke ist diese Fähigkeit zur Improvisation ein entscheidendes Charakteristikum des Reparierens, vgl. Henke: »The Mechanics of Workplace Order«, S. 66–69; vgl. auch Schubert: »Medizinische Reparaturkulturen«, Zur Rolle von Improvisation vgl. ferner Piekut/Lewis (Hg.): *The Oxford Handbook of Critical Improvisation Studies*; Suchman: »Practice-Based Design of Information Systems«. Zum Konzept des Tinkering vgl. Knorr: »Tinkering Toward Success«; Nutch: »Gadgets, Gizmos, and Instruments«; Jacob: »Evolution and Tinkering«.

¹⁰⁴ Reith: »Reparieren«, S. 151.

¹⁰⁵ Lévi-Strauss: *Das Wilde Denken*, S. 30.

¹⁰⁶ Ebd., S. 31.

¹⁰⁷ Vgl. ebd., S. 30. Douglas Harper folgt dieser Perspektive, wenn er Willies Bricolage der Rationalisierung des Reparierens entgegensetzt, vgl. Harper: *Working Knowledge*, S. 74f.

¹⁰⁸ Taha: »Die Wettermacher als Grenzgänger«, S. 165; vgl. dies.: *Das Labor der US-amerikanischen Industrieforschung*, Kap. 2.

(Situation, Mittel, Ressourcen, Kapazität, Fertigkeiten etc.) lässt sich nämlich auch unter hochtechnisierten Bedingungen nicht grundsätzlich vermeiden bzw. wird zum Teil bewusst aufgesucht.¹⁰⁹

Als eine Wieder-Herstellung wäre das Reparieren damit auch ein privilegiertes Beispiel für das von Latour beschriebene Redesign.¹¹⁰ Denn in der retrospektiven Bewegung des *re* ist es einerseits – wie oben dargestellt – auf eine vorausgehende Störung gerichtet, die es zu beheben gilt, andererseits aber – entwerfend – auf die Zukunft des (wieder) herzustellenden Dings. So verstanden wäre das Reparieren also immer auch ein kreativer Prozess der Umgestaltung, wobei das Ausmaß dieser Umgestaltung verschieden sein kann. So unterscheidet etwa Richard Sennett mit »Restauration«, »Sanierung« und »Umbau« drei unterschiedliche Grade der Transformation eines ursprünglichen Zustandes durch Reparaturen.¹¹¹ Wie Roland Barthes' Bild des stetig im Umbau begriffenen Schiffes der Argonauten zeigte, geben derartige Umgestaltungen aber in jedem Fall Anlass, den Neuigkeitscharakter eines Dings zu relativieren; »neu« ist etwas nie per se, sondern immer nur im Verhältnis zu dem, was (schon) da ist.

(6) Schließlich äußert sich in den Praktiken des Reparierens ein grundlegender Dingbezug. In der gegenwärtigen Diskussion wird das Reparieren in einen globalisierungskritischen Zusammenhang eingeordnet und firmiert dabei teilweise explizit als Gegenkonzept zu dem des Recycling, wie etwa die Repair-Manifestos behaupten.¹¹² In antikapitalistischer wie konsumkritischer Absicht wird ein das Artefakt erhaltendes Weiterverwerten dem Wiederverwerten gegenübergestellt, welches das mehr oder minder kurzlebige (Wegwerf-)Produkt in seine Bestandteile

¹⁰⁹ Vgl. etwa Elmqvist et al.: »Urban Tinkering«.

¹¹⁰ Latour: »A Cautious Prometheus?«

¹¹¹ Vgl. Sennett: *Zusammenarbeit*, S. 285–288. An anderer Stelle differenziert Sennett zwischen »statistischem Reparieren« und »dynamische[m] Reparieren«, um Reparaturen, die den Ausgangszustand exakt wieder herstellen von solchen zu unterscheiden, die zu einer Veränderung und Verbesserung des Geräts führen (Sennett: *Handwerk*, S. 267). Unter Bezugnahme auf die Differenz von Erhalt und Veränderung unterscheiden etwa Benjamin Sims und Christopher Henke auch zwischen »repair as maintenance« und »repair as transformation« (Sims/Henke: »Maintenance and Transformation in the U.S. Nuclear Weapons Complex«, S. 34).

¹¹² So heißt es etwa bei iFixit: »Repair is better than recycling. Making our things last longer is more efficient and more cost-effective than mining them for raw materials.« (Self-Repair Manifesto – iFixit, <https://www.ifixit.com/Manifesto> (15.05.2021)).

zerlegt, um diese erneut der Wertschöpfung zuzuführen.¹¹³ Richtet sich das Weiterverwerten also auf den Gebrauchswert eines Produkts, so das Wiederverwerten auf dessen Tauschwert.¹¹⁴ Steht beim Weiterverwerten der Charakter des Dings als Zeug¹¹⁵ im Vordergrund, so im Fall des Wiederverwertens seine Objekthaftigkeit. Im Reparieren wird also dem Dinghaften eine Relevanz zurückerstattet, die es im Kreislauf der Wiederverwertung verloren hatte. In der Kritik ist besonders das Phänomen der geplanten Obsoleszenz, d.h. das eingebaute Verfallsdatum für technische Geräte, das der ökologischen Idee einer *sustainability* in Zeiten der Spätmoderne fundamental widerspricht.¹¹⁶

Bei den Kulturtechniken des Reparierens handelt es sich also um in der Regel im Hintergrund stattfindende Praktiken der Instandsetzung von Dingen und Infrastrukturen, die wiederkehrend durchgeführt werden und zur Behebung eines Problems auch auf Improvisation zurückgreifen. Trotz seiner retrospektiven Orientierung auf eine zurückliegende Störung besitzt das Reparieren damit eine kreativ-transformierende Dimension. Als dingerhaltende Praxis hat es prinzipiell eine antikapitalistische Ausrichtung, wenngleich es seit Ende des 19. Jahrhunderts zunehmend auch auf industriell gefertigte Produkte Anwendung findet. Mit dem ausbessernden Flickeln einerseits und der Austauschreparatur andererseits lassen sich zwei historisch wie systematisch verschiedene Praktiken des Reparierens unterscheiden, die auch unter den Bedingungen elektronischer Datenverarbeitung relevant bleiben. Zwar wird das Reparieren von Konsumprodukten zunehmend erschwert, doch bleibt es bezogen auf die Aufrechterhaltung der Funktionstüchtigkeit großtechnischer Systeme und kostenintensiver Infrastrukturen von grundlegender Relevanz. Insgesamt erweisen sich die Kulturtechniken des Reparierens damit als basale Umgangsform mit der technisch-materialen Seite von Kultur und Gesellschaft.

¹¹³ Zur historischen Entwicklung des Recyclings vgl. H. Weber: »Entschaffen«; zum 20. Jahrhundert vgl. Oldenzil/Weber (Hg.): *Recycling and Reuse in the Twentieth Century*; Reith: »Recycling«; zum gegenwärtigen Recycling MacBride: *Recycling Reconsidered*; Gandy: *Recycling and the Politics of Urban Waste*; zur wertsteigernden Wiederverwertung vgl. McDonough/Braungart: *The Upcycle*; Emgin: »Trashion«.

¹¹⁴ Vgl. K. Marx: »Zur Kritik der politischen Oekonomie«, S. 15f.

¹¹⁵ Vgl. hierzu Heidegger: *Sein und Zeit*, S. 68–72.

¹¹⁶ Vgl. H. Weber: »*Made to Break?*«; Slade: *Made to Break*; Zalles-Reiber: *Produktveralterung und Industrie-Design*; Krajewski: »Fehler-Planungen«; Poppe/Longmuß (Hg.): *Geplante Obsoleszenz*; mit Blick auf digitale Konstellationen Farman: »Repair and Software«.

4.2 Workarounds. Kludges und Umwege

Für die Aufrechterhaltung von Infrastrukturen relevant sind neben Kulturtechniken des Reparierens auch Verfahren des Workarounds, also solche Lösungsformen, die auf einen temporären Umweg oder Notbehelf setzen, um ein (drängendes) Problem zu bewältigen. Schon die Darstellung von Reparaturtätigkeiten zeigte, wie bedeutsam Flexibilität, Anpassungs- und Improvisationsfähigkeit für die Bewältigung der situativ-lokalen Gegebenheiten sind. Ebenso wurde das Ergebnis einer Reparatur nicht als vollständige Rückkehr zu einem Ausgangszustand, sondern vielmehr als dessen Transformation, als Re-Design verstanden. Mit dem Fokus auf den Workaround soll nun noch einmal systematischer und allgemeiner danach gefragt werden, was als Lösung von Dysfunktionalitätsproblemen in Betracht kommen kann und wie diese Lösungen beschaffen sind. Das Verhältnis von Reparaturarbeit und Workaround ist dabei asymmetrisch: Zwar lässt sich jeder Workaround als eine Art ›uneigentliche‹ Reparatur verstehen, aber nicht jede Reparatur stellt auch einen Workaround dar. Während sich das Ausbessern von Schadhaftem und das Austauschen von Ersatzteilen am Verhältnis von Funktionieren und Nicht-Funktionieren orientieren, das Reparieren damit also als ›eigentliche‹ Lösung der Wiederherstellung eines Ausgangs- oder Normalzustands gelten kann, betrifft der Workaround das Problem des Reparierens und der Funktionalität von Dingen auf einer Metaebene. Denn als ›uneigentlicher‹ Umweg oder Notbehelf stellt der Workaround in Frage, was überhaupt als ›richtige‹ Lösung eines Problems gelten kann.

In erster Näherung sind uns derartige Umwege aus unseren alltäglichen Vollzügen geläufig. Sie stellen Strategien dar, ein Problem dadurch zu lösen, dass man es umgeht oder abkürzt. Das Wort selbst gibt bereits Hinweise, was Workarounds sind und tun: Sie bezeichnen ein Weiterkommen, das nicht direkt auf ein Ziel zugeht – sei es durch einen räumlichen Umweg, sei es durch ein zeitliches Provisorium oder einen Notbehelf. Ein Workaround erfordert dabei immer ein bestimmtes Maß an Aufwand (›work‹), um das gewünschte Resultat zu erreichen. Angesichts der Notwendigkeit, dass etwas getan werden muss – und diese zeitliche Limitierung ist entscheidend –, operieren Workarounds mit dem, was gerade verfügbar ist, seien dies Personen, Dinge oder Informationen, um Lösungen informell zu bewerkstelligen.

Im Folgenden sollen zunächst Workarounds im Kontext der Informationstechnik im Vordergrund stehen, ehe in einem zweiten Schritt

ihre Bedeutung aus kulturwissenschaftlicher Perspektive diskutiert wird. Dabei werden verschiedene Dimensionen der von Workarounds angebotenen Problemlösungen in den Blick genommen (Politik, Subversion, Ästhetik etc.), die verdeutlichen, dass Workarounds hochbedeutsame Verfahren der Stabilisierung darstellen und wertvolle Einsichten in das Imaginäre technischer Rationalität gewähren.

Kludges: Notbehelfe in der Informationstechnik

Aus dem Computerbereich stammende Definitionen heben zumeist den temporären Überbrückungscharakter von Workarounds hervor. So heißt es in *The New Hacker's Dictionary*:

1. A temporary kluge used to bypass, mask, or otherwise avoid a bug or misfeature in some system. Theoretically, workarounds are always replaced by fixes; in practice, customers often find themselves living with workarounds for long periods of time. [...]
2. A procedure to be employed by the user in order to do what some currently non-working feature should do.¹¹⁷

Das hier begegnende Wort *klu(d)ge* gehört zu den Synonymen des Workaround-Begriffs und meint im Computerjargon schnelle und temporäre Problemlösungen.¹¹⁸ Die Bewertung derartiger Praktiken changiert zwischen ›Murks‹ und ›Pfuscher‹ auf der einen Seite und genialem ›Trick‹ auf der anderen. Begriffsgeschichtlich begegnen zwei ursprünglich verschiedene Verwendungsweisen des Wortes in den USA und Großbritannien, die sich nach dem Zweiten Weltkrieg im Militär- und Computerjargon zunehmend überkreuzen und vermischen:¹¹⁹ Das aus dem Schottischen stammende *kludge* meint in der nordamerikanischen Hackerszene der 1960er Jahre abwertend »[a] crock that works«,¹²⁰ während das US-amerikanische Nomen *kluge*, das auch als ursprünglichere Schreibung gilt, den raffinierten Programmiertrick

¹¹⁷ *The New Hacker's Dictionary*, [Art.] »workaround«, S. 491; vgl. ferner *OED Online*, [Art.] »workaround, n.«.

¹¹⁸ Vgl. *The New Hacker's Dictionary*, [Art.] »kludge« sowie [Art.] »kluge«; *OED Online*, [Art.] »kludge, n.«; Koopman/Hoffmann: »Workarounds, Make-work, and Kludges«.

¹¹⁹ Vgl. *The New Hacker's Dictionary*, [Art.] »kludge« sowie [Art.] »kluge«, S. 271–273. Dies hat auch mit einer unterschiedlichen Aussprache des Begriffs zu tun; es findet sich sowohl »/klu:dʒ/« (*OED Online*, [Art.] »kludge, n.«) wie auch »/klooʃ/« (*The New Hacker's Dictionary*, [Art.] »kludge« sowie [Art.] »kluge«, S. 271).

¹²⁰ *The New Hacker's Dictionary*, [Art.] »kludge«, S. 271.

bezeichnet.¹²¹ Wird bei der positiven Einschätzung von *kludge* also auf die Cleverness gesetzt, so bei der negativen auf die ästhetische Dimension, der zufolge *kludges* hässliche, plumpe Gebilde seien, nämlich entweder »[a] fix that is awkward or clumsy but is at least temporarily effective« oder »[a]n overall design that is of questionable elegance or downright ugly«. ¹²² Aber auch wenn *kludges* den Charakter des flüchtig Zusammengebauten haben (sei es eine Maschine oder ein Programm), sind sie aus Nutzer:innen-Perspektive durchaus rational und essentiell. »[F]ar from acting irrationally«, heißt es bei Les Gasser für den Routineumgang mit Computersystemen in Organisationen, »the informal practical actions of participants actually make systems *more* usable locally. Informal fitting, augmenting, and working around are essential and locally rational parts of system use.«¹²³

In der abwertenden Perspektive popularisiert wurde der Begriff *kludge* durch Jackson W. Granholm.¹²⁴ Sein Artikel »How to Design a Kludge« gehört zu einer Reihe humoresker Beiträge, die zunächst 1962 in der Zeitschrift *Datamation* erschienen und 1966 in der Anthologie *Faith, Hope, and Parity* mit der Absicht zusammengestellt wurden, wie der Herausgeber formuliert, »to evoke humor out of the frustrations in dealing with computers and their manufacturers.«¹²⁵ Insofern die Texte von Computerspezialisten für Computerspezialisten geschrieben wurden, handelt es nicht allein um Beiträge zur Selbstverständigung innerhalb der Community, sondern ebenso um Kommentare zu existierenden Praktiken im Umgang mit Computern. Der Modus der Parodie erlaubte dabei eine luzide und pointierte Beschreibung der soziotechnischen Wirklichkeit des Computing zu Beginn der 1960er Jahre und der dabei auftretenden Probleme, lange bevor diese theoretisch aufgegriffen und praktisch angegangen wurden. Die Artikel lassen dabei die ausgeprägte Diskrepanz zwischen den Idealvorstellungen technischer

¹²¹ Vgl. *The New Hacker's Dictionary*, [Art.] »kluge«, S. 271. John A. Barry unterscheidet deshalb sogar drei verschiedene ›Theorien‹ zum Ursprung des Begriffs *kludge*: erstens die »Datamation/Granholm theory«, derzufolge Jackson Granholm den Begriff prägt; zweitens die Theorien, die eine Ableitung aus dem Deutschen annehmen und eine Verwandtschaft von *klugde* und *klug* behaupten; und schließlich drittens die »academic oriented theory«, die sich auf den Nachnamen Kludge bezieht (angeblich Erfinder einer Graphik-Hardware um 1970) und in *kludge* stärker den genialen Einfall betont (Barry: »Whence Cometh the Term *Kludge*?«, S. 33).

¹²² Koopman/Hoffmann: »Workarounds, Make-work, and Kludges«, S. 73.

¹²³ Gasser: »The Integration of Computing and Routine Work«, S. 222.

¹²⁴ Vgl. Granholm: »How to Design a Kludge«.

¹²⁵ Moshman (Hg.): *Faith, Hope and Parity*, S. 1.

Rationalität und den Herausforderungen des alltäglichen Umgangs mit Computern deutlich zutage treten.

Granholms Artikel konstruiert zunächst die pseudo-etymologische Verwandtschaft von englisch *kludge* mit dem deutschen Adjektiv *klug* auf Basis des fiktiven Nachschlagewerks *New Multilingual Dictionary*, um dann die negative Begriffsverwendung als zeitgenössisch gängige festzuhalten: *Kludge* bezeichne »[a]n ill-assorted collection of poorly-matching parts, forming a distressing whole.«¹²⁶ Das Fiktive dieser Etymologie (ein sprachgeschichtlicher Zusammenhang von *kludge* und *klug* ist nicht nachweisbar) unterstreicht die oben skizzierte Ambivalenz des Begriffs: Auf der einen Seite, am Ursprung, soll *kludge* Klugheit konnotieren (»originally meaning ›smart‹«), auf der anderen Seite, durch den Verlauf der Sprachgeschichte gewissermaßen verdorben, das genaue Gegenteil, nämlich Dummheit (»›not so smart‹ or ›pretty ridiculous‹«).¹²⁷ Damit stellt sich die Frage, worin die Klugheit-Dummheit von *kludges* besteht, impliziert doch Granholms Rede von »›kludgemanship‹«¹²⁸ – frei übersetzt also etwa: Murkskönnerschaft – ein spezifisches Können bzw. ein gewisse Kunstfertigkeit. Der entsprechende Eintrag im *Oxford English Dictionary* nennt »skill in designing or applying kludges«¹²⁹ und verweist neben Granholm auch auf Lee Harrisbergers ironische Bestimmung von *kludgemanship*: »The noble art of Kludgemanship capitalizes upon the design engineer's affinity for asininity and deals with the techniques for how to miss the perfect opportunity and succeed in achieving optimum imperfectability.«¹³⁰ Die Rede von Skills und Kunst hebt damit die (lehr- und lernbare) Regelhaftigkeit eines solchen Tuns hervor. In parodistischer Zuspitzung werden insbesondere die Abwege und Verkomplizierungen im Hardware- und Softwaredesign diskutiert. So hält auch Granholm fest, »true Kludge building« sei nichts für Amateure, denn *kludges* müssten sehr wohl funktionieren:

One should *not* lash up an arithmetic unit, for example, which does not work. It must actually do arithmetic. The expert Kludge constructor will design his arithmetic unit to perform 2⁵¹² distinct kinds of addition, each called forth by opcodes six words long.¹³¹

¹²⁶ Granholm: »How to Design a Kludge«, S. 4.

¹²⁷ Ebd.

¹²⁸ Ebd.

¹²⁹ *OED Online*, [Art.] »kludgemanship, n.«.

¹³⁰ Harrisberger: *Engineersmanship*, S. 108.

¹³¹ Granholm: »How to Design a Kludge«, S. 4 und 5.

In ähnlicher Weise ließen sich Eingabe-Schnittstellen etwa durch die Nutzung eines von elektronischen Schreibmaschinen abweichenden Zeichensatzes für die Konsolentastatur, die Kombination verschiedener Lochkarten-Layouts, den Einsatz von Magnetbändern unterschiedlicher Breite und Parität, von verschiedenen Lochstreifenformaten sowie Trommel- und Plattenspeichern verkomplizieren.¹³² Darüber hinaus sei auch ein exorbitanter Preis sowie eine Managementstruktur empfehlenswert, die auf »complete, massive, and iron-bound departmentalization« beruhe: »It is a good idea if the I/O men, say, not only are not allowed to speak to the mainframe designers, but also that they have, in fact, never met them.«¹³³ Granholm bemängelt hier also das Blackboxing bestimmter Technikprodukte, die vorgeben, Probleme zu lösen, dies aber nur tun, weil sie sich von Usern, Technikern und überhaupt jeglichem Einfluss abschotten – was zu monströs anmutenden Organisationsstrukturen führen kann (vgl. Abb. 4.6).

Lee Harrisberger greift diese Überlegungen Granholms in seiner Studie zur Philosophie des Designs im Engineering auf und formuliert Kriterien, mit denen ein guter Kludgemaster aus dem Unvermeidbaren Kapitel schlagen könne. Ausgangspunkt ist dabei die Prämisse »[i]f something can go wrong – it will!«, an die sich vier Folgerungen anschließen:

- 1st Corollary: *If anything just can't go wrong – it will anyway.*
- 2nd Corollary: *When things are going well, something will go wrong.*
- 3rd Corollary: *When things can't get worse, they will.*
- 4th Corollary: *Any time things appear to be going better, you have overlooked something.*¹³⁴

Für das Design einer »[o]ptimum kludge« sei es zunächst unabdingbar erforderlich, jede Art von Konventionalität und Routine zu vermeiden; ferner sei die Komplexität durch clevere, einzigartige Ideen zu erhöhen und das Offensichtliche zu unterdrücken; das System sollte stets mehrere Reaktionen auf ein Ereignis geben, zudem sei eine Verdopplung durch identische Backup-Systeme sinnvoll; und natürlich sei Kompatibilität nicht wünschenswert und das Potential der Nutzung älterer Techniken einzubeziehen.¹³⁵ Harrisbergers Darstellung zufolge dienen *kludges* also nicht der Lösung von Problemen, sondern vielmehr ihrer Erzeugung:

¹³² Vgl. ebd., S. 5f.

¹³³ Ebd., S. 7f. und 8.

¹³⁴ Harrisberger: *Engineersmanship*, S. 109.

¹³⁵ Ebd., S. 109–111.

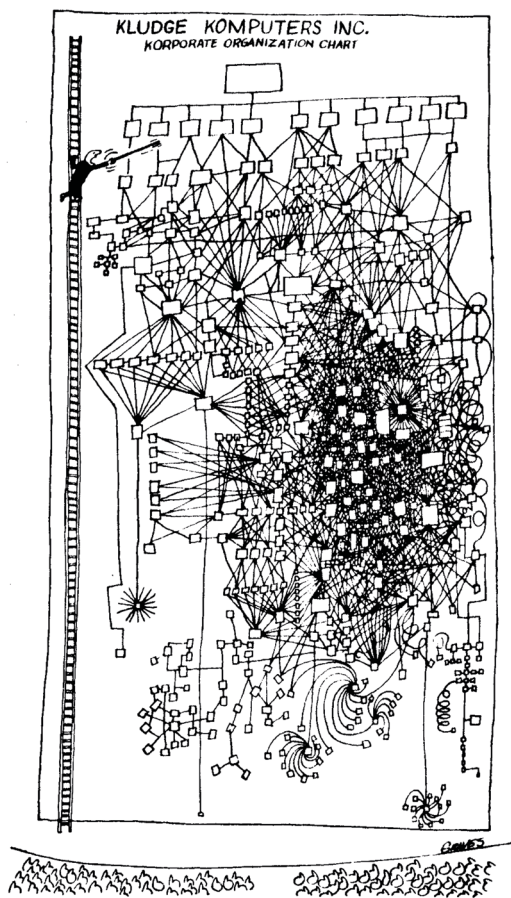


Abb. 4.6: Kludge-Organisationsstruktur

Schwierigkeiten im Umgang mit Computern werden als Effekt einer unnötigen Verkomplizierung auf Designebene verstanden, die maßgeblich aus der Profitorientierung der Branche resultiert.

Während Granholm das Hardware-Design von Maschinen parodiert (»Kludgevac 990B«¹³⁶), konzentrieren sich Morris L. Morris und Austin O. Arthurs auf die Softwareentwicklung. Ihr *Datamation*-Artikel »Master Plan for Kludge Software« formuliert nicht weniger als fünf »Erlasse« zur Softwareentwicklung, fünf Regeln zu deren Implementierung, sechs Prinzipien zum Umgang mit Programmiersprachen und fünf Grundsätze des Kundenservice,¹³⁷ von denen einige erstaunlich aktuell wirken. Das

¹³⁶ Granholm: »How to Design a Kludge«, S. 7.

¹³⁷ Vgl. Morris/Arthur: »Master Plan for Kludge Software«.

›Regelwerk‹ postuliert etwa die Notwendigkeit der steten Ankündigung neuer Software – unter programmatischer Absehung von deren Realisierbarkeit; ebenso solle man immer auf neue Programmierer setzen, denn nur so lasse sich einer Kenntnis bestehender Entwicklungen entgegenwirken; der Kontakt von Programmierern zu Personen, die Hardware bauen, verkaufen oder instandhalten, sei zu unterbinden, ebenso wie ihr Austausch mit anderen Softwareentwicklern.¹³⁸ Mit Blick auf das Software-Design seien Fehlermeldungen ambig zu halten: »For example, what could be simpler than ›AN IMPOSSIBLE ERROR HAS OCCURRED ON AN UNSPECIFIED UNIT WHILE EXECUTING AN UNIDENTIFIABLE PROGRAM.«¹³⁹ Beim Release neuer Versionen solle es sich möglichst um noch fehlerhafte Programmversionen handeln, die dann eben der Kunde debuggen müsse.¹⁴⁰ Niemals dürfe man ein zuverlässiges Schulungshandbuch für irgendein System vorlegen,¹⁴¹ und für den Softwaresupport gelte, »›[w]henever a new system is proposed or implemented, refuse to continue maintenance on some other (any other) existing system.«¹⁴² Auch Morris und Arthur parodieren die interessengeleitete und als ebenso unnötig wie undurchschaubar erachtete Verkomplizierung von Technologien – durch Releases neuer Software, unklare Fehlermeldungen, fehlende Handbücher und mangenden TechniksUPPORT.¹⁴³

Die *Datamation*-Artikel thematisieren also Probleme, welche bei der Aushandlung einer Infrastruktur des Computing entstehen, die Personen, Geräte, Programme, Organisationsmodelle und Unternehmensstrukturen sowie Management- und Marketing-Strategien gleichermaßen berücksichtigen und als komplexes Gefüge etablieren musste. In ihrer parodistischen Überspitzung meisterlichen Kludge-Designs artikulieren sie ein genaues Verständnis der wechselseitigen Fehlannahmen und Vorurteile auf Seiten von Management, Programmierern sowie Computertechnikern (vgl. Abb. 4.7, 4.8 und 4.9) und damit jener Umstände, die die ›Softwarekrise‹ der 1960er Jahre begleiteten und mit der Tatsache zu tun hatten, dass Software als »ultimate heterogene-

¹³⁸ Vgl. ebd., S. 10f.

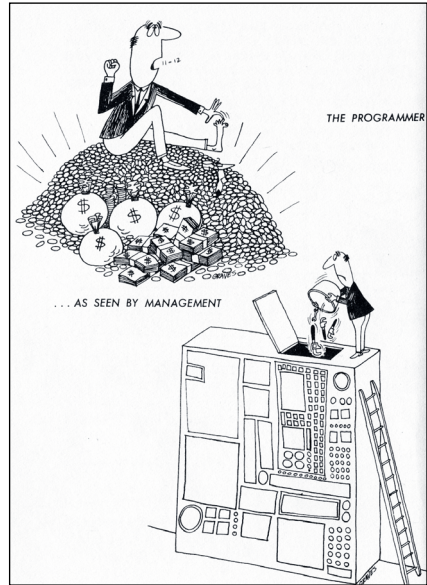
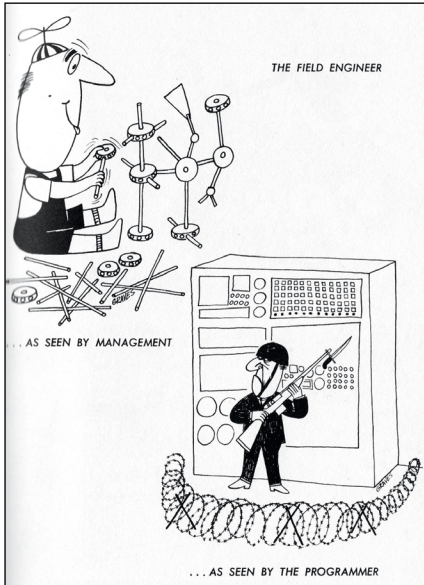
¹³⁹ Ebd., S. 12.

¹⁴⁰ Vgl. ebd., S. 13.

¹⁴¹ Ebd.

¹⁴² Ebd., S. 14.

¹⁴³ Zu früheren Formen einer parodistischen Kritik an technologischer Verkomplizierung, siehe unten die Ausführungen zu Rube Goldbergs Karikaturen der 1920er Jahre, S. 251–255.



ous technology¹⁴⁴ zu Konflikten und Spannungen führte, die nicht mehr mit herkömmlichen Maßgaben technologischer und organisatorischer Rationalität (Explizitheit, Modularität, Arbeitsteilung) lösbar waren. Wie dieses historische Beispiel zeigt, ist die Unterscheidung zwischen Klugheit und Dummheit nicht immer einfach zu treffen. Der Modus der Parodie vermag hier eine Schwebelage zu erzeugen, die beides gleichzeitig auszusprechen und anzuerkennen erlaubt.

Auch in der ethnomethodologischen sowie techniksoziologischen Forschung ist der Workaround ein bekanntes Phänomen. Hier geht es allerdings weniger um Geräte-defekte und Programmfehler, die

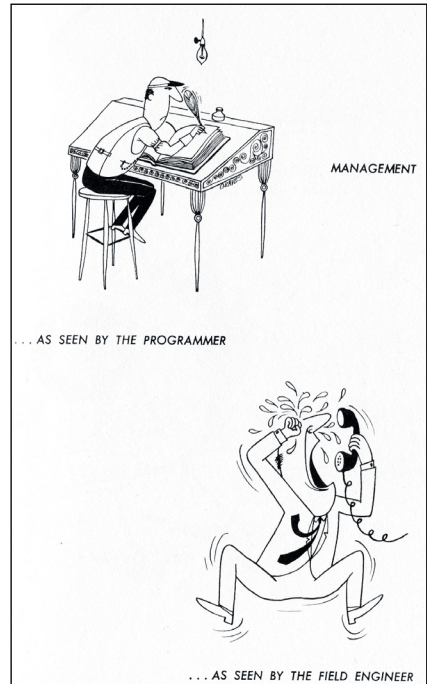


Abb. 4.7–4.9:
Divergente Perspektiven

¹⁴⁴ Ensmenger: *The Computer Boys Take Over*, S. 8.

durch Workarounds behoben werden, sondern vielmehr um ihre systemische Funktion im Kontext von (informationstechnisch vermittelten) Arbeitszusammenhängen. So beschreibt Harold Garfinkel das institutionelle Funktionieren eines Krankenhauses als Verhältnis von formal-bürokratischen und informellen Praktiken: »[I]nformal practices exist which are known about by everyone, that as a matter of course contradict officially depicted and openly acknowledged practices.«¹⁴⁵ Dabei ist gerade das, was nicht in den Akten steht, oft konstitutiv für den Erfolg der Zusammenarbeit im Krankenhaus. Als »sitierte Handlungen«¹⁴⁶ stellen Workarounds lokal angepasste Strategien der Bewältigung von Problemen dar, die mit vorhandenen Ressourcen schnelle Lösungen bereitstellen, »die vielleicht gerade deswegen funktionieren weil sie ›quick and dirty‹ erarbeitet werden und dabei rein regelgeleitetes Vorgehen momentan außen vor lassen.«¹⁴⁷ Susan Leigh Star versteht *boundary objects* (s. Kap. 1.4) als praktikable Lösungen, die zwar »not [...] well-structured«, aber als Lösungen gleichwohl funktional seien, da sie es erlaubten, bestimmte organisationsbezogene Probleme der Gruppenbildung bzw. der Hierarchie zu umgehen – »[t]hey bypass the sort of problems of combinatorial implosion [...] and also bypass hierarchical delegation«.¹⁴⁸

Les Gasser beschreibt Workarounds schon 1983 als eine mögliche Strategie, um mit kleineren Computerproblemen (»low-level problems«¹⁴⁹) im alltäglichen Arbeitskontext zurechtzukommen. Diese Workarounds werden als lokal und situativ sinnvolle Anpassungsleistungen verstanden, die die Durchführung einer bestimmten Aufgabe trotz auftretender Schwierigkeiten ermöglichen: »Workarounds are typically ad-hoc strategies to solve immediate and pressing problems.«¹⁵⁰ Zwar konfliktieren derartige Lösungen immer mit den Idealvorstellungen richtiger Systemnutzung (»formal ideology of system use«),¹⁵¹ ohne sie allerdings würden Rechendienste und -leistung sich sehr schnell verschlechtern, und zwar mit erheblichen organisatorischen Kosten.¹⁵²

¹⁴⁵ Garfinkel: »Good Organizational Reasons for ›Bad‹ Clinical Records«, S. 194f.

¹⁴⁶ Vgl. Suchman: *Human-Machine Reconfigurations*.

¹⁴⁷ Gießmann/Schabacher: »Umwege und Umnutzung«, S. 17.

¹⁴⁸ Star: »The Structure of Ill-Structured Solutions«, S. 51.

¹⁴⁹ Gasser: »The Integration of Computing and Routine Work«, S. 220.

¹⁵⁰ Ebd., S. 216. In seiner Studie beobachtet Gasser vor allem »data adjustment, procedural adjustment, and backup systems« (ebd.).

¹⁵¹ Ebd.

¹⁵² Vgl. ebd., S. 217.

Workarounds zeigen also, »how people manage to use systems that are technically inadequate«,¹⁵³ wobei die Entscheidung für den einen oder anderen Workaround situationspezifisch von den jeweiligen Gegebenheiten abhängt. Unter Rekurs auf die Überlegungen Gassers bestimmt Neil Pollock Workarounds im Kontext der Computernutzung deshalb als abhängig von bereits bestehenden »networks in place«.¹⁵⁴ Dies würde konfligierende Skripte involvieren, die Workarounds gleichermaßen erfordern wie zu verhindern suchten.¹⁵⁵ Koopman und Hoffmann wiederum bestimmen Workarounds als alternative Lösungswege: »When a path to a goal is blocked, people use their knowledge to create and execute an alternate path to that goal.«¹⁵⁶ Dabei unterscheiden sie verschiedene Formen des Workarounds: die Erledigung von Aufgaben trotz Konstruktionsfehlern und Komponentenausfällen, die Erweiterung von Funktionalitäten, um das Problem zu lösen, und das bewusste Umgehen (»deviation«) von Designvorgaben.¹⁵⁷ Diese Formen des Workarounds werden als verfahrenstechnische Lösungen begriffen (»procedural change«, »new procedure« bzw. »procedural deviation«¹⁵⁸) und von *kludges* im Sinne temporärer, artefaktbezogener Fehlerbehebungen (»temporary fixes«) unterschieden: »This distinction seems largely consistent with various documented usages in which kludge applies only to hardware and work-around applies to both procedures and software.«¹⁵⁹ Abgesehen davon, dass solche Überlegungen die Übergänge zwischen Hardware und Software ignorieren (s. die Überlegungen zum OSI-Modell, Kap. 1.3), verdeutlichen sie das Bemühen um eine erneute Unterscheidung, die nun innerhalb der Umwege bzw. Provisorien zwischen »eentlichen« Workarounds und »uneentlichen« *kludges* differenziert. Damit verweisen sie auf ein Problem, das bereits im Rahmen der Abgrenzung von Workarounds und vermeintlich »echten« Reparaturen deutlich wurde: Workarounds betreffen ganz grundsätzlich die Unterscheidung von eigentlich/uneigentlich, d.h. das Verhältnis von Primärem und Sekundärem (bzw. Parasitärem). Wenn ein Workaround aber diese Unterscheidung bearbeitet, dann lassen die Praktiken des Umwegs fraglich werden, ob eine solche Unterscheidung zwischen dem

¹⁵³ Ebd., S. 221.

¹⁵⁴ Pollock: »When is a Work-Around?«, S. 498.

¹⁵⁵ Vgl. ebd., S. 506 und 510.

¹⁵⁶ Koopman/Hoffmann: »Workarounds, Make-work, and Kludges«, S. 71.

¹⁵⁷ Ebd. sowie im Einzelnen, ebd., S. 71–73.

¹⁵⁸ Ebd., S. 71 und 72.

¹⁵⁹ Ebd., S. 73.

vermeintlich Sekundären des Workarounds (Umweg, Provisorium) gegenüber einer ›eigentlichen‹ Lösung überhaupt möglich ist oder ob nicht Lösung und Workaround in einem paradoxaleren Verhältnis zueinander stehen, bei dem jeder Workaround immer auch als tatsächliche Lösung fungieren muss. Nicht zufällig verweist das *New Hacker's Dictionary* darauf, dass Workarounds zwar theoretisch immer durch Reparaturen ersetzt werden sollen, de facto aber Behelfslösungen häufig für lange Zeit bestehen bleiben.¹⁶⁰

Umwege – vom Alltag bis zur Kunst

Auch wenn der Begriff ›Workaround‹ ursprünglich aus dem Computerbereich stammt, ist er keineswegs auf diesen Anwendungskontext beschränkt. Workarounds und Umwege begegnen vielmehr an zahlreichen Stellen des gesellschaftlichen und privaten Alltags, im Haushalt ebenso wie bei infrastrukturellen Systemen.¹⁶¹ Im Kontext von Infrastrukturen werden Workarounds häufig zur Fehlerbehebung eingesetzt, etwa um nachträglich bautechnische Pannen auszugleichen oder nicht vorhergesehene Schwierigkeiten zu lösen. So wurde beispielsweise beim Bau der Kölner Philharmonie in den 1980er Jahren ›vergessen‹, dass sich direkt über dem Konzertsaal der stark frequentierte Heinrich-Böll-Platz befindet. Aufgrund eines falschen Bodenbelags beeinträchtigen Tritt- und Fahrgeräusche auf dem Platz (Fußgänger, Skateboards, Rollkoffer) die Akustik des Saals derart stark, dass bei Konzerten und Proben durch Security-Personal sichergestellt werden muss, dass niemand den Platz betritt – eine Maßnahme, die die Steuerzahler jährlich 100.000 Euro kostet und sich in der Summe inzwischen auf über zwei Millionen Euro beläuft. Eine »nachträgliche Schall-Isolierung mit Neugestaltung« würde die Stadt demgegenüber rund zehn Millionen Euro kosten, was sie nicht aufzubringen bereit ist.¹⁶² Ein zweites Beispiel aus der Verkehrsgeschichte des 19. Jahrhunderts betrifft den sogenannten Red Flag

¹⁶⁰ Vgl. *The New Hacker's Dictionary*, [Art.] »workaround«, S. 491.

¹⁶¹ Zur kulturwissenschaftlichen Breite des Phänomens vgl. Brohm et al. (Hg.): *Workarounds*.

¹⁶² [dpa:] »Zu laut: Platz über Kölner Philharmonie 1 000 Mal im Jahr gesperrt« (2008). An dieser Situation hatte sich auch 2015 nichts geändert (vgl. Anonymus: »Schwarzbuch« (2015)) und sie besteht unverändert fort; die kalkulierten Kosten für die Bewachung des Platzes wurden 2021 mit 273.000 Euro veranschlagt, vgl. Stadt Köln: »Beschlussprotokoll der Sitzung des Betriebsausschusses Veranstaltungszentrum Köln« (2020).



Abb. 4.10: Automobil mit vorausgetragener Warnflagge, 1896

Act («Locomotives Act, 1865«), ein 1865 etabliertes und 1896 wieder abgeschafftes Gesetz, das zu einer Reihe von Maßnahmen gehörte, die in Großbritannien und Irland den Verkehr mit Straßenfahrzeugen regulieren sollten.¹⁶³ Sein Ziel war die Erhöhung der Verkehrssicherheit angesichts der auf Straßen zunehmend eingesetzten Dampfwagen, weshalb man ein Geschwindigkeitslimit für »[e]very Locomotive propelled by Steam or any other than Animal Power« von maximal vier Meilen pro Stunde (6,4 km/h) bzw. von zwei Meilen pro Stunde (3,2 km/h) innerhalb von Städten und Dörfern einführte. Darüber hinaus hatten drei Personen zur Führung eines Dampfwagens anwesend zu sein, von denen eine 60 Yards (55 Meter) vorauslaufen und durch das sichtbare Tragen einer roten Fahne andere Verkehrsteilnehmer vor dem Herannahen des Gefährts zu warnen hatte (vgl. Abb. 4.10).¹⁶⁴ Das Gesetz etablierte insofern einen Workaround, als das Tempo der vorausgehenden Person die vorgeschriebene Geschwindigkeitsreduktion der Dampfwagen erzwang. Bei beiden Beispielen beheben Workarounds Probleme durch improvisierte, »uneigentliche« Lösungen, die wie bei der Kölner Philharmonie durchaus langlebig sein können: Im ersten Fall werden die Störgeräusche nicht durch eine korrigierende Reparatur

¹⁶³ Vgl. *The Statutes of The United Kingdom of Great Britain and Ireland*, [Act] »Locomotives on Roads« (C. 83).

¹⁶⁴ Vgl. ebd., S. 183 und 184 (Abschnitte 3 und 4 des Gesetzes).

beseitigt, sondern immer wieder temporär unterbunden, im zweiten Fall wird die geschwindigkeitsinduzierte Unfallgefahr früher Dampfwagen durch den Einsatz einer ›menschlichen Bremse‹ reduziert.

Beim zunächst unscheinbaren Workaround handelt es sich also keineswegs um eine marginale Praxis, sondern um ein hochbedeutsames Verfahren. Dabei verdanken Umwege ihre Verbreitung und Stabilität maßgeblich ihrer informellen, impliziten, unsichtbaren und ›uneigentlichen‹ Qualität. Zu ihrer Untersuchung eignet sich deshalb besonders die kulturtechnische Perspektive, die die stabilisierenden wie destabilisierenden Effekte von Workarounds im Kontext von Infrastruktur-Arbeit berücksichtigen kann. Im Folgenden sollen fünf Aspekte differenziert werden, die an Workarounds aus kulturwissenschaftlicher Perspektive interessant sind. Sie betreffen ihre politische Funktion, ihre Rolle im Kontext der Arbeitsorganisation, ihre interkulturellen Differenzen, ihren subversiven Charakter sowie ästhetische Reflexionen des Phänomens.

(1) *Politische Workarounds*. Gegenüber den nachträglichen Workarounds im Kontext der Pannenbehebung, die noch stark an die retrospektive Tätigkeit des Reparierens (s. Kap. 4.1) anschließen, finden sich im politischen Bereich auch solche Workarounds, die den Umweg explizit als Lösung vorsehen. Repräsentationsbauten etwa artikulieren mitunter ein genaues Wissen um die Notwendigkeit von Workarounds. Die Analyse von Dienstbarkeitsverhältnissen lässt unscheinbare Anordnungen wie Tapetentüren, Versorgungsgänge und Korridore als entscheidende Elemente von Herrschaftsarchitekturen sichtbar werden, die es Subalternen seit Ende des 15. Jahrhunderts erlauben, auf Um- bzw. Seitenwegen ins Zentrum der Macht vorzudringen, ohne die vorgesehenen Suiten, Enfiladen und die in ihnen zu vollziehenden offiziellen Protokollarien zu durchlaufen.¹⁶⁵

Der Umweg ist ferner ein wichtiges Verfahren der politischen Diplomatie, bei dem Probleme gerade dadurch bearbeitbar werden, dass man nicht in direkter Linie auf eine Lösung zusteuert.¹⁶⁶ So geht es im Falle der Berufs- und Alltagsdiplomatie um Formen des Umgangs, die sich auf Andeutungen und Indirektheiten beschränken, um mit allen

¹⁶⁵ Vgl. Krajewski: *Der Diener*, insb. S. 111–127; Trüby: *Geschichte des Korridors*; Krajewski et al. (Hg.): *Dienstbarkeitsarchitekturen*.

¹⁶⁶ Vgl. Sennett: *Zusammenarbeit*, S. 167–178 und S. 296–329. Zum Verhältnis von informellen und formellen Umgangspraktiken vgl. auch das Standardwerk von Satow: *Satow's Diplomatic Practice* sowie die medienwissenschaftliche Aufarbeitung bei Nanz: *Grenzverkehr*.

Beteiligten im Gespräch zu bleiben und weder sich selbst noch die anderen eindeutig festzulegen, wie dies etwa das »Ritual des ungeöffneten Briefs« im Fall einer (schriftlichen) Kriegserklärung vor Augen führt.¹⁶⁷ Auch etymologisch zeigt sich eine Nähe des (diplomatischen) Umgangs mit der konkreten Bewegung, um etwas herum zu gehen. So heißt es in Adelungs *Grammatisch-kritischem Wörterbuch* von 1801: »In engerer Bedeutung ist umgehen, im Gehen einen Umweg nehmen, nicht den geraden und möglichst kürzesten Weg gehen. Wir sind eine ganze Meile umgegangen.«¹⁶⁸ Auf dieser eigentlichen Bedeutung gründen dann abgeleitete Bedeutungen, etwa die des Umgehens mit jemandem im Sinne des gesellschaftlichen Umgangs – »mit ihm verkehren, gesellschaftlichen umgang, verkehr haben«.¹⁶⁹ Der diplomatische Umgang lässt sich also auf den räumlich verstandenen Um-Gang, den Um-Weg beziehen, was den Praktiken politischer Diplomatie eine Topologie des Workarounds unterlegt. Dabei zeigt sich auch die Verbindung von Umweg und Ausweg, d. h. die Möglichkeit, unerwünschte Themen und Aspekte dadurch zu vermeiden, dass man sie umgeht.¹⁷⁰

In der Populärkultur findet der Umweg als Regierungstechnik seine Darstellung etwa in der NBC-Serie *The West Wing* (USA 1999–2006). Hier wird das Funktionieren des Entscheidungsapparates des Weißen Hauses ins Zentrum gerückt, indem die Serie der ›Abarbeitung‹ politischer Probleme folgt. Im Normalfall gelingt dies nicht reibungslos, so dass die Mitarbeiter:innen des Präsidentenstabs unentwegt in Reparaturmaßnahmen (von Reparaturmaßnahmen) verstrickt sind. Sie erarbeiten Lösungen dabei sehr häufig im Gespräch, während sie sich entlang von Korridoren bzw. treppauf oder treppab bewegen (*walk and talk*-Erzählweise).¹⁷¹ Insbesondere der im *West Wing* gelegene Roosevelt Room veranschaulicht das Funktionieren des politischen Um-Wegs (vgl. Abb. 4.11 und 4.12). Aus den hier stattfindenden Meetings werden die

¹⁶⁷ Sennett: *Zusammenarbeit*, S. 322.

¹⁶⁸ Adelung: [Art.] »Umgehen«, Sp. 804. Jenseits des Bewegungs- und Vorgangsmoments wird die gegenständliche Seite des Phänomens betont, etwa im Sinne eines Gebäudeteils (Rundgang, Kreuzgang), vgl. Grimm: [Art.] »Umgang«, Sp. 894f.

¹⁶⁹ Grimm: [Art.] »Umgehen«, Sp. 914; dies.: [Art.] »Umgang«, Sp. 891f.

¹⁷⁰ Vgl. ebd., Sp. 893.

¹⁷¹ Diese insbesondere in dialoglastigen Serien bzw. Sequenzen zum Einsatz kommende Technik ist charakteristisch für *The West Wing*. Emblematisch ist insbesondere eine dreiminütige Szene aus der Episode »Five Votes Down« der ersten Staffel, die den Weg der sich unterhaltenden Figuren mit einer kontinuierlichen Steadycam-Kamerafahrt verfolgt, vgl. Dyer: »Infographic«; Smith: »The Left Takes Back the Flag«.

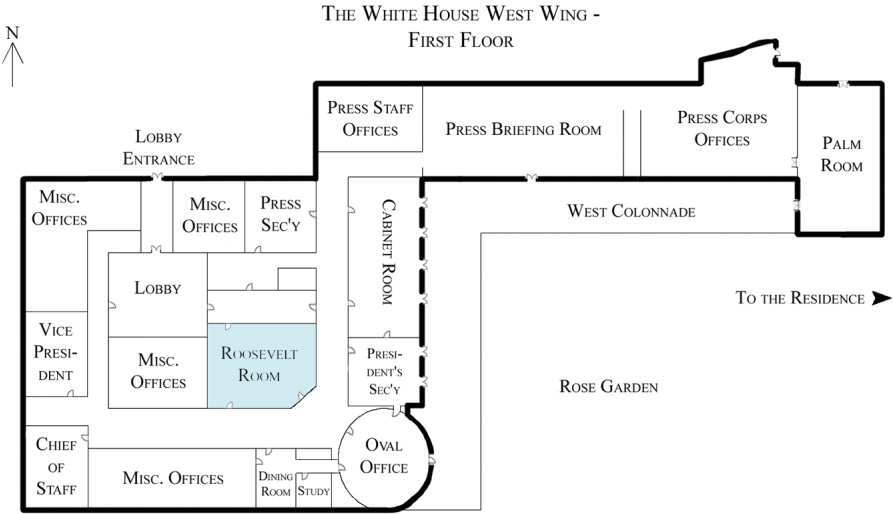


Abb. 4.11: Roosevelt Room, Weißes Haus

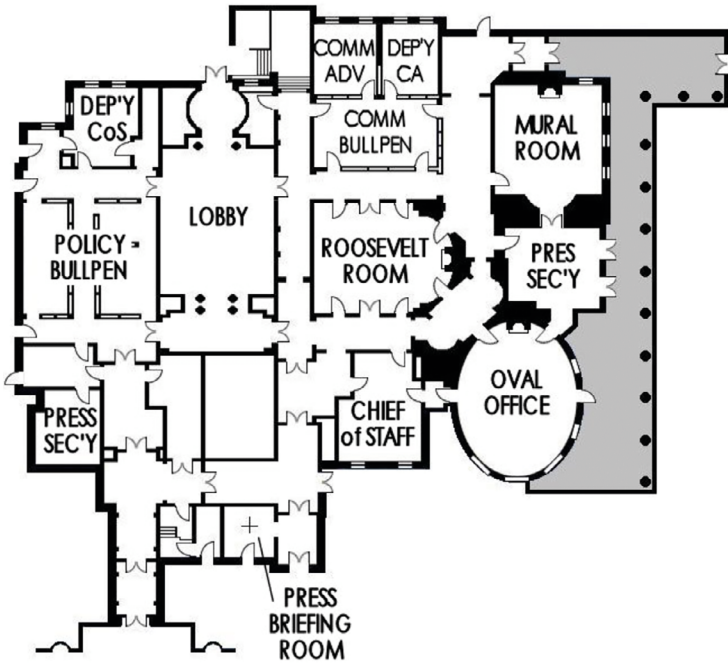


Abb. 4.12: Roosevelt Room in *The West Wing*

Mitarbeiter:innen des Präsidentenstabs immer wieder herausgerufen, um dann, buchstäblich um den Besprechungsraum herumlaufend, Lösungen für die in der Sitzung entstandenen Probleme zu finden. Die Serie nimmt dabei eine architektonische Optimierung vor, insofern sie, abweichend vom realen Grundriss, den Roosevelt Room rundum mit einem Korridor versieht und so den Figuren einen vollständigen ›Um-Gang‹ gestattet.¹⁷²

(2) *Umwege in der Arbeitsorganisation.* Im Kontext arbeitsorganisatorischer Belange betreffen Umwege die Tätigkeiten häufig unscheinbar bleibender Personengruppen (Hausmeister, Sekretärinnen, Krankenschwestern, Servicetechniker u.a.), die maßgeblich an der Aufrechterhaltung von Infrastrukturen arbeiten, wie bereits im Rahmen der Diskussion ›unsichtbarer Arbeit‹ gezeigt wurde (s. Kap. 2.3). Workarounds haben in diesem Kontext eine systemstabilisierende Funktion. Die besagten Akteur:innen greifen dabei nicht nur in ihrer Praxis auf Provisorien und Notbehelfe zurück (das würde sie nicht von anderen Personen unterscheiden), sondern Positionen wie die des Hausmeisters, der Sekretärin oder des Technikers funktionieren organisationsintern oft selbst als Workaround bzw. Shortcut. Gerald M. Weinberg analysiert in seiner Geschichte des frühen Computing Verhältnisse von formaler und informeller Organisation und betont: »[H]uman interactions are never narrow, never straight, and hardly ever in the directions shown an [sic] organization charts.«¹⁷³ Workarounds werden hier allerdings nicht allein durch Sekretärinnen oder den oben bereits erwähnten Fahrstuhlführer etabliert,¹⁷⁴ wenn diese informell für die Arbeitsorganisation entscheidende Aufgaben des Informationsaustausches übernehmen, sondern darüber hinaus auch von der räumlichen Umgebung. So beschreibt Weinberg, dass sich in einem Universitätsrechenzentrum plötzlich Beschwerden über die mangelnde Beratung bei Programmierproblemen häufen. Erst nach einer Weile wird als Grund hierfür die Entfernung einer Reihe von Getränke- und Süßigkeitenautomaten aus einem größeren Aufenthaltsraum erkannt, die von vielen unerfahrenen, studentischen Programmierern genutzt worden waren:

¹⁷² Vgl. M.A. Levine: »*The West Wing* (NBC) and the West Wing (D.C.)«. Zu den Abweichungen vgl. auch den Kommentar von Pete Sharkey zur ersten Season von *The West Wing: The White House Museum, Movies & TV* – The White House Museum, <http://www.whitehousemuseum.org/special/movies.htm#westwing1> (21.05.21).

¹⁷³ Weinberg: *The Psychology of Computer Programming*, S. 48.

¹⁷⁴ Ebd., S. 51.

The typical behavior of a student when he arrived at the computing center was to pick up his output and head for the coffee machine. There, while sipping coffee, he could have a first look at the program and also show it to his buddies who might be standing around. Since most of the student problems were similar, the chances were very high that he could find someone who knew what was wrong with his program right there at the vending machines. Through this informal organization, the formal consulting mechanism was shunted, and its load was reduced to a level it could reasonably handle.¹⁷⁵

Indem man die Verkaufsautomaten verlegte, wurde unabsichtlich der durch das Setting etablierte Workaround zur Lösung geringfügiger Computerprobleme unterbrochen, was sofort eine Überlastung der formal zuständigen Abteilung nach sich zog. Nicht nur humane Akteure, sondern auch dingliche können also im Kontext der Arbeitsorganisation die Aufgabe übernehmen, informelle Wege der Bearbeitung von Problemen bereitzustellen.

(3) *Interkulturelle Differenzen.* Wie beim Reparieren begegnen auch mit Blick auf Phänomene des Umweghaften und Provisorischen eurozentrische Vorannahmen, die häufig eine Form geradliniger Rationalität als Normalzustand unterstellen. Betrachtet man etwa die indische Form des *jugaad*, so handelt es sich um improvisierte Behelfslösungen, die ganz im Sinne der von Lévi-Strauss beschriebenen *bricolage* auf Dauer mit dem auskommen müssen, was gerade zur Hand ist. Das umgangssprachliche, aus dem Hindi stammende Wort *jugaad* bezeichnet eine innovative Fehlerbehebung, die eine Zwischen- oder Übergangslösung darstellt (*stop gap solution*).¹⁷⁶ Workarounds gelten als ständig erforderlich, ohne dass ein eigentliches Funktionieren auszumachen wäre. Gedrängt von der Notwendigkeit, dass unter den gegebenen Bedingungen etwas getan werden muss – und dieser zeitliche Aspekt ist, wie gesagt, entscheidend –, arbeitet man mit dem, was gerade verfügbar ist. Insbesondere Behelfslösungen bei Transport- und Fortbewegungsmitteln gelten als Inbegriff von *jugaads* – umgebaute Drei- und Vierradfahrzeuge werden ohne Zulassung und stets überladen in vielen Ländern Südostasiens als kostengünstige Form des Personen- oder Materialtransports genutzt (vgl. Abb. 4.13).¹⁷⁷ Insofern

¹⁷⁵ Ebd., S. 50.

¹⁷⁶ Das Wort *jugaad* (जुगाड *jugaDa*) hat mehrere Bedeutungen, unter anderem ›Notbehelf‹ (›makeshift‹), ›kreative Improvisation‹ (›creative improvisation‹) bzw. ›hack‹, vgl. *AamBoli Dictionary*, [Art.] ›जुगाड (jugaDa) Meaning in English and Hindi‹; *OED Online*, [Art.] ›jugaad, n.‹.

¹⁷⁷ Vgl. dazu Dwivedi Johri: ›One Hack of a Vehicle‹; Mitra: ›India's ›Informal‹ Car‹.



Abb. 4.13: Jugaad-Vehikel

jugaads unter Zuhilfenahme des ohnehin Vorhandenen operieren – »*doing more with less*«¹⁷⁸ – verwundert es nicht, dass vor dem Hintergrund von Ressourcenknappheit und stetig wachsenden Müllmengen auch Industrieunternehmen auf das Prinzip sparsamer Innovation aufmerksam werden. Waren es zunächst vor allem indische Firmen, die das frugale Engineering für verschiedene Bereiche zu kommerzialisieren suchten,¹⁷⁹ werden Formen sparsamen Engineerings zunehmend als ernstzunehmender Beitrag zur Nachhaltigkeitsdebatte verstanden, den man aktuell auch in ›westliche‹ Kulturen zu importieren versucht. Dabei manifestiert sich dieses Interesse an sparsamen Lösungen auch akademisch-institutionell;¹⁸⁰ das

¹⁷⁸ Radjou et al.: *Jugaad Innovation*, S. 4 sowie Kap. 3.

¹⁷⁹ Vgl. Kumar/Puranam: *India Inside*; aus einer ethnographischen Perspektive und mit Blick auf digitale Praktiken im urbanen Indien Rai: *Jugaad Time*. Dabei ist das Prinzip der *jugaad innovation* nicht auf Indien beschränkt, sondern findet sich auch in den Ökonomien anderer ›Schwellenländer‹ wie Brasilien, Kenia oder Mexiko (vgl. Radyou et al.: *Jugaad Innovation*, S. 5).

¹⁸⁰ Der »Frugal Innovation Hub« der School of Engineering der Santa Clara University versteht sich etwa als »nucleus of humanitarian technology development« mit der Aufgabe der Entwicklung von »accessible, affordable, adaptable, and appropriate technologies, products and solutions to address human needs in emerging markets.« (About Us – School of Engineering – Santa Clara University, <https://www.scu.edu/engineering/labs--research/labs/frugal-innovation-hub/about-us/> (21.05.2021)).

Fraunhofer-Institut für Arbeitswissenschaft und Organisation etwa widmet sich frugaler Innovation unter dem Stichwort »Smart Simplicity«. ¹⁸¹ Aus wirtschaftswissenschaftlicher Perspektive nennen Navi Radjou et al. insgesamt sechs Prinzipien für *Jugaad Innovation*: Widerstandsfähigkeit (»Seek Opportunity in Adversity«), Sparsamkeit (»Do More with Less«), Anpassungsfähigkeit (»Think and Act Flexibly«), Einfachheit (»Keep It Simple«), Inklusivität (»Include the Margin«) sowie Empathie und Leidenschaft (»Follow Your Heart«). ¹⁸² Im Vordergrund steht die Idee, durch Reduktion von Komplexität und Ausstattungsmerkmalen langlebige Konsumgüter für weniger einkommensstarke Bevölkerungsgruppen erschwinglich zu machen: Die Beispiele reichen von preiswerten Autos ¹⁸³ über Minikühlschränke, ¹⁸⁴ Services wie Mikrofinanzsysteme bis hin zu netzunabhängiger Stromversorgung (»A liter of light«). ¹⁸⁵

Derartige Vorschläge greifen Überlegungen auf, die der britische Wirtschaftswissenschaftler Ernst Friedrich Schumacher Ende der 1950er Jahre mit dem Konzept der angepassten Technologie (*appropriate technology*) bzw. der »mittleren Technologie« (*intermediate technology*) entwickelte, das erstmals angepasste, dezentralisierte und nutzerfreundliche technische Problemlösungen für die Ökonomien weniger entwickelter Länder forderte. ¹⁸⁶ Dabei gehört es zu den grundlegenden Einsichten von Schumachers späterer und wegweisender Buchpublikation *Small is Beautiful* (1973), dass die Gigantomanie in-

¹⁸¹ Vgl. Frugal Innovation, <https://www.engineering-produktion.iao.fraunhofer.de/de/produkte-und-loesungen/produktentwicklung/frugal-innovation.html> (21.05.2021). Zu Unterschieden zwischen frugaler Innovation in unternehmerischer bzw. *grassroot*-Perspektive vgl. Wohlfart et al.: »Corporate and Grassroot Frugal Innovation«.

¹⁸² Radjou et al.: *Jugaad Innovation*, S. 20–23 sowie die entsprechenden Kapitel 2–7; zur weiteren wissenschaftlichen Auseinandersetzung vgl. Bhatti et al.: *Frugal Innovation*; McMurray/de Waal (Hg.): *Frugal Innovation*.

¹⁸³ Vgl. etwa den Renault Logan; dazu Radjou/Prabhu: *Frugal Innovation*, S. 1–5.

¹⁸⁴ Zur Entwicklung des »Mitticool« vgl. Radjou et al.: *Jugaad Innovation*, S. 1–3.

¹⁸⁵ Hierbei werden mit Wasser (und Bleichmittel) gefüllte Plastikflaschen in Hüttendächer montiert, um das Sonnenlicht unter Ausnutzung des Brechungsindex von Wasser zur Beleuchtung von ansonsten stromlosen Innenräumen einzusetzen. Zu dieser 2011 erstmals auf den Philippinen durch die MyShelter Foundation propagierten Idee vgl. Liter of Light, <http://aliteroflight.org> (21.05.21). Für einen Überblick zu derartigen Projekten in Südasien vgl. Bhatti et al.: »Frugal Innovation«, S. 132–138; Bhatti et al.: *Frugal Innovation*, Kap. 5.

¹⁸⁶ Vgl. Schumacher: *Small is Beautiful*. Schumachers Überlegungen zur lokalen Anpassung von Technologien haben Überschneidungen mit dem, was Edgerton »creole technologies« nennen wird, im Sinne von »distinctive set[s] of uses outside the time and place where it was first used on a significant scale.« (Edgerton: »Creole Technologies and Global Histories«, S. 101)

dustrieller Produktion letztlich ihre eigene Basis verbraucht: »[C]urrent methods of production are already eating into the very substance of industrial man.«¹⁸⁷ Nur ein Bezug auf das Maß des Menschen könne der technologischen Entwicklung eine Richtung geben, »that shall lead it back to the real needs of man, and that also means: *to the actual size of man*. Man is small, and, therefore, small is beautiful.«¹⁸⁸ Gegenüber den kapitalintensiven, hochmodernen Technologien verortet Schumacher die mittlere Technologie als Möglichkeit kleinräumiger Produktion und Konsumtion: »The equipment would be fairly simple and therefore understandable, suitable to maintenance and repair on the spot«,¹⁸⁹ d.h. es geht um die Herstellung von »useful goods from local materials for local use.«¹⁹⁰ Mit seinem globalisierungskritischen Impetus ist Schumacher ein Pionier der Ökologiebewegung und der Nachhaltigkeitsdebatte, was seine Ideen auch für Industrienationen interessant macht. Da es allerdings zunächst als ausschließlich für ›Entwicklungsländer‹ sinnvolle Technologieform verstanden wurde, konnte sich das Konzept der *intermediate* bzw. *appropriate technology* nicht bzw. nur langsam durchsetzen.¹⁹¹

(4) *Workarounds als Subversion*. Der Umweg oder Workaround stellt eine experimentelle und oft auch subversive Praktik dar. Zu denken ist hier an die Hackerszene, die ursprünglich im Kontext der US-amerikanischen Gegenkultur der 1960er Jahre entsteht und Grenzen des Machbaren kreativ auslotet, ehe sie später vor allem mit dem Umgehen von Sicherheitsbarrieren im Computerbereich identifiziert wird. Dabei gilt es Claus Pias zufolge als Paradoxie und Ambivalenz des Hackers, dass er die Grenzen der Technik, mit denen er spielt, stets (auch) auflöst und verschiebt.¹⁹² In den 1960er Jahren ging es zunächst um eine Nutzung der vorhandenen teuren Rechner, die darauf zielte, mit »selbstgebastelten Produktionswerkzeuge[n]« in Form von »Ad-

¹⁸⁷ Schumacher: *Small is Beautiful*, S. 8.

¹⁸⁸ Ebd., S. 131.

¹⁸⁹ Ebd., S. 149.

¹⁹⁰ Ebd., S. 154.

¹⁹¹ Zur Geschichte der konkreten Anwendung des Konzepts und der Arbeit der 1965 von Schumacher zusammen mit George McRobie, Julia Porter und anderen gegründeten Intermediate Technology Development Group (ITDG), vgl. McRobie: *Small Is Possible*, insb. S. 19–71. Vgl. ferner die Nachfolgeorganisation »Practical Action«: Homepage – Practical Action, <https://practicalaction.org/> (22.05.21).

¹⁹² Vgl. Pias: »Der Hacker«, S. 263.

hoc-Programmierung[en]« bzw. »Hacks« vorgesehene (umständliche) Programmroutinen zu umgehen:

Den Hacker interessierte, geschwindigkeits- und speicherplatzoptimierte Codes zu schreiben, Hochsprachen zu umgehen und alle Hardware-Kapazitäten durch proprietäre oder illegale Verfahren auszureizen, um damit etwas zu erzeugen, das kaum einen anderen Sinn zu machen scheint als den, daß »es läuft«. ¹⁹³

Anders als der Bastler, der durch seinen Bezug zur materiellen Welt gebunden bleibt – »[i]n der Welt der energetischen Maschinen könnte [...] eine Dampfmaschine nur dann zu einem Kühlschrank werden, wenn die Gesetze der Thermodynamik selbst umgekehrt werden könnten« ¹⁹⁴ –, gilt dies für den Hacker nicht in gleichem Maße. Im Vordergrund stehen für ihn nicht die benutzten Mittel, sondern der »Wechsel auf die steuerungstechnische Ebene«. ¹⁹⁵ Aus diesem Grund gebe es auch keine richtige und falsche Nutzung, sondern nur »unaktualisierte Virtualitäten« – denn »[w]ofür ein Computer verwendet wird, bleibt einfach so lange unklar, bis ein bestimmtes Programm in Laufzeit übergeht.« ¹⁹⁶ Gleichwohl stellt sich die Frage, ob eine informationstechnische, allein auf die Dimension des Programmierens bezogene Genealogie des Hackers, die ihn als zugleich subversive wie staatstragende Figur versteht, ¹⁹⁷ seine ›Freiheit‹ nicht überschätzt, indem sie Möglichkeiten des Workarounds und der Zweckentfremdung in der materiellen Welt nicht genügend in Rechnung stellt. Die Popularität des Hackens Ende der 1990er Jahre, von der Claus Pias' Beitrag ausgeht, ¹⁹⁸ lässt sich als Beleg für die Anschlussfähigkeit der Figur des Hacking verstehen, die sie über den Computerbereich hinaus auch als künstlerische Strategie adressierbar macht. ¹⁹⁹

Die Subversion kann sich aber auch in der bewussten Verweigerung anderer Lösungen als der des Workarounds artikulieren. So beschreibt Alfred Sohn-Rethel 1926 einen Umgang mit Technik durch die Einwohner Neapels, die vermeintlich »das Wesen der Technik im Funktionieren des Kaputten« sehen:

¹⁹³ Ebd., S. 256 und 257.

¹⁹⁴ Ebd., S. 259.

¹⁹⁵ Ebd., S. 260.

¹⁹⁶ Ebd.

¹⁹⁷ Vgl. ebd., S. 249.

¹⁹⁸ Vgl. ebd., S. 248.

¹⁹⁹ Vgl. Düllo/Liebl (Hg.): *Cultural Hacking*.

[E]s gelingt ihm [dem Einwohner Neapels, G.S.] in unübertrefflicher Meisterschaft, sein defektes Auto durch das ungeahnte Anbringen eines kleinen Holzstücks, das sich von ungefähr auf der Straße findet, wieder in Gang zu bringen – allerdings nur, bis es bald und mit Sicherheit wieder kaputt geht. Denn endgültige Reparaturen sind ihm ein Greuel, da verzichtet er schon lieber ganz auf das Auto.²⁰⁰

In Umkehrung des gemeinhin unterstellten Verhältnisses impliziert das Intakte hier den möglichen Kontrollverlust: »Das Intakte dagegen, das sozusagen von selber geht, ist ihm im Grunde unheimlich und suspekt, denn gerade weil es von selber geht, kann man letztlich nie wissen, wie und wohin es gehen wird.«²⁰¹ Gemäß der hier beschriebenen Logik hätten Provisorien also deshalb so große Beharrungskraft, weil sie in ihrem defizitären Status berechenbarer bleiben. Darüber hinaus artikuliert sich in ihnen eine spezifische Faszination, eine Lust an der Abweichung, die den Umweg zu einer Art irritierender Praxis in Alltag und Kunst erhebt.²⁰²

Zum Teil sind es aber auch die durch Workarounds generierten Effekte, die subversiv wirken. Ein eindrückliches Beispiel stellt etwa die Meuterei auf der *HMS Bounty* dar, die sich als mehr oder minder direktes Resultat eines an Bord vorgenommenen Workarounds darstellt, den die Schwierigkeiten bei der Pflanzenverschiffung Ende des 18. Jahrhunderts notwendig machten.²⁰³ Um zu verhindern, dass die Brotfruchtpflanzen während der Überfahrt eingingen, was bei früheren Versuchen des Transports lebender Pflanzen zumeist der Fall gewesen war, nahm man auf der *Bounty* eine radikale Umnutzung vor: Die dem Kapitän zustehende Great Cabin wurde zum Stauraum für Hunderte von Töpfen mit Pflanzenstecklingen. Dieses Arrangement störte die Ordnung an Bord, insbesondere die hierarchische Vorrangstellung des Kapitäns so empfindlich, dass die sich daraus ergebende Meuterei ihrerseits zum Scheitern des Pflanzentransports führte.²⁰⁴

²⁰⁰ Sohn-Rethel: »Das Ideal des Kaputten«, S. 32.

²⁰¹ Ebd.

²⁰² So findet sich etwa bei Roland Barthes ein regelrechtes Plädoyer für Figuren der Widerständigkeit, der Digression, des Zickzack, die von einer vermeintlich geraden Linie abweichen (Barthes: *Über mich selbst*, S. 99). Zum Umwegigen des Zickzack vgl. auch Löffler: »Zick-Zack«.

²⁰³ Vgl. Mayer-Schwieger: »Umwege auf See«; zum Pflanzentransport vgl. auch Vennen: *Das Aquarium*, S. 48–61.

²⁰⁴ Zu Umnutzung und Zweckentfremdung vgl. Habscheid et al. (Hg.): *Umnutzung*; Keller/Dillschnitter (Hg.): *Zweckentfremdung*. Mit Blick auf architektonische Formationen vgl. H. K. Göbel: »Situierete Zweckmäßigkeiten von Architektur«; Jäger: »Missbrauch« oder Bewahrung durch Umnutzung?«.

(5) *Ästhetische Umwege*. Aufschlussreich sind schließlich ästhetische Reflexionen des Umwegs, die insbesondere im Modus der Parodie grundlegende Funktionsprinzipien des Workarounds analysieren. Anders als die tatsächlich improvisierten Behelfslösungen des *jugaad* akzentuiert das japanische Konzept des *chindōgu* (wörtlich etwa ›seltsames, unübliches Gerät‹) einen anderen Zugang zur Frage des Workarounds. *Chindōgus* entwerfen (künstlerisch) absurde Arrangements und Workarounds, die lediglich einmal gebaut und fotografisch festgehalten werden, also nicht in den Kreislauf der Nützlichkeit und Kommerzialisierung einwandern:

The successful Chindogunist approaches his subject in much the same way that a serious inventor would: searching for an aspect of life that could somehow be rendered more convenient and concocting a method for making it so. Like the inventor, he discards those notions that clearly miss the mark, but unlike the inventor, he also abandons those ideas that will obviously work. [...] Having tested that it indeed wasn't worth the effort, the creator of the Chindogu will then congratulate himself on having successfully an almost useful implement.²⁰⁵

Das Gerät hat also erstens »(almost) completely useless« zu sein und muss zweitens tatsächlich angefertigt werden (die bloße Idee reicht nicht aus), denn »[i]n order to be useless, it must first be.«²⁰⁶ Derartige, in ihrer Ambivalenz als *unuseless inventions* bezeichnete Lösungen, beziehen sich zwar auf ein bestehendes Alltagsproblem (etwa, dass man bei Regen nass wird), ihr tatsächlicher Einsatz aber würde ganz neue Probleme erzeugen. Beispiele sind Schuh-Regenschirme, Brennglas-Zigarettenanzünder oder Baby-Wischmop-Strampler (Abb. 4.14, 4.15, 4.16).²⁰⁷ Dabei haben *chindōgus* eine antikonsumistische Stoßrichtung, zielen sie doch auf die ökonomische Konsumlogik, die den Verbraucher:innen suggerieren will, jedes noch so (unsinnige) Gadget erwerben zu müssen.

Solche parodistischen Formen der Technologiekritik sind indessen nicht neu. Ende der 1920er Jahre nimmt etwa Rube Goldberg in seinen Karikaturen die Kausalitätsschleifen maschineller Ensembles aufs

²⁰⁵ Kawakami: *101 Unuseless Japanese Inventions*, S. 6.

²⁰⁶ Ebd., S. 8. Insgesamt werden zehn solcher Grundsätze benannt (vgl. ebd., S. 8f.).

²⁰⁷ Einige der zunächst als »unuseless« geltenden Ideen haben sich inzwischen durchgesetzt, so etwa die beidseitig verwendbaren (Toiletten-)Pantoffeln (»Either Way Slippers«) oder der Selfie-Stick (»Self-Portrait Camera Stick«) (vgl. Kawakami: *99 More Unuseless Japanese Inventions*, S. 94f. und S. 104f.). Aufgrund ihrer kommerziellen Nutzung handelt es sich allerdings dann nicht mehr um *chindōgus*.



Abb. 4.14–4.16: *Chindōgus* – Schuhregenschirm, Zigarettenanzünder und Wischmop-Strampler

Korn: Bei den sogenannten *Rube Goldberg-Maschinen* handelt es sich um Zeichnungen, also ›Papier-Maschinen‹, die extrem kompliziert aufgebaute Apparaturen zur Verrichtung einfachster Alltagstätigkeiten vorstellen (etwa das Fenster öffnen, die Katze hinauslassen etc.) und damit den Umweg zu ihrem eigentlichen Funktionsprinzip machen.²⁰⁸ Die Maschinen, die im Rahmen von Goldbergs Comic Strip ›The Inventions of Professor Lucifer Gorganzola Butts, A.K.‹ in *Collier's Weekly* von 1929 bis 1931 zweiwöchentlich erscheinen,²⁰⁹ werden deshalb bereits Ende der 1920er Jahren als ›Rube Goldberg‹ sprichwörtlich für ›accomplishing by extremely complex roundabout means what actually

²⁰⁸ Für einen Überblick zum Werk von Rube Goldberg vgl. *The Art of Rube Goldberg*; *Rube Goldberg. A Retrospective*; *The Best of Rube Goldberg*; Wolfe: *Rube Goldberg Inventions*; zur Biographie vgl. Marzio: *Rube Goldberg*.

²⁰⁹ Vgl. hierzu Tumey: ›Rube Goldberg‹, S. 135; ders.: ›Rube Goldberg Butts in‹.

or seemingly could be done simply«. ²¹⁰ In der Populärkultur werden solche Maschinen bis heute thematisiert und entworfen. ²¹¹

Goldbergs Apparaturen entwerfen Kettenreaktionen einer Reihe typischer Elemente, »available to the backyard tinkerer of his time« – »[p]ulleys and rope, springs, funnels, gears, levers and dripping sponges«. ²¹² Gezeigt wird eine Welt ohne Elektrizität, die »wind, water, or gravity« als Energiequellen nutzt und Tiere wie Menschen als »mechanical parts« einsetzt. ²¹³ Was die Erfindungen dabei als »irrational complexity« und »vast catalogue of automatic responses« ²¹⁴ ins Bild setzen, betrifft vor allem den Aspekt der Mechanisierung: »It is the inventor's ambition to show that another solution to the problem might be more intensely mechanized than the existing one – and to show that the new proposed solution would be better *because* it is more intensely mechanized.« ²¹⁵ Insofern sich bei Goldberg die Freude an Exzess und Übermaß einer (mehr oder weniger plausiblen) Komplexität mit einem Kommentar zum Wahnsinn moderner Erfindungen paart, ²¹⁶ sind »Goldberg's machines [...] parody machines, meant to mock the elaborate world of machinery even as they delighted in elaborating logic and extending their possibilities.« ²¹⁷ Goldberg selbst hebt an den Erfindungen seines Professor Butts das heterogene Engineering hervor, das auf alle in Kette operierende Akteure (Dinge, Tiere, Menschen) dieses infrastrukturellen Embroglios zu beziehen wäre:

²¹⁰ *Webster's Third New International Dictionary*, [Art.] »Rube Goldberg«, S. 1983. Vgl. auch *Merriam-Webster.com Dictionary*, [Art.] »Rube Goldberg adjective«; vgl. auch *OED Online*, [Art.] »Rube Goldberg, n.«. In vergleichbarer Weise sprichwörtlich wurden auch die vom Briten William Heath Robinson gezeichneten Apparate (»Heath-Robinson-Contraptions«), vgl. *OED Online*, [Art.] »Heath Robinson, n.«.

²¹¹ So demonstriert Frosch Kermit in einer Episode der *Sesame Street* eine (letztlich defekte) »What Happens Next Machine«, die ein Radio einschalten soll (Season 1, Episode 0089). Ebenso findet sich etwa auf YouTube eine unüberschaubare Menge an Videos zu Rube Goldberg-Maschinen, vgl. etwa *The Swish Machine*, <https://www.youtube.com/watch?v=Ss-P4qLLUyk> (22.05.2021).

²¹² Garner: »Introduction«, S. 17f.; vgl. auch North: *Machine-Age Comedy*, S. 84–110. Ebd., S. 90 und 92.

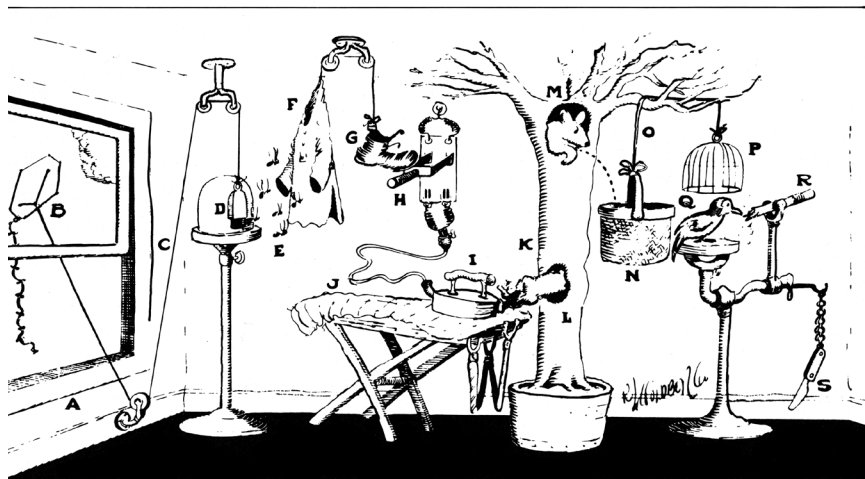
²¹³ Ebd., S. 94.

²¹⁴ Gopnik: »The Goldberg Variations«, S. 17.

²¹⁵ Vgl. ebd., S. 16.

²¹⁶ Ebd., S. 15. Ähnlich versteht North das Vergnügen an ihnen: »[E]njoyment of a Goldberg ›invention‹ always depends on some uneven balance between these two possibilities: amused contempt at the unnecessary and illogical expenditure of effort; amused awe at the ingenuity of Goldberg's own contrivance.« (North: *Machine-Age Comedy*, S. 95)

Pencil Sharpener



The Professor gets his think-tank working and evolves the simplified pencil sharpener.

Open window (A) and fly kite (B). String (C) lifts small door (D), allowing moths (E) to escape and eat red flannel shirt (F). As weight of shirt becomes less, shoe (G) steps on switch (H) which heats electric iron (I) and burns hole in pants (J).

Smoke (K) enters hole in tree (L), smoking out opossum (M) which jumps into basket (N), pulling rope (O) and lifting cage (P), allowing woodpecker (Q) to chew wood from pencil (R), exposing lead. Emergency knife (S) is always handy in case opossum or the woodpecker gets sick and can't work.

Abb. 4.17: Rube Goldberg-Maschine, 1929

In my cartoons Professor Lucifer Gorgonzola Butts invented elaborate machines to accomplish such Herculean tasks as shining shoes, opening screen doors, keeping moths out of clothes closets, retrieving soap in the bathtub and other innocuous problems. Only, instead of using the scientific elements of the laboratory, I added acrobatic monkeys, dancing mice, chattering false teeth, electric eels, whirling dervishes and other incongruous elements.²¹⁸

Ein Beispiel für das Funktionsprinzip einer Rube Goldberg-Maschine ist der *Pencil Sharpener* (vgl. Abb. 4.17). Wie bei jeder der Maschinen wird hier ein Text-Bild-Arrangement präsentiert, bei dem der Text, der neben oder unter der Zeichnung platziert ist, das konsequente Ineinandergreifen der Bestandteile der jeweiligen Anordnung minutiös nachvollzieht. Im Fall des *Pencil Sharpener* lautet die zugehörige Erklärung: Man lasse aus dem geöffneten Fenster einen Drachen fliegen, dessen Schnur ein kleines Türchen öffnet, durch das aus einem Käfig Motten entweichen.

²¹⁸ Diese unveröffentlichte Erinnerung Goldbergs wird wiedergegeben in Tumey: »Rube Goldberg Butts in«.

Diese fressen ein rotes Flanellhemd, das Gegengewicht für einen Schuh gewesen war, der nun herunterfällt, dabei einen Schalter betätigt und so das Bügeleisen einschaltet. Dieses brennt ein Loch in die auf dem Bügelbrett liegende Hose, der Qualm zieht in einen hohlen Baumstamm, räuchert das Opossum aus, das daraufhin in einen Korb springt, dessen Gewicht den Käfig über einem Specht hebt, der nun mit dem Abtragen des Holzes beginnen kann, um das Blei der Mine freizulegen. Wichtig ist im vorliegenden Zusammenhang nun der Hinweis zu »S«, »Emergency knife«: »is always handy in case opossum or the woodpecker gets sick and can't work«. Beim Arrangement des *Pencil Sharpener* handelt es sich also um den Workaround eines Workarounds. Das, was hier entworfen wird, um das ›simple‹ Anspitzen zu umgehen, wird seinerseits umgangen, indem man ein Notfallmesser stets griffbereit hat. Goldbergs Anordnung ist rekursiv, sie thematisiert den Umweg des Umwegs.

Damit bringt diese ästhetische Reflexion das grundlegende Problem noch einmal auf den Punkt, das mit jedem Umweg und jedem Workaround aufgeworfen wird: Wie lässt sich eigentlich zwischen einer eigentlichen und einer uneigentlichen Lösung eines Problems unterscheiden? Verdankt sich die Idee der sauberen, direkten, eindeutigen Lösung nicht ihrerseits einer Reinigungsarbeit, die vergessen macht, dass alle, auch die scheinbar reibungslos gelingenden Vollzüge, bei näherem Hinsehen den Charakter des Umwegs haben (können)? So bieten die realen Praktiken und die Paradoxien, die der Umweg einer medienkulturwissenschaftlichen Betrachtung offenbart, wertvolle Aufschlüsse über das Imaginäre einer spezifischen technischen Rationalität. Als Metapraktik des Reparierens ist der Workaround für den Kontext der Infrastruktur-Arbeit von entscheidender Bedeutung, da er es erlaubt, zeitnah, lokal und situativ angepasst auf Probleme zu reagieren. Denn das Provisorium und der Notbehelf erfordern die Subversion (der ordentlichen Lösung) und die Finesse des Tricks, was infrastrukturelle Systeme für Veränderungen offenhält.

4.3 Abandonment. Verfall und Relikte

Wenn Infrastrukturen einer spezifischen Arbeit der Aufrechterhaltung bedürfen, dann lässt sich der Ausfall dieser Tätigkeiten als Form der Destabilisierung verstehen. Die folgenden Ausführungen gehen dieser Destabilisierung nach und fassen sie als eine Vernachlässigung bzw. Aufgabe von Infrastrukturen, d.h. als *abandonment*, das sich durch eine

eigene Art der Temporalität auszeichnet. Denn die Frage der Zeitlichkeit von Infrastrukturen ist nicht nur auf die Prozesse ihrer fortwährenden Instandhaltung zu beziehen, sondern auch auf die große, beständig wachsende Menge stillgelegter und brachliegender Infrastrukturen. Damit rückt in den Blick, was geschieht, wenn sich ein Teil der sozio-technisch-diskursiven Akteure einer Infrastruktur zurückzieht bzw. zurückgezogen hat. Was lässt sich also über den Zustand von Infrastrukturen sagen, wenn sie nicht mehr der Daseinsvorsorge dienen bzw. Teil der globalen Zirkulationsnetzwerke sind? Es bleibt, so ließe sich in einem ersten Zugriff sagen, eine Art materielles Sediment, das seine Funktion verloren hat und insofern de facto auch keine Infrastruktur mehr ist. Um dieses Phänomen zu untersuchen, wird in diesem Abschnitt auf die Ebene der Architektur Bezug genommen, da Bauwerke einen Teil des Akteur-Netzwerkes von Infrastrukturen ausmachen, der im Fall ihrer Vernachlässigung aufgrund seiner Zeitlichkeit besondere Relevanz erhält. Denn obwohl sie nicht mehr genutzt werden, erfolgt oft kein Abriss dieser Bauten, da sie entweder zu monumental sind, dies zu kostenintensiv wäre oder auch schlicht, weil es niemanden interessiert. Insofern sie keine Funktion für die Gesellschaft mehr übernehmen, existieren diese Strukturen in einem hybriden, prekären Zwischenstatus. Sie gehören nicht länger zum Bereich der Kultur; ebensowenig sind sie aber einfach dem Bereich der Natur zuzurechnen. Diesem eigentümlichen Zustand aufgebener und nicht mehr genutzter Infrastrukturen soll im Folgenden nachgegangen werden, wobei ihr »zombie«-Status,²¹⁹ der sie zugleich anwesend und abwesend sein lässt, auf die darin sich artikulierende spezifische Zeitlichkeit befragt werden soll.

Ästhetik der Relikte

Ein Eindruck vom Verfall solcher Bauwerke lässt sich anhand von Fotografien gewinnen, die in ihrer Repräsentation ehemals funktionierender Infrastrukturen zwei unterschiedliche Aspekte betonen. Zum einen wird der Aspekt der Vergänglichkeit ästhetisch gerahmt. So zeigen die Arbeiten etwa von Thomas Jorion²²⁰ gebaute Strukturen im Zustand ihrer Rückeroberung durch die Natur. Zwei Fotografien mögen hier als

²¹⁹ Aus der Perspektive der Medienarchäologie vgl. die Überlegungen zu *zombie* bzw. *dead media* bei Hertz/Parikka: »Zombie Media«; Lauro (Hg.): *Zombie Theory*.

²²⁰ Vgl. Thomas Jorion – Paysage singuliers et intemporels, <https://thomasjorion.com/en/thomas-jorion-2/> (11.06.2021).



Abb. 4.18: Basketballhalle eines ehemaligen sowjetischen Militärstützpunktes in Deutschland



Abb. 4.19: Gefängnis auf Guadeloupe, 19. Jahrhundert

Beispiel dienen, eine verrottete Basketballhalle des sowjetischen Militärs in der Bundesrepublik (vgl. Abb. 4.18) sowie ein Sklavengefängnis aus dem 19. Jahrhundert auf Guadeloupe (vgl. Abb. 4.19). Obwohl die Überreste aus unterschiedlichen historischen Zeiten sowie nationalen bzw. geographischen Kontexten stammen, ist die Verflechtung und Überlagerung von Natur und Kultur, die diese Bilder zeigen, auf beiden Fotografien so ähnlich, dass ohne weitere Rahmung nicht zu entscheiden ist, zu welcher historischen Epoche oder geographischen Region die Relikte genau gehören. Zum anderen beanspruchen Fotografien verfallener Infrastrukturen einen dokumentarischen Status. Indem etwa die Abbildung des olympischen Dorfes der Sommerspiele 2004 in Athen einen Kontrast zur pompösen Inszenierung der Spiele evoziert (vgl. Abb. 4.20), verweist sie auf den in Kauf genommenen Verfall und damit auf die geringe Nachhaltigkeit solcher Infrastrukturen. Aufgegeben werden aber nicht nur einzelne Gebäude, sondern ebenso ganze Städte oder Gebiete. Derartige ›Geisterstädte‹ entstehen aus verschiedenen Gründen: in der Nachfolge der Abschöpfung natürlicher Rohstoffvorkommen (Gold, Diamanten), nach Fertigstellung großer Infrastrukturprojekte (etwa beim Eisenbahnbau), aus politischen Gründen oder auch nach einer Katastrophe. Beispiele hierfür sind etwa die ukrainische Stadt Pripjat in der Nähe von Tschernobyl oder die japanischen Orte wie Okuma rund um das Atomkraftwerk Fukushima,



Abb. 4.20: Trainingspool für Athleten, Olympisches Dorf Athen, 2004



Abb. 4.21: Verlassenes Fischerdorf Houtouwan, Insel Shengshan, China

die nach den Reaktorunfällen von 1986 bzw. 2011 evakuiert werden mussten, oder Plymouth auf der karibischen Insel Montserrat, wo nach einer Reihe von Eruptionen des örtlichen Vulkans 1997 mehr als die Hälfte der Insel zum Sperrgebiet erklärt wurde. Emblematisch für den Niedergang einer wirtschaftlich erfolgreichen Region als Folge des post-industriellen Wandels ist wiederum die verfallene Industriearchitektur Detroits.²²¹ Auch beim Fischerdorf Houtouwan auf der chinesischen Halbinsel Shengshan östlich von Shanghai sind es ökonomische Gründe, die Bewohner:innen Anfang der 1990er Jahre dazu veranlassen, ihre Häuser in Erwartung der besseren Lebensbedingungen auf dem Festland zu verlassen. Dass man das Dorf gleichwohl kennt, ist darauf zurückzuführen, dass das malerische Szenario (vgl. Abb. 4.21) als Touristenattraktion für die Region wiederentdeckt wurde und damit eine klare Aufwertung erfahren hat. Das wirtschaftliche Interesse an Houtouwan lässt sich dabei auch als Effekt jenes ersten Typus von

²²¹ Detroit wurde in vielen Bildbänden dokumentiert, vgl. Levine/Moore: *Detroit Disassembled*; Austin: *Lost Detroit*; Marchand/Meffre: *The Ruins of Detroit*. Für über Detroit hinausgehende Perspektiven auf US-Städte vgl. Vergara: *The New American Ghetto*; ders.: *American Ruins*. Dora Apel versteht das Ausmaß und die Faszination an den Ruinenbildern Detroits als Zeichen zunehmender Angst vor einem bevorstehenden Niedergang (vgl. Apel: *Beautiful Terrible Ruins*, S. 9), insofern die Industrialisierung seinerzeit von Detroit aus ihren Anfang nahm (vgl. ebd., S. 7).

Fotografien und ihrer Zirkulation im Netz verstehen, die sich ganz der ästhetischen Qualität verlassender Gegenden (wie Detroit oder eben Houtouwan) verschreiben. Solche Repräsentationen verfallener Infrastrukturen werden deshalb kontrovers diskutiert. Verstehen die einen diese auch als »*ruin porn*« oder *lost places*-Fotografie bezeichnete Darstellungsweise als Form von Nostalgie oder Fetischisierung,²²² sehen die anderen sie als Teil des Versuchs, urbane Gefüge als Erinnerungsorte zu »reprogrammieren« und neu zu beleben.²²³

Im Unterschied zu diesen ästhetisierend oder dokumentarisch auf die Vergangenheit bezogenen Repräsentationen sind verfallene Bauwerke auch integraler Bestandteil fiktiver Szenarien. So ist das verfallende und furchterregende Gebäude (oder auch die verlassene Stadt) eines der charakteristischen Elemente des Schauerromans (*gothic novel*), der phantastischen Literatur sowie des Horrorgenres – etwa bei H.P. Lovecrafts Geschichten in *Weird Tales* –,²²⁴ um Gefühle der Angst und des Unheimlichen zu evozieren, die auch als Effekte eines Schrecklich-Erhabenen verstanden werden.²²⁵ Ebenso werden Relikte von Infrastrukturen in dystopischen Szenarien genutzt, um eine katastrophale Zukunft der Menschheit in Szene zu setzen. In der Serie *The Walking Dead* (USA 2010–) etwa findet das Überleben nach der Zombie-Apokalypse in einer Umgebung statt, die durch eine Vielzahl verlassener Infrastrukturen (Schulen, Krankenhäuser, Gefängnisse, Shopping Malls, Tankstellen usw.) gekennzeichnet ist. Alle diese Strukturen werden in einem Zustand des Verfalls gezeigt, der als ambivalente bzw. hybride Zone zwischen Natur und Kultur dargestellt wird. Denn im Rahmen der in der Serie vorherrschenden katastrophalen Lebensbedingungen nehmen

²²² Vgl. Greco: »The Psychology of Ruin Porn«; Lyons (Hg.): *Ruin Porn and the Obsession with Decay*; Whitehouse: *How Ruins Acquire Aesthetic Value*; Blunk: »Spukhaus und Ruin Porn«. Insbesondere die Urban Explorations-Bewegung erkundet verlassene städtische Gebäude, Industrieruinen, aber auch z.B. Kanalisationen oder Katakomben (fotografisch) im Sinne von *lost places*; vgl. hierzu Roettig: »Lost Places«; Robinson: »Conceptualizing Urban Exploration as Beyond Tourism and as Anti-Tourism«; Reichel: »Der Reiz der Ruinen«.

²²³ Vgl. Arens: »Say Nice Things About Detroit«, S. 636.

²²⁴ Vgl. Bickenbach: »Das unheimliche Haus«; Blunk: »Spukhaus und Ruin Porn«; Frank: »Die Verortung des Schreckens«; Kegler: [Art.] »Architektur«.

²²⁵ Vgl. hier auch Sigmund Freuds Auseinandersetzung mit dem Un-Heimlichen, bei dem die Vertrautheit des Heimisch-Häuslichen in Frage gestellt und das Heimlich-Versteckte hervortritt, vgl. Freud: »Das Unheimliche (1919)«, S. 248f. Zur Engführung von Schrecken und Erhabenen siehe E. Burke: *Philosophische Untersuchung über den Ursprung unserer Ideen vom Erhabenen und Schönen*, S. 72f. und 91f.; vgl. dazu auch Poenicke: »Eine Geschichte der Angst?«.

Infrastrukturen den Status von quasi ›natürlichen‹ Ressourcen an, die gefunden, durchsucht, ausgebeutet und neu distribuiert werden müssen.

Wie lässt sich aber die Temporalität des Verfalls von Infrastrukturen genauer fassen? Wie oben dargestellt (s. Kap. 2.3), ist der Vorstellung von Infrastrukturen als stabilen und zeitlosen Systemen eine Perspektive entgegenzusetzen, die ihre Prozessualität und stetige Transformation berücksichtigt. In dem Maß, wie eine solche Perspektive die heterogenen Akteure in den Vordergrund rückt, die eine gegebene Infrastruktur zusammenführen und stabilisieren, lässt sie auch die Bedingungen der möglichen Destabilisierung von Infrastrukturen deutlich werden, denn die Heterogenität der unterschiedlichen Akteure impliziert stets auch ihr potentiell Auseinanderdriften. Ein solches Verständnis von Infrastrukturen kann sich auf Steven J. Jacksons »broken world thinking« beziehen, demzufolge die gewöhnlich unterstellte Weltsicht umzudrehen und danach zu fragen ist, was passiert, wenn man »erosion, breakdown, and decay, rather than novelty, growth, and progress« zum Ausgangspunkt des Nachdenkens über Eigenschaften, Nutzung und Effekte von Technologien macht.²²⁶ Unter der Bedingung, dass die Welt fragil ist – »the world is always breaking«²²⁷ –, ist es nur folgerichtig, Infrastrukturen auch ephemere Qualitäten zu bescheinigen. Die Stabilität soziotechnischer Strukturen ist ›nur‹ das temporäre Ergebnis einer kontinuierlichen Aufrechterhaltung von Infrastrukturen, was Praktiken der Pflege im weitesten Sinne ebenso betrifft wie standardisierte Wartungsverfahren im speziellen Sinne (s. dazu Kap. 4.4). Im Folgenden soll nun der Frage nachgegangen werden, was genau geschieht, wenn solche Wartungs- und Pflegeaktivitäten ausfallen, d. h. wenn Infrastrukturen sich selbst überlassen werden. Damit liegt der Schwerpunkt auf Prozessen des Verfalls (*decay*) und der Verschlechterung (*deterioration*) sowie der dabei entstehenden Überreste, die durch Materialkategorien wie Trümmer und Schutt (*rubble, debris*) gekennzeichnet sind.

Verfallsprozesse und Ruinen

In ihrer Studie *Buildings Must Die* entwickeln der Architekturwissenschaftler und Stadtforscher Stephen Cairns und die Kulturgeographin Jane M. Jacobs eine komplexe Perspektive auf »architecture's ›life‹ and

²²⁶ S.J. Jackson: »Rethinking Repair«, S. 221.

²²⁷ Ebd., S. 223.

›death‹.²²⁸ Dies soll auch jene Dimension von Architektur erfassen, die normalerweise wenig thematisiert wird und die sie deshalb als »negative [...] flip side«²²⁹ bzw. »shadow story«²³⁰ der Architektur bezeichnen. Ausgangspunkt sind nicht Qualitäten wie »material durability, [...] creative genesis, [...] productive utility, [...] aesthetic value«²³¹, sondern vielmehr verschiedene Fälle von »building decay, deterioration, and destruction«²³². Unter Bezugnahme auf Michael Thompsons *Rubbish Theory* und seine Analyse der komplexen Transfervorgänge zwischen den Kategorien des Dauerhaften und des Vergänglichen sowie den damit verbundenen Auf- bzw. Abwertungsprozessen unterstreichen Cairns und Jacob sein Argument, »that one man's rubbish can be another man's desirable object«.²³³ Auch sie betonen für architektonische Zusammenhänge die Bedeutung von Materialität bzw. Form auf der einen Seite (›matter‹) und Bewertungsprozessen auf der anderen (›mattering‹).²³⁴ Nur diese beiden Aspekte zusammen seien in der Lage, die relative Dauerhaftigkeit gebauter Strukturen und ihre spezifische Zeitlichkeit zu erklären:

Architecture's relative durability does not exempt it from the principle of mutable value, but it does ensure that architecture generally »circulates« – via processes of reinvestment, restoration, and revaluation – more slowly through its ebb and flow. As a consequence, buildings are regularly out of time – unused, unloved, unappreciated, devalued – but still very much in place.²³⁵

Diese räumliche und zeitliche Insistenz und Widerständigkeit gebauter Strukturen ist für die Logik des *abandonment* interessant. Wie Cairns und Jacobs argumentieren, haben wir es mit einer »[o]bduracy-in-obsolescence«²³⁶ zu tun, denn ein veraltetes Gebäude sei »in place but out of time.«²³⁷ Dieser Zustand ergibt sich aus der Tatsache, dass es schlicht unmöglich ist, die jeweiligen Strukturen aus dem Blickfeld zu entfernen:

²²⁸ Cairns/Jacobs: *Buildings Must Die*, S. 2.

²²⁹ Ebd., S. 1.

²³⁰ Ebd., S. 2.

²³¹ Ebd., S. 1.

²³² Ebd., S. 2.

²³³ Thompson: *Rubbish Theory*, S. 97. Zur Diskussion von Thompsons Ansatz vgl. auch Cairns/Jacobs: *Buildings Must Die*, S. 57f.

²³⁴ Vgl. ebd., S. 49.

²³⁵ Ebd., S. 58.

²³⁶ Ebd., S. 111.

²³⁷ Ebd., S. 103.

Unlike other waste objects, which can be managed or rendered invisible by being pushed into a garbage bin, stored in the attic, compacted in a landfill, or biodegraded, buildings often, resolutely and publicly, stay in view and in place regardless of their economic and public evaluations.²³⁸

Ein eindrucksvolles Beispiel dieser Sperrigkeit verlassener Infrastrukturen sind die Bunkerarchitekturen des Atlantikwalls, die Paul Virilio ausführlich analysiert hat.²³⁹ Diese von der Organisation Todt zwischen 1942 und 1944 errichtete Verteidigungsinfrastruktur entlang der Atlantikküste, die sich von Norwegen bis in die Biskaya erstreckt und aus vielen tausend Festungsanlagen besteht, überdauerte den Zweiten Weltkrieg vergleichsweise unbeschadet. Die Bunker waren dabei im Sinne der Camouflage an das betreffende Gelände angepasst (vgl. Abb. 4.22 und 4.23) ; sie zeigen somit eine gleichermaßen massive wie unauffällige Bauweise. Virilio dokumentiert diese Bunkeranlagen in Form von Texten und Fotografien seit Ende der 1950er Jahre, woraus



Abb. 4.22 und 4.23: Gefechtsstand in den Landes (links). Beobachtungsturm, Insel im Ärmelkanal (rechts)

²³⁸ Cairns/Jacobs: *Buildings Must Die*, S. 58. Zum Problem der *obduracy* siehe auch Hommels: *Unbuilding Cities*. Bei der Analyse von drei Fällen der »obduracy of existing urban structures« (ebd., S. 7) bezieht sich Hommels nicht nur auf den materiellen Aspekt, sondern schlägt heuristisch drei konzeptuelle Modelle zur Erklärung des Phänomens *obduracy* vor: erstens den Einfluss sozialer Gruppen und ihrer Ansichten (»dominant frames«), zweitens die enge Vernetztheit soziotechnischer Komponenten (»embeddedness«) und drittens langfristige Kontinuitäten (»persistent traditions«) (ebd., S. 21–39).

²³⁹ Vgl. Virilio: *Bunkerarchäologie*. Vgl. dazu Pias: »Bunker schreiben«; Schabacher: »Regime der Geschwindigkeit«.

1975 die Ausstellung und Publikation *Bunkerarchäologie* hervorgehen. Im vorliegenden Zusammenhang ist insbesondere die spezifische Zeitlichkeit dieser Architektur von Interesse. Virilio konstatiert, dass die Bunker in der Nachkriegszeit noch immer an Ort und Stelle waren, wenn auch vergleichsweise unbemerkt. Ihre zweckentfremdete Nutzung als Badekabine sei es deshalb gewesen, so eine autobiographische Passage, die sein Interesse an diesen massiven Bauwerken nachhaltig geweckt habe:

Der stärkste und unmittelbare Eindruck war das zugleich innere und äußere Gefühl der Vernichtung. Die leicht geneigten Mauern waren in den Boden eingedrungen und hatten aus diesem kleinen Bunker einen festen Sockel gemacht, die Düne hatte sich in den Innenraum vorgeschoben, und dessen Beengtheit wurde noch durch die Dichte des Sandes betont, der den Fußboden bedeckte. Kleider und Fahrräder lagen herum, geschützt vor Neugierigen und Dieben; ein Gegenstand hatte seine Bedeutung geändert, und dennoch bestand eine Schutzfunktion weiterhin fort.²⁴⁰

Virilio zufolge ist es der monolithische Charakter des Bunkers, der verhindert, dass er entfernt werden kann. Seiner primären Funktion beraubt, habe der Monolith die Konsistenz eines Geröllhaufens und wirke »wie ein verlassenen [sic], im Sand liegendes Gehäuse, wie die Hülle einer untergegangenen Art«²⁴¹ (vgl. Abb. 4.24). Da er kein Fundament besitzt, sondern mit seiner Masse gewissermaßen auf dem Untergrund »schwimmt«, ist der Bunker unzerstörbar und kann allenfalls in seiner Ganzheit kippen oder umstürzen.²⁴²

Um die Art der hier in Frage stehenden Widerständigkeit (*obduracy*) genauer zu verstehen, ist es sinnvoll, sich dem Konzept der Ruine zuzuwenden. Auch Cairns und Jacobs rekurren auf den Begriff »ruin« und nutzen ihn in ihrer empirischen Analyse der sich überschneidenden Prozesse des »Gebäudetodes« (»death of buildings«²⁴³) – neben Verfall (»decay«), Veraltung (»obsolescence«), Katastrophe (»disaster«) und Abriss (»demolition«) – als eines von fünf Schlüsselkonzepten.²⁴⁴ Die Ruine ist ein bereits vielfach diskutierter Gegenstand, wobei ihre spezifische Schönheit, ihr Monument-Charakter oder auch ihre besondere

²⁴⁰ Virilio: *Bunkerarchäologie*, S. 18f.

²⁴¹ Virilio: »Bunkerarchäologie«, S. xx.

²⁴² Vgl. Virilio: *Bunkerarchäologie*, S. 61.

²⁴³ Cairns/Jacobs: *Buildings Must Die*, S. 232.

²⁴⁴ Zu den fünf Schlüsselkonzepten vgl. ebd., Kap. 5–9.



Abb. 4.24: Gekippter Bunker

Zeitlichkeit thematisiert werden.²⁴⁵ In ästhetischer Hinsicht waren Ruinen in der Romantik des 19. Jahrhunderts Objekt einer spezifischen Idealisierung,²⁴⁶ was sich unter anderem im Anlegen künstlicher Ruinen im Rahmen von Gartenarchitekturen manifestiert.²⁴⁷ Die besondere Faszination von Ruinen wird dabei von Rose Macaulay auf eine allgemein menschliche Neigung zurückgeführt,²⁴⁸ die Reisende aller Epochen Ruinenstätten aufsuchen ließ, wobei die Motive dieses »complex enjoyment«²⁴⁹ von ästhetischem Vergnügen über historisches Interesse, morbide Faszination, Egoismus bis hin zu masochistischer Freude reichen. Vor allem aber nennt Macaulay ein lustvoll-melancholisches Gefühl von Vergänglichkeit, ein »romantic and conscious swimming down the hurrying river of time, whose mysterious reaches [...] glimmer suddenly into view with these wracks washed on to the silted shores.«²⁵⁰ Demgegenüber stellt die »Theorie vom Ruinenwert«

²⁴⁵ Zum Monumentcharakter der Ruine vgl. Riegl: *Der moderne Denkmalkultus* [1903]; J. B. Jackson: »The Necessity of Ruins«; zu ihrer Zeitlichkeit vgl. Roth: »Irresistible Decay«; zum Zusammenhang von Ruinen und Modernität Hell/Schönle (Hg.): *Ruins of Modernity*. Die Auseinandersetzung mit Industrie-Relikten kann dabei auch die Kritik an den »highly regulated urban spaces« der Gegenwart ermöglichen, vgl. Edensor: *Industrial Ruins*.

²⁴⁶ Zur Geschichte der Ästhetik von Ruinen, vgl. Böhme: »Die Ästhetik der Ruinen«.

²⁴⁷ Vgl. Siegmund: *Die romantische Ruine im Landschaftsgarten*.

²⁴⁸ Vgl. Macaulay: *The Pleasure of Ruins*, S. 1.

²⁴⁹ Ebd., S. xv.

²⁵⁰ Ebd., S. xvi.

eines Baues, die der NS-Architekt Albert Speer in den 1930er Jahren entwickelt,²⁵¹ den Monumentcharakter von Ruinen in den Mittelpunkt. Die Zeitlichkeit der Ruine figuriert hier als zu kalkulierender, künftiger Verfall eines Gebäudes, der der zu erinnernden Bedeutung zu korrespondieren hat. Nationalsozialistische Bauwerke sollen dieser Auffassung nach so gebaut sein, dass sie auch im »Verfallszustand« noch als »Traditionsbrücke« zu künftigen Generationen« fungieren können.²⁵² Sie sollen analog den »römischen Vorbildern«²⁵³ der Nachwelt den Geist ihrer Zeit in Form monumentaler Bauwerke überliefern.²⁵⁴ Ein solcher Zweck erfordert überdies besondere Materialien (Naturstein) und Statiküberlegungen, vor allem den Verzicht »auf alle der Verwitterung ausgesetzten modernen Konstruktionselemente des Stahlbaus und des Stahlbetons«.²⁵⁵

Bereits 1907 hatte Georg Simmel die paradoxe Zeitlichkeit von Ruinen problematisiert und sich mit ihrer Überkreuzung von Verfall und Dauerhaftigkeit beschäftigt. Sei in der Baukunst sonst eine Balance zwischen Materiellem und Gestaltetem üblich, stelle die Ruine einen davon abweichenden Fall dar: »[D]ie Gleichung zwischen Natur und Geist, die das Bauwerk darstellte, verschiebt sich zugunsten der Natur.«²⁵⁶ Der Reiz der Ruine besteht also darin, dass hier »ein Menschenwerk [...] wie ein Naturprodukt« wahrgenommen wird.²⁵⁷ Allerdings stellt das für Simmel nicht den Verlust einer Form (»Formlosigkeit«), sondern vielmehr das Entstehen einer neuen Form dar: »Die Natur hat das Kunstwerk zum Material ihrer Formung gemacht, wie vorher die Kunst sich der Natur als ihres Stoffes bedient hatte.«²⁵⁸ Bezogen auf die zyklische Natur der menschlichen Existenz, wie sie in der Bibel

²⁵¹ Da Albert Speer die Theorie vom Ruinenwert erst in seinen *Erinnerungen* 1969 erwähnt (vgl. Speer: *Erinnerungen*, S. 68f.), wird in der Forschung bezweifelt, ob es sich tatsächlich um ein Konzept der 1930er Jahre handelt, wie Speer in der Rückschau behauptet (vgl. dazu Schönberger: »Die Staatsbauten des Tausendjährigen Reiches als vorprogrammierte Ruinen?«, S. 106; Fuhrmeister/Mittig: »Albert Speer und die ›Theorie vom Ruinenwert‹ (1969)«). Zugunsten einer bereits zeitgenössisch kursierenden Idee des Ruinenwerts argumentiert Welzbacher: »›Ruinenwert‹ und ›Reichsehnenmal‹«.

²⁵² Speer: *Erinnerungen*, S. 69.

²⁵³ Ebd.

²⁵⁴ Vgl. ebd., S. 68.

²⁵⁵ Ebd., S. 532f., Anm. 3.

²⁵⁶ Simmel: »Die Ruine«, S. 125f.

²⁵⁷ Ebd., S. 127.

²⁵⁸ Ebd., S. 128.

zum Ausdruck kommt (›Denn Staub bist du und zum Staub kehrst du zurück‹), und die antagonistischen Prinzipien von »Aufwärtsstreben und [...] Abwärtssinken«,²⁵⁹ welche die Ruine zwischen »dem Nochnicht und dem Nichtmehr«²⁶⁰ verorten, sieht Simmel deren tragisches (und insofern ästhetisches) Element darin, dass die Zerstörung nicht von außen erfolgt, sondern vielmehr die »Realisierung einer in der tiefsten Existenzschicht des Zerstörten angelegten Richtung« darstellt.²⁶¹ Charakteristisch für die Ruine ist deshalb ihre »Friedlichkeit«, die Simmel allerdings nicht als Gleichgewicht der antagonistischen Tendenzen versteht, sondern als Überwiegen der Naturseite, wobei sie gleichwohl ein »formsicheres, ruhig verharrendes Bild« bieten müsse.²⁶² Damit ›ist‹ ein verfallenes Bauwerk für Simmel nur so lange eine Ruine, wie es sich als ›Form‹ präsentieren kann. Deshalb sind Simmel zufolge die »Säulenstümpfe des Forum Romanum [...] häßlich«, während eine »bis zur Hälfte abgebröckelte Säule« einen maximalen Reiz zu entfalten vermag.²⁶³ In temporaler Hinsicht lässt dies den spezifischen »Vergangenheitscharakter der Ruine«²⁶⁴ hervortreten. Denn auch wenn das Leben aus einer Stätte gewichen sei, sei die Tatsache, dass es einmal dort gewesen ist, unmittelbar wahrnehmbare Gegenwart: »Die Ruine schafft die gegenwärtige Form eines vergangenen Lebens«.²⁶⁵

Unter Bezugnahme auf Simmel versteht Florence M. Hetzler Ruinen als »special work of art«, die gleichermaßen »the human-made and the nature-made« repräsentieren.²⁶⁶ Hetzler zufolge muss eine Ruine durch die Natur ›reifen‹: »The ›ruining‹ may be started by human oder natural causes but the maturation process must be done by nature in ruin time.«²⁶⁷ Eine Ruine wird also erst Ruine im Verlauf eines naturgetriebenen Verfallsprozesses. Gedacht wird dabei an eine Art Synergie von »various beings involved in a ruin«,²⁶⁸ welche die genuine Zeitlichkeit der Ruine (*ruin time*) erzeugen, in der sich verschiedene temporale Regime überschneiden:

²⁵⁹ Ebd., S. 130.

²⁶⁰ Ebd., S. 129.

²⁶¹ Ebd., S. 128.

²⁶² Ebd., S. 132.

²⁶³ Ebd.

²⁶⁴ Ebd.

²⁶⁵ Ebd.

²⁶⁶ Hetzler: »Causality: Ruin Time and Ruins«, S. 51.

²⁶⁷ Ebd.

²⁶⁸ Ebd., S. 54.

[T]he time when it [the ruin, G.S.] was first built, that is, the time, when it was not a ruin; the time of its maturation as a ruin; the time of the birds, bees, bats and butterflies that may live in or on the ruin; the cosmological time of the land that supports it and is part of it and will take back to itself the man-made part eventually; as well as the sidereal time of the stars, sun and clouds that shine upon it, shadow it and are part of it.²⁶⁹

Allerdings geht es Hertzler nicht wie Simmel um das ästhetisch-tragische Moment der Ruine oder den »Eindruck des Friedens«,²⁷⁰ sondern vielmehr um die »empirische« Überkreuzung der Zeitlichkeiten verschiedener Existenzformen und damit um eine ökologische Perspektive.²⁷¹

Kommt man an dieser Stelle noch einmal auf den Zusammenhang von *matter* und *mattering* zurück, den die Studien von Thompson sowie Cairns und Jacobs mit Blick auf Verfallsprozesse betont hatten, so ist dieser für die Reflexion der materiellen Form der Ruine von besonderer Bedeutung, was gerade im postkolonialen Kontext sichtbar wird. Die ethnographische Studie von Gastón R. Gordillo *Rubble* ist hier interessant, weil sie das prekäre Verhältnis von Ruinen zu anderen Formen von Überresten (Trümmer, Schutt) problematisiert. Konkret geht es Gordillo um materielle Überreste von Bauwerken im nordargentinischen Gran Chaco, eine »turbulent frontier«²⁷² in der Auseinandersetzung zwischen den spanischen Kolonisatoren bzw. dem argentinischen Staat einerseits und der indigenen Bevölkerung andererseits. Gordillos Erstaunen gilt zunächst der Tatsache, dass sich in der Region eine Vielzahl von Spuren mit je unterschiedlichen *timescapes* überlagern, so dass es nicht möglich ist, »to separate older ruins from new ones«.²⁷³ Darüber hinaus besitzen die Gordillo interessierenden Relikte – wie etwa die ehemalige Jesuitenmission von Balbuena – für die einheimische Bevölkerung keinerlei historische Markierung, sondern stellen lediglich »old walls«²⁷⁴ dar, mit denen man vertraut interagiert – Gordillos Führer etwa bricht ein Stück aus dem Stuckrahmen über einer Tür heraus, um das Alter des Bauwerks zu demonstrieren.²⁷⁵ Aus indigener Perspektive ist das Konzept »Ruine« also nur eine homogenisierende Abstraktion, die nicht

²⁶⁹ Ebd., S. 51.

²⁷⁰ Simmel: »Die Ruine«, S. 131.

²⁷¹ Interessant ist in diesem Zusammenhang der Ansatz, ökologische Perspektiven im Rahmen der *critical heritage studies* zu berücksichtigen, vgl. DeSilvey: *Curated Decay*.

²⁷² Gordillo: *Rubble*, S. 2.

²⁷³ Ebd., S. 1.

²⁷⁴ Ebd., S. 6.

²⁷⁵ Ebd., S. 4.

mit der greifbaren, »sensuous texture of actual places and objects« in Einklang steht.²⁷⁶ Von diesen Beobachtungen ausgehend argumentiert Gordillo gegen eine »hierarchy of debris«,²⁷⁷ die zwischen Ruinen auf der einen Seite und Trümmern bzw. Schutt (*rubble*) auf der anderen zu unterscheiden versucht, indem sie *rubble* als »inferior type of matter« versteht.²⁷⁸ Stattdessen schlägt er vor, *rubble* als »textured, affectively charged matter« zu fassen, die allen Lebensräumen immanent ist.²⁷⁹ Etwas als Ruine zu bezeichnen, lässt sich Gordillo zufolge deshalb als eine Form der Fetischisierung von Schutt verstehen: »The best-kept secret of the heritage industry is that its ruins are rubble that has been fetishized.«²⁸⁰ Dabei wird verhindert – wie dies schon Simmels Ausschluss der »Formlosigkeit bloßer Materie«²⁸¹ tat –, dass die Ruine von der »uncoded negativity of rubble«²⁸² erfasst wird. Konsequenter setzt Gordillo genau hier an: Für ihn sind alle Ruinen primär *rubble* , d. h. »raw, disjointed nodes of ruptured multiplicity«²⁸³, die zeigen, dass die Materialität von Objekten nicht darin aufgeht, was Menschen aus ihr machen. Vielmehr ist *rubble* im positiven Sinne konstitutiv für die Beschaffenheit von Lebensräumen, die sich durch Spuren auszeichnen, welche nur eine »ethnographic archaeology« nachzeichnen könne.²⁸⁴

Auch Ann Laura Stoler untersucht Ruinen kolonialer Kontexte,²⁸⁵ legt aber das Augenmerk auf die Wechselwirkung kolonialer Vergangenheiten und (post)kolonialer Gegenwart: »[H]ow do imperial formations persist in their material debris, in ruined landscapes and through the social ruination of people's lives?«²⁸⁶ Ruinen werden vor diesem Hintergrund als *imperial tangibilities* verstanden, deren Analyse die Effekte andauernder imperialer Beziehungen sichtbar machen soll, die die Lebensbedingungen von Menschen nach wie vor prägen und so die koloniale Vergangenheit in gegenwärtigen Verhältnissen fort-schreiben.²⁸⁷ Stoler denkt dabei an die Folgen imperialer Infrastruktur-

²⁷⁶ Ebd., S. 7.

²⁷⁷ Ebd., S. 10.

²⁷⁸ Ebd.

²⁷⁹ Ebd., S. 5.

²⁸⁰ Ebd., S. 9.

²⁸¹ Simmel: »Die Ruine«, S. 128.

²⁸² Gordillo: *Rubble*, S. 9.

²⁸³ Ebd., S. 10.

²⁸⁴ Ebd., S. 11.

²⁸⁵ Vgl. Stoler (Hg.): *Imperial Debris* sowie dies.: *Duress*.

²⁸⁶ Stoler: »The Rot Remains«, S. 10.

²⁸⁷ Vgl. ebd., S. 5.

projekte (Industrie, Verkehr) bzw. ökonomisch-militärischer Interessenslagen, die den Alltag der Bevölkerung der betreffenden Regionen nach wie vor bestimmen, etwa an Agent Orange in Vietnam, Nuklearmüll in ehemaligen Atomtest-Gebieten, stillgelegte Zuckerfabriken auf Java,²⁸⁸ aber auch die ungleiche, nach wie vor imperialen Achsen folgende Verteilung von Umweltverschmutzung und Müllentsorgung.²⁸⁹ Solche »ruins of empire«²⁹⁰ verweisen auf das, was vom Kolonialregime übrig bleibt – »to what remains blocking livelihoods and health, to the aftershocks of imperial assault, to the social afterlife of structures, sensibilities, and things.«²⁹¹ *Ruination* ist deshalb kein passiver Vorgang, sondern ein aktiv-gewalttätiger Prozess: »Ruination is an *act* perpetrated, a *condition* to which one is subject, and a *cause* of loss.«²⁹² Etwas als Ruine zu bezeichnen, ist Stoler zufolge keine Fetischisierung, wie Gordillo behauptet, sondern ein politischer Akt: »Ruins are made«.²⁹³ Angesichts imperialer Relikte verbiete sich deshalb jede Form eines Ruinen-Pathos²⁹⁴: Denn Dekadenz beginne, so der von Stoler zitierte Derek Walcott 1964, »when a civilisation falls in love with its ruins.«²⁹⁵ Folglich sind imperiale Ruinen nicht Orte der Klage über das Vergangene, sondern vielmehr Stätten eines »implacable resentment, disregard, and abandonment.«²⁹⁶ Es gelte, sie nicht als Monumente aufzufassen, sondern als »ecologies of remains«,²⁹⁷ mit denen Menschen ständig interagieren, insofern sie *in* und *mit* Ruinen leben.²⁹⁸

Aus der Analyse von Ruinen lässt sich für die spezifische Zeitlichkeit aufgegebener Infrastrukturen damit zweierlei festhalten: Zum einen geht es bei Ruinen um Prozesse des Verfalls, die das Verhältnis von *matter* und *mattering* im Sinne eines Abwertungsprozesses betreffen und deshalb auf ihrer Rückseite im ökologischen Sinne zu neuen Wachstumsprozesse führen. Zum anderen zeigen Infrastruktur-Relikte eine Form der Sperrigkeit (*obduracy*), ja eine Art Widerstand und Re-

²⁸⁸ Vgl. ebd., S. 13.

²⁸⁹ Zum Komplex des »environmental racism« vgl. ebd., S. 11 sowie Taylor: *Toxic Communities*; Johansen: *Environmental Racism in the United States and Canada*.

²⁹⁰ Stoler: »The Rot Remains«, S. 12.

²⁹¹ Ebd., S. 9.

²⁹² Ebd., S. 11.

²⁹³ Ebd., S. 21.

²⁹⁴ Vgl. ebd., S. 14.

²⁹⁵ Walcott: »A Dilemma Faces W[est] I[ndian] Artists«, S. 3.

²⁹⁶ Stoler: »The Rot Remains«, S. 28.

²⁹⁷ Ebd., S. 22.

²⁹⁸ Vgl. ebd., S. 12f.

silienz, wobei dieser monumentale Charakter verschieden interpretiert werden kann. Neben der Ästhetisierung bzw. Fetischisierung als Ruine werden in postkolonialen Kontexten insbesondere die anhaltenden Effekte weiterhin diskriminierender imperialer Strukturen diskutiert: Ihre Resilienz schreibt Ruinen dauerhaft wieder in kulturelle Prozesse ein. Wenn Ruinen die ›gegenwärtige Form eines vergangenen Lebens‹ erlebbar machen, wie Simmel schreibt, dann verdeutlichen Infrastruktur-Relikte, dass es sich dabei nicht um die Vergegenwärtigung einer als abgeschlossen gedachten Vergangenheit handelt, sondern vielmehr um deren langfristige Einwirkung auf die Gegenwart.

Infrastrukturen im Anthropozän

Auch im Kontext von Debatten um das Anthropozän²⁹⁹ firmieren Infrastrukturen unter spezifischen zeitlichen Vorzeichen, insofern sie den irreversiblen Eingriff des Menschen in die Natur repräsentieren. Aufgrund ihrer Vernetztheit strukturieren sie den Planeten in grundlegender Weise, denn sie prägen nicht nur technische und wirtschaftliche Verhältnisse unter den Bedingungen der Globalisierung, sondern sie formieren die Beziehung von Mensch und Umwelt langfristig und verändern damit auch soziale, kulturelle und ästhetische Verhältnisse.

Die sogenannte »human bioturbation« verändert die Erde in dreifacher Hinsicht:³⁰⁰ Sie transformiert erstens ihre Oberfläche (»surface anthroturbation«) durch Eingriffe in Landschaften, Böden, Ozeane und die Atmosphäre, also durch Konstruktionen, Abbau von Materialien (Kiesgruben, Steinbrüche) und andere Eingriffe in städtische und agrarische Bedingungen. Sie verändert zweitens die Schichten unterhalb der Oberfläche (»shallow anthroturbation«) durch Strukturen in geringerer Tiefe, etwa Systeme der Energieversorgung, der Kanalisation, des Transports (z.B. städtische U-Bahn-Netze) sowie drittens durch »deep anthroturbation« (insbesondere im Bereich des Bergbaus und durch Bohrlöcher). Den verschiedenen Formen des menschlichen Eingriffs entsprechend werden unterschiedliche Akteure bzw. Aktivitäten als Triebfedern des Anthropozäns ausgemacht, was sich in der Prägung wei-

²⁹⁹ Vgl. Crutzen: »Geology of Mankind«; Steffen et al.: »The Anthropocene«.

³⁰⁰ Zalasiewicz et al.: »Human Bioturbation, and the Subterranean Landscape of the Anthropocene«, S. 4–5.

terer Begriffe reflektiert: Das »plantationocene«³⁰¹ etwa berücksichtigt die gewaltige Umgestaltung von Acker- und Waldflächen in geschlossene Plantagen durch die Arbeit von Sklaven, das »oleocene«³⁰² betont die grundlegende Bedeutung fossiler Brennstoffe und der Infrastrukturen der Ölindustrie, das »anthrobscene« wiederum verweist kritisch auf den obszönen Charakter der heutigen Medienindustrie, deren geologische Abhängigkeit mit Blick auf die Gewinnung von Rohstoffen sich in vielfältigen Verstößen gegen Umwelt- und Menschenrechte artikuliert.³⁰³ Grundsätzliche Übereinstimmung besteht hinsichtlich der dem Anthropozän zugrunde liegenden Annahme, dass der Mensch im Gefolge der Industrialisierung seit Beginn des 19. Jahrhunderts seinen Status ändert und von einem mehr oder weniger einfachen »biological agent« innerhalb der Umweltgeschichte zu einer »geological force« wird.³⁰⁴

Aus der Perspektive der Anthropozän-Debatte ist Infrastrukturen also eine weitere temporale Qualität zuzuschreiben. Neben der ihnen erstens attestierten Stabilität, die sich als fortgesetzter Prozess stabilisierender Kulturtechniken der Instandhaltung, Pflege und Reparatur erwies, sowie der zweitens zu beobachtenden *obduracy* und materiellen Resilienz, die Infrastrukturelimente und Ruinen auch nach ihrer (primären) Nutzungsphase zeigen, verweist ihre Bedeutung im Horizont des Anthropozän drittens auf die Irreversibilität nicht nur einzelner Bauten, sondern der durch sie erzeugten, netzwerkhaften Strukturierung und Durchdringung des gesamten Planeten.

Paul N. Edwards schlägt vor, die Bedeutung von Infrastrukturen entlang von Maßstabsverhältnissen zu diskutieren. Auf der Basis eines »multiscalar approach« fragt er danach, wie sich Infrastrukturen zeigen, »when examined on different scales of force, time, and social organization?«³⁰⁵ Ausgangspunkt ist die Annahme einer Ko-Konstruktion von Infrastrukturen und Moderne mit Blick auf die Kontrolle der Natur und die Konstitution von Gesellschaft,³⁰⁶ was Infrastrukturen

³⁰¹ Vgl. Haraway: »Anthropocene, Capitalocene, Plantationocene, Chthulucene«, Anm. 5; vgl. ferner Haraway et al.: »Anthropologists Are Talking – About the Anthropocene«.

³⁰² Hall/Ramírez-Pascualli: *The First Half of the Age of Oil*, S. 5; vgl. zu diesem Komplex auch Mitchell: *Carbon Democracy*.

³⁰³ Parikka: *The Anthrobscene*, S. 1 sowie ders.: *Geology of Media*.

³⁰⁴ Chakrabarty: »The Climate of History«, S. 206. Zu Chakrabartys Thesen vgl. auch die Diskussion bei Emmett/Lekan (Hg.): *Whose Anthropocene?*.

³⁰⁵ Edwards: »Infrastructure and Modernity«, S. 186.

³⁰⁶ Vgl. dazu ebd., S. 188f. und S. 189f.

selbst zu einer modernen Form des quasi-*environment* mache: »Thus infrastructure is the invisible background, the substrate or support, the technocultural/natural environment, of modernity.«³⁰⁷ Diese Relationen von Infrastrukturen und Moderne lassen sich Edwards zufolge aber erst richtig fassen, wenn man Mikro-, Meso- und Makroebene berücksichtigt:

By linking macro, meso, and micro scales of time, space, and social organization, they [infrastructures, G.S.] form the stable foundation of modern social worlds. To be modern is to live within and by means of infrastructures, and therefore to inhabit, uneasily, the intersection of these multiple scales.³⁰⁸

Mikro-, Meso- und Makroebene produzieren dabei je verschiedene Perspektiven auf die Rolle von Infrastrukturen in der Moderne, ohne diese zu vereinheitlichen,³⁰⁹ was für Edwards bereits eine Moderne-Kritik impliziert.³¹⁰ Ebenso lässt eine solche Ebenendifferenzierung deutlich werden, inwiefern bestimmte Theorieansätze stärker Mikro-, Meso- oder Makro-Perspektiven privilegieren.³¹¹ Infrastrukturen werden in diesem Zusammenhang ferner gemäß dreier »scalar dimension[s]«³¹² analysiert, und zwar bezogen auf Naturkräfte (»force«), soziale Organisation und Zeit.³¹³ Mit Blick auf die Dimension der Kraftverhältnisse verortet sie Edwards auf einer mittleren Ebene (»intermediate scale«³¹⁴) – zwischen den Fähigkeiten des menschlichen Körpers (mikro) und geophysischen Gewalten (makro). Hinsichtlich sozialer Organisation finden sich Infrastrukturen auf allen drei Skalierungsebenen: Es gibt kleine, in der Regel kurzzeitige Gruppen auf der Mikroebene, bis zu Jahrzehnte bestehende Institutionen auf der Meso-Ebene und größere, über Jahrhunderte hinweg existierende Systeme wie etwa politische Ökonomien auf der Makroebene.³¹⁵ Die multiskalare Dimension der Zeit schließlich betreffen »scales ranging from the *human* (hours, days, years) through the *historical* (decades, centuries) to the

³⁰⁷ Ebd., S. 191.

³⁰⁸ Ebd., S. 186.

³⁰⁹ Vgl. ebd., S. 197.

³¹⁰ Vgl. ebd., S. 186.

³¹¹ Vgl. ebd. So würde etwa die Technikforschung vor allem von der Mikro- und gegebenenfalls von der Meso-Ebene aus argumentieren.

³¹² Ebd., S. 194.

³¹³ Ebd., S. 186.

³¹⁴ Ebd., S. 192.

³¹⁵ Vgl. ebd., S. 197.

geophysical (millennia and beyond).«³¹⁶ Edwards zufolge verändern sich Infrastrukturen aber zu langsam, als dass sich dies auf der Ebene menschlicher Zeitmaßstäbe bemerkbar machen würde. Sie würden nur in Umbruchszeiten wahrgenommen, was dazu beiträgt, dass immer nur die am schnellsten sich verändernden Technologien in den Vordergrund treten: »[A]t any given moment technology discourse is about high tech [...]. Meanwhile, inventions of far larger historical significance, such as ceramics, screws, basketry, and paper, no longer even count as ›technology.«³¹⁷ Die menschliche Zeitperspektive ist also dafür verantwortlich, dass Infrastrukturen so häufig nicht bemerkt, d.h. als naturalisierter Hintergrund verstanden werden. Sie existieren »chiefly in historical time«,³¹⁸ weshalb Infrastrukturen die Macht haben, menschliche Zeit zu organisieren und die menschliche Zeitwahrnehmung zu beeinflussen.³¹⁹ Auf geophysikalischer Ebene hingegen sind Infrastrukturen »fragile, ephemeral things«³²⁰. Hier ist es die Zeit selbst, die die Infrastrukturen formiert, und nicht andersherum. Deshalb affizieren diese zeitlichen Regime grundlegend das Verhältnis von Natur und Infrastruktur, was insbesondere am Status von Störungen abzulesen ist:

[T]he irregularity with which natural ›disasters‹ occur can be seen (on human force and time scales) as one vehicle for constructing properties of a modernist ›nature‹ (as dangerous, unpredictable, and/or inconvenient), thereby separating nature from infrastructure and framing technology as control. Yet in geophysical time, this same irregularity becomes a fundamental, predictable property of nature, deconstructing the separation between them by illustrating the permanent imbrication of infrastructure in nature.³²¹

Für Edwards bedeutet dies, dass auf der geophysikalischen Zeitebene »breakdown is a natural property of infrastructures, or instead is a property of nature *as* infrastructure«³²². In Bezug auf die globale Erwärmung unterstreicht er die »permanent imbrication of industrial infrastructures within the planetary carbon metabolism«, wobei sichtbar werde, dass etwa die »fossil-fuel economy is simply a part of this larger process.«³²³ Letztlich macht dies deutlich – und diese Interpretations-

³¹⁶ Ebd., S. 194.

³¹⁷ Ebd., S. 185.

³¹⁸ Ebd., S. 194.

³¹⁹ Vgl. ebd., S. 195.

³²⁰ Ebd.

³²¹ Ebd.

³²² Ebd., S. 196.

³²³ Ebd.

verschiebung ist signifikant –, dass »[n]ature is [...] in some sense the ultimate infrastructure.«³²⁴

Der multiskalare Ansatz bezieht sich also auf die unterschiedlichen Zeitlichkeiten von Geschichte und Geologie. Infrastrukturen zeigen Stabilität und Dauerhaftigkeit nur auf der Ebene menschlicher und historischer Zeit, aus der Perspektive eines geologischen Maßstabs oder, wie Edwards sagt, »long historical [...] time scales«,³²⁵ sind Infrastruktur und Natur jedoch weniger voneinander unterscheidbar, und zwar bis zum Punkt ihrer Identität. Während ihre Wahrnehmung als stabil einer historischen Sichtweise zuzuschreiben ist, die Edwards als modernistisch ausweist,³²⁶ rücken auf der Makroebene die Fragilität von Infrastrukturen wie auch ihre unentrinnbare Verflechtung mit ökologischen Belangen in den Blick, die Infrastruktur als ›neue‹ Natur zurückkehren lässt. Dabei denkt Edwards allerdings vor allem an Feedbackprozesse, die etwa Umweltschäden wieder in die Infrastrukturierung des Planeten rückbinden. Damit bleibt seine Perspektive letztlich technisch fundiert (Edwards spricht von »irregularity«, »breakdown«³²⁷ usw.) und weniger interessiert an der spezifischen Materialität von Infrastruktur-Relikten und dem mit ihnen verbundenen Verfalls- und Zersetzungsprozessen jenseits einer Funktions- und Zwecklogik.

In der Medientheorie ist es insbesondere Harold Adams Innis, der die Frage der Medien- und Zivilisationsgeschichte als Auswirkung geologischer Formationen entwirft, die er für die politische und kulturelle Entwicklung einer Nation, in seinem Fall Kanadas, als ebenso entscheidend ansieht wie die von Menschen gebauten Strukturen: »This spread of civilization was dependent on the geographic characteristics of the area and on the character and institutions of the people involved.«³²⁸ Vor diesem Hintergrund untersucht Innis die verschiedenen regionalen kanadischen *staples*-Industrien in ihrer Bedingtheit durch die präkambrische Formation des Kanadischen Schildes, den geologischen Kern des nordamerikanischen Kontinents, und die von ihm geprägten Transportwege bzw. -barrieren:

³²⁴ Ebd.

³²⁵ Ebd.

³²⁶ In seiner *Moderne-Kritik* nimmt Edwards auf Latour Bezug, vgl. Latour: *Wir sind nie modern gewesen*.

³²⁷ Edwards: »Infrastructure and Modernity«, S. 195 und 196.

³²⁸ Innis: *A History of the Canadian Pacific Railway*, S. 1.

Canada emerged as a political entity with boundaries largely determined by the fur trade. These boundaries included a vast north temperate land area extending from the Atlantic to the Pacific and dominated by the Canadian Shield. The present Dominion emerged not in spite of geography but because of it.³²⁹

Auf der Basis dieser Annahme untersucht Innis die spezifische Situiertheit etwa des Pelzhandels, der Kabeljau-Fischerei, des Holzhandels, der Pulpe- und Papierindustrie.³³⁰ Dabei artikuliert sich ein Denken, das die Entwicklung von Transportinfrastrukturen (und damit Medientechnologien) maßgeblich auf geographische Faktoren bezieht. In historischer Perspektive unterscheidet er verschiedene Phasen der Korrelation von *staples*-Industrien und Transportsystemen, die zunehmend unabhängiger von geologischen Gegebenheiten werden.³³¹ Steht der Pelz- und Holzhandel noch in direkter Abhängigkeit vom System der Wasserwege, also der durch Wasserscheiden bedingten natürlichen Fließrichtung von Flüssen, bedeuten Flusssdampfer und Kanalbau erste Schritte einer Entkopplung, die durch die Eisenbahn als Transporttechnologie weiter vorangetrieben wird. Zusammen mit der Rolle, die Innis Tieren, Vehikeln und der indigenen Bevölkerung zuschreibt, entwickelt er ein medienhistorisches Verständnis, das nicht nur in der Naturgeschichte wurzelt, sondern Naturgeschichte ist.³³²

Ohne Zweifel gehören Infrastrukturen zum menschlichen ›Fussabdruck‹; sie prägen das Verhältnis von Mensch und Umwelt nachhaltig. Als Teil der materiellen Geschichte gehören sie zu dem, was man die »deep history« der Menschheit nennt.³³³ Gleichwohl bleiben die Netzwerke und Komponenten, aus denen sie bestehen (Menschen, nicht-lebende Entitäten, Codes usw.), dem Verfall ausgesetzt. In ihrem Verfall wie ihrer *obduracy* repräsentieren verlassene Infrastrukturen damit immer wieder aufs Neue die Unterscheidung von Vergangenheit und Gegenwart. Das Konzept des Anthropozän mit seiner programmatischen Ausrichtung auf das menschliche Handeln erfährt durch eine medienwissenschaftliche Perspektive eine wesentliche Bereicherung, insofern diese Prozesse der Vermittlung und Hybridisierung sowie die von

³²⁹ Innis: *The Fur Trade in Canada* [1930], S. 393.

³³⁰ Vgl. hierzu Innis: *Peter Pond*; ders.: *The Fur Trade in Canada*; ders.: *The Cod Fisheries*; ders.: »The Lumber Trade in Canada«; ders.: »Pulp-and-Paper Industry«.

³³¹ Vgl. Innis: »Transportation as a Factor in Canadian Economic History«.

³³² Zur Medientheorie von Innis vgl. auch Schabacher: »Traffic als ›Dirt Experience«.

³³³ Vgl. Shryock/Smail: *Deep History*; Scott: *Against the Grain*.

ihnen ausgehenden Effekte ins Zentrum rückt. Denn in ihrer komplexen Zeitlichkeit stellen verlassene Infrastrukturen neben der Differenz von Vergangenheit und Gegenwart weitere grundlegende Unterscheidungen wie die zwischen Natur und Kultur, Geologie und Archäologie, Leben und Tod, Humanem und Nicht-Humanem in Frage.

4.4 Warten. Sorge, Adaptivität und die Anfänge industrieller Wartung

Im Folgenden soll es nun um Tätigkeiten gehen, die dem geschilderten Verfall bzw. Zusammenbruch von Infrastrukturen entgegenarbeiten. Dabei handelt es sich um Formen der Achtsamkeit und der Sorge, die sich im Unterschied zu den Tätigkeiten des Reparierens, die auf Störungen reagieren und damit retrospektiv orientiert sind, prospektiv auf die Zukunft der in Frage stehenden Sache richten. Es sind insbesondere Tätigkeiten des Wartens, die infrastrukturelle Netzwerke aus einer Haltung der Sorge heraus stabilisieren. Das folgende Kapitel entfaltet diese Kulturtechniken des Wartens mit Blick auf ihre spezifische Zeitlichkeit. Dabei werden zum einen Nähe und Differenzen zur Tätigkeit des Reparierens deutlich, zum anderen lässt sich in historischer Perspektive explizieren, inwiefern vormoderne Praktiken auch in der Moderne und Spätmoderne alles andere als obsolet sind. Die Darstellung folgt zunächst der Logik der Sorge, die mit pflegenden Tätigkeiten einhergeht. In einem zweiten Schritt stehen die Temporalitäten des Wartens im Vordergrund, die zwischen Aufrechterhalten und Abwarten situiert sind. Drittens werden am Beispiel des Umgangs mit Dampfmaschinen sowie der Bahnunterhaltung im 19. Jahrhundert die Anfänge industrieller Wartungsregime analysiert und insbesondere die Rolle der Maschinen- bzw. Bahnwärter untersucht.

Die Logik der Sorge

Das Konzept der Sorge (*care*) wird in den letzten Jahren in verschiedenen Forschungsfeldern vermehrt aufgegriffen, in jüngster Zeit auch als Problem der Medien- und Kulturwissenschaften.³³⁴ Dabei stehen die ethische Dimension der Sorge, der spezifische Typus von Arbeit, der sich

³³⁴ Vgl. *Zeitschrift für Medienwissenschaft* 24 (1/2021): *Medien der Sorge*.

mit ihr verbindet, aber auch die Frage, wer für wen sorgt und welche affektiven Beziehungen mit dieser Praxis einhergehen, im Mittelpunkt. Diese drei Dimensionen der Sorge – »labor/work, affect/affections, ethics/politics« – stehen in einem spannungsreichen Verhältnis zueinander und sind in konkreten Situationen keineswegs gleich verteilt.³³⁵

Insbesondere in der feministischen Theorie und im Horizont der Science and Technology Studies wurde Sorgearbeit hinsichtlich ethischer und politischer Aspekte diskutiert, wobei zunächst der mit ihr verbundene Genderbias im Vordergrund stand.³³⁶ Wird das Augenmerk in dieser Weise auf Menschen gerichtet, was die ›Sorge um sich‹ einschließt,³³⁷ rücken Pflegetätigkeiten in institutionellen Kontexten (insbesondere im medizinischen Bereich der Krankenpflege), aber auch solche in Situationen des täglichen Lebens in den Blick.³³⁸ Systematisch gilt Sorgearbeit aber nicht allein menschlichen Wesen, auch der ökologische Aspekt dieser Tätigkeit wird betont:

On the most general level, we suggest caring be viewed as a *species activity that includes everything that we do to maintain, continue, and repair our »world« so that we can live in it as well as possible.* That world includes our bodies, our selves, and our environment, all of which we seek to interweave in a complex, life-sustaining web.³³⁹

Als Antwort auf die grundsätzliche Verletzlichkeit und Prekarität des Lebens bezieht sich *care* damit gleichermaßen auf Umgebungen, Körper, das Selbst und materielle Objekte.³⁴⁰

Mit Blick auf ein »ethos of care« wird in den Science and Technology Studies der Bezug zu Bruno Latours Konzept der *matters of concern* hergestellt, mit dem sich bei Latour ein nicht-positivistisches Verständnis von Materialität verbindet, das die Interessenlagen der beteiligten Akteure einzubeziehen vermag.³⁴¹ Puig de la Bellacasa zufolge artikuliert sich in dieser Aufmerksamkeit für ethisch-politische Implikationen eine Nähe von *concern* und *care*, die sie als »matters of care« weiter ausbuchstabiert (»[a]dding care to our concerns«³⁴²). Im

³³⁵ Puig de la Bellacasa: *Matters of Care*, S. 5.

³³⁶ Vgl. Abel/Nelson (Hg.): *Circles of Care*; Tronto: *Moral Boundaries*.

³³⁷ Vgl. Foucault: *Die Sorge um sich*; ders.: »Technologien des Selbst«.

³³⁸ Vgl. Latimer: *The Conduct of Care*; Mol: *The Logic of Care*; dies. et al. (Hg.): *Care in Practice*.

³³⁹ Fisher/Tronto: »Toward a Feminist Theory of Caring«, S. 40.

³⁴⁰ Vgl. Butler: *Precarious Life*.

³⁴¹ Vgl. Latour: »From Realpolitik to Dingpolitik«.

³⁴² Puig de la Bellacasa: »Matters of Care in Technoscience«, S. 89.

Unterschied zu Latours *matters of concern*, die die Anliegen verschiedener Akteure anerkennen und versammeln (»gathering concerns«³⁴³), geht es darum, Entitäten und ihren Anliegen überhaupt erst eine Stimme zu verleihen: »The notion of ›matters of care‹ aims to add something to matters of fact/concern with the intention of not only respecting them, but of engaging with their becoming.«³⁴⁴ Aus feministischer und posthumanistischer Perspektive verbindet sich mit *matters of care* deshalb ein ethisches »commitment to neglected things«, das dem Ziel dient, »to generate more caring relationships«,³⁴⁵ was ökologische Perspektiven einschließt.³⁴⁶ Dabei unterscheidet Puig de la Bellacasa zwischen *maintenance* und *care*,³⁴⁷ da sie *care* als dreistellige Relation von »maintenance doings [...], affective engagement, and ethico-political involvement«³⁴⁸ versteht. Demgegenüber möchte ich zeigen, dass bereits die Dimension von »bloßer« *maintenance* zeitliche Relationen impliziert, die mit einer spezifischen Aufmerksamkeit für Menschen und Dinge einhergehen, was als affektiver Bezug verstanden werden kann.

Eine solche Perspektive auf *care work* greift Überlegungen auf, die im Kontext der Prozessualität von Infrastrukturen unter dem Stichwort *unsichtbare Arbeit* beschrieben wurden (s. Kap. 2.3). Dabei ging es um Tätigkeiten, die nicht tatsächlich nicht sichtbar sind, sondern nur vergleichsweise unbemerkt bleiben und deshalb bei der Repräsentation von Arbeitszusammenhängen häufig wenig Berücksichtigung finden. Die Gründe für diese Unsichtbarkeit liegen auf verschiedenen Ebenen: Die betreffenden Tätigkeiten finden häufig situativ im Hintergrund statt, es handelt sich um Routinearbeiten, die im Unterschied zum Umgang mit spektakulären Ereignissen (etwa Unfällen) unscheinbar wirken, sie werden zum Teil an der Öffentlichkeit entzogenen Orten, also *backstage*, ausgeführt, sie sind von implizitem Wissen und körperlichen Skills getragen, die in der Regel wenig kodifiziert sind, und werden häufig von gesellschaftlich wenig anerkannten, teilweise sogar abgewerteten Personenengruppen durchgeführt. Es verwundert deshalb nicht, dass gerade *care work* diesem Bereich unsichtbarer Arbeit zugerechnet wird. Dies ist umso erstaunlicher, als diese Arbeit unverzichtbar für die

³⁴³ Ebd., S. 99.

³⁴⁴ Ebd., S. 100.

³⁴⁵ Ebd.

³⁴⁶ Vgl. Puig de la Bellacasa: *Matters of Care*, Kap. »Soil Times«.

³⁴⁷ Ebd., S. 5.

³⁴⁸ Ebd., S. 6.

Aufrechterhaltung jedweden Funktionszusammenhangs ist, handele es sich um Körper, Dinge oder Infrastrukturen wie Kliniken, Wohnhäuser oder Verkehrssysteme. Die Anerkennung dieser Art von Arbeit kann allerdings nicht in einer prinzipiellen Sichtbarmachung bestehen, wie Susan Leigh Star und Anselm Strauss etwa mit Blick auf die Arbeit von Krankenschwestern betonen. Denn dies würde viele notwendige, von ihnen durchgeführte Tätigkeiten und Entscheidungen so ›bürokratisieren‹, dass das System zusammenbrechen würde.³⁴⁹ Vielmehr gilt es anzuerkennen, dass die versteckten, zum Teil informellen Abläufe für die Stabilität eines Gesamtsystems ebenso wichtig sind wie die standardisierten, formalen Prozeduren.³⁵⁰

Praktiken des Sorgens und Pflgens gelten aber ebenso materiellen Objekten. »[M]aintenance work participates in a *care of things*«, heißt es in der ethnographischen Studie von Jérôme Denis und David Pontille zur Etablierung und Instandhaltung eines Wegeleitsystems in der Pariser Metro.³⁵¹ Die materiellen Objekte, deren Pflege dabei im Zentrum steht, also die an den Wänden angebrachten Beschilderungen, existieren in zwei Versionen: einerseits als stabilisierte Objekte, die den Fahrgästen die Orientierung erleichtern sollen und sich auf Standards, Normen und Regeln stützen, andererseits als vulnerable Entitäten, die der ständigen Wartung bedürfen und durch Heterogenität und Unordnung gekennzeichnet sind. Die »material fragility«³⁵² dieser Schilder äußert sich etwa in verblassenden Farben, Abnutzung, Schimmelbildung durch die Nähe zur Seine, aber auch menschlichen Einflüssen wie dem Anbringen von Graffiti und Tags oder Beschädigungen der Oberfläche;³⁵³ neben den Schildern selbst sind auch die Befestigungen und der Wanduntergrund solchen Veränderungen unterworfen.³⁵⁴ Die Arbeit der Instandhaltung hat es also mit »unsteady objects«³⁵⁵ zu tun und kann den »malleable material flux«³⁵⁶ dieser Assemblagen deshalb immer nur temporär durch Interventionen (Reparaturen bzw. Austausch von Schildern, Aktualisierung von Informationen, Rearrangieren der

³⁴⁹ Vgl. Star/Strauß: »Layers of Silence, Arenas of Voice«, S. 23f.

³⁵⁰ Vgl. Balke et al.: »Editorial« [zu: *Medien der Bürokratie*]; Brohm et al. (Hg.): *Work-arounds*.

³⁵¹ Denis/Pontille: »Material Ordering and the Care of Things«, S. 341.

³⁵² Ebd.

³⁵³ Vgl. ebd., S. 348.

³⁵⁴ Vgl. ebd., S. 352.

³⁵⁵ Vgl. ebd., S. 353.

³⁵⁶ Ebd., S. 352.

verschiedenen Teile)³⁵⁷ in einen Zustand der Ordnung und Stabilität überführen: »It draws on situated reordering micro-processes that have to be continually repeated.«³⁵⁸ Die prinzipielle Aufmerksamkeit für die Fragilität und Verletzlichkeit der (materiellen) Welt war bereits im Kontext der Reparaturforschung Thema (s. Kap. 4.1). Für Steven J. Jackson verband sich damit die technikhistorische Forderung, unsere Welt grundsätzlich nach Maßgabe eines »broken world thinking«³⁵⁹ zu betrachten. Eine fraktale »always-almost-falling-apart world«³⁶⁰ wird dabei zum Ausgangspunkt eines Nachdenkens über Technik, das die Rolle von Reparaturaktivitäten neu perspektiviert und sich gegen eine »provincial geography of innovation« richtet, deren Existenz sich allein der Vernachlässigung von Instandhaltung verdanke.³⁶¹ Mit der Forderung eines »turn to maintenance« verbinden auch Andrew L. Russell und Lee Vinsel die Kritik an der technikhistorischen Fixierung auf Innovation und Erfindung.³⁶² Der wissenschaftlich spärlichen Auseinandersetzung mit Fragen von *maintenance* wird ihre historische Bedeutung gegenübergestellt: »Maintenance was fundamental to all societies.«³⁶³ Für die Perspektive einer übergreifenden Geschichte der Instandhaltung wird *maintenance* weit gefasst als »all of the *work* that goes into preserving technical and physical orders.«³⁶⁴ Zentral für ein Verständnis von Instandhaltung ist dabei das Verhältnis von Unordnung und Ordnung. Während Russell und Vinsel hier technikhistorisch eher einen Kampf sehen – »maintenance is a war – maybe *the* war – with entropy«³⁶⁵ –, betonen Denis und Pontille aus ethnographischer Perspektive zwar das Moment von »restoring order«³⁶⁶, sprechen aber unter Rekurs auf Pickerings *dance of agency*³⁶⁷ von einem »dance of main-

³⁵⁷ Vgl. ebd., S. 355.

³⁵⁸ Ebd., S. 353.

³⁵⁹ S.J. Jackson: »Rethinking Repair«, S. 221.

³⁶⁰ Ebd., S. 222.

³⁶¹ S.J. Jackson: »Speed, Time, Infrastructure«, S. 180.

³⁶² Russell/Vinsel: »After Innovation, Turn to Maintenance«; vgl. ferner Vinsel/Russell: *The Innovation Delusion*. Zunächst hatten sie 2016 die vielbeachteten »The Maintainers«-Konferenzen ins Leben gerufen, vgl. die Website »The Maintainers«, <https://themaintainers.org/> (24.06.2020).

³⁶³ Russell/Vinsel: »After Innovation, Turn to Maintenance«, S. 8.

³⁶⁴ Ebd., S. 7.

³⁶⁵ Ebd., S. 8. Russell und Vinsel beziehen sich hier auf Holbrook: »Piles of Stuff«.

³⁶⁶ Denis/Pontille: »Material Ordering and the Care of Things«, S. 341.

³⁶⁷ Vgl. Pickering: *The Mangle of Practice*, S. 21.

tenance«, der sich zwischen Auflösung und Konsolidierung entfalte.³⁶⁸ Auch wenn in der Rede vom Tanz ein dynamisches Moment anklingt, bleiben beide Positionen insofern statisch, als sie zwar die wiederholte Arbeit der Instandhaltung hervorheben, die spezifische Zeitlichkeit dieses Vorgangs aber nicht weiter thematisieren und die sich darin artikulierende transformierende Aktivität nicht in Rechnung stellen.

Die Pflege materieller Objekte obliegt selbstverständlich nicht allein dem professionellen Handeln, sondern sie ist Bestandteil unseres alltäglichen Umgangs mit den Dingen. So finden sich im häuslichen Bereich zahlreiche Tätigkeiten, die sich auf Konsumgegenstände richten und als Arbeit an ihrer Erhaltung verstehen lassen. Dazu gehören das Abtauen von Gefriertruhen und das regelmäßige Aufpumpen von Fahrrädern ebenso wie das Aufladen von Geräteakkus oder das Updaten von Programmen. Was den Umgang mit Wohn- und Esszimmermöbeln betrifft, kann die ethnographische Studie von Nicky Gregson, Alan Metcalfe und Louise Crewe zeigen, dass das routinemäßige Reinigen, Abwischen und Polieren, Schnellreparaturen (»quick-fix repair«), aber auch die gründliche Aufarbeitung eines Stücks als Tätigkeiten zu verstehen sind, die Möbelstücke erhalten, indem sie die Spuren des Gebrauchs beseitigen.³⁶⁹ Die Nähe dieses Tuns zur kuratorischen Praxis wird explizit betont, und zwar in der Doppelperspektive von Konservieren und Ausstellen: »The restoration and preservation of the ›as good as new‹ or as ›near to new‹ is, of course, central to the curatorial tradition, and to museum and gallery practices of care and display«.³⁷⁰ Zwei Aspekte sind mit Blick auf die Instandhaltung von Alltagsgegenständen wichtig. Zum einen unterscheiden sich die genannten Erhaltungsarbeiten in zeitlicher Hinsicht mit Blick auf Frequenz und Dauer – findet das routinemäßige Reinigen regelmäßig wiederkehrend und mit einer gewissen Ausdauer statt, werden Schnellreparaturen ad hoc und so rasch ausgeführt, dass sie mit einer Entwertung des betreffenden Gegenstands einhergehen können,³⁷¹ während eine wohlüberlegte und arbeitsintensive Aufarbeitung ein Stücks deutlich seltener vorkommt. Zum anderen hat die private Instandhaltungsarbeit eine generell integrative Funktion. Im Sinne einer »meta-practice of consumption«³⁷² halte

³⁶⁸ Denis/Pontille: »Material Ordering and the Care of Things«, S. 358.

³⁶⁹ Vgl. Gregson et al.: »Practices of Object Maintenance and Repair«.

³⁷⁰ Ebd., S. 252.

³⁷¹ Vgl. ebd., S. 267.

³⁷² Ebd., S. 266.

sie die Konsumgegenstände ganz buchstäblich ›im Haus‹ und erhalte damit auch die in den Gegenständen niedergelegte soziale Ordnung: »[O]bject maintenance works to integrate: it ensures that particular objects remain home possessions, freezing particular rooms in certain configurations, even [...] transcending house moves.«³⁷³

Ganz grundsätzlich kommen Praktiken der Sorge affektive Dimensionen zu. Dabei muss diese Affektivität nicht notwendigerweise positiv gedacht werden; sie geht nicht in liebender Fürsorge auf. Sie kann vielmehr gleichermaßen »as oppressive burdens, as joy, as boredom«³⁷⁴ auftreten, etwa im Kontext professioneller Pflege, wo Wahrnehmungen der Zumutung sowohl auf Seiten der Pflegenden wie der Gepflegten existieren können. Darüber hinaus finden sich affektive Verhältnisse nicht nur zwischen Menschen, sondern betreffen auch die Beziehungen zwischen menschlichen und nicht-menschlichen Wesen. Latours Studie zum Transportsystem ARAMIS versteht die affektive Beziehung zu Technik (die Liebe *zur* Technik) als den wichtigsten Grund für das Vollenden oder Aufgeben von Projekten.³⁷⁵ Das Projekt ARAMIS, das über 15 Jahre und mit erheblichen Investitionen ein vollautomatisiertes Personennahverkehrssystem (*personal rapid transport*) entwickelte, das die Technologien von Automobilität und Metro zukunftsweisend kreuzen sollte, wurde 1987 ohne Ergebnisse eingestellt. Latours Analyse dieses Scheiterns hebt hervor, dass Aramis nicht genug geliebt wurde, ja dass für Aramis, so ließe sich hinzufügen, nicht genug gesorgt wurde. Christoph Neubert zufolge steht die »Liebe der/zur Technologie« in Gegensatz zum Programm moderner Reinigungsarbeit, die auf die Autonomie von Technik setzt:³⁷⁶ »Aramis ist keine passive Kreatur, vielmehr bewegt, mobilisiert, transportiert und transformiert er/sie/es jene Personen, die sich im Rahmen des Projekts und der Interviews als je *diese* Ingenieure, Unternehmer und Politiker profilieren.«³⁷⁷ Die Liebe zur Technologie unterläuft damit, so Neubert, die techno-religiöse Asymmetrie eines angeblich autonomen Schöpfers gegenüber seinem Geschöpf zugunsten der Vorstellung wechselseitiger Hervorbringungen und Verwandlung, die im Fall von Aramis aber genau nicht zugelassen wurden.

³⁷³ Ebd., S. 268.

³⁷⁴ Puig de la Bellacasa: *Matters of Care*, S. 5.

³⁷⁵ Vgl. Latour: *Aramis, or the Love of Technology*.

³⁷⁶ Neubert: »Innovation, Mobilisierung, Transport«, S. 130.

³⁷⁷ Ebd., S. 133.

Um diese Liebe zur Technik genauer zu verstehen, lässt sich auf Antoine Hennions Konzept des *attachment* rekurrieren, das affektive Relationen der Bindung, Anhänglichkeit und Zuneigung den Dingen gegenüber bezeichnet und so die *agency* nicht-humaner Akteure um die Passionen auf Seiten der Subjekte ergänzt,³⁷⁸ was Hennion als symmetrische Frage danach fasst, was uns festhält bzw. woran wir festhalten.³⁷⁹ Für die Frage der Sorge sind Hennions Überlegungen deshalb von so großer Relevanz, weil er Praktiken der Wertschätzung und Hingabe an eine Sache – Hennion denkt ebenso an Musikliebhaber wie Drogenabhängige³⁸⁰ – sowohl zwischen Subjekt und Objekt wie auch »quer zur Aktiv-/Passiv-Achse«³⁸¹ verortet. Derartige Bindungen sind also weder einseitig Eigenschaften eines Gegenstands noch Haltungen eines Subjekts, sondern vielmehr Resultat eines »se faire aimer«.³⁸² Jenseits der Alternative von Wahl oder Abhängigkeit steht damit eine »anhängliche« Moral« zur Disposition, die sich (wie etwa im Falle des Geschmacks) gleichermaßen als Arbeit an den Körpern wie an den Objekten vollzieht.³⁸³ Sie beruht grundlegend auf Erfahrung und lasse eine »Sensibilitätsaktivität« entstehen, die sich als Feld von »Objekten und Nuancen, von Know-how, Repertoires, Kriterien und Techniken, gemeinsamen Geschichten und umstrittenen Entwicklungen« entfalte.³⁸⁴ Die Konzeption einer solchen anhänglichen Moral ist für die Frage der Sorge insofern produktiv, als sie die dichotomen Konstruktionen von Subjekten und Objekten der Sorge wie auch von aktiv-gebendem Sorgen wie passiv-empfangenem Umsorgt-Werden zugunsten ihrer Wechselwirkung aufhebt, die die Bindung an das Umsorgte in den Mittelpunkt stellt. Es wird zu zeigen sein, dass nur auf der Grundlage einer solchen Bindung eine affektive Beziehung der Sorge aufgebaut werden kann (wobei dies, wie oben dargelegt, nicht einfach ›positiv« sein muss).

Praktiken der Sorge berücksichtigen also nicht nur funktionale Aspekte, sondern stellen auch »*moral relations*« in Rechnung, die das Verhältnis von Mensch und Technik als eines von »mutual care and

³⁷⁸ Vgl. Hennion: »Offene Objekte, offene Subjekte?«, S. 98.

³⁷⁹ Vgl. ebd., S. 95.

³⁸⁰ Vgl. Gomart/Hennion: »A Sociology of Attachment«.

³⁸¹ Hennion: »Offene Objekte, offene Subjekte?«, S. 103.

³⁸² Ebd.

³⁸³ Ebd., S. 106.

³⁸⁴ Ebd., S. 108.

responsibility« bestimmen.³⁸⁵ Die Dimension der Sorge lässt sich also immer dann auf Technik beziehen, wenn diese in einem Bereich ›jenseits‹ bloßen, technischen Funktionierens verortet wird. Oder anders formuliert: Immer dann, wenn Mensch-Technik-Verhältnisse im Sinne hybrider Verflechtungen anerkannt und damit Mensch und Technik nicht in den Rollen von Subjekt bzw. Objekt der Pflege festgeschrieben werden, können sich Praktiken der Sorge entfalten.

Insbesondere auf der Ebene von Mikropraktiken gehen Tätigkeiten des Sorgens und des Pflegens mit affektiven Beziehungen zum gepflegten Objekt einher. Mechaniker etwa verfügen über ein geradezu körperlich gewordenes Wissen (»hand knowledge«) hinsichtlich der Materialien, Techniken und Artefakte, mit denen sie umgehen, und verweben sich so eng mit den von ihnen behandelten Systemen, dass sie deren Bedürfnisse geradezu sinnlich wahrnehmen.³⁸⁶ Das sich im Rahmen von Sorgearbeit herausbildende Gespür für die Dinge wird dabei selbst zum Diagnoseinstrument. Der für die Pariser Wasserwirtschaft (SAGEP) zuständige Servicetechniker in Latour und Hermants *Paris: Ville Invisible* behauptet etwa, die Schleusen der Pariser Wasserversorgung hätten über die alten Servosteuerungen mit ihm ›gesprochen‹.³⁸⁷ Eine solche Art sensorischer Erfassung findet sich auch bei der KFZ-Wartung im 20. Jahrhundert, wo es eine wichtige Frage war, ob das Auto richtig klingt.³⁸⁸ In ähnlicher Weise waren einige der Ingenieure, die über mehr als ein Jahrzehnt hinweg die technologische Infrastruktur einer Saturn-Mission instandhielten, »accustomed to computing work that would be difficult to find still practiced elsewhere, such as manually reading hex code, or coding in tcl.tk.«³⁸⁹ Um erfolgreich zu sein, mussten die Wartungstechniken also an den gealterten Zustand der betreuten Technik angepasst sein. Die Beispiele verdeutlichen, dass die Stabilisierung von Infrastruktursystemen im Ganzen von Verfahren abhängt, die gleichermaßen auf die materiellen Substrate wie die erworbenen Fähigkeiten derjenigen bezogen sind, die diese Systeme warten.

Die Arbeit der Sorge kann sich also auf Menschen und Artefakte sowie Maschinen und Infrastrukturen gleichermaßen beziehen. Sie ist

³⁸⁵ S.J. Jackson: »Rethinking Repair«, S. 231.

³⁸⁶ Vgl. hierzu die Ausführungen zu Automechaniker Willie bei Harper: *Working Knowledge* sowie Henke: »The Mechanics of Workplace Order«.

³⁸⁷ Vgl. Latour/Hermant: *Paris: Invisible City*, plan 18, S. 26.

³⁸⁸ Vgl. Krebs: »Dial Gauge versus Senses 1-0«.

³⁸⁹ Cohn: »Convivial Decay«, S. 1513.

verbunden mit Prozessen der Auf- und Abwertung hinsichtlich der Gegenstände der Sorge sowie hinsichtlich der geleisteten Arbeit, mit dem Problem der Sichtbarkeit bzw. Unsichtbarkeit der beteiligten Praktiken, dem Ethos und dem Engagement der Pflegenden sowie bestimmten Arten affektiver Beziehungen.

Die Zeitlichkeit des Wartens

Die Forschungen zu *care* und *maintenance* thematisieren die Zeitlichkeiten, die in Sorgepraktiken involviert sind, in zweierlei Hinsicht. Sie verweisen zum einen auf die Fragilität der materiellen Welt, d.h. sie betonen »decay and the vitality of matter« als alltägliche Bedingungen des Lebens von Menschen und Dingen,³⁹⁰ und sie verweisen zum anderen auf die Arbeitsseite des Problems, d.h. auf die Reihe kontinuierlich zu wiederholender Mikroprozesse.³⁹¹ Es kommt deshalb Steven J. Jackson zufolge zu einer Art Überblendung der Zeitlichkeit der Wartungsprozesse mit der der behandelten Objekte: »Temporalities of maintenance and repair [...] gather and blend the unruly timelines of things.«³⁹² Sowohl die Pflege und Sorge für menschliche Wesen wie auch die Reparatur und Wartung von Objekten stellten insofern grundsätzlich offene Tätigkeiten dar; in beiden Fällen gehe es um »acts of perceptual and affective attention, a ›listening forth‹ organized around a fundamental openness to the state and status of others.«³⁹³ Damit verbunden ist eine spezifisch temporale Relation: »[T]he care of things may involve a *staying with* in time and place, a subjecting and reorienting of one's own time to other temporal flows and processes«.³⁹⁴ Dieses Verweilen in Zeit und Raum (*staying with in time and place*) kennzeichnet »repair-as-care« und macht es als einen Prozess verstehbar, »to open and tie oneself to the rhythms, flows, and timeliness of another.«³⁹⁵ Es sind diese Verbindungen der Zeitlichkeiten von Objekten und Subjekten der Sorge und Pflege, die Jackson als *staying with* bezeichnet, denen im Folgenden weiter nachzugehen sein wird. Dabei wird zu zeigen sein, inwiefern es sich hier um einen nicht-modernen

³⁹⁰ Denis/Pontille: »Material Ordering and the Care of Things«, S. 355.

³⁹¹ Vgl. ebd., S. 353.

³⁹² S.J. Jackson: »Speed, Time, Infrastructure«, S. 179.

³⁹³ Ebd., S. 183.

³⁹⁴ Ebd.

³⁹⁵ Ebd.

Begriff der Sorge und des Wartens handelt, der auf die kulturtechnische Dimension von *cultura* verweist.

Denn die miteinander interferierenden Zeitlichkeiten der Sorge fügen dem für Instandhaltungsprozeduren herausgestellten Verhältnis von Unordnung und (wiederherzustellender) Ordnung etwas Wichtiges hinzu. Über die Tatsache einer wiederholten, kontinuierlichen Arbeit gegen Entropie hinaus geht es dabei um einen spezifischeren Prozess der Adjustierung, der unter Verweis auf Hennions Konzept des Attachments erklärbar wird. Diejenigen, die für etwas Sorge tragen (seien es menschliche oder nicht-menschliche Wesen), tun dies, indem sie der spezifischen Existenzweise dieser Entitäten gegenüber offen sind und sich insofern mit ihnen verbinden. Diese Offenheit ist notwendig, da die Arbeiten der Erhaltung zwar wiederholt stattfinden, aber nicht ununterbrochen, d.h. sie werden gemäß der spezifischen Existenzweise des zu pflegenden Menschen, Dings oder Systems durchgeführt. Insofern sie dem Eintreten eines potentiellen Schadens vorbeugen sollen, müssen sie sich vergleichsweise genau mit dem jeweiligen Gegenüber oder Ding und seinen zeitlichen Rhythmen auskennen und auseinandersetzen.

Um Instandhaltung und Maintenance genauer zu verstehen, sollen nun die Kulturtechniken des Wartens in den Blick genommen werden. Auf diese Weise wird es möglich, den Aspekt der Zeitlichkeit von Erhaltungsprozessen für ein Verständnis der Arbeit an Infrastrukturen fruchtbar zu machen. Eine solche Engführung von Maintenance und Warten ist in der bisherigen Forschung bislang Desiderat. Es wird zu zeigen sein, wie das zeitliche (Ab-)Warten mit dem instandhaltenden Warten zusammenhängt. Warten ist eine nahezu unbeachtete Praxis. Das gilt für den Alltag, aber auch für die Forschung. Erst in den letzten zehn Jahren wurden Fragen des Wartens Thema wissenschaftlichen Auseinandersetzung. Insbesondere die spezifische Positionierung des Subjekts, die Affekte, die das Warten hervorrufen kann (z.B. Langeweile) sowie seine spezifische Zeitstruktur (Aufschub) stehen aus philosophischen, ethischen oder anthropologischen Perspektiven zur Diskussion. Dabei erwies sich das Warten als genuin anthropologische Tatsache – »Menschen sind Wartewesen«, die die Zeit ihres Wartens mit eigenen Inhalten füllen können,³⁹⁶ während ein Tier dies nicht kann: Die Katze vor dem sprichwörtlichen Mausloch wartet nicht, sondern reagiert auf bloße

³⁹⁶ Macho: »Warten«, S. 22.

Situationsmerkmale.³⁹⁷ Jenseits der heilsgeschichtlich-apokalyptischen Erwartung und dem mit Vorfreude verbundenen Warten auf ein bestimmtes Ereignis verbinden sich auf der Basis der Beschleunigung und Verdichtung alltäglichen Lebens in der Moderne vor allem negative Affekte mit der Erfahrung des Wartens. Als ubiquitäres Phänomen ist es »unerfreulich, aufreibend, kostspielig« und verweist als Ausdruck von Status auf ungleiche Machtverteilungen: »Privilegierte warten nicht oder kaum. Sie lassen warten.«³⁹⁸ Davon zu unterscheiden sind Formen, in denen das Warten gewissermaßen auf Dauer gestellt ist (etwa im Falle von Arbeitslosigkeit oder Asylverfahren) oder existenziell die verbleibende Lebenszeit bemisst (Warten auf dem Tod).³⁹⁹ Insbesondere die Langeweile gilt als mit dem Phänomen des Wartens verbunden,⁴⁰⁰ da sich in ihr dessen eigentümliche Zeitlichkeit artikuliert: »In der Langeweile handelt es sich um eine Weile, ein Verweilen, um ein eigentümliches Bleiben, Dauern.«⁴⁰¹ Wartende begegnen diesem Zustand mit Techniken des Zeitvertreibs, deren Ineffizienz sich etwa in einem wiederholten Auf-die-Uhr-Sehen manifestieren kann: »Wir wehren uns *gegen* den sich verlangsamenden und *zu* langsamen Gang der Zeit, der uns in der Langeweile *hinhält*, gegen dieses eigentümliche Zaudern und Zögern der Zeit.«⁴⁰² Gegen dieses Herumbringen der Zeit, das sich Heidegger zufolge am Beispiel des Wartenmüssens auf den nächsten Zug »z.B. auf einem geschmacklosen Bahnhof einer verlorenen Kleinbahn« entfalten lässt,⁴⁰³ führen andere Positionen das Argument ins Feld, gerade im Warten könne uns der Sinn für den Augenblick (*kairos*) zurückgegeben werden.⁴⁰⁴ Ebenso wird etwa untersucht, welche Bedeutung Warte-Zeiten kulturgeschichtlich für zwischenmenschliche Kommunikationsverhältnisse (Warten auf Antwort) spielten, welche

³⁹⁷ Raab: »Knappe Naturgeschichte der Hemmung«, S. 40.

³⁹⁸ Zyman: »Killing Time«, S. 12.

³⁹⁹ Vgl. für eine kulturanthropologische Perspektivierung Schilling (Hg.): *Welche Farbe hat die Zeit?*; psychologisch orientiert R. Levine: *Eine Landkarte der Zeit*, Kap. 5; phänomenologisch Schweizer: *On Waiting*.

⁴⁰⁰ Vgl. hierzu auch Gronau/Lagaay (Hg.): *Performanzen des Nichttuns*.

⁴⁰¹ Heidegger: *Die Grundbegriffe der Metaphysik*, S. 145. Heidegger unterscheidet von diesem Gelangweiltwerden (ebd., S. 117–159) das Sichlangweilen (ebd., S. 160–198) sowie das Langweilig-Sein (ebd., S. 199–249) als weitere Formen der Langeweile.

⁴⁰² Ebd., S. 147.

⁴⁰³ Ebd., S. 140.

⁴⁰⁴ Vgl. Reuter: *Warten*, S. 213.

Bedeutung also der jeweiligen Dauer des Wartens auf Antwort beige-messen wurde.⁴⁰⁵

Neben diesen vor allem anthropologisch-phänomenologischen Perspektivierungen der (subjektiven) Erfahrung des Wartens im Sinne eines Erwartens bzw. Abwartens sind aus kulturtechnischer Perspektive aber noch weitere Aspekte an dieser Art von Warten hervorzuheben: die mit ihm verbundenen Architekturen (Wartesaal, Wartehäuschen), die Messinstrumente und Apparate, die das Warten begleiten und rahmen (Uhren, Signale, Kalender etc.), aber auch der Umgang mit Gegenständen oder Menschen, die von der Dauer des Wartens ablenken sollen (etwa Buch oder Zeitschrift, Gespräch).

Jenseits dieser zeitüberbrückenden Variante des Wartens (warten auf, erwarten) ist Warten aber auch eine niedrigschwellige Form jenes Umgangs mit Dingen und der materiellen Welt, der im Englischen unter dem Begriff *maintenance* firmiert. Im Folgenden wird für diese Form des Umgangs durchgängig das deutsche Wort *warten* verwendet. Damit verbindet sich das Interesse, die zeitliche Verfasstheit von Warten für Prozesse der Instandhaltung fruchtbar zu machen. Aus kulturtechnischer Perspektive ist an dieser (dingbezogenen) Art des Wartens bedeutsam, dass es sich weder um eine Form des Gebrauchs noch um eine Praxis der Erfindung oder Produktion handelt. Warten ist also weder Innovation noch Nutzung, gleichwohl gilt, und das ist entscheidend, dass das Warten etwas mit den Dingen *macht*. Es greift in bestimmter Weise in sie ein, es verändert sie, es verhält sich also keineswegs neutral zu den behandelten Gegenständen. Damit ist die Praxis des Wartens jenseits der kanonischen Alternative von »Herstellung und Verwendung« zu verorten, also jenen beiden Formen menschlichen Handelns, die Max Weber zufolge Artefakten Sinn verleihen.⁴⁰⁶ In dem »Herausfallen« des Wartens aus einem solchen Verständnis technischen Handelns ist einer der Gründe zu sehen, warum diese Form des Umgangs mit den Dingen im Allgemeinen unterschätzt wird. Umso dringlicher ist deshalb die Frage, welche Art von Sinn es ist, den das Warten den Dingen verleiht.

Nimmt man die Aktivitäten in den Blick, die mit der Wartung, Instandhaltung und dem regelmäßigen Service technischer Systeme verbunden sind, zeigt sich, dass Sorge und Pflege hier eine *prospektive* Form annehmen. Die Kulturtechnik des Wartens richtet sich nämlich

⁴⁰⁵ Vgl. Farman: *Delayed Response*.

⁴⁰⁶ M. Weber: *Wirtschaft und Gesellschaft*, S. 3.

auf die Stabilisierung der unsicheren Zukunft eines Artefakts, einer Technologie oder eines Systems. Um die besondere Zeitlichkeit von Wartung und Instandhaltung herauszuarbeiten, ist die Etymologie des deutschen Wortes *warten* von besonderem Interesse. Denn es ist die spezifische Dimension des Wartens, so die These, die der zeitlichen Logik von Erhaltungsprozessen zugrunde liegt und diese bestimmt. Das deutsche Wort *warten* hat zwei Bedeutungen: Zum einen bezieht es sich auf Tätigkeiten des Pflegens und Sorgens, zum anderen auf Akte des Ab- und Erwartens. Allerdings ist der Zusammenhang zwischen den beiden uns heute vertrauten Formen des Wartens, dem zeitlichen Warten und Ausharren auf der einen Seite und den Vorgängen der Instandhaltung auf der anderen Seite, nicht sofort ersichtlich.

Der entsprechende Eintrag zum Verb *warten* im *Deutschen Wörterbuch* der Gebrüder Grimm entfaltet in nicht weniger als zweiundvierzig Spalten ein umfangreiches Panorama von Beziehungen zwischen gerichteter Aufmerksamkeit und den Praktiken des Aufpassens, Behütens und Pflegens. Als ursprüngliche Bedeutung von *warten* nennt der Eintrag die Verwendung im Sinne von »*seinen blick auf etwas richten*«, wobei sich insbesondere die »*auf der vorstellung des liebevollen betrachtens ruhende bedeutung* ›fürsorge, pflege gewähren« bis in die neuere Sprache reich entwickelt habe, während es sich bei *warten* im Sinne von *harren* um die jüngste und gewöhnlichste Bedeutung handele.⁴⁰⁷ Das Spektrum umfasst also Tätigkeiten, die von der zunächst visuell verstandenen Gerichtetheit auf Menschen bzw. Dinge über deren Versorgung bis hin zum abwartenden Verweilen reicht: »*wohin schauen, seine aufmerksamkeit auf etwas richten, versorgen, pflegen, einem dienen, anwartschaft haben, harren usw.*«⁴⁰⁸ Dabei wird auch für die Bedeutung von *warten* im Sinne von »*einem kommenden entgegensehen*«,⁴⁰⁹ also des Erwartens von etwas, betont, dass sie sich mit der ursprünglichen Bedeutung einer gerichteten Aufmerksamkeit engführen lasse, denn »*wer einem kommenden entgegenseht, pflegt stehen zu bleiben, bis dieser eintrifft.*«⁴¹⁰ Dabei sei dieses Stehenbleiben im Zustand der Erwartung zunächst noch kein Verweilen im Sinne eines Ausharrens, gleichwohl künde es die Dimensions zeitlichen Abwartens an.

⁴⁰⁷ Grimm: [Art.] »Warten«, Sp. 2126.

⁴⁰⁸ Ebd., Sp. 2125.

⁴⁰⁹ Ebd., Sp. 2149.

⁴¹⁰ Ebd., Sp. 2154.

Ursprünglicher als diese Form des (abwartenden) Ausharrens sind dem *Deutschen Wörterbuch* zufolge aber jene Bedeutungen von *warten*, die in den Kontext von Sorge, Pflege und Dienstbarkeit gehören. Interessant ist hierbei die ältere Wortherkunft von *warten*. Das Verbum gilt als Ableitung von germanisch *wardô-*, das selbst wiederum eine partizipiale Bildung zu *wahren* darstelle und wie dieses die Grundbedeutung »›sehen‹‹ habe.⁴¹¹ Damit steht am Ursprung des Wartens eine Gerichtetheit, die darauf zielt, die entsprechenden Dinge bzw. Menschen überhaupt erst einmal zu sehen, d.h. wahrzunehmen. Die in Frage stehende Achtsamkeit ist ein Akt, der andere Geschöpfe in ihren Bedürfnissen zur Kenntnis nimmt und darin deren Existenz garantiert – »›sich pfleglich einer person oder sache annehmen, sich worum bemühen, wofür sorgen‹‹.⁴¹² Explizit ist davon die Rede, Personen zu warten (»›sich jemandes annehmen, ihn versorgen‹‹),⁴¹³ wobei insbesondere an Kranke gedacht wird, die »›der aufsicht oder pflege bedürftig‹‹ sind,⁴¹⁴ und Kinder (»›warten, lernen, auffziehen‹‹). Ebenso gilt das Warten den Tieren,⁴¹⁵ Gärten⁴¹⁶ sowie – dem heutigen Gebrauch vertrauter – Gegenständen (»›eines dings warten‹‹⁴¹⁷). Mit Blick auf Gegenstände vom Warten zu sprechen, so führt der Eintrag aus, geschehe, »›um auszudrücken, dasz man ihm [dem Gegenständlichen, G.S.] pflege zuwendet, es versorgt oder auch nur sich dauernd damit beschäftigt.‹‹⁴¹⁸ Der Verweis auf die Frequenz der sorgenden Tätigkeit kann hier als Hinweis auf die Verbindung zwischen der zeitlichen und der affektiven Dimension des Wartens verstanden werden, insofern die wiederholt bzw. kontinuierlich stattfindende Arbeit der Sorge sich mit einer Art von Gewöhnung verbindet, die sie in Gewohnheiten einbettet.⁴¹⁹ Denn die Sorge geht mit einer Achtsamkeit einher, die verlangt, die Objekte der Pflege mehr oder minder ununterbrochen im Auge zu haben, also

⁴¹¹ Vgl. ebd., 2126. Vgl. hierzu auch Pfeifer et al.: [Art.] »›warten‹‹.

⁴¹² Grimm: [Art.] »›Warten‹‹, Sp. 2136.

⁴¹³ Ebd., Sp. 2137.

⁴¹⁴ Ebd., Sp. 2138.

⁴¹⁵ Ebd., Sp. 2139.

⁴¹⁶ Ebd., Sp. 2140.

⁴¹⁷ Ebd., Sp. 2141.

⁴¹⁸ Ebd., Hervorhebung G.S.

⁴¹⁹ Dieser Zusammenhang von Pflege und Gewohnheit ist wortgeschichtlich für *pflegen* belegt, das eben auch »›gewohnt seyn, in Gewohnheit oder im Gebrauch haben‹‹ bedeutet (Zedler: [Art.] »›Pflegen‹‹, Sp. 1585), »›etwas in übung haben, thun wie es üblich ist, gewohnt sein‹‹ (Grimm: [Art.] »›Pflegen‹‹, Sp. 1744).

Wache zu halten,⁴²⁰ was bedeutet, dass hier die Zeitlichkeiten des Sorgetragens und des Umsorgtwerdens koextensiv sind.

Das Argument der Sorge verbindet sich auch mit dem deutschen Nomen *Wärter*, für das Johann Christoph Adelung bereits 1801 festgehalten hatte, es beziehe sich nicht nur auf die zeitliche Dimension des Wartens, wie etwa beim »Thorwärter« oder »Thürwärter«, dessen Pflicht es sei »am Thore, an der Thüre zu warten«, sondern betreffe vor allem die Tätigkeiten, für etwas oder jemanden die nötige Sorge zu tragen (»Zeugwärter« oder »Kinderwärterin«).⁴²¹ Noch heute findet sich die Bezeichnung »Wart« bzw. »Wartin« für Personen, die für etwas verantwortlich sind bzw. die Aufsicht über etwas Bestimmtes führen (Hauswart, Kassenwart, Torwart);⁴²² demgegenüber akzentuiert das Substantiv »Warte« einen Ausguck bzw. Wachort, stellt also die Dimension des Sehens und Aufpassens in den Vordergrund.⁴²³

Die Aufmerksamkeit, die sich mit dem sorgenden Warten verbindet, kann auch den Charakter des Dienens und der Dienstbarkeit annehmen, wie sich im Verb *aufwarten* zeigt.⁴²⁴ Dabei entwickelt sich diese Bedeutung des Wartens im Sinne von »*dienen, gehorsam sein*« ausgehend vom Kampf (der »*gefolgsmann*« sieht im Gefecht auf seinen Herrn und folgt ihm überall hin), gilt aber auch für den Diener, der »*des winks des herrn gewärtig*« sei.⁴²⁵ Derjenige, der »einem mit etwas wartet«, achtet also genau auf dessen Befehle und Hinweise und leistet diesen Folge.

Auch im Englischen finden sich die für das Warten herausgestellten Bedeutungen des (Be-)Wachens und der Fürsorge in einer inzwischen veralteten Bedeutung des Verbs *to wait* im Sinne von »to (keep) watch« bzw. »to observe constantly«⁴²⁶ sowie im Wort *waiter*.⁴²⁷ In den heute nicht mehr gebräuchlichen Bedeutungen wird erneut der Bezug zum Aufpassen (»[a] person who watches or observes«) und zum Abwarten (»[a] person who waits on or attends another«) deutlich, der im Falle

⁴²⁰ Vgl. Grimm: [Art.] »Warten«, Sp. 2135.

⁴²¹ Adelung: [Art.] »Wärter«, Sp. 1391; vgl. auch Grimm: [Art.] »Wärter«.

⁴²² Vgl. Pfeifer et al.: [Art.] »Wart«.

⁴²³ Vgl. Pfeifer et al.: [Art.] »Warte«.

⁴²⁴ Dabei finden sich unterschiedliche Angaben dazu, welchen Status die Tätigkeit des Aufwartens hat. Handelt es sich Adelung zufolge um diverse (niedere) Dienste (vgl. Adelung: [Art.] »Aufwarten«, Sp. 551), setzt das Aufwarten gemäß den Grimms ein »*geschick zu besonderen verrichtungen*« voraus (Grimm: [Art.] »Aufwarten«, Sp. 771).

⁴²⁵ Grimm: [Art.] »Warten«, Sp. 2145

⁴²⁶ OED Online, [Art.] »wait, v.1«.

⁴²⁷ OED Online, [Art.] »waiter, n.«.

des Kellners seine Fähigkeit betrifft, (durch Beobachtung) aufmerksam zu sein, »to wait upon the guests (*esp.* during meals)«. ⁴²⁸

Dieser Zusammenhang von Beobachtung, Fürsorge und Bedienen steht auch im Mittelpunkt des deutschen Verbs (*be*)*wirten*, das von der Grundbedeutung ebenfalls »*pflügen*«, und zwar insbesondere »*mit speise und trank versehen*« bzw. »*beherbergen*« meint. ⁴²⁹ So gilt als Ausgangspunkt für alle drei Bedeutungsstränge des Wortes *Wirt* (Gastwirt bzw. Gastgeber, Ehemann sowie Hausherr) die »*grundbedeutung* »*pflügen*«, wodurch der mit Speise und Trank bewirtende Gastgeber »*bereits einen spezialfall darstellt, wengleich den wohl ältesten und wichtigsten*«. ⁴³⁰ Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass die Tätigkeiten des Sorgens und Pflegens hier auch als Fragen der richtigen Verwaltung verstanden werden. Denn insofern der *Wirt* Hausherr ist, gilt er auch als »*haushalter, verwalter, pflüger des materiellen besitzes*«. ⁴³¹ Dieses Verständnis habe sich so aus der Grundbedeutung (*Wirt* als »*pflüger*«) entwickelt,

[...] dasz die tätigkeit des wirtes sich auf die von ihm ständig versorgten personen, die mitglieder der familie und das gesinde, ausschlieszlicher bezog und der begriff der tätigkeit sich erweiterte um den des verfügungsrechtes und den des besitzes gegenüber den personen und dingen der täglichen fürsorge, des hauses wie des gesamten beweglichen und liegendes gutes. ⁴³²

Hier also tritt der Sachbezug auf Haus und Besitz in den Vordergrund, was die Frage der Pflege auf die angemessene Verwaltung des Hauswesens ausdehnt (Hauswirtschaft).

Auch das Bedeutungsspektrum des Nomens *maintenance* bzw. des Verbs *to maintain* zeigt die grundlegende Perspektive des Erhaltens (aufrechterhalten, versorgen, behaupten), ⁴³³ wobei hier das Moment des Helfens, Assistierens und Unterstützens einer Person, Sache oder Aktion zentral ist. Etymologisch verweist das Verb auf eine körpergebundene Aktivität, denn es wird abgeleitet vom mittellateinischen *manūtenēre* als Bildung aus dem klassisch-lateinischen *manū*, Ablativ Singular zu *manus* (Hand), und *tenēre* (halten), was »in der Hand halten« (*to hold in the*

⁴²⁸ Ebd.

⁴²⁹ Grimm: [Art.] »Wirten«, Sp. 653.

⁴³⁰ Grimm: [Art.] »Wirt«, Sp. 630.

⁴³¹ Ebd., Sp. 645.

⁴³² Ebd., Sp. 639f.

⁴³³ Vgl. *Merriam-Webster.com Dictionary*, [Art.] »maintain«.

hand) bedeutet.⁴³⁴ Dies deutet einerseits auf das Hand-Werk, also Fragen der Geschicklichkeit und des Könnens im Umgang mit den Dingen hin. Andererseits wird das Halten betont. Denn die Bedeutungen von *to maintain* im Sinne von »to support«, »to back up«, »to uphold« oder »to keep up«⁴³⁵ verweisen auf ein Moment des Stützens als wichtigen Aspekte der Sorge und Aufrechterhaltung von Dingen und Menschen. Ohne darauf im Einzelnen eingehen zu können, sei darauf hingewiesen, dass Halten ursprünglich auf das Hüten des Viehs zurückgeht, damit also ähnlich dem Warten Formen des Achthabens, Wachens, aber auch des Aufenthalts impliziert. Das Festhalten wird dabei sowohl räumlich wie zuständiglich gedacht.⁴³⁶ Damit ließe sich insbesondere das Am-Ort-Halten von etwas im Sinne des Zusammenhaltens einer Gruppe von Dingen als Form der Erhaltung ausweisen.

Die Tätigkeit des *Wartens* bezeichnet also eine spezifische Form der Sorge, die durch Aufmerksamkeit gegenüber dem Objekt der Pflege gekennzeichnet ist, handele es sich dabei um eine Sache, einen Menschen, ein Tier oder auch, so lässt sich hinzufügen, eine Maschine oder Infrastruktur. Eine solche Form der Sorge beschreibt Heidegger in *Sein und Zeit* als grundlegende Art des menschlichen In-der-Welt-Seins. Dabei unterscheidet er zwischen »Fürsorge«⁴³⁷ (auf Menschen gerichtet) und dem »Besorgen« als dem umsichtigen Umgang mit den Dingen der materiellen Welt.⁴³⁸ Diese Dinge versteht er als »Zeug«, wobei Zeug nie singular auftritt, sondern immer als »Zeugganzheit«⁴³⁹ oder »Zeugzusammenhang«, was auf die Vernetztheit der Dinge verweist.⁴⁴⁰ Dieser praktisch-alltägliche Umgang mit den Dingen, worunter explizit auch das »bestellen und pflegen von etwas« fällt,⁴⁴¹ lässt sich von ihrer Zuhandenheit, ihrem »Um-zu« ableiten, d.h. ihrer »Dienlichkeit, Beiträglichkeit, Verwendbarkeit, Handlichkeit«.⁴⁴² Störungen wie auch Überraschungen artikulieren sich dabei als Aufgehalten-Werden eines selbstverständlichen Aufgehens in den vertrauten Bewandtnisbezügen

⁴³⁴ OED Online, [Art.] »maintain, v.«; Merriam-Webster.com Dictionary, [Art.] »maintain«.

⁴³⁵ Vgl. OED Online, [Art.] »maintain, v.«.

⁴³⁶ Vgl. Grimm: [Art.] »Halten«, Sp. 275f.

⁴³⁷ Heidegger: *Sein und Zeit*, S. 121.

⁴³⁸ Ebd., S. 57.

⁴³⁹ Ebd., S. 68.

⁴⁴⁰ Ebd., S. 352.

⁴⁴¹ Ebd., S. 56.

⁴⁴² Ebd., S. 68.

des Zeugzusammenhangs,⁴⁴³ als eine Unterbrechung des vertrauten Umgangs mit ihnen. Weil das menschliche Dasein Heidegger zufolge wesentlich In-der-Welt-sein ist, gehört das Besorgen als Modus eines solchen alltäglichen In-Seins wesentlich zu ihm.⁴⁴⁴ Aufgrund der spezifisch (endlichen) Zeitlichkeit des menschlichen Daseins⁴⁴⁵ ist »Dasein *ontologisch* verstanden Sorge«. ⁴⁴⁶ Sorge ist somit kein Existenzmodus unter anderen, sondern zentral für das menschliche Weltverhältnis.

Die Aufmerksamkeit, um die es im Fall des Wartens geht, verdankt sich vor diesem Hintergrund also keiner theoretisch-distanzierten Perspektivierung eines Gegenstandes, sondern vielmehr einer Achtsamkeit, die im praktischen Tun implizit bleibt und sich in engem und ständigem Kontakt mit dem zu pflegenden Objekt entwickelt. Bei Praktiken der Sorge handelt es sich um Tätigkeiten, die ihre Zeitlichkeit von den Objekten »empfangen«, denen sie im Bemühen um deren Erhaltung folgen.

Eine solche Perspektive des sorgenden Folgens wird auch in Heideggers Verständnis des Wohnens als »Schonen«⁴⁴⁷ deutlich, bei dem sich das In-der-Welt-Sein als Form der Sorge um die Umwelt als solche verstehen lässt. Heidegger erinnert dafür an die zwei Bedeutungen des Bauens, nämlich einerseits »pflegen, lateinisch *colere, cultura*« und andererseits »errichten von Bauten, *aedificare*«, die beide in das Wohnen, als dem »eigentliche[n] Bauen« eingelassen seien.⁴⁴⁸ Das Wohnen steht dabei für die Existenzweise des Menschen, die Form des Aufenthalts, »nach der wir Menschen auf der Erde *sind*«,⁴⁴⁹ und zwar, eingelassen in den von Heidegger als Geviert bezeichneten Zusammenhang aus Erde, Himmel, Göttlichem und Sterblichem.⁴⁵⁰ Das menschliche Wohnen schonnt nun das Geviert dadurch, dass es sich immer bereits bei den Dingen aufhält: »Das Wohnen als Schonen verwahrt das Geviert in dem, wobei die Sterblichen sich aufhalten: in den Dingen.«⁴⁵¹ Dieser Aufenthalt bei den Dingen bedeutet, die Dinge als Dinge in ihrem Wesen sein zu lassen, was genau dann gelingt, wenn die Menschen »die

⁴⁴³ Vgl. ebd., S. 354f.

⁴⁴⁴ Vgl. ebd., S. 57.

⁴⁴⁵ Vgl. ebd., Zweiter Abschnitt, S. 231–439.

⁴⁴⁶ Ebd., S. 57.

⁴⁴⁷ Heidegger: »Bauen Wohnen Denken«, S. 143.

⁴⁴⁸ Ebd., S. 141. Die erste Bedeutung findet sich auch heute noch im Verb *anbauen* bzw. im Nomen *Bauer*, vgl. *Digitales Wörterbuch der Deutschen Sprache*, [Art.] »bauen²«.

⁴⁴⁹ Heidegger: »Bauen Wohnen Denken«, S. 141.

⁴⁵⁰ Vgl. ebd., S. 144f.

⁴⁵¹ Ebd., S. 145.

wachstümlichen Dinge hegen und pflegen« bzw. die »Dinge, die nicht wachsen, eigens errichten«. ⁴⁵² Zwar wird die Tätigkeit des Pflegens hier nur auf organische Dinge bezogen und nicht auf Maschinen und Infrastrukturen, gleichwohl gilt das Schonen der gesamten umweltlichen Existenzweise des Menschen und betrifft damit Organisches wie Technisches gleichermaßen.

Tätigkeiten des Wartens vollziehen sich zwar immer in der Gegenwart, sind aber zugleich *prospektiv* auf die Zukunft des gepflegten Objekts gerichtet. In dieser prospektiven Struktur besteht ein grundlegender Unterschied zu den beschriebenen Praktiken des Reparierens, die auf eine Störung oder zumindest Irritation reagieren und insofern *retrospektiv* arbeiten, aber auch zu Formen der Vernachlässigung, die ein Objekt oder eine Infrastruktur sich selbst überlassen, während Umnutzungen wiederum ebenso wie Wartungen eine Zukunft vorsehen, dabei allerdings einen Bruch mit der bisherigen Gebrauchsform implizieren. Kulturtechniken des Wartens stellen also einen Typus von Sorgepraxis dar, der darauf ausgerichtet ist, Schaden zu verhindern, indem man sich regelmäßig um Dinge, Tiere und Menschen kümmert. Die betreffenden Handlungen umfassen richtige Ernährung, Maßnahmen der Hygiene und körperliche Betätigung im Falle von Menschen, das Zerlegen, Ölen und Reinigen bzw. Auswechseln von Teilen bei Maschinen, die Überprüfung von Systemkomponenten bei infrastrukturellen Netzwerken. Prozesse der Instandhaltung verlängern allerdings die Lebensdauer der betreffenden Artefakte (und Menschen) nicht nur. Vielmehr kommt deren jeweilige Lebensdauer geradezu mit den auf sie gerichteten Wartungsaktivitäten zur Deckung. Kostenintensive Infrastrukturen und Produkte wie Busse oder Flugzeuge, aber auch Güter unter Knappheitsbedingungen wie Möbel oder Kleidung leben deshalb tendenziell »ewig«, wenn sie richtig gepflegt werden (vgl. Abb. 4.25). Diese Langlebigkeit zeigt sich an der Weiterverwendung etwa von Autos und Fahrrädern im Globalen Süden, die in den Erstnutzungsgesellschaften der westlichen Welt aussortiert werden, ⁴⁵³ oder auch an der Notwendigkeit, die Lebensdauer bestimmter Infrastrukturen aktiv zu beenden, wie Marisa Cohn für eine langjährige Raumfahrt-Mission zeigt. ⁴⁵⁴ Die lange Lebensdauer, die Praktiken der Wartung hervor-

⁴⁵² Ebd., S. 146.

⁴⁵³ Vgl. Hahn: »Das »zweite Leben« von Mobiltelefonen und Fahrrädern«.

⁴⁵⁴ Vgl. Cohn: »Convivial Decay«.

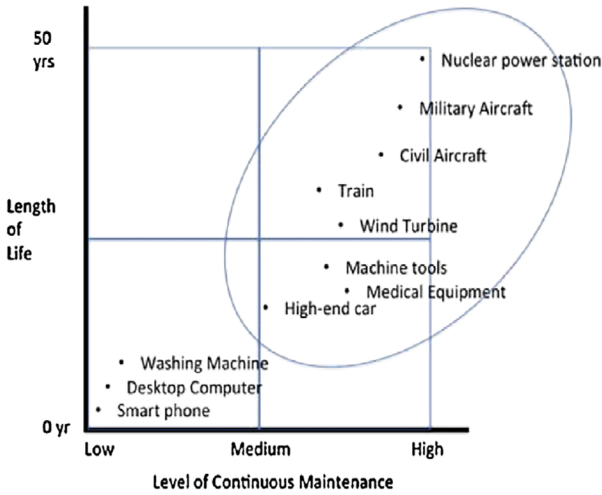


Abb. 4.25: Lebensdauer in Relation zu Wartungsaktivitäten

bringen, verweist so noch einmal auf die grundsätzliche Fragilität der materiellen Welt: Denn die Dinge ›existieren‹ nicht einfach so, sondern nur aufgrund der in sie investierten Arbeit und Pflege.

Vormoderne Praktiken der Pflege und Sorge für Menschen und Dinge haben, so wurde herausgearbeitet, eine zyklische Struktur. Kulturtechniken des Wartens sind in diesem Sinne wiederkehrende Tätigkeiten, die mehr oder minder regelmäßig stattfinden. Industrialisierung, Urbanisierung und Globalisierung ab dem 19. Jahrhundert bringen demgegenüber Vorstellungen von linearem Fortschritt und permanenter Beschleunigung mit sich, die zu tiefgreifenden Veränderungen der Beziehung zum Raum (Transport), zwischen Menschen (Kommunikation) und zu den Dingen (Produktion) führen.⁴⁵⁵ Insofern diese Veränderungen grundlegend Maßstabsverhältnisse von Raum und Zeit und damit von Nähe und Ferne betreffen, handelt es sich um einen Wandel, der sich genuin als Medienwandel verstehen lässt.⁴⁵⁶ Dies wirkt sich auf die zyklische Struktur des Sorgens und der Pflege aus: Die Wartung insbesondere von Dingen wird säkularisiert und selbst nach industriellen Zeitregimen getaktet. Im Kontext von Infrastrukturen weisen Tätigkeiten des Wartens deshalb bestimmte Merkmale auf, die

⁴⁵⁵ Vgl. Rosa: *Beschleunigung*.

⁴⁵⁶ Vgl. Neubert/Schabacher (Hg.): *Verkehrsgeschichte und Kulturwissenschaft*; Schabacher: »Medien und Verkehr«.

das allgemeine Prinzip der Sorge an moderne Bedingungen anpassen. Relevant ist hier insbesondere die zeitliche (Infra)Strukturierung von Wartungsprozessen selbst. Damit steht nicht mehr die Angleichung der Zeiten von Sorgendem und Versorgtem in Prozessen achtsamen Wartens, sondern vielmehr dessen industrielle Implementierung auf der Basis von getakteten Einheiten, also Wartungsintervallen im Vordergrund. Zwei Aspekte sind dabei zu unterscheiden: zum einen die Frage der geplanten Lebensdauer eines Produkts sowie zum anderen das (zeitliche) Management von Wartungsprozessen.

Um Fragen der geplanten Lebensdauer von Produkten geht es zentral bei der Idee des sogenannten Product Lifecycle Management. Es handelt sich hier um den Versuch, alle Phasen im Lebenszyklus eines Produkts zu erfassen und entsprechend zu kontrollieren.⁴⁵⁷ Dabei sieht das inzwischen zum Paradigma der Produktentwicklung gewordene Konzept die Berücksichtigung von Entwurf, Entwicklung, Realisierung (Produktion, Verkauf, Vertrieb) und Betrieb (inklusive Instandhaltung, Kundenservice, Entsorgung und Recycling) eines Produktes vor. Idealerweise wird dieser Lebenszyklus als Kreislauf(wirtschaft) dargestellt, die die recycelten Materialien als Rohstoffe der Produktion wieder zuführt (vgl. Abb. 4.26) und sich insofern mit nachhaltigem und regenerativem Design verbindet.⁴⁵⁸ Obwohl diese Vorstellungen auf den ersten Blick wie die Wiederbelebung vormoderner, aus der Knappheitsökonomie bekannter Praktiken der Wiederverwendung erscheinen,⁴⁵⁹ ist das Product Lifecycle Management von Ideen der Kosteneffizienz getragen und weniger von einer Logik, die Dinge zu schonen. Vor diesem Hintergrund werden vor allem Fragen der Instandhaltung als »essential means for life cycle management« neu perspektiviert: Statt sie als »notwendiges Übel« zu betrachten, das vor allem die Phase des Betriebs eines Produktes betrifft, wird vorgeschlagen, den Horizont von *maintenance* auszudehnen und sie als »life cycle maintenance« auch auf die Phasen des Entwurfs, der Produktion wie der Entsorgung zu beziehen, um Material- und Energieverbrauche zu reduzieren;⁴⁶⁰ zunehmend werden Produktlebenszyklen dabei auf der Basis von »large scale data

⁴⁵⁷ Vgl. Stark: *Product Lifecycle Management*; Eigner/Stelzer: *Product Lifecycle Management*; Niemann/Pisla: *Life-Cycle Management of Machines and Mechanisms*.

⁴⁵⁸ Vgl. hierzu Braungart/McDonough: *Cradle to Cradle*; Lyle: *Regenerative Design for Sustainable Development and Design for Human Ecosystems*.

⁴⁵⁹ Vgl. H. Weber: »Entschaffen«.

⁴⁶⁰ Takata et al.: »Maintenance«, S. 644.

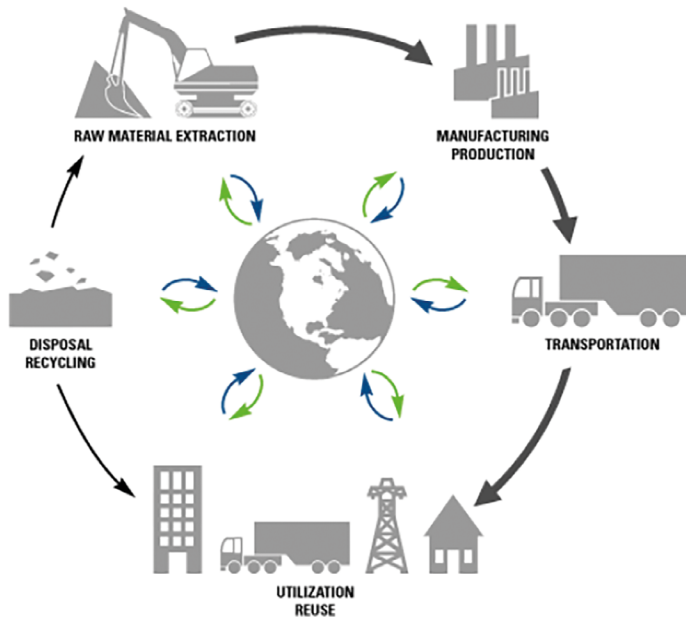


Abb. 4.26: Kreislaufwirtschaft (National Institute of Standards and Technology)

analytics« digital überwacht und gesteuert.⁴⁶¹ Darüber hinaus kann Lifecycle Management mit geplanter Obsoleszenz einhergehen, insofern implementierte Grenzwerte für Haushalts- und Konsumprodukte die exakte Berechnung der Lebensdauer eines Artefakts ermöglichen.

Im Gegensatz zur potentiellen Langlebigkeit von Infrastrukturen und Maschinen ist die Lebensdauer vieler Konsumprodukte häufig absichtlich verkürzt, was als geplante Obsoleszenz bezeichnet wird.⁴⁶² Vor dem Hintergrund der Massenkongsumgesellschaft werden verschiedene Typen von Obsoleszenz unterschieden: neben dem natürlichen Verschleiß durch Abnutzung oder Entropie das Veralten durch Einführung verbesserter Funktionen (»funktionelle Obsoleszenz«), das geplante Veralten durch technisches Versagen des bisherigen Geräts (»qualitative Obsoleszenz«) sowie die Veraltung eines Produkts aus modischen Gründen

⁴⁶¹ Roy et al.: »Continuous Maintenance and the Future-Foundations and Technological Challenges«, S. 667.

⁴⁶² Vgl. für den US-amerikanischen Kontext Slade: *Made to Break*; mit spezifischem Interesse für die westdeutsche Obsoleszenz-Debatte seit den 1970er Jahren H. Weber: »*Made to Break?*«; ferner Zalles-Reiber: *Produktveralterung und Industrie-Design*; Krajewski: »Fehler-Planungen«; Poppe/Longmuß (Hg.): *Geplante Obsoleszenz*; mit Blick auf digitale Konstellationen Farman: »Repair and Software«.

(psychologische Obsoleszenz).⁴⁶³ Während die geplante Begrenzung der Haltbarkeit bestimmter Produkte⁴⁶⁴ im Sinne von Sollbruchstellen kontrovers diskutiert wird,⁴⁶⁵ gilt für die Produkte aus dem Bereich der ›smarten‹ Telekommunikations- und Unterhaltungselektronik, dass sie darauf ausgerichtet sind, in (immer) kürzeren Intervallen zyklisch aus der Mode zu kommen. Das Phänomen gehört zur Logik der kapitalistischen Wertschöpfung, in der sich Produktion und Konsumption wechselseitig hervorbringen,⁴⁶⁶ es also fatal wäre, wenn für Objekte im oben beschriebenen Sinne gesorgt würde und man sie so im Haus ›hielte‹ (wie dies Metcalfe et al. formulierten). Deutlich wird dies im Falle von Gadgets wie Smartphones, iPads oder Spielekonsolen auch an ihrer fehlenden »repairability«,⁴⁶⁷ also der Möglichkeit, Geräte wieder instandsetzen (lassen) zu können. Ende 2020 forderte das EU-Parlament erstmals »ein ›Recht auf Reparatur‹ für Verbraucher«, also die Möglichkeit, Reparaturen »kosteneffizient und attraktiv« zu machen,⁴⁶⁸ um so den Übergang zu einer »Kultur der Wiederverwendung«⁴⁶⁹ zu gewährleisten.⁴⁷⁰ Dies betrifft gleichermaßen das übergeordnete Problem der »maintainability«⁴⁷¹ von Produkten und Infrastrukturen, also die Frage, ob und wie einfach sie Wartung zugänglich sind. Maintainability bezeichnet den »degree of facility with which an equipment or system is capable of being retained in, or restored to, servicable operation.«⁴⁷² In

⁴⁶³ Vgl. Packard: *Die große Verschwendung*, S. 60f. Zur Unterscheidung weiterer Typen von Obsoleszenz vgl. Zalles-Reiber: *Produktveralterung und Industrie-Design*, Kap. 4.

⁴⁶⁴ Kanonische Beispiele sind etwa die gegenüber der Langlebigkeit des Ford »Model T« in den 1920er Jahren eingeführten modischen Jahresmodelle bei General Motors (vgl. Slade: *Made to Break*, Kap. 2) oder die Absprache von Glühlampenherstellern im Rahmen des sogenannten Phoebuskartells 1925, die Lebensdauer von Glühlampen auf 1.000 Stunden zu begrenzen (vgl. Krajewski: »Fehler-Planungen«).

⁴⁶⁵ Vgl. H. Weber: »*Made to Break?*«; Krajewski: »Fehler-Planungen«.

⁴⁶⁶ Vgl. K. Marx: »Einleitung [zur Kritik der politischen Ökonomie]«, S. 625.

⁴⁶⁷ Rosner/Ames: »*Designing for Repair?*«, S. 319.

⁴⁶⁸ Europäisches Parlament: *Bericht über das Thema »Auf dem Weg zu einem nachhaltigeren Binnenmarkt für Unternehmen und Verbraucher«*, S. 11/32.

⁴⁶⁹ Ebd., S. 19/32.

⁴⁷⁰ Ein Beispiel wäre etwa das Fairphone, das durch seinen modularen Aufbau eine längere Lebensdauer möglich macht; vgl. Fairphone | The phone that cares for people and planet, <https://www.fairphone.com/en/> (25.06.2021).

⁴⁷¹ Denis/Pontille: »*Material Ordering and the Care of Things*«, S. 358.

⁴⁷² Morgan et al. (Hg.): *Human Engineering Guide to Equipment Design*, S. 367; vgl. auch die weiteren Ausführungen zum Design von *maintainability*, ebd., Kap. 9 »*Design for Ease of Maintenance*«.

der Logik der Sorge formuliert, betrifft die Wartbarkeit von Produkten »their capacity to be taken care of«. ⁴⁷³

Zweitens sind Prozesse der technischen Instandhaltung selbst nach bestimmten Zeitregimen organisiert, die ihre Ausführung, Wiederholung und Kontrolle strukturieren. Services wie Reinigungsdienste, regelmäßige Inspektionen von Fahrzeugen oder Heizungsanlagen, Gesundheitscheckups oder Computer-Updates repräsentieren im Alltagszusammenhang die Wiederholung von Wartungsaktivitäten in bestimmten Zyklen. Sie werden also nach der Logik von Zeitintervallen strukturiert und sind von einer bestimmten Art der Taktung abhängig, die ihre erneute Ausführung in bestimmten Abständen als notwendig fest schreibt. Damit gehören Wartungsvorgänge in der Moderne zum Bereich der Planung, der Logistik und des Managements und unterliegen einer kybernetischen Logik der Steuerung. Entsprechend werden im Kontext des industriellen Instandhaltungsmanagements großer Infrastrukturen – häufig auch als »Maintenance, Repair and Overhaul« (MRO) bezeichnet – verschiedene Typen von Wartung unterschieden: Während unter *preventive maintenance* die geplante Wartung gefasst wird, die in bestimmten Intervallen stattfindet, wird *condition-based maintenance* abhängig vom Zustand des jeweiligen Systems ausgeführt. Bei *predictive maintenance* wiederum geht es um die Voraussage von potentiellen Störungen des Systems, ehe diese eintreten; Wartungen finden also nur dann statt, wenn sie tatsächlich nötig sind, was gegenüber geplanter Wartung Kosten sparen soll. ⁴⁷⁴ Insbesondere bei *predictive* und *condition-based maintenance* kommen vermehrt KI-Technologien zum Einsatz, die auf der Basis von Sensordaten ein enges Monitoring des Zustandes von Infrastrukturen und Systemen betreiben. ⁴⁷⁵ Dabei stellt ein solches Management der Instandhaltung von Infrastrukturen in Rechnung, dass die vorsorgende Erhaltung weniger kostenintensiv ist als der tatsächliche Ausfall eines komplexen Systems. Unterscheidungen wie die zwischen regelmäßig-vorbeugender und vorausschauend-proaktiver Wartung zeigen, dass man die zyklische Regelmäßigkeit des Wartens

⁴⁷³ Denis/Pontille: »Material Ordering and the Care of Things«, S. 361.

⁴⁷⁴ Vgl. hierzu etwa Peng: *Equipment Management in the Post-Maintenance Era*; Mobley: *An Introduction to Predictive Maintenance*; Levitt: *A Complete Guide to Preventive and Predictive Maintenance*.

⁴⁷⁵ Zum Komplex der MRO wird ebenfalls die *corrective maintenance* gezählt, die im Rahmen der vorliegenden Studie im Kontext der Kulturtechniken des Reparierens behandelt wurde (s. Kap. 4.1).

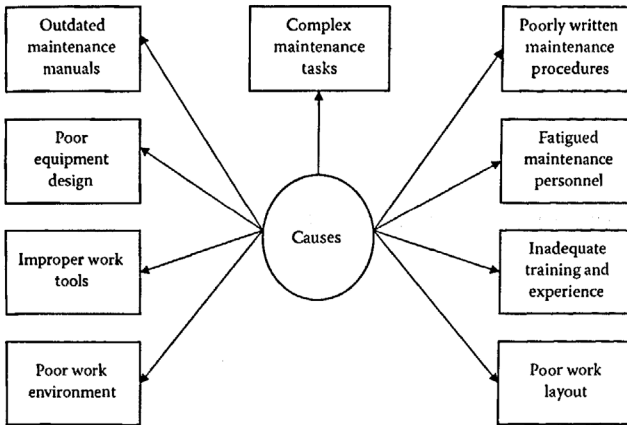


Abb. 4.27: Gründe für Wartungsfehler

zugunsten eines *just in time*-Prinzips zu unterlaufen sucht: Auf der Basis eines engen Monitorings (Überwachen, Aufpassen) aller Veränderungen der entsprechenden Infrastrukturen sollen unnötige Routine-Wartungen zugunsten prädiktiv-notwendiger Wartungen ersetzt werden. Im Unterschied zu den vormodernen Praktiken des Wartens wird im Zusammenhang von großtechnischen Anlagen der Faktor Mensch häufig gar als Störung der verlässlichen Instandhaltung betrachtet (Abb. 4.27).⁴⁷⁶ Was dabei als »human error« figuriert, betrifft allerdings im Kern Aspekte, die mit der gesellschaftlichen Wertigkeit dieser Art der Infrastrukturarbeit zu tun haben, resultiert also aus schlechter Bezahlung, schlechter Ausbildung, schlechten Manuals etc.

Anfänge industrieller Wartung: Dampfkesselrevision und Bahnunterhaltung

Um zu verstehen, wie vormoderne Praktiken der Sorge und Pflege in industrielle Settings ein- und an sie angepasst werden, ist ein Blick auf die Entstehung der sogenannten Dampfkessel-Überwachungs- und Revisionsvereine (DÜV) im 19. Jahrhundert sehr aufschlussreich. Diese Vereine – Vorgängerorganisationen des heutigen Technischen Überwachungsvereins (TÜV) – entstanden in Deutschland ab den 1860er Jahren, um den Gefahren im Umgang mit der Dampfkraft

⁴⁷⁶ Vgl. hierzu Dhillon: *Human Reliability, Error, and the Human Factor in Engineering Maintenance*.

zu begegnen.⁴⁷⁷ Denn im 19. Jahrhundert fanden die Entwicklung, der Ausbau und die Verbesserung von Infrastrukturen auf der Basis eines »infrastrukturellen Lernens« statt, das sich maßgeblich aus dem Umgang mit zum Teil verheerenden Unfällen speist (s. Kap. 3.2). Zu den angestoßenen Verbesserungen und Veränderungen gehören auch Maßnahmen der Unfallverhütung, in deren Kontext zunehmend ein Bewusstsein für die Bedeutung der Instandhaltung von Maschinen und Infrastrukturen entsteht.

Das markanteste Beispiel technischen Versagens betraf im 19. Jahrhundert die Dampfmaschine, insbesondere Unfälle mit explodierenden Kesseln, dem sogenannten »Kesselzerknall«, der in der Regel Menschenleben kostete und zu schweren Beschädigungen an Maschinen und Gebäuden führte. Um solche Unglücke zu verhindern, rückten Fragen der Revision und Überwachung von Dampfkesseln und Dampfmaschinen in den Blickpunkt des wirtschaftlichen Interesses, aber auch staatlicher Reguierungsbemühungen.⁴⁷⁸ In Deutschland etwa widmete sich der 1856 gegründete Verein deutscher Ingenieure (VDI) neben der Patentgesetzgebung und der Regelung des Mess- und Normenwesens besonders dem Kampf gegen Kesselexplosionen.⁴⁷⁹ Nach einem schweren Unfall in einer Mannheimer Brauerei im Jahr 1865 gründeten zwanzig Besitzer von insgesamt 37 Dampfkesseln am 6. Januar 1866 die »Gesellschaft zur Überwachung und Versicherung von Dampfkesseln mit Sitz in Mannheim«, den ersten Dampfkesselüberwachungsverein, dem rasch weitere folgten, so dass bis zum Jahr 1880 bereits 36 derartige Vereine existierten.⁴⁸⁰ Nach dem Vorbild der schon 1855 in England gegründeten »Manchester Steam Users Association for the Prevention of Steam Boiler Explosions and for the Attainment of Economy in the Application of Steam« wurden als die beiden wichtigsten Vereinszwecke die »Verhütung von Kessel-Explosionen durch periodische Untersuchung« sowie die Versicherung gegen Explosionsschäden angegeben, wobei sich letzteres in Deutschland zunächst nicht durchsetzen konn-

⁴⁷⁷ Vgl. hierzu Wiesenack: *Wesen und Geschichte der Technischen Überwachungs-Vereine*. Vgl. ferner Sonnenberg: *Hundert Jahre Sicherheit; Ein Jahrhundert Selbstverwaltung in der Technischen Überwachung*; Forsthoff: »Hundert Jahre Technische Überwachung«.

⁴⁷⁸ Vgl. zum US-amerikanischen Kontext J. G. Burke: »Bursting Boilers and the Federal Power«. Vgl. auch die entsprechenden Diskussionen und Veröffentlichungen im Rahmen der *Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure*.

⁴⁷⁹ Vgl. Wiesenack: *Wesen und Geschichte der Technischen Überwachungs-Vereine*, S. 7.

⁴⁸⁰ Zur Übersicht vgl. ebd., Tafel 3, S. 19–21.

te.⁴⁸¹ Insbesondere eine gesetzliche Regulierung aus dem Jahr 1872, die die innere Revisionen von Dampfkesseln und Wasserdruckprüfungen alle sechs Jahre und die äußere Überprüfung alle zwei Jahre vorschrieb, übertrug den Unternehmern die Verantwortung für Betriebssicherheit ihrer Kesselanlagen, was auch mit Schadensersatzfragen einherging. Allerdings konnten sich Dampfkesselbesitzer, die Dampfkesselüberwachungsvereinen angehörten und regelmäßige Überprüfungen durchführten, mit Genehmigung des Ministeriums für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten von der amtlichen Revision befreien lassen, was den Vereinen eine prominente Rolle zuwies.⁴⁸² Die Unfallverhütung dieser privatrechtlich organisierten Revisionsvereine war so erfolgreich, dass sie in den 1880er Jahren erweiterte Kompetenzen erhielten, was sie wiederum politisch einflussreich machte, da durch die Nutzung von Dampfkraft jeder Bereich industrieller Produktion von den Vorschriften der Kesselprüfung betroffen war.⁴⁸³ Wichtige Fragen, die sich im Zusammenhang mit dieser Neuordnung des gesamten Dampfkesselrevisionswesens stellten,⁴⁸⁴ betrafen die Revisionsintervalle und die daraus resultierenden Kosten, da die privaten Vereine Kesselrevisionen häufiger als der Staat vorschrieben. Während die privaten Verbände mindestens einmal im Jahr eine äußere Prüfung und alle zwei Jahre eine innere Überprüfung verlangten, ließ der Staat, wie beschrieben, längere Intervalle von zwei Jahren für die Außenprüfung und sogar sechs Jahren für die Innenprüfung zu.⁴⁸⁵ Im Konflikt um die Zuständigkeit für Revisionen zwischen den staatlichen Beamten, die die Kontrollen nur als Nebenaufgabe durchführten, und den Ingenieuren der Vereine betonten letztere, dass die technisch komplexen Anlagen eine Prüfung durch eine Person verlangen würden, die nicht nur als »Revisor«, son-

⁴⁸¹ »Statuten der Gesellschaft zur Ueberwachung und Versicherung von Dampfkesseln mit dem Sitze in Mannheim«, Januar 1866, zitiert nach Wiesenack: *Wesen und Geschichte der Technischen Überwachungs-Vereine*, S. 9. Vgl. auch [Ziebarth:] »Die Gesellschaft zur Ueberwachung und Versicherung von Dampfkesseln mit Sitze in Mannheim«, S. 250.

⁴⁸² Vgl. Wiesenack: *Wesen und Geschichte der Technischen Überwachungs-Vereine*, S. 16.

⁴⁸³ Zum nationalen wie internationalen Zusammenschluss von Dampfkesselüberwachungsvereinen vgl. ebd., S. 120–138.

⁴⁸⁴ Vgl. Anonymus: »Bericht über die Gründungsversammlung des Zentralverbandes der preußischen Dampfkesselrevisionsvereine«, S. 143.

⁴⁸⁵ Vgl. [Delbrück:] »Denkschrift des Vorsitzenden des Vereins zur Überwachung von Dampfkesseln in Pommern Dr. Hugo Delbrück für den preußischen Handelsminister Otto Fürst von Bismarck«, S. 126.

dern auch als »technischer Berater« fungieren könnte, was nicht zuletzt auch wirtschaftliche Vorteile böte, da an »keiner anderen Stelle eine so große Vergeudung an wertvollen Stoffen vorkommt, als bei schlechter Beschaffenheit von Feuerungsanlagen«. ⁴⁸⁶

In den Publikationen des 19. Jahrhunderts zum Thema Instandhaltung ist die Wartung von Dampfmaschinen konsequenterweise ein prominentes und wiederkehrendes Thema. Im Mittelpunkt steht dabei nicht zufällig die Person des Kessel- bzw. Maschinenwärters. Denn schon die Ergebnisse des ersten Berichts des Mannheimer Dampfkesselüberwachungsvereins über die Revision von 94 Dampfkesseln durch den Vereinsingenieur Carl Isambert weisen 1868 darauf hin, dass es neben materiellen Defekten insbesondere Mängel in der Betriebsführung seien, die zu Unfällen führten. Weshalb im Umkehrschluss gilt: »Mit einem guten Kesselwärter heben Sie sofort eine Menge Schäden von selbst auf, während die allerbesten Anlagen durch Unkenntnis eines Heizers in kurzer Zeit zu Grunde gehen.« ⁴⁸⁷ So nennt der Bericht mit Blick auf den Fehler beim Betrieb neben nachlässiger Bedienung ebenfalls:

- 7) Kesselwärter angeblich mit Arbeit überbürdet (4 [Fälle, G.S.]
(In einem Falle constatirt.)
- 8) Kesselwärter höchst unzuverlässig und gewissenlos (4 [Fälle, G.S.]
- 9) Kesselwärter irrsinnig (1 Fall). ⁴⁸⁸

Der Bericht reflektiert dabei die anhaltend wichtige Rolle des Wärters für das Wartungsgeschehen. Schon Anfang der 1840er Jahre finden sich explizite Leitfäden für angehende »Maschinenwärter« bzw. »Maschinisten« ⁴⁸⁹ wie etwa die Veröffentlichung des österreichischen Staatsmanns Andreas Baumgartner *Anleitung zum Heizen der Dampfkessel und zur Wartung der Dampfmaschinen* (1841). Die Publikationen wollen einerseits über grundlegende Vorgänge wie Verbrennungsgesetze oder Eigenschaften des Dampfes informieren, andererseits über die richtige Beheizung und Reinigung, die Bestandteile der Maschine sowie mögliche Unfälle aufklären. ⁴⁹⁰ Die Bedeutung, die diesen Anweisungen zukommt, lässt sich nicht zuletzt daran ablesen, dass die Hauptaspekte,

⁴⁸⁶ Ebd., S. 128; vgl. auch R. Peters: »Ueber Dampfkesselrevisionen«.

⁴⁸⁷ [Ziebarth:] »Die Gesellschaft zur Ueberwachung und Versicherung von Dampfkesseln mit Sitze in Mannheim«, S. 256.

⁴⁸⁸ Ebd., S. 253.

⁴⁸⁹ Vgl. Meyers *Großes Konversations-Lexikon*, [Art.] »Maschinist«.

⁴⁹⁰ Vgl. Baumgartner: *Anleitung zum Heizen der Dampfkessel und zur Wartung der Dampfmaschinen*.

die der Maschinenwärter zur Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit der Dampfmaschine zu beachten hat, als »goldenes A. B. C.« von A bis Z zusammengefasst werden, wobei sich jeder Buchstabe als Imperativ an den Maschinenwärter adressiert: »Mache [...]«, »Lege zu rechter Zeit [...]«, »Uiberzeuge dich öfters [...]«, »Untersuche öfters [...]«, »Sehe zu, ob [...]«, »Beobachte fleißig [...]« etc.⁴⁹¹ Das ABC unterstreicht die auf den Kessel zu richtende Aufmerksamkeit und die Notwendigkeit, die jeweiligen Handlungen zum richtigen Zeitpunkt (wiederholt) auszuführen: mehrmals täglich den Wasserstand kontrollieren, zur rechten Zeit die Asche entfernen, den Kessel zu gegebener Zeit reinigen, die Temperatur des Wassers beobachten und regulieren, auf das Geräusch des Dampfes horchen, darauf achten, dass die Lager sich nicht erhitzen, den Kolben stündlich schmieren, die Lager mindestens täglich ölen usw.⁴⁹² Die Liste ist der Publikation auch als herausnehmbarer Anhang (»Vorschriften für den Maschinen-Wärter«) in größeren Buchstaben beigegeben, um sie – so steht zu vermuten – auch als Wandaushang zu verwenden.⁴⁹³

Auch *Der Führer des Maschinisten* (1845) von Ewald Friedrich Scholl versteht sich als »faßlicher Leitfaden« und »Anleitung, wie das Fach zu erlernen sei«,⁴⁹⁴ wobei auch er die notwendige Haltung des Maschinisten in den Vordergrund rückt. Das erste der neun Kapitel mit dem Titel »Von der Stellung des Maschinenwärters« widmet sich dabei der Haltung des Maschinisten gegenüber erstens seiner Beschäftigung, zweitens seinem Vorgesetzten und drittens seinen Mitarbeitern und Untergebenen. Der Nachdruck, mit dem bestimmte Eigenschaften unterstrichen werden, lässt sich dabei auch als eine Beschreibung möglicher Fehlerquellen im Umgang mit (diesen) Maschinen verstehen. Für seine Arbeit müsse der Maschinist Eigenschaften wie Gesundheit, Kraft und Ausdauer besitzen, des Lesens und Schreibens mächtig sein sowie über handwerkliche Fertigkeiten (Schmied, Schlosser oder Schreiner) verfügen, die es ihm erlauben würden, kleine Reparaturen selbst durchzuführen. Darüber hinaus solle er bei der Aufstellung der Maschine mitgearbeitet haben, pünktlich, ordentlich und besonnen sein, nicht trinken sowie höflich gegenüber dem Vorgesetzten, freundlich

⁴⁹¹ Ebd., S. 122–125.

⁴⁹² Vgl. ebd.

⁴⁹³ Vgl. ebd., Beilage.

⁴⁹⁴ Scholl: *Der Führer des Maschinisten*, vorangestellter Prospectus, unpag.

den Untergebenen gegenüber sein.⁴⁹⁵ Vor allem habe er der Bedienung der Maschine besondere Aufmerksamkeit zu schenken, um auch die kleinste Unregelmäßigkeit zu bemerken: »Sein Auge muss so gut sein und den regelmäßigen Zustand des Ganzen so durch und durch kennen, dass ihm die allerkleinste Abweichung, der unbedeutendste Fehler sogleich auffällt.«⁴⁹⁶ Das heißt für Scholl aber nichts anderes, als dass der Wärter »eine nie ruhende Sorge für den guten Gang der Maschine, für die augenblickliche Abhülfe von Uebelständen habe«.⁴⁹⁷

Doch nicht nur das Auge ist hier gefragt, sondern auch das Gehör des Wärters. Denn für die »Erhaltung des guten Zustandes der Maschine« muss sie einen »geräuschlosen Gang« haben, da nur dieser als Indikator eines reibungslosen Funktionierens gelten kann. Entsprechend fordert etwa Alois Wach in seiner *Anleitung zur Wartung stationärer Dampfkessel und Dampfmaschinen* (1873), der Maschinenwärter habe »auf jedes Geräusch, es möge in einem Zischen, oder Schleifen, oder Stoßen, oder Klappen, oder Schlottern u. dergl. bestehen, aufmerksam zu sein« und darüber hinaus »jede Aenderung in der Stärke oder Geschwindigkeit, mit welcher die Stöße des entweichenden Dampfes auf einander folgen« zu beachten, da dies auf Mängel von Maschinenteilen hinweisen würde.⁴⁹⁸ Während ein Zischen die Dampfzylinder betreffe, ungleichmäßige Dampfstöße auf den Verteilungsschieber hindeuten würden, komme ein Schlottern vom Kugelregulator, das Klappern verweise auf das Losewerden der Keile und das Schlagen auf lockere Schrauben.⁴⁹⁹ Ganz buchstäblich erweisen sich hier die Aufmerksamkeit und die Sinneswahrnehmungen des Wärters als Diagnoseinstrument für sich ankündigende Störungen; seine Responsivität ist es, die die Maschine erhält.

Wenn man vom Maschinenwärter aber ein derartig aufmerksames Verhalten erwartet, dann solle der Unternehmer bei seiner Entlohnung, so warnt Scholl, nicht zu sparen versuchen:

Wir halten den Grundsatz fest: Leben und leben lassen, gönnen und bestimmen dem Manne, dem wir Vieles anvertrauen, der unser Eigenthum mit Sorge und Liebe wartet, eine Vergütung dafür, gewissermaßen eine beständige Ermunterung. Andernfalls denkt er bald: ich bekomme doch nur

⁴⁹⁵ Vgl. hierzu ebd., S. 2–18.

⁴⁹⁶ Ebd., S. 7.

⁴⁹⁷ Ebd.

⁴⁹⁸ Wach: *Anleitung zur Wartung stationärer Dampfkessel und Dampfmaschinen*, S. 163.

⁴⁹⁹ Vgl. ebd., S. 163–165.

einen gewöhnlichen Tagelohn, warum mich abmühen, weßhalb viele Sorge, gethan ist gethan, wenn's nur herumgeht.⁵⁰⁰

Auch eine Beteiligung am Gewinn oder andere Gratifikationen gelten hier als dienlich.

Kritische Momente gibt es im Umgang mit Dampfkesseln und Dampfmaschinen viele, und zwar auch im gewöhnlichen Betrieb. Diese betreffen insbesondere den Vorgang des Abstellens der Maschinen (über Mittag, über Nacht oder für längere Zeit) und ihr Wieder-Anfahren nach diesen Pausen, wobei bei der Inbetriebnahme von neuen Kesseln und solchen, die schon lange im Gebrauch sind, unterschiedliche Arten von Schwierigkeiten begegnen können. Entsprechend werden Fragen der Wartung erstens auf die Behandlung neuer (›frischer‹) Kessel bzw. Maschinen bezogen, zweitens auf die Behandlung gebrauchter Kessel bzw. Maschinen, drittens auf die Tätigkeiten rund um das besagte Abstellen der Maschinen sowie viertens auf das Reinigen (Entfernen von Kesselstein) und Ausbessern.⁵⁰¹ Mögliche Gefahren betreffen hier ganz konkret auch das Leben des Wärters. So wird davor gewarnt, beim Ölen und Reinigen von Maschinenteilen im laufenden Betrieb »weitärmelige Jacken« oder überhaupt »flatternde und faltige Kleider« zu tragen, denn so könne man hängenbleiben und in die Maschine hineingezogen werden.⁵⁰²

Gegen Ende des Jahrhunderts hat sich der Ton der Veröffentlichungen zu Fragen der Wartung verändert. Nun steht die praktische Beherrschung der bereits bekannten Fehlfunktionen von Dampfmaschinen und ihrer verschiedenen Komponenten stärker im Vordergrund. Hermann Haeders 1897 erstmals erschienene Schrift *Die kranke Dampfmaschine und erste Hilfe bei Betriebsstörung* etwa versteht sich als Praxis-Ratgeber, der insbesondere bei denjenigen Maschinenkrankheiten rasche Abhilfe schaffen will, die häufig wiederkehren, denn Haeder hält direkt zu Beginn fest: »›Wenn die Dampfmaschin' nicht will, / Steht die ganze Bude still.«⁵⁰³ Das Buch arbeitet mit Fallbeispielen, die jeweils durch

⁵⁰⁰ Scholl: *Der Führer des Maschinisten*, S. 15.

⁵⁰¹ Vgl. hierzu etwa ebd., Kap. 3: »Von der Behandlung der Dampfkessel« und Kap. 6: »Von der Wartung der Dampfmaschinen«; Burn: *Das Nothwendige und Wesentliche zur Kenntniß der Dampfmaschinen*, Kap. 7: »Von der Behandlung und Wartung der Dampfmaschinen«; Wach: *Anleitung zur Wartung stationärer Dampfkessel und Dampfmaschinen*, Teil III: »Die Wartung der Dampfmaschine«.

⁵⁰² Ebd., S. 174.

⁵⁰³ Haeder: *Die kranke Dampfmaschine und erste Hülfe bei der Betriebsstörung*, S. 1.

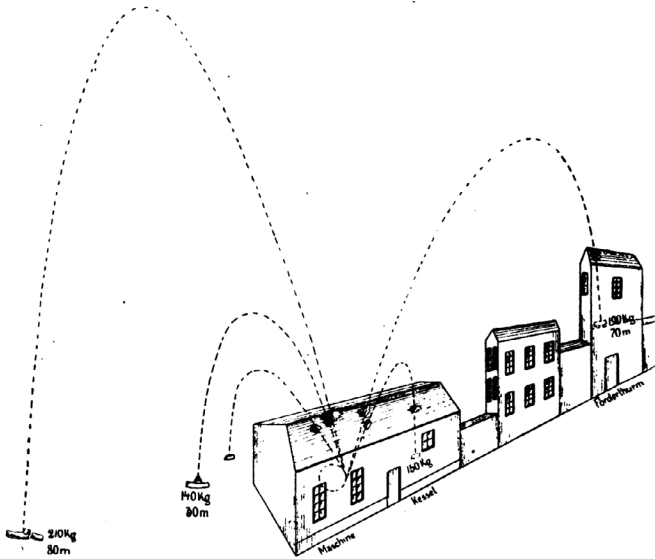


Fig. 690. Situation des Unfalles.

Abb. 4.28: Unfallrekonstruktion einer Schwungradexplosion, 1899

Abbildungen illustriert und mit entsprechenden Lösungen versehen sind, und über ein alphabetisches Sachregister direkt aufgesucht werden können.⁵⁰⁴ Als eines dieser Probleme wird das sogenannte »Durchgehen der Maschine«⁵⁰⁵ behandelt, das besondere Aufmerksamkeit verdienen, weil es zumeist mit einem längeren Betriebsausfall und dem Verlust von Menschenleben einhergehe. Geschildert wird eine sogenannte Schwungradexplosion bei einer Dampfmaschine, die einen Dynamo für elektrische Beleuchtung antrieb. Haeders minutiöse Rekonstruktion des Unglücks kommt zu dem Schluss, dass sich das Schwungrad der Dampfmaschine löst, weil sich ein Schraubchen gelockert hatte, das zur Sicherung eines Regulatorbolzens diente. Das Schwungrad zerspringt in mehrere Teile, die Dach, Giebel und Dynamo zerstören und Nachbargebäude beschädigen (vgl. Abb. 4.28). Die Stoßkraft der davonfliegenden Stücke lasse sich daran ablesen, »dass die zwei Steine starke Wand zwischen Maschine und Kesselhaus eine etwa 1 qm große Öffnung zeigt«, und Augenzeugen berichteten, dass das 210 kg schwere Stück, das das Dach durchschlug, »noch höher als 80 m (so hoch ist

⁵⁰⁴ Vgl. ebd., S. XI–XV.

⁵⁰⁵ Ebd., S. 248.

der in Nähe stehende Schornstein)« geflogen sei.⁵⁰⁶ Neben einem Konstruktionsfehler wird auch hier mangelnde Wartung für das Unglück verantwortlich gemacht. Denn der Regulatorbolzen sei nicht plötzlich herausgefallen, sondern dies habe sich über einen gewissen Zeitraum vollzogen, was einem »aufmerksame[n] Maschinist[en]« wahrscheinlich aufgefallen wäre. Zum Unglückszeitpunkt war die Maschine aber unter »Beaufsichtigung durch einen 16–17jährigen jungen Menschen«,⁵⁰⁷ der sich darüber hinaus »auf kurze Zeit aus dem Maschinenhause entfernt« hatte.⁵⁰⁸ Vernachlässigt wird hier also just jene »nie ruhende Sorge« und Aufmerksamkeit für die Maschine, die Scholl als zentrale Eigenschaft eines Maschinenwärters gefordert hatte, wobei die Tatsache, dass die Vernachlässigung aufgrund des Alters einem Mangel an Erfahrung zugeschrieben wird, auf die Notwendigkeit des konsequenten Erlernens dieses Berufs verweist. Diese starke Orientierung auf die Praxis hin, wie sie sich an Haeders Publikation illustrieren lässt, zeigt sich auch in der Einrichtung spezieller Ausbildungsformen, den sogenannten »Maschinenwärterschulen«, zumeist mit »Heizerschulen« verbunden, die sonntags und abends Unterricht erteilen, um Maschinenwärter und Heizer auszubilden.⁵⁰⁹ So werden erste Heizerschulen in Chemnitz (1868), Hannover (1873) und München (1878) eingerichtet; darüber hinaus stellen die Dampfkesselrevisionsvereine »Lehrheizer« an, die von Ort zu Ort ziehen und die Heizer praktisch unterrichten. Ebenso wird 1861 in Mülhausen erstmals ein »Wett- und Preisheizen« veranstaltet.⁵¹⁰

Fragen der Wartung und Instandhaltung werden zu dieser Zeit aber nicht nur in Bezug auf Maschinen, sondern auch bezogen auf großtechnische Systeme wie die Eisenbahninfrastruktur diskutiert. Auch hier sind die Instandhaltungskosten ein wichtiges Thema, wie Statistiken für europäische Bahnen Anfang des 20. Jahrhunderts zeigen (Abb. 4.29). Dies gilt ebenso für das US-amerikanische Eisenbahnwesen. In seiner zwölfbändigen Abhandlung *Science of Railways*⁵¹¹ widmet sich Marshall M. Kirkman nicht nur der Konstruktion, dem Betrieb und der Verwal-

⁵⁰⁶ Ebd., S. 255.

⁵⁰⁷ Ebd., S. 256.

⁵⁰⁸ Ebd., S. 251.

⁵⁰⁹ *Meyers Großes Konversations-Lexikon*, [Art.] »Maschinenwärterschulen«. Vgl. auch entsprechende kurze Einführungen (Brauser/Spennrath: *Der praktische Maschinenwärter*) sowie vielfach neu aufgelegte Nachschlagewerke (Wurr: *Hilfsbuch für Maschinisten und Heizer*).

⁵¹⁰ *Meyers Großes Konversations-Lexikon*, [Art.] »Heizerschulen«, S. 118.

⁵¹¹ Vgl. Kirkman: *Science of Railways*.

Bahnnetze	Jahr	Gesamtkosten in M.	Für 1 km Bahnlänge	In Pro- zenten der gesamten Betriebs- ausgaben
Deutsche Eisenbahnen }	1907	336,060.121	5988	17·7
	1908	335,926.982	6252	17·9
	1909	336,625.298	5805	16·7
Österreichische Eisenbahnen }	1907	89,070.663	4077	22·8
	1908	89,086.773	4060	20·2
	1909	97,480.810	4363	20·2
Ungarische Staatsbahnen }	1907	34,060.943	1915	18·8
	1908	48,518.643	2216	19·4
	1909	43,846.266	2312	19·5
Schweizerische Eisenbahnen }	1907	20,174.269	4572	20·4
	1908	21,542.087	4781	20·5
	1909	17,511.452	3799	17·3
Französische Hauptbahnen }	1906	132,383.541	3328	18·7
	1907	135,532.041	3391	17·5
	1908	134,238.444	3340	16·5
Belgische Staatsbahnen }	1907	24,729.453	6121	16·7
	1908	24,589.326	5741	16·8
	1909	27,713.610	6417	18·1
Großbritanniens und Irlands Eisenbahnen }	1907	230,129.109	9949	15·5
	1908	226,280.515	9745	15·3
	1909	227,602.335	9766	15·7
Italienische Staatsbahnen }	1905	13,522 135	1360	15·3
	1906	35,017.168	2708	15·6
	1907	45,623.688	3455	16·1

Abb. 4.29: Kosten für Bahnunterhaltung pro Jahr, 1912

tion von Eisenbahnen, sondern ebenso dem Problem der Instandhaltung und betont, dass diese Arbeit nicht die nötige Aufmerksamkeit erhalte:

The organization of the force in charge of the important duty of maintaining the track of a railway, which [...] costs almost 25 per cent. of the operating expense, and upon which force depends very largely the financial success of the railroad, has not, as a rule, received the attention its importance demands.⁵¹²

Zurückzuführen ist diese Vernachlässigung nicht zuletzt auf die graduellen und stetig stattfindenden Zustandsveränderungen von Eisenbahnen, die leicht der Aufmerksamkeit entgingen: »A railway, like the human body, is constantly undergoing change, yet so gradually as not to be noticeable.«⁵¹³ Konsequente Vorbeugung gilt deshalb als Maßnahme der Wahl: »In railway operations, prevention is a guiding factor.«⁵¹⁴ Instandhaltungsprozeduren werden aus ökonomischer Perspektive zum Bereich der Betriebskosten (*operating expenses*) gerechnet, wobei zwischen *maintenance of way and structures* (Fahrweg, Schienen,

⁵¹² Kirkman: *Building and Repairing of Railways*, S. 324f.

⁵¹³ Ebd., S. 481.

⁵¹⁴ Ebd., S. 484.

Schwellen, Brücken, Durchlässen, Übergängen, Zäunen, Gebäuden, Schiffsanlegestellen, Telegraphen etc.) und *maintenance of equipment* (Lokomotiven, Wagons) unterschieden wird.⁵¹⁵ Dabei sei die Aufgabe der Instandhaltung von Eisenbahnen alles andere als unkompliziert:

The question of railway maintenance is by no means simple. Its proper understanding involves a knowledge of every detail of railway construction and operation; acquaintance with the topography of the country, its climate, population, financial resources and distance from the base of supply. We must also be familiar with methods of taxation, the personnel of the force, extent and nature of the company's appliances, and the amount and kind of its traffic.⁵¹⁶

Die Sorgfalt, die die Arbeit der Instandhaltung erfordert, beginnt bereits bei den eingesetzten Materialien, die genau auszuwählen, zu prüfen und aufzubewahren seien,⁵¹⁷ betrifft die Pflege der Ausrüstung und Werkzeuge,⁵¹⁸ und reicht über die Planung, wo sich Werkstätten entlang einer Strecke befinden sollten,⁵¹⁹ bis hin zu den regelmäßigen Berichtsaktivitäten hinsichtlich der durchgeführten Arbeiten und verbrauchten Materialien.⁵²⁰

Neben den vom Transportaufkommen abhängigen Betriebskosten interessiert sich Kirkman auch für die Fixkosten der Instandhaltung. In seiner Schrift *Maintenance of Railways* (1886) wird diese Frage vor dem Hintergrund möglicher Arbeitsstreiks und der dadurch gegebenenfalls entstehenden Notwendigkeit, den Betrieb der Eisenbahn zeitweilig einzustellen, diskutiert.⁵²¹ Auf dieser Basis behandelt Kirkman »the mere cost of keeping up the property of the railroad«, und zwar insbesondere im Verhältnis zu »maintenance and operating under *normal* conditions«. ⁵²² Es geht also um die unabhängig von der Nutzung bzw. Auslastung der Eisenbahnstrecken anfallenden Kosten:

⁵¹⁵ Ebd., S. 478.

⁵¹⁶ Ebd., S. 484f.

⁵¹⁷ Vgl. Kirkman: *Disbursements of Railways*, Kap. VII; ders.: *Supervision of Cars*, S. 161.

⁵¹⁸ Vgl. Kirkman: *Disbursements of Railways*, Kap. XIII.

⁵¹⁹ Vgl. Kirkman: *Supervision of Cars*, S. 155.

⁵²⁰ Vgl. hierzu die 50 Formulare, die Kirkman für verschiedene Zwecke vorschlägt, Kirkman: *Disbursements of Railways*, Appendix E. (S. 550–605).

⁵²¹ Vgl. hierzu auch Kirkman: *Building and Repairing of Railways*, Kap. XV.

⁵²² Kirkman: *Maintenance of Railways*, S. 21.

- 1st. – The Cost of Maintaining an Organization.
- 2nd. – The cost of Preserving the Property from Disintegration and Decay arising from Natural Causes.
- 3rd. – Taxes.
- 4th. – Interest on Funded Debt.
- 5th. – Satisfaction of Sinking Funds.
- 6th. – The fulfillment of Leases, Contracts and Agreements.⁵²³

Nicht nur die Tatsache, dass der aufzubringende Betrag über ein Drittel aller Betriebsausgaben ausmacht, ist mit Blick auf diese Fixkosten hervorzuheben (vgl. Abb. 4.30). Darüber hinaus sind insbesondere die ersten zwei Punkte auf Kirkmans Liste interessant, die Organisation und Natureinflüsse betreffen (vgl. Abb. 4.31). Denn zum einen artikuliert sich hier die Einsicht, dass sich Instandhaltungskosten auch auf die Aufrechterhaltung der organisational-personalen Struktur beziehen,

APPENDIX C.	
RELATION VARIOUS CLASSES OF MAINTENANCE BEAR TO TOTAL COST OF MAINTENANCE.	
Maintenance of track.....	44.25 per cent.
Maintenance of bridges and culverts.....	6.68 “
Maintenance of buildings.....	6.98 “
Maintenance of fences, gates and crossings...	2.46 “
Maintenance of equipment.....	39.63 “
	100.00
PROPORTION THAT THE COST OF MAINTAINING THE PROPERTY OF A ROAD BEARS TO ALL OTHER OPERATING EXPENSES.	
Maintenance of property	38.62 per cent.
Other operating expenses.....	61.38 “
	100.00

Abb. 4.30: Anteil der Maintenance-Kosten an den Gesamtausgaben, 1886

⁵²³ Ebd., S. 29.

FIXED EXPENSES.

Percentage of the total cost of Operating that is due to Maintenance of Organization or that arises from Natural Decay of the property.

NAME OF ACCOUNT.	PERCENTAGE. (Fixed Charge.)
Renewal of Rails.....	2
Renewal of Ties.....	70
Repairs of Roadway and Track.....	57
Repairs of Bridges, Culverts and Cattle Guards.....	75
Repairs of Buildings.....	70
Repairs of Fences, Road Crossings and Signs.....	95
Repairs of Locomotives.....	8½
Repairs of Passenger Cars.....	9
Repairs of Freight Cars.....	10
Telegraph Expenses (Maintenance).....	10
Agents.....	50
Clerks.....	25
Train Force.....	12½
Salaries General Officers and their Chief Clerks.....	50
Law Expenses.....	50
Oil, Waste and Tallow.....	1
Stationery and Printing.....	1
Contingencies (and Miscellaneous).....	1
Insurance.....	10
FIXED CHARGES OTHER THAN OPERATING.	
Taxes.....	100
Interest on Funded Debt.....	100
Sinking Fund Requirements.....	100
Leases, Contracts and Agreements.....	100

In the case of a Rail-road not in operation the expense would be { 5½ }
{ 6½ }
{ 9 }

In making these estimates, the wages of the force retained are reduced 50 per cent.

Except where taxes are based on earnings or special reductions can be secured.

Abb. 4.31: Arten von Maintenance-Kosten, 1886

zu der neben Heizern und Maschinisten auch die Verwaltungsbeamten und Angestellten gezählt werden, deren Rolle Kirkman für unterschätzt hält: »It is probable that no class of labor possesses greater technical knowledge and skill than the clerical force of a railroad; and by clerical force, I mean the whole body of employes concerned in the movement of traffic.«⁵²⁴ Indem er die Pflege der organisationalen Struktur betont, geht Kirkman von der Perspektive des Einzelbetriebs (Bedeutung des Maschinenwärters) zur infrastrukturellen Ebene (Netzwerk einer Organisation) über:

⁵²⁴ Ebd., S. 32.

Maintenance means something more than preservation of the track, bridges, buildings and other structures. It also means the building up and maintaining of a competent and trustworthy organization and the proper grouping of forces, without which a property is cumbersome and unwieldy.⁵²⁵

Ähnlich wie Baumgartner und Scholl mit Blick auf die Besitzer von Dampfmaschinen empfiehlt auch Kirkman den Eigentümern von Eisenbahnen, übereilte Personalentscheidungen zu vermeiden,⁵²⁶ da ihre Interessen untrennbar mit denen ihrer Angestellten verflochten seien: »The owner will never, it is safe to say, willfully or persistently disregard the welfare of his employes. Their interests are so inalienably connected with his, that to treat them unfairly would be suicidal.«⁵²⁷ Vielmehr sollten die Beisitzer den Managern vertrauen, die aufgrund ihrer Tätigkeit einen viel genaueren Blick für die Notwendigkeiten der Bahnunterhaltung hätten.⁵²⁸

Zum anderen zeigt sich hier erneut die Umweltabhängigkeit von Infrastrukturen. Denn der Verschleiß und Verfall von Schienen, Schwellen, Fahrbahnen, Brücken usw. ist durch klimatische und andere Kräfte bedingt, woraus sehr unterschiedlich hohe Kosten für ihre Instandhaltung resultieren könnten. Diese regional stark verschiedenen Umweltfaktoren seien für die Schwierigkeit verantwortlich, die Höhe der betreffenden Fixkosten richtig einzuschätzen:

The superintendent or roadmaster whose track is carefully and abundantly ballasted with broken stone or slag, if asked as to the cost of its maintenance, or the relative wear and tear of ties, or the duration of the ballast, will return an answer entirely different from that of the official whose road is ballasted with sand or clay. The effect of this local coloring, this restricted environment, this provincialism, is [...] one of the most difficult things to overcome in any attempt to arrive at general conclusions about railroads.⁵²⁹

Auch im deutschen Kontext sind Fragen der »Bahnunterhaltung«⁵³⁰ bzw. »Bahnerhaltung« in den 1890er Jahren ein prominentes Thema. So diskutiert Carl Hartmann die Nachteile der existierenden Instandhaltungsverfahren, die darauf beruhen würden, mittels »*fliegender Ar-*

⁵²⁵ Kirkman: *Building and Repairing of Railways*, S. 485.

⁵²⁶ Ebd., S. 513

⁵²⁷ Ebd., S. 546.

⁵²⁸ Ebd., S. 528f.

⁵²⁹ Marshall M. Kirkman: *Maintenance of Railways*, S. 55. Zu solchen lokalen Differenzen etwa mit Blick auf tonigen Untergrund oder Rost in Tunneln, vgl. Blum: »Fragen der Bahnunterhaltung«.

⁵³⁰ Vgl. von Weikard: [Art.] »Bahnunterhaltung«.

beiterrotten« nur auf Bedarf hin Ausbesserungen vorzunehmen (»man hilft da, wo etwas fehlt«).⁵³¹ Er kritisiert daran erstens die mangelnde Zuverlässigkeit dieser Arbeitergruppen, die einen betriebs sicheren Zustand nur bedingt gewähren würden, zweitens die fehlende Übersicht über den Bahnzustand, drittens die ungerechte Verteilung der Verantwortlichkeiten und viertens unnötige Mehrkosten etwa durch vorzeitigen Ersatz von Material.⁵³² Insbesondere mit Blick auf Verantwortlichkeiten hält er die unglückliche Relation zwischen nötigen Kenntnissen, persönlicher Einschätzung und Dauer der Fehlerbehebung fest:

Man kann den Bezirksvorstand nicht verantwortlich machen für etwas, worüber er sich beim besten Willen und gewissenhaftester Pflichterfüllung schlechterdings nicht diejenigen Kenntnisse verschaffen konnte, welche unerlässlich gewesen wären, die Störung seinerseits zu verhüten. Das gleiche gilt für den Bahnmeister. Es bleibt also nur noch der Vorarbeiter übrig, auf den man greifen kann. Es heißt aber Unmögliches verlangen, wenn man den Vorarbeiter grundsätzlich für den Bahnzustand verantwortlich macht; denn es ist das gleichbedeutend mit dem Verlangen, daß er jeden schwachen Punkt rechtzeitig entdecken *müsse*. Selbst wenn das zuträfe, so bedarf es zur Beseitigung der erkannten Mängel einer gewissen Zeit.⁵³³

Diese Ausführungen verdeutlichen, wie sehr sich Fragen der Zurechenbarkeit von Verantwortung ›verlaufen‹, sobald größere infrastrukturelle Netzwerke betroffen sind. Anders als das Verhältnis von Besitzer und Maschinenwärter im Fall der Dampfmaschine kommen bei der Bahnerhaltung die deutlich größere Reichweite großtechnischer Systeme und die damit verbundene komplexere organisationale Struktur zum Tragen, die Verantwortlichkeiten in der beschriebenen Weise zirkulieren lassen und Antworten auf anfallende Probleme entsprechend verzögern:

Es kann also die Hilfe trotz Bekanntschaft des Schadens zu spät kommen, weil die Beurteilung der Tragweite der Gefährdung lediglich von Anschauungen abhängt. [...] Eine Folge dieser Verhältnisse ist, daß bei dem Verfahren der Bahnerhaltung mittels fliegender Arbeiterrotten alle Vorgesetzten unter dem Drucke einer ihnen ungerechterweise aufgebürdeten Verantwortlichkeit leiden und dabei die Gewißheit haben, trotz größter Anstrengung ihre Stelle doch nicht so ausfüllen zu können, wie sie selbst in erster Linie es wünschen. Nicht zum kleinsten Theile dürften vielfache Klagen über den Bahnunterhaltungsdienst hierauf zurückzuführen sein.⁵³⁴

⁵³¹ Hartmann: »Bahnerhaltung durch Haupt-Untersuchungen«, S. 148.

⁵³² Vgl. ebd., S. 148f.

⁵³³ Ebd., S. 148.

⁵³⁴ Ebd.



Abb. 4.32: Organisation der Bahnunterhaltung bei der französischen Ostbahn, 1892

Diesem vierfachen Misstand (Unzuverlässigkeit der Arbeiter, mangelnde Übersicht, schlechte Verteilung der Verantwortlichkeiten, Mehrkosten) will Hartmann nun mittels eines in Frankreich bereits erprobten Verfahrens Abhilfe schaffen, das auf der Basis von sogenannten »Hauptuntersuchungen« arbeitet (vgl. Abb. 4.32).

Dabei hat jeder Streckenabschnitt seine Arbeiterrotte, die mindestens aus vier Personen besteht. Der Rotte unterliegt dabei die »ganze Erhaltung«, und zwar die Unterhaltung im engeren Sinn, die Erhaltung von Bahneinfriedungen, Bahnentwässerungsanlagen, Erd- und Kunstbauten (Gebäuden) sowie von Straßen, Wegen und Umgebung der Bahnhöfe, Dienstleistung in Amtsräumen, Stellvertretung erkrankter oder beur-

laubter Wärter sowie die Bahnbewachung.⁵³⁵ Dabei befindet sich die jeweilige Arbeiterrotte in ständigem und dauerhaftem Kontakt mit dem zugeteilten Streckenabschnitt:

Jeder Abschnitt wird täglich einmal begangen. Zu dem Zwecke wohnt an jedem Ende ein Rottenarbeiter, während die übrigen Rottenarbeiter der Mitte des Abschnitts möglichst nahe wohnen. Die tägliche Arbeit der beiden am Ende des Abschnittes wohnenden Arbeiter beginnt mit der Begehung und Untersuchung der Bahn; stößt der Mann auf die Rotte, so erstattet er dem Vorarbeiter Bericht und nimmt seine Thätigkeit in der Rotte auf.⁵³⁶

Die Arbeiter bewohnen also die Infrastruktur, die sie pflegen, in einem ganz buchstäblichen Sinne, was auf Heideggers Idee des Wohnens als einer Form der Sorge verweist.

Der wichtigste Vorschlag betrifft nun die Unterscheidung von zwei Typen von Zustandsänderungen der Bahn, nämlich »1. regelmäßig wirkende, 2. zufällig wirkende«, auf die mit zwei unterschiedlichen Arten von Maßnahmen reagiert wird.⁵³⁷ Während die zufällig auftretenden Zustandsänderungen (etwa Wasserzutritt) durch lokal begrenzte Ausbesserungsarbeiten behoben werden können, sind die auf regelmäßig wirkenden Ursachen, also »Witterung und regelmäßige[m] Betrieb«,⁵³⁸ beruhenden Zustandsänderungen allein durch die sogenannten Hauptuntersuchungen zu beseitigen, die nach Maßgabe definierter Abnutzungs- bzw. Abweichungsgrade (etwa für Spurweite, Schienenneigung u.Ä.)⁵³⁹ sowie hinsichtlich des Zugaufkommens differenziert in ein-, zwei-, drei- oder sechsjährigem Abstand zu wiederholen sind (vgl. Abb. 4.33).⁵⁴⁰ Bei diesen Hauptuntersuchungen werden die Gleise vollständig freigelegt, die Schäden gemäß bestimmter Codes mit Kreide gekennzeichnet (vgl. Abb. 4.34) und ausgebessert, ehe ihre Lage im Anschluss durch Schotter wieder entsprechend justiert wird.⁵⁴¹ Mit seinem Vorschlag, dem französischen Vorbild analog derartige Hauptuntersuchungen einzuführen, setzt Hartmann eine Erkenntnis um, die er bereits 1837 in seinem *Praktischen Handbuch über die Anlage von Eisenbahnen* mit Blick auf die »Erhaltung der Eisenbahnen« formu-

⁵³⁵ Ebd., S. 150. Vgl. hierzu auch von Weikard: [Art.] »Bahnwärter«.

⁵³⁶ Hartmann: »Bahnerhaltung durch Haupt-Untersuchungen«, S. 150.

⁵³⁷ Ebd., S. 151.

⁵³⁸ Ebd.

⁵³⁹ Vgl. ebd., S. 152.

⁵⁴⁰ Vgl. ebd., S. 153.

⁵⁴¹ Vgl. ebd., S. 151f.

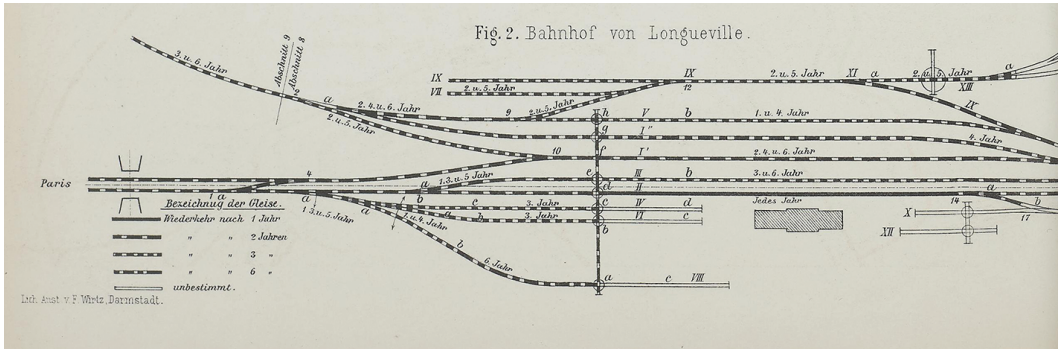


Abb. 4.33: Frequenz regelmäßiger Kontrollen, 1892

liert hatte. Es verhalte sich mit denselben wie mit der Erhaltung der gewöhnlichen Straßen: »Die Fahrbarkeit lässt sich nur dadurch erhalten, und es lässt sich dem Fortschreiten der Beschädigungen nur dadurch vorbeugen, daß man die Ausbesserungen nie unterbricht.«⁵⁴²

Die Beispiele zeigen, dass der Diskurs über die Wartung von Dampfmaschinen in der Mitte des 19. Jahrhunderts Begriffe wie Geschick und

Zeichen	aufgetragen auf:	Bedeutung
	Schienenlauffläche, winkelrecht zur Bahnaxe	Verschieben der Schwelle in der Bahnaxe bis unter den gemachten Strich.
X	Schienenlauffläche, Schwelle, innen, nahe der Schiene	Schiene auswechseln. Schwelle "
"	Schienenfuß, inwendig	Unterlagsplatte auswechseln.
"	Laschen, Schienenstuhl	Laschen, Schienenstuhl "
"	Schwellenschraube u. s. w.	Schwellenschraube u. s. w. "
3 >	Schwelle, innen, neben der zu verrückenden Schiene	Spurweite ändern; 3 = Betrag in Millimeter, > = Richtung.
0	Schwelle, innen	Schienenlager neu dexeln.
"	Lasche, innen	Verlaschung ausbessern (Abmeißeln von Bärten, ändern des Wärmespielraumes).
—	Schwelle, längs der auszubessernden Stelle	Abschrägen der Schwellen-Einschnitte, um die Befestigungsmittel (Schwellenschrauben) anzuziehen zu können.

Abb. 4.34: Kennzeichnung des Wartungsbedarfs vor Ort, 1892

⁵⁴² Hartmann: *Praktisches Handbuch über die Anlage von Eisenbahnen*, S. 352.

Sorgfalt aufgreift und mit Blick auf die mit der Tätigkeit Betrauten die Notwendigkeit ausstellt, gegenüber Maschinen aufmerksam zu sein. Am Ende des Jahrhunderts beziehen sich die Publikationen zwar immer noch auf die Geschicklichkeit der Maschinisten und die Art der Arbeit, die sie verrichten, aber der Fokus liegt nun nicht mehr nur auf der Anleitung des einzelnen Arbeiters, sondern hat sich auf die praktische Ausbildung der Gruppe zukünftiger Maschinisten verschoben. Die Texte beschreiben daher Verfahren zur Bewältigung von Störungen, die in verschiedene Kategorien eingeteilt werden, zum Umgang mit den Fixkosten, die durch Wartung und Reparatur entstehen, sowie zur Organisation eines Überwachungs- und Revisionswesens, wie es die Dampfkesselüberwachungsvereine in Deutschland darstellen. Die Frage ist also nicht mehr, *ob* Wartung wichtig ist, sondern *wie* man sie organisiert. Der Fokus verschiebt sich damit von der Zuverlässigkeit des einzelnen Arbeiters auf die Zuverlässigkeit des Revisionsverfahrens. In dieser Entwicklung zeigt sich auch der Einfluss von Managementvorstellungen und bürokratischer Organisation, die durch den Prozess der Industrialisierung und insbesondere durch die Eisenbahn hervorgerufen wurden.⁵⁴³

Wartbarkeit als Adaptivität

Praktiken des Wartens von Geräten, Maschinen und großtechnischen Systemen sind eng mit grundlegenden Prozessen im Bereich des Organischen verknüpft: *Cultura* im Sinne des lateinischen Verbs *colere* bedeutet in der Landwirtschaft die Pflege des Bodens, der für das Wachstum und Gedeihen von Pflanzen, Tieren und Menschen grundlegend ist (zu denken wäre auch an den Begriff der Erziehung als das Gedeihenlassen eines Samens). Warten im Sinne einer so verstandenen Sorge und Pflege ist also mit einer spezifischen Zeitlichkeit verbunden, die verlangt, dass man wartet (manchmal ausharrt), aber auch, dass man beobachtet und den Dingen ihre eigene Zeit lässt.

Der Begriff des Wartens verweist damit auf die zeitliche Dimension sowohl von Kulturtechniken als auch von Infrastrukturen. Als agrikulturelle, vormoderne Praxis impliziert das Warten ein zyklisches Zeitverständnis, in dem der Akt des Wartens der Zeitlichkeit derjenigen Dinge folgt, die er bewahrt. Mit der Industrialisierung und den Ideen der Beschleunigung, des Fortschritts und der Optimierung wird auch

⁵⁴³ Vgl. Beniger: *The Control Revolution*; Yates: *Control through Communication*.

die Zeit der Sorge und Pflege im Sinne von *repair and maintenance* industrialisiert. Die natürlichen Rhythmen und Zyklen der Sorgearbeit werden als geplante Wartungs- und Reparaturintervalle innerhalb des Lebenszyklus-Managements eines Produktes rationalisiert. Die Anfänge industrieller Wartungsverfahren im 19. Jahrhundert zeigen dabei die Verschränkung vormodern-handwerklicher und industriell-geplanter Wartungsaktivitäten noch deutlich, die Wartungspraktiken bis heute kennzeichnen. Sie verweisen auf die Skills, Kenntnisse und Achtsamkeit der Maschinenwärter ebenso wie auf die Organisation von Verfahren und Regelungen eines Überwachungswesens. Eine Perspektive, die nach der Zeitlichkeit des Wartens fragt, verdeutlicht die Logik und Bedeutung von Kulturtechniken für unser Verständnis von Kultur, Gesellschaft und Technologie.

In Frage steht dabei ein (nicht-modernes) Verständnis von Wartbarkeit (*maintainability*), das einer generellen Adaptivität von Dingen korrespondiert. Wartbarkeit und Anpassungsfähigkeit sind grundlegend aufeinander bezogen. Schon Stewart Brand hatte gefordert, die Anpassungsfähigkeit von Gebäuden stärker zu berücksichtigen: »Age *plus adaptivity* is what makes a building come to be loved.«⁵⁴⁴ Unter Rekurs auf Christopher Alexander und dessen Design-Überlegungen betonte er,⁵⁴⁵ wie in der Natur gehe es darum, ohne großen Aufwand beständig kleine Veränderungen herbeiführen zu können (»continuous very-small-feedback-loop adaptation«).⁵⁴⁶ Diese Form der Anpassung lasse sich als Sorge verstehen: »This kind of adaptation is a continuous process of gradually taking care.«⁵⁴⁷ Die Möglichkeit ihrer Veränderbarkeit ist dafür verantwortlich, dass sich Gebäude und Infrastrukturen im Verlauf der Zeit an wechselnde Bedingungen anpassen können. Aus einer Perspektive der Sorge heraus formuliert, übersetzt *maintainability* dabei »material permanency into sociotechnical sustainability, and recognizes that stability, like reality, is »an active verb«.«⁵⁴⁸ Wartbarkeit verweist so auf die Transformativität der behandelten Gegenstände, Technologien, Maschinen und Infrastrukturen. Sie sind als »fluid object[s]« zu

⁵⁴⁴ Brand: *How Buildings Learn*, S. 23.

⁵⁴⁵ Vgl. Alexander: *The Timeless Way of Building*. Für Alexanders Verständnis von Architektur und Mustern sind Fragen der Anpassung (*adaptation*) durchgängig zentral; vgl. auch ders.: *Notes on the Synthesis of Form*.

⁵⁴⁶ Brand: *How Buildings Learn*, S. 21.

⁵⁴⁷ Ebd., S. 23.

⁵⁴⁸ Denis/Pontille: »Material Ordering and the Care of Things«, S. 359.

verstehen, die in ihrer Entwicklung offen bleiben für Veränderung und Demontage.⁵⁴⁹ Als Dinge von Belang (*matters of concern*) sind sie in einer ganz grundlegenden Weise in Bewegung: Sie sind, wie Albena Yaneva und Bruno Latour in Bezug auf fertiggestellte Gebäude gezeigt haben, »moving *project[s]*«. ⁵⁵⁰

Die Kulturtechnik des Wartens ist damit ein Beispiel für eine Reihe von stark unterschätzten Praktiken der Sorge, die für den Fortbestand von Kultur, Gesellschaft und Technik hochrelevant sind. Die Bedeutung dieser Kulturtechniken der Sorge kann allerdings nur sichtbar werden, wenn sie nicht allein in Bezug auf die Gegenwart oder in spezialisierten Settings (Krankenhaus, Werkstatt) analysiert werden. Vielmehr sind ihre historische Entwicklung und vormoderne Prägung in Rechnung zu stellen, was es erlaubt, das Warten von Menschen und das Warten von Dingen *in ein und demselben Feld* zu verorten. Kulturtechniken der Pflege (von Dingen, Menschen etc.) stellen unverzichtbare Praktiken im Rahmen von infrastrukturellen Systemen dar, ohne die diese nicht existieren und sich erhalten könnten.

⁵⁴⁹ de Laet/Mol: »The Zimbabwe Bush Pump«, S. 226.

⁵⁵⁰ Latour/Yaneva: »Give me a Gun and I will Make All Buildings Move«, S. 80.

FAZIT

Zentrales Thema der vorliegenden Studie war die *Prozessualität* von Infrastrukturen. Damit verband sich ein spezifischer Perspektivwechsel für das Verständnis von Infrastrukturen: Anstatt ihre Stabilität und materielle Dauerhaftigkeit als gegeben vorauszusetzen, wurde das Augenmerk auf die Tatsache gelegt, dass die Beständigkeit von Infrastrukturen laufend hergestellt werden muss. Infrastrukturen bleiben nicht einfach über die Zeit mit sich selbst identisch, vielmehr ist dieser Eindruck das Ergebnis einer kontinuierlich in sie investierten Arbeit. Die vielbeschworene ›Festigkeit‹ von Infrastrukturen verdankt sich dem Prozess ihrer erfolgreichen Aufrechterhaltung.

In und auf Infrastrukturen wirken verschiedene Kräfte: Auf der einen Seite finden sich Vorgänge einer stetigen Transformation. Komponenten veralten oder werden defekt, Vorschriften und Betriebsabläufe entsprechen veränderten Umweltbedingungen nicht mehr, verantwortliche Personen wechseln oder werden durch Maschinen ersetzt, Vorstellungen von und Haltungen zu Infrastrukturen ändern sich, Interessengruppen streiten und tragen Konflikte aus. Gemäß der Vorstellung, dass es sich bei Infrastrukturen um Gebilde handelt, deren Funktionieren maßgeblich auf der Tatsache beruht, dass die verschiedenen dinglichen, menschlichen und diskursiven Akteure ›auf Linie gebracht‹ sind, lassen sich die Prozesse der Transformation als ein Auseinanderdriften dieser Akteure fassen, bei denen sie wieder ihren eigenen Richtungen folgen und damit letztlich zum Verfall der betreffenden Infrastruktur führen. Deshalb finden sich auf der anderen Seite jene Prozesse, die diesem Auseinanderdriften beständig entgegenarbeiten, indem Defektes repariert wird oder durch vorausschauende Pflege potentielle Unterbrechungen verhindert werden. Für diese beiden wechselseitig aufeinander bezogenen Wirkkräfte – die Transformativität von Infrastrukturen einerseits und die Prozeduren ihrer Aufrechterhaltung andererseits – führte diese Studie das Konzept der *Infra-Agency* ein. Die Dimension der *Infra-Agency* bezeichnete dabei den spezifischen Bezug, den beide

›Seiten‹ zueinander unterhalten. Sie steht für die paradoxe Tatsache, dass Infrastrukturen nur auf der Basis einer stetigen Bewegung und Veränderbarkeit überhaupt stabilisierbar sind. Ja mehr noch: Sie *sind* nur aufgrund der stetig in sie investierten Arbeit der Erhaltung.

Bezogen auf die Opposition von *structure* und *agency* wird für Infrastrukturen damit die Seite der Agency, also der Veränderung, der Bewegung und der Prozessualität betont. Der Eindruck der Festigkeit und Stabilität, für den der Begriff *Infra-Struktur* steht, wird als Effekt eines Blackboxing verstehbar, der sich nur bei einer bestimmten Sicht auf Infrastrukturen einstellt: In dem Moment, wo der geblackboxte Zustand eines Systems betrachtet wird, sind ausschließlich ›feste‹ Infrastrukturen zu sehen. Schaut man dagegen stärker auf das Detail, das Situative und Lokale, ›zoomt‹ also hinein, lassen Infrastrukturen ihre prozessuale Dimension erkennen, die ein Gewimmel von Akteuren in wechselseitigem Austausch zeigt.

Diese doppelte Dimension artikuliert auch der für diese Studie leitende Begriff der *Infrastruktur-Arbeit*. In Frage steht dabei auf der einen Seite die Arbeit *von* Infrastrukturen, also die besagten Vorgänge infrastruktureller Transformation im Lauf der Zeit. Insofern diese Prozesse nicht im Dienst des infrastrukturellen Funktionierens stehen, sondern andere Zeitlichkeiten (Alterung, Abnutzung etc.) involvieren, stellen sie Momente des Verfalls von Infrastrukturen dar. Auf der anderen Seite steht diesen Transformationsprozessen die Arbeit *an* Infrastrukturen entgegen, deren Ziel in ihrer Erhaltung besteht und die dazu eine Perspektive der Sorge, der Pflege und der Aufmerksamkeit auf infrastrukturelle Gefüge einnimmt.

Relevant ist für diese Studie eine kultur- und medienwissenschaftliche Position. Damit verbanden sich drei Einsätze. Erstens bedeutete dies, Infrastrukturen nicht allein (technik-)historisch und sozialwissenschaftlich zu verstehen, sondern im Anschluss an die Science and Technology Studie und die Akteur-Netzwerk-Theorie ein Verständnis von Infrastrukturen zu entwickeln, das deren mediale Qualität ernstnimmt. Auf der Basis eines weiten Medienbegriffs rücken Infrastrukturen dann als Mediatoren – Mittler – in den Blick, die Welt, Wissen und Wahrnehmung in ganz grundlegender Weise zurichten und insofern transformieren. Eine medien- und kulturwissenschaftliche Perspektive bedeutete also, über die Tatsache der Vernetzung von Infrastrukturen und die Verteiltheit ihrer heterogenen Akteure hinaus ihre raumzeitlichen Verfasstheit in den Blick zu nehmen. Während die territorial-

räumlichen Bezüge von Infrastrukturen in ihrer raumkonstituierenden Qualität zu sehen sind, betrifft die zeitliche Dimension sowohl die historischen, die zeitüberbrückenden wie auch die prozessualen Aspekte von Infrastrukturen. Dabei wurde die These vertreten, dass in ein und derselben Infrastruktur stets mehrere Zeitschichten miteinander konfligieren. Ähnlich wie Thomas P. Hughes mit Blick auf die *reverse salients* die Ungleichzeitigkeit der Weiterentwicklung von Infrastrukturkomponenten hervorhebt, weist das Geflecht infrastruktureller Akteure Ungleichzeitigkeiten hinsichtlich Alter, Zustand und Wertschätzung auf, die dazu führen, dass es im Realbetrieb innerhalb ein und derselben Infrastruktur zu einer Pluralität verschiedener Zeitschichten kommt: Während die eine Komponente gerade ersetzt wurde und neu ist, ist die andere bereits lange veraltet, wird aber nicht erneuert, da Geld fehlt oder das Personal, das mit dieser Neuerung umgehen könnte. Am Beispiel der Planungs- und Baugeschichte des BER-Flughafens ließen sich diese Zeitebenen als Heterochronie einer gegebenen Infrastruktur analysieren, die Temporalitäten verschiedenster Akteure interferieren ließ, wobei Verfallsprozesse und Wartungszyklen auf Regime der Lebensdauer und der Obsoleszenz sowie die Dauer bürokratischer Entscheidungsfindung treffen.

Eine kulturwissenschaftliche Perspektive kann zweitens an Foucaults Überlegungen zum Dispositivbegriff anschließen und auf diese Weise an Infrastrukturen Fragen nach Machtverhältnissen und Gouvernementalität richten. Eine solche Zusammenführung von Infrastruktur- und Dispositivbegriff schließt ein, Infrastrukturen nicht allein soziotechnisch zu verstehen, sondern darüber hinaus die Ebene des Diskursiven und des Imaginären mit einzubeziehen. Aus diesem Grund wurde stets die sozio-technisch-*diskursive* Qualität von Infrastrukturen hervorgehoben.

Und drittens nimmt die hier vorgeschlagene kultur- und medienwissenschaftliche Infrastrukturforschung eine Engführung der Überlegungen von Infrastructure Studies und Kulturtechnikforschung vor. Ohne die Differenzen zwischen den beiden Ansätzen zu leugnen, gilt es, auf der Basis der Fokussierung der spezifischen Zeitlichkeit von Infrastrukturen den wechselseitigen Bezug von Kulturtechniken und Infrastrukturen ins Auge zu fassen. Auf diese Weise lassen sich gerade Kulturtechniken in ihrer Funktion für die Aufrechterhaltung von Infrastrukturen problematisieren. Für die Kulturtechnikforschung bedeutete dies, mit den Kulturtechniken der Erhaltung eine Reihe von Operationen (Reparieren, Warten, Pflegen etc.) in den Blick zu nehmen, die nicht

primär Symboltechniken darstellen, gleichermaßen aber grundlegend für die Etablierung von Kultur sind. Für die Infrastrukturforschung auf der anderen Seite bedeutete der Verweis auf die Kulturtechniken der Erhaltung, einer spezifisch historischen Dimension von Infrastrukturen auf die Spur zu kommen. Denn insofern es sich bei Kulturtechniken des Reparierens und Wartens um Tätigkeiten handelt, die einen vormodernen Index aufweisen, die aber unter Bedingungen spätmodern-digitaler Infrastrukturen nach wie vor relevant sind, macht die Perspektivierung der spezifischen Zeitlichkeit und Prozessualität von Infrastrukturen eine eigentümliche Scharnierstelle von vormodernen und modernen Konstellationen sichtbar.

Im Einzelnen können insbesondere die Arbeiten von Susan Leigh Star und Kolleg:innen für eine medien- und kulturwissenschaftliche Perspektive auf Infrastrukturen produktiv gemacht werden. Denn einerseits schenken sie der Rolle infrastruktureller Klassifikationsprozesse und damit Machtkonstellationen besondere Aufmerksamkeit, und andererseits artikulieren sie ein Verständnis des Funktionierens von Infrastrukturen, das diese im Verhältnis zur Nutzung durch bestimmte Gruppen (*communities of practice*) und damit *relational* bestimmt.

Für die Medialität von Infrastrukturen wurden dabei vor allem drei Aspekte als relevant herausgearbeitet: die Sichtbarkeit bzw. Unsichtbarkeit von Infrastrukturen, ihre Skalierbarkeit und ihre Temporalität. Die Frage der Sichtbarkeit bzw. Unsichtbarkeit von Infrastrukturen zeigte sich dabei abhängig vom Grad der Vertrautheit mit einer Infrastruktur, dem relativen Beobachtungsstandpunkt, aber auch der jeweiligen politisch-repräsentativen Bedeutung einer Infrastruktur. Es konnten verschiedene Ebenen infrastruktureller Un/Sichtbarkeit differenziert werden: neben der visuellen Ebene im engeren Sinn (ist eine Infrastruktur zu sehen oder dem Blick entzogen) die sinnliche Erfahrbarkeit auch jenseits visueller Register (etwa durch Schmutz oder Lärm), die epistemologische Un/Verfügbarkeit (Blackboxing) sowie Formen der Visualisierung, die Infrastrukturen mittels Repräsentationen überhaupt verfügbar machen. Allerdings wurde damit nicht einseitig eine Sichtbarmachung privilegiert, sondern infrastrukturelles Funktionieren vielmehr gleichermaßen daran festgemacht, dass bestimmte Verhältnisse gerade nicht explizit und damit *accountable* werden. Insbesondere in Latours und Hermants Lesart des Topos der unsichtbaren Stadt stand die Ebene des Unsichtbaren für eine Form des Politischen, das sich einem totalisierenden Zugriff verweigert.

Der Aspekt der Skalierbarkeit ist ein zweites Merkmal der Medialität von Infrastrukturen. Denn Infrastrukturen vermitteln in einer spezifischen Weise zwischen Globalem und Lokalem, zwischen Makro- und Mikroebene, zwischen Universalem und Partikularem. Gemäß der Einsicht, dass ein globales Netzwerk an jedem seiner Punkte lokal ist, sind sie damit zugleich global *und* lokal. Dies gelingt ihnen durch die Nutzung von Standards und den damit verbundenen metrologischen Referenzketten. Denn Standards garantieren die intersystemische Verbindung von Infrastrukturen, die Vergleichbarkeit infrastruktureller Netzwerke wie auch ihre Rückführbarkeit auf Referenzgrößen. Gleichzeitig führen Standards zu einer ›Verfestigung‹ von Infrastrukturen, insofern sie nicht ohne weiteres reversibel sind und die Richtung weiterer Infrastrukturentwicklung vorprägen. Diese Bedeutung von Standards als grundlegenden Medien des Maßstabswechsels, die es erlauben, Infrastrukturen aneinander anzuschließen und ineinander übersetzbar zu machen, sie aber auch fixieren, ist in ihrer Tragweite für die Infrastrukturforschung noch weiter zu erschließen und fruchtbar zu machen.

Schließlich wurde drittens die Zeitlichkeit von Infrastrukturen als wesentliches Charakteristikum ihrer Medialität entfaltet. Zum einen erwies sich hier ›unsichtbare Arbeit‹ als zentral für die Aufrechterhaltung von Infrastrukturen. Diese Arbeit ist durch implizites Wissen und körpernahe Skills gekennzeichnet, wird häufig von gesellschaftlich weniger angesehenen Gruppen ausgeführt und zum Teil in ihrer organisationalen Bedeutung wenig repräsentiert. Gleichwohl kann das Problem politischer Benachteiligung, das sich mit dieser Invisibilität verbindet, nicht einfach durch die Sichtbarmachung ›unsichtbarer Arbeit‹ gelöst werden, es bedarf vielmehr zunächst der Anerkennung ihres Vorhandenseins und ihrer Notwendigkeit. In zeitlicher Hinsicht ist zum anderen die Transformativität und Adaptivität von Infrastrukturen bedeutsam, die Prozesse kleinteiliger Modifikation als Bedingung infrastruktureller Stabilisierung verstehbar macht.

Störungen kommt eine besondere Rolle für das Verständnis von Infrastrukturen zu, und zwar aus drei Gründen. Erstens sind Störungen jene Situationen, in denen Infrastrukturen aus dem geblackboxten Zustand ihrer Stabilität heraustreten und damit auch etwas über das vermeintlich normale Funktionieren erfahrbar machen. Zweitens müssen Störungen und Unfälle als Bedingungen für »infrastrukturelles Lernen« verstanden werden. Denn erst dass etwas nicht funktioniert bzw. gar katastrophisch unterbrochen wird, macht es nötig, vorhan-

dene infrastrukturelle Verhältnisse zu überprüfen und gegebenenfalls abzuändern. Drittens bedürfen Unfälle und Zusammenbrüche von Infrastrukturen immer einer Form medialer Repräsentation, die sich zur Aufgabe macht, die temporale Vorgängigkeit des Unfalls in Schrift oder/und Bild einzuholen und damit allererst für eine weitere Bearbeitung zur Verfügung zu stellen: Nicht der Unfall selbst, sondern seine nachträgliche mediale Rekonstruktion bzw. seine projektiv-drohende Antizipation in der Zukunft macht infrastrukturelles Lernen möglich.

Besonders wichtig wird ein solches infrastrukturelles Lernen, wenn es nicht mehr um die Verhinderung von Unfällen, sondern um deren Inszenierung als massenwirksames Spektakel geht. Bei den sogenannten *staged wrecks* ließ man auf US-State Fairs ab Ende des 19. Jahrhunderts Dampflokomotiven frontal zusammenstoßen. Dies war nur möglich, so die These, weil aufgrund der häufigen Eisenbahnunfälle, die im Verlauf des 19. Jahrhunderts viele Todesopfer forderten, die Sicherheitsbedingungen soweit verbessert worden waren, dass dieses Wissen nun umgekehrt zur Produktion eines Unterhaltungsformats eingesetzt werden konnte. Die Faszination, die solche Schaukollisionen ausübten, ist neben der zunehmenden Popularisierung der Eisenbahn und der Etablierung einer Vergnügungskultur vor allem als Form eines Luddismus zu verstehen, bei dem der Mensch als Sieger aus einem Duell mit der Maschine hervorgeht, insofern mit der Eisenbahn hier ein Symbol des Fortschritts kunstvoll vernichtet wird. Daran zeigte sich, dass die Eisenbahn Ende des 19. Jahrhunderts gesellschaftsweit de facto zu einer Infrastruktur geworden ist, die es nun möglich machte, sie in (andere) Formen der Unterhaltung zu integrieren.

Stellt man nun nicht Unfälle ins Zentrum, sondern jene Tätigkeiten, die sich darauf richten, solche Destabilisierungen wieder zu beheben oder auch überhaupt zu verhindern, rücken Kulturtechniken der Erhaltung von Infrastrukturen in den Blick. Vier Formen wurden dabei besonders untersucht. Das *Reparieren* richtet sich darauf, einen vorhandenen Defekt zu beheben, wobei dies durch Ausbessern, den Austausch von Ersatzteilen, die De-/Montage oder das Reinigen von Teilen geschehen kann. Dabei kommt es im Prozess des Reparierens zu einer Aushandlung zwischen den verschiedenen Akteuren einer Infrastruktur (Personen, Dingen, Diskursen), was die konkreten Gegenstände einer Reparatur (Menschen, Sachen, Beziehungen, Strukturen) einer kontinuierlichen Vermittlungsarbeit unterzieht. Allerdings ist das Reparieren nicht als dem Herstellen gegenüber sekundäres Verfahren zu verstehen. Vielmehr

gilt es, die ihm eingeschriebene Wiederholung – das Wieder-Herstellen im Sinne von *re-parare* – in Rechnung zu stellen, die Zeit benötigt und genau dadurch das Reparieren zum Agenten der Transformation von Dingen macht. Das Reparieren ist also einerseits retrospektiv auf die vorausgehende Störung gerichtet, andererseits aber entwerfend auf die (wiederherzustellende) Zukunft des Dings hin orientiert.

Der *Workaround* wiederum stellt eine Metapraktik des Reparierens dar. Denn insofern es hier um Problemlösungsstrategien geht, die die Form von Provisorien und Umwegen annehmen, steht die Qualität der gewählten Lösungen in Frage. Workarounds sind deshalb für die Erhaltung von Infrastrukturen so bedeutsam, weil sie ubiquitär im Einsatz sind, ohne dass sich dies in einer entsprechenden Aufmerksamkeit reflektierte. Vielmehr werden Workarounds beständig als ›uneigentliche‹ Form der Problembehebung abgewertet und in ihrer Existenz wenig beachtet, obwohl sie das Prinzip impliziter adhoc-Lösungen verkörpern, ohne die infrastrukturelles Funktionieren nicht sicherzustellen wäre, und die größtenteils von erheblicher Dauer und insofern für die Stabilität von Infrastrukturen unverzichtbar sind. Die kulturelle Breite des Phänomens, das über Infrastrukturen im engeren Sinne hinaus etwa auch den diplomatischen Umweg oder die Frage der Subversion betrifft und ästhetisch etwa in Gestalt der Rube Goldberg-Maschinen parodiert wird, verweist auf die nahezu universelle Funktion von Workarounds für die Aufrechterhaltung einer Situation oder eines Zustands durch Umwege, Notbehelfe und Abkürzungen.

Auch der Ausfall von Erhaltungstätigkeiten im Sinne einer Vernachlässigung von Infrastrukturen (*Abandonment*) verdient Aufmerksamkeit. Denn was sich hier zeigt, ist die eigentümliche Widerständigkeit (*obduracy*) brachliegender Infrastrukturen, die allerdings nicht mit ihrer vorausgegangenen Stabilität zu verwechseln ist. Denn was hier in Form von Relikten begegnet, ist keine funktionstüchtige Infrastruktur mehr; vielmehr handelt es sich um einzelne ihrer dinglich-materiellen Akteure, die nun eigenen Tendenzen folgen. Als ›aufgegebene‹ Strukturen, die keine gesellschaftliche Funktion mehr erfüllen, bei denen sich also das Verhältnis von *matter* und *mattering* als eines der Abwertung artikuliert, existieren sie in einem Zwischenstatus zwischen Kultur und Natur, der sie gleichermaßen anwesend und abwesend sein lässt. Für Relikte imperialer Zusammenhänge bedeutet dies, dass sie sich auch jenseits ihrer konkreten Funktion nach wie vor in die Lebenswelt unter postkolonialen Bedingungen einschreiben und diese prägen. Mit Blick

auf die Anthropozän-Debatte ließ sich noch eine weitere Temporaldimension von Infrastrukturen herausarbeiten, die die Irreversibilität der infrastrukturierenden Durchdringung des Planeten (etwa in Gestalt von Bohrlöchern, »Endlagern« u. Ä.) betrifft. Auch wenn Infrastrukturen maßgeblich in historischer Zeit verortet werden, also mit Blick auf den menschlichen Zeithorizont sich ihre Stabilität demnach vor allem daran bemisst, dass sie dauerhafter sind als die Länge eines Menschenlebens, so zeigt der Anthropozänbezug ihren Einfluss im erdgeschichtlichen Sinne.

Die Kulturtechniken des *Wartens* schließlich spielen im Kontext von Erhaltungsfragen ohne Zweifel die wichtigste Rolle. Die vormodernen Tätigkeiten der Sorge, der Pflege und des Wartens erweisen sich darin gar als die Kulturtechnik par excellence. Diese Tätigkeiten betreffen Infrastrukturen, beziehen sich aber gleichermaßen auf Menschen, Pflanzen und Tiere, Gegenstände, Beziehungen etc. Sie entstehen also keineswegs historisch erst im Gefolge von Infrastrukturen in der Moderne, sondern sind kulturhistorisch weitaus älter. Damit wird am Beispiel der Erhaltung von Infrastrukturen hier eine Verquickung vormoderner und moderner Register beobachtbar. Bei den Kulturtechniken des Wartens steht eine prospektive Form des Umgangs mit den zu erhaltenden Dingen im Mittelpunkt, die sich auf die Zukunft eines Dings, Menschen oder Systems richtet. Damit hat diese Kulturtechnik der Erhaltung eine besondere Zeitlichkeit: Das Warten ist von einer Achtsamkeit angeleitet, die ihre Zeit von den immer wieder aufs Neue zu versorgenden Dingen empfängt. Das bedeutet für die Personen, die für etwas oder jemanden Sorge tragen, sich geradezu körperlich mit den Dingen zu verbinden, sich von deren Rhythmen leiten zu lassen und auf sie zu hören. Auch wenn Prozesse des Wartens unter den Bedingungen der Maschinerisierung und Digitalisierung selbst zunehmend getaktet werden (Wartungszyklen, Produktlebensdauern), so bleibt die Notwendigkeit wartender Pflege gleichwohl bestehen. Insbesondere kritische Infrastrukturen, deren Funktionieren ohne Unterbrechung aufrechtzuerhalten ist, erfordern eine aufmerksame Überprüfung und Pflege, die nach wie vor Skills, Erfahrung, implizites Wissen und umweltliche Achtsamkeit voraussetzt. Was die Anfänge der Idee prospektiver Wartung im Kontext des Dampfkesselrevisionswesens bzw. der Bahnerhaltung zeigten, lässt sich auch noch für das 21. Jahrhundert behaupten: Die Kosten und die Arbeit der Erhaltung von Infrastrukturen sind gegenüber denen der Errichtung von Infrastrukturen nach wie vor weniger prominent, ebenso wie die Personen, Dinge und Maschinen, die in diese Prozesse

involviert sind. Mit Blick auf die Kulturtechniken des Wartens lässt sich auch die Prozessualität von Infrastrukturen noch einmal pointiert fassen. Denn die Möglichkeit eines Systems oder einer Maschine, gewartet zu werden (*maintainability*), korrespondiert seiner/ihrer Fähigkeit, sich verändern und anpassen zu können. Damit manifestiert sich die Infra-Agency als wechselseitiger Bezug von Transformation und Stabilisierung: Infrastrukturen sind genau in dem Maß stabil, wie sie unentwegt durch Kulturtechniken der Erhaltung stabilisiert werden. Und sie können nur in dieser Form stabilisiert werden, sofern sie der Modifikation zugänglich bleiben, sich also an veränderte Bedingungen anpassen.

Die in dieser Studie vorgeschlagene Perspektive auf die Kulturtechniken der Erhaltung ist auch für digitale Infrastrukturen relevant. Dabei steht die Wertschätzung vormoderner Tätigkeitsregime im Vordergrund, deren Relevanz auch unter Gegenwartsbedingungen zu betonen ist. Digitale Infrastrukturen sind weniger unter dem Gesichtspunkt der Innovation und technischen Neuerung, sondern vielmehr bezogen auf die Kosten und Arbeit ihrer Aufrechterhaltung zu thematisieren, was unter den Bedingungen der Klimakrise insbesondere auch Fragen des Ressourcen- und Energieverbrauchs betrifft. Es geht darum, digitale Infrastrukturen in ihrem jeweiligen Setting und ihren Verbindungen mit infrastrukturellen Komponenten anderen Alters zu betrachten. So finden sich in realen, d. h. im Betrieb befindlichen Infrastrukturen (etwa einer staatlichen Behörde) stets infrastrukturelle Akteure verschiedenen Alters, deren Zusammenarbeit miteinander keineswegs einfach gegeben ist: neue Software arbeitet nicht mit alter Hardware, Benutzer:innen sind an gewachsene Strukturen gewöhnt und gegebenenfalls zur Adaption an neue nicht bereit, Vorschriften sind überholt, technische Verbesserungsutopien nicht einlösbar. Digitale Technologien sind also in ihrer jeweiligen Verflechtung Teil eines infrastrukturell heterochronen Gefüges. — Die Arbeit *von* Infrastrukturen wird stets von der Arbeit *an* Infrastrukturen begleitet werden.

DANK UND TEXTNACHWEISE

Dieses Buch ist über viele Jahre entstanden. Es wurde bereichert durch die Diskussionen und den Austausch mit zahlreichen Kolleg:innen in verschiedenen institutionellen Kontexten, insbesondere in Siegen, Weimar und Mainz, sowie im Rahmen von Konferenzen, Workshops und Forschungsprojekten: Pablo Abend, Friedrich Balke, Geoffrey C. Bowker, William J. Buxton, Marisa Leavitt Cohn, Michael Cuntz, Monika Dommann, Anja Dreschke, Jörg Dünne, Anna Echterhölter, Lorenz Engell, Sebastian Gießmann, Marcus Hahn, Stefan Hirschauer, Eva Horn, Herbert Kalthoff, Stefan Krebs, Rebekka Ladewig, Brian Larkin, Jürgen Martschukat, Wolfram Nitsch, Beate Ochsner, Isabell Otto, Kathrin Peters, Nicolas Pethes, Leander Scholz, Sandra Schramke, Jens Schröter, Cornelius Schubert, Erhard Schüttpelz, Alexander Schwinghammer, Andrea Seier, Bernhard Siegert, David Sittler, Florian Sprenger, Urs Stäheli, Kyle Stine, Wolfgang Struck, Andreas Sudmann, Nadine Taha, Claudia Tittel, Axel Volmar, Christiane Voss, Heike Weber, André Wendler, Andreas Ziemann, Martin Zillinger, Hannah Zindel, Alexander Zons.

Ein besonderer Dank gilt Wolfram Burckhardt vom Kulturverlag Kadmos für die hervorragende Betreuung des Projekts. Darüber hinaus danke ich Franziska Reichenbecher für das sorgfältige Korrektorat. Schließlich gilt mein Dank meiner Familie, allen voran Christoph und Roman, die das Buch mit Geduld und großer Unterstützung begleitet haben.

Bestimmte Teile der vorliegenden Studie entwickeln Überlegungen weiter, die bereits an anderer Stelle publiziert wurden. Bei einigen Abschnitten der Einleitung handelt es sich um eine leicht erweiterte deutsche Übersetzung des erstens Teils von »Waiting. Cultural Techniques, Media and Infrastructures«, in: Jörg Dünne/Kathrin Fehrer/Kristina Kuhn/Wolfgang Struck (Hg.): *Cultural Techniques. Spaces, Texts, Collectives*, London/New York: De Gruyter 2020, S. 73–86. Kapitel 1.4 entspricht in größeren Teilen dem Artikel »Worm World«. Infra-

struktur, Ökologie und *double binds* bei Susan Leigh Star und Karen Ruhleder«, in: Sebastian Gießmann/Nadine Taha (Hg.): *Susan Leigh Star. Grenobjekte und Medienforschung*, Bielefeld: Transcript 2017, S. 403–418. Kapitel 2 arbeitet Ideen aus, die auf den Artikel »Medium Infrastruktur. Trajektorien soziotechnischer Netzwerke in der ANT«, in: *Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung* 4 (2/2013), S. 129–148 sowie den Beitrag »Mobilizing Transport. Media, Actor-Worlds, and Infrastructures«, in: *Transfers* 3.1 (2013), S. 75–95 zurückgehen. Teile von Kapitel 2.1 entsprechen dem Artikel »Unsichtbare Stadt. Zur Medialität urbaner Architekturen«, in: *Zeitschrift für Medienwissenschaft* 12 (1/2015), S. 79–90. Bei der Darstellung des BER-Projekts in Kapitel 2.3 handelt es sich um eine deutsche Übersetzung ausgewählter Passagen des Beitrags »Time and Technology. The Temporalities of Care«, in: Axel Volmar/Kyle Stine (Hg.): *Media Infrastructures and the Politics of Digital Time. Essays on Hardwired Temporalities*, Amsterdam: Amsterdam University Press 2021, S. 55–75. Kapitel 3.2 ist eine stark erweiterte deutsche Fassung von »Staged Wrecks. The Railroad Crash between Infrastructural Lesson and Amusement«, in: Matthias Korn/Wolfgang Reißmann/Tobias Röhl/David Sittler (Hg.): *Infrastructuring Publics*, Wiesbaden: Springer VS 2019, S. 185–206. Dies gilt ebenso für Kapitel 4.1, das Überlegungen des Artikels »Im Zwischenraum der Lösungen. Reparaturarbeit und Workarounds«, in: *ilinx* 4 (2017): *Workarounds*, S. XIII–XXVIII weiterführt. Kapitel 4.2 erweitert Passagen der Texte »Umwege und Umnutzung oder: Was bewirkt ein ›Workaround‹?«, in: *Diagonal* 35 (2014): *Umnutzung*, S. 13–26 (zus. mit Sebastian Gießmann) sowie »Kludgemanship«, in: Markus Krajewski/Harun Maye (Hg.): *Universalenzyklopädie der menschlichen Klugheit. Für Bernhard Siegert*, Berlin: Kadmos 2020, S. 132–134. Bei Kapitel 4.3 handelt es sich um eine deutsche Übersetzung und Erweiterung der zunächst unter dem Titel »Abandoned Infrastructures. Technical Networks beyond Nature and Culture«, in: *Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung* 9 (1/2018), S. 127–145 publizierten Überlegungen. Kapitel 4.4 stellt eine stark erweiterte Fassung der Artikel »Time and Technology« sowie des zweiten Teils von »Waiting. Cultural Techniques, Media and Infrastructures«, in: Jörg Dünne et al. (Hg.): *Cultural Techniques. Spaces, Texts, Collectives*, London/New York: De Gruyter 2020, S. 71–84 dar.

LITERATUR

- Abel, Emily K./Margret K. Nelson (Hg.): *Circles of Care: Work and Identity in Women's Lives*, New York: State University of New York Press 1990.
- Abgeordnetenhaus Berlin: *Bericht des 1. Untersuchungsausschusses des Abgeordnetenhauses von Berlin – 17. Wahlperiode – zur Aufklärung der Ursachen, Konsequenzen und Verantwortung für die Kosten- und Terminüberschreitungen des im Bau befindlichen Flughafens Berlin Brandenburg Willy Brandt (BER)*, Drucksache 17/3000, 14. Juni 2016, <https://www.parlament-berlin.de/adoss/17/IIIPlen/vorgang/d17-3000.pdf> (28.07.2021).
- Adelung, Johann Christoph: *Grammatisch-kritisches Wörterbuch der hochdeutschen Mundart mit beständiger Vergleichung der übrigen Mundarten, besonders aber der Oberdeutschen* (1774–1786), 4 Bände (Supplementbd. 1818), 2. vermehrte und verb. Aufl. (Ausgabe letzter Hand), Leipzig: Breitkopf [und Härtel] 1793–1801.
- [Art.] »Arbeit«, in: ders.: *Grammatisch-kritisches Wörterbuch der Hochdeutschen Mundart*, Bd. 1 (1793), Sp. 418.
 - [Art.] »Aufwarten«, in: ders.: *Grammatisch-kritisches Wörterbuch der Hochdeutschen Mundart*, Bd. 1 (1793), Sp. 551.
 - [Art.] »Buße«, in: ders.: *Grammatisch-kritisches Wörterbuch der Hochdeutschen Mundart*, Bd. 1 (1793), Sp. 1277f.
 - [Art.] »Büßen«, in: ders.: *Grammatisch-kritisches Wörterbuch der Hochdeutschen Mundart*, Bd. 1 (1793), Sp. 1278–1279.
 - [Art.] »Erhalten«, in: ders.: *Grammatisch-kritisches Wörterbuch der Hochdeutschen Mundart*, Bd. 1 (1793), Sp. 1898.
 - [Art.] »Umgehen«, in: *Grammatisch-kritisches Wörterbuch der Hochdeutschen Mundart*, Bd. 4 (1801), Sp. 804–805.
 - [Art.] »Wärter«, in: ders.: *Grammatisch-kritisches Wörterbuch der Hochdeutschen Mundart*, Bd. 4 (1801), Sp. 1391.
- Adloff, Frank/Volker M. Heins (Hg.): *Konvivialismus. Eine Debatte*, Bielefeld: Transcript 2015.
- Agricola, Georgius: »De mensuris et ponderibus« [1533], in: ders.: *Ausgewählte Werke. Gedenkausgabe des Staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden*, hg. v. Hans Prescher, Bd. 5: *Schriften über Maße und Gewichte (Metrologie)*, Berlin: VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften 1959, S. 5–186.
- Ahmed, Syed Ishtiaque/Steven J. Jackson/Md. Rashidujjaman Rifat: »Learning to Fix. Knowledge, Collaboration and Mobile Phone Repair in Dhaka, Bangladesh«, in: *ICTD '15: Proceedings of the Seventh International Conference*

- on Information and Communication Technologies and Development* May 2015, Article No. 4, S. 1–10, <https://doi.org/10.1145/2737856.2738018> (15.5.2021).
- Ahnefeld, F. W./L. Brandt: »Die historischen Fundamente der Notfallmedizin«, in: *Notfall & Rettungsmedizin* 5 (2002), S. 607–612.
- Alcock, Susan E./John Bodel/Richard J.A. Talbert (Hg.): *Highways, Byways, and Road Systems in the Pre-Modern World*, Chichester u.a.: Wiley-Blackwell 2012.
- Alder, Ken: »A Revolution to Measure: The Polical Economy of the Metric System in France«, in: M. Norton Wise (Hg.): *The Values of Precision*, Princeton, NJ: Princeton University Press 1995, S. 39–71.
- *Das Maß der Welt. Die Suche nach dem Urmeter*, München: Bertelsmann 2003.
- Aldrich, Mark: *Death Rode the Rails. American Railroad Accidents and Safety, 1828–1965*, Baltimore: Johns Hopkins University Press 2006.
- *Safety First. Technology, Labour, and Business in the Building of American Work Safety 1870–1939*, Baltimore: Johns Hopkins University Press 1997.
- Alexander, Christopher: *Notes on the Synthesis of Form*, Cambridge, MA: Harvard University Press 1964.
- *The Timeless Way of Building*, New York: Oxford University Press 1979.
- Allen, Stan: »Infrastructure Urbanism«, in: ders.: *Points + Lines. Diagrams and Projects for the City*, New York: Princeton Architectural Press 1999, S. 46–89.
- Ambrosius, Gerold: »Standards und Standardisierungen in der Perspektive des Historikers – vornehmlich im Hinblick auf netzgebundene Infrastrukturen«, in: ders./Christian Henrich-Franke/Cornelius Neutsch/Guido Thiemeyer (Hg.): *Standardisierung und Integration europäischer Verkehrsinfrastrukturen in historischer Perspektive*, Baden-Baden: Nomos 2009, S. 15–36.
- Ames, Eric: »Scott Joplin's ›Great Crush Collision March‹ and the Memorialization of a Marketing Spectacle«, Post from the Baylor University Libraries Digital Collections Blog, 12. April 2012, <https://blogs.baylor.edu/digital-collections/2012/04/19/scott-joplin%E2%80%99s-%E2%80%9Cgreat-crush-collision-march-and-the-memorialization-of-a-marketing-spectacle/> (10.07.2021).
- Anderson, Ann: *Snake Oil, Hustlers and Hambones. The American Medicine Show*, Jefferson, NC/London: McFarland & Company 2000.
- Anderson, Chris: *Makers: The New Industrial Revolution*, New York: Crown Business 2012.
- Anonymus: »Bericht über die Gründungsversammlung des Zentralverbandes der preußischen Dampfkesselrevisionsvereine, 21. Juni 1884« (Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 25), in: *Quellensammlung zur Geschichte der deutschen Sozialpolitik, II. Abteilung: Von der kaiserlichen Sozialbotschaft bis zu den Februarerlassen Wilhelms II (1881–1890)*, Bd. 3: *Arbeiterschutz*, bearb. von Wolfgang Ayaß, Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 1998, Nr. 41, S. 142–145.
- »Crush Collision«, in: *The Dallas Morning News* Vol. XI, No. 353, 17. September 1896, S. 1.

- »Is Over at Last. Head-End Collision is a Thing of the Past«, in: *The Dallas Morning News* Vol. XI., No. 352, 16. September 1896, S. 1.
 - »Jahrelang nutzlos gelaufen: Hunderte Monitore am BER schon veraltet«, in: *Spiegel Online*, 15. März 2018, <http://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/berlin-750-monitore-am-ber-schon-veraltet-a-1198359.html> (28.07.2021).
 - »S-Bahn-Lüftungsfahrt zum Airport BER«, in: *Berliner Verkehrsblätter* 60.4 (2013), S. 67.
 - »Schwarzbuch« – Steuerzahlerbund prangert leuchtende Gullydeckel an«, *Deutschlandfunk* vom 30. September 2015, https://www.deutschlandfunk.de/schwarzbuch-steuerzahlerbund-prangert-leuchtende.1818.de.html?dram%3Aarticle_id=332532 (30.3.2020).
 - »They are Ready. Arrangements for the Great Head-End Collision Have All Been Made«, in: *The Dallas Morning News* Vol. XI, No. 350, 14. September 1896, S. 5.
 - [Art.] »Unterbau«, in: Victor von Röhl (Hg.): *Enzyklopädie des Eisenbahnwesens*, Bd. 10, 2., vollständig neu bearbeitete Aufl., Berlin/Wien: Urban & Schwarzenberg 1923, S. 76.
- Apel, Dora: *Beautiful Terrible Ruins. Detroit and the Anxiety of Decline*, New Brunswick/London: Rutgers University Press 2015.
- Appadurai, Arjun (Hg.): *The Social Life of Things. Commodities in a Cultural Perspective*, Cambridge u.a.: Cambridge University Press 1986.
- ARCH+ 191/192 (März 2009): *Schwellenatlas. Von Abfallzerkleinerer bis Zeitmaschine*, hg. v. Elke Beyer, Kim Förster, Anke Hagemann, Laurent Stalder.
- Archiv für Mediengeschichte* (2009): *Gefahrensinn*, hg. v. Lorenz Engell, Bernhard Siebert und Joseph Vogl, München: Fink 2009.
- Arens, Robert M.: »Say Nice Things About Detroit: Private Visions and Public Debate«, in: *Architecture, Material and Imagined. Proceedings of the 85th ACSA Annual Meeting and Technology Conference*, hg. v. Lawrence W. Speck, Association of Collegiate Schools of Architecture 1997, S. 634–638.
- Arthurs, Jane/Iain Grant (Hg.): *Crash Cultures. Modernity, Mediation, and the Material*, Bristol/Portland: Intellect 2003.
- Ashby, Leroy: *With Amusement for All. A History of American Popular Culture since 1830*, Lexington, KY: The University of Kentucky Press 2006.
- Ashby, W. Ross: *An Introduction to Cybernetics*, London: Chapman & Hall 1957.
- Asper, Markus: [Art.] »Kanon«, in: *Historisches Wörterbuch der Rhetorik*, Bd. 4, hg. v. Gert Ueding, Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 1998, Sp. 869–882.
- Augsburger Postzeitung* Nr. 136, 16. Mai 1842, https://digipress.digitale-sammlungen.de/view/bsb10505228_00779_u001/1 (10.07.2021).
- Austin, Dan: *Lost Detroit. Stories Behind the Motor City's Majestic Ruins*, Photography by Sean Doerr, Charleston, SC u.a.: History Press 2010.
- Ausubel, Jesse H./Robert Herman: »Cities and Infrastructure: Synthesis and Perspectives«, in: dies. (Hg.): *Cities and Their Vital Systems. Infrastructure Past, Present and Future*, Washington, DC: National Academy Press 1988, S. 1–21.

- Badenoch, Alexander: »Myths of the European Network: Construction of Cohesion in Infrastructure Maps«, in: ders./Andreas Fickers (Hg.): *Materializing Europe. Transnational Infrastructures and the Project of Europe*, Basingstoke/New York: Palgrave Macmillan 2010, S. 47–77.
- Badenoch, Alexander/Andreas Fickers: »Introduction: Europe Materializing? Toward a Transnational History of European Infrastructures«, in: dies. (Hg.): *Materializing Europe. Transnational Infrastructures and the Project of Europe*, Basingstoke/New York: Palgrave Macmillan 2010, S. 1–23.
- Baier, Andrea/Tom Hansing/Christa Müller/Karin Werner (Hg.): *Die Welt reparieren. Open Source und Selbermachen als postkapitalistische Praxis*, Bielefeld: Transcript 2016.
- Balke, Friedrich/Bernhard Siegert/Joseph Vogl: »Editorial«, in: *Archiv für Mediengeschichte* (2016): *Medien der Bürokratie*, S. 5–12.
- Bammé, Arno: *Science and Technology Studies. Ein Überblick*, Marburg: Metropolis 2009.
- Barlösius, Eva: *Infrastrukturen als soziale Ordnungsdienste. Ein Beitrag zur Gesellschaftsdiagnose*, Frankfurt a.M./New York: Campus 2019.
- Barry, John A.: »Whence Cometh the Term Kludge? – Three Theories«, in: *InfoWorld* 5/32 (1983), S. 33f.
- Barthes, Roland: *Über mich selbst*, aus dem Franz. v. Jürgen Hoch, München: Matthes & Seitz 1978.
- Bateson, Gregory: »Double bind, 1969«, in: ders.: *Steps to an Ecology of Mind*, New York: Ballantine Books 1972, S. 271–278.
- »Minimal Requirements for a Theory of Schizophrenia«, in: ders.: *Steps to an Ecology of Mind*, New York: Ballantine Books 1972, S. 244–270.
- *Steps to an Ecology of Mind*, New York: Ballantine Books 1972.
- »The Logical Categories of Learning and Communication« [1964], in: ders.: *Steps to an Ecology of Mind*, New York: Ballantine Books 1972, S. 279–308.
- Baumgartner, Andreas: *Anleitung zum Heizen der Dampfkessel und zur Wartung der Dampfmaschinen*, Wien: Heubner 1841.
- Beck, Ulrich: *Weltrisikogesellschaft. Auf der Suche nach der verlorenen Sicherheit*, Frankfurt a.M.: Suhrkamp 2007.
- Becker, Howard S.: *Art Worlds* [1982], 25th Anniversary Edition. Updated and Expanded, Berkeley u.a.: University of California Press 2008.
- Beeger, Britta: »Flughafen BER – Eine Chronik des Scheiterns«, in: *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 6. März 2017, <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/flughafen-ber-eine-chronik-des-scheiterns-13895339.html> (28.07.2021).
- Beniger, James R.: *The Control Revolution. Technological and Economic Origins of the Information Society*, Cambridge, MA/London: Harvard University Press 1986.
- Bentley, Nancy: *Frantic Panoramas. American Literature and Mass Culture, 1870–1920*, Philadelphia: University of Pennsylvania Press 2009.
- Berz, Peter: *08/15. Ein Standard des 20. Jahrhunderts*, München: Fink 2001.
- Bhatti, Yasser/Shaiста E. Khilji/Radha Basu: »Frugal Innovation«, in: Shaista E. Khilji/Chris Rowley (Hg.): *Globalization, Change and Learning in South Asia*, Oxford u.a.: Chandos 2013, S. 123–145.

- Bhatti, Yasser/Radha Ramaswami Basu/David Barron/Marc J. Ventresca: *Frugal Innovation: Models, Means, Methods*, Cambridge: Cambridge University Press 2018.
- Bickenbach, Matthias: »Das unheimliche Haus. Struktur und Genealogie einer populären Heterotopie«, in: Heiko Christians/Georg Mein (Hg.): *In da House. Das Haus und seine Vorstellung in den Künsten und Wissenschaften*, Paderborn: Fink 2016, S. 209–238.
- »Robert Musil und die neuen Gesetze des Autounfalls«, in: Christian Kassung (Hg.): *Die Unordnung der Dinge. Eine Wissens- und Mediengeschichte des Unfalls*, Bielefeld: Transcript 2009, S. 89–116.
- Bickenbach, Matthias/Michael Stolzke: *Die Geschwindigkeitsfabrik. Eine fragmentarische Geschichte des Autounfalls*, Berlin: Kulturverlag Kadmos 2014.
- Bijker, Wiebe E./Thomas P. Hughes/Trevor J. Pinch (Hg.): *The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*, Cambridge, MA/London: MIT Press 1989.
- Bijsterveld, Karin: *Mechanical Sound. Technology, Culture, and Public Problems of Noise in the Twentieth Century*, Cambridge, MA: MIT Press 2008.
- Black, Ernest W.: *Cursus Publicus. The Infrastructure of Government in Roman Britain*, Oxford: Tempus Reparatum 1995.
- Blau, Evelyn/Norbert Weiß/Antonia Wenisch: *Die Reparaturgesellschaft. Das Ende der Wegwerfkultur*, Wien: Verlag des Österreichischen Gewerkschaftsbundes 1997.
- Blum: »Fragen der Bahnunterhaltung« [Teil I und II], in: *Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens in technischer Beziehung*. Neue Folge XXVII, H. 6 (1890), S. 228/229 (Teil I) sowie Neue Folge XXVIII, H. 1 (1891), S. 22/23 (Teil II).
- Blum, Julian: »Spukhaus und Ruin Porn. Zur Ethik des Hin- und Wegsehens in vakanten Architekturen«, in: Franca Buss/Philipp Müller (Hg.): *Hin- und Wegsehen. Formen und Kräfte von Gewaltbildern*, Berlin/Boston: De Gruyter 2020, S. 101–120.
- Bode, G.: »Eisenbahnrettungswesen«, in: Ludwig R. Stockert (Hg.): *Handbuch des Eisenbahnmaschinenwesens*, Bd. 3: *Werkstätten*, Berlin/Heidelberg: Springer 1908, S. 382–423.
- [Art.] »Unfallverhütung«, in: Victor von Röhl (Hg.): *Enzyklopädie des Eisenbahnwesens*, Bd. 10, 2., vollständig neu bearbeitete Aufl., Berlin/Wien: Urban & Schwarzenberg 1923, S. 43–48.
- Böhme, Hartmut: »Die Ästhetik der Ruinen«, in: Dietmar Kamper/Christoph Wulf (Hg.): *Der Schein des Schönen*, Göttingen: Steidl 1989, S. 287–304.
- »Einführung. Netzwerke. Zur Theorie und Geschichte einer Konstruktion«, in: Jürgen Barkhoff/Hartmut Böhme/Jeanne Riou (Hg.): *Netzwerke. Eine Kulturtechnik der Moderne*, Köln: Böhlau 2004, S. 17–36.
- Borg, Kevin L.: *Auto Mechanics: Technology and Expertise in Twentieth Century America*, Baltimore: Johns Hopkins University Press 2007.
- Bowker, Geoffrey C.: »Information Mythology: The World of/as Information«, in: Lisa Bud-Frierman (Hg.): *Information Acumen. The Understanding and Use of Knowledge in Modern Business*, London/New York: Routledge 1994, S. 231–247.

- Bowker, Geoffrey C./Karen Baker/Florence Millerand/David Ribes: »Toward Information Infrastructure Studies: Ways of Knowing in a Networked Environment«, in: Jeremy Hunsinger/Lisbeth Klastrup/Matthew Allen (Hg.): *International Handbook of Internet Research*, Dordrecht/London: Springer 2010, S. 97–117.
- Bowker, Geoffrey C./Susan Leigh Star: *Sorting Things Out. Classification and its Consequences*, Cambridge, MA/London: MIT Press 1999.
- Bowker, Geoffrey C./Susan Leigh Star/William Turner/Les Gasser (Hg.): *Social Science, Technical Systems and Cooperative Work: Beyond the Great Divide*. Hillsdale, NJ: Erlbaum 1997.
- Bowker, Geoffrey C./Stefan Timmermans/Adele E. Clarke/Ellen Balka (Hg.): *Boundary Objects and Beyond. Working With Leigh Star*, Cambridge, MA/London: MIT Press 2015.
- Braehmer, Otto: *Eisenbahnhygiene*, 2. Aufl., neu bearb. von Ernst Schwechten, Jena: Gustav Fischer 1904.
- Brand, Stewart: *How Buildings Learn: What Happens After They're Built*, London: Penguin 1994.
- *The Clock of the Long Now. Time and Responsibility*, New York: Basic Books 1999.
- Braun, Ingo: »Geflügelte Saurier. Zur intersystemischen Vernetzung großer technischer Systeme«, in: ders./Bernward Joerges (Hg.): *Technik ohne Grenzen*, Frankfurt a.M.: Suhrkamp 1994, S. 446–501.
- Braun, Ingo/Bernward Joerges (Hg.): *Technik ohne Grenzen*, Frankfurt a.M.: Suhrkamp 1994.
- Braungart, Michael/William McDonough: *Cradle to Cradle. Einfach intelligent produzieren* [2002], München: Piper 2014.
- Brauser, Paul/Joseph Spennrath: *Der praktische Maschinenwärter. Anleitung für Maschinisten und Heizer sowie zum Unterricht in technischen Schulen*, 4. verm. und verb. Aufl., Berlin: Krayn 1905.
- Breger, Claudia: »Zur Debatte um den ›Sonderweg deutsche Medienwissenschaft‹«, in: *Zeitschrift für Medienwissenschaft* 1 (1/2009): *Motive*, S. 124–127.
- Breusing, Karl: [Art.] »Hilfszug«, in: Victor von Röll (Hg.): *Enzyklopädie des Eisenbahnwesens*, Bd. 6, 2., vollständig neu bearbeitete Aufl., Berlin/Wien: Urban & Schwarzenberg 1914, S. 194–197.
- [Art.] »Sonderzug«, in: Victor von Röll (Hg.): *Enzyklopädie des Eisenbahnwesens*, Bd. 9, 2., vollständig neu bearbeitete Aufl., Berlin/Wien: Urban & Schwarzenberg 1921, S. 76–80.
- Briese, Olaf/Thimo Günther: »Katastrophe. Terminologische Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft«, in: *Archiv für Begriffsgeschichte* 51 (2009), S. 155–195.
- Brinkmann, Burghart: *Internationales Wörterbuch der Metrologie. Grundlegende und allgemeine Begriffe und zugeordnete Benennungen (VIM). Deutsch-englische Fassung ISO/IEC-Leitfaden 99:2007*, korrigierte Fassung 2012, hg.v. Deutschen Institut für Normung (DIN), 4. Aufl., Berlin u.a.: Beuth 2012.
- Broch, Jan/Markus Rassiller/Daniel Scholl (Hg.): *Netzwerke der Moderne: Erkundungen und Strategien*, Würzburg: Königshausen & Neumann 2007.

- Brockhaus' Kleines Konversationslexikon*, 5., vollständig neubearb. Aufl. in zwei Bänden, Bd. 2, Leipzig: F.A. Brockhaus 1911. Zitiertes Eintrag: [Art.] »Reparatur«, S. 517.
- Bröckling, Ullrich: »Dispositive der Vorbeugung: Gefahrenabwehr, Resilienz, Precaution«, in: Christopher Daase/Philipp Offermann/Valentin Rauer (Hg.): *Sicherheitskultur. Soziale und politische Praktiken der Gefahrenabwehr*, Frankfurt a.M.: Campus 2012, S. 93–108.
- Brohm, Holger/Sebastian Gießmann/Gabriele Schabacher/Sandra Schramke (Hg.): *Workarounds. Praktiken des Umwegs*, Hamburg: Philo Fine Arts 2017 (= *ilinx. Berliner Beiträge zur Kulturwissenschaft* 4).
- Brokoff, Jürgen/Jürgen Fohrmann/Hedwig Pompe/Brigitte Weingart (Hg.): *Die Kommunikation der Gerüchte*, Göttingen: Wallstein 2008.
- Brottman, Mikita (Hg.): *Car Crash Culture*, New York: Palgrave Macmillan 2001.
- Buchner, Thomas: [Art.] »Störer«, in: *Enzyklopädie der Neuzeit*, hg. v. Friedrich Jaeger, Bd. 12, Stuttgart/Weimar: Metzler 2010, Sp. 1050–1052.
- Burke, Edmund: *Philosophische Untersuchung über den Ursprung unserer Ideen vom Erhabenen und Schönen*, übers. v. Friedrich Bassenge, neu eingeleitet und hg. v. Werner Strube, Hamburg: Meiner 1989.
- Burke, John G.: »Bursting Boilers and the Federal Power«, in: *Technology and Culture* 7.1 (Winter 1966), S. 1–23.
- Burn, Robert Scott: *Das Nothwendige und Wesentliche zur Kenntniß der Dampfmaschinen, ihrer Geschichte, ihres Mechanismus, ihrer Behandlung und Wartung. Für Solche, welche sich in der Kürze über alles Hauptsächliche dieser großartigen Motoren unterrichten wollen, wie sie beim Bergbau, Hütten-, Mühlen- und gesammten Fabrikwesen, als stehende und locomobile Maschinen, ferner auf Schiffen und auf Eisenbahnen als Locomotiven benutzt werden*, nach dem Englischen frei und allgemein verständlich bearbeitet von Carl Hartmann, Weimar: Voigt 1855.
- Burrell, Jenna: *Invisible Users. Youth in the Internet Cafés of Urban Ghana*, Cambridge, MA: MIT Press 2012.
- Busch, Lawrence: *Standards. Recipes for Reality*, Cambridge, MA/London: MIT Press 2011.
- Butler, Judith: *Precarious Life: The Power of Mourning and Violence*, London: Verso, 2016.
- Cairns, Stephen/Jane M. Jacobs: *Buildings Must Die. A Perverse View of Architecture*, Cambridge, MA/London: MIT Press 2014.
- Calhoun, Craig: »A World of Emergencies. Fear, Invention, and the Limits of Cosmopolitan Order«, in: *Canadian Review of Sociology and Anthropology* 41 (2004), S. 373–395.
- Calhoun, Mary: *Medicine Show: Conning People and Making Them Like it*, New York: Harper & Row 1976.
- Callon, Michel: »Die Soziologie eines Akteur-Netzwerkes: Der Fall des Elektrofahrzeugs« [1986], in: Andréa Belliger/David J. Krieger (Hg.): *ANThology. Ein einführendes Handbuch zur Akteur-Netzwerk-Theorie*, Bielefeld: Transcript 2006, S. 175–193.

- »Einige Elemente einer Soziologie der Übersetzung: Die Domestikation der Kammuscheln und der Fischer der St. Brieuc-Bucht« [1986], in: Andréa Belliger/David J. Krieger (Hg.): *ANThology. Ein einführendes Handbuch zur Akteur-Netzwerk-Theorie*, Bielefeld: Transcript 2006, S. 135–175.
- Calvino, Italo: *Die unsichtbaren Städte* [1972], Frankfurt a.M.: Fischer 2013.
- Caplan, Eric: »Trains and Trauma in the American Gilded Age«, in: Mark S. Micale/Paul Lerner (Hg.): *Traumatic Pasts. History, Psychiatry, and Trauma in the Modern Age, 1870–1930*, Cambridge u.a.: Cambridge University Press 2001, S. 59–77.
- Castells, Manuel: *Der Aufstieg der Netzwerkgesellschaft. Das Informationszeitalter I*, Opladen: Leske+ Budrich 2004.
- Chakrabarty, Dipesh: *Provincializing Europe. Postcolonial Thought and Historical Difference*, Princeton: Princeton University Press 2000.
- »The Climate of History: Four Theses«, in: *Critical Inquiry* 35.2 (2009), S. 197–222.
- Chandler, Alfred D.: *The Visible Hand. The Managerial Revolution in American Business*, Cambridge, MA/London: Harvard University Press 1977.
- Chandler, Alfred D./James W. Cortada (Hg.): *A Nation Transformed by Information. How Information Has Shaped The United States From Colonial Times to the Present*, Oxford u.a.: Oxford University Press 2000.
- Chun, Wendy Hui Kyong: »Queering Homophily. Muster der Netzwerkanalyse«, in: *Zeitschrift für Medienwissenschaft* 18 (1/2018): *Medienökonomien*, S. 131–148.
- Clausen, Lars/Elke M. Geenen/Elísio Macamo (Hg.): *Entsetzliche soziale Prozesse. Theorie und Empirie der Katastrophen*, Münster: LIT Verlag 2003.
- Clifford, James/George E. Marcus (Hg.): *Writing Culture. The Poetics and Politics of Ethnography*, Berkeley: University of California Press 1986.
- Cochrane, Rexmond C.: *Measures for Progress. A History of the National Bureau of Standards*, Washington: U.S. Department of Commerce 1966.
- Cohn, Marisa Leavitt: »Convivial Decay: Entangled Lifetimes in a Geriatric Infrastructure« in: *Proceedings of the 19th ACM Conference on Computer-Supported Cooperative Work & Social Computing 2016* (2016), S. 1511–1523.
- Collins, Harry/Trevor J. Pinch: »Auf den Start reduziert: Das Challenger-Unglück«, in: Christian Kassung (Hg.): *Die Unordnung der Dinge. Eine Wissens- und Mediengeschichte des Unfalls*, Bielefeld: Transcript, S. 153–181.
- Columbia Accident Investigation Board (CAIB): *Report Volume I*, August 2003, NASA/Government Printing Office Washington 2003, http://s3.amazonaws.com/akamai.netstorage/anon.nasa-global/CAIB/CAIB_lowres_full.pdf (03.07.2021).
- Connally, E.L. (Compiler): *The Crash at Crush: Famous Duel of the Iron Monsters. Waco, Texas, U.S.A. September 15, 1896*, Waco: Texian Press 1960.
- Connolly, »Head-on Joe« [Joseph]: »I Wrecked 146 Locomotives. As Told to Thomas V. Garry«, in: *Railroad Stories* Vol. XI, No. 1 (April 1933), S. 39–46.
- Constantinides, Panos/Ola Henfridsson/Geoffrey G. Parker: »Introduction – Platforms and Infrastructures in the Digital Age«, in: *Information Systems Research* 29.2 (2018): *Digital Infrastructure and Platforms*, S. 381–400.

- Conze, Werner: [Art.] »Arbeit«, in: *Geschichtliche Grundbegriffe. Historisches Lexikon zur politisch-sozialen Sprache in Deutschland*, hg.v. Otto Brunner, Werner Conze u. Reinhart Koselleck, Bd. 1, Stuttgart: Klett 1972, S. 154–215.
- Coutard, Olivier (Hg.): *The Governance of Large Technical Systems*, London/New York: Routledge 1999.
- Cox, Mike: *Train Crash at Crush, Texas: America's Deadliest Publicity Stunt*, Charleston, SC: History Press 2019.
- Crutzen, Paul: »Geology of Mankind«, in: *Nature* 415 (2002), S. 23.
- Daase, Christopher/Oliver Kessler: »Knowns and Unknowns in the ›War on Terror‹: Uncertainty and the Political Construction of Danger«, in: *Security Dialogue* 38.4 (2007), S. 411–434.
- Dalakoglou, Dimitris: »The Road: An Ethnography of the Albanian-Greek Cross-border Motorway«, in: *American Ethnology* 37.1 (2010), S. 132–149.
- Dant, Tim: »The Work of Repair. Gesture, Emotion and Sensual Knowledge«, in: *Sociological Review Online* 15.3 (2010), <http://www.socresonline.org.uk/15/3/7.html> (20.3.2020).
- David, Paul A.: »Clio and the Economics of QWERTY«, in: *The American Review* 75.2 (1985), S. 332–337.
- Day, Amber (Hg.): *DIY Utopia: Cultural Imagination and the Remaking of the Possible*, Lanham u.a.: Lexington Books 2017.
- de Laet, Marianne/Annemarie Mol: »The Zimbabwe Bush Pump. Mechanics of a Fluid Technology«, in: *Social Studies of Science* 30.2 (2000), S. 225–263.
- Deharme, Ernest: *Chemins des fer superstructure*, Paris: Baudry 1890.
- Delamont, Sara/Paul Atkinson: »Doctoring Uncertainty: Mastering Craft Knowledge«, in: *Social Studies of Science* 31.1 (2001), S. 87–101.
- [Delbrück, Hugo:] »Denkschrift des Vorsitzenden des Vereins zur Überwachung von Dampfkesseln in Pommern Dr. Hugo Delbrück für den preußischen Handelsminister Otto Fürst von Bismarck, [14. April] 1884«, in: *Quellensammlung zur Geschichte der deutschen Sozialpolitik*, II. Abteilung: *Von der kaiserlichen Sozialbotschaft bis zu den Februarerlassen Wilhelms II (1881–1890)*, Bd. 3: *Arbeiterschutz*, bearb. von Wolfgang Ayaß, Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 1998, Nr. 37, S. 124–128.
- Deleuze, Gilles: *Differenz und Wiederholung* [1968], 3. Aufl., München: Fink 2007.
- Denis, Jérôme/David Pontille: »Material Ordering and the Care of Things«, in: *Science, Technology & Human Values* 40.3 (2015), S. 338–367.
- Dennett, Andrea Stulman/Nina Warnke: »Disaster Spectacles at the Turn of the Century«, in: *Film History* 4 (1990), S. 101–111.
- Derrida, Jacques: *Das andere Kap. Die vertagte Demokratie. Zwei Essays zur Europa*, Frankfurt a.M.: Suhrkamp 1992.
- »Die différance« [1968], in: ders.: *Randgänge der Philosophie*, hg.v. Peter Engelmann, Wien: Passagen 1988, S. 29–52.
 - »Signatur Ereignis Kontext« [1971], in: ders.: *Randgänge der Philosophie*, hg.v. Peter Engelmann, Wien: Passagen 1988, S. 291–314; neu übers. wieder in: Jacques Derrida: *Limited Inc.*, hg.v. Peter Engelmann, Wien: Passagen 2001, S. 15–45.

- DeSilvey, Caitlin: *Curated Decay. Heritage Beyond Saving*, Minneapolis/London: University of Minnesota Press 2017.
- Desrosières, Alain: *Die Politik der großen Zahlen. Eine Geschichte der statistischen Denkweise* [1995], 2. Aufl., Berlin/Heidelberg/New York: Springer 2005.
- Desrosières, Alain/Laurent Thévenot: *Les catégories socioprofessionnelles*, Paris: Découverte 1988.
- Deutsches Rechtswörterbuch. Wörterbuch der älteren deutschen Rechtssprache*, hg.v. der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, 16 Bände, Bd. XI, bearbeitet von Heino Speer, Weimar: Verlag Hermann Böhlaus Nachfolger Weimar 2003–2007. Zitierte Einträge: [Art.] »Reparation«, Sp. 910f.; [Art.] »Reparatur«, Sp. 911; [Art.] »reparieren«, Sp. 911f.; [Art.] »Reparierung«, Sp. 912.
- Dhillon, B.S.: *Human Reliability, Error, and the Human Factor in Engineering Maintenance, with Reference to Aviation and Power Generation*, Boca Raton, FL u.a.: CRC Press 2009.
- Digitales Wörterbuch der Deutschen Sprache. Das Wortauskunftssystem zur deutschen Sprache in Geschichte und Gegenwart*, hg.v. der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften, <https://www.dwds.de/>. Zitiertes Eintrag: [Art.] »bauen²«, <https://www.dwds.de/wb/bauen#2> (24.06.2021).
- DIN 31051:2019–06. *Grundlagen der Instandhaltung*, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin: Beuth Verlag 2019.
- DIN EN 13306:2001–09. *Begriffe der Instandhaltung*, DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin: Beuth Verlag 2001.
- Döblin, Alfred: *Berlin Alexanderplatz* [1929], München: dtv 1993.
- »Berlin, die unsichtbare Stadt«, in: *Berlin 1928. Das Gesicht der Stadt*, fotografiert von Mario von Bucovich, Geleitwort von Alfred Döblin, Bild-erläuterungen und Nachwort von Franz-Werner Klünner, Berlin: Nicolai 1992, S. 5–7.
 - »Der Geist des naturalistischen Zeitalters« [1924], in: ders.: *Schriften zu Ästhetik, Poetik und Literatur*, hg.v. Erich Kleinschmidt, Olten/Freiburg i.Br.: Walter 1989, S. 168–190.
- Dombrowsky, Wolf R.: »Schutz kritischer Infrastrukturen als Grundproblem der modernen Gesellschaft«, in: Michael Kloepfer (Hg.): *Schutz kritischer Infrastrukturen. IT und Energie*, Baden-Baden: Nomos 2010, S. 27–38.
- »Zur Entstehung der soziologischen Katastrophenforschung – eine wissenshistorische und -soziologische Reflexion«, in: Carsten Felgentreff/Thomas Glade (Hg.): *Naturrisiken und Sozialkatastrophen*, Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag 2008, S. 63–76.
- Dommann, Monika: »08/15, QWERTY, PAL-SECAM, Paletten und MP3: Standards als kulturelle Artefakte«, in: Thomas M.J. Möllers (Hg.): *Geltung und Faktizität von Standards*, Baden-Baden: Nomos 2009, S. 253–260.
- [dpa:] »Zu laut: Platz über Kölner Philharmonie 1 000 Mal im Jahr gesperrt«, in: *General-Anzeiger* vom 6. November 2008, https://www.general-anzeiger-bonn.de/region/zu-laut-platz-ueber-koelner-philharmonie-1-000-mal-im-jahr-gesperrt_aid-40358493 (30.03.2020).

- Drechsel, Benjamin/Friedrich Jaeger/Helmut König/Anne-Katrin Lang/Claus Leggewie (Hg.): *Bilder von Europa. Innen- und Außenansichten von der Antike bis zur Gegenwart*, Bielefeld: Transcript 2010.
- Duffy, Francis/Alex Henney: *The Changing City*, London: Bullstrode Press 1989.
- Düillo, Thomas/Franz Liebl (Hg.): *Cultural Hacking. Kunst des strategischen Handelns*, Wien/New York: Springer 2005.
- Dünkelberg, Wilhelm Friedrich: *Enzyklopädie und Methodologie der Kulturtechnik zum Gebrauche an landwirthschaftlichen und technischen Lehranstalten und zum Selbstunterricht für Landwirthe, Techniker und Verwaltungsbeamte*, 2 Bände, Braunschweig: Vieweg und Sohn 1883.
- Dwivedi Johri, Ankita: »One Hack of a Vehicle«, in: *The Indian Express* vom 25. Oktober 2015, <https://indianexpress.com/article/india/india-news-india/one-hack-of-a-vehicle/> (04.04.2020).
- Dyer, James: »Infographic: Anatomy of a West Wing Walk-And-Talk«, in: *Empire. The Definitive History of The West Wing*, <https://www.empireonline.com/west-wing/walkandtalk1.html> (21.05.2021).
- Easterling, Keller: *Extrastatecraft. The Power of Infrastructure Space*, London/New York: Verso 2014.
- Echterhölter, Anna: *Infrastrukturen der Asymmetrie. Vom ökonomischen Handwerk des Messens*, Manuskript Habilitationsschrift, Berlin 2017.
- Edensor, Tim: *Industrial Ruins. Space, Aesthetics and Materiality*, Oxford/New York: Berg 2005.
- Edgerton, David: »Creole Technologies and Global Histories: Rethinking how Things Travel in Space and Time«, in: *Journal of History of Science and Technology* 1.1 (2007), S. 75–112.
- *The Shock of the Old. Technology and Global History since 1900*, London: Profile Books 2006.
- Edwards, Paul N.: »Infrastructure and Modernity: Force, Time, and Social Organization in the History of Sociotechnical Systems«, in: Thomas J. Misa/Philip Brery/Andrew Feenberg (Hg.): *Modernity and Technology*, Cambridge, MA: MIT Press 2003, S. 185–225.
- Edwards, Paul N./Steven J. Jackson/Geoffrey Bowker/Cory Knobel: *Understanding Infrastructure: Dynamics, Tensions, Designs. Report of a Workshop on »History & Theory of Infrastructure: Lessons for New Scientific Cyberinfrastructures«* (Jan. 2007), National Science Foundation Grant 0630263, <https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/49353/UnderstandingInfrastr?sequence=3> (21.07.21).
- Edwards, Paul N./Steven J. Jackson/Geoffrey Bowker/Robin Williams: »Introduction: An Agenda for Infrastructure Studies«, in: *Journal of the Association for Information Systems* 10.5 (2009), Special Issue on e-Infrastructure, S. 365–374.
- Eggersgluß, Christoph: »Soziale Härten. Ontographien des Platzierens«, in: Christina Lechtermann/Stefan Rieger (Hg.): *Das Wissen der Oberfläche – Epistemologie des Horizontalen und Strategien der Benachbarung*, Berlin/Zürich: Diaphanes 2015, S. 213–234.

- Egyedi, Tineke: »Infrastructure Flexibility Created by Standardized Gateways: The Cases of XML and the ISO Container«, in: *Knowledge, Technology & Policy* 14.3 (2001), S. 41–54.
- Egyedi, Tineke/Donna Mehos (Hg.): *Inverse Infrastructures. Disrupting Networks from Below*, Cheltenham/Northampton, MA: Edward Elgar 2012.
- Eigner, Martin/Stelzer, Ralph: *Product Lifecycle Management. Ein Leitfaden für Product Development und Life Cycle Management*, 2. neu bearb. Aufl., Berlin u.a.: Springer 2009.
- Ein Jahrhundert Selbstverwaltung in der Technischen Überwachung. Zum 100jährigen Bestehen des Technischen Überwachungs-Vereins Baden e. V.*, hg.v. Technischen Überwachungs-Verein Baden e. V., Mannheim: Besting 1966.
- Eiselsberg, Anton von/von Rosmanith: [Art.] »Rettungswesen«, in: Victor von Röll (Hg.): *Enzyklopädie des Eisenbahnwesens*, Bd. 8, 2., vollständig neu bearbeitete Aufl., Berlin/Wien: Urban & Schwarzenberg 1917, S. 198–211.
- Elmqvist, Thomas et al.: »Urban Tinkering«, in: *Sustainability Science* 13 (2018), S. 1549–1564.
- Emgin, Bahar: »Trashion. The Return of the Disposed«, in: *Design Issues* 28.1 (2012), S. 63–71.
- Emmett, Robert/Thomas Lekan (Hg.): *Whose Anthropocene? Revisiting Dipesh Chakrabarty's »Four Theses«*, München: The Rachel Carson Center 2016 (= *Rachel Carson Center Perspectives* 2016/2).
- Engels, Jens Ivo/Alfred Nordmann (Hg.): *Was heißt Kritikalität? Zu einem Schlüsselbegriff der Debatte um Kritische Infrastrukturen*, Bielefeld: Transcript 2018.
- Ensmenger, Nathan: *The Computer Boys Take Over. Computers, Programmers, and the Politics of Technical Expertise*, Cambridge, MA/London: MIT Press 2010.
- Eßlinger, Eva/Tobias Schlechtriemen/Doris Schweitzer/Alexander Zons (Hg.): *Die Figur des Dritten. Ein kulturwissenschaftliches Paradigma*, Frankfurt a.M.: Suhrkamp 2010.
- Europäisches Parlament: *Bericht über das Thema »Auf dem Weg zu einem nachhaltigeren Binnenmarkt für Unternehmen und Verbraucher«* (2020/2021(INI)), Plenarsitzungsdokument, A9–0209/2020, 3.11.2020. Ausschuss für Binnenmarkt und Verbraucherschutz, Berichterstatter: David Cormand, https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2020-0209_DE.pdf (30.11.2021).
- Fabricius, Michael: »Pannflughafen: Die BER-Eröffnung lässt sich kaum noch verhindern«, in: *Die Welt*, 24. Januar 2020, <https://www.welt.de/wirtschaft/article205294181/Pannflughafen-Die-BER-Eroeffnung-laesst-sich-kaum-noch-verhindern.html> (28.07.2021).
- Farman, Jason: *Delayed Response: The Art of Waiting from the Ancient to the Instant World*, New Haven/London: Yale University Press 2018.
- »Repair and Software. Updates, Obsolescence, and Mobile Culture's Operating Systems«, in: *continent* 6.1 (2017), Special Issue *R3pair Volume*, hg.v. Lara Houston et al., S. 20–24.

- Faßler, Manfred: *Netzwerke. Einführung in die Netzstrukturen, Netzkulturen und verteilte Gesellschaftlichkeit*, München: Fink 2007.
- Felgentreff, Carsten/Thomas Glade (Hg.): *Naturrisiken und Sozialkatastrophen*, Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag 2008.
- Fennetaux, Ariane/Amélie Junqua/Sophie Vasset (Hg.): *The Afterlife of Used Things. Recycling in the Long Eighteenth Century*, New York/London: Routledge 2015.
- Fickers, Andreas: »Politique de la grandeur« versus »Made in Germany«. *Politische Kulturgeschichte der Technik am Beispiel der PAL-SECAM-Kontroverse*, München: Oldenbourg 2007.
- Fischer-Homberger, Esther: »Der Eisenbahnunfall von 1842 auf der Paris-Versailles-Linie. Traumatische Dissoziation und Fortschrittsgeschichte«, in: Christian Kassung (Hg.): *Die Unordnung der Dinge. Eine Wissens- und Mediengeschichte des Unfalls*, Bielefeld: Transcript 2009, S. 49–88.
- »Railway Spine und traumatische Neurose – Seele und Rückenmark«, in: *Gesnerus* 27 (1975), S. 96–111.
- Fisher, Berenice/Joan Tronto: »Toward a Feminist Theory of Caring«, in: Emily K. Abel/Margret K. Nelson (Hg.): *Circles of Care: Work and Identity in Women's Lives*, New York: State University of New York Press 1990, S. 35–62.
- Flick-Werk. *Reparieren und Umnutzen in der Alltagskultur*. Begleitheft zur Ausstellung im Württembergischen Landesmuseum Stuttgart vom 15. Oktober bis 15. Dezember 1983, hg. v. Ludwig-Uhland-Institut für empirische Kulturwissenschaft der Universität Tübingen und dem Württembergischen Landesmuseum Stuttgart/Volkskundliche Sammlung, Stuttgart: Württembergisches Landesmuseum 1983.
- Floyd, Christiane/Wolf-Michael Mehl/Fanny-Michaela Reisin/Gerhard Schmidt/Gregor Wolf: »Out of Scandinavia: Alternative Approaches to Software Design and System Development«, in: *Human-Computer Interaction* 4 (1989), S. 253–350.
- Fontaine, Laurence (Hg.): *Alternative Exchanges. Second Hand Circulations from the Sixteenth Century to the Present*, New York: Berghahn 2008.
- Foray, Dominique: »The Dynamic Implications of Increasing Returns: Technological Change and Path Dependent Inefficiency«, in: *International Journal of Industrial Organization* 15 (1997), S. 733–752.
- ForsthoFF, Ernst: *Der Staat der Industriegesellschaft. Dargestellt am Beispiel der Bundesrepublik Deutschland*, München: Beck 1971.
- *Die Verwaltung als Leistungsträger*, Stuttgart/Berlin: Kohlhammer 1938.
- »Hundert Jahre Technische Überwachung. Gemeinsame Aufgabe von Staat und Wirtschaft«, in: *Technische Überwachung* 7, Nr. 8 (1966), S. 257–262.
- Foucault, Michel: *Die Sorge um sich. Sexualität und Wahrheit* 3, Frankfurt a. M.: Suhrkamp 1989.
- »Technologien des Selbst« [1984], in: ders.: *Ästhetik der Existenz. Schriften zur Lebenskunst*, Frankfurt a. M.: Suhrkamp 2007, S. 287–317.
- Frank, Michael C.: »Die Verortung des Schreckens. Zum räumlichen Imaginären der gothic novel«, in: Mario Grizelj (Hg.): *Der Schauer(roman). Diskurszusammenhänge – Funktionen – Formen*, Würzburg: Königshausen & Neumann 2010, S. 117–154.

- Freud, Sigmund: »Das Unheimliche (1919)«, in: Sigmund Freud: *Studienausgabe*, Bd. IV: *Psychologische Schriften*, Frankfurt a.M.: Fischer 1970, S. 241–274.
- Fuchs, Peter: »Prävention – Zur Mythologie und Realität einer paradoxen Zu-vorkommenheit«, in: Irmhild Saake/Werner Vogd (Hg.): *Moderne Mythen der Medizin. Studien zur organisierten Krankenbehandlung*, Wiesbaden: VS Verlag 2008, S. 363–378.
- Fuhrmeister, Christian/Hans-Ernst Mittig: »Albert Speer und die ›Theorie vom Ruinenwert‹ (1969) – der lange Schatten einer Legende«, in: Inge Marszolek/Marc Buggeln (Hg.): *Bunker. Kriegsort, Zuflucht, Erinnerungsraum*, Frankfurt a.M./New York: Campus 2008, S. 225–243.
- Galison, Peter: *Einsteins Uhren, Poincarés Karten. Die Arbeit an der Ordnung der Zeit*, Frankfurt a.M.: Fischer 2003.
- Galloway, Alexander R./Eugene Thacker: *The Exploit. A Theory of Networks*, Minneapolis/London: University of Minnesota Press 2007.
- Gandy, Matthew: *Recycling and the Politics of Urban Waste*, New York: Earthscan 1994.
- Gansel, Carsten/Norman Ächtler (Hg.): *Das ›Prinzip Störung‹ in den Geistes- und Sozialwissenschaften*, Berlin/Boston: De Gruyter 2013.
- Garfinkel, Harold: »Good Organizational Reasons for ›Bad‹ Clinical Records« [1967], in: ders.: *Studies in Ethnomethodology*, Englewood Cliffs, NJ: Polity 1984, S. 186–207.
- Garner, Philip: »Introduction«, in: *Rube Goldberg. A Retrospective*. Introduction and Commentary by Philip Garner, New York: Delilah Books 1983, S. 10–19.
- Gasser, Les: »The Integration of Computing and Routine Work«, in: *ACM Transactions on Office Information Systems* 4.3 (1986), S. 205–225.
- Gelber, Steven M.: »Do-it-yourself: Constructing, Repairing and Maintaining Domestic Masculinity«, in: *American Quarterly* 49.1 (1997), S. 66–112.
- Genette, Gérard: *Paratexte. Das Buch vom Beiwerk des Buches* [1987], Frankfurt a.M./New York: Campus 1992.
- Geppert, Alexander C.T.: »Die normative Kraft des Flüchtigen. Exponierungen des Globalen in der Welt der Weltausstellungen, 1851–1900«, in: Ulrike Bergermann/Isabell Otto/Gabriele Schabacher (Hg.): *Das Planetarische. Kultur – Technik – Medien im postglobalen Zeitalter*, München: Fink 2010, S. 81–97.
- Ghanbari, Nacim/Marcus Hahn (Hg.): *Reinigungsarbeit*, Bielefeld: Transcript 2013 (= *Zeitschrift für Kulturwissenschaften* 1/2013).
- Giddens, Anthony: *The Constitution of Society: Outline of the Theory of Structuration*, Berkeley/Los Angeles: University of California Press 1984.
- Giedion, Sigfried: *Mechanization Takes Command. A Contribution to Anonymous History* [1948], New York/London: Norton & Company 1969.
- Giessmann, Sebastian: *Die Verbundenheit der Dinge. Eine Kulturgeschichte der Netze und Netzwerke*, Berlin: Kulturverlag Kadmos 2014.
- »Elemente einer Praxistheorie der Medien«, in: *Zeitschrift für Medienwissenschaft* 19 (2/2018): *Faktizitäten/Klasse*, S. 95–109.
- Giessmann, Sebastian/Gabriele Schabacher: »Umwege und Umnutzung oder: Was bewirkt ein ›Workaround?‹«, in: Stephan Habscheid et al. (Hg.): *Umnutzung. Alte Sachen, neue Zwecke*, Göttingen: V&R unipress 2014 (= *Diagonal* 35), S. 13–26.

- Gießmann, Sebastian/Nadine Taha: »Study the unstudied«. Zur medienwissenschaftlichen Aktualität von Susan Leigh Stars Denken«, in: dies. (Hg.): *Susan Leigh Star. Grenzobjekte und Medienforschung*, Bielefeld: Transcript 2017, S. 13–77.
- (Hg.): *Susan Leigh Star. Grenzobjekte und Medienforschung*, Bielefeld: Transcript 2017.
- Gillespie, Tarleton: *Custodians of the Internet. Platforms, Content-Moderation, and the Hidden Decisions That Shape Social Media*, New Haven/London: Yale University Press 2018.
- Girard, G.: »The Third Periodic Verification of National Prototypes of the Kilogram (1988–1992)«, in: *Metrologia* 31 (1994), S. 317–336.
- Gladwell, Malcolm: *The Tipping Point. How Little Things Can Make a Big Difference*, New York: Little Brown 2000.
- Glass, Chris: »Reparierendes Handwerk«, in: *Flick-Werk. Reparieren und Umnutzen in der Alltagskultur*. Begleitheft zur Ausstellung im Württembergischen Landesmuseum Stuttgart vom 15. Oktober bis 15. Dezember 1983, hg.v. Ludwig-Uhland-Institut für empirische Kulturwissenschaft der Universität Tübingen und dem Württembergischen Landesmuseum Stuttgart/Volkskundliche Sammlung, Stuttgart: Württembergisches Landesmuseum 1983, S. 37–39.
- Göbel, Ernst O.: »Kleine Einführung in das internationale Einheitensystem«, in: PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt) *Mitteilungen* 122.1 (2012): *Das System der Einheiten*, S. 3–5.
- Göbel, Hanna-Katharina: »Situierete Zweckmäßigkeiten von Architektur«, in: David Keller/Maria Dillschnitter (Hg.): *Zweckentfremdung. ›Unsachgemäßer‹ Gebrauch als kulturelle Praxis*, München: Fink 2016, S. 201–216.
- Godbey, Emily: »Disaster Tourism and the Melodrama of Authenticity: Revisiting the 1889 Johnstown Flood«, in: *Pennsylvania History: A Journal of Mid-Atlantic Studies* 73.3 (2006), S. 273–315.
- »Speed and Destruction at the Fair«, in: Mark D. Howell/John D. Miller (Hg.): *Motorsports and American Culture. From Demolition Derbies to NASCAR*, Lanham et al.: Rowman & Littlefield 2014, S. 39–51.
- Goffman, Erving: *The Presentation of Self in Everyday Life*, New York: Anchor Books 1959.
- Goldstein, Joshua: »Waste«, in: Frank Trentmann (Hg.): *The Oxford Handbook of the History of Consumption*, Oxford/New York: Oxford University Press 2012, S. 326–347.
- Gomart, Émilie/Antoine Hennion: »A Sociology of Attachment: Music Lovers, Drug Addicts«, in: John Law/John Hassard (Hg.): *Actor Network Theory and After*, Oxford/Malden, MA: Blackwell Publishing/The Sociological Review 1999, S. 220–247.
- Goodman, Nan: *Shifting the Blame. Literature, Law, and the Theory of Accidents in Nineteenth-Century America*, Princeton: Princeton University Press 1998.
- Goodwin, Charles/Marjorie Harness Goodwin: »Seeing as a Situated Activity: Formulating Planes«, in: Yrjö Engeström/David Middleton (Hg.): *Cognition and Communication at Work*, Cambridge: Cambridge University Press 1996, S. 61–95.

- Gopnik, Adam: »The Goldberg Variations. Introduction«, in: *The Art of Rube Goldberg. (A) Inventive (B) Cartoon (C) Genius*, selected by Jennifer George, introduction by Adam Gopnik, New York: Abrams Comicarts 2013, S. 15–19.
- Gordillo, Gastón R.: *Rubble. The Afterlife of Destruction*, Durham/London: Duke University Press 2014.
- Graham, Stephen: *Cities Under Siege. The New Military Urbanism*, London/New York: Verso 2010.
- »When Infrastructures Fail«, in: ders. (Hg.): *Disrupted Cities. When Infrastructure Fails*, New York/London: Routledge 2010, S. 1–26.
- Graham, Stephen/Simon Marvin: *Splintering Urbanism. Networked Infrastructures, Technological Mobilities and the Urban Condition*, London/New York: Routledge 2001.
- Graham, Stephen/Nigel Thrift: »Out of Order: Understanding Repair and Maintenance«, in: *Theory, Culture and Society* 24.3 (2007), S. 1–25.
- Granholt, Jackson W.: »How to Design a Kludge«, in: Jack Moshman (Hg.): *Faith, Hope and Parity. An Anthology of Humor from Datamation Magazine*, Washington, D. C.: Thompson Book Company 1966, S. 3–8.
- Grant, Robert H.: »Wreck Chasers«, in: *Railroad History* 184 (Spring 2001), Special Issue *A History of Wrecks*, S. 67–70.
- Greco, JoAnn: »The Psychology of Ruin Porn«, in: *Bloomberg CityLab*, 6. Januar 2012, <https://www.citylab.com/design/2012/01/psychology-ruin-porn/886/11.06.2021>.
- Gregson, Nicky: *Living with Things. Ridding, Accomodation, Dwelling*, Wantage: Sean Kingston Publishing 2007.
- Gregson, Nicky/Alan Metcalfe/Louise Crewe: »Moving Things Along: The Conduits and Practices of Divestment in Consumption«, in: *Transactions of the Institute of British Geographers* 32.2 (2007), S. 187–200.
- »Practices of Object Maintenance and Repair: How Consumers Attend to Consumer Objects within the Home«, in: *Journal of Consumer Culture* 9.2 (2009): 248–272.
- Grewe, Maria: *Teilen, Reparieren, Mülltauchen. Kulturelle Strategien im Umgang mit Knappheit und Überfluss*, Bielefeld: Transcript 2017.
- Grimm, Jacob und Wilhelm: *Deutsches Wörterbuch*, 16 Bände in 32 Teilbänden, Leipzig: Hirzel 1854–1961.
- [Art.] »Arbeit«, in: dies.: *Deutsches Wörterbuch*, Bd. 1 (1854), Sp. 538f.
- [Art.] »Aufwarten«, in: dies.: *Deutsches Wörterbuch*, Bd. 1 (1854), Sp. 771.
- [Art.] »Erhalten«, in: dies.: *Deutsches Wörterbuch*, Bd. 3 (1862), Sp. 835f.
- [Art.] »Flicken«, in: dies.: *Deutsches Wörterbuch*, Bd. 3 (1862), Sp. 1774–1776.
- [Art.] »Halten«, in: dies.: *Deutsches Wörterbuch*, Bd. 10 (1877), Sp. 275–300.
- [Art.] »Pfleger«, in: dies.: *Deutsches Wörterbuch*, Bd. 13 (1889), Sp. 1736–1747.
- [Art.] »Standarte«, in: dies.: *Deutsches Wörterbuch*, Bd. 17 (1919), Sp. 728–730.
- [Art.] »Umgang«, in: dies.: *Deutsches Wörterbuch*, Bd. 23 (1936), Sp. 889–897.
- [Art.] »Umgehen«, in: dies.: *Deutsches Wörterbuch*, Bd. 23 (1936), Sp. 905–920.

- [Art.] »Unfall«, in: dies.: *Deutsches Wörterbuch*, Bd. 24 (1936), Sp. 521–528.
- [Art.] »Unterbau«, in: dies.: *Deutsches Wörterbuch*, Bd. 24 (1936), Sp. 1500–1501.
- [Art.] »Warten«, in: dies.: *Deutsches Wörterbuch*, Bd. 27 (1922), Sp. 2125–2167.
- [Art.] »Wärter«, in: dies.: *Deutsches Wörterbuch*, Bd. 27 (1922), Sp. 2168–2170.
- [Art.] »Wi(e)derherstellen«, in: dies.: *Deutsches Wörterbuch*, Bd. 29 (1960), Sp. 1039–1042.
- [Art.] »Wirt«, in: dies.: *Deutsches Wörterbuch*, Bd. 30 (1960), Sp. 629–648.
- [Art.] »Wirten«, in: dies.: *Deutsches Wörterbuch*, Bd. 30 (1960), Sp. 653–654.
- Groh, Dieter/Michael Kempe/Franz Mauelshagen (Hg.): *Naturkatastrophen. Beiträge zu ihrer Deutung, Wahrnehmung und Darstellung in Text und Bild von der Antike bis ins 20. Jahrhundert*, Tübingen: Narr 2001.
- Gronau, Barbara/Alice Lagaay (Hg.): *Performanzen des Nichttuns*, Wien: Passagen 2008.
- Gunning, Tom: »The Cinema of Attraction: Early Film, Its Spectator and the Avant-Garde«, in: *Wide Angle* 8.3–4 (1986), S. 63–70.
- Gurriss, Sonja: »Führung auf dem Flughafen BER. Der Airport, über den Berlin lacht«, *NTV*, 2. Dezember 2017, <https://www.n-tv.de/reise/Der-Airport-ueber-den-Berlin-lacht-article20156588.html> (28.07.2021).
- Habscheid, Stephan/Gero Hoch/Hilde Schröterler-von Brandt/Volker Stein (Hg.): *Umnutzung. Alte Sachen, neue Zwecke*, Göttingen: V&R unipress 2014 (= *Diagonal* 35).
- Haeder, Hermann: *Die kranke Dampfmaschine und erste Hülfe bei der Betriebsstörung. Praktisches Handbuch für Betrieb und Wartung der Dampfmaschine*, II. Aufl., Duisburg: Selbstverlag von Hermann Haeder 1899.
- Hahn, Hans P.: »Das ›zweite Leben‹ von Mobiltelefonen und Fahrrädern. Temporalität und Nutzungsweisen technischer Objekte in Westafrika«, in: Stefan Krebs/Gabriele Schabacher/Heike Weber (Hg.): *Kulturen des Reparierens. Dinge – Wissen – Praktiken*, Bielefeld: Transcript 2018, S. 105–119.
- Hahn, Marcus/Erhard Schüttpelz (Hg.): *Trancemedien und Neue Medien um 1900. Ein anderer Blick auf die Moderne*, Bielefeld: Transcript 2009.
- Hall, Charles A.S./Carlos A. Ramírez-Pascualli: *The First Half of the Age of Oil. An Exploration of the Work of Colin Campbell and Jean Laherrère*, New York u.a.: Springer 2013.
- Hamilton, Allen Lee: »Crash At Crush«, in: Texas State Historical Association: *Handbook of Texas Online* 2014, <https://tshaonline.org/handbook/online/articles/lc01> (08.07.2021).
- »Train Crash at Crush. Publicity and Tragedy – as Big as Texas«, in: *American West* 20.4. (1983), S. 62–65.
- Hammerl, Christa/Thomas Kolnberger/Eduard Fuchs (Hg.): *Naturkatastrophen. Rezeption – Bewältigung – Verarbeitung*, Wien u.a.: Studienverlag 2009.
- Haraway, Donna: »Anthropocene, Capitalocene, Plantationocene, Chthulucene: Making Kin«, in: *Environmental Humanities* 6 (2015), S. 159–165.
- Haraway, Donna/Noboru Ishikawa/Scott F. Gilbert/Kenneth Olwig/Anna L. Tsing/Nils Bubandt: »Anthropologists Are Talking – About the Anthropocene«, in: *Ethnos* 81.3 (2016), S. 535–564.

- Harper, Douglas: *Working Knowledge. Skill and Community in a Small Shop*, Chicago/London: Chicago University Press 1987.
- Harrington, Ralph: »The Railway Accident. Trains, Trauma, and Technical Crises in Nineteenth Century Britain«, in: Marc S. Micalé/Paul Lerner (Hg.): *Traumatic Pasts. History, Psychiatry, and Trauma in the Modern Age, 1870–1930*, Cambridge u. a.: Cambridge University Press 2001, S. 31–56.
- Harrisberger, Lee: *Engineersmanship. A Philosophy of Design*, Belmont: Brooks/Cole Publishing 1966.
- Hartmann, Carl: »Bahnerhaltung durch Haupt-Untersuchungen«, in: *Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*. Neue Folge XXIX, H. 4 (1892), S. 147–153.
- *Praktisches Handbuch über die Anlage von Eisenbahnen, ihre Kosten, Unterhaltung und ihren Ertrag, über die Anfertigung und Prüfung guß- und stabeiserner Schienen, und die Einrichtung der Dampf- und anderen Eisenbahnwagen*, Augsburg: Jenisch und Stage 1837.
- Harvey, David: *The Condition of Postmodernity. An Enquiry into the Origins of Cultural Change*, Cambridge, MA/Oxford: Blackwell 1990.
- Haudricourt, André: »Technologie als Humanwissenschaft«, in: *Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung* 1 (1/2010): Schwerpunkt Kulturtechnik, S. 77–87.
- Heckl, Wolfgang M.: *Die Kultur der Reparatur*, München: Hanser 2013.
- Hegel, Georg Wilhelm Friedrich: *Werke 7: Grundlinien der Philosophie des Rechts oder Naturrecht und Staatwissenschaft im Grundrisse*, mit Hegels eigenhändigen Notizen und mündlichen Zusätzen, Frankfurt a. M.: Suhrkamp 1970.
- Heidegger, Martin: »Bauen Wohnen Denken« [1952], in: ders.: *Vorträge und Aufsätze*, 10. Aufl., Stuttgart: Klett-Cotta 2004, S. 139–156.
- »Die Frage nach der Technik« [1953], in: ders.: *Vorträge und Aufsätze*, 10. Aufl., Stuttgart: Klett-Cotta 2004, S. 9–40.
- *Die Grundbegriffe der Metaphysik. Welt – Endlichkeit – Einsamkeit*, in: ders.: *Gesamtausgabe*, II. Abteilung: *Vorlesungen 1923–1944*, Bd. 29/30, 2. Aufl., Frankfurt a. M.: Vittorio Klostermann 1992.
- *Sein und Zeit* [1927], 16. Aufl, Tübingen: Niemeyer 1986.
- Helfrich, Silke/David Bollier: *Frei, Fair & Lebendig. Die Macht der Commons*, Bielefeld: Transcript 2019.
- Hell, Julia/Andreas Schönle (Hg.): *Ruins of Modernity*, Durham/London: Duke University Press 2010.
- Hellström, Björn/Mats E. Nilsson/Östen Axelsson/Peter Lundén: »Acoustic Design Artifact and Methods for Urban Soundscapes. A Case Study on the Qualitative Dimensions of Sounds«, in: *Journal of Architectural and Planning Research* 31.1 (2014), S. 57–71.
- Helmond, Anne/David B. Nieborg/Fernando N. van der Vlist: »Facebook's Evolution: Development of a Platform-as-Infrastructure«, in: *Internet Histories. Digital Technology, Culture and Society* 3.2 (2019), S. 123–146.
- Henke, Christopher R.: »The Mechanics of Workplace Order: Toward a Sociology of Repair«, in: *Berkeley Journal of Sociology* 44 (1999/2000), S. 55–81.

- Hennion, Antoine: »Offene Objekte, Offene Subjekte? Körper und Dinge im Geflecht von Anhänglichkeit, Zuneigung und Verbundenheit«, in: *Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung* 2 (1/2011): Schwerpunkt *Offene Objekte*, S. 93–109.
- Hertz, Garnet/Jussi Parikka: »Zombie Media: Circuit Bending Media Archaeology into an Art Method«, in: *Leonardo* 45.5 (2012), S. 424–430.
- Hefßler, Martina: »Wegwerfen. Zum Wandel des Umgangs mit Dingen«, in: *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* 16.2 (2013), S. 253–266.
- Hetherington, Kevin: »Secondhandedness. Consumption, Disposal, and Absent Presence«, in: *Environment and Planning D: Society and Space* 22 (2004), S. 157–173.
- Hetzler, Florence M.: »Causality: Ruin Time and Ruins«, in: *Leonardo* 21.1 (1988), S. 51–55.
- Hewison, C.H.: *Locomotive Boiler Explosions*, New Abbot: David & Charles 1983.
- Hirschhorn, Larry: *Beyond Mechanization. Work and Technology in a Postindustrial Age*, Cambridge, MA/London: MIT Press 1984.
- Hitzler, Ronald/Anne Honer: »Reparatur und Repräsentation. Zur Inszenierung des Alltags durch Do-It-Yourself«, in: *Soziale Welt*. Sonderband 6 (1988), S. 267–283.
- Hoffman, Susanna M./Anthony Oliver-Smith (Hg.): *Catastrophe & Culture. The Anthropology of Disaster*, Santa Fe: School of American Research Press/Oxford: James Currey 2002.
- Hogan, Mél: »Big Data Ecologies«, in: *Ephemera* 18.3 (2018), S. 631–657.
- Holbrook, Dan: »Piles of Stuff: Haystacks, Self-Maintenance, and Discipline«, Paper presented at the »The Maintainers II conference«, 8. April 2017, Stevens Institute of Technology, <http://themaintainers.wpengine.com/wp-content/uploads/2021/04/PilesofStuffHaystacksDisciplineandSelf-Maintenance.pdf> (24.06.2021)
- Holm, Isak Winkel: »The Cultural Analysis of Disaster«, in: Carsten Meiner/Kristin Veel (Hg.): *The Cultural Life of Catastrophes and Crises*, Berlin: De Gruyter 2012, S. 15–32.
- Hommels, Anique: *Unbuilding Cities. Obduracy in Urban Sociotechnical Change*, Cambridge, MA/London: MIT Press 2008.
- Horn, Eva: »Editor's Introduction: ›There Are No Media‹«, in: *Grey Room* 29 (2008), S. 6–13.
- »Unglückliche Verkettung der Umstände. Sicherheitswissenschaft und Unfall«, in: *Zeitschrift für Kulturwissenschaften* 2/2011, S. 45–52.
- *Zukunft als Katastrophe*, Frankfurt a.M.: Fischer 2014.
- Höttler, Rainer: [Art.] »Konsumgesellschaft«, in: *Historisches Wörterbuch der Philosophie*, hg.v. Joachim Ritter u. Karlfried Gründer, Bd. 4, Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft 1976, Sp. 1021–1023.
- Hounshell, David A.: *From the American System to Mass Production, 1800–1932. The Development of Manufacturing Technology in the United States*, Baltimore/London: Johns Hopkins University Press 1984.

- Houston, Lara: »Mobile Phone Repair Knowledge in Downtown Kampala: Local and Trans-Local Circulations«, in: Ignaz Strebel/Alain Bovet/Philippe Sormani (Hg.): *Repair Work Ethnographies. Revisiting Breakdown, Relocating Materiality*, Singapur: Palgrave Macmillan 2019, S. 129–160.
- Hughes, Everett C.: »Going Concerns: The Study of American Institutions«, in: ders.: *The Sociological Eye. Selected Papers on Institutions and Race*, Chicago/New York: Aldine-Atherton 1971, S. 52–64.
- »Mistakes at Work«, in: ders.: *The Sociological Eye. Selected Papers on Work, Self & the Study of Society*, Chicago/New York: Aldine-Atherton 1971, S. 316–325.
 - »Work and Self«, in: ders.: *The Sociological Eye. Selected Papers on Work, Self & the Study of Society*, Chicago/New York: Aldine-Atherton 1971, S. 338–347.
- Hughes, Thomas P.: *Networks of Power. Electrification in Western Society, 1880–1930*, Baltimore/London: Johns Hopkins University Press 1983.
- *Rescuing Prometheus*, New York: Vintage Books 1998.
 - »The Evolution of Large Technological Systems«, in: Wiebe Bijker/Thomas P. Hughes/Trevor J. Pinch (Hg.): *The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*, Cambridge, MA/London: MIT Press 1989, S. 51–82.
 - »The Seamless Web: Technology, Science, Etcetera, Etcetera«, in: *Social Studies of Science* 16 (1986), S. 281–292.
- Hutchins, Edwin: »Die Technik der Teamnavigation: Ethnografie einer verteilten Kognition«, in: Werner Rammert/Cornelius Schubert (Hg.): *Technografie. Zur Mikrosoziologie der Technik*, Frankfurt a. M./New York: Campus 2006, S. 61–100.
- Illich, Ivan: *Shadow Work*, Boston, MA: Boyars 1981.
- Ingold, Tim: »Beyond Art and Technology. The Anthropology of Skill«, in: Michael Brian Schiffer (Hg.): *Anthropological Perspectives on Technology*, Albuquerque: University of New Mexico Press 2001, S. 17–31.
- »Eine Ökologie der Materialien«, in: Kerstin Stakemeier/Susanne Witzgall (Hg.): *Macht des Materials – Politik der Materialität*, Zürich/Berlin: Diaphanes 2014, S. 65–73.
 - *Lines. A Brief History*, London/New York: Routledge 2007.
- Innis, Harold A.: *A History of the Canadian Pacific Railway* [1923], mit einem Vorwort von Peter George, Newton Abbot: David & Charles 1972.
- *Empire and Communications*, Oxford: Clarendon Press 1950, rev. ed. Toronto: University of Toronto Press 1972. Reprint with a general introduction by Alexander John Watson, Lanham u.a.: Rowman & Littlefield 2007.
 - *Peter Pond: Fur Trader and Adventurer* [1930], Oxford: Benediction Classics 2011.
 - »Pulp-and-Paper Industry«, in: *Encyclopedia of Canada*, hg.v. W. Stewart Wallace, Bd. 5, Toronto: University Associates of Canada 1937, S. 176–185.
 - *The Cod Fisheries. The History of an International Economy. The Relations of Canada and the United States Series*, Toronto: Ryerson/New Haven: Yale University Press 1940.

- *The Fur Trade in Canada. An Introduction to Canadian Economic History* [1930], revised ed., Toronto: University of Toronto Press 1956.
- »The Lumber Trade in Canada« [1938], in: ders.: *Essays in Canadian Economic History*, hg.v. Mary Q. Innis, Toronto: University of Toronto Press 1956, S. 242–251.
- »Transportation as a Factor in Canadian Economic History« [1931], in: ders.: *Staples, Markets, and Cultural Change. Selected Essays*, hg.v. Daniel Drache, Montreal & Kingston/London/Buffalo: McGill-Queen's University Press 1995, S. 123–138.
- Jackson, John Brinckerhoff: »The Necessity for Ruins«, in: ders.: *The Necessity for Ruins and Other Topics*, Amherst: University of Massachusetts Press 1980, S. 89–102.
- Jackson, Steven J.: »Rethinking Repair«, in: Tarleton Gillespie/Pablo J. Boczkowski/Kirsten A. Foot (Hg.): *Media Technologies. Essays on Communication, Materiality, and Society*, Cambridge, MA/London: MIT Press 2014, S. 221–239.
- »Speed, Time, Infrastructure. Temporalities of Breakdown, Maintenance, and Repair«, in: Judy Wajcman/Nigel Dodd (Hg.): *The Sociology of Speed. Digital, Organizational, and Social Temporalities*, Oxford: Oxford University Press 2017, S. 169–205.
- Jacob, François: »Evolution and Tinkering«, in *Science*, New Series 196, No. 4295 (1977), S. 1161–1166.
- Jäger, Markus: »»Missbrauch« oder Bewahrung durch Umnutzung? Zum Umgang mit profanierten Kirchen seit der Reformation«, in: David Keller/Maria Dillschneider (Hg.): *Zweckentfremdung. »Unsachgemäßer« Gebrauch als kulturelle Praxis*, München: Fink 2016, S. 177–199.
- James, Carol P.: »Seriality and Narrativity in Calvino's *Le citta invisibili*«, in: *Modern Language Notes* 97.1 (1982), S. 144–161.
- Jany, Susanne: *Prozessarchitekturen. Medien der Betriebsorganisation (1880–1936)*, Konstanz: Konstanz University Press 2019.
- Jervis, Ben/Alison Kyle (Hg.): *Make-do and Mend: Archaeologies of Compromise, Repair and Reuse*, Oxford: Archaeopress 2012.
- Joerges, Bernward: »Die Brücken des Robert Moses. Stille Post in der Stadt-und Techniksoziologie«, in: *Leviathan* 27.1 (1999), S. 43–63.
- Johansen, Bruce E.: *Environmental Racism in the United States and Canada*, Santa Barbara: ABC-Clio, LLC 2020.
- Jones, Edward Payson: *A Power History of the Consolidated Edison Systems, 1878–1900*, New York: Consolidated Edison Co. 1940.
- Joplin, Scott: *Great Crush Collision March*, Temple: John R. Fuller 1896.
- Kahn, Herman: *Thinking About the Unthinkable*, New York: Horizon Press 1962.
- Kamleithner, Christa/Roland Meyer: »Logistik des sozialen Raumes – zu Band 2«, in: Susanne Hauser/Christa Kamleithner/Roland Meyer (Hg.), *Architekturwissen. Grundlagentexte aus den Kulturwissenschaften*, Bd. 2: *Zur Logistik des sozialen Raumes*, Bielefeld: Transcript 2013, S. 14–24.

- Kannengießer, Sigrid: »Repair Cafés – Orte gemeinschaftlich-konsumkritischen Handelns«, in: Stefan Krebs/Gabriele Schabacher/Heike Weber (Hg.): *Kulturen des Reparierens. Dinge – Wissen – Praktiken*, Bielefeld: Transcript 2018, S. 283–301.
- Kapp, Ernst: *Grundlinien einer Philosophie der Technik. Zur Entstehungsgeschichte der Kultur aus neuen Gesichtspunkten*, Braunschweig: George Westermann 1877. Neuausgabe: Mit einer Einleitung hg. v. Harun Maye und Leander Scholz, Hamburg: Meiner 2015.
- Kasson, John F.: *Amusing the Million. Coney Island at the Turn of the Century*, New York: Hill & Wang 1978.
- Kassung, Christian: »Einleitung«, in: ders. (Hg.): *Die Unordnung der Dinge. Eine Wissens- und Mediengeschichte des Unfalls*, Bielefeld: Transcript 2009, S. 9–15.
- (Hg.): *Die Unordnung der Dinge. Eine Wissens- und Mediengeschichte des Unfalls*, Bielefeld: Transcript 2009.
- Kawakami, Kenji: *99 More Unuseless Japanese Inventions. The Art of Chindōgu*, original photography, concept and source material by Kenji Kawakami, original and translated text by Dan Papia, New York/London: Norton & Company 1997.
- *101 Unuseless Japanese Inventions. The Art of Chindōgu*, transl. by and additional text by Dan Papia, ed. Hugh Fearnley-Whittingstall, New York/London: Harper Collins Publishers 1995.
- Kegler, Karl R.: [Art.] »Architektur. Phantastische Architektur – Phantasiearchitektur – Architekturphantasien«, in: Hans Richard Brittnacher/Markus May (Hg.): *Phantastik. Ein interdisziplinäres Handbuch*, Stuttgart/Weimar: Metzler 2013, S. 226–232.
- Keller, David/Maria Dillschnitter (Hg.): *Zweckentfremdung. ›Unsachgemäßer Gebrauch als kulturelle Praxis*, München: Fink 2016.
- Kirby, Lynne: *Parallel Tracks. The Railroad and Silent Cinema*, Exeter: University of Exeter Press 1997.
- Kirkman, Marshall M.: *Building and Repairing of Railways*, Supplement to *The Science of Railways*, New York/Chicago: World Railway Publishing Company 1901.
- *Disbursements of Railways*, Vol. VII: *The Science of Railways*, New York/Chicago: World Railway Publishing Company 1903.
- *Maintenance of Railways*, Chicago: Trivess 1886.
- *Supervision of Cars. Practical and Effective Methods Governing their Care, Use and Maintenance*, Supplement to *The Science of Railways*, New York/Chicago: World Railway Publishing Company 1904.
- *The Science of Railways* [1894], 12 Bände, erw. und überarb. Aufl. in 17 Bänden und 3 Portfolios, New York/Chicago: World Railway Publishing Company 1904.
- Kittler, Friedrich: *Aufschreibesysteme. 1800/1900*, München: Fink 1987.
- »Aufschreibesysteme 1800/1900. Vorwort«, in: *Zeitschrift für Medienwissenschaft* 6 (1/2012): *Sozialtheorie und Medienwissenschaft*, S. 117–126.
- »Eine Stadt ist ein Medium«, in: Dietmar Steiner/Georg Schöllhammer/Gregor

- Eichinger/Christian Knechtel (Hg.): *Geburt einer Hauptstadt. Das einmalige Projekt einer anderen Ausstellung einer anderen Stadt. Am Horizont*, Wien: Edition BuchQuadrat 1988, S. 507–531.
- Klose, Alexander: *Das Container-Prinzip. Wie eine Box unser Denken verändert*, Hamburg: Mare 2009.
- Klose, Alexander/Jörg Pothast (Hg.): *Container/Containment. Die systemischen Grenzen der Globalisierung*, Wetzlar: Büchse der Pandora Verlag 2012 (= *Tumult* 38).
- Kluge, Friedrich: *Etymologisches Wörterbuch der deutschen Sprache*, bearbeitet von Elmar Seebold, 24., durchges. u. erw. Aufl., Berlin/New York: De Gruyter 2002. Zitiertes Eintrag: [Art.] »reparieren«, S. 758.
- Knorr, Karin: »Tinkering Toward Success. Prelude to a Theory of Scientific Practice«, in: *Theory and Society* 8.3 (1979), S. 347–376.
- Koch, Lars/Tobias Nanz/Johannes Pause: »Imaginationen der Störung. Ein Konzept«, in: *Behemoth* 9.1 (2016), S. 6–23.
- Koch, Lars (Hg.): *Angst. Ein interdisziplinäres Handbuch*, Stuttgart/Weimar: Metzler 2013.
- Koch, Lars/Christer Petersen/Joseph Vogl (Hg.): *Störfälle*, Bielefeld: Transcript 2011 (= *Zeitschrift für Kulturwissenschaften*, 2/2011).
- Koch, Matthias/Christian Köhler: »Das kulturtechnische Apriori Friedrich Kittlers«, in: *Archiv für Mediengeschichte* (2013): *Mediengeschichte nach Friedrich Kittler*, S. 157–165.
- Kolb, Anne: *Transport und Nachrichtentransfer im Römischen Reich*, Berlin: Akademie Verlag 2001.
- König, Wolfgang: *Geschichte der Konsumgesellschaft*, Stuttgart: Franz Steiner 2000.
- Koopman, Philipp/Robert R. Hoffmann: »Workarounds, Make-work, and Kludges«, in: *IEEE Intelligent Systems* 18.6 (2003), S. 70–75.
- Krajewski, Markus: *Der Diener. Mediengeschichte einer Figur zwischen König und Klient*, Frankfurt a.M.: Fischer 2010.
- »Fehler-Planungen: Zur Geschichte und Theorie der industriellen Obsoleszenz«, in: *Technikgeschichte* 81.1 (2014), Themenheft »Entschaffen«: *Reste und das Ausrangieren, Zerlegen und Beseitigen des Gemachten*, hg.v. Heike Weber, S. 91–114.
- »In Formation. Aufstieg und Fall der Tabelle als Paradigma der Datenverarbeitung«, in: *Nach Feierabend. Zürcher Jahrbuch für Wissensgeschichte* 3: *Daten* (2007), S. 37–55.
- *Restlosigkeit. Weltprojekte um 1900*, Frankfurt a.M.: Suhrkamp 2006.
- *Zettelwirtschaft. Die Geburt der Kartei aus dem Geist der Bibliothek*, Berlin: Kulturverlag Kadmos 2002.
- Krajewski, Markus/Jasmin Meerhoff/Stephan Trüby (Hg.): *Dienstbarkeitsarchitekturen. Zwischen Service-Korridor und Ambient Intelligence*, Tübingen/Berlin: Wasmuth 2017.
- Krämer, Sybille/Horst Bredekamp: »Kultur, Technik, Kulturtechnik: Wider die Diskursivierung der Kultur«, in: dies. (Hg.): *Bild – Schrift – Zahl*, München: Fink 2003, S. 11–22.

- (Hg.): *Bild – Schrift – Zahl*, München: Fink 2003.
- Krause, Marcus: »Von der normierenden Prüfung zur regulierenden Sicherheitstechnologie. Zum Konzept der Normalisierung in der Machtanalytik Foucaults«, in: Christina Bartz/Marcus Krause (Hg.): *Spektakel der Normalisierung*, München: Fink 2007, S. 53–75.
- Krebs, Stefan: »Diagnose nach Gehör? Die Aushandlung neuer Wissensformen in der Kfz-Diagnose (1950–1980)«, in: *Ferrum – Nachrichten aus der Eisenbibliothek* 86 (2014), S. 79–88.
- »»Dial Gauge versus Senses 1–0«. German Car Mechanics and the Introduction of New Diagnostic Equipment, 1950–1980«, in: *Technology and Culture* 55.2 (2014), S. 354–389.
- »»Notschrei eines Automobilisten« oder die Herausbildung des deutschen Kfz-Handwerks in der Zwischenkriegszeit«, in: *Technikgeschichte* 79.3 (2012), Themenheft *Reparieren – oder die Lebensdauer der Gebrauchsgüter*, S. 185–206.
- Krebs, Stefan/Gabriele Schabacher/Heike Weber: »Kulturen des Reparierens und die Lebensdauer der Dinge«, in: dies. (Hg.): *Kulturen des Reparierens. Dinge – Wissen – Praktiken*, Bielefeld: Transcript 2018, S. 9–46.
- Krebs, Stefan/Gabriele Schabacher/Heike Weber (Hg.): *Kulturen des Reparierens. Dinge – Wissen – Praktiken*, Bielefeld: Transcript 2018.
- Krebs, Stefan/Heike Weber (Hg.): *The Persistence of Technology. Histories of Repair, Reuse and Disposal*, Bielefeld: Transcript 2021.
- Kreimeier, Klaus/Georg Stanitzek (Hg.): *Paratexte in Literatur, Film, Fernsehen*, Berlin: Akademie Verlag 2004.
- Krüger, Fred/Greg Bankhoff/Terry Cannon/Benedikt Orłowski/E. Lisa F. Schipper (Hg.): *Cultures and Disasters: Understanding Cultural Framings in Disaster Risk Reduction*, New York/London: Routledge 2015.
- Krünitz, Johann Georg: *Oeconomische Encyclopädie oder allgemeines System der Land-, Haus- und Staats-Wirtschaft in alphabetischer Ordnung*, 242 Bände, Berlin: Pauli 1773–1858.
- [Art.] »Ausbüßen«, in: ders.: *Oeconomische Encyclopädie*, Bd. 3, Berlin: Pauli 1774, S. 188–197.
- [Art.] »Reparatur«, in: ders.: *Oeconomische Encyclopädie*, Bd. 122, Berlin: Pauli 1813, S. 654–660.
- Kuchenbuch, Ludolf: »Abfall. Eine Stichwortgeschichte«, in: Hans-Georg Soeffner (Hg.): *Kultur und Alltag*, Göttingen: Schwartz 1988, S. 155–170.
- Kula, Witold: *Measures and Man*, Princeton: Princeton University Press 1970.
- Kumar, Nirmalya/Phanish Puranam: *India Inside. The Emerging Innovation Challenge to the West*, Boston, MA: Harvard Business Review 2012.
- Kümmel, Albert: [Art.] »Störung«, in: Alexander Roesler/Bernd Stiegler (Hg.): *Grundbegriffe der Medientheorie*, München: Fink (UTB) 2005, S. 229–235.
- Kümmel, Albert/Schüttpelz, Erhard (Hg.): *Signale der Störung*, München: Fink 2003.
- Kurpjuweit, Klaus: »Flughafenbahnhof: Die täglichen Geisterfahrten zum BER-Bahnhof«, in: *Der Tagesspiegel*, 6. März 2013, <https://www.tagesspiegel.de/berlin/flughafenbahnhof-die-taeglichen-geisterfahrten-zum-ber-bahnhof/7887900.html> (28.07.2021).

- Laak, Dirk van: *Alles im Fluss. Die Lebensadern unserer Gesellschaft – Geschichte und Zukunft der Infrastruktur*, Frankfurt a.M.: Fischer 2018.
- »Der Begriff ›Infrastruktur‹ und was er vor seiner Erfindung besagte«, in: *Archiv für Begriffsgeschichte* 41 (1999), S. 280–299.
 - »Detours around Africa: The Connection between Developing Colonies and Integrating Europe«, in: Alexander Badenoch/Andreas Fickers (Hg.): *Materializing Europe. Transnational Infrastructures and the Project of Europe*, Basingstoke/New York: Palgrave Macmillan 2010, S. 27–43.
 - *Imperiale Infrastruktur. Deutsche Planungen für eine Erschließung Afrikas 1880 bis 1960*, Paderborn u.a.: Schöningh 2004.
 - »Pionier des Politischen? Infrastruktur als europäisches Integrationsmedium«, in: Christoph Neubert/Gabriele Schabacher (Hg.): *Verkehrsgeschichte und Kulturwissenschaft. Analysen an der Schnittstelle von Technik, Kultur und Medien*, Bielefeld: Transcript 2013, S. 165–188.
- Lampland, Martha/Susan Leigh Star (Hg.): *Standards and Their Stories. How Quantifying, Classifying, and Formalizing Practices Shape Everyday Life*, Ithaca/London: Cornell University Press 2009.
- Landau, Martin: »Redundancy, Rationality, and the Problem of Duplication and Overlap«, in: *Public Administration Review* 4 (1969), S. 346–358.
- Lange, Stefan: »Berlin: Der Großflughafen BER kostet sehr viel Steuergeld«, in: *Augsburger Allgemeine*, 17. Februar 2021, <https://www.augsburger-allgemeine.de/politik/Berlin-Der-Grossflughafen-BER-kostet-sehr-viel-Steuergeld-id59134801.html> (28.07.2021).
- Langenberg, Silke: »Das Konzept ›Ersatz‹? Probleme der Reparatur industriell gefertigter Bauteile«, in: *Technikgeschichte* 79.3 (2012), Themenheft *Reparieren – oder die Lebensdauer der Gebrauchsgüter*, S. 255–271.
- Langreiter, Nikola/Klara Löffler (Hg.): *Selber machen. Diskurse und Praktiken des »Do it yourself«*, Bielefeld: Transcript 2017.
- La Porte, Todd R. (Hg.): *Social Responses to Large Technical Systems. Control or Anticipation*, Dordrecht: Kluwer 1991.
- Larkin, Brian: »Ambient Infrastructures. Generator Life in Nigeria«, in: *Technosphere Magazine*, 15. November 2016, <https://technosphere-magazine.hkw.de/p/Ambient-Infrastructures-Generator-Life-in-Nigeria-fCgtKng7vp-t7otmky9vnFw> (21.07.2021).
- »Degraded Images, Distorted Sounds. Nigerian Video and the Infrastructure of Piracy«, in: ders.: *Signal and Noise. Media, Infrastructure, and Urban Culture in Nigeria*, Durham/London: Duke University Press 2008, S. 217–241.
 - »Promising Forms. The Political Aesthetics of Infrastructure«, in: Nikhil Anand/Akhil Gupta/Hannah Appel (Hg.): *The Promise of Infrastructure*, Durham/London: Duke University 2018, S. 175–202.
 - »The Politics and Poetics of Infrastructure«, in: *Annual Review of Anthropology* 42 (2013), S. 327–343.
- Latimer, Joanna: *The Conduct of Care: Understanding Nursing Practice*, London: Blackwell 2000.
- Latour, Bruno: »A Cautious Prometheus? A Few Steps Toward a Philosophy of Design (with special attention to Peter Sloterdijk)«, in: Jonathan Glynn/Fiona

- Hackney/Viv Minton (Hg.): *Networks of Design. Proceedings of the 2008 Annual International Conference of the Design History Society. University College Falmouth, 3–6 September*, Boca Raton, FL: Universal-Publishers 2009, S. 2–10.
- *Aramis, or the Love of Technology*, übers. v. Catherine Porter, Cambridge, MA/London: Harvard University Press 1996.
 - »Ein Kollektiv von Menschen und nichtmenschlichen Wesen. Auf dem Weg durch Dädalus' Labyrinth«, in: ders.: *Die Hoffnung der Pandora*, Frankfurt a.M.: Suhrkamp 2000, S. 211–264. U.d.T. »Über technische Vermittlung. Philosophie, Soziologie, Genealogie«, in: Werner Rammert (Hg.): *Technik und Sozialtheorie*, Frankfurt a.M./New York: Campus 1998, S. 29–81.
 - *Eine neue Soziologie für eine neue Gesellschaft. Einführung in die Akteur-Netzwerk-Theorie*, Frankfurt a.M.: Suhrkamp 2007.
 - »From Realpolitik to Dingpolitik – An Introduction to Making Things Public«, in: *Making Things Public. Atmospheres of Democracy*. Catalogue of the show at ZKM, hg.v. Bruno Latour und Peter Weibel, Cambridge, MA: MIT Press 2005, S. 4–31.
 - *Hoffnung der Pandora*, Frankfurt a.M.: Suhrkamp 2000.
 - »Networks, Societies, Spheres. Reflections of an Actor-Network Theorist«, in: *International Journal of Communication* 5 (2011), S. 796–810.
 - »Paris, ville invisible: le plasma«, in: *Airs de paris*. Exposition présentée au Centre Pompidou, Galerie 1, du 25 avril au 16 août 2007, Paris: Édition du Centre Pompidou 2007, S. 260–265.
 - *Science in Action. How to Follow Scientists and Engineers Through Society*, Cambridge, MA: Harvard University Press 1987.
 - »Technologie ist stabilisierte Gesellschaft« [1991], in: Andréa Bellinger/David J. Krieger (Hg.): *ANThology. Ein einführendes Handbuch zur Akteur-Netzwerk-Theorie*, Bielefeld: Transcript 2006, S. 369–397.
 - »Trains of Thought: Piaget, Formalism, and the Fifth Dimension«, in: *Common Knowledge* 6.3 (1996), S. 170–191.
 - »Über den Rückruf der ANT« [1999], in: Andréa Bellinger/David J. Krieger (Hg.): *ANThology. Ein einführendes Handbuch zur Akteur-Netzwerk-Theorie*, Bielefeld: Transcript 2006, S. 561–572.
 - *Wir sind nie modern gewesen. Versuch einer symmetrischen Anthropologie* [1991], 2. Aufl., Frankfurt a.M.: Fischer 2002.
 - »Zoom auf Paris. Die sichtbare Stadt, die totalisierte Stadt, die unsichtbare Stadt«, in: *Lettre Internationale* 92 (2011), S. 52–53.
- Latour Bruno/Emilie Hermant: *Paris ville invisible*. Design Susanna Shannon, Paris: Les Empêcheurs de penser en rond/La Découverte 1998. Engl. Übers. von Liz Carey-Libbrecht (Text): *Paris: Invisible City*, 2006, http://www.bruno-latour.fr/sites/default/files/downloads/viii_paris-city-gb.pdf (25.07.2021).
- Latour, Bruno/Albena Yaneva: »Give me a Gun and I will Make All Buildings Move: An ANT's View of Architecture«, in: Reto Geiser (Hg.): *Explorations in Architecture: Teaching, Design, Research*, Basel: Birkhäuser 2008, S. 80–89.
- Lauro, Sarah Juliet (Hg.): *Zombie Theory. A Reader*, Minneapolis: University of Minnesota Press 2017.

- Lave, Jean/Etienne Wenger: *Situated Learning. Legitimate Peripheral Participation*, Cambridge: Cambridge University Press 1991.
- Law, John: »Technik und heterogenes Engineering: Der Fall der portugiesischen Expansion« [1987], in: Andréa Belliger/David J. Krieger (Hg.): *ANThology. Ein einführendes Handbuch zur Akteur-Netzwerk-Theorie*, Bielefeld: Transcript 2006, S. 213–236.
- Leidinger, Armin: *Hure Babylon, Großstadtsymphonie oder Angriff auf die Landschaft? Alfred Döblins Roman Berlin Alexanderplatz und die Großstadt Berlin: eine Annäherung aus kulturwissenschaftlicher Perspektive*, Würzburg: Königshausen & Neuman 2010.
- Lenger, Friedrich: *Sozialgeschichte der deutschen Handwerker seit 1800*, Frankfurt a.M.: Suhrkamp 1988.
- Lepawsky, Josh: »The Changing Geography of Global Trade in Electronic Discards. Time to Rethink the E-waste Problem«, in: *The Geographical Journal* 181.2 (2015), S. 147–159, <https://www.readcube.com/articles/10.1111%2Fgeoj.12077> (15.5.2021).
- Levine, Myron A.: »*The West Wing* (NBC) and the West Wing (D.C.). Myth and Reality in Television's Portrayal of the White House«, in: Peter C. Rollins/John E. O'Connor (Hg.): *The West Wing: The American Presidency as Television Drama*, New York: Syracuse University Press 2003, S. 42–62.
- Levine, Philip/Andrew Moore: *Detroit Disassembled*. Photography by Andrew Moore. Essay by Philip Levine, Bologna u.a.: Damiani u.a. 2010.
- Levine, Robert: *Eine Landkarte der Zeit*, München: Piper 2004.
- Lévi-Strauss, Claude: *Das Wilde Denken* [1962], Frankfurt a.M.: Suhrkamp 1973.
- Levitt, Joel: *A Complete Guide to Preventive and Predictive Maintenance*, 2. Aufl., New York: Industrial Press 2011.
- Lewis, George E./Benjamin Piekut (Hg.): *The Oxford Handbook of Critical Improvisation Studies*, Vol. 2, Oxford: Oxford University Press 2016.
- Lieb, Claudia: *Crash. Der Unfall der Moderne*, Bielefeld: Aisthesis 2009.
- Link, Jürgen: *Versuch über den Normalismus. Wie Normalität produziert wird* [1997], 5. Aufl., Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht 2013.
- List, Friedrich: »Das deutsche Eisenbahnsystem als Mittel zur Vervollkommnung der deutschen Industrie, des deutschen Zollvereins und des deutschen Nationalverbandes überhaupt. (Mit besonderer Rücksicht auf württembergische Eisenbahnen)« [1841], in: Friedrich List: *Werke*, Bd. 3: *Schriften zum Verkehrswesen, 1. Teil*, hg.v. Erwin v. Beckerath und Otto Stühler, Berlin: Verlag von Reimar Hobbing 1929, S. 347–377.
- Little, Richard G.: »Managing the Risk of Cascading Failure in Complex Urban Infrastructure«, in: Stephen Graham (Hg.): *Disrupted Cities. When Infrastructure Fails*, New York/London: Routledge 2010, S. 27–40.
- Löffler, Petra: »Zick-Zack. Bruno Latours Umwege«, in: Holger Brohm/Sebastian Gießmann/Gabriele Schabacher/Sandra Schramke (Hg.): *Workarounds. Praktiken des Umwegs*, Hamburg: Philo Fine Arts 2017 (= *ilinx. Berliner Beiträge zur Kulturwissenschaft* 4), S. 137–143.

- Lombard, Marlize/Miriam Noël Haidle: »Thinking a Bow-and-arrow Set: Cognitive Implications of Middle Stone Age Bow and Stone-tipped Arrow Technology«, in: *Cambridge Archaeological Journal* 22.2 (2012), S. 237–264.
- Longo, Stefano B./Richard York: »How Does Information Communication Technology Affect Energy Use?«, in: *Human Ecology Review* 22.1 (2015), S. 55–72.
- Lyle, John Tillmann: *Regenerative Design for Sustainable Development and Design for Human Ecosystems*, New York u.a.: Wiley & Sons 1994.
- Lyon, David: *Surveillance Society: Monitoring Everyday Life*, Buckingham, UK/Philadelphia, PA: Open University Press 2001.
- Lyons, Siobhan (Hg.): *Ruin Porn and the Obsession with Decay*, Cham: Palgrave Macmillan 2018.
- Macaulay, Rose: *The Pleasure of Ruins*, New York: Walker and Company 1953.
- MacBride, Samantha: *Recycling Reconsidered. The Present Failure and Future Promise of Environmental Action in the United States*, Cambridge/London: MIT Press 2012.
- Macho, Thomas: »Warten«, in: *Gregor Schneider*. 31.05.2007, 19–20:30 Uhr, hg. von der Staatsoper Unter den Linden, Köln: König 2007, S. 22–30.
- »Zeit und Zahl. Kalender- und Zeitrechnung als Kulturtechniken«, in: Sybille Krämer/Horst Bredekamp (Hg.): *Bild – Schrift – Zahl*, München: Fink 2003, S. 179–192.
- MacKenzie, Donald/Graham Spinardi: »Tacit Knowledge, Weapons Design, and the Uninvention of Nuclear Weapons«, in: *American Journal of Sociology* 101.1 (1995), S. 44–99.
- Malefakis, Alexis: »Tansanier mögen keine unversehrten Sachen: Reparaturen und ihre Spuren an alten Schuhen in Daressalam, Tansania«, in: Stefan Krebs/Gabriele Schabacher/Heike Weber (Hg.): *Kulturen des Reparierens. Dinge – Wissen – Praktiken*, Bielefeld: Transcript 2018, S. 303–326.
- Marchand, Yves/Romain Meffre: *The Ruins of Detroit*, with essays by Robert Polidori and Thomas J. Sugrue, Göttingen: Steidl 2010.
- Marling, Karal Ann: *Blue Ribbon: A Social and Pictorial History of the Minnesota State Fair*, St. Paul: Minnesota Historical Society Press 1990.
- Martin, Reinhold: *The Organizational Complex. Architecture, Media, and Corporate Space*, Cambridge, MA/London: MIT Press 2003.
- Martínez, Francisco/Patrick Lavolette (Hg.): *Repair, Brokenness, Breakthrough. Ethnographic Responses*, New York/Oxford: Berghahn 2019.
- Marx, Gary T.: *Windows into the Soul. Surveillance and Society in an Age of High Technology*, Chicago/London: University of Chicago Press 2016.
- Marx, Karl: »Einleitung [zur Kritik der politischen Ökonomie]«, in: ders./Friedrich Engels: *Werke*, Bd. 13, 7. Aufl., Berlin/DDR: Dietz Verlag 1971, S. 615–641.
- »Zur Kritik der politischen Ökonomie«, in: ders./Friedrich Engels: *Werke*, Bd. 13, 7. Aufl., Berlin/DDR: Dietz Verlag 1971, S. 3–160.
- Marzio, Peter C.: *Rube Goldberg. His Life and Work*, New York: Harper & Row 1973.

- Masterson, Vincent V.: *The Katy Railroad and the Last Frontier* [1952], Columbia: University of Missouri Press 1988.
- Mauss, Marcel: »Die Techniken des Körpers« [1935], in: ders.: *Soziologie und Anthropologie*, Bd. 2, München: Hanser 1974, S. 197–220.
- Maye, Harun: »Was ist eine Kulturtechnik?«, in: *Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung* 1 (1/2010): Schwerpunkt *Kulturtechnik*, S. 121–135.
- Mayer-Schwieger, Maren: »Umwege auf See. Zur Pflanzenverschiffung Ende des 18. Jahrhunderts«, in: Holger Brohm/Sebastian Gießmann/Gabriele Schabacher/Sandra Schramke (Hg.): *Workarounds. Praktiken des Umwegs*, Hamburg: Philo Fine Arts 2017 (= *ilinx. Berliner Beiträge zur Kulturwissenschaft* 4), S. 145–156.
- Mayntz, Renate/Thomas P. Hughes (Hg.): *The Development of Large Technical Systems*, Frankfurt a.M.: Campus und Boulder: Westview Press 1988.
- McCollough, John: »Factors Impacting the Demand for Repair Services of Household Products: The Disappearing Repair Trades and the Throwaway Society«, in: *International Journal of Consumer Studies* 33.6 (2009), S. 619–626.
- McDonough, William/Michael Braungart: *The Upcycle. Beyond Sustainability – Designing for Abundance*, New York: North Point Press 2013.
- McEwen, Alan: *Historic Steam Boiler Explosions*, Keighley, UK: Sledgehammer Engineering Press 2009.
- McFarlane, Colin: »Infrastructure, Interruption, and Inequality. Urban Life in the Global South«, in: Stephen Graham (Hg.): *Disrupted Cities. When Infrastructure Fails*, New York/London: Routledge 2010, S. 131–144.
- McIntyre, Stephen L.: »The Failure of Fordism. Reform of the Automobile Repair Industry, 1913–1940«, in: *Technology and Culture* 41.2 (2000), S. 269–299.
- McLuhan, Marshall: *Understanding Media. The Extensions of Man* [1964], Cambridge, MA/London: MIT Press 1994.
- McMurray, Adela J./Gerrit A. de Waal (Hg.): *Frugal Innovation: A Global Research Companion*, New York/London: Routledge 2020.
- McRobie, George: *Small Is Possible*, New York u.a.: Harper & Row 1981.
- Meiner, Carsten/Kristin Veel (Hg.): *The Cultural Life of Catastrophes and Crises*, Berlin: De Gruyter 2012.
- Merriam-Webster.com Dictionary*, <https://www.merriam-webster.com/>. Zitierte Einträge: [Art.] »maintain«, <https://www.merriam-webster.com/dictionary/maintain> (24.06.2021); [Art.] »Rube Goldberg adjective«, <https://www.merriam-webster.com/dictionary/Rube%20Goldberg> (28.07.2021).
- Metzner, Thorsten: »BER besteht TÜV-Prüfung. Weiterer Schritt in Richtung Eröffnung«, in: *Der Tagesspiegel*, 16. Januar 2020, <https://www.tagesspiegel.de/berlin/ber-besteht-tuev-pruefung-weiterer-schritt-in-richtung-eroeffnung/25437238.html> (28.07.2021).
- »Die Mängelliste wird kürzer. Wo es jetzt noch hakt auf der BER-Baustelle«, in: *Der Tagesspiegel*, 5. Juni 2019, <https://www.tagesspiegel.de/berlin/die-maengelliste-wird-kuerzer-wo-es-jetzt-noch-hakt-auf-der-ber-baustelle/24420576.html> (28.07.2021).
 - »Flughafen Berlin-Brandenburg. Platz- und Zeitnot: Am BER wird es eng und enger«, in: *Der Tagesspiegel*, 22. Mai 2018, <https://www.tagesspiegel.de/>

- berlin/flughafen-berlin-brandenburg-platz-und-zeitnot-am-ber-wird-es-eng-und-enger/22587052.html (28.07.2021).
- »Hauptstadtflughafen: TÜV hält BER-Terminplan für stark gefährdet«, in: *Der Tagesspiegel*, 11. April 2019, <https://www.tagesspiegel.de/berlin/hauptstadtflughafen-tuev-haelt-ber-terminplan-fuer-stark-gefaehrdet/24210992.html> (28.07.2021).
- Meyers *Großes Konversations-Lexikon. Ein Nachschlagewerk des allgemeinen Wissens*, 20 Bände, 6., gänzlich neubearbeitete und vermehrte Aufl., Leipzig/Wien: Bibliographisches Institut 1902–1908. Zitierte Einträge: [Art.] »Eisenbahnbau«, Bd. 5 (1906), S. 509–516; [Art.] »Heizerschulen«, Bd. 9 (1907), S. 118; [Art.] »Maschinenwärterschulen«, Bd. 13 (1908), S. 390; [Art.] »Maschinist«, Bd. 13 (1908), S. 390; [Art.] »Reparieren«, Bd. 16 (1907), S. 809; [Art.] »Unterbau«, Bd. 19 (1909), S. 934.
- Middleton, William D./George M. Smerk/Roberta L. Diehl (Hg.): *Encyclopedia of North American Railroads*, Bloomington: Indiana University Press 2007.
- Misa, Thomas J./Johan Schot: »Inventing Europe: Technology and the Hidden Integration of Europe. Introduction«, in: *History and Technology* 21.1 (2005), S. 1–19.
- Mitchell, Timothy: *Carbon Democracy. Political Power in the Age of Oil*, London/New York: Verso 2011.
- Mitra, Barun S.: »India's ›Informal‹ Car«, in: *The Asian Wall Street Journal* vom 26. Januar 1995, online verfügbar über den Blog »On the Road to Liberty«: <http://barunmitra.blogspot.com/1995/01/indias-informal-car.html> (21.05.2021).
- Mobley, R. Keith: *An Introduction to Predictive Maintenance*, 2. Aufl., Amsterdam u. a.: Butterworth/Heinemann 2002.
- Modena, Letizia: *Italo Calvino's Architecture of Lightness. The Utopian Imagination in an Age of Urban Crisis*, London: Routledge 2011.
- Mol, Annemarie: *The Logic of Care: Health and the Problem of Patient Choice*, New York: Routledge 2008.
- Mol, Annemarie/Ingunn Moser/Jeanette Pols (Hg.): *Care in Practice. On Tinkering in Clinics, Homes and Farms*, Bielefeld: Transcript 2010.
- Morache, George-Auguste: *Les Trains sanitaires. Étude sur l'emploi des chemins de fer pour l'évacuation des blessés et malades en arrière des armées*, Paris: Imprimerie et librairie militaires J. Dumaine 1872.
- Morello, Jo: *The Crash at Crush*, full-length play with music, based on a historic event in Texas in 1896, Shane Arts at Dallas Hub Theater, Dallas (Texas) 2008.
- Morgan, Clifford T./Jesse S. Cook/Alphonse Chapanis/Max W. Lund (Hg.): *Human Engineering Guide to Equipment Design*, New York u. a.: McGraw-Hill 1963.
- Morris, Morris L./Austin O. Arthur: »Master Plan for Kludge Software«, in: Jack Moshman (Hg.): *Faith, Hope and Parity. An Anthology of Humor from Datamation Magazine*, Washington, D. C.: Thompson Book Company 1966, S. 9–14.
- Moshman, Jack (Hg.): *Faith, Hope and Parity. An Anthology of Humor from Datamation Magazine*, Washington, D. C.: Thompson Book Company 1966.

- Moy, James S.: »Train Crash at Crush, 1896: Disaster as Popular Theatre«, in: *Theatre Quarterly* Vol. VIII, No. 30 (1978), S. 60–64.
- Mühlbauer, Peter: »Noch 11.519 Mängel, aber die Entrauchungsanlage funktioniert«, in: *Telepolis*, 17. April 2019, <https://www.heise.de/tp/features/Noch-11-519-Maengel-aber-die-Entrauchungsanlage-funktioniert-4401941.html> (28.07.2021).
- Müller, Christoph/Daniel Boos: »Zurich Main Railway Station: A Typology of Public CCTV Systems«, in: *Surveillance & Society* 2.2/3 (2004): *The Politics of CCTV in Europe and Beyond*, hg. v. Clive Norris, Mike McCahill u. David Wood, S. 161–176.
- Müller, Lars in Zusammenarbeit mit dem Museum für Gestaltung Zürich (Hg.): *Max Bill – Sicht der Dinge. Die gute Form: eine Ausstellung 1949*, Zürich: Lars Müller Publishers 2015.
- Müller, Martin/Christoph Neubert (Hg.): *Standardisierung und Naturalisierung*, Paderborn: Fink 2019.
- Mumford, Lewis: *Die Stadt. Geschichte und Ausblick* [1961], Bd.1, München: dtv 1979.
- Münchener Politische Zeitung. Mit Seiner Königlich Majestät Allergnädigsten Privilegium* Nr. 116, 15. Mai 1842, https://digipress.digitale-sammlungen.de/issue/bsb10506257_00621_u001 (10.07.2021).
- Musil, Robert: *Der Mann ohne Eigenschaften* I, Erstes und Zweites Buch [1930/1933], hg. v. Adolf Frisé, Reinbek b. Hamburg: Rowohlt 1988.
- Nanz, Tobias: *Grenzverkehr. Eine Mediengeschichte der Diplomatie*, Zürich/Berlin: Diaphanes 2010.
- Neubert, Christoph: »Elektronische Adressenordnung«, in: Stefan Andriopoulos/Gabriele Schabacher/Eckhard Schumacher (Hg.): *Die Adresse des Mediums*, Köln: DuMont 2001, S. 34–63.
- »Innovation, Mobilisierung, Transport. Zur verkehrstheoretischen Grundlegung der Akteur-Netzwerk-Theorie in Bruno Latours *Aramis, or the Love of Technology*«, in: ders./Gabriele Schabacher (Hg.): *Verkehrsgeschichte und Kulturwissenschaft. Analysen an der Schnittstelle von Technik, Kultur und Medien*, Bielefeld: Transcript 2013, S. 93–140.
- [Art.] »Störung«, in: Christina Bartz/Ludwig Jäger/Marcus Krause/Erika Linz (Hg.): *Handbuch der Mediologie. Signaturen des Medialen*, München: Fink 2012, S. 272–288.
- Neubert, Christoph/Gabriele Schabacher (Hg.): *Verkehrsgeschichte und Kulturwissenschaft. Analysen an der Schnittstelle von Technik, Kultur und Medien*, Bielefeld: Transcript 2013.
- Niemann, Jörg/Adrian Pisla: *Life-Cycle Management of Machines and Mechanisms*, Cham u. a.: Springer 2021.
- North, Michael: *Machine-Age Comedy*, Oxford u. a.: Oxford University Press 2008.
- Norton, Paul: »Diaster Made to Order«, in: B.A. Botkin/Alvin F. Harlow: *A Treasury of Railroad Folklore. The Stories, Tall Tales, Traditions, Ballads and Songs of the American Railroad Man*, New York: Bonanza Books 1953, S. 354–356. Längere Fassung u. d. T.: »Train Wrecks Made to Order«, in: *Railway Progress* 7.3 (1953), S. 24–30.

- Nutch, Frank: »Gadgets, Gizmos, and Instruments. Science for the Tinkering«, in: *Science, Technology, & Human Values* 21.2 (1996), S. 214–228.
- O’Connell, Joseph: »Metrology: The Creation of Universality by the Circulation of Particulars«, in: *Social Studies of Science* 23 (1993), S. 129–173.
- OED Online* [Oxford English Dictionary], Oxford University Press, März 2021. Zitierte Einträge: [Art.] »fix, v.«, www.oed.com/view/Entry/70815; [Art.] »Heath Robinson, n.«, www.oed.com/view/Entry/85188; [Art.] »infra-, prefix«, <https://www.oed.com/view/Entry/95607>; [Art.] »infrastructure, n.« <https://www.oed.com/view/Entry/95624>; [Art.] »jugaad, n.«, www.oed.com/view/Entry/54189995; [Art.] »kludge, n.«, www.oed.com/view/Entry/103870; [Art.] »kludgemanhip, n.«, www.oed.com/view/Entry/103870; [Art.] »maintain, v.«, <http://www.oed.com/view/Entry/112562>; [Art.] »mend, v.«, www.oed.com/view/Entry/116389; [Art.] »patch, v.«, www.oed.com/view/Entry/138687; [Art.] »repair, v.2«, www.oed.com/view/Entry/162631; [Art.] »restore, v.1«, www.oed.com/view/Entry/163992; [Art.] »Rube Goldberg, n.«, www.oed.com/view/Entry/168337; [Art.] »standard, n. and adj.«, <https://oed.com/view/Entry/188962>; [Art.] »wait, v.1«, www.oed.com/view/Entry/225136; [Art.] »waiter, n.«, www.oed.com/view/Entry/225140; [Art.] »workaround, n.«, www.oed.com/view/Entry/419283 (13.05.2021).
- Öhner, Vrääth/Heidemarie Uhl/Wolfgang Schmale/Andreas Pribersky (Hg.): *Europa-Bilder*, Innsbruck u.a.: Studienverlag 2005.
- Oldenziel, Ruth/Heike Weber (Hg.): *Recycling and Reuse in the Twentieth Century*, Special Issue *Contemporary European History* 22.3 (2013).
- Opitz, Sven/Ute Tellmann: »Katastrophale Szenarien: Gegenwärtige Zukunft in Recht und Ökonomie«, in: Leon Hempel/Susanne Krasmann/Ulrich Bröckling (Hg.): *Sichtbarkeitsregime. Überwachung, Sicherheit und Privatheit im 21. Jahrhundert*, Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaft 2011 (= *Leviathan*, Sonderheft 25), S. 27–52.
- Orland, Barbara: »Haushalt, Konsum und Alltagsleben in der Technikgeschichte«, in: *Technikgeschichte* 65 (1998), S. 273–295.
- Orr, Julian E.: *Talking About Machines. An Ethnography of a Modern Job*, Ithaca/London: Cornell University Press 1996.
- Ortmann, Günther: *Regel und Ausnahme. Paradoxien sozialer Ordnung*, Frankfurt a.M.: Suhrkamp 2003.
- Österreichischer Beobachter* Nr. 140, 20. Mai 1842, <https://alex.onb.ac.at/cgi-content/anno?aid=obo&datum=18420520&zoom=33> (10.07.2021).
- Otis, George A.: *A Report on a Plan for Transporting Wounded Soldiers by Railway in Time of War With Descriptions of Various Methods Employed for This Purpose on Different Occasions*, Washington: War Department 1875.
- Packard, Vance: *Die große Verschwendung* [1960], Frankfurt a.M./Hamburg: Fischer 1964.
- Pacquement, Alfred: [Vorwort], in: *Airs de paris*. Exposition présentée au Centre Pompidou, Galerie 1, du 25 avril au 16 août 2007, Paris: Édition du Centre Pompidou 2007, S. 12–13.
- Parikka, Jussi: *A Geology of Media*, Minneapolis/London: University of Minnesota Press 2015.

- *The Anthrobscene*, Minneapolis: University of Minnesota Press 2014.
- Parks, Lisa/Nicole Starosielski: »Introduction«, in: dies. (Hg.): *Signal Traffic. Critical Studies of Media Infrastructures*, Urbana: University of Illinois Press 2015, S. 1–27.
- (Hg.): *Signal Traffic. Critical Studies of Media Infrastructures*, Urbana: University of Illinois Press 2015.
- Pederson, Jay P. (Hg.): *International Directory of Company Histories*, Vol. 45, Detroit u.a.: St. James Press 2002.
- Peltzer, M.: *Die deutschen Sanitätszüge und der Dienst als Etappenarzt im Kriege gegen Frankreich*, Berlin: Verlag August von Hirschwald 1872.
- Peng, Kern: *Equipment Management in the Post-Maintenance Era: Advancing in the Era of Smart Machines*, London/New York: Routledge 2021.
- Perron, Charles: *Normale Katastrophen. Die unvermeidbaren Risiken der Großtechnik* [1984], 2. Aufl., Frankfurt a.M./New York: Campus 1992.
- *The Next Catastrophe: Reducing Our Vulnerabilities to Natural, Industrial, and Terrorist Disasters*, Princeton/Oxford: Princeton University Press 2011.
- Peters, John Durham: *The Marvelous Clouds. Toward a Philosophy of Elemental Media*, Chicago: University of Chicago Press 2015.
- Peters, Richard: »Ueber Dampfkesselrevisionen«, in: *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure* XIII, H. 2 (1869), S. 106–116.
- Pfeifer, Wolfgang et al.: *Etymologisches Wörterbuch des Deutschen* [1993], digitalisierte und von Wolfgang Pfeifer überarbeitete Version im *Digitalen Wörterbuch der deutschen Sprache*, <https://www.dwds.de/d/wb-etymbw> (14.05.2021).
- [Art.] »reparieren«, in: dies.: *Etymologisches Wörterbuch des Deutschen*, <https://www.dwds.de/wb/etymbw/reparieren> (13.05.2021).
- [Art.] »Wart«, in: dies.: *Etymologisches Wörterbuch des Deutschen*, <https://www.dwds.de/wb/etymbw/Wart> (28.03.2021).
- [Art.] »Warte«, in: dies.: *Etymologisches Wörterbuch des Deutschen*, <https://www.dwds.de/wb/etymbw/Warte> (29.03.2021).
- [Art.] »warten«, in: dies.: *Etymologisches Wörterbuch des Deutschen*, <https://www.dwds.de/wb/etymbw/warten> (29.03.2021).
- Pias, Claus: »Abschreckung denken. Herman Kahns Szenarien«, in: ders. (Hg.): *Abwehr. Modelle – Strategien – Medien*, Bielefeld: Transcript 2009, S. 179–188.
- »Bunker schreiben. Paul Virilios Architexturen«, 2001, https://www.uni-due.de/~bj0063/texte/virilio_neu.pdf (18.06.2021); frühere Fassung u.d.T.: »Gebogener Beton. Paul Virilios Bunkerarchitextur«, in: Herbert Wentzsch/Readymix-Baustoffgruppe (Hg.): *Beton. Werkstoff – Baustoff – Kunststoff*, Weimar: Universitätsverlag der Bauhaus-Universität 1999, S. 42–59.
- »Der Hacker«, in: Eva Horn/Stefan Kaufmann/Ulrich Bröckling (Hg.): *Grenzverletzer. Von Schmugglern, Spionen und anderen subversiven Gestalten*, Berlin: Kulturverlag Kadmos 2002, S. 248–270.
- »»One-man Think Tank«. Herman Kahn oder wie man das Undenkbare denkt«, in: *Zeitschrift für Ideengeschichte* III.3 (2009), S. 5–16.

- Pickering, Andrew: *The Mangle of Practice: Time, Agency, and Science*, Chicago: University of Chicago Press 1995.
- Pierer's *Universal-Lexikon der Vergangenheit und Gegenwart oder neuestes encyclopädisches Wörterbuch der Wissenschaften, Künste und Gewerbe*, 34 Bände, zweite, völlig umgearbeitete Aufl., Altenburg: Verlagsbuchhandlung Pierer 1840–1846. Zitiertes Eintrag: [Art.] »Katastrophe«, Bd. 16 (1843), S. 58.
- Pilz, Kerstin: »Reconceptualising Thought and Space: Labyrinths and Cities in Calvino's Fictions«, in: *Italica* 80.2 (2003), S. 229–242.
- Pinch, Trevor: »Technology and Institutions. Living in a Material World«, in: *Theory and Society* 37 (2008), S. 461–483.
- Pinch, Trevor/H.M. Collins/Larry Carbone: »Inside Knowledge. Second Order Measures of Skill«, in: *The Sociological Review* 44.2 (1996), S. 163–186.
- Pipek, Volkmar/Volker Wulf: »Infrastructuring: Toward an Integrated Perspective on the Design and Use of Information Technology«, in: *Journal of the Association of Information Systems* 10.5 (2009), S. 447–473.
- Poerschke, Ute: *Funktionen und Formen. Architekturtheorie der Moderne*, Bielefeld: Transcript 2014.
- Polanyi, Michael: *The Tacit Dimension*, New York: Doubleday Company 1966.
- Pollock, Neil: »When is a Work-Around? Conflict and Negotiation in Computer Systems Development«, in: *Science, Technology, & Human Values* 30.4 (2005), S. 496–514.
- Poenicke, Klaus: »Eine Geschichte der Angst? Appropriationen des Erhabenen in der englischen Ästhetik des 18. Jahrhunderts«, in: Christine Pries (Hg.): *Das Erhabene. Zwischen Grenzerfahrung und Größenwahn*, Weinheim/Berlin: De Gruyter 1989, S. 75–90.
- Poppe, Erik/Jörg Longmuß (Hg.): *Geplante Obsoleszenz. Hinter den Kulissen der Produktentwicklung*, Bielefeld: Transcript 2019.
- Poromka, Wiebe: *Medialität urbaner Infrastrukturen. Der öffentliche Nahverkehr, 1870–1933*, Bielefeld: Transcript 2013.
- Potter, Jerry O.: *The Sultana Tragedy. America's Greatest Maritime Disaster*, Gretna: Pelican Publishing 1992.
- Potthast, Jörg: *Die Bodenhaftung der Netzwerkgesellschaft. Eine Ethnografie von Pannen an Großflughäfen*, Bielefeld: Transcript 2007.
- »Papier, Bleistift & Bildschirm. Die Bodenhaftung der Flugsicherung«, in: Christian Kassung (Hg.): *Die Unordnung der Dinge. Eine Wissens- und Mediengeschichte des Unfalls*, Bielefeld: Transcript 2009, S. 303–327.
- Preuß, Erich: *Eisenbahnunfälle in Europa. Tatsachen, Berichte, Protokolle*. Berlin: Transpress 1991.
- Prösser, Claudius: »Was kostet das Berliner Flughafenchaos? Blackbox BER«, in: *taz*, 3. Juni 2017, <https://taz.de/Was-kostet-das-Berliner-Flughafenchaos/!5411461/> (28.07.2021).
- PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt) *Mitteilungen* 122.1 (2012): *Das System der Einheiten*, hg. v. von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt.
- Puig de la Bellacasa, María: *Matters of Care. Speculative Ethics in More Than Human Worlds*, Minneapolis/London: University of Minnesota Press 2017.
- »Matters of Care in Technoscience: Assembling Neglected Things«, *Social Studies of Science* 41.1 (2011), S. 85–106.

- Püschel, Bernhard: *Historische Eisenbahn-Katastrophen, eine Unfallchronik von 1840 bis 1926*, Freiburg: Eisenbahn-Kurier 1977.
- Quinn, Terry/Jean Kovalevsky: »The Development of Modern Metrology and Its Role Today«, in: *Philosophical Transactions: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 363 (2005): *The Fundamental Constants of Physics, Precision Measurements and the Baseunits of the SI*, S. 2307–2327.
- Raab, Thomas: »Knappe Naturgeschichte der Hemmung«, in: *Gregor Schneider*. 31.05.2007, 19–20:30 Uhr, hg. von der Staatsoper Unter den Linden, Köln: König 2007, S. 40–44.
- Radjou, Navi/Jaideep Prabhu: *Frugal Innovation. How To Do More With Less*, London: The Economist 2014.
- Radjou, Navi/Jaideep Prabhu/Simone Ahuja: *Jugaad Innovation. Think Frugal, Be Flexible, Generate Breakthrough Growth*, San Francisco: Jossey-Bass 2012.
- Radkau, Joachim: »Zum ewigen Wachstum verdammt? Jugend und Alter großer technischer Systeme«, in: Ingo Braun/Bernward Joerges (Hg.): *Technik ohne Grenzen*, Frankfurt a.M.: Suhrkamp 1994, S. 50–106.
- Rai, Amit S.: *Jugaad Time. Ecologies of Everyday Hacking in India*, Durham/London: Duke University Press 2019.
- Rathje, William: »Integrated Archeology. A Garbage Paradigm«, in: Victor Buchli/Gavin Lucas (Hg.): *Archaeologies of the Contemporary Past*, London/New York: Routledge 2001, S. 63–76.
- Rautzenberg, Markus/Andreas Wolfsteiner (Hg.): *Hide and Seek. Das Spiel von Opazität und Transparenz*, Paderborn u.a.: Fink 2010.
- Reckwitz, Andreas: *Die Gesellschaft der Singularitäten. Zum Strukturwandel der Moderne*, Frankfurt a.M.: Suhrkamp 2017.
- Reed, Robert C.: *Train Wrecks. A Pictorial History of Accidents on the Main Line*, Atglen, PA: Schiffer Books 1996.
- Reichel, Raphael: »Der Reiz der Ruinen: Vergnügen am Verfall, Abenteuer-tourismus und das Versprechen der Unmittelbarkeit«, in: Christoph Bareither/Ingrid Tomkowiak (Hg.): *Mediated Pasts – Popular Pleasures. Medien und Praktiken populärkulturellen Erinnerns*, Würzburg: Königshausen & Neumann 2020, S. 57–73.
- Reisdorff, James J.: *The Man Who Wrecked 146 Locomotives. The Story of »Head-on Joe« Connolly*, David City: South Platte Press und Brueggjenjohann/Reese 2009.
- Reith, Reinhold: »Recycling. Stoffströme in der Geschichte«, in: Sylvia Hahn/Reinhold Reith (Hg.): *Umwelt-Geschichte. Arbeitsfelder, Forschungsansätze, Perspektiven*, Wien: Verlag für Geschichte und Politik/München: Wissenschaftsverlag 2001, S. 99–120.
- »Reparieren: Ein Thema der Technikgeschichte?«, in: Reinhold Reith/Dorothea Schmidt (Hg.): *Kleine Betriebe – Angepasste Technologie? Hoffnungen, Erfahrungen und Ernüchterungen aus sozial- und technikhistorischer Sicht*, Münster u.a.: Waxmann 2002, S. 139–161.
- Reith, Reinhold/Georg Stöger: »Einleitung. Reparieren – oder die Lebensdauer der Gebrauchsgüter«, in: *Technikgeschichte* 79.3 (2012), Themenheft *Reparieren – oder die Lebensdauer der Gebrauchsgüter*, S. 173–184.

- [Art.] »Reparatur«, in: *Enzyklopädie der Neuzeit*, hg. v. Friedrich Jaeger, Bd. 11, Stuttgart/Weimar: Metzler 2010, Sp. 58–61.
- Reuter, Timo: *Warten. Eine verlernte Kunst*, Frankfurt a.M.: Westend 2019.
- Reutter, Mark: »Learning from Wrecks«, in: *Railroad History* 184 (Spring 2001), Special Issue *A History of Wrecks*, S. 71–76.
- Rheinberger, Jörg: »Schnittstellen«, in: ders.: *Epistemologie des Konkreten. Studien zur Geschichte der modernen Biologie*, Frankfurt a.M.: Suhrkamp 2006, S. 313–335.
- Richter, Steffen: *Infrastruktur. Ein Schlüsselkonzept der Moderne und die deutsche Literatur 1848–1914*, Berlin: Matthes & Seitz 2018.
- Riegl, Alois: *Der moderne Denkmalkultus. Sein Wesen und seine Entstehung*, Wien/Leipzig: Braumüller 1903.
- Rinaldi, Steven M./James P. Peerenboom/Terrence K. Kelly: »Identifying, Understanding, and Analyzing Critical Infrastructure Interdependencies«, in: *IEEE Control Systems Magazine* (Dec. 2001), S. 11–25.
- Robinson, Peter: »Conceptualizing Urban Exploration as Beyond Tourism and as Anti-Tourism«, in: *Advances in Hospitality and Tourism Research* 3.2 (2015), S. 141–164.
- Roettig, Petra: »Lost Places – Orte der Photographie«, in: Hubertus Gaßner/Petra Roettig (Hg.): *Lost Places – Orte der Photographie*. Anlässlich der Ausstellung »Lost Places – Orte der Photographie«, Hamburger Kunsthalle, 8. Juni bis 23. September 2012, Heidelberg u.a.: Kehrer 2012, S. 9–18.
- Rolt, L.T.C.: *Red for Danger: A History of Railway Accidents and Railway Safety* [1955], 3. Aufl. London/Sydney: Pan Books 1978.
- Ropohl, Günter: *Signaturen der technischen Welt. Neue Beiträge zur Technikphilosophie*, Münster: LIT Verlag 2009.
- Rosa, Hartmut: *Beschleunigung. Die Veränderung der Zeitstrukturen in der Moderne*, Frankfurt a.M.: Suhrkamp 2005.
- Roskothen, Johannes: *Verkehr. Zu einer poetischen Theorie der Moderne*, München: Fink 2003.
- Rosner, Daniela K. (2013): »Making Citizens, Reassembling Devices. On Gender and the Development of Contemporary Public Sites of Repair in Northern California«, in: *Public Culture* 26.1 (2013), S. 51–77.
- Rosner, Daniela K./Morgan Ames: »Designing for Repair?: Infrastructures and Materialities of Breakdown«, in: *CSCW '14. Proceedings of the 17th ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work & Social Computing*, Baltimore, Maryland, USA – February 15–19, 2014, New York: ACM 2014, S. 319–331.
- Rosner, Daniela K./Fred Turner: »Theaters of Alternative Industry: Hobbyist Repair Collectives and the Legacy of the 1960s American Counterculture«, in: Hasso Plattner/Christoph Meinel/Larry Leifer (Hg.): *Design Thinking Research: Building Innovators*, Berlin/Heidelberg/New York: Springer 2015, S. 59–69.
- Roth, Michael: »Irresistible Decay: Ruins Reclaimed«, in: ders./Claire Lyons/Charles Merewether (Hg.): *Irresistible Decay*, Los Angeles: Getty Research Institute for the History of Art and Humanities 1997, S. 1–23.

- Roy, Rajkumar/R. Stark/K. Tracht/S. Takata/M. Moriet: »Continuous Maintenance and the Future-Foundations and Technological Challenges«, in: *CIRP Annals Manufacturing Technology* 65.2 (2016), S. 667–688.
- Rube Goldberg. *A Retrospective*, introduction and commentary by Philip Garner, New York: Delilah Books 1983.
- Russell, Andrew L./Lee Vinsel: »After Innovation, Turn to Maintenance«, in: *Technology and Culture* 59.1 (2018), S. 1–25.
- Ryle, Gilbert: »Knowing How and Knowing That. The Presidential Address«, in: *Proceedings of the Aristotelian Society. New Series* 46 (1945–1946), S. 1–16.
- Sachs, Wolfgang/Gerhard Scherhorn: [Art.] »Überfluss, Überfluggesellschaft«, in: *Historisches Wörterbuch der Philosophie*, hg. v. Joachim Ritter, Karlfried Gründer u. Gottfried Gabriel, Bd. 11, Basel: Schwabe 2001, Sp. 27–30.
- Sacks, Harvey: »Lecture 1: Doing ›being ordinary‹«, in: ders.: *Lectures on Conservation*, Vol. 2, Part IV, Spring 1970, hg. v. Gail Jefferson, Malden, MA/Oxford: Blackwell 1992, S. 215–221.
- Sagan, Scott D.: »The Problem of Redundancy Problem: Why More Nuclear Security Forces May Produce Less Nuclear Security«, in: *Risk Analysis* 24.4 (2004), S. 935–946.
- Salsbury, Stephen: *The State, the Investor, and the Railroad: The Boston & Albany, 1825–1867*, Cambridge, MA: Harvard University Press 1967.
- Sassen, Saskia (Hg.): *Global Networks, Linked Societies*, New York/London: Routledge 2002.
- Satow, Ernest: *Satow's Diplomatic Practice* [1917], hg. v. Ivor Roberts, 7. Aufl., Oxford: Oxford University Press 2017.
- Schabacher, Gabriele: »Medien und Verkehr. Zur Genealogie des Übertragungswissens zwischen Personen, Gütern und Nachrichten«, in: *Tumult* 39. *Schriften zur Verkehrswissenschaft* (Juni 2013): *Von Wegen. Bahnungen der Moderne*, S. 39–55; gekürzt wiederabgedruckt u.d.T.: »Medien und Verkehr. Zur Genealogie des Übertragungswissens im 19. Jahrhundert«, in: Ivo Gurschler/Christoph Schlembach (Hg.): *Von Wegen. Bahnungen der Moderne*, Wien: Sonderzahl 2018 (= *Schriften zur Verkehrswissenschaft bei Sonderzahl*, Bd. 43), S. 49–68.
- »Regime der Geschwindigkeit. Paul Virilios Verkehrstheorie«, in: Friedrich Balke/Maria Muhle (Hg.): *Räume und Medien des Regierens*, München: Fink 2016, S. 140–167.
- »Traffic as ›Dirt Experience‹. Harold Innis' Tracing of Media«, in: Marion Näser-Lather/Christoph Neubert (Hg.): *Traffic. Media as Infrastructures and Cultural Practices*, Leiden/Boston: Brill 2015, S. 50–72.
- Schaffer, Simon: »Easily Cracked. Scientific Instruments in States of Disrepair«, in: *Isis* 102.4 (2011), S. 706–717.
- »Late Victorian Metrology and Its Instrumentation: A Manufactory of OHMS«, in: Robert Bud (Hg.): *Invisible Connections. Instruments, Institutions, and Science*, Bellingham, Wash: SPIE Optical Engineering Press 1992, S. 25–54.
- Schäffner, Wolfgang: »Das Trauma der Versicherung. Das Ereignis im Zeitalter der Wahrscheinlichkeit«, in: Inka Mülder-Bach (Hg.): *Modernität und Trauma*.

- Beiträge zum Zeitenbruch des Ersten Weltkriegs*, Wien: Universitätsverlag 2000, S. 104–120.
- »Elemente architektonischer Medien«, in: *Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung* 1 (1/2010): Schwerpunkt *Kulturtechnik*, S. 137–149.
- Scherpe, Klaus R.: »Nonstop nach Nowhere City? Wandlungen der Symbolisierung, Wahrnehmung und Semiotik der Stadt in der Literatur der Moderne«, in: ders. (Hg.): *Die Unwirklichkeit der Städt. Großstadtdarstellungen zwischen Moderne und Postmoderne*, Reinbek b. Hamburg: Fischer 1988, S. 129–152.
- (Hg.): *Die Unwirklichkeit der Städt. Großstadtdarstellungen zwischen Moderne und Postmoderne*, Reinbek b. Hamburg: Fischer 1988.
- Schilling, Heinz (Hg.): *Welche Farbe hat die Zeit? Recherchen zu einer Anthropologie des Wartens*, Frankfurt a.M.: Institut für Kulturanthropologie und Europäische Ethnologie 2002.
- Schivelbusch, Wolfgang: *Geschichte der Eisenbahnreise. Zu Industrialisierung von Raum und Zeit im 19. Jahrhundert* [1977], Frankfurt a.M.: Fischer 2004.
- Schlegloff, Emanuel Abraham/Gail Jefferson/Harvey Sacks: »The Preference for Self-Correction in the Organization of Repair in Conversation«, in: *Language* 53.2 (1977), S. 361–382.
- Schmidt, F.A.: *Train Wrecks for Fun and Profit*, Erin, Canada: The Boston Mills Press 1982.
- Schmidt, Kjeld: *Cooperative Work and Coordinative Practices. Contributions to the Conceptual Foundations of Computer-Supported Cooperative Work (CSCW)*, London: Springer 2011.
- »The Concept of ›Work‹ in CSCW«, in: *Computer Supported Cooperative Work* 20 (2011), S. 341–401.
- Schmidt, Kjeld/Liam Bannon: »Taking CSCW Seriously: Supporting Articulation Work«, in: *Computer Supported Cooperative Work* 1 (1992), S. 7–41.
- Scholl, Ewald Friedrich: *Der Führer des Maschinisten. Anleitung zur Kenntniß, zur Wahl, zum Ankaufe, zur Aufstellung, Wartung, Instanderhaltung und Feuerung der Dampfmaschinen, der Dampfkessel und Getriebe. Ein Hand- und Hilfsbuch für Heizer, Dampfmaschinenwärter, angehende Mechaniker, Fabrikherren und technische Behörden*, Braunschweig: Vieweg und Sohn 1845.
- Schönberger, Angela: »Die Staatsbauten des Tausendjährigen Reiches als vorprogrammierte Ruinen? Zu Albert Speers Ruinenwerttheorie«, in: *IDEA. Jahrbuch der Hamburger Kunsthalle*, Bd. VI, hg.v. Werner Hofmann und Martin Warnke, Hamburg-Altona: Prestel 1987, S. 97–107.
- Schot, Johan: »Transnational Infrastructures and the Origins of European Integration«, in: Alexander Badenoch/Andreas Fickers (Hg.): *Materializing Europe. Transnational Infrastructures and the Project of Europe*, Basingstoke/New York: Palgrave Macmillan 2010, S. 82–109.
- Schröter, Jens: »Reparaturwissen und Paratextualität«, in: Stefan Krebs/Gabriele Schabacher/Heike Weber (Hg.): *Kulturen des Reparierens. Dinge – Wissen – Praktiken*, Bielefeld: Transcript 2018, S. 225–238.
- Schubert, Cornelius: »Medizinische Reparaturkulturen. Zum Umgang mit (nicht) funktionierender Technik im laufenden Betrieb«, in: Stefan Krebs/Gabriele Schabacher/Heike Weber (Hg.): *Kulturen des Reparierens. Dinge – Wissen – Praktiken*, Bielefeld: Transcript 2018, S. 327–345.

- Schulze, Tillmann: *Bedingt abwehrbereit. Schutz kritischer Informations-Infrastrukturen in Deutschland und den USA*, Wiesbaden: Springer 2006.
- Schumacher, Ernst Friedrich: *Small Is Beautiful. A Study of Economics As If People Mattered* [1973], London: Vintage Books 1993.
- Schüttpelz, Erhard: »Die Erfindung der Twelve-Inch, der Homo Sapiens und Till Heilmanns Kommentar zur Priorität der Operationskette«, in: *Internationales Jahrbuch für Medienphilosophie* 3.1 (2017), S. 217–234.
- »Die medienanthropologische Kehre der Kulturtechniken«, in: *Archiv für Mediengeschichte* 6 (2006): *Kulturgeschichte als Mediengeschichte (oder vice versa?)*, S. 87–110.
- »Die Struktur der Grenzobjekte«, in: Gießmann, Sebastian/Nadine Taha (Hg.): *Susan Leigh Star. Grenzobjekte und Medienforschung*, Bielefeld: Transcript 2018, S. 229–239.
- »Ein absoluter Begriff. Zur Genealogie und Karriere des Netzwerkkonzepts«, in: Stefan Kaufmann (Hg.): *Vernetzte Steuerung. Soziale Prozesse im Zeitalter technischer Netzwerke*, Zürich: Chronos 2007, S. 25–46.
- »Eine Umschrift der Störung. Shannons Flußdiagramm der Kommunikation in ihrem kybernetischen Verlauf«, in: Ludwig Jäger/Georg Stanitzek (Hg.): *Transkribieren. Medien/Lektüre*, München: Fink 2002, S. 233–280.
- »Frage nach der Frage, auf die das Medium eine Antwort ist«, in: Albert Kümmel/Erhard Schüttpelz (Hg.): *Signale der Störung*, München: Fink 2003, S. 15–29.
- »Infrastrukturelle Medien und öffentliche Medien«, in: *Media in Action* 0 (2016) (pre-publication), https://dSPACE.ub.uni-siegen.de/bitstream/ubsi/998/1/Infrastrukturelle_Medien_und_oeffentliche_Medien_Schuettpelz.pdf (30.07.2021).
- »Körpertechniken«, in: *Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung* 1 (1/2010): Schwerpunkt *Kulturtechnik*, S. 101–120.
- »Moderne Medien ohne Modernisierungstheorie«, in: Tobias Conradi/Heike Derwanz/Florian Muhle (Hg.): *Strukturentstehung durch Verflechtung. Akteur-Netzwerk-Theorie(n) und Automatismen*, München: Fink 2011, S. 239–257.
- »Objekt- und Metasprache«, in: Jürgen Fohrmann/Harro Müller (Hg.): *Literaturwissenschaft*, München: Fink 1995, S. 179–216.
- »Skill, Deixis, Medien«, in: Christiane Voss/Lorenz Engell (Hg.): *Mediale Anthropologie*, München: Fink 2015, S. 153–181.
- Schüttpelz, Erhard/Ulrike Bergermann/Monika Dommann/Jeremey Stollow/Nadine Taha (Hg.): *Connect and Divide. The Practice Turn in Media Studies*, Zürich: Diaphanes 2021.
- Schwechten, Ernst: [Art.] »Eisenbahnhygiene«, in: Victor von Röhl (Hg.): *Enzyklopädie des Eisenbahnwesens*, Bd. 4, 2., vollständig neu bearbeitete Aufl., Berlin/Wien: Urban & Schwarzenberg 1913, S. 67–70.
- Schweizer, Harold: *On Waiting*, London/New York: Routledge 2008.
- Scott, James C.: *Against the Grain: A Deep History of the Earliest States*, New Haven/London: Yale University Press 2017.
- Sefrin, Peter/Johann W. Weidinger: »History of Emergency Medicine in Germany«, in: *Journal of Clinical Anesthesia* 3 (1991), S. 245–248.

- Semmens, Peter: *Katastrophen auf Schienen. Eine weltweite Dokumentation*, Stuttgart: Transpress 1996.
- Sennett, Richard: *Handwerk*, Berlin: Berlin Verlag 2008.
- *Zusammenarbeit. Was unsere Gesellschaft zusammenhält*, Berlin: Hanser 2012.
- Serres, Michel: *Der Parasit*, Frankfurt a.M.: Suhrkamp 1981.
- Shapin, Steven: »The Invisible Technician«, in: *American Scientist* 77 (1989), S. 554–563.
- Shapiro, Carl/Hal R. Varian: »The Art of Standard Wars«, in: *California Management Review* 41.2 (1999), S. 8–32.
- Shaw, Robert B.: »Railroad Accidents and Passenger Safety«, in: *Railroad History* 184 (Spring 2001), Special Issue *A History of Wrecks*, S. 22–36.
- Shaw, Robert B./Ralph S. Podas/John H. White, Jr./Karl A. Roeder/H. Robre Grant/Mark Reutter: *A History of Train Wrecks*, Special Issue *Railroad History* 184, Railway & Locomotive Historical Society (R&LHS) 2001, S. 22–77.
- Shryock, Andrew/Daniel Lord Smail u.a.: *Deep History: The Architecture of Past and Present*, Berkeley/Los Angeles/London: University of California Press 2011.
- Siegert, Bernhard: *Cultural Techniques: Grids, Filters, Doors, and Other Articulations of the Real*, New York: Fordham University Press 2015.
- »Kulturtechnik«, in: Harun Maye/Leander Scholz (Hg.): *Einführung in die Kulturwissenschaft*, München: Fink (UTB) 2011, S. 95–118.
- *Relais. Geschicke der Literatur als Epoche der Post (1751–1913)*, Berlin: Brinkmann & Bose 1993.
- »Türen. Zur Materialität des Symbolischen«, in: *Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung* 1 (1/2010): Schwerpunkt *Kulturtechnik*, S. 151–170.
- Siegmund, Andrea: *Die romantische Ruine im Landschaftsgarten. Ein Beitrag zum Verhältnis der Romantik zu Barock und Klassik*, Würzburg: Königshausen & Neumann 2002.
- Simmel, Georg: »Die Ruine« [1911], in: ders.: *Philosophische Kultur. Gesammelte Essays*, 2., um einige Zusätze verm. Aufl., Leipzig: Kröner 1919, S. 125–133.
- Sims, Benjamin/Christopher Henke: »Maintenance and Transformation in the U.S. Nuclear Weapons Complex«, in: *IEEE Technology and Society Magazine* 27.3 (2008), S. 32–38.
- Slade, Giles: *Made to Break. Technology and Obsolescence in America*, Cambridge, MA/London: Harvard University Press 2006.
- Smith, Greg M.: »The Left Takes Back the Flag: The Steadicam, the Snippet, and the Song in *The West Wing's* »In Excelsis Deo««, in: Peter C. Rollins/John E. O'Connor (Hg.): *The West Wing: The American Presidency as Television Drama*, New York: Syracuse University Press 2003, S. 125–135.
- Sohn-Rethel, Alfred: »Das Ideal des Kaputten. Über neapolitanische Technik«, in: ders.: *Das Ideal des Kaputten* [1926], hg. v. Bettina Wassmann, Frickingen: Ulrich Seutter 2008, S. 31–35.
- Sombart, Werner: *Der moderne Kapitalismus. Historisch-systematische Darstellung des gesamteuropäischen Wirtschaftslebens von seinen Anfängen bis zur Gegenwart*, Band I–III in 6 Halbbänden, Dritter Band: *Das Wirtschaftsleben*

- im Zeitalter des Hochkapitalismus, Zweiter Halbband: *Der Hergang der hochkapitalistischen Wirtschaft – Die Gesamtwirtschaft* [1927], München: dtv 1987.
- *Die deutsche Volkswirtschaft im neunzehnten Jahrhundert*, 2. durchges. Aufl., Berlin: Bondi 1909.
 - Sonnenberg, Gerhard Siegfried: *Hundert Jahre Sicherheit. Beiträge zur technischen und administrativen Entwicklung des Dampfkesselwesens in Deutschland 1810 bis 1910*, Düsseldorf: VDI-Verlag 1968 (= *Technikgeschichte in Einzeldarstellungen*, Nr. 6).
 - Speer, Albert: *Erinnerungen* [1969], Berlin: Ullstein 2007.
 - Sprenger, Florian: *Epistemologien des Umgebens. Zur Geschichte, Ökologie und Biopolitik künstlicher environments*, Bielefeld: Transcript 2019.
 - »Standards und Standarten«, in: Martin Müller/Christoph Neubert (Hg.): *Standardisierung und Naturalisierung*, Paderborn: Fink 2019, S. 23–45.
 - Stadt Köln: »Beschlussprotokoll der Sitzung des Betriebsausschusses Veranstaltungszentrum Köln«, 7. Dezember 2020, https://ratsinformation.stadt-koeln.de/si0057.asp?__ksinr=22006 (22.09.2021).
 - Stäheli, Urs: »Infrastrukturen des Kollektiven: alte Medien – neue Kollektive?«, in: *Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung* 3 (2/2012): Schwerpunkt Kollektiv, S. 99–116.
 - Stalder, Laurent: »Air, Light and Air-Conditioning«, in: *Grey Room* 40 (2010), S. 84–99.
 - Stanitzek, Georg: »Fama/Musenkette. Zwei klassische Probleme der Literaturwissenschaft mit den ›Medien‹«, in: ders./Wilhelm Vosskamp (Hg.): *Schnittstelle: Medien und Kulturwissenschaften*, Köln: DuMont 2001, S. 135–150.
 - Stanley, Jay: *The Dawn of Robot Surveillance. AI, Video Analytics, and Privacy*, ACLU (American Civil Liberties Union) 2019, https://www.aclu.org/sites/default/files/field_document/061119-robot_surveillance.pdf (23.07.2021).
 - Star, Susan Leigh: »Cooperation Without Consensus in Scientific Problem Solving. Dynamics of Closure in Open Systems«, in: Steve Easterbrook (Hg.): *CSCW: Cooperation or Conflict?*, London u.a.: Springer 1993, S. 93–106.
 - »Power, Technology and the Phenomenology of Conventions: On Being Allergic to Onions«, in: John Law (Hg.): *A Sociology of Monsters. Essays on Power, Technology and Domination*, London: Routledge 1991, S. 26–56.
 - »The Ethnography of Infrastructure«, in: *American Behavioral Scientist* 43.3 (1999), S. 377–391.
 - »The Sociology of the Invisible. The Primacy of Work in the Writings of Anselm Strauss«, in: David Maines (Hg.): *Social Organization and Social Process: Essays in Honor of Anselm Strauss*, New York: De Gruyter 1991, S. 265–283.
 - »The Structure of Ill-Structured Solutions. Boundary Objects and Heterogeneous Distributed Problem Solving«, in: Les Gasser/Michael N. Huhns (Hg.): *Distributed Artificial Intelligence*, Bd. II, London: Pietman/San Mateo, CA: Morgan Kaufmann Publishers 1989, S. 37–54.
 - »This is Not a Boundary Object: Reflections on the Origin of a Concept«, in: *Science, Technology, & Human Values* 35.5 (2010), S. 601–617.

- Star, Susan Leigh/Bowker, Geoffrey C.: »Enacting Silence: Residual Categories as a Challenge for Ethics, Information Systems, and Communication Technology«, in: *Ethics and Information Technology* 9.4 (2007), S. 273–280.
- »How to Infrastructure« [2002], in: Leah A. Lievrouw/Sonia Livingstone (Hg.): *The Handbook of New Media. Updated Student Edition*, London/Thousand Oaks: SAGE 2009, S. 230–245.
- Star, Susan Leigh/James R. Griesemer: »Institutional Ecology, ›Translations‹ and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907–39«, in: *Social Studies of Science* 19 (1989), S. 387–420.
- Star, Susan Leigh/Martha Lampland: »Reckoning with Standards«, in: Martha Lampland/Susan Leigh Star (Hg.): *Standards and Their Stories. How Quantifying, Classifying, and Formalizing Practices Shape Everyday Life*, Ithaca/London: Cornell University Press 2009, S. 3–24.
- Star, Susan Leigh/Karen Ruhleder: »Steps Towards an Ecology of Infrastructure: Complex Problems in Design and Access for Large-Scale Collaborative Systems«, in: *CSCW '94: Proceedings of the 1994 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work*, October 1994, Chapel Hill: ACM 1994, S. 253–264.
- »Steps Toward an Ecology of Infrastructure: Design and Access to Large Information Spaces«, in: *Information Systems Research* 7.1 (1996), S. 111–134.
- Star, Susan Leigh/Anselm Strauss: »Layers of Silence, Arenas of Voice: The Ecology of Visible and Invisible Work«, in: *Computer Supported Cooperative Work* 8 (1999), S. 9–30.
- Stark, John: *Product Lifecycle Management*, Vol. 1: *21st Century Paradigm for Product Realisation*, 3. Aufl., London u.a.: Springer 2015.
- Steffen, Will/Jacques Grinevald/Paul Crutzen/John McNeill: »The Anthropocene: Conceptual and Historical Perspectives«, in: *Philosophical Transactions of the Royal Society* 369 (2011), S. 842–867.
- Steininger, Benjamin: *Raum-Maschine Reichsautobahn*, Berlin: Kulturverlag Kadmos 2005.
- Sterne, Jonathan: »The mp3 as Cultural Artifact«, in: *New Media & Society* 8.5 (2006), S. 825–842.
- Stockert, Ludwig von: *Eisenbahnunfälle. Ein Beitrag zur Eisenbahnbetriebslehre*, Bd. 1, Leipzig: Wilhelm Engelmann 1913.
- Stöger, Georg: *Sekundäre Märkte? Zum Wiener und Salzburger Gebrauchtwarenhandel im 17. und 18. Jahrhundert*, Wien: Verlag für Geschichte und Politik/München: Oldenburg Verlag 2011.
- [Art.] »Trödel«, in: *Enzyklopädie der Neuzeit*, hg. v. Friedrich Jaeger, Bd. 13, Stuttgart/Weimar: Metzler 2011, Sp. 791–793.
- Stoler, Ann Laura: *Duress: Imperial Durabilities in Our Times*, Durham/London: Duke University Press 2016.
- »›The Rot Remains‹: From Ruins to Ruination. Introduction«, in: dies. (Hg.): *Imperial Debris: On Ruins and Ruination*, Durham/London: Duke University Press 2013, S. 1–35.
- (Hg.): *Imperial Debris: On Ruins and Ruination*, Durham/London: Duke University Press 2013.

- Stoll, Katrina/Scott Lloyd (Hg.): *Infrastructure as Architecture. Designing Composite Networks*, Berlin: jovis 2010.
- Strasser, Susan: *Waste and Want. A Social History of Trash*, New York: Metropolitan Books/Henry Holt and Company 2000.
- Strauss, Anselm: »A Social World Perspective«, in: Norman K. Denzin (Hg.): *Studies in Symbolic Interaction*, Vol. 1, Greenwich, DT: Jai Press 1978, S. 119–128.
- »The Articulation of Project Work: An Organizational Process«, in: *The Sociological Quarterly* 29.2 (1988), S. 163–178.
 - »Work and the Division of Labor«, in: *The Sociological Quarterly* 26.1 (1985), S. 1–19.
- Strebel, Ignaz/Alain Bovet/Philippe Sormani (Hg.): *Repair Work Ethnographies. Revisiting Breakdown, Relocating Materiality*, Singapur: Palgrave Macmillan 2019.
- Suchman, Lucy: *Human-Machine Reconfigurations. Plans and Situated Actions, 2nd Edition*, Cambridge u.a.: Cambridge University Press 2009. Erste Auflage u.d.T.: *Plans and Situated Action. The Problem of Human-Machine Communication*, Cambridge u.a.: Cambridge University Press 1987.
- »Making a Case: ›Knowledge‹ and ›Routine‹ Work in Document Production«, in: Paul Luff/Jon Hindmarsh/Christian Heath (Hg.): *Workplace Studies: Recovering Work Practice and Informing System Design*, Cambridge: Cambridge University Press 2000, S. 29–45.
 - »Making Work Visible«, in: *Communications of the ACM* 18.9 (1995), S. 56–64.
 - »Practice-Based Design of Information Systems. Notes from the Hyperdeveloped World«, in: *The Information Society* 18 (2002), S. 139–144.
- Sudrow, Anne: »Reparieren im Wandel der Konsumregime. Bekleidung und Schuhe in Deutschland und Großbritannien während des Zweiten Weltkriegs«, in: *Technikgeschichte* 79.3 (2012), Themenheft *Reparieren – oder die Lebensdauer der Gebrauchsgüter*, S. 227–254.
- Summerton, Jane (Hg.): *Changing Large Technical Systems*, Boulder u.a.: Westview Press 1994.
- Swaan, Abram de: *Der sorgende Staat. Wohlfahrt, Gesundheit und Bildung in Europa und in der USA der Neuzeit*, Frankfurt a.M./New York: Campus 1993.
- Szabo, Sacha: *Rausch und Rummel. Attraktionen auf Jahrmärkten und Vergnügungsparks. Eine soziologische Kulturgeschichte*, Bielefeld: Transcript 2006.
- Taha, Nadine: *Das Labor der US-amerikanischen Industrieforschung und seine Medienpraktiken (1870–1950)*, Dissertation Universität Siegen 2020, Manuskript. Erschienen u.d.T. *Im Medienlabor der US-amerikanischen Industrieforschung. Die gemeinsamen Wurzeln von Massenmedien und Bürokratie 1870-1950*, Bielefeld: Transcript 2022.
- »Die Wettermacher als Grenzgänger. Zur industriell-militärischen Geschichte der Wettermanipulation«, in: *Navigationen* 13.2 (2013), S. 163–174.
- Takata, Shozo/F. Kimura/F.J.A.M. van Houten/E. Westkämper/M. Shpitalnie/D. Ceglarek/J. Lee: »Maintenance: Changing Role in Life Cycle Management«, in: *CIRP Annals Manufacturing Technology* 53.2 (2004), S. 643–655.

- Taylor, Dorceta E.: *Toxic Communities: Environmental Racism, Industrial Pollution, and Residential Mobility*, New York/London: New York University Press 2014.
- Taylor, Peter J./Ben Derudder: *World City Network. A Global Urban Analysis* [2004] 2. Aufl., New York/London: Routledge 2016.
- The Art of Rube Goldberg. (A) Inventive (B) Cartoon (C) Genius*, selected by Jennifer George, Introduction by Adam Gopnik, New York: Abrams Comicsarts 2013.
- The Best of Rube Goldberg*, zusammengestellt von Charles Keller, Prentice-Hall/Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall Inc. 1979.
- The New Hacker's Dictionary*, zusammengestellt v. Eric S. Raymond, 3. Aufl., Cambridge, MA/London: MIT Press 1996. Zitierte Einträge: [Art.] »kludge«, S. 271; [Art.] »kluge«, S. 271–273; [Art.] »workaround«, S. 491.
- The Statutes of The United Kingdom of Great Britain and Ireland, 28 & 29 Victoria, 1865*, with tables showing the year's legislation and a copious index by George Kettilby Rickards, London: George E. Eyre/William Spottiswoode 1865. Zitiertes Gesetz: »Locomotives on Roads« (C.83), S. 183–186.
- Thomas, William I./Dorothy Swaine Thomas: *The Child in America. Behaviour Problems and Programs*, New York: Alfred A. Knopf 1928.
- Thompson, Michael: *Rubbish Theory. The Creation and Destruction of Value*, Oxford u.a.: Oxford University Press 1979.
- Toal, Gerard [Gearóid Ó Tuathail]: *Critical Geopolitics. The Politics of Writing Global Space*, London: Routledge 1996.
- Tronto, Joan: *Moral Boundaries. A Political Argument for an Ethic of Care*, New York: Routledge 1993.
- Trüby, Stefan: *Geschichte des Korridors*, Paderborn: Fink 2018.
- Tumey, Paul C.: »Rube Goldberg«, in: ders./Library of American Comics: *Screwball! The Cartoonists Who Made the Funnies Funny*, hg. v. Dean Mullaney und Bruce Canwell, San Diego, CA: IDW Publishing 2019, S. 118–139.
- »Rube Goldberg Butts in«, in: *The Comics Journal*, 24. Februar 2014, <http://www.tcj.com/rube-goldberg-butts-in/> (22.05.2021).
- Turnbull, David: »The Ad Hoc Collective Work of Building Gothic Cathedrals with Templates, String, and Geometry«, in: *Science, Technology & Human Values* 18.3 (1993), S. 315–340.
- Vance, James E.: *The North American Railroad: Its Origin, Evolution, and Geography*, Baltimore/London: Johns Hopkins University Press 1995.
- Vardi, Itai: »Auto Thrill Shows and Destruction Derbies, 1922–1965: Establishing the Cultural Logic of the Deliberate Car Crash in America«, in: *Journal of Social History* 45.1 (Fall 2011), S. 20–46.
- Vaughan, Diane: *The Challenger Launch Decision: Risky Technology, Culture, and Deviance at Nasa* [1996], Chicago/London: Chicago University Press 2016.
- Vec, Miloš: *Recht und Normierung in der Industriellen Revolution. Neue Strukturen der Normsetzung in Völkerrecht, staatlicher Gesetzgebung und gesellschaftlicher Selbstnormierung*, Frankfurt a.M.: Klostermann 2006.

- Vehlken, Sebastian/Isabell Schrickel/Claus Pias/Anneke Janssen (2016): »Computersimulation«, in: Benjamin Bühler/Stefan Willer (Hg.): *Futurologien. Ordnungen des Zukunftswissens*, München: Fink 2016, S. 181–192.
- Vennen, Mareike: *Das Aquarium. Praktiken, Techniken und Medien der Wissensproduktion (1840–1910)*, Göttingen: Wallstein 2018.
- Vergara, Camilo José: *American Ruins*, New York: Monacelli Press 1999.
- *The New American Ghetto*, New Brunswick, NJ: Rutgers University Press 1995.
- Vidal, Ricarda: *Death and Desire in Car Crash Culture. A Century of Romantic Futurisms*, Oxford: Lang 2013.
- Vinsel, Lee/Andrew L. Russell: *The Innovation Delusion. How Our Obsession with the New Has Disrupted the Work That Matters Most*, New York: Currency 2020.
- Virilio, Paul: »Bunkerarchäologie« [1966], in: ders./Claude Parent: *architecture principe, 1966 und 1996*, Besançon: Les Éditions de L'imprimeur 2000, S. xx.
- *Bunkerarchäologie* [1975], München/Wien: Hanser 1992; Wiederaufl. Wien: Passagen 2011.
- *Der eigentliche Unfall*, Wien: Passagen 2009.
- *Der negative Horizont. Bewegung, Geschwindigkeit, Beschleunigung* [1984], Frankfurt a.M.: Fischer 1995.
- Virilio, Paul/Sylvère Lotringer: *Der reine Krieg*, Berlin: Merve 1984.
- Vismann, Cornelia: »Kulturtechniken und Souveränität«, in: *Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung* 1 (1/2010): Schwerpunkt *Kulturtechnik*, S. 171–181.
- Vleuten, Erik van der: »Feeding the Peoples of Europe: Transnational Food Transport Infrastructure in the Early Cold War, 1947–1960«, in: Alexander Badenoch/Andreas Fickers (Hg.): *Materializing Europe. Transnational Infrastructures and the Project of Europe*, Basingstoke/New York: Palgrave Macmillan 2010, S. 148–177.
- Vleuten, Erik van der/Arne Kaijser (Hg.): *Networking Europe. Transnational Infrastructures and the Shaping of Europe 1850–2000*, Sagamore Beach: Science History Publications 2006.
- Voges, Jonathan: »Selbst ist der Mann«. *Do-it-yourself und Heimwerken in der Bundesrepublik Deutschland*, Göttingen: Wallstein 2017.
- Vogler, Ch. August: *Grundlehren der Kulturtechnik*, 2 Bände, 3. Auflage, Berlin: Paul Parey 1903 und 1908.
- Volmar, Axel/Kyle Stine: »Infrastructures of Time: An Introduction to Hardwired Temporalities«, in: dies. (Hg.): *Media Infrastructures and the Politics of Digital Time. Essays on Hardwired Temporalities*, Amsterdam: Amsterdam University Press 2021, S. 9–38.
- (Hg.): *Media Infrastructures and the Politics of Digital Time. Essays on Hardwired Temporalities*, Amsterdam: Amsterdam University Press 2021.
- von Weikard: [Art.] »Bahnunterhaltung«, in: Freiherr von Röll: *Enzyklopädie des Eisenbahnwesens. Essays on Hardwired Temporalities*, Bd. 1, 2., vollständig neu bearbeitete Aufl., Berlin/Wien: Urban & Schwarzenberg 1912, S. 435–460.

- [Art.] »Bahnwärter«, in: Freiherr von Röll: *Enzyklopädie des Eisenbahnwesens*, Bd. 1, 2., vollständig neu bearbeitete Aufl., Berlin/Wien: Urban & Schwarzenberg 1912, S. 460–463.
- Wach, Alois P.: *Anleitung zur Wartung stationärer Dampfkessel und Dampfmaschinen für Kesselheizer, Maschinenwärter, Besitzer von Dampfmaschinen und Arbeiter in Dampfmaschinen-Fabriken*, Pilsen/Leipzig: Carl Maasch 1873.
- Wagner, Martin/Ludwig Hilberseimer: »Das Formproblem eines Weltstadtplatzes. Wettbewerb d. Verkehrs-A.-G. für die Umbauung des Alexanderplatzes«, in: *Das neue Berlin. Monatshefte für Probleme der Großstadt* 1 (1929), S. 33–41.
- Walcott, Derek: A Dilemma Faces W[est] I[ndian] Artists, in: *Sunday Guardian*, 12. Januar 1964, S. 3.
- Walter, François: *Katastrophen. Eine Kulturgeschichte vom 16. bis ins 21. Jahrhundert*, Stuttgart: Reclam 2010.
- Walter-Herrmann, Julia/Corinne Büching (Hg.): *FabLab: Of Machines, Makers and Inventors*. Bielefeld: Transcript 2013.
- Weber, Heike: »Entschaffen«: Reste und das Ausrangieren, Zerlegen und Beseitigen des Gemachten. Einleitung«, in: *Technikgeschichte* 81.1 (2014), Themenheft »Entschaffen«: *Reste und das Ausrangieren, Zerlegen und Beseitigen des Gemachten*, hg. v. Heike Weber, S. 1–32.
- »Made to Break? Lebensdauer, Reparierbarkeit und Obsoleszenz in der Geschichte des Massenkonsums von Technik«, in: Stefan Krebs/Gabriele Schabacher/Heike Weber (Hg.): *Kulturen des Reparierens. Dinge – Wissen – Praktiken*, Bielefeld: Transcript 2018, S. 49–83.
- »Vom Hausrat zum Sperrmüll – Sperrmüll als Phänomen der ›Wegwerfgesellschaft‹«, in: Dorothee Pesch/Beate Spiegel (Hg.): *Sparen, Verschwenden, Wiederverwenden. Vom Wert der Dinge*, Oberschönenfeld: Schwäbisches Volkskundemuseum Oberschönenfeld 2017, S. 28–35.
- Weber, Max: *Wirtschaft und Gesellschaft. Grundriss der verstehenden Soziologie* [1921/22], 5., revidierte Aufl., Tübingen: Mohr 1976.
- Webster's Third New International Dictionary of the English Language Unabridged*, Vol. II, Springfield, MA: Merriam Company 1961. Zitierter Eintrag: [Art.] »Rube Goldberg«, S. 1993.
- Weinberg, Gerald M.: *The Psychology of Computer Programming*, New York u. a.: Van Nostrand Reinhold Company 1971.
- Weingart, Brigitte: »›Rumoritis‹. Zur Modellierung von Massenkommunikation als Epidemie«, in: Jürgen Brokoff/Jürgen Fohrmann/Hedwig Pompe/Brigitte Weingart (Hg.): *Die Kommunikation der Gerüchte*, Göttingen: Wallstein 2008, S. 241–251.
- Weiß, Christan Felix: »Der lustige Schuster oder der zweyte Theil vom Teufel ist los«, in: ders.: *Komische Opern. Zweyter Theil*, Karlsruhe: Schmieder 1778, S. 105–194.
- Welzbacher, Christian: »›Ruinenwert‹ und ›Reichsehnenmal‹. Albert Speer, Wilhelm Kreis und der Kunsthistoriker Felix Alexander Dargel«, in: *kritische berichte* 33.2 (2005), S. 69–72.

- Wenger, Etienne: *Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity*, Cambridge u.a.: Cambridge University Press 1998.
- Werber, Niels: *Geopolitik zur Einführung*, Hamburg: Junius 2014.
- White, Richard: *Railroaded. The Transcontinental Making of Modern America*, New York/London: Norton & Company 2011.
- Whitehouse, Tanya: *How Ruins Acquire Aesthetic Value. Modern Ruins, Ruin Porn, and the Ruin Tradition*, Cham: Palgrave Macmillan 2018.
- Widlok, Thomas: »Kulturtechniken: ethnographisch fremd und anthropologisch fremd: Eine Kritik an ökologisch-phänomenologischen und kognitiv-modularisierenden Ansätzen«, in: Thomas A. Kienlin (Hg.): *Fremdheit – Perspektiven auf das Andere*, Bonn: Rudolf Habelt 2015, S. 41–59.
- Wiesnack, Günter: *Wesen und Geschichte der Technischen Überwachungs-Vereine*, Köln: Heymanns 1971.
- Windmüller, Sonja: *Die Kehrseite der Dinge. Müll, Abfall und Wegwerfen als kulturwissenschaftliches Phänomen*, Münster: LIT Verlag 2004.
- Winner, Langdon: »Do Artifacts Have Politics?«, in: *Daedalus* 109.1 (1980): *Modern Technology: Problem or Opportunity?*, S. 121–136.
- Winthrop-Young, Geoffrey: »Cultural Studies and German Media Theory«, in: Gary Hall/Clare Birchall (Hg.): *New Cultural Studies: Adventures in Theory*, Edinburgh: Edinburgh University Press 2006, S. 88–104.
- »Cultural Techniques: Preliminary Remarks«, in: *Theory, Culture & Society* 30.6 (2013), S. 3–19.
- »Translator's Note«, in: Bernhard Siegert: *Cultural Techniques: Grids, Filters, Doors, and Other Articulations of the Real*, New York: Fordham University Press 2015, S. xv.
- Wohlfart, Liza/Mark Bünger/Claus Lang-Koetz/Frank Wagner: »Corporate and Grassroot Frugal Innovation: A Comparison of Top-Down and Bottom-Up Strategies«, in: *Technology Innovation Management Review* 6.4 (2016), S. 5–17.
- Wolfe, Maynard Frank: *Rube Goldberg Inventions*, New York u.a.: Simon & Schuster 2000.
- Wurr, Ernst: *Hilfsbuch für Maschinisten und Heizer. Ein Lehr- und Nachschlagewerk für jeden Berufsgenossen. Aus der Praxis für die Praxis*, begr. v. Ernst Wurr, neu bearb. v. K. Vigener, 7. Aufl., Leipzig: Hachmeister & Thal 1913.
- Wynne, Brian: »Unruly Technology: Practical Rules, Impractical Discourses and Public Understanding«, in: *Social Studies of Science* 18 (1988), S. 147–167.
- Yates, JoAnne: *Control Through Communication. The Rise of System in American Management*, Baltimore/London: Johns Hopkins University Press 1989.
- Zalasiewicz, Jan/Colin N. Waters/Mark Williams: »Human Bioturbation, and the Subterranean Landscape of the Anthropocene«, in: *Anthropocene* 6 (2014), S. 3–9.
- Zalles-Reiber, Manuel: *Produktveralterung und Industrie-Design*, München: Akademischer Verlag 1996.
- Zedler, Johann Heinrich: *Grosses vollständiges Universal-Lexicon aller Wissenschaften und Künste*, 64 Bände und 4 Supplementbände, Leipzig/Halle: Verlag Heinrich Zedler 1731–1754.

- [Art.] »Pflegen«, in: ders.: *Grosses vollständiges Universal-Lexicon aller Wissenschaften und Künste*, Bd. 27 (1741), Sp. 1585–1586.
 - [Art.] »Reparation«, in: ders.: *Grosses vollständiges Universal-Lexicon aller Wissenschaften und Künste*, Bd. 31 (1742), Sp. 634.
 - [Art.] »Reparatur der Kirchen«, in: ders.: *Grosses vollständiges Universal-Lexicon aller Wissenschaften und Künste*, Bd. 31 (1742), Sp. 634.
- Zeitschrift für Kulturwissenschaften* (1/2010): *Kultur und Terror*, hg. Michael C. Frank u. Kirsten Mahlke.
- Zeitschrift für Kulturwissenschaften* (2/2008): *Räume*, hg.v. Michael C. Frank, Bettina Gockel, Thomas Hauschild, Dorothee Kimmich, Kirsten Mahlke.
- Zeitschrift für Medienwissenschaft* 24 (1/2021): *Medien der Sorge*.
- Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung* 1 (1/2010): *Schwerpunkt Kulturtechnik*, hg.v. Lorenz Engell und Bernhard Siegert.
- [Ziebarth, R.:] »Die Gesellschaft zur Ueberwachung und Versicherung von Dampfkesseln mit Sitze in Mannheim«, in: *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure* XIII, H. 4 (1869), S. 250–258.
- Zyman, Daniela: »Killing Time«, in: *Gregor Schneider. 31.05.2007, 19–20:30 Uhr*, hg. von der Staatsoper Unter den Linden, Köln: König 2007, S. 12–14.

AUDIOVISUELLE QUELLEN

- Conical Inter-Sect (Étant d'art pour locataire)*, Gordon Matta-Clark, Kamera: Gordon Matta-Clark und Bruno de Witt, 1975, 16mm Film (auf HD Video), Farbe, ohne Ton, 18:40 min.
- The Railroad-Smashup* (USA 1904), Edison Manufacturing Company, R: Edwin S. Porter
- HEAD ON TRAIN WRECK!!!! Staged Wreck from 1930's* [Minnesota State Fair, Falcon Heights, 1932], Video, <https://www.youtube.com/watch?v=0e-jRpFik3c> (11.07.2021)
- How it Feels to be Run Over* (GB 1900), R: Cecil M. Hepworth
- The Walking Dead* (USA 2010–), C: Frank Darabont
- The West Wing* (USA 1999–2006), Creator: Aaron Sorkin, NBC. Episode »Five Votes Down«, Erste Staffel, Episode 04, Erstausstrahlung 13.10.1999, R.: Michael Lehmann, D.: Aaron Sorkin, Lawrence O'Donnell, Patrick Caddell
- Sesame Street*, Season 1 (1969–1970), Episode 0089, Erstausstrahlung: 1. März 1970, NET (National Educational Television)
- Spectacular 1913 Train Collision* [California State Fair, Sacramento, 1913], Video, <https://www.youtube.com/watch?v=yUc3wd4It8g> (11.07.2021)
- The Swish Machine: 70 Step Basketball Trickshot (Rube Goldberg Machine)*, YouTube-Video. Upload 15.05.2020, <https://www.youtube.com/watch?v=Ss-P4qLLUyk> (22.05.2021)

ONLINEQUELLEN

- About Us – School of Engineering – Santa Clara University, <https://www.scu.edu/engineering/labs--research/labs/frugal-innovation-hub/about-us/> (21.05.2021)
- AamBoli Dictionary*, English to Hindi Dictionary, <https://www.aamboli.com/> (21.05.2021). Zitiertes Eintrag: [Art.] »जुगाड़ (jugaDa) Meaning in English and Hindi«, <https://www.aamboli.com/dictionary/%E0%A4%9C%E0%A5%81%E0%A4%97%E0%A4%BE%E0%A4%A1%E0%A4%BC-meaning-in-english> (21.05.2021)
- Edison's Companies – The Edison Papers, <https://edison.rutgers.edu/life-of-edison/companies> (21.07.21)
- Fairphone | The phone that cares for people and planet, <https://www.fairphone.com/en/> (31.2.2021)
- FBB [Flughafen Berlin Brandenburg] – Der Masterplan BER 2040 als strategisches Leitbild, https://www.berlin-airport.de/de/presse/informationen-ber/ausblick/4_masterplan-ber2040/index.php (28.07.2021)
- FBB [Flughafen Berlin Brandenburg] – Ausbauphasen, https://www.berlin-airport.de/de/presse/informationen-ber/ausblick/3_ausbauphasen/index.php (28.07.2021)
- Flughafen Berlin (BER) Kosten, <https://www.flughafen-berlin-kosten.de/> (28.07.2021)
- Frugal Innovation, <https://www.engineering-produktion.iao.fraunhofer.de/de/produkte-und-loesungen/produktentwicklung/frugal-innovation.html> (21.05.2021)
- Homepage – Practical Action, <https://practicalaction.org/> (22.05.2021)
- INES – The International Nuclear and Radiological Event Scale | GRS – Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) GmbH, <https://www.grs.de/reaktorsicherheit/ines> (01.07.2021)
- International Nuclear and Radiological Event Scale | IAEA, <https://www.iaea.org/resources/databases/international-nuclear-and-radiological-event-scale> (01.07.2021)
- Liter of Light, <http://aliteroflight.org> (21.05.2021)
- Gesamtplan 2040+, Mai 2020, Uebersichtsplaene FBB_Phasen_0-3_und_Gesamtplan_V29, https://www.berlin-airport.de/de/presse/publikationen/geschaeftpartner/2020/2020-05-Masterplan2040_.pdf (28.07.2021)
- Paris: Ville Invisible | Paris: Invisible City, <http://www.bruno-latour.fr/virtual/index.html> (25.07.21)
- Platform21 – Download Platform21's Repair Manifesto, <http://www.platform21.nl/page/4375/en.html> (27.02.2020)

- Repairable Products Make Good Sense – iFixit, <https://www.ifixit.com/Right-to-Repair/Repairable-Products> (27.02.2020)
- Report of the Presidential Commission on the Space Shuttle Challenger Accident, <https://history.nasa.gov/rogersrep/genindex.htm> (03.07.2021)
- Self-Repair Manifesto – iFixit, <https://www.ifixit.com/Manifesto> (15.05.2021)
- The Crash at Crush, <http://jomorello.com/crush-info.pdf> (10.07.2021)
- The Maintainers, <https://themaintainers.org/> (24.06.2021)
- The White House Museum, Movies & TV – The White House Museum, <http://www.whitehousemuseum.org/special/movies.htm#westwing1> (21.05.2021)
- Thomas Jorion – Paysage singuliers et intemporels, <https://thomasjorion.com/en/thomas-jorion-2/> (11.06.2021)
- Visit a Repair Café – Repair Café (EN), <https://repaircafe.org> (06.03.2020)

ABBILDUNGSNACHWEISE

- Abb. 1.1 Das OSI (*Open Systems Interconnection*)-Schichten-Modell. Christoph Neubert: »Elektronische Adressenordnung«, in: Stefan Andriopoulos/Gabriele Schabacher/Eckhard Schumacher (Hg.): *Die Adresse des Mediums*, Köln: DuMont 2001, S. 46.
- Abb. 1.2 Visualizing path dependence and discontinuity. (Graphic prepared by Trond Jacobsen.) Edwards, Paul N./Steven J. Jackson/Geoffrey Bowker/Cory Knobel: *Understanding Infrastructure: Dynamics, Tensions, Designs. Report of a Workshop on ›History & Theory of Infrastructure: Lessons for New Scientific Cyberinfrastructures‹* (Jan. 2007), National Science Foundation Grant 0630263, <https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/49353/UnderstandingInfrastr?sequence=3> (21.07.2021), S. 18.
- Abb. 1.3 Coverabbildung. *Worm Breeder's Gazette* 3.2 (Juni 1978).
- Abb. 1.4 Coverabbildung. *Worm Breeder's Gazette* 8.2 (1983).
- Abb. 1.5 Backcover. *Worm Breeder's Gazette* 14.4 (Oktober 1996).
- Abb. 1.6 Front Cover. The Transcribe. By Greg Nelson. *Worm Breeder's Gazette* 19.1 (Dezember 2011).
- Abb. 1.7 Cyberinfrastructure as distributions along technical/social & global/local axes (diagram courtesy of Florence Millerand). Edwards, Paul N./Steven J. Jackson/Geoffrey Bowker/Cory Knobel: *Understanding Infrastructure: Dynamics, Tensions, Designs. Report of a Workshop on ›History & Theory of Infrastructure: Lessons for New Scientific Cyberinfrastructures‹* (Jan. 2007), National Science Foundation Grant 0630263, <https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/49353/UnderstandingInfrastr?sequence=3> (21.07.2021), S. 6.
- Abb. 2.1 Reversibles »Blackboxing«. Bruno Latour: »Ein Kollektiv von Menschen und nichtmenschlichen Wesen. Auf dem Weg durch Dädalus' Labyrinth«, in: ders.: *Die Hoffnung der Pandora*, Frankfurt a.M.: Suhrkamp 2000, S. 225.
- Abb. 2.2 Air de Paris (50 cc of Paris Air). Ready Made. Marcel Duchamp, Paris 1919. Philadelphia Museum of Art, The Louise and Walter Arensberg Collection. Glas, 13,5 x 20,5 cm. Fotografie aus *Airs de paris*. Exposition présentée au Centre Pompidou, Galerie 1, du 25 avril au 16 août 2007, Paris: Édition du Centre Pompidou 2007, S. 33.

- Abb. 2.3 Centre Georges Pompidou, Außenaufnahme, März 2013. Stock-Fotografie-ID: 458292809, Bildnachweis: Vvovale.
- Abb. 2.4 Gordon Matta-Clark: *Conical Intersect*. Paris 1975. Photograph © Marc Petitjean. Fotografie aus Bruce Jenkins: *Gordon Matta-Clark. Conical Intersect*, London: Afterall Books 2011, S. 27.
- Abb. 2.5 u. 2.6 Paris: Ville Invisible | Paris: Invisible City, <http://www.bruno-latour.fr/virtual/index.html> (25.07.2021).
- Abb. 2.7 Bruno Latour/Emilie Hermant: *Paris ville invisible*, Design Susanna Shannon, Paris: Les Empêcheurs de penser en rond/La Découverte 1998, plan 5, S. 17.
- Abb. 2.8 The Relationships among four types of standards. Lawrence Busch: *Standards. Recipes for Reality*, Cambridge, MA/London: MIT Press 2011, S. 48.
- Abb. 2.9 Shearing Layers of Change. Stewart Brand: *How Buildings Learn: What Happens After They're Built*, London: Penguin 1994, S. 13.
- Abb. 2.10 Stewart Brand: *How Buildings Learn: What Happens After They're Built*, London: Penguin 1994, S. 13.
- Abb. 2.11 Geplante Eröffnungstermine. Bau des Flughafens Berlin Brandenburg – Wikipedia, https://de.wikipedia.org/wiki/Bau_des_Flughafens_Berlin_Brandenburg (26.07.2021).
- Abb. 2.12 Flughafen Berlin (BER) – Kosten, Juni 2019, <https://www.flughafen-berlin-kosten.de/> (15.06.2019).
- Abb. 3.1 Dimensions for describing infrastructure interdependencies. Steven M. Rinaldi et al.: »Identifying, Understanding, and Analyzing Critical Infrastructure Interdependencies«, in: *IEEE Control Systems Magazine* (Dec. 2001), S. 12.
- Abb. 3.2 Grad der Interaktion und Kopplung bei verschiedenen Industrien/Institutionen. Perrow, Charles: *Normale Katastrophen. Die unvermeidbaren Risiken der Großtechnik* [1984], 2. Aufl., Frankfurt a.M./New York: Campus 1992, S. 138.
- Abb. 3.3 Politische Empfehlungen. Perrow, Charles: *Normale Katastrophen. Die unvermeidbaren Risiken der Großtechnik* [1984], 2. Aufl., Frankfurt a.M./New York: Campus 1992, S. 408.
- Abb. 3.4 Columbia sitting at Launch Complex 39–A. Columbia Accident Investigation Board (CAIB): *Report Volume I*. August 2003, NASA/Government Printing Office Washington 2003, S. 49, http://s3.amazonaws.com/akamai.netstorage/anon.nasa-global/CAIB/CAIB_lowres_full.pdf (03.07.2021).
- Abb. 3.5 Comparison of amount of debris recovered from the left and right wings of Columbia. Columbia Accident Investigation Board (CAIB): *Report Volume I*. August 2003, NASA/Government Printing Office Washington 2003, S. 72, http://s3.amazonaws.com/akamai.netstorage/anon.nasa-global/CAIB/CAIB_lowres_full.pdf (03.07.2021).

- Abb. 3.6 Shaking Hands. Views of the Head End Collision at Crush, Texas, September 15, 1896. Photograph by Martin Deane. F.A. Schmidt: *Train Wrecks for Fun and Profit*, Erin, Canada: The Boston Mills Press 1982, S. 9.
- Abb. 3.7 The Trains Just as They Struck. Views of the Head End Collision at Crush, Texas, September 15, 1896. Photograph by Martin Deane. F.A. Schmidt: *Train Wrecks for Fun and Profit*, Erin, Canada: The Boston Mills Press 1982, S. 10.
- Abb. 3.8 The Explosion. Views of the Head End Collision at Crush, Texas, September 15, 1896. Photograph by Martin Deane. F.A. Schmidt: *Train Wrecks for Fun and Profit*, Erin, Canada: The Boston Mills Press 1982, S. 10.
- Abb. 3.9 Titelseite. Scott Joplin: *Great Crush Collision March*, Temple: John R. Fuller 1896.
- Abb. 3.10 Partiturausschnitt. Scott Joplin: *Great Crush Collision March*, Temple: John R. Fuller 1896.
- Abb. 3.11 A. Provost: *Evènement du 8 Mai 1842 chemin de fer de Versailles Rive gauche*, undated. Collection musée du Domaine départemental de Sceaux. Ölgemälde, entst. zwischen 1842 und 1855, Sammlung Castle of Sceaux. Fotografische Reproduktion. Ester Fischer-Homberger: »Der Eisenbahnunfall von 1842 auf der Paris-Versailles-Linie. Traumatische Dissoziation und Fortschrittsgeschichte«, in: Christian Kassung (Hg.): *Die Unordnung der Dinge. Eine Wissens- und Mediengeschichte des Unfalls*, Bielefeld: Transcript 2009, S. 56.
- Abb. 3.12 View of the great railroad wreck. The most appalling railroad disaster on the Continent, on the T.P. & W.R.R. near Chatsworth, Illinois, of the Niagara Excursion Train, at midnight, August 10th, 1887. From south, showing sleeper »Tunis,« the height and width of the culvert 5 1/2 by 8 feet, the cause of the wreck, and seventeen pairs of trucks in one pile. Photograph by Harlan Holferty. 1887. Library of Congress, digital file from original photo, cph 3c08554 <http://hdl.loc.gov/loc.pnp/cph.3c08554>.
- Abb. 3.13 Causes of Death on British and American Railroads, 1850–1852. Aldrich, Mark: *Death Rode the Rails. American Railroad Accidents and Safety, 1828–1965*, Baltimore: Johns Hopkins University Press 2006, S. 19.
- Abb. 3.14 Großer Rettungskasten. G. Bode: »Eisenbahnrettungswesen«, in: Ludwig R. Stockert (Hg.): *Handbuch des Eisenbahnmaschinenwesens*, Bd. 3: *Werkstätten*, Berlin/Heidelberg: Springer 1908, S. 386.
- Abb. 3.15 Österreichischer Arztwagen. G. Bode: »Eisenbahnrettungswesen«, in: Ludwig R. Stockert (Hg.): *Handbuch des Eisenbahnmaschinenwesens*, Bd. 3: *Werkstätten*, Berlin/Heidelberg: Springer 1908, S. 394.

- Abb. 3.16 Bildliche Darstellung der Entwicklung des Eisenbahnnetzes der Erde, Erdteile und einzelnen Staaten in der Zeit vom Ende des Jahres 1840 bis Ende 1890. Michael Geistbeck: *Weltverkehr. Die Entwicklung von Schifffahrt, Eisenbahn, Post und Telegrafie bis zum Ende des 19. Jahrhunderts*, Reprograph. Nachdr. der Ausgabe Freiburg 1895, Hildesheim: Gerstenberg 1986, S. 343.
- Abb. 3.17 Annonce. *Omaha Daily News*, 5. September 1915. James J. Reisdorff: *The Man Who Wrecked 146 Locomotives. The Story of »Head-on Joe« Connolly*, David City: South Platte Press und Brueggenjohann/Reese 2009, S. 7.
- Abb. 3.18 Kollision in Des Moines, 9. September 1896. James J. Reisdorff: *The Man Who Wrecked 146 Locomotives. The Story of »Head-on Joe« Connolly*, David City: South Platte Press und Brueggenjohann/Reese 2009, S. 19.
- Abb. 4.1 Screenshot. Visit a Repair Café – Repair Café (EN), <https://repaircafe.org> (06.03.20).
- Abb. 4.2 Repair manifesto. Self-Repair Manifesto – iFixit, <https://www.ifixit.com/Manifesto> (27.02.20).
- Abb. 4.3 Engineering Flowchart. Engineering flowchart – Apps bei Google Play, https://play.google.com/store/apps/details?id=io.kodular.singhsailesh_ds.Engineers_flow&hl=de&gl=US (16.05.2021).
- Abb. 4.4 Johann Georg Krünitz: [Art.] »Ausbüßen«, in: ders.: *Oeconomische Encyclopädie oder allgemeines System der Land-, Haus- und Staats-Wirthschaft in alphabetischer Ordnung*, Bd. 3, Berlin: Pauli 1774, S. 188–197, hier: S. 192, Figuren 23–25.
- Abb. 4.5 Ersatzteile einer Mähmaschine. Siegfried Giedion: *Mechanization Takes Command. A Contribution to Anonymous History* (1948), New York/London: Norton & Company 1969, S. 49.
- Abb. 4.6 Jack Moshman (Hg.): *Faith, Hope and Parity. An Anthology of Humor from Datamation Magazine*, Washington, D.C.: Thompson Book Company 1966, S. 23.
- Abb. 4.7, 4.8 Jack Moshman (Hg.): *Faith, Hope and Parity. An Anthology of Humor from Datamation Magazine*, Washington, D.C.: Thompson Book Company 1966, S. 29, 30 und 31.
- Abb. 4.9
- Abb. 4.10 Charles Rolls am Steuer eines Peugeot von 1896. Vorneweg geht ein Fußgänger mit Warnflagge (gemäß Locomotive Act 1865). Autor unbekannt, ca. 1896. National Motor Museum, Beaulieu.
- Abb. 4.11 Grundriss des West Wing des Weißen Hauses (Erdgeschoss). Der Roosevelt Room ist hervorgehoben. 7. Mai 2009, https://en.wikipedia.org/wiki/Roosevelt_Room#/media/File:White_House_West_Wing_-_1st_Floor_with_the_Roosevelt_Room_highlighted.png (22.05.2021).
- Abb. 4.12 Raumplan des West Wing in der Fernsehserie *The West Wing*. The TV West Wing, <http://www.whitehousemuseum.org/special/wwtv.htm> (22.05.2021).

- Abb. 4.13 Jugaad. Tricycle, Philippinen. © AP. Benjamin Zhang: »34 People Who Are Carrying A Lot of Stuff«, in: *Insider* 10. Mai 2014, <https://www.businessinsider.com/people-carrying-too-much-stuff-2014-5?r=DE&IR=T#an-indian-rickshaw-driver-is-taking-a-wrecked-car-for-a-ride-7> (22.05.2021).
- Abb. 4.14 Chindogu. Umbrella Shoe Savers. Kenji Kawakami: *101 Unuseless Japanese Inventions. The Art of Chindōgu*, transl. by and additional text by Dan Papia, ed. Hugh Fearnley-Whittingstall, New York/London: Harper Collins Publishers 1995, S. 80.
- Abb. 4.15 Chindogu. Solar-Powered Lighter. Kenji Kawakami: *101 Unuseless Japanese Inventions. The Art of Chindōgu*, transl. by and additional text by Dan Papia, ed. Hugh Fearnley-Whittingstall, New York/London: Harper Collins Publishers 1995, S. 72.
- Abb. 4.16 Chindogu. Baby Mops. Kenji Kawakami: *99 More Unuseless Japanese Inventions. The Art of Chindogu*, original photography, concept and source material by Kenji Kawakami, original and translated text by Dan Papia, New York/London: Norton & Company 1997, S. 135.
- Abb. 4.17 Rube Goldberg, *Pencil-Sharpener*, 1929, Zeichnung, zuerst erschienen in: *Collier's Weekly*, 16. März 1929, S. 43. © Rube Goldberg Inc.
- Abb. 4.18 Basketball, Military Base, Germany 2010 © Thomas Jorion 2015.
- Abb. 4.19 Prison for Slaves; Petit-Canal, Guadeloupe 19th © Thomas Jorion 2016.
- Abb. 4.20 Trainingspool für Athleten, Olympisches Dorf Athen, 2004. Steven Bloor: »Abandoned Athens Olympic 2004 Venues, 10 Years On – in Pictures«, in: *The Guardian*, 13.08. 2014, <https://www.theguardian.com/sport/gallery/2014/aug/13/abandoned-athens-olympic-2004-venues-10-years-on-in-pictures> (07.06.2020). Photograph: Thanassis Stavrakis/AP.
- Abb. 4.21 Verlassenes Fischerdorf Houtouwan, Insel Shengshan, China © Visual China Group/Getty Images.
- Abb. 4.22 Poste de commandement dans les Landes. Paul Virilio: *Bunker Archéologie*, Paris: Centre George Pompidou/Centre Création Industrielle 1975, S. 84.
- Abb. 4.23 Tour d'observation dans une île de la Manche. Paul Virilio: *Bunker Archéologie*, Paris: Centre George Pompidou/Centre Création Industrielle 1975, S. 101.
- Abb. 4.24 Umgekippter Bunker. Paul Virilio: *Bunker Archéologie*, Paris: Centre George Pompidou/Centre Création Industrielle 1975, S. 156.
- Abb. 4.25 Rajkumar Roy et al.: »Continuous Maintenance and the Future-Foundations and Technological Challenges«, in: *CIRP Annals Manufacturing Technology* 65.2 (2016), S. 667–688, hier S. 667, Fig. 1.

- Abb. 4.26 NIST (National Institute of Standards and Technology): *Programs of the Manufacturing Engineering Laboratory*, March 2008, https://tsapps.nist.gov/publication/get_pdf.cfm?pub_id=824639 (25.06.2021), S. 126.
- Abb. 4.27 Causes for the occurrence of maintenance errors. B.S. Dhillon: *Human Reliability, Error, and the Human Factor in Engineering Maintenance, with Reference to Aviation and Power Generation*, Boca Raton, FL u.a.: CRC Press 2009, S. 66, Fig. 5.2.
- Abb. 4.28 Situation des Unfalls (Durchgehen der Maschine, Schwungradexplosion). Hermann Haeder: *Die kranke Dampfmaschine und erste Hülfe bei der Betriebsstörung. Praktisches Handbuch für Betrieb und Wartung der Dampfmaschine*, II. Aufl., Duisburg: Selbstverlag von Hermann Haeder 1899, S. 252, Fig. 620.
- Abb. 4.29 Gesamtkosten der Bahnunterhaltung. von Weikard: [Art.] »Bahnunterhaltung«, in: Freiherr von Röhl: *Enzyklopädie des Eisenbahnwesens*, Bd. 1, Berlin/Wien: Urban & Schwarzenberg 1912, S. 435–460, hier: S. 459.
- Abb. 4.30 Anteil von Maintenance-Kosten an den Gesamtkosten. Marshall M. Kirkman: *Financing, Constructing and Maintaining*. Vol. III: *The Science of Railways*, New York/Chicago: The World Railway Publishing Company 1904, Appendix C., S. 492.
- Abb. 4.31 Fix Expenses. Marshall M. Kirkman: *Maintenance of Railways*, Chicago: Trivess 1886, S. 73.
- Abb. 4.32 Übersichtskarte der Bahnerhaltungs-Mannschaften der I. Abteilung der französischen Ostbahn 1892. Carl Hartmann: »Bahnerhaltung durch Haupt-Untersuchungen«, in: *Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*, Neue Folge XXIX, H. 4 (1892), S. 147–153, Tafel XXIV, Fig. 1 [Ausschnitt].
- Abb. 4.33 Bahnhof von Longueville. Carl Hartmann: »Bahnerhaltung durch Haupt-Untersuchungen«, in: *Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*, Neue Folge XXIX, H. 4 (1892), S. 147–153, Tafel XXIV, Fig. 2 (Ausschnitt).
- Abb. 4.34 Schadensfeststellung. Carl Hartmann: »Bahnerhaltung durch Haupt-Untersuchungen«, in: *Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*, Neue Folge XXIX, H. 4 (1892), S. 147–153, S. 151.

Infrastrukturen bilden das Fundament moderner Gesellschaften. Sie ermöglichen die Zirkulation von Dingen, Personen, Daten und Energie und sind damit wirkmächtige Mediatoren. Wenn diese Prozesse reibungslos funktionieren, sind Infrastrukturen unscheinbar. Im Fall von Störungen jedoch treten sie als solche in den Vordergrund. Was dann sichtbar wird, ist die Vielzahl der an ihnen beteiligten menschlichen und nicht-menschlichen Akteure. Und nicht nur das: Deutlich wird auch eine spezifisch prozessuale Dimension von Infrastrukturen, ihre Infra-Agency, die sich als Arbeit von und an Infrastrukturen verstehen lässt. Denn Infrastrukturen befinden sich dauerhaft in einem Zustand der Instabilität, auf den sich Kulturtechniken der Erhaltung richten: Prozessen des Verfalls und der Zerstörung arbeiten unentwegt Reparatur, Wartung und andere Tätigkeiten der Sorge entgegen, die damit zugleich zur Veränderung von Infrastrukturen beitragen. Die Frage nach der Zeitlichkeit von Infrastrukturen steht deshalb im Mittelpunkt dieses Buches. Es leistet gleichermaßen einen Beitrag zur Kultur- und Mediengeschichte der Moderne und zur ökologischen Debatte der Gegenwart.



KULTURVERLAG KADMOS
WWW.KULTURVERLAG-KADMOS.DE
ISBN 978-3-86599-503-2

