

Decker | Lindner | Lingner | Scherz | Sotoudeh [Hrsg.]

„Grand Challenges“ meistern

Der Beitrag der Technikfolgenabschätzung



Nomos

edition
sigma



Gesellschaft – Technik – Umwelt
Neue Folge

herausgegeben vom Institut für Technikfolgenabschätzung
und Systemanalyse (ITAS) am KIT Karlsruhe und
Prof. Dr. Armin Grunwald

Band 20

Michael Decker | Ralf Lindner | Stephan Lingner
Constanze Scherz | Mahshid Sotoudeh [Hrsg.]

„Grand Challenges“ meistern

Der Beitrag der Technikfolgenabschätzung



Nomos

edition
sigma



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

ISBN 978-3-8487-4057-4 (Print)

ISBN 978-3-8452-8356-2 (ePDF)

edition sigma in der Nomos Verlagsgesellschaft

1. Auflage 2018

© Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden 2018. Gedruckt in Deutschland. Alle Rechte, auch die des Nachdrucks von Auszügen, der fotomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung, vorbehalten. Gedruckt auf alterungsbeständigem Papier.

Druck: Rosch-Buch, Scheßlitz

Vorwort

Der vorliegende Band geht auf die Ergebnisse der siebten Konferenz des deutschsprachigen Netzwerks Technikfolgenabschätzung (NTA) zurück, die zum Thema „Grand Challenges meistern – der Beitrag der Technikfolgenabschätzung“ vom 17. bis 18. November 2016 im Universitätsclub der Stadt Bonn stattfand. Diese wissenschaftliche Tagung des NTA setzte die Reihe der zweijährigen Netzwerkkonferenzen mit Erfolg fort. Die Konferenz wurde diesmal von der *EA European Academy of Technology and Innovation Assessment GmbH* organisiert und am 16. November 2016 mit einem Festakt anlässlich ihres 20-jährigen Bestehens eingeleitet. Mitorganisatoren dieser Tagung waren die Herausgeber dieses Bandes vom Fraunhofer Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI), vom Wiener Institut für Technikfolgenabschätzung (ITA) und vom Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse (ITAS) im Karlsruher Institut für Technologie (KIT).

Mit 150 Gästen aus Wissenschaft, Gesellschaft, Wirtschaft und Politik war die Konferenz sehr gut besucht. Eine thematisch einschlägige Podiumsdiskussion mit hochrangigen Vertretern aus Forschungsinstitutionen und Verbänden sowie 45 Vorträge zu den grundlegenden und praxisrelevanten Aspekten des Themas gaben viel Raum für intensive Diskussionen.

Die Texte in diesem Buch präsentieren die Inhalte der Vorträge. Daher danken wir zunächst allen Autor(inn)en, dass sie sich für die Konferenz dem wissenschaftlichen Auswahlverfahren gestellt haben und anschließend die Mühen der Verschriftlichung ihrer Beiträge auf sich genommen haben. Wir danken allen Diskussionsteilnehmer(inn)en, deren Anregungen in die vorliegenden Texte eingeflossen sind. Zu danken ist auch den vielen Helfer(inne)n, ohne die die Konferenz nicht zustande gekommen wäre. Stellvertretend danken wir Katharina Mader (EA), die die Organisation der Konferenz mit höchstem Engagement und großer Sorgfalt übernahm. Mathis Walter (ITAS) führte die Endredaktion der Manuskripte kompetent und zeitgerecht durch, dafür herzlichen Dank. Ein besonderer Dank gebührt den zahlreichen Sponsoren, ohne deren Zuschüsse die EA diese Konferenz nicht in dem Umfang hätte finanzieren können. Für ihre großzügige Unterstützung dankt das Herausgeber-Team dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), dem Fraunhofer ISI, dem ITA Wien, der TA Swiss und der Universität Bielefeld sowie dem ITAS/KIT.

Stephan Lingner für das Herausgeber-Team, August 2017

Inhalt

*Michael Decker, Ralf Lindner, Stephan Lingner, Constanze Scherz,
Mahshid Sotoudeh*

Grand Challenges meistern – der Beitrag der Technikfolgenabschätzung 11

Grand Challenges

Carl Friedrich Gethmann

Theoretische und praktische Probleme transdisziplinärer Forschung
angesichts kollektiver Handlungsprobleme von globaler Reichweite 19

Julia Hahn, Miltos Ladikas, Constanze Scherz

Think Global! Reflections on a Global Technology Assessment 41

Stefan Böschen

Grand Challenges: Eröffnung von gesellschaftlichen Lernräumen oder
Suche nach diskursiver Kontrolle? 51

Bettina-Johanna Krings

Grand Challenges als Spiegelbild des homo fabers – Herausforderungen
für die Technikfolgenabschätzung im 21. Jahrhundert 61

Elena Seredkina

Technikfolgenabschätzung in Wendezeiten: Herausforderungen der
Transdisziplinarität und des Nationalen 73

TA-Konzepte

Christian Büscher, Stefan Böschen, Andreas Lösch

Die Forcierung des sozio-technischen Wandels. Neue (alte?)
Herausforderungen für die Technikfolgenabschätzung (TA) 87

Ralf Lindner, Stefan Kuhlmann

Navigieren in Richtung Responsible Research and Innovation:
Governanceprinzipien zur strategischen Reflexion 97

Alexander Bogner, Anja Bauer, Daniela Fuchs

Partizipation als große Herausforderung. Neue Formen der
Öffentlichkeitsbeteiligung im Kontext von ‚Responsible Research and
Innovation‘ 109

Niklas Gudowsky, Walter Peissl, Ulrike Bechtold, Mahshid Sotoudeh

Bedürfnisorientierte Forschung, Technologie und Innovation — Eine
europaweite Multiakteurskonsultation zu Horizon 2020 121

Gerhard Banse

(Grand) Challenges in der interdisziplinären technikbezogenen
Sicherheitsforschung 131

Lebenswissenschaften/Gesundheit

Arnold Sauter

Neue Gentechnologieverfahren – alte Kontroversen? Einsichten und
Aussichten aus früheren TA-Projekten 149

Bernd Giese

Gene Drives – Eine neue Qualität bei der Freisetzung gentechnisch
veränderter Organismen 159

Wolfgang Liebert, Jakob Wölcher

Gene Drive – Auf CRISPR/Cas9 basierende mutagene Kettenreaktion
als Ultima Ratio zur Bekämpfung von Malaria? 171

Silvia Woll, Inge Böhm, Arianna Ferrari

In-vitro-Fleisch: die normative Kraft einer Vision im Innovations- und
Transformationsprozess 183

Daniela Fuchs, Leo Capari, Helge Torgersen

Neuroenhancement und TA-Verantwortung 195

Intelligente Assistenzsysteme und Digitalisierung der Gesellschaft*Christoph Kehl*

Mit Robotern gegen den Pflegenotstand? Herausforderungen der
Pflegerobotik für TA und Gesellschaft 209

Claudia Brändle, Nora Weinberger, Johannes Hirsch

Bedarfsorientierte Entwicklung altersgerechter Technik für Menschen
mit Demenz am Beispiel des Projektes „QuartrBack“ 221

Martina Kainz

Der Mensch im Spannungsfeld zwischen digitaler Utopie und digitaler
Apokalypse 231

Nadine Kleine, Max-R. Ulbricht, Karsten Weber, Frank Pallas

Participatory Sensing und Wearable Technologies als partizipative
Formen der Datengenerierung im Internet of Things: Potenziale,
Herausforderungen und erste Lösungsansätze 245

Nils B. Heyen

Mehr Gesundheit durch Quantified Self? Zu den Folgen der digitalen
Selbstvermessung, Szenarien für 2030 und Handlungsoptionen 259

Sarah Genner

Immer und überall online? Risiken und Chancen von Hypervernetzung 271

Norbert Malanowski

Digitalisierung in der chemischen Industrie – Technikreflexionen aus
der Forschungswerkstatt 287

Umwelt, Energie, Mobilität*Mahshid Sotoudeh, Leo Capari*

Jugendforum „Umweltbewusster Konsum und Online-Handel“ 305

Michael Ornetzeder

Energiesystemwandel und die Folgen von Technik: Neue Ziele und
Aufgaben für die TA? 317

Bert Droste-Franke

Instrumente in der Systemanalyse für die Realisierung einer robusten Energieversorgung 331

Friederike Frieß, Wolfgang Liebert

Entschärfung der Atommüllproblematik durch Partitionierung und Transmutation? – Beiträge zur Einschätzung des Potenzials 347

Lutz Schiffer, Florian Keller, Roh Pin Lee

„Grand Challenges“ der Energie- und Rohstoffwende in Deutschland – Optionen, Potenziale und Konfliktfelder am Beispiel von Plattformchemikalien 363

Alexander Greßmann, Iris Dlugi

Socio-Economic Impact Assessment bei Zulassungsverfahren unter REACH – Erfahrungen und Erkenntnisse aus einer Neulandbeschreitung 377

Torsten Fleischer

Möglichkeitsbedingungen automatisierten und autonomen Fahrens. Oder: Über die kleinen Herausforderungen bei einem Versuch, einen Grand Challenge zu bewältigen 391

Max Reichenbach, Maike Puhe

Urbane Seilbahnen – Herausforderungen der Diffusion eines ungewohnten Verkehrsmittels 403

Verzeichnis der Autorinnen und Autoren 415

*Michael Decker, Ralf Lindner, Stephan Lingner,
Constanze Scherz, Mahshid Sotoudeh*

Grand Challenges meistern – der Beitrag der Technikfolgenabschätzung

Einführung und Überblick

Hintergrund

„Grand Challenges“ bzw. *große gesellschaftliche Herausforderungen* sind forschungspolitische Leitbegriffe der EU, die seit Beginn dieser Dekade eine bemerkenswerte Konjunktur durchgemacht haben. Wesentliche Impulse hierfür gab die Formulierung einer übergeordneten Strategie zur Förderung und Koordinierung gesellschaftlich relevanter Forschung und Innovation in Europa (European Commission 2010), die u. a. auf die *Lund Declaration* (2009) zu „Grand Challenges“ unter der damaligen schwedischen Kommissionspräsidentschaft aufbaute.¹ Das Verständnis eines erweiterten, nun drängende gesellschaftliche Probleme in den Blick nehmenden Innovationsbegriffs wurde damit zum Kern für entsprechende Programme (European Commission 2011). Da sich viele faktische oder erwartete gesellschaftliche Herausforderungen unserer Zeit nicht auf den europäischen Kontinent beschränken lassen, nehmen diese Initiativen auch eine *globale Vorbildfunktion* für sich in Anspruch. Gleichwohl erscheint die Übertragbarkeit der europäischen Perspektive begrenzt, da bestimmte Herausforderungen, z. B. für Entwicklungsländer, wiederum sehr spezifisch und/oder dort besonders virulent sind. Hierzu gehören existentielle Probleme, wie Pandemien, Trinkwasserversorgung, Klimafolgen oder sozialer Frieden neben denen sich die „Luxusprobleme“ Europas hinsichtlich ungesunder Ernährung, moderner Mobilität oder Digitalisierung der Gesellschaft in einem anderen Licht zeigen.

In *Deutschland* sind in dem Kontext sozialer Herausforderungen insbesondere die zunehmenden Probleme des demografischen Wandels – deren Kennzahlen selbst im europäischen Vergleich besonders gravierend erscheinen – sowie weitere gesellschaftlichen Anlässe der Hochtechnologie-Strategie (HTS)

1 Außerhalb Europas wurde das Schlagwort „gesellschaftliche Herausforderungen“ schon einige Jahre eher thematisiert – so z. B. in den forschungspolitischen Programmen Australiens (Dept. of Education, Science and Training 2005).

des Bundes zu nennen. Letztere war zwar zunächst auf die Förderung ausgewählter Schlüsseltechnologien fokussiert; ab 2010 schien die Neuauflage der HTS (BMBF 2010) aber von der o. g. EU-Initiative inspiriert zu sein, was die gesellschaftlichen Erwartungen und Innovationsansprüche anbelangt. Entsprechend formulierte und präziserte die aktuelle HTS fünf globale Herausforderungen zugleich auch als gesellschaftspolitische Prioritäten der öffentlich-finanzierten Forschungs- und Innovationsprogramme in Deutschland – auch unter Berücksichtigung einschlägiger Bürgerdialoge. Bei den fünf Schwerpunkten handelt es sich um Herausforderungen (1) für eine klima- und umweltfreundliche Energieversorgung, (2) für Gesundheit und Ernährung, (3) für umweltfreundliche Mobilität, (4) für zivile Sicherheit und (5) für die breite Kommunikation mit neuen Medien, für die man sich jeweils insbesondere auch wissenschaftlich-technische Lösungsbeiträge verspricht.

In den USA geht man, was „Grand Challenges“ betrifft, primär von der Förderung ausgewählter Schlüsseltechnologien aus (Klimamodelle, neue Materialien, Fusion, ...), von denen man sich einen intrinsischen gesellschaftlichen Nutzen erhofft. Die US-amerikanische *National Science Foundation* steuert hierbei weniger kontextuell, sondern definiert in ihrer expliziten Forderung nach „*Broad Impacts*“ solche Forschungs- und Entwicklungsprozesse als gesellschaftlich wünschenswert und damit als förderfähig, die z. B. einen breiten Zugang zu ihren Resultaten ermöglichen, die diskriminierungsfrei sind und die den Standards guter wissenschaftlicher Praxis entsprechen (Davis/Laas 2014).

Auf *globaler Ebene* wurde das Thema „ernster Herausforderungen“ besonders von wirtschaftspolitischer Seite aufgegriffen, so anlässlich des World Economic Forum 2012 in Davos (vgl. Waughray 2012) und auch konkret mit der strategischen Initiative der „UN Global Compact Principles“ (UN Global Compact), die z. B. eine Implementierung des Vorsorgeprinzips in das wirtschaftliche Handeln verlangen, soweit dabei Umweltbelange tangiert sind. Aus wirtschaftswissenschaftlicher Sicht wird als möglicher Anreiz ein „Shared Value“-Ansatz für gesellschaftlich verträgliches Wirtschaften diskutiert, der langfristig eine Harmonisierung ökonomischer und gesamtgesellschaftlicher Zwecke verspricht (Porter/Kramer 2011).

Das Thema im Fokus von Technikfolgenabschätzung

Bedeutende gesellschaftliche Herausforderungen sind genuin auch Gegenstände der *Technikreflexion und -abschätzung* (TA) soweit entsprechende gesellschaftliche Problemlagen technisch veranlasst sind oder für wissenschaftlich-technische Lösungsmöglichkeiten zugänglich erscheinen. Klassischerweise zählen hierzu die Beurteilung soziotechnischer Risiken, die Reflexion von

Nachhaltigkeits- und Akzeptanzfragen sowie entsprechende Lösungsvorschläge aus Perspektive der praktischen Ethik.

Neben diesen Ansätzen kennt die TA auch proaktive Ansätze², die gesellschaftliche Herausforderungen auch als Anlässe verstehen, neue (sozio-)technische Möglichkeiten und Chancen zum Wohl der Gesellschaft auszuloten. Damit wird einerseits der Innovationsprozess sehr konkret zum Gegenstand von TA, andererseits ist zu klären, was genau das gesellschaftliche Wohl ist – und damit ist gefragt, woraufhin Innovation idealerweise abzielen sollte. Forschungspolitisch wird hier versucht, sich dieser Frage u. a. mit dem Konzept der *gesellschaftlichen Wünschbarkeit* von bestimmten Innovationserwartungen zu nähern. Diese Perspektive wird auch vom Ansatz der „Responsible Innovation“ (RI) geteilt (Owen et al. 2013; v. Schomberg 2013). Gleichwohl erscheint es allgemein relativ unbestimmt und im Detail auch sicher strittig, welche Entwicklungen und zukünftigen Zustände nun wünschbar sein sollen – zumal in pluralistischen Gesellschaften oder interkulturellen Kontexten. Demgegenüber erscheinen nach bisheriger Erfahrung etablierte, mehr restriktive Maßstäbe der Technikreflexion, z. B. hinsichtlich dessen, was ggf. allgemein nicht zumutbar ist, besser systematisierbar und zu rechtfertigen. Wünschbarkeit hingegen ist nicht nur einfach die Abwesenheit von faktischen oder erwartbaren Akzeptanzproblemen: Darüber hinaus gehende „Überschüsse“ von Wünschbarkeit scheinen zwar forschungspolitisch gewollt, gesellschaftswissenschaftlich hingegen erratisch – ja, beliebig zu sein. Sie erscheinen mehr von partikulären Perspektiven getragen, als von universeller Bedeutung (vgl. Engelhard et al. 2015).

Diese vorläufige Einschätzung bleibt aber für die TA hinsichtlich dessen zu prüfen, ob und inwieweit Wünschbarkeit als Kriterium der Reflexion von Technikentwicklung und Innovation nicht doch verallgemeinerbar und operabel sein könnte, sowie wer ggf. legitim über wünschbare Entwicklungspfade und -ziele entscheiden soll. Mögliche Ansatzpunkte hierfür könnten evtl. aus natur- oder grundrechtlichen Überlegungen beispielsweise für die Verbesserung von sozialer Inklusion extrahiert werden bzw. aus Sicht der Theorie der Gemeinschaftsgüter (Hebung von Lebensqualität). Diese oder ähnliche Gedanken gilt es – auch über die Beiträge zu dem vorliegenden Band hinaus – für die Idee wünschbarer Innovationen zu erweitern und zu vertiefen.

2 Hierzu kann man z. B. den Ansatz des „Constructive Technology Assessment“ zählen (Shot/Rip 1997).

Fragestellungen für die vorliegende Publikation und weitere Arbeiten zum Thema

Grundsätzlich gilt es, große gesellschaftliche Herausforderungen auch und insbesondere als Thema der TA zu erörtern. Dabei sind Spezifika für die TA heraus zu präparieren und Optionen, Chancen sowie etwaige Hindernisse für eine TA-basierte Erarbeitung von Gestaltungswissen in Forschung, Entwicklung und Innovation zu diskutieren. In dem Zusammenhang wäre auch zu klären, was die „Größe“ entsprechender Herausforderungen für die Gesellschaft in den Beratungskontexten konstituiert und warum sie heute so bedeutsam erscheint: Sind beispielsweise die gesellschaftlichen Herausforderungen in jüngster Zeit tatsächlich größer geworden oder trifft dies nur für die Perspektive der Technik- und Innovationsreflexion zu? Inwieweit und zu welchem Zweck steckt politische Rhetorik in der Rede von „Grand Challenges“? Worin bestehen die der TA zugänglichen „Grand Challenges“ und wie lassen sie sich ggf. systematisieren? Wie lange werden sie voraussichtlich die TA-Debatte inspirieren bzw. welche anderen Leitfragen sind für die Zukunft absehbar? Gibt es ähnliche Erfahrungen oder Analogien mit anderen Leitideen (z. B. zu Nachhaltigkeit) als Inspirationsquelle von TA? In welchem Verhältnis stehen große soziale Herausforderungen mit (impliziten) gesellschaftlichen Wünschbarkeitserwartungen? Welche konzeptionellen oder methodischen Herausforderungen ergeben sich für die lösungsorientierte TA aus den „Grand Challenges“? Und schließlich: Anhand welcher Beispiele aus der Forschungs- und Lebenswelt lassen sich die o. g. Fragen illustrieren bzw. beantworten?

Der vorliegende Band gliedert sich entsprechend der o.g. Fragestellung in Abschnitte zu den mehr übergeordneten begrifflichen und konzeptionellen Aspekten von Grand Challenges und ihrer Implikationen für die TA sowie in stärker problemspezifische Kapitel zu den aktuell debattierten Themenbereichen Lebenswissenschaften/Gesundheit, demografischer Wandel, Digitalisierung der Gesellschaft und Umwelt, Energie, Mobilität.

Fazit und Ausblick

Die hier versammelten Beiträge knüpfen unter Aufnahme neuer Perspektiven auch an die Ergebnisse vergangener Konferenzen des Netzwerks TA (NTA) an: So hatten sich die Schwerpunkte der bisherigen NTA-Konferenzen aus verschiedenen Blickwinkeln mit der TA und ihrer Rolle in Technik und Gesellschaft auseinandergesetzt. Daneben trugen sie auch zu den konzeptionellen und methodischen Aspekten von TA bei. Auf ihrer vorletzten Netzwerktagung 2014

sprünge die NTA-Community jenen neuen Impulsen für die Technikfolgenabschätzung nach, die sich aus dem normativen Anspruch des europäischen Konzepts von „Responsible Innovation“ ergeben. Mit dem vorliegenden Band soll nun die Blickrichtung der TA wieder nach außen, hin zur Nutzbarmachung der TA für die Bewältigung der großen Herausforderungen unserer Zeit gelenkt werden. Mit der Hinwendung zu den „Grand Challenges“ knüpft das aktuelle Thema u. a. auch an die Sicht auf eine „fragile Welt“ der ersten NTA-Tagung 2004 an – diesmal allerdings weniger problem- als lösungsorientiert. TA und verwandte Ansätze werden sich in diesem Zusammenhang auch als Dienstleister verstehen und entsprechende Optionen sowie Potenziale oder Barrieren für entsprechende Angebote ausloten.

Literatur

- BMBF (2010): Ideen. Innovation. Wachstum. Hightech-Strategie 2020 für Deutschland. Bundesministerium für Bildung und Forschung
- Davis, M. & Laas, K. (2014): “Broader Impacts” or “Responsible Research and Innovation”? A Comparison of Two Criteria for Funding Research in Science and Engineering. In: *K. Sci Eng Ethics* 20, S. 963-983. doi:10.1007/s11948-013-9480-1
- Dept. of Education, Science and Training (2015): Research Quality Framework: Assessing the quality and impact of research in Australia. Canberra
- Engelhard, M.; Schroeder, D.; Schrepf, B.; Lingner, S.; Coles, D. (2015): Consensus report on globalisation/regionalisation priorities for innovation. A Report for ProGReSS. www.progressproject.eu (aufgesucht am 24.7.2017)
- European Commission (2010): Europe 2020. Flagship Initiative Innovation Union. Communication to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. In: SEC(2010) 1161, S. 2
- European Commission (2011): Delivering European Renewal. Work Programme 2012. C(2011)5023, 19 July 2011, S. 4-13
- Lund Declaration (2009): The Lund Declaration. Europe must Focus on the Grand Challenges of our Time. <http://www.vr.se/download/18.7dac901212646d84fd38000336/> (aufgesucht am 24.7.2016)
- Owen, R.; Stilgoe, J.; Macnaghten, P.M.; Fisher, E.; Gorman, M.; Guston, D.H. (2013): A Framework for Responsible Innovation. In: Owen, R.; Bessant, J.; Heintz, M. (Hg.): *Responsible Innovation*, London, S. 27-50
- Porter, M.E.; Kramer, M.R. (2011): Creating Shared Value. How to reinvent capitalism and unleash a wave of innovation and growth. In: *Harvard Business Review*, January-February 2011, S. 1-17
- Schot, J.; Rip, A. (1997): The Past and Future of Constructive Technology Assessment. In: *Technological Forecasting & Social Change* 54, S. 251-268

- UN Global Compact (ohne Datum): The Ten Principles of the UN Global Compact. <https://www.un-globalcompact.org/what-is-gc/mission/principles> (aufgesucht am 24.7.2017)
- von Schomberg, R. (2013): A vision of responsible research and innovation. In: Owen, R.; Bessant, J.; Heintz, M. (Hg.): Responsible Innovation, London, S. 51-74
- Waughray, D.K.N. (2012): The challenges of Rio+20. <https://www.weforum.org/agenda/2012/06/the-challenges-of-rio20/> (aufgesucht am 24.7.2017)

Grand Challenges

Carl Friedrich Gethmann

Theoretische und praktische Probleme transdisziplinärer Forschung angesichts kollektiver Handlungsprobleme von globaler Reichweite

Unter kollektiven Handlungsproblemen von globaler Reichweite werden hier Probleme verstanden, bei denen große Kollektive wie beispielsweise Nationen als Akteure angesprochen sind (im Unterschied zu solchen, die in erster Linie in den Bereich der Kleingruppeninteraktion fallen, wie beispielsweise Fragen der Medizinethik) und die nicht regional begrenzt sind.¹ Eine mögliche Problemklassifikation ist die folgende:

- Globale Verteidigungs-/Abwehrprobleme
 - Erdbeben
 - Wirbelstürme
 - Meteoriten
 - ...
- Globale Versorgungsprobleme
 - Energie
 - Wasser
 - Nahrung
 - Rohstoffe
 - ...
- Globale Entsorgungsprobleme
 - geogene Entsorgung:
 - Hausmüll
 - chemische Schadstoffe
 - nukleare Entsorgung
 - ...
 - atmosphärische Entsorgung:
 - Umweltschadstoffe
 - Klimagase
 - ...

¹ Diese Bestimmung deckt sich weitgehend mit den „Großen gesellschaftlichen Herausforderungen“, die der Wissenschaftsrat in seinem Positionspapier (2015) anspricht.

Schon die unkommentierte Aufzählung lässt erkennen, dass sich die Menschheit in erheblichen Notlagen befindet, die sehr weitgehend durch große Wissensdefizite mitbedingt sind. Zur Lösung dieser Probleme ist verbindliches handlungsorientierendes Wissen erforderlich, wie es nur die Wissenschaften hervorbringen können. Der Umsetzung wissenschaftlichen Wissens, sofern man über dieses verfügt, stehen allerdings vielfach auch Probleme der globalen gesellschaftlichen Selbstorganisation im Wege, wie beispielsweise das Bevölkerungswachstum, die zunehmende Zahl unregierbarer Staaten, Kriege in vielen Formen (Bürgerkriege, Konfessionskriege, Hybride Kriege). Ferner ist zu beachten, dass es unter diesen Problemen nicht so etwas wie eine natürliche Priorisierung gibt. Es ist nämlich völlig unklar, nach welchen Kriterien (zum Beispiel Wohlstandsverluste, Mortalität/Morbidität, Verlust von Territorien, Bedrohung von Lebensformen, Verlust von Kulturgütern, Bedrohung der Biodiversität u.a.) eine solche Priorisierung vorzunehmen wäre. Es ist daher zu kritisieren, wenn zur Zeit das Klimaproblem, das sicher unter einer Reihe von Gesichtspunkten als exemplarisch für den genannten Problemtyp angesehen werden kann, zugleich als das natürlicherweise dringendste herausgestellt wird.

Wenn wissenschaftliches Wissen wenigstens ein Teil der Lösung ist, dann schlägt zur Zeit angesichts der Fülle und jeweiligen Komplexität der Wissens- und Handlungsprobleme die Stunde der Wissenschaften. Allerdings, wie immer, wenn eine Sache Konjunktur hat, drohen den Wissenschaften aber auch Gefahren von innen und von außen. Scharlatane, selbsternannte Sachverständige, unberufene Prediger, Talk-Show-Philosophen versuchen auf der Welle der Konjunkturen zu reiten. Auch manche seriöse Wissenschaftler neigen dazu, sich als Retter der Menschheit darzustellen und wissenschaftliches Wissen zu einer Art prophetischem *Erlösungswissen* hochzustilisieren. Indizien dafür² sind einmal der Hinweis darauf, dass es ums Ganze gehe und somit auch das Ganze Gegenstand der Forschung sein müsse. Verbunden damit ist die Warnung vor drohendem Unheil angesichts des Verfehlens angeblich wissenschaftlich fundierter numerisch präzisierter „Ziele“. Demgegenüber sei die Rettung der Menschheit nur möglich, wenn Bußfertigkeit und Verzicht im Sinne von Null-Wachstum, Gleichgewichtswirtschaft oder Subsistenzwirtschaft praktiziert werden. Verbunden mit dieser Prophetenrolle ist ein expliziter Oligarchieanspruch für die Wissensebenen, demgemäß das politische Handeln angesichts des Versagens der politischen Eliten und der großen Masse der Bürger in die Hand der Wissensebenen gelegt werden muss.³

2 Vgl. Ernst (1999).

3 Bis hin zur Forderung nach einem Demokratiememorandum des amerikanischen Wissenschaftsphilosophen Ph. Kitcher; s. unten Teil 3 dieses Beitrags.

Die Diskussion zeigt, dass die methodologischen Fragen der Einlösung von Geltungsansprüchen transdisziplinärer Forschung angesichts kollektiver Handlungsprobleme von globaler Reichweite eng mit Fragen des Verhältnisses von wissenschaftlichem Wissen und politischer Willensbildung in einem demokratischen Gemeinwesen zusammenhängen. Im Folgenden soll herausgestellt werden, dass sich grundsätzlich als fallibel und revisionsbedürftig verstehende Wissenschaften das politische Handeln informieren, aber nicht determinieren können, und dass sich *vice versa* das politische Handeln nicht von angeblich alternativlosen wissenschaftlich konzipierten Szenarien allein leiten lassen kann.

1 Wissenschaft vom Ganzen oder interdisziplinäre Forschung?

Im Zusammenhang mit den kollektiven Problemen globaler Reichweite ist in den letzten Jahrzehnten vielfach die Insuffizienz des traditionellen Wissenschaftsverständnisses festgestellt worden. An dessen Stelle wird ein neuer Wissenschaftstyp gefordert, für den unterschiedliche Bezeichnungen vorgeschlagen worden sind, wie Integrative Forschung, Postnormale Wissenschaft, Modus2-Forschung, Erdsystemforschung, Global Change-Forschung, Syndrom-Forschung, Nachhaltigkeitsforschung, Vorsorgeforschung, Transformative Wissenschaft, Transdisziplinäre Forschung u.a. Die damit verbundenen wissenschaftsphilosophischen Konzeptionen unterscheiden sich teilweise erheblich, stimmen jedoch in der Unzufriedenheit mit der traditionellen wissenschaftlichen Methodologie überein, da diese zur Problemanalyse und zu Lösungsstrategien kollektiver Handlungsprobleme von globaler Reichweite (zu) wenig beitragen. Dabei wird häufig der Grund für die Misere in einer falschen Organisation der Wissenschaften und dem damit zusammenhängenden epistemologischen Grundverständnis gesehen, wie es sich beispielsweise in Segmentierung des Wissens in Disziplinen und der daraus folgenden Dissipation von Zuständigkeit und Verantwortung zeige. Der neue Wissenschaftstyp müsse sich demgegenüber auf das Ganze richten und dem entsprechend die Vielzahl wissenschaftlicher Methoden in einen ganzheitlichen Forschungsansatz integrieren.

Parallel zu den in der neueren Sprach- und Wissenschaftsphilosophie diskutierten Positionen eines semantischen bzw. epistemischen Holismus kann man hier von einem (forschungs-)pragmatischen Holismus sprechen.⁴ So wie die Begründung für die jeweiligen Holismen eine enge strukturelle Verwandt-

4 Zu diesem Abschnitt s.a. Gethmann (2005). Der Beitrag geht auf einen Vortrag anlässlich des Symposiums „Vom Wissen zum Handeln? Die Forschung zum Globalen Wandel und ihre Umsetzung“, zurück, den das ITAS in Berlin veranstaltete und das der Gründung des NTA (2004) vorausging.

schaft aufweist, lassen sich auch hinsichtlich der Kritik ganz ähnliche Gesichtspunkte anführen. Der *semantische Holismus* im Anschluss an W.v.O. Quine geht von der Feststellung aus, dass sich die Bedeutung eines sub-sententialen Ausdrucks (Wort, Prädikator, Terminus, Begriff) nicht (vollständig) bestimmen lässt, ohne die semantische Funktion des Ausdrucks im Satz (der Aussage, der Behauptung, der Äußerung) mit einzubeziehen. Die Bedeutung eines Satzes wiederum lässt sich nicht bestimmen, ohne die semantische Funktion des Satzes im gesamten Text (der gesamten Theorie, des gesamten Kontextes) mit einzubeziehen. Der eigentliche Bedeutungsträger ist somit die gesamte (Wissenschafts-)Sprache. Unter der Voraussetzung, dass man die Bedeutung eines Ausdrucks kennt, wenn man die wahren/falschen sprachlichen Entitäten kennt, in denen der Ausdruck wesentlich vorkommt (Verifikationstheorie der Bedeutung), folgt zwingend der *epistemische Holismus*. Über Wahrheit/Falschheit eines Satzes (einer Aussage, einer Behauptung, einer Äußerung) lässt sich danach nur befinden, wenn sein epistemischer Beitrag zum gesamten Kontext (der gesamten Theorie,...) (mit-) berücksichtigt wird. Wahr/falsch können demnach nur ganze Kontexte (ganze Theorien) sein.

Die grundsätzliche Kritik an diesen Holismen hebt auf die Notwendigkeit der Falsifizierbarkeit ab. Gegenüber ganzen Sprachen gibt es kein „Außerhalb“, von dem aus man kritisch den Ganzheiten entgegentreten könnte. Ein semantischer bzw. epistemischer Holismus führt tendenziell (je nachdem, wie umfassend die Gesamtheiten konzipiert werden) zu einem *Verlust des kritischen Potentials* der Wissenschaft und damit zu semantischer bzw. epistemischer Beliebigkeit bis hin zum epistemischen GAU des *gratis assertitur – gratis negatur*.

Wenn die holistische Argumentation triftig wäre, dann wären im Fall des semantischen Holismus Bedeutungsklärungen angesichts der unbestimmten Offenheit von Sprachen (etwa anlässlich von Un- und Missverständnissen unterschiedlicher Art, semantischen Ambiguitäten und anderen Verständigungsstörungen) nicht möglich. Die Sprache verfügt jedoch über Potentiale semantischer Arbeit trotz des Umstands, dass das „Netz der Bedeutungen“ immer auf irgendwelche weitere Knoten führt. Zu diesen semantischen Potentialen gehören elementare ostensive oder prädikative Bedeutungseinführungen, die in der Umgangssprache zumeist partielle Charakterisierungen erlauben, in den Wissenschaftssprachen jedenfalls im Idealfall zu Explizitdefinitionen führen. Diese semantischen Potentiale sind (wenigstens manchmal) leistungsfähig, weil es in einer konkreten Kommunikationssituation fast immer genügt, *einige* „Ränder scharf zu machen“⁵, und das wiederum deshalb, weil menschliche Kommunikation in der Regel auf große Felder des semantisch Unproblematischen setzen kann. Anders formuliert: Über die *ganze* Sprache müssten sich sprachliche Ak-

5 Vgl. Wittgenstein (1960) §§ 71, 87 u.ö.

teure nur verständigen, wenn sie sich in *jeder* Hinsicht nicht oder missverstehen würden. Genau dann aber wäre Verständigung nicht mehr möglich, weil alle Instrumente der Verständigung Teil der nicht funktionierenden Sprache wären.

Ganz analog müsste man im Falle des epistemischen Holismus argumentieren. Die Wahrheit einer ganzen Theorie müsste begründet werden, wenn alle Elemente der Theorie zur Debatte stünden. Genau dann aber wäre Begründen nicht mehr möglich, weil keine Instrumente der Klärung von Argumentationen (nämlich der Prüfung von Prämissen, Präsuppositionen, Regeln) zur Verfügung stünden. Wer unterstellt, dass Verständigung und Begründung möglich ist, muss somit auch unterstellen, dass teilweise Verständigung und Begründung/Rechtfertigung schon gelungen ist. *Letztlich* muss wenigstens ein Rekurs auf gelingende vorwissenschaftlich-lebensweltliche Verständigungen und Zwecksetzungen möglich sein, die einerseits zwar Grundlage der Wissenschaften sind, andererseits aber durch sie kritisierbar bleiben müssen. Wer konvers unterstellt, dass keine Verständigung und Begründung je gelungen ist, kann auch für diese Unterstellung keine geltungsbeanspruchenden Argumente heranziehen.⁶

Die Antwort auf die berechtigten Einwände gegen den semantischen und epistemischen Atomismus führt nicht zu entsprechenden Holismen, sondern zu semantischen und epistemischen „Molekularismen“⁷, d. h. Verständigung und Begründung gelten zwar immer nur relativ zu Sektoren gelungener kognitiver Bemühungen, aber sie sind nicht beliebig. Bei dem hier zur Debatte stehenden (forschungs-)pragmatischen Holismus geht es nicht um die Bedeutung sprachlicher Ausdrücke und die Wahrheit/Falschheit solcher, sondern um die Fragen, auf die geltungsbeanspruchende Äußerungen die wahren/falschen Antworten sind. Nun ermöglicht jede Frage Antworten, und jede Antwort wirft neue Fragen auf. Im Sinne eines (forschungs-)pragmatischen Holismus könnte man nun argumentieren, dass folglich über das gesamte Netz von Fragen und Antworten verfügen müsse, wer die Einschlägigkeit einer Frage und die Triftigkeit einer Antwort pragmatisch richtig einschätzen wolle. Somit brauche man „Erdsystemforschung“ o.ä. Ähnlich den Einwänden gegen den semantischen bzw. epistemischen Holismus muss gegen die holistische Argumentation eingewendet werden, dass diese nur plausibel wäre, wenn die Uneinschlägigkeit aller Fragen und die Nicht-Triftigkeit aller Antworten feststünde. Genau dann aber wäre Forschung nicht mehr möglich. So wie ein semantischer Holismus mögliche Verständigung unverständlich machte, eine epistemisch gelingende Begründung

6 Aus dieser Einsicht lässt sich der Topos der retorsiven Argumentation rekonstruieren, dessen Funktion darin liegt, die unverzichtbaren prädiskursiven Einverständnisse menschlicher Verständigungs- und Begründungspraxis zu ermitteln; vgl. Gethmann (1995).

7 Vgl. M. Dummett (1993).

aussichtslos erschienenen ließe, würde ein (forschungs-)pragmatischer Holismus den zweckvollen Einsatz von Wissen unerklärbar erscheinen lassen. Entsprechend kann das „Ganze“ nicht das Referenzobjekt von Forschung sein. Das Ganze muss immer in (nicht durch „die Natur“ zwingend vorgegebene) Teile aufgelöst und Forschung dadurch operabel gemacht werden, was bedeutet, dass dadurch nur Teil-Wahrheiten zu erreichen sind, die zudem dadurch in Frage gestellt werden können, dass andere Forschungsansätze andere Segmentierungen vornehmen und diese Segmente mit anderen Methoden erreichen. Dieser Umstand ist die formal-pragmatische Grundlage dafür, dass das Ethos der Falsifizierbarkeit wesentliche habituelle Grundlage aller Forscher sein sollte.

Dass alles mit allem zusammenhänge und das Referenzobjekt menschlichen Wissens „eigentlich“ die *eine* Welt sein müsse (ontologischer Monismus), hat im 19. und 20. Jahrhundert immer wieder die Vorstellung von Einheitswissenschaften hervorgerufen. Dieser Schlussfolgerung liegt das Missverständnis zugrunde, die Pluralität der Wissenschaften sei wegen der unterstellten Pluralität der Referenzobjekte entstanden, eine Unterstellung, die nunmehr revidiert werden müsse. Aus einem ontologischen Monismus folgt jedoch keineswegs das Projekt einer Einheitswissenschaft. Denn die Pluralität der Wissenschaften verdankt sich nicht der Pluralität der Referenzobjekte (*objectum materiale*), sondern der Pluralität der Formalobjekte, d. h. der Interessen und Perspektiven (*objectum formale quod*) und dementsprechend der Pluralität der Methoden (*objectum formale quo*). Nicht der ontologische Monismus, sondern die epistemische Pluralität (Perspektivenpluralismus) ist die Grundlage für die Pluralität der wissenschaftlichen Disziplinen.⁸

Die Forderung nach interdisziplinärer Forschung unterstellt daher auch eine faktische Pluralität von Disziplinen – eine Einheitswissenschaft bräuchte keine Interdisziplinarität. Unter einer Disziplin kann man dabei das Ensemble von (meist durch Einsozialisation erworbenen) Begründungsregeln und der für Begründungsdiskurse notwendigen Instrumente verstanden werden. Solche Instrumente spielen auf allen sprachlichen Explikationsebenen eine relational selbständige Rolle:

- Sub-sententiale Ebene: Begriffe, Terminologien;
- Sententiale Ebene: Begründungsregeln;
- Prä-diskursive Einverständnisse;
- Super-sententiale Ebene: Theorien (z. B. Gravitationstheorie); Makro-Theorien (z. B. Evolutionstheorie);
- Übertheoretische Klassifikationen (vom Typ „Physik ist eine Naturwissenschaft“).

⁸ Vgl. C.F. Gethmann (1990).

Mit dem Ausdruck „Inter-disziplinarität“ wird entsprechend ein gemeinsamer Durchschnitt zwischen Disziplinen hinsichtlich wenigstens eines dieser Parameter (mit Ausnahme der übertheoretischen Klassifikationen) verstanden. Wissenschaftliche Disziplinen sind durchweg historisch aus lebensweltlichen Problemstellungen erwachsen und haben auf diese mehr oder weniger adäquat reagiert. Durch Ex-post-Systematisierung wurde dann im Laufe der Entwicklung der Disziplinen eine epistemische Einheit mehr erzeugt als gefunden. Von „Trans-disziplinarität“ sollte man sprechen, wenn wissenschaftliche Forschung auf außerhalb der Wissenschaften liegende Handlungszwecke bezogen wird. Für disziplinäre Forschung ist das durchaus üblich (medizinische Gesundheit, technische Sicherheit, ökonomische Effizienz usw.). Bei kollektiven Problemen von globaler Reichweite liegt auf der Hand, dass die transdisziplinäre Forschung von interdisziplinären Forschungsverbänden ausgehen muss.⁹

2 Epistemologische Qualitätssicherung

Das kognitive Grundproblem bei kollektiven Handlungsproblemen globaler Reichweite besteht schlicht darin, dass unter Bedingungen durchaus dramatischen Nicht-Wissens gehandelt werden muss. Vom Nicht-Wissen soll hier sowohl im Sinne der einfachen Ungewissheit (z. B. durch Überkomplexität), der strukturellen Beschränktheit (z. B. aufgrund der Fallibilität des Wissens) als auch der stochastischen Unsicherheit (wie sie durch Wahrscheinlichkeitsaussagen festgestellt wird) gesprochen werden. Ferner ist immer mit zu bedenken, dass „Handeln“ grundsätzlich in genau zwei Modi in Erscheinung tritt, nämlich in der Weise des Ausführens oder Nicht-Ausführens („Unterlassen“) eines Handlungsschemas. Das Nicht-Ausführen eines Handlungsschemas¹⁰ unterliegt der gleichen moralischen (allerdings nicht unbedingt legalen) Jurisdiktion wie das Ausführen eines Handlungsschemas. Das hat zur Folge, dass bei den kollektiven Handlungsproblemen von kollektiver Reichweite in den meisten Fällen die strategische Empfehlung, man solle doch erst einmal abwarten, bis ein zufriedenstellender Wissenszustand erreicht ist, unzulässig ist; auch das Nicht-Ausführen eines Handlungsschemas würde einen ähnlich guten Wissenszustand

9 Ausführlicher dazu C. F. Gethmann et al. (2015) S. 39-60.

10 Nicht zu verwechseln mit dem schlichten Nicht-Tun; man erkennt hier, dass die übliche Unterscheidung von Tun und Unterlassen zu einer Ambiguität von Nicht-Ausführen eines (kontextuell anliegenden) Handlungsschemas (wie es z. B. bei einer unterlassenen Hilfeleistung vorliegt) und dem schlichten Nicht-Tun führt. Diese Ambiguität wird durch die Unterscheidung von Ausführen – Nicht-Ausführen eines Handlungsschemas vermieden. Zur Unterscheidung von Handlung (Token) und Handlungsschema (Type) vgl. Kamlah/Lorenzen (1973) S. 53-64.

verlangen und müsste auch sonst Rechtfertigungsanforderungen erfüllen. Allerdings darf aus dem Umstand, dass es kein Entrinnen aus dem Dilemma gibt, auf unzureichender Wissensgrundlage entweder eine Handlung auszuführen oder nicht, nicht geschlossen werden, dass der Zustand des handlungsfundierenden Wissens beliebig sei und Bemühungen um die Verbesserung des Forschungsstandes auch eingestellt werden können. Vielmehr müssen die wissenschaftlichen Grundlagen ständig verbessert werden, um die kognitiven Defizite zu verringern. Dabei stellt sich allerdings bei den wissenschaftlichen Fundierungen von kollektiven Handlungsproblemen von globaler Reichweite nicht nur die Frage der Ausweitung des Wissens, sondern in besonders scharfer Weise die Frage der methodischen Kontrolle und damit der epistemischen Qualitätssicherung des Wissens.

2.1 Die Grenzen des Falsifikationismus

Karl Raimund Popper hat in seinem epochalen Werk *Logik der Forschung* (1934) (Popper 1969) dafür argumentiert, dass Wissenschaftler nicht versuchen sollen, ihre Erkenntnisse durch Erfahrung (beispielsweise ein Experiment) zu beweisen („Verifikationismus“), sondern vielmehr zu widerlegen („Falsifikationismus“). In dem Maße, in dem prätendierte Erkenntnisse den Widerlegungen standhalten, können sie dann als mehr oder weniger bewährtes Wissen gelten. Dieser Falsifikationismus soll zwei wissenschaftsphilosophische Probleme lösen: das Sinnproblem und das Wahrheitsproblem. Prätendierte wissenschaftliche Aussagen bzw. Aussagensysteme sind sinnlos, wenn sie sich grundsätzlich nicht falsifizieren lassen, beispielsweise indem ihre Widerlegung durch innertheoretische oder soziale Vorkehrungen (Immunisierung) verhindert wird.¹¹ Prätendierte sinnvolle wissenschaftliche Aussagen bzw. Aussagensysteme sind (vorläufig) wahr, wenn sie Widerlegungsversuchen standhalten. Mit dem Falsifikationismus reagiert Popper auf ein wissenschaftsphilosophisches Paradox, das von Hume formulierte Induktionsproblem, wonach endlich viele „Wahrmacher“ (z. B. Experimente) keine generellen Aussagen („Für alle x gilt, ...“) und somit keine Naturgesetze begründen können. Demnach blieben die Geltungsansprüche der neuzeitlichen Naturwissenschaften grundsätzlich uneingelöst.

11 Zu Immunisierung: vgl. H. Albert (1968), S. 71ff., 106ff. Durch das Sinnkriterium sind durchaus hier zur Debatte stehende Forschungsbereiche betroffen, etwa wenn behauptet wird, Klimaskeptiker seien verantwortlich für die Klimakatastrophe; Rahmsdorf (2007). Die strukturelle Verwandtschaft mit der These, wer die marxistische Gesellschaftsanalyse bestreite, entlarve sich dadurch als Klassenfeind, oder, wer die Jungfräulichkeit Mariens bestreite, überführe sich damit als Ungläubiger, ist unübersehbar.

Poppers methodologischen Gegenvorschlag kann man sich vereinfacht durch ein 3-Stufen-Schema illustrieren, demzufolge der Wissenschaftler den Erkenntnisvorgang wie folgt organisieren soll:

- (I) Aus theoretischen Anfangsannahmen (gleich welcher Herkunft) werden mittels logischer Ableitung *Hypothesen* gebildet.
- (II) Aus diesen Hypothesen werden mittels logischer Ableitung *Prognosen* gebildet.
- (III) Diese Prognosen werden durch *Tests* (z. B. durch Experimente) überprüft.

Werden die Prognosen mehr oder weniger häufig empirisch bestätigt, gelten die theoretischen Anfangsannahmen als mehr oder weniger gut bewährt („wahr“).

Zum richtigen Verständnis des Falsifikationismus ist zunächst darauf hinzuweisen, dass es sich bei den theoretischen Anfangsannahmen um prätendierte wissenschaftliche Erkenntnisse handelt, nicht um primäre lebensweltliche Erfahrung. *Primäre lebensweltliche Erfahrung* ist aus der Perspektive des individuellen erfahrenden Akteurs unwiderlegbar. (Ein Bauer, der seine Scheune brennen sieht, lässt sich diese Wahrnehmung nicht in Zweifel ziehen und zu Falsifikationsverfahren überreden.) Wissenschaftliche Erkenntnis enthält jedoch einen Geltungsanspruch für jedermann und überschreitet damit den individuellen Erfahrungsraum. Außerdem bestehen für die meisten wissenschaftlichen Geltungsansprüche, erst recht bei hochkomplexen Theorien wie sie beispielsweise in der Klimaforschung eingesetzt werden, gar keine direkten primären Erfahrungsbezüge. Wissenschaft beruht in diesem Sinne weitgehend auf *sekundärer Erfahrung*. Beispielsweise können Menschen (im Unterschied zu anderen Lebewesen) ionisierende Strahlung nicht *primär* wahrnehmen, sondern allenfalls *sekundär*, nämlich durch das Knattern eines sog. Geigerzählers. In einem Geigerzähler sind Elemente einer hochkomplexen Theorie der Energie zur Messung von Alpha-, Beta-, Gammastrahlung verbaut, die als gut bestätigt gelten können. Avancierte wissenschaftliche Erkenntnisse beruhen *sehr wenig* auf primärer Erfahrung (weswegen ein Sinnesdaten-Empirismus an der Erkenntnis-Praxis völlig vorbeigeht), *schon mehr* auf elementaren Handlungen (der Körperbearbeitung, der Werkzeugherstellung, des Werkzeuggebrauchs) und *sehr weitgehend* auf Theorien (Verfahren der Verallgemeinerung) und Modellen (Zusammenfassung einer Reihe unterschiedlicher Theorien mit Hilfe mathematischer Instrumente).

In Theorien und Modellen als Formen wissenschaftlicher Systematisierung fließen viele Informationen aus vorwiegend sekundärer Erfahrung gleichsam wie Indizien bei der Überführung eines Verbrechers zusammen. Diese Informationen müssen sich zu einer *konsistenten* (in sich widerspruchsfreien) und *kohärenten* (zu anderen Theorien „passenden“) *Theorie* fügen. Das falsifikationistische Wissenschaftsverständnis ist für empirische Forschung unter Laborbedin-

gungen, die überprüfbare Prognosebildung im zeitlichen und räumlichen Nahbereich erlauben, aber auch für sozialwissenschaftliche Forschung mit statistischen Grundlagen beispielsweise in den Wirtschaftswissenschaften gut bewährt. Sein Erfolg zeigt sich auch gerade darin, dass die meisten Wissenschaftler nach seinen Regeln handeln, nicht weil sie explizit gelehrt wurden, sondern weil sie im Zuge des wissenschaftlichen Sozialisationsprozesses sozusagen in Fleisch und Blut übergegangen sind so wie der gute Tänzer nicht wegen der expliziten Befolgung der Regeln für die Tanzschritte gut tanzt (das wäre vielmehr gerade ein Kennzeichen des schlechten Tänzers), sondern weil er die Tanzschritte einfach „in den Beinen“ (besser: im ganzen Körper) hat.

Mit Blick auf den Wissenschaftstyp, der für die Fundierung des für kollektive Probleme globaler Reichweite benötigten Wissens von Bedeutung ist, müssen jedoch auch die *Grenzen des Falsifikationismus* in Rechnung gestellt werden. Dabei ist zwischen *methodische Grenzen*, d. h. solchen, die sich aus methodologischen und epistemologischen Gründen ergeben, und *ethischen Grenzen*, d. h. solchen, in denen zwar eine falsifikationistische Strategie methodisch gesehen möglich wäre, diese sich aber aus ethischen Gründen verbietet¹², zu unterscheiden. Die folgenden Überlegungen beschränken sich auf die methodischen Grenzen und versuchen, diese am *Beispiel der Klimaforschung* zu illustrieren.

Der Erkenntnisprozess in der Klimaforschung führt zu „sekundärem“ Wissen, das mit Hilfe von *Modellen* erzeugt wird. Modelle sind *hochkomplexe* mathematische Gebilde, die gebraucht werden, um von vielen Einzelbeobachtungen aus ganz unterschiedlichen Erkenntnisquellen zu Verallgemeinerungen hinsichtlich eines hochkomplexen Referenzobjektes wie „dem Klima“ zu kommen.¹³ Klimamodelle überschreiten hinsichtlich ihres qualitativen und quantitativen Geltungsanspruches die „primären“ lebensweltlichen Erfahrungen von Wetterereignissen.

Die Grenzen der direkten Falsifizierung liegen für Hypothesen über *ferne Zeiten und Räume* auf der Hand. Sie spielen in der Klimaforschung eine wichti-

12 Zu denken ist beispielsweise an Experimente vom Milgram-Typ, das Verbot von Humanexperimenten in den klinischen Disziplinen oder moralische Beschränkungen bei Tierexperimenten.

13 Von Storch/Güss/Heimann (1999). – Mit von Storch/Güss/Heimann (1999) S. 4, wird hier „das Klima“ als abbreviativer Ausdruck für „die Statistik des Wetters“ verstanden. Dazu ist anzumerken, dass die Rede vom „Klimaschutz“ bestenfalls eine elliptische Redeweise ist, denn eine „Statistik“ ist kein schützenswertes Gut. Offenkundig soll etwas anderes geschützt werden, etwa eine bestimmte menschliche Lebensform; für ethische und politische Diskussionskontexte sollte die Rede vom Klimaschutz daher in die explizite Beschreibung des eigentlichen Schutzgutes aufgelöst werden.

ge Rolle.¹⁴ In diesen Fällen wird die sekundäre Hypothese nicht durch den Test von Prognosen und damit primäre Erfahrung bestätigt, sondern wiederum durch andere sekundäre Erfahrung. *Analytisches Wissen*, wie es in Logik und Mathematik bereitgestellt wird, das für die Generierung der Hypothesen und Prognosen sowie die Konstruktion der Modelle eine unverzichtbare instrumentelle Rolle spielt, ist nicht durch empirische Tests (z. B. Experimente) falsifizierbar. Gleichwohl ist es nicht unfehlbar, denn auch in den Formalwissenschaften gibt es Beweis und Widerlegung. Das Hauptproblem liegt jedoch weniger darin, dass für viele formale Instrumente bisher in beträchtlichem Umfang keine Widerspruchsfreiheitsbeweise geführt werden konnten, sondern dass es eher einen Überschuss an Angeboten gibt. Bereits im Bereich des Schlussfolgerns, also der deduktiven Logik, gibt es ein Logikwahlproblem zwischen widerspruchsfreien und hinreichend ausdrucksstarken Kalkülen. Die Wahl der formalen Mittel der Darstellung ist also nicht naturgegeben, sondern eher eine Frage der instrumentellen Funktionalität, die von den Zwecken der Wissensbildung mitbestimmt wird. *Wahrscheinlichkeitshypothesen*, ohne die avancierte empirische Wissenschaften nicht vorstellbar sind, werfen insofern methodische Schwierigkeiten auf, als Wahrscheinlichkeitsbehauptungen die Existenz von Gegenbeispielen gewissermaßen integrieren und in diesem Sinne nicht falsifizierbar sind, ja sogar unter Verdacht der Selbst-Immunsierung gestellt werden könnten.¹⁵ Allerdings lassen sich Wahrscheinlichkeitshypothesen nach einem Vorschlag Poppers als nahezu logische Schlüsse deuten, die somit indirekt falsifizierbar sind. Dazu ist allerdings die Konvention heranzuziehen, dass fast logische Widersprüche als logische Widersprüche zu interpretieren sind.¹⁶

Grundsätzlich gravierender als diese Fälle sind jedoch Ergebnisse der Wissenschaftsphilosophie, die sich mit den Mitteln elementarer Logik demonstrieren lassen:

- (I) Eine Theorie weist immer einen Überschuss über die akkumulierten primären Erfahrungen (das empirische Wissen) aus; dies ist gewissermaßen das Nachfolgeproblem des Humeschen Induktionsproblems (*Problem des semantischen Überschusses*).
- (II) Eine Theorie kann durch sehr verschiedene (sogar widersprüchliche oder disparate) Mengen von primären Erfahrungen bestimmt sein (*Indeterminiertheitsproblem*).

14 Vgl. beispielsweise Hasselmann et al (2003); Gillett et al. (2011).

15 Auf die starken Rationalitätsbedingungen der Wahrscheinlichkeitstheorie sei hier nur hingewiesen. Ferner ist zu beachten, dass aufwendige Computer-Simulationen („experimentelle“ Mathematik) die störungsfreie Funktion des Computers unterstellen.

16 Stegmüller (1973).

(III) Eine Menge primärer Erfahrungen kann viele Theorien bestätigen, die untereinander inkohärent sein können (*Mehrdeutigkeitsproblem*).

Das Verhältnis primärer Erfahrung zu wissenschaftlichen Theorien ist daher mehr-mehr-deutig: Primäre Erfahrung bestätigt viele Theorien, eine Theorie wird durch verschiedene Erfahrungen bestätigt.¹⁷

2.2 Kritik des Topos der besten Erklärung

Die genannten Probleme der Indeterminiertheit und der Mehrdeutigkeit führen dazu, dass sich aufgrund der akkumulierten primären Erfahrung (z. B. Langzeitmessungen von Wetterereignissen) eine bestimmte Theorie der Erklärung dieser Ereignisse (z. B. *ein* Klimamodell) nicht eindeutig auszeichnen und folglich auch nicht zur wissenschaftlichen Fundierung einer eindeutigen politischen Strategie heranziehen lässt. Als „Ausweichstrategie“ für die Auszeichnung der wissenschaftlichen Grundlagen politischer Strategien wird daher oft der Topos der besten Erklärung gewählt. Am Beispiel der Klimaforschung lautet die Argumentation (in Kurzfassung) gemäß diesem Topos: Die gemessene Weltdurchschnittstemperatur¹⁸ ist höher als nach den Modellen der natürlichen Klimaentwicklung zu erwarten wäre. Die beste Erklärung dafür ist ein durch Treibhausgase erzeugter anthropogener Faktor. Also geht die politische Empfehlung dahin, die Reduktion der Emission zu veranlassen.

Das hier eingesetzte Schlussverfahren ist dasjenige der *Abduktion*¹⁹:

E ist ein erklärungsbedürftiges Ereignis.

H erklärt E besser als H*.

Also ist H die adäquate Erklärung für E.

Man sieht sofort, dass das Schlussverfahren nicht deduktiv konkludent ist, denn H** könnte eine noch bessere Erklärung sein, ist aber unbekannt, oder H** wird aus bestimmten Gründen nicht in Betracht gezogen (z. B. weil H** nicht kohärent zu anderen Theorien ist, die man nicht aufgeben möchte.) Prinzipiell wirft der Topos der besten Erklärung wenigstens zwei Probleme auf: Es sind die Gütekriterien für das „Beste“-Urteil anzugeben und gegenüber anderen zu rechtfertigen, und es ist die Eindeutigkeit zu beweisen, so dass nicht eine an-

17 Eine ausführliche Diskussion der Fragen epistemischer Qualitätssicherung bei Klimamodellen und ähnlich komplexen Formen wissenschaftlicher Wissensbildung ist einer späteren Veröffentlichung vorbehalten.

18 Es sei hier vernachlässigt, dass die Weltdurchschnittstemperatur nicht eine (direkt) gemessene Größe ist, sondern sich bereits Modellannahmen unter Einbeziehung von Messergebnissen verdankt. Genau genommen werden Modelle durch Modelle kontrolliert.

19 Der Begriff stammt von C.S. Peirce, der das Schlussverfahren auch eingehend untersucht hat; s. Lorenz (2005).