

Experimentieren tieren

Séverine Marguin
Henrike Rabe
Wolfgang Schäffner
Friedrich Schmidgall
(Hg.)

Einblicke in Praktiken
und Versuchsaufbauten
zwischen Wissenschaft
und Gestaltung

[transcript]

Aus:

*Séverine Marguin, Henrike Rabe, Wolfgang Schäffner,
Friedrich Schmidgall (Hg.)*

Experimentieren

Einblicke in Praktiken und Versuchsaufbauten zwischen Wissenschaft und Gestaltung

August 2019, 362 Seiten, kart., Dispersionsbindung, 26 SW-Abbildungen, 54 Farbabbildungen,
34,99 €, ISBN 978-3-8376-4638-2

Forschen und Gestalten sind experimentelle Vorgehensweisen, die darauf ausgerichtet sind, etwas Neues, noch nicht Existierendes hervorzubringen. Sie haben beide Projektcharakter, denn sie führen an einen Nullpunkt des Wissens. Doch welche Strategien und Verfahren sind es, die aus diesem Nichtwissen, diesen Vermutungen und Ideen zu konkreten Ergebnissen führen?

ForscherInnen aus 23 Wissenschafts- und Gestaltungsdisziplinen berichten in diesem Band über ihr Experimentieren und geben Einblicke in ihre Praktiken und Versuchsaufbauten. Er bietet damit eine Bestandsaufnahme zeitgenössischer Experimentalkulturen im Spannungsfeld zwischen Wissenschaft und Gestaltung und skizziert eine Praxeologie des Experiments.

Séverine Marguin (Dr.), geb. 1985, Soziologin, ist Leiterin des Methodenlabs im SFB 1265 »Re-Figuration von Räumen« an der Technischen Universität Berlin. Sie forschte zwischen 2015 und 2018 am Exzellenzcluster Bild Wissen Gestaltung. Ein Interdisziplinäres Labor der Humboldt-Universität zu Berlin und promovierte in Arbeits- und Kunstsoziologie an der Leuphana Universität Lüneburg sowie der École des Hautes Études en Sciences Sociales Paris.

Henrike Rabe (Dipl.-Ing.), geb. 1980, ist Architektin und forschte von 2012 bis 2018 am Exzellenzcluster *Bild Wissen Gestaltung. Ein Interdisziplinäres Labor* der Humboldt-Universität zu Berlin. Zuvor betreute sie als Senior Architect bei Kazuhiro Kojima + Kazuko Akamatsu/Cat in Tokio die Planung von Universitäten, Schulen, Medienzentren und Museen. Sie studierte Architektur an der Technischen Universität Berlin.

Wolfgang Schäffner (Prof. Dr. phil.), geb. 1961, ist Professor für Wissens- und Kulturgeschichte an der Humboldt-Universität zu Berlin. Er ist Sprecher des Exzellenzclusters Matters of Activity und Direktor des Hermann von Helmholtz-Zentrums für Kulturtechnik der Humboldt-Universität zu Berlin. Seit 2005 ist er Profesor invitado permanente und Direktor des Walter Gropius Forschungsprogramms an der Universidad de Buenos Aires.

Friedrich Schmidgall (Dipl.-Des.), geb. 1984, ist Interaction Designer und leitet das Open Lab am Einstein Center Digital Future der Technischen Universität Berlin. Von 2012 bis 2018 forschte er am Exzellenzcluster Bild Wissen Gestaltung. Ein interdisziplinäres Labor der Humboldt-Universität zu Berlin. Er studierte Industriedesign an der Hochschule der Bildenden Künste Saar in Saarbrücken und Interaction Design an der Weißensee Kunsthochschule Berlin.

Weitere Informationen und Bestellung unter:

www.transcript-verlag.de/978-3-8376-4638-2

- 9 **Einleitung**
Séverine Marguin, Henrike Rabe,
Wolfgang Schöffner, Friedrich
Schmidgall
- 25 **Etwas über Kulturen
des Experimentierens**
Hans-Jörg Rheinberger
- 37 **Durchqueren**
Experimentieren im Feld der
Kunst als Praxis im Offenen
Elke Bippus
- 51 **Entwerfen**
Upscaling Textiles.
Experimenteller Materialentwurf
im räumlichen Kontext
Christiane Sauer
- 67 **Erfahren**
Experimente mit technischer
Demokratie in Entwurfskursen
Ignacio Farías,
Thomás Sánchez Criado
- 81 **Experimentieren
Probieren
Versuchen**
Experimentelle Praktiken
in Wissenschaften, Technik
und Literatur
Gunhild Berg
- 93 **Improvisieren**
Playing with Virtual Realities.
A Practice-based-Research
Experiment in Dancing with
Technology
Einav Katan-Schmid
- 107 **Ko-laborieren**
Die Experimentalzone.
Raumforschung an der
Schnittstelle zwischen Gestaltung
und Sozialwissenschaft
Séverine Marguin, Henrike Rabe,
Friedrich Schmidgall

123 Kombinieren

Durch den Datenschwungel
auf der Suche nach Erkenntnis.
Experimentieren in der
molekularen Mikrobiologie
Regine Hengge

137 Kontrollieren

Laborexperimente in der
wirtschaftswissenschaftlichen
Forschungspraxis
Juliane Haus

151 Messen

Ein Bericht aus der
Physikforschung
Interview mit Norbert Koch

161 Modellieren

Virtuelle Experimente zur
funktionellen Morphologie
der Wirbeltiere
John A. Nyakatura, Oliver E.
Demuth

175 Multiplizieren

The experiment assemblage.
Transforming healthcare through
three versions of the experiment
Peter Danholt, Morten Bonde
Klausen, Claus Bossen

189 Plausibilisieren

(Re-)Konstruktion als Experiment.
Sehen und Hören in antiker
Architektur
Christian Kassung, Susanne Muth

205 Proben

Ein Bericht aus der
choreografischen Praxis
Interview mit Lea Moro

215 Programmieren

Zwischen Mensch und Technik.
Das Experiment in der Informatik
Claudia Müller-Birn,
Jesse Josua Benjamin

227 Prototyping

Von Grund auf. Einige Bemerkungen
zum Experimentieren
im Design
Jörg Petruschat

247 Provozieren

**Unwiederholbare Experimente.
Entwerfen zwischen Grenzziehung
und Überschreitung**
Carolin Höfler

263 Publizieren

Ein Bericht aus der interdisziplinären Wissensvermittlung
Interview mit Kerstin Germer

275 Rechnen

**Mathematische Physik von
Raum, Zeit und Materie**
Matthias Staudacher

283 Simulieren

**Experimente in der Büro-
raumgestaltung. Konzepte,
Herausforderungen und
praktische Beispiele aus Sicht
der Architektur**
Kerstin Sailer

297 Skalieren

**The Seductive Trap of Linear
Thinking. Skalierungseffekte
im Experiment**
Reinhard Wendler

309 Spielen

**Ludische Intervention. Experiment
und Gameplay**
Robert M. Erdbeer

323 Systematisieren

**Entwerfen um 1960. Methodische
Objektivität zwischen Kalkül
und Intuition**
Claudia Mareis

341 Variieren

**Die Psychologie des
Experimentierens und das
Experiment in der Psychologie**
Robert Gaschler

355

**Über die AutorInnen
Abbildungsnachweise**

Einleitung

Forschen und Gestalten sind Vorgehensweisen, die darauf ausgerichtet sind, etwas Neues, noch nicht Existierendes hervorzu- bringen. Insoweit haben beide Projektcharakter, da sie sich einem Nullpunkt des Wissens aussetzen, wo noch nicht sicher ist, ob und wie ein Problem gelöst oder als Projekt realisiert werden kann. Doch welche Strategien und Verfahren sind es, die aus diesem Nichtwissen, diesen Vermutungen und Ideen zu konkreten Ergeb- nissen führen? Als Raum des Experimentierens ist für solche Vorgehensweisen seit dem 19. Jahrhundert das Labor als elemen- tarer Ort der Wissensproduktion entworfen worden: Hier werden in kontrollierter Weise kritische Konstellationen und Momente des Nichtwissens untersucht und manipuliert, die etwas Neues möglich machen. „Was wirklich neu ist, muss sich einstellen, es muss sich ereignen“, schreibt Hans-Jörg Rheinberger. „In den neuzeitlichen Wissenschaften hat sich der Forscher mit dem Experiment eine empirische Struktur geschaffen, eine Umgebung, die es erlaubt, in diesem Zustand des Nichtwissens um das Nichtwissen handlungs- fähig zu werden“ (Rheinberger 2014: 233 f.). Beschreibungen dieser fundamentalen Serendipität des Forschens machen deutlich, dass es beim Experimentieren um einen Prozess geht, für den bestimmte Routinen entwickelt werden, der aber auch eine große Offenheit darstellt und einen elementaren Kern des Entwerfens und Gestal- tens enthält.

Vor diesem Hintergrund haben wir am interdisziplinären Labor *Bild Wissen Gestaltung* eine enge Zusammenarbeit von historisch- theoretischer Analyse, naturwissenschaftlichem Experimentieren und gestalterischem Entwerfen entwickelt. Diese Kollaboration von Geistes-, Natur- und Technikwissenschaften mit Gestaltungs- disziplinen als gleichrangigen Partnerinnen verbindet sehr unter- schiedliche Wissenskulturen und Praktiken und sie verändert tradierte Forschungsprozesse in entscheidender Weise. Eine solche Zusammenarbeit, die als „trading zone“ (Galison 1997, 1999) selber zum Experiment mit hybriden Anordnungen wird, macht das Anliegen des vorliegenden Bandes deutlich, in dem es darum geht, die Schauplätze des historischen Arbeitens, empirischer

soziologischer Analysen, des gestalterischen Entwerfens und des naturwissenschaftlichen Forschens durch die Frage nach dem Experimentieren in einen methodischen Zusammenhang zu bringen. Für ein solches Unternehmen gibt es gegenwärtig einzigartige Bedingungen, wie der Blick auf die erstaunliche Wende der Naturwissenschaften zur Gestaltung deutlich macht (Schäffner 2010). Diese bisher auf die Analyse der Natur ausgerichteten Disziplinen wenden sich nun der gestaltenden Synthese von elementaren Bausteinen zu. Damit zeigen sich im Inneren dieser Experimentalwissenschaften Entwurfsprozesse, wie sie sonst nur in den klassischen Gestaltungsdisziplinen zu finden waren. Und umgekehrt wird durch die neuere Gestaltungs- und Entwurfsforschung deutlich, dass auch Entwurfsprozesse eine fundamentale experimentelle Dimension verkörpern. Daraus ergeben sich viele überraschende Überschneidungen und Kombinationsmöglichkeiten, die klassische Unterschiede von Disziplinen gerade in einer auf experimentelle Praktiken ausgerichteten Zusammenarbeit produktiv werden lassen.

Um Kollaborationsformen einer Vielzahl von Disziplinen zu untersuchen, haben wir einerseits eine empirische Versuchsaapparatur entwickelt, die es ermöglicht, interdisziplinäre Arbeitsprozesse selbst als Experiment zum Gegenstand der Untersuchung zu machen, um sie als hybride Praxis beobachten, analysieren und gestalten zu können. Zugleich haben wir das Experimentieren als vielfältige Praxis ins Zentrum unserer Untersuchungen gestellt, die als gemeinsamer Nenner den Raum, die Praktiken und kollaborativen Aktivitäten im interdisziplinären Labor bestimmen. Zur genaueren Verdeutlichung der Vielfalt und Produktivität des Experimentierens haben wir zwischen 2015 und 2017 die Workshopreihe „ExpertInnen des Experiments“ mit VertreterInnen aus unterschiedlichen Disziplinen organisiert. Vor diesem Hintergrund stellt dieser Band an eine ganze Reihe von Forschenden die Frage nach dem Experiment und damit die Frage nach ganz unterschiedlichen Kulturen des Experimentierens, die als solche vor allem im Vergleich dieser verschiedenen Formate sichtbar werden können. Dabei geht es nicht darum, eine einförmig naturwissenschaftlich geprägte Definition als Maßstab an andere Formate des Experimentierens anzulegen. Vielmehr soll in dieser vergleichenden Analyse experimenteller Kulturen der eigentümliche Raum der Offenheit deutlich werden: Wir haben deshalb eine möglichst breitgefächerte Auswahl an Disziplinen angestrebt und konnten ExpertInnen aus den Feldern Anthropologie, Archäologie, Architektur, Biologie, Choreografie, Designtheorie und -forschung,

Ethnologie, Wissenschaftsillustration, Human-Centered Computing, Informatik, Interaction Design, Literaturwissenschaft, Kunsttheorie und -geschichte, Kulturwissenschaft, Medienwissenschaft, Mikrobiologie, biologische Morphologie, Physik, Philosophie, Psychologie, Science and Technology Studies, Soziologie, Tanz, theoretische Physik und Wissenschaftsgeschichte gewinnen. Es ging uns dabei darum, die Experimente der unterschiedlichen Disziplinen „auf einer Ebene“ zu verorten, zu analysieren (Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte 2001) und damit in einen produktiven Zusammenhang zu bringen.

Die von uns durchgeführten Workshops hatten gezeigt, dass der Begriff des Experiments nicht disziplinär zu fassen ist. Denn Experimente zeichnen sich durch eine große Vielfalt auch innerhalb einer vermeintlich homogenen Disziplin aus, wie auch durch überraschende Gemeinsamkeiten zwischen unterschiedlichen Disziplinen. Wie kann man also die Praxis des Experimentierens disziplinenübergreifend untersuchen und beschreiben? Wie kann dabei der Komplexität der unterschiedlichen Konstellationen Rechnung getragen werden? Und wie verändert sich schließlich auch das Bild des Experimentierens und welche neuen kollaborativen Möglichkeiten ergeben sich daraus für eine interdisziplinäre Forschungspraxis?

Das klassische Bild des Experimentierens ist vor allem von den Naturwissenschaften geprägt, die in ihren Labors seit Mitte des 19. Jahrhunderts in fast allen Disziplinen das Experimentieren als zentrales Vorgehen entwickelt haben. Der *wissenschaftliche Versuch* gilt heute als eine „scientific procedure undertaken to make a discovery, test a hypothesis, or demonstrate a known fact“ (Oxford Dictionaries 2018). Dafür werden durch die Forschenden Variablen bestimmt und in einer künstlichen, stark kontrollierten Umgebung getestet. Es gilt, Vorgänge „möglichst frei von allen ungewollten Einwirkungen zu verwirklichen, um durch Messung der Zahlenwerte der in sie eingehenden Größen und durch Variation der Versuchsbedingungen zur Aufstellung eines mathematisch formulierten Gesetzes zu gelangen“ (Westphal 1956: 6). Die naturwissenschaftliche Definition im Sinne von „Reproduzierbarkeit, Standardisierbarkeit und Messbarkeit“ (Kühl 2009: 535) prägt das heutige Verständnis des Begriffs maßgeblich (Berg 2011: 140). Im Unterschied dazu ist das Experiment im Sinne eines *gewagten Unternehmens* definiert als „course of action tentatively adopted without being sure of the outcome“ (Oxford Dictionaries 2018). Diese Definition wird oft mit gestalterischen Experimenten assoziiert, wie die Charakterisierung künstlerischen Experimentierens als

„erkundendes, probierendes, ungewohntes Vorgehen“ zeigt (Jäger 1997: 546). Darüber hinaus wird das künstlerische Experiment als „innovativer wie singulärer Akt der Erfindung, Entdeckung oder Schöpfung durch neuartige künstlerische Techniken“ beschrieben (Berg 2011: 143), während es andererseits auch nur als ein Experimentieren „im metaphorischen Sinne“ verstanden wird (Jäger 1997: 546).

Diese Vorstellungen zeigen jedoch, dass sich mit dem Experimentieren ein breites und heterogenes Aktionsfeld eröffnet. So situieren sich die Experimente in den ganz unterschiedlichen in diesem Band vertretenen Disziplinen in einem Spannungsfeld zwischen *hypothesegeleitetem* und *explorativem* Vorgehen. Während einige ForscherInnen vorrangig *hypothesegeleitet* arbeiten (z. B. Robert Gaschler), andere eher *explorativ* (z. B. Ignacio Farías und Tomás Sánchez Criado), ist unter den Beiträgen überraschenderweise eine kombinierte Vorgehensweise recht häufig (z. B. Regine Hengge). Darüber hinaus kann auch das von vielen AutorInnen beschriebene *iterative* Vorgehen oder *Trial-and-Error-Verfahren* zwischen *hypothesegeleitetem* und *explorativem* Vorgehen verortet werden. Denn während solche Vorgehensweisen insgesamt oft *explorativ* sind, wird bei einem einzelnen *Trial* oder Versuch meist eine implizite oder explizite These getestet. *Iterative* und *Trial-and-Error-Methoden* werden sowohl von Natur- und GeisteswissenschaftlerInnen als auch von GestalterInnen und KünstlerInnen in diesem Sammelband als Methode genannt.

Zudem fokussieren die Experimente häufig entweder auf *wiederholbare* oder gerade auf *unwiederholbare* Ereignisse. Während *Wiederholbarkeit* beispielsweise in den von Norbert Koch beschriebenen Physikexperimenten von großer Bedeutung ist, spielt sie Carolin Höfler zufolge in den von ihr untersuchten Architekturprojekten keine Rolle. Geht es um die Analyse von Ausnahmen und Singularitäten, soll das Experiment gerade Sachverhalte sichtbar werden lassen, deren Einmaligkeit oftmals schwer detektierbar und kaum wiederholbar ist. Darüber hinaus gibt es *ambivalente* Beispiele wie bei Lea Moro in der *Choreografie*, wo die *Wiederholbarkeit* erst nach dem Experiment wichtig wird.

Als wichtiges Charakteristikum lassen sich Experimente auch in einem Spannungsfeld zwischen *physisch* und *virtuell* oder *simuliert* verorten. Vorrangig *physisch* experimentiert wird beispielsweise in der gestaltenden Materialforschung von Christiane Sauer, während die archäologischen Experimente von Christian Kassung und Susanne Muth ausschließlich im *virtuellen* Raum simuliert werden. Darüber hinaus wurden auch Experimente, die *physische* und

virtuelle Strategien kombinieren, dargestellt: Die Experimente von John A. Nyakatura und Oliver E. Demuth wechseln zwischen physisch und virtuell, denn die Knochen und Muskeln eines petrifizierten Tieres werden zunächst vom physischen Objekt digital gescannt, dann digital weiter modelliert und getestet und schließlich wieder als Material 3D-gedruckt. Nicht abwechselnd, sondern gleichzeitig physisch und virtuell sind dagegen die Tanzexperimente von Einav Katan-Schmid, die diese Schnittstelle dezidiert thematisieren. Zudem gibt es auch viele Simulationsexperimente etwa in den Bereichen des Ingenieurwesens, wo physische Experimente, die enorme Kosten bedeuten würden, zunächst durch Simulationsexperimente ersetzt werden, um die physischen Experimente dann schon weit präziser durchführen zu können.

All diese sehr unterschiedlichen Formen haben die Möglichkeit einer Definition des Experimentierens auf der Basis naturwissenschaftlicher Richtlinien immer mehr zurückgedrängt. Auch die klassische Dichotomie zwischen wissenschaftlichen Experimenten auf der einen und gestalterischen Versuchen auf der anderen Seite ist längst obsolet geworden. Sogar in Bezug auf die naturwissenschaftlichen Experimente selbst wurde deren Reduktion auf Messbarkeit, Standardisierbarkeit, kontrollierte Umgebung und Reproduzierbarkeit bereits vielfach in Frage gestellt.

Demzufolge spielen in allen Konstellationen die *Differenz*, das *Zufällige*, die *Kreativität*, *unscharfe Konturen* und das *Einmalige* eine wichtige Rolle: Der Wissenschaftshistoriker Hans-Jörg Rheinberger plädiert für eine „differentielle Reproduktion“, bei der die Reproduktion – im Sinne der Aufrechterhaltung der materiellen Bedingungen eines Experimentalprozesses – *Differenz* im Sinne eines Abweichens erzeugt: „Letztlich ist jede Innovation in einem grundlegenden Sinn ein Resultat – vielleicht eher noch ein Zufall, ein Abfall – solcher Reproduktion“ (Rheinberger 2001: 77). Das *Zufällige*, auch als Serendipity bezeichnet, definiert er als ein „Auf-treten von Dingen und Zusammenhängen, nach denen man nicht gesucht hat“ (Rheinberger 2001: 145). Solche nicht vorwegnehmbaren Ereignisse sind hochrelevant, denn sie können die Neufokussierung ganzer Forschungsunternehmen bewirken (ebd.). Inwieweit eine solche *Kreativität* unabdingbar ist, zeigen schon die Experimente des Chemikers Antoine Lavoisier: Seine Laborbücher belegen, dass er „immer mehrere Projekte zugleich verfolgte, wobei die Ergebnisse eines Projektes oft unerwartet ein anderes Projekt aus der Sackgasse führten, in die es geraten war. [...] Die experimentelle Arbeit selbst nahm die Struktur eines kreativen Prozesses an“ (Rheinberger 2003: 371). Experimente bilden zudem – entgegen der

üblichen Vorstellung – keine in sich geschlossenen Abläufe innerhalb einer hermetischen Laborumgebung, sondern haben *unscharfe Konturen* bzw. Verbindungen nach außen (Rheinberger 2001, Pickering 1984). Rheinberger nennt es die „ausfransende oder sogar fraktale Ränderung, die in der Regel unscharfen Konturen von Experimentalsystemen“ (Rheinberger 2001: 146). Andere naturwissenschaftliche Experimente sind nur noch zum Teil oder gar nicht mehr im Labor situiert und überspannen mehrere Kontinente wie die Experimente des CERN oder das Human Genome Project (Galison/Jones 1999, Knorr Cetina 2001, Schmidgen 2011). Es ist gar von einer „Experimentiergesellschaft“, einem „world wide lab“ die Rede (Schmidgen et al. 2004). Isabelle Stengers beschreibt zudem die Relevanz des *Einmaligen*: Momente der Erfindung neuer Paradigmen sind ihr zufolge „rare events“ (Stengers 2000: 49).

Umgekehrt kann man auch in den Architektur- und Designdisziplinen das Experimentieren als essentielles Verfahren im Rahmen der Entwurfs- und Gestaltungsprozesse bezeichnen. Hier ist es allerdings methodisch noch weniger festgelegt. Vielmehr gibt es eine ganze Bandbreite von Formen, das heißt nicht nur Experimente im Sinne eines Explorierens oder eines *gewagten Unternehmens*, sondern auch solche, die den Kriterien natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Experimente entsprechen, das heißt die hypothesengeleitet, kontrolliert, reproduzierbar oder messbar sind wie beispielsweise Experimente am Architekturmodell bei Frei Otto (Kotnik 2011), Eyetracking-Experimente im Webdesign (Nielsen/Pernice 2010), generative Gestaltungsmethoden in Design und Architektur (Groß 2009, Kotnik 2011), die Simulationen von Luftströmen oder Schallwellen wie etwa bei Kazuhiro Kojima + Kazuko Akamatsu / CAAt (Rabe 2016) oder Simulationen der Bewegung von Menschen in Gebäuden bei Space Syntax (Turner/Penn 2002). Dass der Begriff des Experiments in Gestaltung und Kunst nicht auf einen metaphorischen Sinn reduziert werden kann, wird vor allem durch einen Blick in die Geschichte deutlich, wie die Literaturwissenschaftlerin **Gunhild Berg** in ihrem Beitrag in diesem Band zeigt. Sie belegt, dass sich der Begriff des Experiments erst mit dem britischen Empirismus des 17. Jahrhunderts in den Naturwissenschaften etabliert hat. Zuerst verwendet wurde der Begriff stattdessen in der Medizin, die zu diesem Zeitpunkt nicht als Wissenschaft, sondern als Kunst galt. Da in den medizinischen Experimenten dieser Epoche nicht streng methodologisch, vielmehr probierend vorgegangen wurde, war das Probieren und damit das Wagnis von Anfang an in den Begriff Experiment eingeschrieben.

Eine zentrale Beschränkung für eine vergleichende Analyse von Experimenten liegt darin, dass die meisten Forschungen über das Experiment sehr disziplinär ausgerichtet sind. Es gibt wenige disziplinenübergreifende Untersuchungen. Eine wichtige Ausnahme ist an dieser Stelle zu erwähnen: Bei der interdisziplinären Konferenz „Experimentalkulturen“ am Berliner Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte wurden 2011 Experimente in Biologie, Medizin, Literatur und Theater in den Blick genommen. Indem dabei das „Zusammenwirken von Wissenschaft, Kunst und Technik als ein offener Zusammenhang“ analysiert wurde, ergab sich im Spannungsfeld von wissenschaftlichem und künstlerischem Experiment, von Wissenschaft und Gestaltung ein weitaus komplexeres und verwobeneres Bild (Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte 2001). Die zentrale These war, dass „die dynamische Entwicklung der Moderne [...] von heterogenen Kollektiven getragen [wurde], die ihre Wirksamkeit oftmals quer zu den etablierten Disziplinen, Schulen und Branchen entfaltet haben: Experimentalkulturen [...]“ (ebd.). Mit unserem Sammelband knüpfen wir an diese Untersuchungen insbesondere auch in Person von **Hans-Jörg Rheinberger** an, der in diesem Band seinen Begriff der *Experimentalkulturen* genauer erläutert. Anhand einer Fallstudie, einem biologischen *In-vitro*-Experiment, vollzieht er nach, wie Ensembles von Experimentalsystemen Experimentalkulturen bilden, die durch eine materielle Wechselwirkung gekennzeichnet sind und sich eine oder mehrere konstituierende Komponenten teilen, sei es technischer, materieller, sozialer oder biologischer Art.

Wie können wir diesen Experimentalkulturen näher kommen? Laborstudien haben gezeigt, wie komplexe Wissensprozesse und -kulturen anhand eines praxistheoretischen Ansatzes untersucht werden können. Der Begriff der Kultur wird dabei nach Knorr Cetina direkt auf die Praktiken bezogen, das heißt es werden materialisierte Kulturen unter die Lupe genommen (Knorr Cetina 1999). Mit den Praktiken werden nicht nur die Personen, sondern auch die Artefakte, die Körper, die Materialität und die Routinen untersucht – letztlich genau die Elemente, die Rheinberger als Experimentalsystem beschreibt (Rheinberger 2001). In diesem Sinne haben wir die WissenschaftlerInnen explizit eingeladen, vor allem über ihre alltägliche Praxis des Experimentierens zu berichten und Einblicke in ihre Vorgehensweisen und Versuchsaufbauten zu geben.

Auf der Basis der Beiträge, die wir in diesem Band versammeln, konnten wir herausarbeiten, welche unterschiedlichen Praktiken dieses Feld des Experimentierens umfassen kann. Denn in der

Praxis der AutorInnen heißt experimentieren nicht nur „kontrollieren“, „systematisieren“, „beobachten“, „messen“ oder „auswerten“, sondern – wie das Vokabular dieses Bandes belegt – auch „durchqueren“, „entwerfen“, „erfahren“, „improvisieren“, „ko-laborieren“, „kombinieren“, „modellieren“, „multiplizieren“, „plausibilisieren“, „proben“, „programmieren“, „prototyping“, „provozieren“, „publizieren“, „rechnen“, „simulieren“, „skalieren“, „spielen“ oder „variieren“. Diese unterschiedlichen Praktiken werden damit zu essentiellen Komponenten des Experimentierens oder sogar selbst zu Synonymen für das Experimentieren. Aus ihnen kann man eine komplexe Praxeologie des Experiments ableiten:

Die Kunsthistorikerin **Elke Bippus** beschreibt in einem Vergleich zwischen der künstlerischen Arbeit *Democracy* und Rheinbergers Experimentalsystem die Ambivalenz zwischen Gemeinsamkeiten und Unterschieden: Während beide durch das Zusammenfügen von Elementen unterschiedlicher Art und Herkunft gekennzeichnet sind, fungiert das künstlerische Experimentieren als eine Praxis des DURCHQUERENS von sich überschneidenden Systemen und führt damit zu einer radikalen Öffnung. Die Experimente der Architektin **Christiane Sauer** dienen dem ENTWERFEN von neuen leichten Baumaterialien, für die die Prinzipien und Strukturen von Textilien imitiert, vergrößert oder abgewandelt werden. Experimentieren begreift sie nicht als abgeschlossenen Prozess, vielmehr als eine andauernde Tätigkeit. Ihre Versuche folgen keinem festgelegten Handlungsablauf, sondern sind offen für Richtungswechsel, Zufall und Intuition. Experimentieren kann aber auch ERFAHREN bedeuten, wie die Anthropologen **Ignacio Farías** und **Tomás Sánchez Criado** darlegen. In ihren pädagogischen Experimenten mit Architekturstudenten testen sie drei Methoden aus der Anthropologie: *Ko-laboration*, *Fallenstellen* und *Intravention*. Durch den Fokus auf die Erfahrung gelingt es den Studierenden, vom PROBLEM-SOLVING zum PROBLEM-MAKING zu gelangen. Die Literaturwissenschaftlerin **Gunhild Berg** zeichnet die historische Verwendung der Begriffe EXPERIMENTIEREN, PROBIEREN und VERSUCHEN sowie ihre Überlappungen und Doppeldeutigkeiten nach. Damit zeigt sie, wie die Begriffe schon seit dem 17. Jahrhundert zwischen verschiedenen Erkenntnisbereichen changieren und sowohl philosophische und künstlerische als auch technische und wissenschaftliche Praktiken inkorporieren. Die Experimente der Tanzphilosophin **Einav Katan-Schmid** sind auf der Praxis des IMPROVISIERENS begründet. In ihrem interdisziplinären und praxisbasierten Forschungsprojekt *Playing with Virtual Realities* erkundet sie gemeinsam mit TänzerInnen und unter

Anwendung von VR-Technologie die Schnittstelle zwischen physisch und virtuell. Für die Soziologin **Séverine Marguin**, die Architektin **Henrike Rabe** und den Designer **Friedrich Schmidgall** heißt Experimentieren **KO-LABORIEREN** mit Bindestrich. Mittels einer experimentellen und gestaltungsbasierten Feldforschung betreiben sie eine Raumforschung, bei der sie nicht über die Untersuchten, sondern gemeinsam mit ihnen forschen. Für die Experimente der Mikrobiologin **Regine Hengge** ist das **KOMBINIEREN** zentral. Sie beschreibt drei Arten des Experiments – hypothesengetriebenes und nichthypothesengetriebenes Experimentieren sowie mathematisches Simulieren und Modellieren – und legt dar, wie diese Typen beim explorativen **ERSCHLIESSEN** von wissenschaftlichem Neuland kombiniert werden. Ähnlich wie in der Biologie wird auch in der experimentellen Wirtschaftsforschung angestrebt, die Erhebungssituation möglichst stark zu **KONTROLLIEREN** und zu standardisieren, wie die Wissenssoziologin **Juliane Haus** darlegt. In ihrem Beitrag skizziert sie die Entwicklung dieses Feldes und stellt – basierend auf einer eigenen ethnografischen Untersuchung – einen typischen Experimentablauf dar. Der Physiker **Norbert Koch** spricht in einem Interview über die Zusammenhänge von Experimentieren und **BEOBACHTEN** und gibt Einblicke in die interdisziplinäre Experimentierpraxis der molekularen Elektronik. Er beschreibt, wie Physiker, Chemiker und Ingenieure auf der Suche nach besseren Halbleitern neue Moleküle herstellen und deren Eigenschaften experimentell **MESSEN**. In den Experimenten des Biologen **John A. Nyakatura** und des Gestalters **Oliver E. Demuth** stellt das **MODELLIEREN** eine zentrale Praktik dar. In ihrem Forschungsprojekt zu einer fossilen Krokodilart werden die Hebelarmverhältnisse von Muskeln mittels unterschiedlicher dreidimensionaler Modellierungen untersucht. Sie erläutern ihre experimentelle Vorgehensweise und vergleichen sie mit anderen Experimenten dieses Felds. Die Wissenschafts- und Technikforscher **Peter Danholt**, **Morten Bonde Clausen** und **Claus Bossen** beschreiben das von ihnen beobachtete Experiment im dänischen Gesundheitswesen als eine Assemblage. Die Praktik des **MULTIPLIZIERENS** ermöglicht es ihnen als teilnehmenden Beobachtern, dessen Heterogenität und Komplexität aufzufächern und zu erforschen. Eine Akteursanalyse zeigt darüber hinaus die Reichweite des Experimentierverständnisses bei einem sozialen Experiment auf. Die Archäologin **Susanne Muth** und der Kulturwissenschaftler **Christian Kassung** rekonstruieren in ihren interdisziplinären historischen Experimenten mit Hilfe von **VISUELLEN** und **AKUSTISCHEN SIMULATIONEN** das Forum Romanum als Bühne für

verschiedenste Handlungen und Nutzungen des Platzes. Da das **TESTEN** der unterschiedlichen Parameter der Raumrekonstruktion auf ihre Plausibilität hin ausgerichtet ist, bedeutet Experimentieren für sie auch **PLAUSIBILISIEREN**. Die Choreografin und Tänzerin **Lea Moro** beschreibt in einem Interview ihre Arbeit als experimentellen Prozess. Zentral darin sei das **PROBEN**, bei dem das jeweilige Stück in einer iterativen Vorgehensweise gemeinsam mit den TänzerInnen entwickelt wird. Themen wie Wiederholbarkeit und Beobachtung zeigen Gemeinsamkeiten und Unterschiede im Vergleich zum wissenschaftlichen Experimentieren auf. Die InformatikerInnen **Claudia Müller-Birn** und **Jesse Benjamin** beschreiben das Experimentieren als **PROGRAMMIEREN** und vollziehen den Wandel von einem naturwissenschaftlich hin zu einem gestalterisch geprägten Experimentierbegriff in der Informatik nach. Denn wurden in der Informatik zunächst meist abstrakte Modelle getestet, so wurde mit dem Entstehen des Feldes der Human-Computer-Interaction ein neues Vorgehen erforderlich. Der Designtheoretiker **Jörg Petruschat** versteht Gestaltung als Basisprozess aller Wissensproduktion und löst damit die Dichotomie zwischen Wissenschaft und Gestaltung grundsätzlich auf. Er identifiziert im Design drei unterschiedliche Experimenttypen, nämlich faszinations-, explorations- und resonanzgetriebenes Experimentieren. Verbunden sind die drei Typen durch die Praktik des **PROTOTYPINGS**. Die Architekturtheoretikerin **Carolin Höfler** hebt das **PROVOZIEREN** und das **BASTELN**, die Bricolage, als Praktiken der experimentellen Architektur der 1960er und siebziger Jahre hervor und beschreibt die Unwiederholbarkeit dieser Experimente sowie die durch sie bewirkte Bedeutungsverschiebung. Da diese alten Gegenkulturen zunehmend in eine Marktlogik eingebunden werden, stellt sie die Frage nach dem gestalterischen Experiment heute. Ein neues Feld des Experimentierens wird durch die Frage nach den Formaten der interdisziplinären Wissensvermittlung aufgemacht. In einem Interview spricht die Literaturwissenschaftlerin **Kerstin Germer** über die Zusammenhänge von Experimentieren und **PUBLIZIEREN** und über den Wandel des wissenschaftlichen Kommunikationssystems. Die Gedankenexperimente des theoretischen Physikers **Matthias Staudacher** werden durch die Praktik des **RECHNENS** bestimmt. Er untersucht die Frage nach der einheitlichen mathematischen Struktur von Raum, Zeit und Materie, denn die Quantenfeldtheorie und die Allgemeine Relativitätstheorie ergeben in der Zusammenführung logische Widersprüche. Überprüft werden die durch Trial-and-Error entstandenen Szenarien dann online durch die internationale Community.

Die Architekturforscherin **Kerstin Sailer** versteht Gebäude als ungetestete Thesen und plädiert für deren Überprüfung im Sinne evidenzbasierter Forschung. Sie beschreibt Methoden, die es zukünftigen NutzerInnen ermöglichen, Entwürfe bereits vor der Realisierung der Gebäude zu **TESTEN**: das **SIMULIEREN** und virtuelle Begehen von Entwürfen, Simulationen anhand von Grundrissen und physischen Testbereichen. Der Kunsthistoriker **Reinhard Wendler** setzt sich in seinem Beitrag mit der Experimentalpraktik des **SKALIERENS** auseinander. Anhand eines Experiments, bei dem einem Elefanten eine auf seine Körpergröße skalierte Menge von LSD verabreicht wurde, zeigt er auf, dass die fehlerhafte Skalierung in Experimenten fatale Konsequenzen haben kann. Der Literaturwissenschaftler **Robert Matthias Erdbeer** untersucht in seinem Beitrag das **SPIELEN** als Experimentalpraktik. Er beschreibt das Videogame *The Stanley Parable* als ein Selbstexperiment, das als eine ludische Erzählung über Experimentalsysteme verstanden werden kann. Die Designtheoretikerin **Claudia Mareis** setzt sich mit der Praktik des **SYSTEMATISIERENS** in der Gestaltung der 1960er Jahre auseinander und vollzieht die Erfindung und Entwicklung des sogenannten *morphologischen Kastens*, einer einflussreichen Entwurfsmethode der Zeit, nach. Abschließend stellt der Psychologe **Robert Gaschler** dar, wie der Mensch, aber auch höher entwickelte Tiere wie Ratten systematisch Einfluss auf ihre Umwelt nehmen, um Wissen über die Welt zu erlangen. Darauf aufbauend beschreibt er anhand mehrerer Beispiele, vor welche Herausforderungen Experimentatoren in der Psychologie gestellt sind und wie sie diese durch ein geschicktes **VARIIEREN** von bekannten und unbekanntem Störvariablen meistern.

Die in diesem Sammelband vereinten Beiträge aus diesem breiten Spektrum von Disziplinen zeigen, dass es die diametral entgegengesetzten Idealtypen des Experiments – naturwissenschaftlich und gestalterisch – nicht gibt und dass diese beiden Formen selbst auch kein einheitliches Bild ergeben würden. Ob grundlegende Zusammenhänge erkundet werden (vgl. z. B. Staudacher oder Hengge), ob historische Konstellationen rekonstruiert (vgl. Kassung und Muth, Nyakatura und Demuth), Möglichkeitsräume eröffnet (vgl. Bippus oder Moro) oder Neues erschaffen werden soll (vgl. Koch, Petruschat oder Sailer), ob Experimente als Gesellschaftskritik fungieren (vgl. Höfler), ob Problematiken identifiziert und verstanden werden sollen (vgl. Fariás und Sánchez Criado) oder ein Experiment anderer beobachtet und evaluiert werden soll (vgl. Danholt et al. sowie Haus) – die unterschiedlichen Vorgehensweisen werden nicht

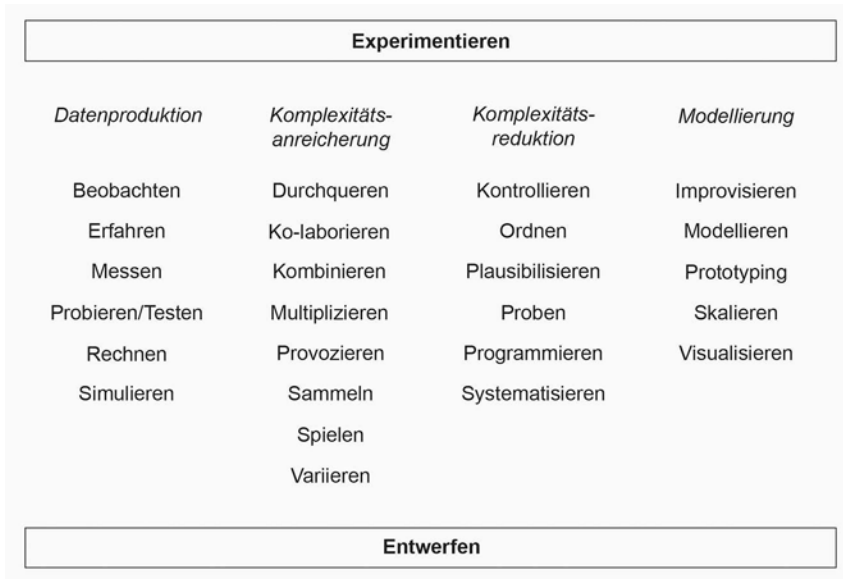


Abb. 1. Spielfeld der Experimentalpraktiken.

disziplinär, sondern jeweils dem Ziel einer Untersuchung angepasst und spezifisch ausgewählt.

Die Fokussierung auf die Vielfalt der Praktiken des Experimentierens zeigt, dass viele AutorInnen ihre Experimente in einem Spannungsfeld zwischen *geschlossen* und *offen* positionieren. Viele der beschriebenen Experimente werden nicht als in sich geschlossene und zeitlich begrenzte Abläufe beschrieben, sondern als räumlich oder zeitlich offene und nicht vollständig kontrollierbare Prozesse mit – nach Rheinberger – ausgefransten Rändern. Einige Experimente sind offen in Bezug auf die AkteurInnen; beispielsweise können diese zahlreich und unstetig sein (vgl. Danholt et al., Moro) oder das Experiment findet online mit unzähligen AkteurInnen statt (vgl. Erdbeer, Müller-Birn und Benjamin). Es wird aber auch über zeitlich offene Experimente berichtet – entweder indem das Ende des Experiments nicht von vornherein festgelegt wird (vgl. Danholt et al.) oder indem das Experiment als ein andauerndes, permanentes Experimentieren verstanden wird (vgl. Sauer).

Gemeinsam thematisieren die AutorInnen durch die Beschreibung ihrer Experimentalpraktiken auch ihr Verständnis und Verhältnis zur Frage der Wissenschaftlichkeit und zu den Grenzen des Wissens, an die die Experimente immer vorstoßen. Können experimentelle Anordnungen als Garant für die Wissenschaftlichkeit

eines Vorhabens fungieren? Anders formuliert: Sorgen Experimente dafür, dass den aus ihnen resultierenden Erkenntnissen eine besondere Gültigkeit zuteil wird? Diese Frage wird in dem Buch nicht direkt beantwortet, an ihr schärfen sich jedoch fast alle Positionierungen. Besonders instruktiv ist es, das Verhältnis zwischen Gestaltung und Wissenschaft anhand der vorliegenden Beiträge aus der Gestaltung zu eruieren. Es ist beispielsweise bemerkenswert, dass mehrere AutorInnen, auch außerhalb der Naturwissenschaften, Rheinbergers Begriff des Experimentalsystems heranziehen, um Experimente in der Kunst (vgl. Bippus), in der Spielerfahrung (vgl. Erdbeer) oder in der Designgeschichte (vgl. Mareis) zu beschreiben.

Was folgt nun aus diesem vergleichenden Blick, diesem Spiel mit den Komponenten, die sich aus den unterschiedlichen Experimentalverfahren gewinnen lassen? Zum einen erlaubt diese Zusammenschau die Identifizierung ähnlicher Verfahren, die in sehr vielen Formen des Experimentierens auftauchen, etwa das Modellieren und Visualisieren. Eine gemeinsame Arbeit an diesen Verfahren ermöglicht es, den Einsatz von Bildern und Visualisierungen, die in den verschiedenen Disziplinen ganz unterschiedlichen Anforderungen und Standards entsprechen, integrativ zu analysieren und daraus praktische Konsequenzen zu ziehen, etwa im Sinne eines elaborierteren Gebrauchs von Diagrammen, die beispielsweise für die Bildwissenschaften oder für das Grafik- und Informationsdesign kaum genutzte Erkenntnisse bereitstellen. In unserem Cluster *Bild Wissen Gestaltung* haben wir uns diesem Bereich in besonderem Maße gewidmet.

Der vorliegende Band schlägt vor, die diversen Praktiken des Experimentierens in einen engeren Zusammenhang zueinander zu setzen: Die unterschiedlichen Nachbarschaften und Ähnlichkeiten, die verschiedenen Zuordnungen, die man treffen kann, eröffnen ein *Spielfeld*, in dem die Verfahren der Datenproduktion, der Komplexitätsanreicherung oder -reduktion und der Modellierung strategische Achsen und Bereiche markieren. Dabei verlieren die klassischen Unterschiede von Disziplinen an Bedeutung und es tauchen neue Zusammenhänge und Unterschiede auf, die sich quer durch das ganze Spielfeld legen. Dies kann zeigen, dass disziplinär als sehr unterschiedlich verstandene Vorgehensweisen dennoch große Ähnlichkeiten miteinander aufweisen, oder umgekehrt, dass ein disziplinäres Experiment erstaunlich heterogene Verfahren integriert.

Diese Wahrnehmung erlaubt es, noch einen Schritt weiterzugehen. Indem man die in dem *Spielfeld* abgebildeten Verfahren

selbst in interdisziplinäre Untersuchungsgegenstände und Experimente verwandelt, wird eine weitere Konsequenz aus dieser Untersuchung experimenteller Praktiken deutlich: Sie liegt in den sich dadurch eröffnenden Möglichkeiten interdisziplinärer Zusammenarbeit, die sich durch die große gegenseitige Anschlussfähigkeit der Verfahren vor allem mit dem Blick auf die praktische Ebene ergeben: Diese Interaktion haben wir als Ko-laborieren mit Bindestrich in Gang gesetzt (vgl. Marguin et al.) und daraus Verfahren entwickelt, die Disziplinen miteinander verbinden, die bisher kaum zusammengearbeitet haben. Gerade mit dem Fokus auf das Experimentieren kommt ein Bereich von Disziplinen in den Blick, der als eine Art innerer Öffnung beschrieben werden kann, als der Bereich der Veränderung und Transformation, welcher sich in besonderem Maße für die Kollaboration mit anderen Disziplinen eignet.

Betrachtet man zudem die einzelnen Experimentalsituationen mit ihren sehr heterogenen Verfahren, so lassen sich diese als Vorgehensweisen beschreiben, die die Ordnung von Datenproduktion als Filtern, die Steuerung der Komplexität und die Modellierung und Gestaltung auch als sequenzielle Schritte deutlich machen, die, wenn auch in jeweils veränderter Form, nahezu in jedem Experiment vorkommen. Zugleich zeigen diese Vorgehensabläufe, dass sie in ähnlicher Form auch für Entwurfsprozesse konstitutiv sind.

Die Beiträge belegen damit, dass auch gestalterische und geisteswissenschaftliche Experimente als „Experiment Räume im Sinne eines materialisierten Entdeckungszusammenhangs“ verstanden werden können (Rheinberger 2003: 371). Allerdings heißt das eben nicht, dass sich die Gestaltung etwa naturwissenschaftlich ausrichten sollte, sondern vielmehr, dass all diese unterschiedlichen Disziplinen etwas Grundlegendes teilen, nämlich eine Wissensproduktion, in der sich Projektieren, Gestaltung und Experimentieren eng miteinander verbinden. Damit ergibt sich als besonders wichtige und folgenreiche Einsicht, dass Experimentieren und Entwerfen als Verfahren, die man gewöhnlich strikt voneinander trennt, immer mehr ineinander übergehen: Kein Experimentieren ohne Entwerfen, kein Entwerfen ohne Experimentieren, denn es handelt sich um zwei Betrachtungsweisen und Formen von Wissens- und Gestaltungsprozessen, deren innerer Zusammenhang insbesondere die in diesem Band beschriebenen interdisziplinären Experimente bestimmt.

Die hiermit unserem Band vorangestellten Überlegungen sollen einladen, die große Differenziertheit der in den folgenden Texten präsentierten experimentellen Zugänge wahrzunehmen. Aus

diesem Grund haben wir als Anordnung der Texte im Buch die bloße alphabetische Reihung als offene Form gewählt, die es erlaubt, unterschiedliche Wege durch die einzelnen Texte zu finden. Die Abfolge der Texte bedeutet deshalb auch keine privilegierte Verbindung von Text zu Text. Wichtiger ist, dass Texte, die aus für LeserInnen möglicherweise fremderen disziplinären Zusammenhängen kommen, weit näher den eigenen Interessen und Überlegungen erscheinen können, als man vermutet hätte. Damit kann dieses Buch selbst zum Ort des Experimentierens werden.

So zeigen diese Beiträge die Chancen und auch Herausforderungen einer Zusammenarbeit mit noch nicht vertrauten Disziplinen. Gerade Experimente im Rahmen einer Zusammenarbeit, die Geistes-, Natur- und Technikwissenschaften sowie Gestaltungsdisziplinen verbindet, werfen besondere methodologische Fragen auf, weil nicht auf disziplinäre Experimentalpraktiken zurückgegriffen werden kann, sondern spezifische interdisziplinäre Forschungsdesigns entwickelt werden müssen. Zudem stellen sie eine besondere Herausforderung dar, weil mit jedem Schritt die Gültigkeit bzw. deren Evaluierung sowie die Relevanz der produzierten Erkenntnisse hinterfragt werden. Mit Hilfe solcher Experimente werden Erkenntnisse produziert, die aus den Routinen der einzelnen Disziplinen ausbrechen und umgekehrt diese Routinen selbst zum Gegenstand einer auch für diese einzelnen Disziplinen unerwarteten Experimentalisierung werden lassen. Das sind die Momente, in denen Neues entstehen kann – und in denen in den vergangenen Jahren in unserem interdisziplinären Labor *Bild Wissen Gestaltung* auch tatsächlich Neues entstanden ist.

Literatur

- Berg, Gunhild (2011): „Experimentieren“, in: Jaeger, Friedrich; Liebsch, Burkhard; Rösen, Jörn und Straub, Jürgen (Hg.): *Handbuch der Kulturwissenschaften*. Sonderausgabe in 3 Bänden, Stuttgart/Weimar: J.B. Metzler.
- Galison, Peter (1997): *Image and logic: A material culture of microphysics*. Chicago: University of Chicago Press.
- Galison, Peter (1999): „Trading Zone: Coordinating Action and Belief (1998 abridgment)“, in: Biagioli, Mario (Hg.): *The Science Studies Reader*. New York/London: Routledge, S. 137–160.
- Galison, Peter und Jones, Caroline A. (1999): „Factory, Laboratory, Studio: Dispersing Sites of Production“, in: Galison, Peter und Thompson, Emily (Hg.): *The Architecture of Science*. Cambridge: MIT Press, S. 497–540.
- Groß, Benedikt; Bohnacker, Hartmut; Laub, Julia und Lazzeroni, Claudius (Hg.) (2009): *Generative Gestaltung: Entwerfen, Programmieren, Visualisieren*. Mainz: Schmidt.
- Jäger, Georg (1997): „Experimentell“, in: Braungart, Georg; Fricke, Harald; Grubmüller, Klaus; Müller, Jan-Dirk; Vollhardt, Friedrich und Weimar, Klaus (Hg.): *Reallexikon der deutschen Literaturwissenschaft. Neubearbeitung des Reallexikons der deutschen Literaturgeschichte*. Berlin/Boston: De Gruyter.
- Knorr Cetina, Karin (1999) *Epistemic cultures. How the sciences make knowledge*. Cambridge, Mass. et al.: Harvard University Press.
- Knorr Cetina, Karin (2001): „Laboratory Studies“, in: *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences*. Amsterdam: Elsevier.

- Kotnik, Toni (2011): „Das Experiment als Entwurfsmethode. Zur Möglichkeit der Integration naturwissenschaftlichen Arbeitens in die Architektur“, in: Moravánszky, Ákos und Kerez, Christian (Hg.): *Experiments: Architektur zwischen Wissenschaft und Kunst*. TheorieBau. 2. Aufl. Berlin: Jovis, S. 24–53.
- Kühl, Stefan (2009): „Experiment“, in: Ders.; Strodtolz, Petra und Taffertshofer, Andreas (Hg.): *Handbuch Methoden der Organisationsforschung: Quantitative und Qualitative Methoden*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 534–558.
- Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte (2001): *Experimentalkulturen. Konfigurationen zwischen Lebenswissenschaften, Kunst und Technik (1830–1950)*. Konferenz am Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte. Berlin. <http://vlp.mpiwg-berlin.mpg.de/exp/tagungen/mpiwg2001/index.html> (zuletzt aufgerufen: 4.1.2019).
- Nielsen, Jakob und Pernice, Kara (2010): *Eyetracking web usability*. Berkeley, CA: New Riders.
- Oxford Dictionaries (2018): „Experiment. Definition of experiment in English by Oxford Dictionaries“, in: *Oxford Dictionaries | English*. <https://en.oxforddictionaries.com/definition/experiment> (zuletzt aufgerufen: 26.9.2018).
- Pickering, Andrew (1984): *Constructing Quarks: A Sociological History of Particle Physics*. Chicago: University of Chicago Press.
- Rabe, Henrike (2016): „Experimentieren und Testen“, in: Doll, Nikola; Bredekamp, Horst und Schöffner, Wolfgang für den Exzellenzcluster Bild Wissen Gestaltung. Ein Interdisziplinäres Labor der Humboldt-Universität zu Berlin (Hg.): *+ultra gestaltung schafft wissen*. Ausstellungskatalog Martin-Gropius-Bau Berlin. Leipzig: E. A. Seemann, S. 357.
- Rheinberger, Hans-Jörg (2001): *Experimentalsysteme und epistemische Dinge: eine Geschichte der Proteinsynthese im Reagenzglas*. Göttingen: Wallstein.
- Rheinberger, Hans-Jörg (2003): „Wissensräume und experimentelle Praxis“, in: Schramm, Hemar; Herrmann, Hans-Christian von; Nelle, Florian; Schöffner, Wolfgang; Schmidgen, Henning und Siegert, Bernhard (Hg.): *Bühnen des Wissens. Interferenzen zwischen Wissenschaft und Kunst*. Berlin: Dahlem University Press, S. 366–382.
- Rheinberger, Hans-Jörg (2014): „Über Serendipität: Forschen und Finden“, in: Boehm, Gottfried; Alloo, Emmanuel; Budelacci, Orlando und Wildgruber, Gerald (Hg.): *Imagination: Suchen und Finden*. Paderborn: Fink, S. 233–243.
- Schöffner, Wolfgang (2010): „The Design Turn. Eine wissenschaftliche Revolution im Geiste der Gestaltung“, in: Mareis, Claudia; Joost, Gesche und Kimpel, Kora (Hg.): *Entwerfen – Wissen – Produzieren. Designforschung im Anwendungskontext*. Bielefeld: transcript, S. 33–46.
- Schmidgen, Henning (2011): „Labor“, in: *Europäische Geschichte Online* (EGO), Institut für Europäische Geschichte, Mainz. <http://www.ieg-ego.eu/schmidgenh-2011-de> (zuletzt aufgerufen: 4.1.2019).
- Schmidgen, Henning; Geimer, Peter und Dierig, Sven (Hg.) (2004): *Kultur im Experiment*. Berlin: Kadmos.
- Stengers, Isabelle (2000): *The Invention of Modern Science*. Theory out of Bounds 19. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Turner, Alasdair und Penn, Alan (2002): *Encoding natural movement as an agent-based system: an investigation into human pedestrian behaviour in the built environment*. Environment and Planning B: Planning and Design 29 (4), S. 473–490.
- Westphal, Wilhelm H. (1956): *Physik*. Ein Lehrbuch. 18./19. Aufl. Berlin/Göttingen: Springer.