

# Die diskursive Konstruktion technologischer Wirklichkeit

Eine Analytik der Feldformierung im Fall Nanotechnologie

VON  
Andreas Lösch

1. Auflage

Nomos Baden-Baden 2015

Verlag C.H. Beck im Internet:  
[www.beck.de](http://www.beck.de)

ISBN 978 3 8329 7227 1

**Andreas Lösch**

# Die diskursive Konstruktion einer Technowissenschaft

Wissenssoziologische Analytik  
am Beispiel der Nanotechnologie



**Nomos**

Wissenschaft und Technik sind wesentliche Antriebskräfte gesellschaftlicher Veränderung. Sie haben in den letzten Jahrzehnten zugleich tief greifende Kontroversen und Konflikte über die Folgen und die möglichen Grenzen wissenschaftlicher und technischer Modernisierungsprozesse hervorgerufen. Daher berühren sie das Selbstverständnis moderner Gesellschaften in grundlegender Weise.

Die Reihe Wissenschafts- und Technikforschung widmet sich den gesellschaftlichen, organisatorischen und interaktiven Dimensionen moderner Wissenschaft und Technik, ihrem historischen Wandel, den Diskursen und Deutungsmustern, in denen sie kommuniziert und legitimiert werden, sowie den mit ihnen verbundenen ethischen und politischen Herausforderungen. Sie integriert Theorien und Methoden aus unterschiedlichen thematisch relevanten Disziplinen, vor allem aus Soziologie und Geschichtswissenschaft. Damit bietet sie sowohl Grundlagenwissen für die beteiligten wissenschaftlichen Disziplinen als auch Orientierungswissen für Entscheidungsträger und die interessierte Öffentlichkeit.

Schriftenreihe

„Wissenschafts- und Technikforschung“

herausgegeben von

Prof. Dr. Alfons Bora, Universität Bielefeld

Prof. Dr. Sabine Maasen, Universität Basel

Prof. Dr. Carsten Reinhardt, Universität Bielefeld

PD Dr. Peter Wehling, Universität Augsburg

Band 9

Andreas Lösch

# **Die diskursive Konstruktion einer Technowissenschaft**

**Wissenssoziologische Analytik  
am Beispiel der Nanotechnologie**



**Nomos**

Gedruckt mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) und des Instituts für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT)

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

ISBN 978-3-8329-7227-1 (Print)

ISBN 978-3-8452-3951-4 (ePDF)

1. Auflage 2014

© Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden 2014. Printed in Germany. Alle Rechte, auch die des Nachdrucks von Auszügen, der fotomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung, vorbehalten. Gedruckt auf alterungsbeständigem Papier.

## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	11
1.1. Die Nano-Technowissenschaft als analytische Herausforderung	11
1.2. Zum Aufbau des Buches	17
2. Der wissenssoziologische Blick	22
2.1. Die konstitutive Bedeutung von Visionen	22
2.2. Technowissenschaften als Irritation der Soziologie	23
2.3. Der wissenssoziologische Perspektivenwechsel	27
3. Diskursordnungen technologischer Felder	33
3.1. Problemaufriss	33
3.2. Von Sachverhältnissen zu Diskursordnungen	36
3.3. Die Analyse von Diskursordnungen	42
3.4. Zukunft als Verständigungsermöglichung	50
3.5. Fallstudie zur diskursiven Formierung der Nanotechnologie	56
3.5.1. Einleitung	56
3.5.2. Bild-Diskursanalyse der Zukunftskommunikation	58
3.5.3. Schluss	69
3.5.4. Dokumentenkorporus	70
4. Bilder als Kommunikationsmedien	72
4.1. Problemaufriss	72
4.2. Von der visuellen Kultur zu diskursiven Bildpraxen	74
4.3. Bild-Diskurs-Dynamiken und die Rolle der Massenmedien	77
4.4. Die Medialität der Bilder	84
4.5. Defuturisierung und Normalisierung einer Technologie	93

*Inhaltsverzeichnis*

4.6. Fallstudie zur visuellen Defuturisierung der Nanodiskurse	99
4.6.1. Einleitung	99
4.6.2. Prozessanalyse der Defuturisierung	101
4.6.3. Sinnproduktionen gegenwartsbezogener Zukunftsbilder	107
4.6.4. Schluss	114
5. Risikodiskurse als Vergesellschaftungsmedien	118
5.1. Problemaufriss	118
5.2. Risikokalulation und Risikosozialisierung	121
5.3. Vom Risikokalkül zur Reflexion von Nichtwissen	126
5.4. Risiko als Medium der Vergesellschaftung	134
5.5. Normalisierungseffekte der Risikokommunikation	141
5.6. Fallstudie zu Vergesellschaftungseffekten von Risikodiskursen	145
5.6.1. Einleitung	145
5.6.2. Zwei Lesarten der Risiko- und Regulierungsdebatte	146
5.6.3. Diskursereignisse und ihre Effekte	154
5.6.4. Schluss	172
6. Technologieregulierung als Regierung	175
6.1. Problemaufriss	175
6.2. Latenzschutz der Regulierung und Regulierung als Erwartung	180
6.3. Selbstregulierung als Governance	186
6.4. Regierungsrationalität der Selbstregulierung	192
6.5. Fallstudie zum Modell einer Raster-Sonden-Agentur	197
6.5.1. Vorbemerkung	197
6.5.2. Begründung und Funktionen einer Raster-Sonden- Agentur	197
6.5.3. Arbeitsweisen einer Raster-Sonden-Agentur	204
6.5.4. Schluss	210

*Inhaltsverzeichnis*

7. Fazit und Ausblick	212
7.1. Falleinsichten	212
7.2. Generalisierungen	216
7.3. Forschungsaussichten	218
7.3.1. Relevanzeinschätzung von Visionen	218
7.3.2. Erschließung von Wissensobjekten	219
7.3.3. Rechtfertigung von Realexperimenten	221
Literaturverzeichnis	223
Quellenverzeichnis	251

## Verzeichnis der Abbildungen, Grafiken und Tabellen

Grafik 1:	soziologischer und wissenssoziologischer Blick	31
Abbildung 1:	Nanoroboter in einer Arterie	59
Abbildung 2:	Mini-U-Boot in einer Arterie	61
Tabelle 1:	Diskursspezifische Bildbezüge	63
Tabelle 2:	Periodisierung der Bildkommunikation	64
Tabelle 3:	Verteilung der Bilder auf relevante Dokumente	71
Abbildung 3:	Klinischer Untersuchungsraum der Zukunft	102
Tabelle 4:	Phasen des Defuturierungsprozesses	104
Abbildung 4:	Nanotechnologie im Alltag: Versteckte Wunder	114
Tabelle 5:	Die Unbegrenztheit potenzieller Risiken	181
Grafik 2:	Funktionen der RSA	202

## 1. Einleitung

### 1.1. Die Nano-Technowissenschaft als analytische Herausforderung

Nanotechnology: Shaping The World Atom By Atom. The emerging fields of nanoscience and nanoengineering are leading to unprecedented understanding and control over the fundamental building blocks of all physical things. This is likely to change the way almost everything—from vaccines to computers to automobile tires to objects not yet imagined—is designed and made (NSTC 1999).

Nanotechnologie beschreibt die Untersuchung, Anwendung und Herstellung von Strukturen, molekularen Materialien und Systemen mit einer Dimension oder Fertigungstoleranz typischerweise unterhalb von 100 Nanometern. Allein aus der Nanoskaligkeit der Systemkomponenten resultieren dabei neue Funktionalitäten und Eigenschaften zur Verbesserung bestehender oder Entwicklung neuer Produkte und Anwendungsoptionen. [...] Die künftige Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands in Branchen wie Automobilbau, Chemie, Pharma, Medizintechnik, IKT-Technologien oder Optik, aber auch in konventionellen Industriezweigen wie Maschinenbau, Textil- oder Bauwesen wird wesentlich von der Realisierung nanotechnologischer Innovationen abhängen (aus: *Nano-Initiative-Aktionsplan 2010*, BMBF 2006b: 11).

Der Begriff der Nanotechnologie entwickelte sich durch ein Zusammenspiel neuer Denkkonzepte und Visionen, die sich mit der Nutzung des Nanokosmos beschäftigen, begleitet von einer immer leistungsfähigeren Geräte- und Analysetechnik (aus: *Nanopartikel – kleine Dinge, große Wirkung*, BMBF 2008: 40). Auf Grund ihrer inhärenten Breite, die mit ihrer Charakterisierung über eine Größenordnung verbunden ist, scheint eine einheitliche Definition der gesamten Nanotechnologie [...] weder wahrscheinlich noch sinnvoll. Hinzu kommen die [...] politisch-gesellschaftlichen Phänomene, die einer Vereinheitlichung der Nanotechnologie im Wege stehen. Diese Tendenzen gegen eine Festlegung des Begriffes der Nanotechnologie müssen als ein wesentlicher Aspekt der Nanotechnologie selbst angesehen werden (aus: *Zur Definition der Nanotechnologie*, NanoTrust Dossier der ÖAW/ITA 1/2008: 4).

Die Zitatcollage setzt sich aus Textfragmenten des visionären Schlüsseldokuments „Nanotechnology: Shaping the World Atom by Atom“ (NSTC 1999) zum Auftakt der US-amerikanischen Forschungsförderung und zweier Informationsbroschüren des deutschen Bundesforschungsministeriums aus einer späteren Förderphase der Nanotechnologie zusammen. Den Abschluss der Zitatcollage bildet das Fazit eines Dossiers der Nanotechnologie-Arbeitsgruppe des Instituts für Technikfolgenabschätzung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. Prognostiziert werden weitreichende

## 1. Einleitung

Innovationspotenziale der Nanotechnologie, die alle erdenklichen Technik- und Entwicklungsbereichen unserer Gegenwartsgesellschaft betreffen. Die Nanotechnologie nimmt dabei die Position einer neuen und emergierenden Wissenschaft und Technologie (new and emerging science and technology [NEST]) ein, deren weitreichendste Innovationspotenziale in der Zukunft erwartet werden. Ihr „Begriff“ habe sich dementsprechend zwischen „neuen Denkkonzepten und Visionen“ und den gegenwärtig voranschreitenden Technikentwicklungen etabliert. Im letzten Zitat wird konstatiert, dass gerade die begriffliche Nichtfestlegung der Nanotechnologie ein „wesentlicher“ – also konstitutiver – „Aspekt der Nanotechnologie selbst“ ist. Dafür verantwortlich gemacht werden „politisch-gesellschaftliche Phänomene“, die gerade einer begrifflichen Vereinheitlichung entgegenstünden.

In diesen exemplarischen Zitaten kommt eine grundlegende Eigenart der *Nanotechnologie* zum Ausdruck, die als Merkmal vieler „Technowissenschaften“ angesehen werden kann (vgl. Nordmann 2011). Technowissenschaften entziehen sich begrifflich kohärenter Bestimmungen ihrer sachtechnischen Identität. „Nanotechnologie“ (im Singular) steht für ein vielschichtiges und variables Phänomen, das zugleich wissenschaftlich-technische Entwicklungen und Produkte höchst unterschiedlicher Nanotechnologien (im Plural), bspw. in den Materialwissenschaften, in Informationstechnologien, in der Medizin und ebenso forschungspolitische Strategien, Governancemaßnahmen, Erwartungen und Visionen in Forschung, Politik, Wirtschaft, Medien etc. umfasst (vgl. z.B. Nordmann et al. 2006).

Die auf die Nanotechnologie als exemplarische Technowissenschaft bezogene Hypothese dieses Buches lautet: Die hinsichtlich ihrer Zukunft durch Visionen mehrfach überdeterminierte Nanotechnologie bleibt in Bezug auf die Charakterisierung ihrer wissenschaftlichen und technischen Grundlagen höchst unbestimmt. Diese sachtechnische Unbestimmtheit der Nanotechnologie ist für die Nanotechnologie gerade konstitutiv. Die Nanotechnologie ist als gesellschaftlich-kommunikatives Produkt einzustufen, das sich in gesellschaftlichen Verständigungs- und Aushandlungsprozessen *formiert* und sich aufgrund der Unabgeschlossenheit dieser Prozesse fortlaufend *transformieren* kann.<sup>1</sup> Was als Nanotechnologie gilt und gelten wird, wie sich die Nanotechnologie als Feld der Gesellschaft formiert und im Zeitverlauf transformiert, erschließt sich damit nicht ausgehend von einer Neuartigkeit ihrer

---

1 Unter *Formierung* wird die Heraufkunft eines neuen Technologiefeldes verstanden. *Transformation* steht für die fortschreitende Kondensierung und Differenzierung des formierten Feldes.

*1.1. Die Nano-Technowissenschaft als analytische Herausforderung*

technischen Eingriffe und Fertigungsweisen im nanoskaligen Bereich. Die am Beispiel der Nanotechnologie beobachtbaren Konstitutionsbedingungen und -prozesse sind prototypisch für die Emergenz vieler Technowissenschaften.

Technowissenschaften werden in Orientierung an ihrer philosophischen Konzeption durch Alfred Nordmann zunächst als Phänomene spezieller „Wissenschaftskulturen“ verstanden, die nicht mehr den „alten“ Idealen der Trennung von Erkenntnis und Intervention, Grundlagenforschung und angewandter Wissenschaft, Labor und Gesellschaft folgen (z.B. Nordmann 2009). Sie haben diese Trennungen zugunsten der Ideale öffentlicher Demonstrierbarkeit und Kommunizierbarkeit ihrer Fertigkeiten und ihrer neu eröffneten Möglichkeitsräume an zukünftigen Gestaltungsoptionen hinter sich gelassen. Technowissenschaften sind damit immer zugleich wissenschaftlich und gesellschaftlich konstituiert. Von ihren Wünschen und Versprechen zukünftiger Weltgestaltung sind sie nicht zu trennen (z.B. auch Nordmann 2004, 2007c, 2010, 2011). Technowissenschaften lassen sich nicht durch epochal neuartige Theorien, Methoden, Interventionen charakterisieren, sondern verweisen auf ein Konglomerat von zusammenwirkenden Techniken, Handlungen, Erwartungen, Diskursen usw., das in einer „technowissenschaftlichen Kultur“ (Nordmann 2010) emergiert, für die diese Vermischungen kein wissenschaftliches Problem darstellen, sondern geradezu Bedingungen der Möglichkeiten ihres Erfolgs sind.

Das Buch entwickelt in Orientierung an Nordmanns Konzeption von Technowissenschaften eine *wissenssoziologische Analytik*, die die gesellschaftlich-kommunikativen Prozesse der Hervorbringung und Etablierung von Technowissenschaften am Fall „Nanotechnologie“ entschlüsselbar macht. Diese Analytik kann als ein soziologisches Pendant zur Philosophie der Technowissenschaften verstanden werden. Aus ihrer wissenssoziologischen und diskursanalytischen Leitperspektive gesehen, ermöglicht die Unbestimmbarkeit einer sachtechnischen Identität aller als Nanotechnologie bezeichneten Forschungen, Entwicklungen, Verfahren und Produkte und die gleichzeitige Überdeterminierung der Nanotechnologie in zukunftsorientierten Diskursen, dass Akteure unterschiedlichster Disziplinen, Branchen und sonstiger Bereiche der Gesellschaft sich um ein gemeinsames Thema – eben: „Nanotechnologie“ – gruppieren und mit ihren Aktivitäten das Feld der Nanotechnologie als zugleich technologisches und gesellschaftliches Feld hervorbringen. Dass bei solcher Unbestimmtheit des Gegenstandes sich ein neues Technologiefeld formieren und über Jahre hinweg stabilisieren kann, ist alles andere als trivial. Dies setzt weitreichende Verständigungs-

## 1. Einleitung

prozesse, sich an diesen orientierende Entscheidungen und diesen folgende Kooperationen zwischen Akteuren aus wissenschaftlichen Disziplinen, wirtschaftlichen Branchen, politischen Institutionen, den Massenmedien usw. voraus. Die Erzeugung dieser Konvergenzen ist in funktional hochgradig ausdifferenzierten Gesellschaften der Gegenwart kein einfaches Unterfangen (z.B. Luhmann 1998). Die Nanotechnologie ist diskursiven Ursprungs und ein durch vielseitige und häufig miteinander konkurrierende Zukunftserwartungen gesteuertes Phänomen.

Soziologische, philosophische, historische und kulturwissenschaftliche Studien der Wissenschafts- und Technikforschung (Science and Technology Studies [STS]), die im letzten Jahrzehnt zur Nanotechnologie durchgeführt wurden, betrachten die Nanotechnologie auch weniger als *eine* neue Wissenschaft und Technologie, sondern als ein politisches, kulturelles und gesellschaftliches Projekt (z.B. Baird et al. 2004; Nordmann et al. 2006; Gammel et al. 2009; Schaper-Rinkel 2006b). Die Nanotechnologie, so ist man sich weitgehend einig, ist aus dem kontingenten Zusammenwirken unterschiedlichster Strategien, Wissensbestände, Fertigkeiten, Erwartungen usw. hervorgegangen. Diese Emergenz der Nanotechnologie kommt gerade in den einleitend zusammengestellten Zitaten aus Forschungspolitik und Technikfolgenabschätzung zum Ausdruck.

Die vorliegenden Ergebnisse der STS-Forschungen und eigener Fallstudien zur Nanotechnologie (vgl. die Kap. 3.5., 4.6., 5.6. und 6.5. in diesem Buch) ähneln sich in Bezug auf ihre Darstellungen der Geschichte der Nanotechnologie: Ende der 1990er-Jahre haben demnach Visionen von Nanorobotern und anderen fiktionalen Nanomaschinen die breite Öffentlichkeit und die heute im Technologiefeld relevanten Akteure auf die Zukunftspotenziale der neuen Technologie aufmerksam gemacht. Aus anfänglichen Kontroversen in den betroffenen Fachwissenschaften sowie in den Massenmedien über futuristische Visionen ist zunehmend eine „versachlichte“ Chancen- und Risikodebatte hervorgegangen. Seit Mitte der 2000er-Jahre fokussieren Experten- wie öffentliche Diskurse zunehmend auf gegenwärtige Erfolge und Potenziale der Nanotechnologie, vor allem im Bereich neuer Materialien. Gleichzeitig rücken Debatten über die Einschätzbarkeit von Risiken und neue Herausforderungen ihrer Regulierung in den Vordergrund (Lösch 2010; Grunwald/Hocke 2010). In die Auseinandersetzung mit den Chancen und Risiken sowie die Möglichkeiten ihrer Regulierung werden zunehmend immer weitere Akteure der Gesellschaft und ihre spezifischen Wissensbestände (z.B. Hersteller, Vertreiber, Verbraucher, Konsumenten) eingebunden. Unterschiedliche Formen der Partizipation ermöglichen Mit-

*1.1. Die Nano-Technowissenschaft als analytische Herausforderung*

entscheidungen und Verantwortungsübernahmen bezüglich der Gestaltung der Nanotechnologie in den unterschiedlichen Wirkungsbereichen der Akteure (Gammel et al. 2009; Rip/Van Ameron 2010). Die „Erfolgsstory“ der Nanotechnologie wird damit nicht nur als Erfolg der Konsolidierung eines neuen innovativen Technologiefeldes, sondern auch als Beispiel für eine erfolgreiche Demokratisierung der Entwicklung, Gestaltung und gesellschaftlichen Einbettung neuer Technologien interpretiert (z.B. Kaiser et al. 2010; Kearnes/Rip 2009; Schummer 2009). Machtkritische Analysen bewerten diesen Erfolg auch als Hegemonialisierung einer neuen technopolitischen Ökonomie (z.B. Wullweber 2010) oder als Etablierung einer neuen Regierungsrationalität (z.B. Lösch 2012a).

Diese diskursive Konstitution des Phänomens „Nanotechnologie“ stellt soziologische Analysen vor besondere Herausforderungen. *Forschungsfragen* wie die folgenden drängen sich dem Beobachter unweigerlich auf:

- Was sind die empirischen Forschungsgegenstände – z.B. Akteursgruppen, Netzwerkbildungen, Zukunftserwartungen, Governanceaktivitäten? Kurz: Wo soll man mit der Analyse des Phänomens beginnen?
- Mit welchen analytischen Instrumenten lassen sich die Prozesse der Formierung der Nanotechnologie sowie ihrer fortschreitenden Transformation begreifen? Mithilfe welcher Theorien der Soziologie lässt sich die zukunftsbezogene Erwartungssteuerung dieser Technologie heuristisch erklären?
- Welche generalisierbaren und gesellschaftsdiagnostischen Einsichten lassen sich aus den Fallanalysen zur Nanotechnologie gewinnen, die sich auf die Analyse der Formierung und Transformation anderer Technowissenschaften übertragen lassen? Wie aussagekräftig sind die Einsichten in Bezug auf die Konstitution von neuen und emergierenden Technologien in der Gegenwartsgesellschaft? Ist die Nanotechnologie ein Ideal- oder Prototyp für Technowissenschaften der Gegenwart?
- Machen die Beobachtungen zur Formierung und Transformation der Nanotechnologie und der Emergenz neuer Formen der Governance zur Regulierung und Regierung des diskursiv konstituierten Phänomens die Entwicklung neuer institutioneller Arrangements zum angemesseneren Umgang mit solchen Technowissenschaften erforderlich? Wie müssten diese Arrangements gebaut und in Wissenschaft wie Gesellschaft eingebettet sein?

Auf solche Fragen antwortet dieses Buch mit einer multiperspektivischen und mehrdimensionalen Analytik. Deren Architektur wird schrittweise durch Diskussionen relevanter Theorien aus Soziologie, Kulturwissenschaft-

## 1. Einleitung

ten und der STS-Forschung sowie aus Ergebnissen eigener empirischer Fallstudien entwickelt. Genereller Ausgangspunkt des analytischen Blicks ist das Phänomen in seinen empirisch *sichtbaren* Formen – und das heißt für die Frühphase der Nanotechnologie Diskurse, Visionen und Bilder.

Zunächst erscheint das Gesamtphänomen „Nanotechnologie“ jedem Betrachter als ein hochgradig heterogenes und multidimensionales Gebilde, für das, wie für kaum eine Technologie zuvor, die von dem Technikhistoriker Thomas Hughes in den 1980er-Jahren ins Spiel gebrachte Metapher des „seamless web“ („nahtloses Gewebe“ vgl. Hughes 1986) aus Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft treffend ist. Je nachdem, von wo aus man sich diesem Gewebe annähert, rückt eine andere Dimension desselben in den Blick – bspw. Zukunftsvisionen, visuelle Darstellungen, Risiko- und Nichtwissensdebatten, Regulierungs- und Selbstregulierungspraxen (vgl. Felt 2010). Anders als der für die Techniksoziologie seit Ende der 1980er-Jahre häufig forschungsleitende Begriff „soziotechnisches System“ (Hughes 1987; vgl. Lösch 2012b: 257), ist der des „nahtlosen Gewebes“ weitaus diffuser. Die Metapher suggeriert nicht ein funktionales und von seiner Umwelt abgrenzbares System. Ein nahtloses Gewebe kann jederzeit und jederorts unbegrenzt weitergesponnen werden; die Funktionen des Gewebes emergieren aus kontingenten Verknüpfungen seiner Elemente.

Die Metapher des nahtlosen Gewebes orientiert zahlreiche STS-Forschungen, welche die Heraufkunft und Stabilisierung neuer Wissensformen und Technologien als „Ko-Evolution“ (Gibbons et al. 1994) oder „Ko-Produktion“ (Jasanoff 2004a) von Wissenschaft, Technologie und Gesellschaft in den Blick nehmen. Man denke nur an die Diagnosen zu neuen Formen hybrider Wissensproduktionen wie Mode 2 (Gibbons et al. 1994) oder „sozial robustem Wissen“ (Nowotny et al. 2004), denen zufolge Wissen und Technik im Wechselspiel zwischen Wissenschaften, sozialen Werten und Interessen erzeugt wird. Diagnosen wie die der „Gesellschaft als Labor“ (seit Krohn/Weyer 1989; Krohn 2007) setzen den gesellschaftlichen Anwendungskontext als experimentelle Ermöglichungsbedingung vieler Wissenschaften und Technologien voraus. Technowissenschaften – wie die Nanotechnologie – werden durch ihre untrennbare Verwobenheit zwischen disziplinären Wissensformen, technischen Fertigkeiten und gesellschaftlichem Demonstrationszwang charakterisiert (z.B. Nordmann 2009 und 2011). Technowissenschaften sind damit wirkungsmächtige Hybride, bei denen die eingeschliffenen (Zu)Ordnungen des analytischen Denkens versagen (z.B. Latour 1995, Haraway 1991; Weber 2003).