

Stefan Böschen | Matthias Groß | Wolfgang Krohn [Hrsg.]

# Experimentelle Gesellschaft

Das Experiment als wissenschaftliches Dispositiv



**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 19**

Stefan Böschen | Matthias Groß  
Wolfgang Krohn [Hrsg.]

# Experimentelle Gesellschaft

Das Experiment als wissenschaftliches Dispositiv



**Nomos**



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

ISBN 978-3-8487-4282-0 (Print)

ISBN 978-3-8452-8545-0 (ePDF)

edition sigma in der Nomos Verlagsgesellschaft

1. Auflage 2017

© Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden 2017. 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

# Inhalt

*Stefan Böschen, Matthias Groß, Wolfgang Krohn*

Experimentelle Gesellschaft: Das Experiment als  
wissensgesellschaftliches Dispositiv 7

## **Konzeptionen, Strategien, Probleme**

*Jan C. Schmidt*

Über den Stabilisierungsversuch der Moderne: Der Wandel des  
Experiments in Wissenschaft, Technik und Gesellschaft 29

*Thomas Saretzki*

Politik als Experiment? 61

*Peter Wehling*

Experimentieren jenseits des Wissens: Gegen eine  
wissensgesellschaftliche Vereinseitigung experimenteller Praktiken 83

*Nina Janich, Niklas Simon*

Zur öffentlichen Semantik des Experiments 101

*Rolf Parr*

Experiment: Kollektivsymbol, Narrativ, Modernitätsindikator 127

*Jürgen Howaldt, Ralf Kopp, Michael Schwarz*

Experimentelle Praktiken und nachahmende Wiederholung:  
Überlegungen zu einer Theorie sozialer Innovationen 143

## **Felder: Spielarten des Experimentierens**

*Andreas Lösch, Christoph Schneider*

Smart-Grid-Experimente im Macht-Wissens-Dispositiv der  
Energiewende 163

*Stephan Lingner*

Climate Engineering als gesellschaftliches Experiment? 185

*Petra Ahrweiler*

Simulationsexperimente realexperimenteller Politik: Der Gewinn der  
Zukunftsdimension im Computerlabor 199

*Thomas Alkemeyer*

Sport als Experimentierfeld der Moderne 239

*Holger Schulze*

Im Schmutzraum: Über explorative Praktiken der Gegenwartskunst 255

### **Laboratorien der Moderne: Städte zwischen Planung und Eigensinn**

*Thomas Etzemüller*

Brasilia als Experimentalraum und Gesamtkunstwerk 269

*Daniela Karow-Kluge*

Experimentelles Handeln in hybriden Stadtlandschaften: Räumliches  
Planen zwischen Alltags- und Expertenwelten 291

*Fritz Reusswig, Wiebke Lass*

Urbs Laborans: Klimapolitische Realexperimente am Beispiel Berlins 311

*Stefan Selke*

Konsultative Soziologie: Wissensproduktion „in vivo“ am Regional  
Centre of Expertise Südschwarzwald 341

*Stefan Böschen, Matthias Groß, Wolfgang Krohn*

## **Experimentelle Gesellschaft: Das Experiment als wissenschaftsgesellschaftliches Dispositiv**

### **1 Spielarten des Experimentierens**

Die Beiträge dieses Buches erkunden Formen experimentellen Handelns, wie sie in westlichen Gesellschaften in der Neuzeit entstanden sind, seit der Industrialisierung an Bedeutungsvielfalt gewonnen haben und sich gegenwärtig in vielen Bereichen der gesellschaftlichen Innovationspraxis ausbreiten. Sie beobachten, wie diskursiv und praktisch die Schranken durchbrochen werden, die in den Institutionen und Denkgewohnheiten zwischen dem Experiment als Instrument der wissenschaftlichen Forschung und der Innovation als dem Erproben neuen Wissens bestehen. Innovationen beruhen immer häufiger auf Strategien, die direkt mit Forschung durchsetzt und daher mit neuen Risiken, Unsicherheiten und unvermeidbarem Nichtwissen behaftet sind. Die nichtintendierten Nebenfolgen und Rebound-Effekte von Innovationen gehören inzwischen zum Kernbestand der Diskussion um die Wissensgesellschaft, hinzugekommen sind Wahrnehmung und Verarbeitung neuen Nichtwissens.

Wenn heute von Wissensgesellschaft gesprochen wird, dann ist damit nicht ausschließlich die Transformation der Industriegesellschaft zu einer Gesellschaft gemeint, in der Aneignung und Nutzung von Wissen ins Zentrum rücken, sondern es geht auch darum, dass Wissensproduktion immer die Risiken des Wissens (Krohn 2003) und das Erkennen von Nichtwissen umfasst (vgl. Groß 2014; Wehling/Böschen 2015). Denn die Wissensgesellschaft ist zunehmend auch von Unbestimmtheiten durchdrungen, die erst durch verschiedene Formen der Wissensproduktion entstehen. Nichtwissen, das man nicht ignoriert, sondern benennt, kann Warnsignale aussenden und zugleich dazu auffordern, Wissenslücken zu schließen. Bereits Popper (2000) hatte auf den Zusammenhang zwischen einer unvermeidlich fehler- und lückenhaften Wissensbasis und der Bereitschaft, mit Überraschungen umzugehen, hingewiesen. Eine „offene“ Gesellschaft, die, wenn sie ihre Zukunft entwerfen will, mit dadurch generiertem Nichtwissen rechnen muss, hat dafür Institutionen auszubilden. Die „experimentelle Wende“, die wir für die gegenwärtige Entwicklung diagnostizieren (vgl. Overvest et al. 2010), scheint einen Weg zu eröffnen, die Spannungen zwischen Wissen und Nichtwissen zu bewältigen.

Während jedoch bisher das Experiment der Sonderwelt innerwissenschaftlicher Forschung zugerechnet wurde, wollen wir mit der an Foucault (2000) anschließenden Kennzeichnung des Experiments als einem wissenschaftlichen Dispositiv dem Tatbestand Ausdruck geben, das die Spannung zwischen Wissen und Nichtwissen eine institutionelle Herausforderung an die Wissensgesellschaft geworden ist. Das Experiment als ein Dispositiv zu erfassen, bezieht sich auf Foucaults zentrales Thema, die innere Beziehung von Wissen und Macht und die mit ihr verbundenen Unterwerfungs- und Gehorsamsmechanismen. Die darin präsente Isolierung von Wirklichkeitssegmenten in der „geschlossenen Anstalt“ des Labors, die kontrollierten Eingriffe in das Experimentalsystem, die Macht der entdeckten Kausalmechanismen bezeugen die Berechtigung der Metapher der „Herrschaft über die Natur“. Zwar ist diese Macht des Wissens zunächst nur das experimentell gewonnene und theoretisch ausgeweitete Handlungspotenzial, aber fraglos sind mit der Verfügung darüber auch Positionsgewinne an sozialer Macht verbunden. Das Experimentaldispositiv ist im Sinne Foucaults der diskursive Rahmen einer gesellschaftlichen Veränderungsdynamik, die sich auf die Praktiken und institutionellen Rahmenbedingungen erstreckt, mit denen Akteure handlungswirksames Wissen gewinnen, erproben und erweitern (vgl. dazu auch den Beitrag von Lösch/Schneider in diesem Band).

Dieser analytische Blickwinkel erlaubt es, so die These dieses Buches, die Gegenwart und ihre Wandlungsbesonderheiten sichtbar zu machen. Diese ist gekennzeichnet durch eine grundlegende Spannung. Einerseits untergräbt die immer engere Verknüpfung von Forschung und Innovation die klassische Vorstellung einer folgerichtigen Transformation vom Wissen zum Handeln, wobei es zunehmend unvermeidlicher wird, trotz erkannter Wissenslücken zu handeln. Andererseits wachsen die politischen Widerstände gegen unüberschaubare neuartige Risiken (vgl. Kabisch et al. 2012; Kuhlicke et al. 2016; Renn 2014). Es bedarf also einer neuen Grundorientierung, in der experimentelle Offenheit für das Neue und skeptische Vorsicht gegenüber Risiken gemeinsam erfasst werden. Ging man in der Industriegesellschaft typischerweise von einem produktorientierten Wissen aus, das man mehr oder weniger problemlos reproduzieren und anwenden kann, gewinnt Erkenntnis in der Wissensgesellschaft zunehmend den Charakter eines vielfältig ausgehandelten, experimentell im Anwendungskontext erarbeiteten und modifizierbaren Bestands an Wissen, das immer auch neue Aspekte des Nichtwissens hervorruft. An seiner Entstehung und Bewahrung sind unterschiedliche Akteure und Interessengruppen beteiligt, denen eine hohe Lernbereitschaft und neuartige Formen des Umgangs mit Überraschungen und unvermeidbaren Fehlern abverlangt werden (vgl. Verschraegen et al. 2017).

Es ist freilich umstritten, ob für solche Strategien der Begriff des Experiments geeignet ist, der – in seinem wissenschaftlichen Kontext – gerade die

Entlastung von praktischen Einbindungen und sozialen Risiken anzeigen soll. Wissenschaftliche Experimente sind ein von Konsequenzen entlastetes Probandeln (Krohn/Weyer 1989), das freigestellt ist von der moralischen Zurechnung von Fehlern und Irrtümern, weil auch diese den Erkenntnisgewinn beschleunigen und keinen Schaden anrichten, solange sie im Freiraum des Labors und innerwissenschaftlichen Diskurses verbleiben. Gelten diese Einschränkungen nicht – so der oft erhobene Einwand (vgl. für viele Greenwood 1976) –, dann wird die Bezeichnung zu einer lockeren Metapher, die verschleiert, dass der Raum des legitimen Experimentierens verlassen wird. Zwar kann man darauf verweisen, dass im neuzeitlichen Sprachgebrauch von Beginn an für viele Unternehmungen in Politik, Wirtschaft, Erziehung, Literatur und Kunst die Benennung herangezogen wurde, um Wagemut, Neugier und Lernbereitschaft der Akteure zu signalisieren (vgl. Brown 1997; Groß et al. 2005). Und noch weiter ausholend kann man vertreten, dass die Wurzeln des Experimentierens in das anthropologisch fundierte Verhaltensmuster von Versuch und Irrtum zurückreichen (ein Argument, das etwa Popper besonders betonte, vgl. Popper 2000).

So wichtig jedoch solche historischen Heranführungen an aktuelle Debatten sein mögen, sie taugen als Verallgemeinerungen nicht zur begrifflichen Präzisierung experimenteller Praktiken in den gegenwärtigen Innovationsstrategien. Ausgangspunkt muss vielmehr sein, dass in den Beiträgen dieses Bandes die Vielfalt experimenteller Praktiken auch außerhalb der anerkannten laborwissenschaftlichen Begrenzungen und wissenschaftlichen Fragestellungen sichtbar wird und in den Selbstbeschreibungen der Akteure ein Bedarf sichtbar wird, den experimentellen Zügen dieses Handelns begrifflich gerecht zu werden. Wir werden in dieser Einleitung einen Rahmen entwerfen, der einerseits das Experimentieren unterscheidungsscharf gegenüber beliebigen Formen des sozialen Wandels und des Lernens aus Erfahrung bestimmt, jedoch andererseits nicht zu eng an das laborwissenschaftliche Ideal bindet und dadurch alle anderen Formen ausschließt.

Die Dimensionen eines Begriffs des gesellschaftlichen Experimentierens oder sogar der experimentellen Gesellschaft umfassen – wie die Beiträge dieses Bandes sichtbar machen – das materielle Setting, den Umgang mit Nichtwissen, die Lernumgebungen, die Erkenntniserwartungen, die Teilnehmungsformen, die Legitimations- und Akzeptanzbedingungen, die Verarbeitung von Ergebnissen und den Umgang mit Fehlschlägen und Irrtümern. In allen Fällen geht es dabei um mehr als ein unkontrolliertes, richtungsloses und voraussetzungsfreies Probieren, für das es in Kontexten sozialer Innovationen und Reformen ohnehin keine soziale Akzeptanz gäbe. Denn Betroffene suchen, wenn sie beteiligt werden, genaue, umfassende und soweit wie möglich durch Wissenschaft abgedeckte Informationen über Ziele, Methoden und Risiken. Die demokratischen Bedingungen in den öffentlichen Räumen, in denen die hier vorgestellten Fälle

spielen, sollten ausschließen, dass hinter dem Rücken Betroffener Versuche mit ungewissem Ausgang aufgebaut werden. Tatsächlich stellt sich zum Beispiel bei gegenwärtig geplanten Großprojekten zum experimentellen Eingriff in die geochemischen Kreisläufe der Erde die Frage, ob sie überhaupt demokratisch legitimierbar sind (vgl. Pidgeon et al. 2012; Macnaghten/Szerszynski 2013).

Der offensichtliche Unterschied zwischen Experimenten im Dienst des wissenschaftlichen Erkenntniserwerbs und Experimenten zur Bewältigung konkreter Probleme besteht darin, dass die Forschung einmal eingespannt ist in die disziplinär etablierten Fragestellungen eines Wissensgebietes, im anderen Fall teilhat an der Gestaltung einer komplexen Problemlösung, für die Wissenschaft gebraucht wird, aber nicht allein zuständig ist. Disziplinär orientierte Experimente folgen Fragestellungen des Fachgebietes und haben ihren legitimen Raum im Labor. Das Erkenntnisinteresse ist dabei auf den disziplinär abgesteckten Erkundungshorizont (das jeweilige „Diskursuniversum“) begrenzt und erstrebt darin für experimentell gewonnene Aussagen Wiederholbarkeit und Allgemeingültigkeit. Experimente im Dienst der Lösung komplexer lebensweltlicher Probleme kommen dagegen in den akademischen Wissenschaften selten vor und könnten auch von den Disziplinen als solchen nicht bewältigt werden, da sie für die lebensweltlichen Einbindungen kein theoretisches Sensorium und methodisches Rüstzeug haben.

Um die wissenschaftlichen Bemühungen zur Bearbeitung solcher realen Aufgaben mit einem eigenständigen Namen zu belegen, hat sich der Begriff der transdisziplinären Forschung herausgebildet (Bergmann et al. 2010; Groß/Stauffacher 2014; Pohl/Hirsch Hadorn 2006). Experimente im Kontext dieser Forschung finden nicht im Labor, sondern an Orten statt, an denen die Probleme auftreten. Ihr begrenztes Ziel ist zunächst, einen anstehenden Fall mit den verfügbaren Ressourcen zu lösen, und – das macht das experimentelle Vorgehen aus – die Risiken von Irrtümern, Fehlern und Überraschungen den Stakeholdern zu kommunizieren. Zum Selbstverständnis transdisziplinärer Projekte gehört dann auch, dass widrige Erfahrungen für Zielkorrekturen verwendet und Stoppregeln eingeführt werden – was beim oben erwähnten Beispiel des Geoen지니어ing ja gerade nicht funktioniert. Das Erkenntnisziel ist zunächst der exemplarische Nachweis, dass ein fragliches Problem lösbar ist. Das weitergehende Interesse erstreckt sich dann auch auf die Anwendung der Problemlösung auf ähnliche Fälle, die jedoch in den seltensten Fällen eine strikte Wiederholung ist. Ein Laborexperiment ist idealtypisch unter vergleichbaren Bedingungen an verschiedenen Orten auf der Welt wiederholbar; ein Realexperiment kann dagegen nur als ein Modell für ähnliche Fälle stehen.

Dazu muss allerdings das Modellhafte von den zufälligen Umständen getrennt werden – und damit setzt eine analytische Arbeit an, die sich auf die Abgrenzung des Systems, auf die kausalen Beziehungen zwischen Input und Out-

put, auf die Relevanz spezifischer Randbedingungen, auf die Skalierbarkeit und viele andere Fragen beziehen muss. Solche analytischen Fragen müssen sich keineswegs alle beteiligten Akteure stellen; aber Wissenschaftler haben ein Interesse daran, zu erkennen, für welche Konstellation der Fall exemplarisch ist und in welchen Zusammenhängen das Modell erneut „ausprobiert“ werden kann. Auch unter politischen Aspekten ist es von Interesse, abzuschätzen, unter welchen Umständen ein ähnliches Realexperiment unternommen werden kann oder ob sogar eine Verallgemeinerung durch eine gesetzliche Regulierung verantwortlich ist. Es kann durchaus sein, dass ein Fall so singulär und komplex ist, dass jegliche weiterführenden Erkenntnisinteressen ins Leere greifen. Aber da in der Gesellschaft durchgängig an vielen Ecken und Enden ähnliche Probleme (der Stadtplanung, Energieversorgung, Entsorgung, Bildungspolitik, Wirtschaftspolitik) bestehen, ist es unwahrscheinlich, dass aus gelungenen Lösungen nichts für die Bewältigung ähnlicher Fälle gelernt werden kann.

Die offene Frage ist allerdings: Was heißt hier lernen? Dass es sich damit anders verhält als bei den schulmäßigen Versuchsreihen im Labor, in denen gut isolierte Materialien, durchkonstruierte Apparaturen und geeichte Aufzeichnungsinstrumente zur Verfügung stehen, um kausalen Zusammenhängen auf die Spur zu kommen, steht wohl fest. Denn im Reallabor stehen die Forscher vor der Dynamik komplexer Wechselwirkungen in offenen Umgebungen. Sie ist nur näherungsweise modellierbar und simulierbar, die Zurechnung unerwünschter Effekte auf Ursachen ist nicht eindeutig möglich, ebenso wenig wie die genaue Erfassung von Eingriffswirkungen, so erstrebenswert solche Kenntnisse vor allem bei bestimmten Risiken wären. Zu diesen Risikobereichen zählen etwa Medikamentenzulassungen, die trotz aufwendiger Tierexperimente und kontrollierter Anwendungen im Labor auch nach der Freigabe immer wieder offene Fragen aufwerfen (Chow 2004). Auch in umweltsensitiven Bereichen ist das Lernen über Risiken an realexperimentelle Praktiken gebunden. Beispiele sind geologische Tiefenbohrungen nach Schiefergas (vgl. Wagner 2015), Veränderungen der Artenvielfalt durch den Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen (vgl. Levidow 2010), die Entwicklung von künstlichen Seen und Wasserreservaten (vgl. Geller et al. 2013) oder großflächige Landschaftsexperimente (vgl. Lindenmayer 2009). Trotz vieler aussagekräftiger Voruntersuchungen unter kontrollierten Bedingungen und trotz der Unterstützung, die inzwischen Simulationsmodelle bei der Antizipation von Entwicklungspfaden bieten (vgl. Ahrweiler in diesem Band), sind die eigentlichen Experimentalsysteme die der realen Welt. Mit ihrer Vielfalt und Verschiedenartigkeit bilden sich auch die unterschiedlichen Positionen heraus, die den öffentlichen Diskurs prägen (vgl. dazu den Beitrag von Janich/Simon in diesem Band). In unserem Versuch, Dimensionen des Experimentbegriffs herauszuarbeiten, wollen wir diese doppelte Funktion des Experiments als einerseits wissenschaftliches

Erkenntnisinstrument und andererseits Vehikel gesellschaftlicher und politischer Innovation, Modernisierung und Gestaltung zum Ausgangspunkt nehmen.

Man kann drei Grundmuster idealtypisch voneinander abgrenzen: Erzielen verallgemeinerten Wissens durch Wiederholung, Expertise für die Gestaltung eines Einzelfalls sowie Imitation als analogische Transformation. Die Wiederholbarkeit experimenteller Befunde ist die klassische Forderung, die an Laborexperimente gestellt wird, weil es – nach der häufig mühevollen Stabilisierung einer Versuchseinrichtung – um die Sicherung einer mit dem Experiment verbundenen allgemeinen Aussage geht, zum Beispiel der Feststellung eines Kausalmechanismus oder einer Gesetzmäßigkeit oder der Darstellung von isolierten Objekten und Eigenschaften. Galileis Experimente zum Fallgesetz sind dafür das klassische Beispiel. Ersichtlich gewinnt die experimentell gewonnene Aussage an Allgemeingültigkeit und Bestätigung, wenn die Wiederholung nicht nur die exakte Reproduktion meint, sondern auch die Variation der Versuchsanordnung. Die Reinigung von kontingenten Bedingungen bzw. die Präzisierung von *Ceteris-paribus*-Klauseln ist für den Aufbau von theoretischen Gebäuden der Wissenschaften grundlegend. Ganz am anderen Ende steht die Gestaltung eines Einzelfalls, dessen wichtigstes Merkmal das Gelingen selbst ist. Das spannendste gegenwärtige Beispiel ist das häufig so genannte „Experiment Weltklima“, das mit der Absicht verbunden ist, über ein Bündel von Interventionen den globalen Temperaturanstieg zu begrenzen (vgl. dazu den Beitrag von Lingner in diesem Band). Das Weltklima gibt es nur einmal, es steht für wiederholte Versuche nicht zur Verfügung (vgl. Stilgoe 2015). Zwischen den annähernd identischen Experimentalanordnungen unter Laborbedingungen und der strikt singulären Gestaltung eines Einzelfalls gibt es viele Konstellationen, in denen das Erkenntnisinteresse beteiligter Experten und Wissenschaftler darauf gerichtet ist, das gefundene Wissen und Können auf ähnliche Fälle zu übertragen. Übertragung ist nicht einfache Wiederholung, sondern die Imitation der gefundenen Lösung unter Berücksichtigung von Gemeinsamkeiten und Verschiedenheiten. Imitation ist daher zu Recht ein Schlüsselbegriff der Innovationsforschung (vgl. den Beitrag von Howaldt et al. in diesem Band).

Aus der Unterscheidung von Wiederholung, Gestaltung und Imitation ist ersichtlich, dass die mit Experimenten verknüpften Lernstrategien unterschiedlich sein können und keineswegs den wissenschaftlichen Idealen der exakten Reproduzierbarkeit und Bestätigung entsprechen müssen. Die Relevanz der Imitation als ein legitimes Forschungsinteresse zwischen Gestaltung und Wiederholung ist bisher in der Wissenschaftstheorie nicht erkundet worden. Ein Grund dafür ist, dass nur wenige Historiker und Soziologen die Beziehungen, die zwischen Experimentaldispositiv und gesellschaftlicher Modernisierung vermitteln, untersucht haben.

## **2 Experiment als Dispositiv der Modernisierung**

Das Experiment verbindet Eingreifen in die Wirklichkeit mit dem Begreifen der Wirklichkeit, verbindet Technik und Theorie, Macht und Wissen. Wie genau diese Verbindungen gestaltet sind, ist jedoch nicht leicht auszumachen. Lange hat in der Wissenschaftstheorie die Auffassung vorgeherrscht, dass Experimente in erster Linie der empirischen Überprüfung theoretischer Annahmen dienen. Die Vernunft fragt, das Experiment antwortet – so meinte Kant mit Blick auf Galileis und Newtons Experimente. Mit Ian Hacking (1996) setzte sich jedoch die Vorstellung durch, dass experimentelle Praktiken nicht auf eine unterstützende Rolle in der Formulierung von Theorien reduziert werden können, sondern ihnen ebenso von der Theorieentwicklung unabhängige Funktionen, wie insbesondere Exploration und Erfindung, zukommen (vgl. die Diskussionen in Heidelberger/Steinle 1998). Eine weitere, mit Blick auf Realexperimente wichtige Variante besteht in dem experimentellen Aufsuchen einer optimalen Lösung eines Problems, die wir oben als experimentelle Gestaltung eingeführt haben. Dafür mag zwar ein theoretischer Rahmen vorgegeben sein (meistens ist dies nicht der Fall), aber wegen der Komplexität des Problems kann nicht abgeleitet werden, auf welche Weise eine stabile Konstellation gefunden werden kann. Wenn man das Experiment als ein Dispositiv der Modernisierung bezeichnet, muss dies keineswegs in einer theorieaversen Haltung erfolgen, sondern vor allem in Anerkennung der treibenden Kraft des Experimentierens bei der Entdeckung und dem Entwerfen des Neuen. Hans-Jörg Rheinberger (2001) hat diese Kraft auch für Experimentalsysteme im Labor beschrieben. In diesem Band geht es vorrangig um Innovationen außerhalb des Labors.

Mit Blick auf den Mut des Kolumbus – dessen 1492 gelungener Versuch, den Seeweg nach Indien durch die Fahrt nach Westen zu entdecken, man durchaus als ein Realexperiment interpretieren kann – rief Nietzsche den Intellektuellen seiner Zeit zu: „Auf die Schiffe, ihr Philosophen“ (Nietzsche 1954, S. 168). Mit Blick auf Galilei hätte er rufen können: „In die Labore, ihr Philosophen“. Galilei und Kolumbus stehen in gewisser Weise für die Pole der beiden Orientierungen des Experimentierens, die hier verhandelt werden: Bei Galilei sind es die unter störungsfreien Bedingungen mit geeichten Apparaturen und ideal geformten Objekten genau vermessenen Prozesse, die zum Fallgesetz führen. Bei Kolumbus ist es die unter den herrschenden politischen und finanziellen Bedingungen zusammengestellte, mit verhältnismäßig ungenauen nautischen Instrumenten, Strömungs- und Windkartierungen und Erdumfangsmodellen ausgestattete Expedition, die höchst überraschend nach Amerika führte. Neu war beides. Während Galilei seinem Experiment als sorgfältiger Konstrukteur und Beobachter gegenüberstand, war Kolumbus zugleich Experimentator und als Teil der Versuchsanordnung Betroffener – eine höchst realweltliche Einbindung.

Galilei protokollierte seine Befunde genau. Aber auch das Realexperiment Expedition wurde den Möglichkeiten der Zeit entsprechend protokolliert, die Befunde überprüft und das Experiment fand viele Nachahmer (zur Wiederholbarkeit und Nachahmung als Kernelementen des Experimentierens siehe Howaldt et al. in diesem Band). Das neue Wissen war eine Sensation für Wissenschaft und Gesellschaft. Seit jener frühen Neuzeit ist die gesellschaftliche Entwicklung von beiden Aspekten des Experimentierens geprägt und hat aus deren Kombination ihre Impulse bezogen (vgl. auch Zilsel 2000). Dieser historische Hintergrund trägt dazu bei, den Begriff des Experimentaldispositivs als eine übergeordnete und zusammenführende Bezeichnung zu verwenden. Denn sowohl durch Galilei (mit Blick auf die theoretische Mechanik) wie durch Kolumbus (mit Blick auf den Globus) erscheint die Wirklichkeit zunehmend als Möglichkeitsraum, dessen Erschließung durch neue Modelle und Methoden sich zu einem Programm der Moderne entwickelt hat (vergleiche dazu auch den Beitrag von Schmidt in diesem Band).

Gegen diesen Ansatz, unter dem weiten Begriff des Dispositivs eine gemeinsame Sicht auf Labor- und Realexperimente zu entwerfen, kann eingewendet werden, dass es aus wissenschaftstheoretischer Sicht einfacher wäre, eine prägnante Definition zu formulieren, die dann allenfalls um einige Ausnahmen und Grenzfälle erweitert werden müsste. Deutlich außerhalb des definitorischen Rahmens gelegene Beispiele würden dann als lockerer, metaphorischer, modischer oder auch polemischer Sprachgebrauch gekennzeichnet werden. Es liegt allerdings in der Zielrichtung dieses Buches, die Fruchtbarkeit der vielfältigen Verwendungsweisen, ihre Überschneidungen und Verknüpfungen herauszuarbeiten, ohne die begriffliche Einheit aufzugeben. Bereits die innerhalb von wissenschaftlicher und technischer Forschung bestehende Variationsbreite ist erheblich. Neben den eigentlichen Laborexperimenten wird von natürlichen Experimenten, ökologischen Feldexperimenten, soziologischen Quasi-Experimenten, Partizipationsexperimenten, technologischen Pilotversuchen, medizinischen Testphasen oder Freisetzungsversuchen gesprochen (siehe Cook/Campbell 1979; Dunning 2012; Kohler 2002; Layzer 2008; Lezaun 2011; Tironi 2015). Juristen sprechen von experimenteller Gesetzgebung (Horn 1989), Politiker von regulatorischen Experimenten (Sabel/Zeitlin 2010), Pädagogen sprechen bereits seit dem 18. Jahrhundert von Versuchs- und Experimentalschulen (Petes (2007) und Ökonomen gehen von unternehmerischen Experimentatoren aus (Rosenberg 1994). Auch in der ästhetischen Kultur spielt bei der Suche nach neuen Ausdrucksformen, Techniken und Objekten die experimentelle Einstellung seit Beginn der Neuzeit eine herausragende Rolle (Gamper 2010). Vielleicht sind in den künstlerischen Avantgarden die experimentellen Ausdrucksformen und Erschließungen neuer Gebiete sogar verbreiteter und intensiver als in der Wissenschaft. Hinzu kommt, dass schon mit Beginn der Neuzeit

auch in anderen Bereichen der Gesellschaft sich die Idee des Experimentellen ausgebreitet hat. Man könnte, einem Vorschlag von Knorr Cetina (2002) folgend, von der historischen Ausbreitung unterschiedlicher Experimentalkulturen sprechen, von denen dann die wissenschaftlich-technische eine unter vielen Möglichkeiten der experimentellen Kultur wäre. Die Beispiele zeigen, dass zwischen der experimentellen Arbeit im Labor und im realweltlichen Kontext vielfältige Übergänge bestehen und daher Beobachtungen des Zusammenwirkens ergiebiger sind als die Konstruktion begrifflicher Gegensätze.

So reizvoll es wäre, dieses Gesamtfeld der Experimentalkulturen historisch und systematisch zu erkunden, so überstiege dies bei Weitem, was dieser Band leisten kann. Jedoch kann man aus diesen Hinweisen eine allgemeinere Beobachtung über das Ergänzungs- und Spannungsverhältnis von Labor- und Realexperimenten gewinnen. Auf der einen Seite entfaltet sich die moderne Wissenschaft, in der das Laborexperiment zur Entdeckung theoretisch relevanter Objekte und zur Verifikation theoretischer Aussagen dient, auf der anderen Seite setzt sich das (Real-)Experiment in den anderen Funktionssystemen wie Ökonomie, Politik, Erziehung und Kunst als Motor der Innovationsdynamik fest (vgl. für das Feld der Kunst den Beitrag von Schulze in diesem Band). Zwischen beiden Polen vermittelt die Technologie, die sich sowohl als anwendungsbezogene Wissenschaft mit eigenständigen theoretischen Interessen und Laborexperimenten etabliert wie auch als unternehmerisches Feld der Erfindungen und Innovationen, auf deren Boden sich die Industriegesellschaft entwickelt hat. In dieser Spannung entfaltet sich das Experiment als Dispositiv der Modernisierung.

Das Narrativ, durch welches das Experiment ins Zentrum des modernen Denkens gerückt ist, verbindet die Entdeckung der Neuen Welt durch Kolumbus und die Erfindung der neuen Physik durch Galilei zu der Grundvorstellung, dass die gesellschaftliche Wissensordnung nicht in der Pflege von Wissensbeständen aufgehen kann, sondern sich als Forschung verstehen muss. Im Prinzip wird im Experimentaldispositiv die Anerkennung des Wissens durch die Anerkennung der Forschung ersetzt. Forschung – innerhalb und außerhalb der Wissenschaft – ist die angemessene intellektuelle Haltung gegenüber dem Unbekannten, das man nicht ausgrenzen oder ignorieren kann. Durch den Vorrang der Forschung wird es normal, von einem Wissen des Nichtwissens umgeben zu sein und von Erwartungen, das Unbekannte zu erkunden. Zu dieser Normalität gehört auch, mit Überraschungen zu rechnen. Überraschungsoffenheit ist nicht nur eine kognitive Bedingung des Experimentierens, sondern auch eine soziale Voraussetzung von großer Reichweite. Das Dispositiv der experimentellen Modernisierung besteht im Kern darin, für diese Haltung institutionelle Rahmenbedingungen einzurichten, in denen die Ersetzung des beständigen Wissens durch die unbeständige Forschung Anerkennung findet.

Weltweit breiten sich solche institutionellen Rahmenbedingungen unter Stichworten wie „CityLab“, „Media-Lab“, „Living Laboratories“, „Art-City-Lab“, „Future Cities Laboratory“ aus (vgl. Bernert et al. 2016; König 2013). Ihnen stehen freilich Abwehrstrategien gegenüber, die verhindern sollen, dass die Gesellschaft zu einem Experimentierfeld wird. Gründe dafür sind neben konservativen Werthaltungen vor allem Risikobefürchtungen, die zu Recht der Überraschungsoffenheit Grenzen ziehen, da viele Effekte erst Jahre später ins Bewusstsein der Betroffenen rücken können (vgl. hierzu Wehling in diesem Band). Entweder werden dann die mit den Experimenten verbundenen Risiken als insgesamt untragbar eingeschätzt (so etwa die Diskurse über das Geoengineering, über Klimaexperimente und gentechnische Freisetzungsversuche), oder die Proteste richten sich gegen ungerechte Risikoverteilungen zwischen potenziell Geschädigten und Nutznießern.

Es öffnen sich an dieser Stelle Fragen der politischen Gestaltung von Experimentalanordnungen. Im Kern geht es dabei um das Auffinden politischer Rahmungen, in denen die Offenheit für Veränderungen mit der Akzeptanz von Risikobelastungen vereinbart werden kann. Die Grundlagen dafür sind bereits mit der Philosophie John Deweys geschaffen und dann vor allem in den USA diskutiert worden (Westbrook 1991; Kettner 1998; Bogusz 2013). Jedoch steht die politische Kultur erst am Anfang der Entwicklung eines Instrumentariums, mit dem unterschiedliche Akteurskonstellationen, Erkenntnis- und Handlungsinteressen, Erkenntnisideale, Kommunikationsformen und Akzeptanzmuster erreicht und erfasst werden können. An diesem Instrumentarium hängt die Entwicklung des Experimentaldispositivs unter demokratischen Bedingungen (siehe hierzu die grundlegenden und zugleich kritischen Erwägungen im Beitrag von Saretzki in diesem Band).

### **3 Experimentalsysteme: Räume des Forschens**

Grundlegend für jedes Experiment ist die Abgrenzung eines Experimentierfeldes von seiner Umgebung. Strategien und Praktiken der Ein- und Ausgrenzung durch technische und organisatorische Vorgaben begleiten jegliche Experimente; aber bei Realexperimenten sind dies höchst sensible Maßnahmen, die der öffentlichen Aufmerksamkeit, politischen Kontroversen und ethischen Bewertungen ausgesetzt sind (vgl. van de Poel 2016). Dies zeigt sich historisch gerade in solchen Fällen von Realexperimenten, deren illegitimer Status heute kaum bestritten wird und bei denen die Systemgrenzen durch die Abgeschlossenheit der Anstalten (Gefängnisse, Krankenhäuser), Geheimhaltung (Militär) und Irreführung (Medizin) erreicht wurden. Diese für skrupellose Forschung verlockenden Mittel haben unter dem Stichwort „Menschenversuche“ in der historischen Re-

konstruktion des Dispositivs eine überaus wichtige kritische Rolle gespielt (Petthes et al. 2008; siehe auch Balmer 2004; Pappworth 1967; Tilley 2011). Auch wenn heute diese Methoden institutioneller Eingrenzung nicht mehr hingenommen werden (siehe aber McGoey 2010 oder Shapo 2009), müssen Experimente immer durch Grenzziehungen gegenüber ihren materiellen und sozialen Umgebungen charakterisiert werden (vgl. Knorr Cetina 1988). Es kommt dabei nicht auf eine effektive und möglichst vollständige Isolierung an, die ja nur unter Laborbedingungen erreicht werden kann und selbst dort – genau genommen – eine kontrafaktische Idealisierung ist, sondern es geht um die Zurechnung von Ereignissen zum experimentellen Geschehen. Sie müssen als entweder vom System bewirkte Zustandsänderungen oder als kontingente Fremdereignisse registriert werden.

Für alle in diesem Band untersuchten Fälle sind diese Zurechnungen von zentraler Bedeutung. Um nur ein Beispiel zu nennen: Der experimentierende Sportwissenschaftler möchte wissen, ob in seinem „Beobachtungsdispositiv“ eine Leistungssteigerung tatsächlich auf die gewählte Methode zurückgeführt werden kann oder vielleicht auf geänderte Lebensumstände (siehe Alkemeyer in diesem Band). Für klassische Experimente im Labormaßstab wird durch den Aufbau des Systems vorgeplant, dass externe Einflüsse durch Isolation minimiert und durch parametrische Zu- und Abflüsse (z. B. Energiezufuhr, Wärmeabfuhr) standardisiert werden. Das ist in Systemen mit offenen Rändern anders. Hier kommt es fast entgegengesetzt darauf an, extern-kontingente Einflüsse, die das System stören, wahrzunehmen und zu beobachten, wie das System solche Störungen abweist, einbezieht oder verarbeitet. Im Laborexperiment wird auf Störungen eher mit verbesserten Isolationsbedingungen reagiert; das System wird gereinigt. Bei Realexperimenten ist die Elimination von Störquellen nicht durchführbar und häufig nicht einmal wünschenswert, weil dadurch die Übertragbarkeit der an dem Experimentalsystem gewonnenen Erkenntnisse auf andere nicht-isolierte Anwendungsfelder fragwürdig wird. Reinigung und Kontrolle, die typisch für Laborexperimente sind, würden die Aussagekraft von Realexperimenten geradezu unterminieren. Unerwartete externe Einflüsse prüfen darüber hinaus auch die Elastizität eines Systems, die wiederum einen wichtigen Faktor bei der Einschätzung der Übertragbarkeit auf ähnliche Fälle darstellt. In vielen Bereichen – medizinische Forschung, Umweltwissenschaften, Pädagogik, Geengineering – wird der größte Gewinn aus der Koordination von erhöhter Kontrolle im Laborexperiment und erhöhter Wirklichkeitsnähe im Realexperiment gezogen (vgl. Groß 2016).

In der formalen Systemtheorie ist für die Problematik der Systemabgrenzung der Begriff des „Randes“ von zentraler Bedeutung. Er bezeichnet eine Zone von kausalen Einflüssen, die sowohl dem System wie der Umwelt zugerechnet werden *können*, aber in der Analyse entweder dem einen oder anderen zu-

gerechnet werden *müssen*. Während das Laborexperiment in der Regel so konstruiert ist, dass es den Forscher von der Entscheidungslast befreit und ein möglichst abgeschlossenes System anstrebt, läuft im realexperimentellen System das Geschehen am Rande immer mit. Ein gegenwärtig viel diskutiertes Beispiel ist das Weltklima. Man kann es in Computersimulationen als ein geschlossenes System mit parametrischer Energiezufuhr der Sonne konstruieren, um dann vor allem seine selbstorganisierte Eigendynamik zu analysieren. Die Einrechnung externer, für diese Systemdynamik kontingenter Ereignisse wie Vulkanausbrüche, Meteoriten, Sonnenwolken, Waldbrände steigern die Komplexität des Modells. Es wird dadurch sensitiver und überraschungsresistenter (vgl. Stilgoe 2015). Des Weiteren stellt sich die Frage, ob Atombombenversuche, CO<sub>2</sub>-Ausstoß und andere anthropogene Faktoren als systemimmanente Vorgänge oder als extern-kontingente Störungen zugerechnet werden. Für alle Faktoren ist beides möglich, führt aber jeweils zu einem anderen Zuschnitt des Experimentalsystems oder in diesem Fall der Simulationsmodelle (vgl. Lenhard 2015).

Eine befriedigende Antwort darauf, welche Variablen zu einem System zu rechnen sind, gibt es aus objektivistischer Sicht nicht. Systemgrenzen sind also immer beobachterrelativ und hängen von Handlungs- und Erkenntnisinteressen ab. Sind diese darauf gerichtet, einzelne Kausalmechanismen oder wenige Wechselwirkungen, bestimmte Stoffe, Effekte oder Phänomene zu exponieren, ist die Reduktion der Komplexität vorteilhaft. Richtet sich aber das Interesse darauf, wie Systeme stark wechselnde Einflüsse assimilieren, ohne zu kollabieren, dann gewinnt die Beobachtung des dynamischen Randes an Bedeutung. Häufig geht es auch darum, experimentell gerade die Übergänge von einem isolierten zu einem offenen System zu erfassen, also schrittweise die Anzahl wechselwirkender Variablen zu erhöhen, wobei allmählich die Steuerungskontrolle verloren geht und einer systemischen Selbststeuerung weicht.

Bei der Modellierung von Experimentalsystemen geht es nicht allein um die Kennzeichnung von Rändern und die Zurechnung von Ereignissen, sondern natürlich auch um effektive Konstruktionen, durch die Experimentalsysteme als Kombination von natürlichen, technischen (instrumentellen, apparativen, algorithmischen), sozialen, kognitiven und psychischen Komponenten herausgebildet werden. In ihnen wird der eigentliche Gegenstand der Untersuchung, das „epistemische Ding“ (Rheinberger 2001) lokalisiert. Zwischen beidem – Versuchsanordnung und Versuchsobjekt – gibt es immer enge Beziehungen, jedenfalls wenn es um die Erkundung von etwas Neuem geht. Zwar stehen bereits anerkannte Mess- und Analyseverfahren zur Verfügung, die unabhängig vom spezifischen Untersuchungsgegenstand funktionieren, aber für Experimente mit neuen Phänomenen wird fast immer zugleich an den Instrumenten, Apparaten und Methoden, also am Aufbau der Versuchsanordnung selbst, geforscht (um einige Beispiele zu nennen: Shapin/Schaffer 1985 zu Boyles Vakuumpumpe;

Gooding 1990 zu Faradays Nachweis des elektromagnetischen Feldes; Glasser 1959 zu Röntgenstrahlung und Röntgenröhre). Experimentalsysteme sind Verfahren, in denen die apparative und messtechnische Ausstattung, der Untersuchungsgegenstand, die Methoden der Aufzeichnung und Auswertung sich wechselseitig beeinflussen und *miteinander* entwickelt werden (Heering 2000). So wie ein Experiment im Labor funktionsfähig gemacht werden muss, so gilt für Realexperimente zusätzlich, dass sie im sozialen Kontext funktionsfähig gemacht werden müssen. Dies betrifft ihre Akzeptanz, organisatorische Durchführbarkeit, Beobachtbarkeit und Auswertung. Hier besteht die Konstruktionsarbeit in den Verhandlungen über die Beteiligung, die Definition des Gegenstandes (das Experimentalobjekt, das sich aus der generellen Problemlage oder Gestaltungsaufgabe ergibt) und die darauf abgestellte Eignung technologischer, organisatorischer und methodischer Verfahren.

Eine wichtige Kenngröße für die Abgrenzung von Experimentalsystemen ist die *zeitliche* Zäsur des Beginns und Endes einer Systemgeschichte. Auch hier ist für eine prägnante Markierung eines Anfangszustandes das isolierte Laborexperiment geeigneter als das Realexperiment, das in der Regel eine Vorgeschichte hat, die auch in das System eingerechnet werden könnte. Bei Laborexperimenten hängt die Auswahl eines Anfangszustandes in der Regel mit extern induzierten Interventionen zusammen. Auch in vielen Realexperimenten spielen Interventionen eine wichtige Rolle, aber sie können nicht immer als extern induziert ausgewiesen werden, sondern ergeben sich als besonders markierte Zustandsänderungen im System (z. B. eine Gesetzgebung, ein Vulkanausbruch, der Beginn einer Epidemie). Symmetrisch zur Frage des Anfangs eines Experiments stellt sich jene nach seinem Ende. Obwohl die meisten Experimente durch eine Veröffentlichung und Auswertung oder auch nur durch das Auslaufen einer Finanzierung als beendet erklärt werden, kann man Rheinberger (2001) folgend auch vertreten, dass viele Experimente gar nicht enden, sondern immer weiterlaufen, sich modifizieren und verzweigen. Es gibt dann zwar relative Abschlüsse, aber für den eigentlichen Untersuchungsgegenstand werden laufend neue Experimentalumgebungen geschaffen. Diese Beobachtung drängt sich vor allem bei neuen Technologien auf. Zwar lassen sich einzelne Episoden technologischer Trajektorien abgrenzen, aber man kann sie auch – nach dem Muster der biologischen Evolution – als einen fortgesetzten Prozess des Ausprobierens von Variationen auffassen. Am Anfang solcher Entwicklungen stehen häufig markante Entdeckungen und Erfindungen (etwa die genannten Beispiele des elektromagnetische Effektes und der Röntgenstrahlung), doch bevor diese richtig verstanden sind, beginnen die Modifikationen, Verzweigungen und Kombinationen, die man dann auch als das zeitliche Integral eines umfassenden Experimentalsystems auffassen könnte. Die beobachtbaren Abschlüsse (Veröffentlichungen, Patentschriften, medizinische Zulassungen) wären dann ledig-

lich Zäsuren in einem räumlich und zeitlich nur vorläufig begrenzten Ausbreitungsprozess. Für die Konzeption des Experiments als Modernisierungsdispositiv wäre diese Lesart des Experimentierens eine Stütze.

#### 4 Akteure, Betroffene, Beobachter

Man kann nicht von Experimenten reden, ohne die Experimentatoren einzubeziehen, jedenfalls nicht in einer soziologischen Einstellung. Deren Positionierung im Experiment ist keineswegs eindeutig, ihre Rollen können sich ändern (vgl. dazu die Beiträge von Karow-Kluge sowie Lösch/Schneider in diesem Band). In naturwissenschaftlichen Experimenten – ob im Labor oder nicht – scheint die Sachlage klar: Experimentatoren beobachten Objekte in einem Experimentalsystem, zu dem sie selbst nicht gehören. Sie gehören vielleicht ins Labor, aber nicht zum Experiment. Galileis Versuche an der schiefen Ebene laufen, einmal angeschoben, ohne Eingriff des Experimentators ab. Er wird lediglich für Aufbau, Anfangszustand und Registratur der Messergebnisse benötigt. Diese Virtualisierung des Experimentators gehört zum Standardbild des Experimentierens, wie man es in Schulbüchern oder Internetillustrationen zu bekannten Experimentalanordnungen sieht. Wenn man bereit ist, die Expedition des Kolumbus als experimentelle Aktion anzuerkennen, sieht man dagegen sofort seine Beteiligung *im* Experiment. Kolumbus ist zweimal präsent, einmal als derjenige, der an der Einrichtung des Experimentalsystems Expedition beteiligt ist, zum anderen als der Beteiligte – mitsamt der Mannschaft – in dessen Ablauf. Auf eine ähnliche Sachlage trifft man überall dort, wo in Realexperimenten Akteure zugleich Beteiligte und Betroffene sind, Beobachter und Beobachtete. Häufig kommt man nicht einmal mit zwei Akteursrollen aus. Man denke etwa an Forscher, Lehrer und Schüler bei schulischen Reformprojekten oder an die Beteiligung von Forscher, Zulassungsexperten, Ärzten und Patienten bei Medikamententests.

In anderen Fällen, in denen die Experimentalität eines Geschehens von außen (unbeteiligt) oder *ex post* (historisch) zugeschrieben wird, sind die Beobachter definitorisch vom Experimentalsystem getrennt, zu dessen Aufbau sie nichts beigetragen haben. Diese Nicht-Beteiligung steht jedoch einer Zuschreibung des Experimentalstatus nicht entgegen. Denn auch wenn die Akteure oder Betroffenen ihr Tun und Handeln nicht als realexperimentell verstehen, ist es möglich, Anfangs- und Endpunkte des Experiments, die Randbedingungen, die Einteilung in Betroffene und Beobachter, die Forschungsanteile und Lernerfahrungen und die Dokumentationsformen zu benennen. Folgt man diesem Ansatz, dann ist es möglich, die Zuschreibung des Experimentalstatus ganz von den Akteuren und ihren Selbstbeschreibungen zu lösen und den Begriff des Experi-

mentalsystems unabhängig von den Intentionen, Begriffen und Planungen der beteiligten Akteure zu handhaben (siehe in diesem Band den Beitrag von Etzemüller zu dem Experiment „Brasilia“). Amerikanische Soziologen haben bereits um 1900 herum eine entsprechende Argumentationslinie verfolgt, als sie vertraten, dass die moderne Siedlungsdynamik experimentelle Arrangements für den soziologischen Beobachter bereitstelle (Groß/Krohn 2005). Hier wurde zum ersten Mal die gesellschaftliche Dynamik insgesamt als „Experimentalgemeinschaft“ begriffen und von Jane Addams und John Dewey zur Theorie des demokratischen Experimentalismus weitergeführt. Dieser Ansatz, auch Wirklichkeitssegmente, die nicht von forschenden Akteuren angelegt wurden, als Experimentalsysteme anzuerkennen, passt im Übrigen zu Sprechweisen, die inzwischen in den Medien zum Beispiel für finanzpolitische Entscheidungen in der EU verbreitet sind und in diesem Band im Beitrag von Rolf Parr untersucht werden.

## 5 **Experimentaldispositiv und Governance**

Bereits auf Francis Bacon geht die Idee zurück, dass die Zulassung der experimentellen Forschung als neuer Modus der Wirklichkeitserkenntnis die Gesellschaft als Ganze nicht unberührt lassen würde. Er hatte zwar in seiner Utopie „Neu-Atlantis“ eine Forschungsanstalt entworfen, in der alle Risiken des Experimentierens unter Kontrolle gehalten werden sollten, aber es war bereits klar, dass das Gefüge einer Gesellschaft, die sich auf die systematische Erkundung des Unbekannten und des technisch Machbaren einlässt, Risiken der Veränderung eingeht, die nicht überschaubar sind. Sein Vorschlag war, Forschung ausschließlich in der Sonderwelt des Labors zuzulassen und vor jeder Verwendung der Forschungsergebnisse verbindlich über Nutzen und Schaden zu beraten. Er zielte damit auf die Gestaltung der institutionellen Rahmenbedingungen, um experimentelles Handeln zu legitimieren und akzeptabel zu machen (vgl. Krohn 2006). Grundsätzlich hat sich dieses Konstrukt bis heute gehalten: Die Forschung ist frei, die Anwendung steht unter Vorbehalt. Damals wie heute ist dies ein Versuch, den unvermeidlichen Grundgedanken zu umgehen, dass die gesellschaftliche Akzeptanz der experimentellen Forschung die Gesellschaft selbst in einen experimentellen Status versetzt. Der Übergang in die Industriegesellschaft und die heutigen Versuche einer ökologischen Transformation sind dafür die großen Beispiele.

Während sich im 19. Jahrhundert eine beinahe schicksalhafte Ergebnisheit in den entweder begrüßten oder beklagten wissenschaftlich-technischen Fortschritt breitmachte (Krohn 2011), ruft die gegenwärtige Transformation zahlreiche Anstrengungen für eine neue politische Kultur des Experimentierens her-

vor, für die neue Stichworte entstanden sind (Evans et al. 2016). In Baden-Württemberg wurde 2014 die Förderlinie „Reallabore“ begründet, in der inzwischen zahlreiche kommunale Verbände und Städte unter Einschluss von Hochschulen und Verbänden gefördert werden, um gemeinsam nachhaltige Modernisierungsprojekte anzugehen (siehe hierzu auch die Beiträge von Reusswig/Lass und Selke in diesem Band). Der Ausdruck wäre wahrscheinlich nicht gewählt worden, wenn es nicht auch darum ginge, den experimentellen Charakter dieser neuen Politikversuche zum Ausdruck zu bringen. Nun jedoch geht es darum, ein politisches Format der Beteiligung aller zu finden, die diese experimentelle Dynamik betreiben und erleiden. Im Rahmen von nutzerintegrierenden Innovationen in „Urban Labs“, „Reallaboren“ oder „Living Laboratories“ wird immer wieder auf die Governance des Experiments verwiesen, die aus frühzeitiger Beteiligung, offener und umfassender Information, fairen Verhandlungen über die Gestaltung des Experimentalsystems, Dokumentation des Verlaufs und rekursiven Prozessen der Verarbeitung von Erfolgen und Überraschungen besteht (vgl. Reinermann/Behr 2017).

Auch wenn sich diese Ansätze häufig noch viel zu eng auf Strategien zur Erhöhung der Akzeptanz beschränken, so lässt die Idee des Experimentaldispositivs dessen fruchtbare Spannung zwischen offenen Fragen der Forschung, die ohne experimentellen Zugang nicht zu klären sind, und innovativen Problemlösungen, die ohne neue Forschungen nicht zu erzielen sind, sichtbar werden. Mit der Konzeption des Realexperiments wird hier eine demokratisch legitimierbare und kollektiv gestaltbare Variante des Experimentierens angeboten, die mit Zustimmung rechnen kann, auch wenn die Ergebnisse offen sind. Auch Realexperimente können scheitern, denn eine Garantie, dass negativ bewertete Überraschungen ausbleiben, gibt es nicht. Jedoch: Ohne Überraschungen bliebe alles beim Alten.

## Literatur

- Bacon, F. (1990): Neues Organon. Hg. von Wolfgang Krohn. 2 Bde, Hamburg
- Balmer, B. (2004): How does an Accident become an Experiment? Secret Science and the Exposure of the Public to Biological Warfare Agents. In: *Science as Culture* 13(2), S. 197–228
- Bergmann, M.; Jahn, T.; Knobloch, T.; Krohn, W.; Pohl, C.; Schramm, E. (2010): *Methoden transdisziplinärer Forschung*. Frankfurt am Main
- Bernert, P.; Haaser, A.; Kühl, L.; Schaal, T. (2016): Towards a Real-world Laboratory: A Transdisciplinary Case Study from Lüneburg. In: *GAIA* 25(4), S. 253–259
- Bogusz, T. (2013): Experimentalismus statt Explanans? Zur Aktualität der pragmatistischen Forschungsphilosophie John Deweys. In: *Zeitschrift für Theoretische Soziologie* 2, S. 52–65

- Bösch, S. (2013): Modes of constructing evidence: Sustainable development as social experimentation – The cases of chemical regulations and climate change politics. In: *Nature and Culture* 8(1), S. 74–96
- Brown, R. (1997): Artificial Experiments on Society: Comte, C. G. Lewis and Mill. In: *Journal of Historical Sociology* 10(1), S. 74–97
- Caufield, C. (1994): *Das strahlende Zeitalter: Von der Entdeckung der Röntgenstrahlen bis Tschernobyl*. München
- Chow, S.-C.; Liu, J.-P. (2004): *Design and Analysis of Clinical Trials: Concepts and Methodologies*. New York
- Cook, T. D.; Campbell, D. T. (1979): *Quasi-Experimentation: Design and Analysis Issues for Field Settings*. Boston
- Dunning, T. (2012): *Natural Experiments in the Social Sciences: A Design-Based Approach*. Cambridge, UK
- Evans, J.; Karvonen, A.; Raven, R. (Hg.) (2016): *The Experimental City*. London
- Foucault, M. (2000 [1978]): *Dispositive der Macht: Über Sexualität, Wissen und Wahrheit*. Berlin
- Gamper, M. (Hg.) (2010): *Experiment und Literatur: Themen, Methoden, Theorien*. Göttingen
- Geller, W., Schultze, M., Kleinmann, B., Wolkersdorfer, C. (Hg.) (2013): *Acidic Pit Lakes: The Legacy of Coal and Metal Surface Mines*. Dordrecht
- Glasser, O. (1959): *Wilhelm Conrad Röntgen und die Geschichte der Röntgenstrahlen*. Berlin
- Gooding, D. (1990): *Experiment and the Making of Meaning*. Dordrecht
- Greenwood, E. (1976 [1945]): *Experimental Sociology: A Study in Method*. New York
- Groß, M. (2014): *Experimentelles Nichtwissen: Umweltinnovationen und die Grenzen sozial-ökologischer Resilienz*. Bielefeld
- Groß, M. (2016): Give me an Experiment and I will raise a Laboratory. In: *Science, Technology, & Human Values* 41(4), S. 613–634
- Groß, M.; Krohn, W. (2005): Society as Experiment: Sociological Foundations for a Self-experimental Society. In: *History of the Human Sciences* 18(2), S. 63–86
- Groß, M.; Stauffacher, M. (2014): Transdisciplinary Environmental Science: Problem-oriented Projects and Strategic Research Programs. In: *Interdisciplinary Science Reviews* 35(4), S. 299–306
- Groß, M.; Hoffmann-Riem, H.; Krohn, W. (2005): *Realexperimente: Ökologische Gestaltungsprozesse in der Wissensgesellschaft*. Bielefeld
- Grunwald, A. (2015): Transformative Wissenschaft: Eine neue Ordnung im Wissenschaftsbetrieb? In: *GAIA* 24(1), S. 17–20
- Hacking, I. (1996): *Einführung in die Philosophie der Naturwissenschaften*. Stuttgart
- Heering, P.; Rieß, F.; Sichau, C. (Hg.) (2000): *Im Labor der Physikgeschichte. Zur Untersuchung historischer Experimentalpraxis*. Oldenburg
- Heidelberger, M.; Steinle, F. (Hg.) (1998): *Experimental Essays: Versuche zum Experiment*. Baden-Baden

- Horn, H.-D. (1989): Experimentelle Gesetzgebung unter dem Grundgesetz. Berlin
- Kabisch, S.; Kunath, A.; Schweizer-Ries, P.; Steinführer, A. (Hg.) (2012): Vulnerability, Risks, and Complexity: Impacts of Global Change on Human Habitats. Göttingen
- Kettner, M. (1998): John Deweys demokratische Experimentiergemeinschaft. In: Brunkhorst, H. (Hg.): Demokratischer Experimentalismus. Frankfurt am Main, S. 44–66
- Knorr Cetina, K. (1988): Das naturwissenschaftliche Labor als Ort der „Verdichtung“ von Gesellschaft. In: Zeitschrift für Soziologie 17, S. 85–101
- Knorr Cetina, K. (2002): Wissenskulturen: Ein Vergleich naturwissenschaftlicher Wissensformen. Frankfurt am Main
- Kohler, R. (2002): Landscapes and Labscapes: Exploring the Lab-Field Border in Biology. Chicago
- König, A. (Hg.) (2013): Regenerative Sustainable Development of Universities and Cities: The Role of Living Laboratories. Cheltenham, UK
- Krohn, W. (1998): Goethes Versuch über den Versuch. In: Matussek, P. (Hg.): Goethe und die Verzeitlichung der Natur. München, S. 399–413
- Krohn, W. (2003): Das Risiko des (Nicht-)Wissens. In: Schulz-Schaeffer, I.; Böschen, S. (Hg.): Wissenschaft in der Wissensgesellschaft. Wiesbaden, S. 97–118
- Krohn, W. (2006): Francis Bacon. München
- Krohn, W. (2011): Realexperimente – Laboratorien der Gesellschaft. In: Gamm, G.; Kertscher, J. (Hg.): Philosophie in Experimenten. Versuche explorativen Denkens. Bielefeld, S. 283–302
- Krohn, W.; Weyer, J. (1989): Gesellschaft als Labor: Die Erzeugung sozialer Risiken durch experimentelle Forschung. In: Soziale Welt 40(3), S. 349–373
- Kuhlicke, C.; Callsen, I.; Begg, C. (2016): Reputational Risks and Participation in Flood Risk Management and the Public Debate about the 2013 Flood in Germany. In: Environmental Science & Policy 55(2), S. 318–325
- Layzer, J. A. (2008): Natural Experiments: Ecosystem-Based Management and the Environment. Cambridge, MA
- Lezaun, J. (2011): Offshore Democracy: Launch and Landfall of a Socio-Technical Experiment. In: Economy and Society 40(4), S. 553–581
- Lenhard, J. (2015): Mit allem rechnen: Zur Philosophie der Computersimulation. Berlin
- Levidow, L.; Carr, S. (2010): GM Crops on Trial: Testing European Democracy. London
- Lindenmayer, D. (2009): Large-Scale Landscape Experiments: Lessons from Tumut. Cambridge
- Macnaghten, P.; Szerszynski, B. (2013): Living the Global Social Experiment: An Analysis of Public Discourse on Solar Radiation Management and its Implications for Governance. In: Global Environmental Change 23(2), S. 465–474
- McGoey, L. (2010): Profitable Failure: Antidepressant Drugs and the Triumph of Flawed Experiments. In: History of Human Sciences 23(1), S. 58–78
- Nietzsche, F. (1954): Die fröhliche Wissenschaft. In: Werke in drei Bänden. Bd. 2, München
- Overdeest, C.; Bleicher, A.; Gross, M. (2010): The Experimental Turn in Environmental Sociology: Pragmatism and New Forms of Governance. In: Gross, M.; Heinrichs, H. (Hg.). Environmental Sociology: European Perspectives and Interdisciplinary Challenges. Heidelberg, S. 279–294

- Pappworth, M. H. (1967): *Human Guinea Pigs: Experimentation on Man*. London
- Pethes, N. (2007): *Zöglinge der Natur: Der literarische Menschenversuch des 18. Jahrhunderts*. Göttingen
- Pethes, N.; Griesecke, B.; Krause, M.; Sabisch, K. (Hg.) (2008): *Menschenversuche: Eine Anthologie 1750–2000*. Frankfurt am Main
- Pidgeon, N.; Corner, A.; Parkhill, K.; Spence, A.; Butler, C.; Poortinga, W.; (2012): Exploring Early Public Responses to Geoengineering. *Philosophical Transactions of the Royal Society* 370, S. 4176–4196
- Pohl, C.; Hirsch Hadorn, G. (2006): *Gestaltungsprinzipien für die transdisziplinäre Forschung: Ein Beitrag des td-net*. München
- Popper, K. R. (2000 [1963]): *Vermutungen und Wiederlegungen*. Tübingen
- Reinermann, J.-L.; Behr, F. (Hg.) (2017): *Die Experimentalstadt: Kreativität und die kulturelle Dimension der nachhaltigen Entwicklung*. Wiesbaden
- Renn, O. (2014): *Das Risikoparadox: Warum wir uns vor dem Falschen fürchten*. Frankfurt am Main
- Rheinberger, H.-J. (2001): *Experimentalsysteme und epistemische Dinge: Eine Geschichte der Proteinsynthese im Reagenzglas*. Göttingen
- Rosenberg, N. (1994): *Exploring the Black Box: Technology, Economics, and History*. Cambridge, UK
- Sabel, C. F.; Zeitlin, J. (Hg.) (2010): *Experimentalist Governance in the European Union: Towards a New Architecture*. Oxford
- Shapin, S.; Schaffer, S. (1985): *Leviathan and the Air-Pump: Hobbes, Boyle, and the Experimental Life*. Princeton, NJ
- Shapo, M. S. (2009): *Experimenting with the Consumer: The Mass Testing of Risky Products on the American Public*. Westport, CT
- Stilgoe, J. (2015): *Experiment Earth: Responsible Innovation in Geoengineering*. London
- Tilley, H. (2011): *Africa as a Living Laboratory: Empire, Development, and the Problem of Scientific Knowledge, 1870–1950*. Chicago
- Tironi, M. (2015): Disastrous Publics: Counter-enactments in Participatory Experiments. In: *Science, Technology, & Human Values* 40(4), S. 564–587
- van de Poel, I. (2016): An Ethical Framework for Evaluating Experimental Technology. *Science and Engineering Ethics* 22(3), S. 667–686
- Verschraegen, G.; Vandermoere, F.; Braeckmans, L.; Segaert, B. (Hg.) (2017): *Imagined Futures in Science, Technology and Society*. London
- Wagner, A. (2015): Shale Gas: Energy Innovation in a (Non-)Knowledge Society: A Press Discourse Analysis. *Science and Public Policy* 42(2), S. 273–286
- Westbrook, R. B. (1991): *John Dewey and American Democracy*. Ithaca
- Zilsel, E. (2000): *The Origins of Modern Science*. Dordrecht



**Konzeptionen,  
Strategien, Probleme**



Jan C. Schmidt

# Über den Stabilisierungsversuch der Moderne: Der Wandel des Experiments in Wissenschaft, Technik und Gesellschaft

## 1 Zeichen des Übergangs

Experimentieren ist kennzeichnend für das Projekt der Moderne. Es befeuert und begründet das Ideal des Fortschritts und der infiniten Innovation: Mit dem Experiment wird durch aktive Tätigkeit des Menschen dem Gegebenen getrotzt und Neuland betreten; *Neues* wird entdeckt, erzeugt, erfunden. Der Mensch solle, so heißt es programmatisch bei Francis Bacon, nicht nur kognitiv-kontemplativ „eine Geschichte der freien und ungebundenen Natur“ schreiben, sondern konstruktiv *eine* „der gebundenen und bezwungenen Natur, d. h. wenn sie durch [...] die Tätigkeit des Menschen aus ihrem Zustand gedrängt, gepresst und geformt wird“. Und Bacon, der Ahnherr des Projekts der Moderne, fährt fort: „So beschreibe ich Experimente“ (Bacon 1999 [1620], S. 55).<sup>1</sup> Das Experiment als Instrument zur lichtbringenden und *unmittelbar* zur fruchtbringenden Wissenserzeugung *qua* technischer Naturaneignung hat, so Kant, eine „Revolution der Denkart“ angestoßen und den modern-militaristischen „Heeresweg der Wissenschaften“ eröffnet – eine einzigartige Erfolgsgeschichte der *viva activa* des *homo faber*.

Das Experiment gilt seitdem als methodologische Bedingung der Möglichkeit von Natur- und Technikwissen(schaften). Grundlegender noch kann Experimentieren als Such- und Sondierungsprozess, als Ermöglichungsbedingung jeder wissenschaftsbasierten Innovationsgesellschaft angesehen werden: eben als Dispositiv zur Eröffnung, Erschließung und Etablierung neuer Möglichkeitsräume. Die in den frühen Naturwissenschaften ab dem 17. Jahrhundert sich etablierende experimentelle Grundhaltung – die „experimentelle Philosophie“, wie sie genannt wurde – scheint heute ubiquitär. Experimente finden sich auch jenseits der engeren Natur- und Technikwissenschaften. Jeder Gegenstand scheint im Prinzip als ein experimenteller konstituiert und (re-)konstruiert werden zu können. Mit dem Experiment vergrößern sich Handlungshorizont und Verfügungsmacht des Menschen. Gar von einer „Erweiterung der Wirklichkeit

---

1 Die „Natur der Dinge offenbart sich mehr, wenn sie von der Kunst bedrängt wird, als wenn sie sich selbst frei überlassen bleibt“ (Bacon 1999 [1620], S. 57).

im Experiment“ ist die Rede (Heidelberger 1998). Wo immer das Handeln des Menschen hinreicht, so die Aufforderung der Moderne, solle das Experiment sein. So gesehen kommt dem Experiment in jeder Handlungstheorie<sup>2</sup> wie auch, umfassender, in jeder Gesellschaftstheorie eine Schlüsselstellung zu.

Das Großexperiment der Moderne, die Welt in eine experimentelle zu verwandeln und den Arm menschlicher Handlungen auszuweiten,<sup>3</sup> war verheißungsvoll und geradezu revolutionär. Wenn hier von *Experiment* und *Experimentieren* die Rede ist, wird zu klären sein, was gemeint ist: Allgemein kann man sagen, im Experiment werden Phänomene, Ereignisse, Objekte, Muster, Strukturen oder Regeln neu erzeugt oder wiederholt hergestellt: Sie werden (erstmalig) produziert oder (später vielfach) reproduziert. Mit dieser zweifachen Ausrichtung – Erstmaligkeit, Neuartigkeit und Produktion hier; Reproduktion, Absicherung und Bestätigung dort – tut sich ein Spannungsverhältnis im Verständnis des Experiments auf. Experimentelles Handeln kann einerseits als kreativ-spielerisches Probe- und Sondierungshandeln, eben als Versuchen und Irren, Ausprobieren und Korrigieren, als *Bricolage*, *Tinkering* oder *Herumdoktern* zur Hervorbringung des Neuen verstanden werden, andererseits auch als rational-planerisches Handeln streng regelbehafteter, äußerst methodisch-systematischer Vorgehensweise mit der Bedingung oder dem Ziel der Kontrolle.<sup>4</sup> Ist mit ersterem stets ein Moment des Ungewissen, des Unerwarteten, der Überraschung, des Unbestimmten oder des Nichtwissens verbunden, so gilt das für zweiteres gerade nicht: Hier scheint sich das zu zeigen, was Wissenschaften in ihrem methodologischen Kern zu sein beanspruchen, nämlich systematisches Vorgehen zur Her- und Sicherstellung von Reproduzierbarkeit durch kontrollierte Kausalisation des Experiments von der Umgebung. Reproduzierbarkeit ist dabei verwandt mit drei weiteren Kennzeichen: Prognostizierbarkeit, Prüfbarkeit und Erklärbarkeit.<sup>5</sup> Derartige Kennzeichen gelten als Prototyp von Rationalität, insbesondere von Planung, Steuerung und Kontrolle.<sup>6</sup>

---

2 Das hat Georg Henrik von Wright in dem für das Wissenschaftsverständnis und jede Wissenschaftstheorie der Sozial- und Humanwissenschaften zentralen Werk *Erklären und Verstehen* ausgeführt (Wright 1990 [1971], S. 44).

3 Beispielsweise durch experimentbasierte Artefakttechnik, Sozialtechnik, Institutionentechnik, Psychotechnik, Denktechnik u. a.

4 Bei Peter Janich und dem methodologischen Konstruktivismus stehen Planung und Kontrolle im Mittelpunkt des handlungstheoretischen Experimentverständnisses: Ein Experiment ist die „planmäßige Herbeiführung von (meist variablen) Umständen zum Zwecke wissenschaftlicher Beobachtung“ (Janich 1995, S. 621 f.). Es geht um die „planvolle Herstellung“ von experimentellen Settings.

5 Man könnte hier auch – schwächer – von Beschreibbarkeit sprechen.

6 In gewisser Hinsicht, so sei hier schon angedeutet, sind Experiment und Technik strukturell äquivalent. Dabei sollte Technik freilich nicht auf Artefaktisch-Technisches reduziert werden.

Im Experiment stehen mithin Kreativität und Kontrolle in einem Spannungsverhältnis. Das wurde jedoch nicht immer so gesehen. Ein einseitig am Ideal der Kontrolle orientiertes Experimentverständnis soll im Folgenden als *klassisch-modern* bezeichnet werden; es ist das, was weithin dominant war. Nun kann man, so die hier vertretene These, eine Verschiebung in der Semantik des Experiments beobachten, die einer Anerkennung des o.g. Spannungsverhältnisses den Weg ebnet und somit Ambivalenzen des Experimentierens offenzulegen ermöglicht. Das klassisch-moderne Verständnis wird heute erweitert und ergänzt: Experimentieren ist mehr und umfasst mehr, im Verständnis wie in der Praxis. Rückblickend zeigt sich, dass das klassisch-moderne Experimentverständnis schon immer eine einseitige Stilisierung darstellte, die nur in wenigen Bereichen von Natur, Technik und Gesellschaft realisierbar ist – nämlich dort, wo Stabilität herrscht oder wo Stabilisierung möglich ist. Die dem klassisch-modernen Experimentverständnis zugrunde liegende Stabilitätsannahme – so die Diagnose dieses Beitrags – erweist sich zunehmend als brüchig; eine Isolierung des Experiments von der Umwelt (Natur, Technik, Gesellschaft) ist nicht immer möglich. Damit verbunden ist eine Erweiterung und Ergänzung (nicht Ersetzung) des Verständnisses des Experiments: Neben das etablierte *klassisch-moderne* tritt ein *nachmodernes* Experimentverständnis. Im Kern dieses nachmodernen Typs liegt die Anerkennung von und der Umgang mit Instabilität.<sup>7</sup> Die Implikationen des nachmodernen Experimentverständnisses können als weitreichend angesehen werden, insbesondere was Nichtwissen und Technikfolgen in spät-, zweit-, reflexiv- oder nachmodernen Wissenschafts- und Innovationsgesellschaften angeht (Böschen et al. 2004; Schmidt 2012).

Hintergrund für die Erweiterung und Ergänzung des Experimentverständnisses sind neuere Entwicklungen seit den 1960er Jahren: Chaos-, Katastrophen-, Selbstorganisations- und Komplexitätstheorien sowie Fraktale Geometrie und Synergetik – ein neues Feld der exakten Naturwissenschaften, das ich einmal *versuchsweise* als *nachmodern* bezeichnet habe (Schmidt 2008, 2015). Nachmoderne Wissenschaften sind interdisziplinär und finden sich als Struktur- und Systemwissenschaften in den Natur-, Technik- und Sozialwissenschaften.

---

7 Der Unterschied ist also nicht derjenige zwischen Labor- versus Realexperiment, sondern grundlegender der zwischen klassisch-modernem (stabilem) versus nachmodernem (instabilem) Experiment, d. h. insbesondere zwischen der Experiment(alssystem)-Umwelt-Differenzierungsmöglichkeit einerseits und dem Verlust dieser formbestimmenden Schnittstelle andererseits (vgl. zur Schnittstellenproblematik: Hubig 2007). Dabei liegt analytisch dem in diesem Beitrag vertretenen Ansatz durchaus ein reduktives Anliegen zugrunde: Was Realexperimente zu dem macht, was sie sind, ist gerade die den Realsystemen inhärente Instabilität. Aber auch in vermeintlichen Laborexperimenten treten mitunter Instabilitäten auf, wodurch die Grenze bzw. Schnittstelle zwischen Labor und Welt/Gesellschaft kaum mehr definierbar ist (siehe auch Kap. 7).

Sie legen nahe, dass der Großversuch zu Ende geht, durch das Experiment Reproduzierbarkeit, Regularität, Reversibilität sowie Prognostizierbarkeit und Planbarkeit *universell* her- und sicherzustellen, mit anderen Worten: Kontrollierbarkeit *prinzipiell* zu ermöglichen. Heute kann man sagen, dass dies eine fortschrittsleitende Fiktion war, die nur in *speziellen* Bereichen von Natur und Gesellschaft adäquat war und Geltung erlangen konnte. Statt einseitig auf Kontrolle zu zielen, steht das nachmoderne Verständnis des Experiments auch mit Kreativität in Verbindung. Im Folgenden soll das Verhältnis von Experimentalität und (In-)Stabilität erörtert werden.

## 2 Klassisch-modernes Verständnis des Experiments

Schauen wir zunächst auf die exakten Wissenschaften, um Begriff und Verständnis des Experiments in klassisch-moderner Hinsicht zu präzisieren. Experimentieren heißt, so Ian Hacking (1996 [1983], S. 380), der Begründer des anglo-amerikanischen *Neuen Experimentalismus*, „Phänomene schaffen, hervorbringen, verfeinern und *stabilisieren*“.<sup>8</sup> Experimentieren und Stabilisieren gehören demnach zusammen. Das ist zumindest die weithin geteilte Position von Wissenschaftlern und Wissenschaftsphilosophen. Bevor zu erläutern ist, warum Instabilität das klassisch-moderne Verständnis des Experiments hinterfragt, soll geklärt, was aus dieser Perspektive als Experiment anzusehen ist.

Zunächst ist man mit einer bemerkenswerten Leerstelle konfrontiert. Auffallend ist, dass die Frage, was ein Experiment ist, lange Zeit in Wissenschaft und Philosophie kaum der Erörterung wert war. Experimente galten als zweit-rangig und nachgeordnet. Charakteristisch ist die Haltung Justus von Liebig: „Ein Experiment, dem nicht eine Theorie vorhergeht, verhält sich zur Naturforschung wie das Rasseln mit einer Kinderklapper zur Musik.“ (Liebig 1863, S. 49) Experimente fristen im Mainstream der etablierten Wissenschaftsphilosophie ein Schattendasein – auch wenn man ihnen als *experimentum crucis* eine finale Widerlegungs- oder Bestätigungsfunktion über Wahrheit, Richtigkeit oder Evidenz von wissenschaftlichen Aussagen zuerkannte. So beziehen sich Logischer Empirismus wie auch Kritischer Rationalismus, Induktivismus wie Deduktivismus primär auf Sprache, Aussagen und Theorien – und kaum auf Experimente, Instrumente oder Technik. Der großangelegte Deduktivismus im 20. Jahrhundert mit der sich etablierenden Redeweise von der Theoriebeladen-

---

8 Ob der *Neue Experimentalismus* tatsächlich so neu ist wie behauptet, darüber lässt sich streiten – insbesondere aus Perspektive der deutschen Tradition des *Methodologischen Konstruktivismus*.

heit der Beobachtung hat hier sein Übriges getan.<sup>9</sup> Fast schien es, als sei das Materielle entbehrlich: Fakt ohne *Artefakt*, *Tatsachen* ohne Tat, Theorie ohne Technik. Erkenntnis wurde in griechischer Tradition als Schauen verstanden, als Theorie. Die Geschichte der Naturwissenschaften wurde als Theoriegeschichte geschrieben, als Abfolge von Paradigmen. Hacking kritisiert zu Recht, dass „Wissenschaftsphilosophen [...] ständig von Theorien und Darstellungen der Realität [reden], doch über Experimente, technische Verfahren oder den Gebrauch des Wissens zur Veränderung der Welt [...] so gut wie gar nichts [sagen]“ (Hacking 1996 [1983], S. 249). In den letzten Jahrzehnten konnte das ein wenig korrigiert werden. Programmatisch wurde der Perspektivenwechsel als *Neuer Experimentalismus* apostrophiert und sodann auch in den *Science and Technology Studies* breit verfolgt. Doch wie neu er ist, ist strittig.

Denn, recht besehen, schon Bacon, Galilei und Kant, später Mill, Helmholtz, Mach und Dewey haben *Naturwissenschaft* als *Experimentalwissenschaft* angesetzt, als empirisch-quantitative, technikbasierte Wissenschaft: spielerisch-systematische Veränderung der phänomenalen Natur im Dienst der Erkenntnis der nomologischen Natur; Begreifen der Natur durch Eingreifen in die Natur; experimentieren als kontrollieren. Somit setzt Erkennen-Können experimentelles Handeln-Können voraus. John Dewey (1998 [1929], S. 9 u. 27) hat aus *pragmatistisch-materialistischer Perspektive* schließlich eine Anklage an die philosophische „Verachtung der Materie und die Verherrlichung des Immateriellen“ formuliert; die philosophische „Zuschauertheorie der Erkenntnis“ sei nichts als eine Fiktion. Vielmehr gelte: „Die Wissenschaft ist in demselben Maße, wie sie *experimentell* geworden ist, selbst zu einer Art gelenkten praktischen Tuns geworden“ (ebd., S. 28).<sup>10</sup> Kontinentaleuropäisch hat der auf Hugo Dingler und sein Buch *Das Experiment* (1928) zurückgehende und von der Erlanger-Konstanzer Schule ausgearbeitete *Methodologische Konstruktivismus* Wissenschaft als zweckrationales Handeln und als regelgeleitete Eingriffspraxen rekonstruiert. „Der Übergang von Einzelerfahrungen zu wissenschaftlichen Erfahrungen“, so Peter Janich, „gelingt dadurch, dass die einschlägigen Hand-

---

9 Dieser ging von Duhems Induktivismuskritik aus („Nur die theoretische Interpretation ermöglicht den Gebrauch der Instrumente“) und zog sich über Poppers Falsifikationismus und Kuhns paradigmengestützter Geschichtsschreibung bis hin zu Lakatos' Forschungsprogrammen. Weniger das technische *Ergreifen* und manipulative *Eingreifen* als das kognitiv-kontemplative *Begreifen* lag im Fokus der Wissenschaftstheorie. In der Vernachlässigung des Experiments liegt auch einer der Hintergründe dafür, dass Wissenschaften in ihrem stilisierenden Selbstverständnis glaubten, sich von sozialen und gesellschaftlichen Kontexten abkoppeln zu können.

10 So „eliminiert die experimentelle Praxis des Erkennens [...] die uralte Trennung von Theorie und Praxis“ (Dewey 1998 [1929], S. 169). Dewey stellt ebenfalls die Wiederholbarkeit des Experiments heraus: Das Experiment „kann Schritt für Schritt von jedermann wiederholt werden“ (ebd., S. 289).

lungen von Wissenschaftlern so durch Regeln und Rezepte normiert werden, dass sie prinzipiell von jedermann *wiederholt* werden können“ (Janich 1997, S. 50).<sup>11</sup> Die *Starnberger Finalisierungstheoretiker* haben sich in den 1970er Jahren aus wissenschafts- und forschungspolitischer Perspektive auf die „experimentelle Philosophie“ und damit auch auf Experimente, Instrumente und Technik bezogen (Böhme et al. 1978), um Steuerungsoptionen von Wissenschaft, Forschung und Entwicklung auszuloten. Aus *handlungstheoretischer* Perspektive hat Georg Henrik von Wright (1991 [1971], S. 44) das Experiment ins Zentrum gerückt. Der „Begriff von Ursache ist wesentlich mit der Idee von Handlungen und daher, als wissenschaftlicher Begriff, mit der Idee von Experimenten verknüpft“. *Kritische Theoretiker* haben hier angeschlossen: In der Konstitution von Natur als dem, was regelhaft wiederholbar ist, liegt eine machtförmig-metaphysische Denkfigur, die sich in Wissenschaft wie in Gesellschaft finde: eine „nivellierende Herrschaft des Abstrakten, die alles in der Natur zum Wiederholbaren macht“ (Horkheimer/Adorno 1990 [1944], S. 19).<sup>12</sup> Das Experiment wird angesehen als nichts anderes als eine materielle Manifestation der instrumentellen Vernunft.<sup>13</sup>

Eine systematische Klärung des klassisch-modernen Experimentverständnisses deutet sich hier an. Als zentrales Kennzeichen wird allgemein Reproduzierbarkeit gesehen. Gernot Böhme und Wolfgang van den Daele heben hervor, dass das „methodische Ideal [der Naturwissenschaft; J.C.S.] [...] die regelmäßige Tatsache [ist], die die Bedingungen enthält, unter der ihre Beobachtung für jedermann und jederzeit wiederholbar ist“ (Böhme/van den Daele 1977, S. 189).<sup>14</sup> Jürgen Mittelstraß (1998, S. 106) sieht in der Reproduzierbarkeit „eine allgemeine wissenschaftliche Norm“, insofern sie „die Kontrollierbarkeit wissenschaftlicher Aussagen“ und damit Invarianzen sicherstelle, etwa die Personen-, Zeit- und Ortsinvarianz. So ist die „Reproduzierbarkeitsforderung [...] als Rationalitätskriterium im Wissenschaftsprozess unverzichtbar“ (ebd., S. 107). In diesem Sinne hat auch Peter Janich (1995, S. 622) als das „wichtigste Charakteristikum des klassischen Experiments“ dessen „prinzipielle Wiederholbarkeit“ genannt. Der Rekurs auf Reproduzierbarkeit ist also üblich, nicht

---

11 Janich führt weiter aus: „Es ist mit anderen Worten die technische Reproduzierbarkeit von Verhältnissen, die durch die Qualität der Handlungsanweisungen sichergestellt ist“ (Janich 1997, S. 51). Naturwissenschaft sei – als Handlung – technisch zu verstehen.

12 Ferner sprechen Horkheimer und Adorno von einer „Erklärung jeden Geschehens als Wiederholung“ (Horkheimer/Adorno 1990 [1944], S. 18).

13 Denn „Natur“, so Holm Tetens, „verstehen wir in der Physik gerade so weit, wie wir sie in Apparaten ‚nachbauen‘ oder sie nach dem Modell einer Maschine zu erklären vermögen“ (Tetens 1984, S. 96).

14 Nach Böhme gilt in der Naturwissenschaft „nicht jede Erfahrung“ „als Faktum [...], sondern nur solche, die reproduzierbar ist“ (Böhme 1993, S. 405).

nur unter Philosophen, sondern auch bei Naturwissenschaftlern. Als „die Lehre vom Wiederholbaren“ bestimmt etwa Friedrich Hund (1972, S. 274) den experimentellen Kern der exakten Naturwissenschaft. Wolfgang Pauli (1961, S. 94) meint: „Der Physiker hat es mit [...] einer besonderen Wirklichkeit zu tun. Er hat sich auf das zu beschränken, was reproduzierbar ist.“ Bernd-Olaf Küppers (1992, S. 10) betont, dass „die konzeptionelle Grundstruktur der traditionellen Physik“ so angelegt ist, „daß sie im Wesentlichen nur die reproduzierbaren Naturphänomene erfaßt“. Reproduzierbarkeit impliziert Reversibilität, also Rückholbarkeit und damit Zeitinvarianz.

Im Kern des klassisch-modernen Experimentverständnisses liegt, zusammen genommen, die handelnde Her- und Sicherstellung von Reproduzierbarkeit des Objektverhaltens.<sup>15</sup> Im Detail basiert ein Experiment *allgemein* auf der Möglichkeit der handelnden Herstellung von weitgehender kausaler bzw. funktionaler Isolation des Experimentalsystems von der Umgebung,<sup>16</sup> verbunden mit einer Störungsidentifikation und -beseitigung,<sup>17</sup> insbesondere (*erstens*) der Zugänglichkeit und Manipulation von Anfangs- und Randbedingungen,<sup>18</sup> (*zweitens*) der Wiederholbarkeit von Prozessen sowie (*drittens*) der Reproduzierbarkeit von Ereignissen oder Phänomenen. Unterstellt wird jeweils allgemeine Kausalität, spezieller, wie zu zeigen sein wird, ein bestimmter Kausalitätstyp, nämlich ein solcher, der Stabilität aufweist. Alle drei Kennzeichen spiegeln drei zeitliche Phasen eines Experiments wider, die auf den Prozesscharakter des Experiments verweisen: Start, Verlauf, Resultat, während die allgemeine (Vor-) Phase die Bedingung der Möglichkeit des Experiments darstellt, die sich über alle drei Phasen erstreckt. Zusammengekommen legen diese Kennzeichen des Experiments als *klassisch-modernes* nahe, Experiment geradezu als Inbegriff von Kontrollierbarkeit zu verstehen: So weit das Experiment reicht, scheint Kontrolle zu reichen. So wird das Experimentierhandeln vielfach als paradigmatisch für rationales Handeln angesehen; es liegt vielen Handlungs-, Pla-

---

15 Damit verbunden ist die intersubjektive Herstellung von Beobachtbarkeit (vgl. Heidelberger 1998).

16 Hier liefert insbesondere Niklas Luhmann eine klare Systematik und präzise Terminologie (z. B. Luhmann 2003 [1991], S. 100 f.).

17 Friedrich Hund meint: „Für die Begreifbarkeit einer Naturerscheinung ist [...] Isolierbarkeit [...] nötig“ (Hund 1989, S. 222).

18 Entscheidend ist, dass die Manipulation von Anfangs- und Randbedingungen nicht dazu führt, dass das gesamte Experimentalsystem jeweils verändert wird. In der Quantenphysik ist genau das der Fall: Jede Beobachtung stellt einen Eingriff ins System dar. Die isolierte Manipulation von Anfangs- und Randbedingungen gelingt dann ebenso wenig wie die Kausalisolation.

nungs- und Steuerungstheorien (zumindest implizit) zugrunde.<sup>19</sup> Das Experimentierhandeln erhielt normativen Charakter. Es dient als Vorbild für individuelles wie kollektives und institutionelles Handeln. Dabei ist eine erstaunliche Technomorphie, mithin eine Nähe zu einem traditionellen, verkürzten, artefaktisch-materiellen Technikverständnis kaum zu leugnen.<sup>20</sup>

### 3 Problematisierung des klassisch-modernen Verständnisses des Experiments

Ein derartiges, zunächst durchaus plausibles Verständnis des Experiments sollte nicht das letzte Wort gewesen sein. Nach Vorarbeiten von Newton, Euler, Laplace und anderen ist es schließlich James Clerk Maxwell in den 1870er Jahren, der eine zentrale Problematik des klassisch-modernen Experimentverständnisses erkennt und eine implizite Annahme offenlegt: Stabilität werde stillschweigend unterstellt, so Maxwell (1991 [1877], S. 13).<sup>21</sup> Das indes sei eine starke Voraussetzung, die schwerlich zu rechtfertigen sei. Maxwell ahnt, dass nicht nur in Stabilität, sondern auch in Instabilität ein Charakterkern der Wirklichkeit (Natur, Technik, Gesellschaft) liegen könnte – eine Erkenntnis, die die interdisziplinären Struktur- und Systemwissenschaften in den letzten 40 Jahren belegen

- 
- 19 Die Differenzierung der Phasen lehnt sich auch an Georg Henrik von Wright und sein interventionalistisch-handlungstheoretisches Kausalitätsverständnis an. Wright unterscheidet „zwischen dem Tun und dem Herbeiführen von etwas. [...] Dadurch, daß wir gewisse Dinge tun, führen wir andere herbei“ (Wright 1991 [1971], S. 68 f.). Mindestens zwei Typen der Kausalität sind für jedes Experimentieren notwendig: eine *interventionalistische* Kausalität in den Phasen (0, allgemein) und (1) und eine *regulartätstheoretische* Kausalität (der isolierten, experimentellen Objektsysteme, etwa im Sinne von David Hume) in den Phasen (2) und (3). Ferner sieht man eine Nähe zu Niklas Luhmanns Technikbegriff, der die Ermöglichungsbedingung von Technik in der „Kausalisation“ bzw. „funktionierenden Simplifikation“ sieht (vgl. Luhmann 1998/2003 [1991]; siehe auch unten in diesem Beitrag).
- 20 Schließlich bestehen Experimente zumeist aus artefaktischer Technik oder werden (etwa in den Sozialwissenschaften) mit Technischem assoziiert. So wird auch in den Sozialwissenschaften von „Instrumenten“ gesprochen, auch wenn damit (nur) eine Fragebogen- bzw. Interviewtechnik gemeint ist.
- 21 Was Newton bereits in seiner Mondtheorie ahnte, wurde im 19. Jahrhundert im Umfeld der Entwicklung der Kontinuumsmechanik – insbesondere der Hydrodynamik, dem Strömen von Flüssigkeiten – deutlich: Instabilitäten sind experimentell schwer zu handhaben, sie behindern empirische Tests, sie verunmöglichen eine saubere Theoriearbeit. So konnte die deduktiv gewonnene Grundgleichung der Hydrodynamik (Navier-Stokes-Gleichung) über Jahrzehnte hinweg experimentell nicht getestet werden. Das gelang erst Ludwig Prandtl mit Näherungen im frühen 20. Jahrhundert.

konnten.<sup>22</sup> Von Chaos, Komplexität und Nichtlinearität ist die Rede. Was sind nun Instabilitäten, die das klassisch-moderne Experimentverständnis so deutlich hinterfragen?

Wo Instabilitäten dominieren, steht es auf des Messers Schneide: Kippunkte und Kritizitäten, Brüche und Bifurkationen, Selbstorganisation und Schmetterlingseffekte, Komplexität und schwache Kausalität. Instabilitäten sind aus Alltag und Lebenswelt bekannt. Eine Kugel auf einem Berggrat wird bei einem kleinen Windstoß auf der einen oder anderen Seite des Hanges herunterlaufen. Gleiches gilt für ein Pendel im obersten instabilen Punkt der maximalen potenziellen Energie. In Glücksspielen, etwa einem Flipper, trifft die Kugel auf scharfe Kanten und spitze Keile, an denen sich entscheidet, ob sie nach rechts oder links springt. Das Galtonsche Brett, bei welchem eine Kugel durch einige gegeneinander versetzte Nagelreihen fällt, stellt eine Aneinanderreihung von Instabilitäten dar. An diesen instabilen Punkten liegt eine *sensitive Abhängigkeit* vor, hier entscheidet sich der weitere Verlauf. Zwei benachbarte Startpunkte entfernen sich voneinander, ohne sich jemals wieder anzunähern. Diese können, obwohl dicht beieinander, so doch diesseits und jenseits der Wasserscheide liegen. An einer Wasserscheide trennen sich zwei nahe benachbarte Regentropfen: Einer der Regentropfen gelangt ins Mittelmeer, der andere in die Nordsee. Ähnliche Ursachen können zu gänzlich unterschiedlichen Wirkungen führen. Mitunter wurde von einem Schmetterlingseffekt gesprochen (vgl. Lorenz 1989). Ein Schmetterling in Südamerika könne in den USA einen Wirbelsturm auslösen: kleine Ursache, große Wirkung – wie wir es heute auch aus der Nanotechnologie oder der Klimaforschung hören. Kleinstes ist von größter Relevanz. Nicht nur zwei, sondern vielfache Wasserscheiden treten beim Würfeln auf. Fällt ein Würfel auf eine seiner Kanten, kippt er in die eine oder andere Richtung. Würfeln ist eine Aneinanderreihung von Instabilitäten. Für Jakob Bernoulli war das Werfen idealisierter Münzen und die daraus entstehende Binärfolge von „0“ und „1“ paradigmatisch für die Entwicklung der klassischen Wahrscheinlichkeitstheorie und der Zufallsdefinition. Instabilität und in diesem Sinne regelbehaftetes Chaos kann das chaotische Doppelpendel zeigen – ein Pendel am Arm eines anderen Pendels. Abrupt bleibt es stehen, ändert seine Drehrichtung oder seine Geschwindigkeit. Die Dynamik erscheint phänomenal wirr, eigenwillig, zufällig. Doch gesetzeslos ist sie nicht, von „schwacher Kausalität“ wird gesprochen.<sup>23</sup>

---

22 Siehe hierzu beispielhaft Krohn/Küppers (1992) und Schmidt (2008, 2015).

23 Verwandt sind die strukturellen Instabilitäten. Hier treten Brüche, Bifurkationen und allgemeine Phasenübergänge auf. An Punkten struktureller Instabilität kann Neues entstehen; der Begriff der Selbstorganisation referiert auf strukturelle Instabilität.