

Hans-Jörg Rheinberger Spalt und Fuge

**Eine Phänomenologie
des Experiments**
suhrkamp taschenbuch
wissenschaft

suhrkamp taschenbuch
wissenschaft 2343

In diesem Buch geht es um das Experimentieren, das in den Wissenschaften seit der Frühen Neuzeit eine immer größere Rolle spielt. Umso erstaunlicher ist es, dass sich Philosophie und Geschichte der Wissenschaften mit der unglaublichen Vielgestaltigkeit des Experimentierens kaum auseinandergesetzt haben. Hans-Jörg Rheinberger beleuchtet sie in seinem neuen Buch in all ihren Facetten. Er untersucht die Materialität des Experiments, seiner Gegenstände und seiner Instrumente ebenso wie die größeren räumlichen und zeitlichen Zusammenhänge, in die das wissenschaftliche Experimentieren gestellt ist und in denen es sich verwirklicht. So entsteht eine neue Sicht auf die Wissenschaft im Werden.

Hans-Jörg Rheinberger ist Direktor emeritus am Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte in Berlin. Zuletzt erschien im Suhrkamp Verlag von ihm: *Epistemologie des Konkreten* (stw 1771).

Hans-Jörg Rheinberger
Spalt und Fuge

*Eine Phänomenologie
des Experiments*

Suhrkamp

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

Erste Auflage 2021

suhrkamp taschenbuch wissenschaft 2343

© Suhrkamp Verlag Berlin 2021

Alle Rechte vorbehalten, insbesondere das der Übersetzung,
des öffentlichen Vortrags sowie der Übertragung
durch Rundfunk und Fernsehen, auch einzelner Teile.

Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form
(durch Fotografie, Mikrofilm oder andere Verfahren)
ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert
oder unter Verwendung elektronischer Systeme
verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Umschlag nach Entwürfen

von Willy Fleckhaus und Rolf Staudt

Druck und Bindung: C. H. Beck, Nördlingen

Printed in Germany

ISBN 978-3-518-29943-2

Inhalt

Einleitung	7
------------------	---

Teil I: Infra-Experimentalität

1. Spuren	17
2. Modelle	36
3. Sichtbarmachen	67
4. Pfropfen	94
5. Protokolle	114

Teil II: Supra-Experimentalität

6. Formen der Zeit	141
7. Experimentalkulturen	164
8. Wissen und Erzählen	190
9. Das Wilde denken	220
10. Spalt und Fuge – Eloge des Fragments	237
Postludium: Statt eines Schlussworts	252
Bibliographie	255
Nachweise	284
Personenregister	287

Einleitung

Die vorliegenden Bausteine zu einer *Phänomenologie des Experiments* beleuchten das wissenschaftliche Experimentieren in den unterschiedlichen Hinsichten seiner Erscheinung. Der Titel verweist darauf, dass es nicht um den Versuch einer philosophischen Wesensbestimmung dessen geht, was wissenschaftliches Experimentieren ausmacht. Es geht auch nicht darum, die Phänomenologie als eine experimentelle Philosophie darzustellen.¹ Vielmehr geht es darum, Aspekte der Gestalt zu umreißen, die das wissenschaftliche Experimentieren historisch angenommen und seit dem 19. Jahrhundert das Feld der empirischen Wissenschaften beherrscht hat. Die Facetten dieser Gestalt sollen aus einer infraskopischen sowie aus einer supraskopischen Perspektive betrachtet werden. So kann sichtbar werden, was am Experimentieren in der Regel übersehen wird, entweder weil es unterhalb der Schwelle externer Wahrnehmung bleibt oder weil es sich jenseits derselben bewegt. Dabei gehe ich von Experimentalsystemen als den – in sich schon komplexen – Einheiten des modernen Experimentierens aus, die ich an anderer Stelle ausführlich beschrieben habe.² Mikrobiologische Aspekte des Experimentierens, die in *Experimentalsysteme und epistemische Dinge* nur angedeutet werden konnten, stehen im ersten Teil des Buches unter Beobachtung. Sie sollen hier gegeneinander abgegrenzt und in ihren Eigenheiten und Beziehungen zueinander charakterisiert werden. Im zweiten Teil des Buches hingegen wendet sich die Aufmerksamkeit den Beziehungen zu, die solche Systeme untereinander ausbilden. Ihren Artikulationen gehe ich in den für sie charakteristischen zeitlichen, räumlichen wie auch narrativen Dimensionen nach. Die dabei leitenden Begriffe werden an konkretem Material aus der Geschichte der Wissenschaften des 20. Jahrhunderts exemplifiziert, entwickelt und auf ihre Brauchbarkeit hin untersucht.

Zielte Ernst Cassirers als dritter Teil seiner *Philosophie der symbo-*

1 Wie etwa Don Ihde, *Experimental Phenomenology. Multistabilities*, Albany ²2012.

2 Hans-Jörg Rheinberger, *Experimentalsysteme und epistemische Dinge. Eine Geschichte der Proteinsynthese im Reagenzglas*, Göttingen ³2019.

lischen Formen 1929 veröffentlichte *Phänomenologie der Erkenntnis*³ schwerpunktmäßig auf die *symbolischen* Formen, in denen sich die Erkenntnisprozesse der Wissenschaften abspielten und abspielen, so ging er im vierten und letzten Band seiner Tetralogie über *Das Erkenntnisproblem in der Philosophie und Wissenschaft der neueren Zeit* einen entschiedenen Schritt weiter. Dort heißt es: »Gleichviel ob wir es mit ›idealen‹ oder ›realen‹, mit mathematischen oder empirischen, mit ›unsinnlichen‹ oder mit ›sinnlichen‹ Gegenständen zu tun haben – die erste Frage bleibt stets, nicht was diese Gegenstände in ihrer absoluten Natur oder Wesenheit sind, sondern durch welches Medium sie uns vermittelt werden, durch welches Organon der Erkenntnis ein *Wissen* von ihnen ermöglicht und konstituiert wird.«⁴ Daran kann die vorliegende Darstellung anknüpfen. In ihr geht es aber noch entschiedener um die experimentellen Formen der *Praxis*, durch die sich diese Erkenntnisprozesse ausbilden und in denen sie sich vollziehen. Was mit anderen Worten im Vordergrund steht, ist die materiale Verfasstheit eines der zentralen Verfahren, deren sich die wissenschaftliche Wissensgewinnung in der Frühen Neuzeit zu bedienen begonnen und das seitdem eine die Wissenschaften beherrschende eigene Dynamik gewonnen hat. Noch bis ins 18. Jahrhundert hinein dominierten theoretische Entwürfe, meist »Systeme« genannt, die Naturbetrachtung, in die sich gelegentlich bestätigende Versuche eingestreut fanden.⁵ Seit dem 19. Jahrhundert sind es umgekehrt experimentelle Systeme, denen sich Begriffe und Theorien zunehmend akkommodieren müssen,

3 Ernst Cassirer, *Philosophie der symbolischen Formen*, Dritter Teil, *Phänomenologie der Erkenntnis*, Hamburg 2002.

4 Ernst Cassirer, *Das Erkenntnisproblem in der Philosophie und Wissenschaft der neueren Zeit*, Vierter Band, *Von Hegels Tod bis zur Gegenwart (1832-1932)*, Hamburg 2000, S. 71.

5 Beispielfhaft seien genannt: Claude Gadiois, *Le système du monde, selon les trois hypothèses, où conformément aux loix de la mécanique l'on explique dans la supposition du mouvement de la terre. Les apparences des astres [...]*, Paris 1675; Carolus Linnaeus, *Systema naturae*, Leiden ¹1735; Stockholm ¹²1766/1767; Jean Le Rond d'Alembert, *Recherches sur différens points importants du système du monde*, Paris 1754-1756; Paul Henri Thiry, Baron d'Holbach, *Système de la nature ou des loix du monde physique & du monde moral*, London 1770. Dass das zunehmend kritisch gesehen wurde, dazu vgl. Noël André, *Théorie de la surface actuelle de la terre, ou plutôt Recherches impartiales sur le temps et l'agent de l'arrangement actuel de la surface de la terre, fondées, uniquement, sur les faits, sans système et sans hypothèse*, Paris 1806.

sofern sie wissenschaftliche Relevanz beanspruchen wollen. Die lange Geschichte dieser Umkehrung und ihre historische Dynamik werden hier ausgespart. Die Entwicklungsformen, die das Experimentieren über die Jahrhunderte hinweg durchlaufen hat und die heute erneut an einer Wende zu stehen scheinen, einer Wende, die gekennzeichnet ist durch die Gewinnung und Verarbeitung von Daten im Massenformat, müssen einer späteren Arbeit vorbehalten bleiben.⁶

Ich frage hier auch nicht im Sinne einer ontologischen Bestimmung hinter das Experiment zurück oder im Sinne einer metalogischen Grundlegung über das Experiment hinaus, sondern setze an dem an und bleibe bei dem, was Gaston Bachelard einmal treffend als das »Wissenschaftswirkliche« – *le réel scientifique* – bezeichnet hat.⁷ Die besondere Lebensform und Daseinsweise des Wissenschaftswirklichen, die das Experiment darstellt, suche ich in ihren Details zu charakterisieren. Wie auf der wissenschaftlichen Ebene selbst, so geht es auch in der epistemologischen Reflexion ums Sichtbarmachen: nicht von etwas, das darunter oder jenseits läge, sondern von Verknüpfungen im Flächigen. Insofern scheint es mir berechtigt, von einer Phänomenologie zu sprechen, einer Phänomenologie, die nicht mehr einer Logik der Expression gehorcht, derzufolge die Phänomene immer nur als ein Sekundäres, Abgeleitetes erscheinen, sondern einer Artikulationslogik, bei der die Phänomene ihren Sinn und ihre Bedeutung gewissermaßen aus ihren gegenseitigen Verweisungen beziehen. Das Phänomenologische wird hier beim Wort genommen. Es geht nicht darum, hinter den Erscheinungen nach verborgenen Tiefen zu suchen. Es kommt auf das an, was dazwischen, nicht was darunter liegt. Michel Foucault hat das in einer frühen Arbeit einmal prägnant wie folgt formuliert: »Die originalen Formen des Denkens führen sich selbst ein: Ihre Geschichte ist die einzige Form der Exegese, und ihr Schicksal ist die einzige Form der Kritik, die sie ertragen.«⁸

Eine so verstandene Phänomenologie schließt ausdrücklich an

6 Zu einer ersten Orientierung vgl. Philipp Fischer u. a., *Datennaturen/Natures of Data*, Zürich, Berlin 2020.

7 Gaston Bachelard, *Der neue wissenschaftliche Geist*, Frankfurt/M. 1988, S. 12, dort etwas verstehend übersetzt mit »die wissenschaftliche Wirklichkeit«.

8 Michel Foucault, »Introduction«, in: Ludwig Binswanger, *Le rêve et l'existence*, Brügge 1954, S. 9.

das an, was Gaston Bachelard als die »Phänomenotechnik« der modernen Wissensgewinnung bezeichnete,⁹ und die er als eine »Erweiterung« der traditionellen Phänomenologie begriff.¹⁰ Bachelard begründete in Frankreich eine wissensphänomenologische Tradition, die nicht von den Erscheinungsformen des Bewusstseins, sondern von den Erscheinungsformen der Wissensdinge ihren Ausgang nimmt.¹¹ Im Mittelpunkt des vorliegenden Buches steht die experimentelle Situation in ihrer ganzen Komplexität, nicht eine wie auch immer geartete eidetische Reduktion. Es geht also weder um eine Phänomenologie von Bewusstseinszuständen noch von intentionalen Akten in Isolation, sondern um eine Phänomenologie von Begriffen, die mit den Gegenständen, auf die sie zugreifen, auf untrennbare Weise treibend verbunden sind. Es geht um eine Erfahrung, die sich als experimentelle Praxis manifestiert, ganz im Sinne der Doppelbedeutung der französischen *expérience*. Mit Jean Toussaint Desanti zu sprechen, gilt es »zu zeigen, dass jede Bewusstseinsphilosophie es letztlich erfordert, von einer Philosophie der Praxis aufgehoben zu werden«.¹² In diesem Buch handelt es sich aber weniger um Praxis überhaupt, sondern sehr speziell um die experimentelle Praxis der modernen Wissenschaften.

Die hier aufgeworfenen Fragen haben mich in Fortsetzung meiner Überlegungen zu *Experimentalsystemen und epistemischen Dingen* und zu einer *Epistemologie des Konkreten*¹³ über die letzten zwei Jahrzehnte hinweg kontinuierlich beschäftigt. Eine ganze Reihe das vorliegende Buch vorbereitender Arbeiten sind im Lauf der seither vergangenen Jahre verstreut publiziert worden. Ich greife sie hier auf, führe sie weiter und bringe sie in einen übergeordneten Zusammenhang. Von einer Systematik möchte ich hingegen

- 9 Gaston Bachelard, »Noumenon und Mikrophysik«, in: ders., *Der Surrealismus*, Paderborn 2017, S. 7-26, hier S. 18. Vgl. auch Bachelard, *Der neue wissenschaftliche Geist*, Einleitung.
- 10 Gaston Bachelard, *Die Bildung des wissenschaftlichen Geistes. Beitrag zu einer Psychoanalyse der objektiven Erkenntnis*, Frankfurt/M. 1978, Kapitel III.
- 11 Vgl. dazu David Hyder, »Foucault, Cavaillès, and Husserl on the historical epistemology of the sciences«, in: *Perspectives on Science* 10 (2003), S. 107-129; vgl. auch Anton Vydra, »Gaston Bachelard and his reactions to phenomenology«, in: *Continental Philosophy Review* 47 (2014), S. 45-58.
- 12 Jean T. Desanti, *Phénoménologie et praxis*, Paris 1970, S. 9.
- 13 Rheinberger, *Experimentalsysteme*; Hans-Jörg Rheinberger, *Epistemologie des Konkreten. Studien zur Geschichte der modernen Biologie*, Frankfurt/M. 2006.

nicht sprechen. »Phänomenologie ist eine elastische Methode der Beschreibung«, hat Hans Blumenberg einmal lapidar bemerkt, und er sah ihre Aufgabe, wie er es mit Bezug auf eine »Phänomenologie der Geschichte« formuliert, in der »Freilegung des Arsenalns an Formen, in denen sich Geschichte vollzieht, das ihre Strukturen unabhängig von der Kontingenz ihrer Fakten, wenn auch *nur durch diese*, verstehen lässt«. Mit anderen Worten geht es darum, »das eigentliche Feld einer ›unendlichen Arbeit‹, die durch das Ideal einer Deduktion nicht abgeschlossen werden kann, in Kultur zu nehmen und zu halten«. ¹⁴ Nicht ein solches deduktives Ideal also wird hier angestrebt, vielmehr ist es der Versuch einer »Synthesis und Synopsis«, einer »Überschau und Zusammenschau« im Sinne des späten Cassirer, ¹⁵ die als Aufgabe dort bleibt, wo es nicht mehr darum gehen kann, das Ganze aus ersten Prinzipien abzuleiten.

Ein Wort noch zum Titel. Was haben *Spalt und Fuge* mit einer Phänomenologie des Experiments zu tun? Ich hoffe, das wird im Fortgang des Buches deutlich hervortreten, obwohl die beiden Begriffe im Text mit guter Absicht nicht terminologisch verwendet werden. So viel sei aber vorweggesagt: Die beiden Begriffe stehen für die Wirkung zweier Verfahren, die allem Experimentieren inhärieren. Der Spalt steht für die Bewegung des Aufschließens und was daraus resultiert. Ich sage mit Bedacht nicht Analyse, die für klaffende Verhältnisse und eindeutige Ergebnisse steht. Nicht an dieser Grenze, sondern in jener Zone ist der Spalt angesiedelt, in der sich die Ahnung von etwas auftut, das eine Suchbewegung leiten kann. Die Fuge fügt Gespaltenes aneinander. Mit ebensolchem Bedacht sage ich nicht Synthese, steht Letztere doch für eine Verbindung, bei der, wie es heißt, die Teile aufgehoben sind. Die Fuge aber ist ein sichtbares Mal, das man dem Verbund immer ansehen wird, und entlang dessen er auch wieder aufgelöst werden kann. So stehen Spalt und Fuge für das Tentative, das Wahrzeichen und das Sehzeichen des Versuchs.

Danken möchte ich an dieser Stelle der Lektorin Eva Gilmer vom Suhrkamp Verlag für Rat und Tat sowie Jan-Erik Strasser für die sorgfältige Lektüre des Textes. Jörn Oeder sei gedankt für das aufmerksame Korrekturlesen und die präzise Vorbereitung der

¹⁴ Hans Blumenberg, *Phänomenologische Schriften 1981-1988*, Berlin 2018, S. 12-13, Hervorhebung im Original.

¹⁵ Ernst Cassirer, *Erkenntnisproblem*, Vierter Band, S. 21.

Abbildungen. Dem Bibliotheksteam des Max-Planck-Instituts für Wissenschaftsgeschichte in Berlin verdanke ich die perfekten Bedingungen während der Zeit der Arbeit an diesem Buch.

Teil I:
Infra-Experimentalität

Im ersten Teil des Buches geht es um Aspekte des experimentellen Unterbaus in ihrer je besonderen Materialität. Die einleitenden zwei Kapitel nehmen die Konstitution epistemischer Objekte in den Blick, so wie sie im Experimentalverlauf Gestalt annehmen. In Kapitel 1 wird die Rede sein von Spuren, den flüchtigen Erzeugnissen der Begegnung von Untersuchungsmittel und Untersuchungsgegenstand. An ihrer Schnittstelle entstanden, sind sie die Zeugen dessen, was im Zentrum eines Experimentes vor sich geht. Hier bewegen wir uns im Kernbereich der epistemischen Dinge, soweit sie im Experiment zugänglich gemacht werden können. Es wird dann weiterhin die Rede sein von Daten, den konsolidierten Formen dieser Spuren, und von den Transformationen und Transpositionen, die diesen Übergang charakterisieren. Erst dieser Übergang schafft einen Raum, den Datenraum, in dem die experimentell erzeugten Spuren gehandhabt und verarbeitet werden können. Um diesen Raum geht es in Kapitel 2. Es ist der Raum, in dem sich die aus Daten aufgebauten Entitäten epistemischen Interesses temporär vergegenständlichen. Eine ihrer zentralen und bekanntesten Formen wird traditionell unter dem Begriff des Modells verhandelt. In unterschiedlichen Varianten spielen Modelle in allen experimentellen Wissenschaften eine entscheidende Rolle. Dementsprechend stehen sie im Zentrum dieses Kapitels. Das dritte Kapitel befasst sich mit den graphematischen Verfahren, mittels derer Daten konfiguriert und Modelle zur Darstellung gebracht werden. Sie dienen der Sichtbarmachung epistemischer Konfigurationen. Epistemische Dinge sind jedoch auch in technische Umgebungen eingebettet. Deren Wechselspiel begründet die Dynamik von Experimentalsystemen. So wendet sich schließlich das vierte Kapitel weg von den Untersuchungsgegenständen und hin zu den Techniken ihrer Untersuchung. Es versucht plausibel zu machen, wie sich Forschungstechnologien sukzessive derart in Experimentalabläufe einfügen lassen, dass sie der Erzeugung der in den ersten beiden Kapiteln geschilderten phänomenotechnischen Effekte Vorschub leisten. Diese Vorgänge werden hier unter den Begriff des Pfrop-

fens gestellt. Im fünften Kapitel werden die Schreibaktivitäten in den Blick genommen, die das Labor zu einem Schriftraum eigener Prägung machen. Insgesamt widmet sich der erste Teil des Buches einmal aus epistemischer, einmal aus technischer Perspektive den Umständen und Bedingungen, die dem Experimentiervorgang sein strukturelles Gepräge geben und ihn zu einer Vorrichtung machen, in der sich Neues ereignen kann. Das ist es letztlich, was das Forschungsexperiment ausmacht: Es ist auf die Gewinnung neuen Wissens ausgerichtet.

Zwei weitere, in diesen Zusammenhang gehörende Aspekte einer Phänomenologie des Experimentierens habe ich bereits im vierten Abschnitt meines letzten Buches über die Geschichte und Epistemologie des Experiments, die *Epistemologie des Konkreten*, ausführlicher besprochen. Es handelt sich um das Phänomen des Präparats sowie um die Schnittstelle zwischen Apparat und Objekt.¹ Ihnen werden hier deshalb keine gesonderten Kapitel gewidmet. An jeweils geeigneter Stelle wird aber erneut auf sie hingewiesen.

1 Rheinberger, *Epistemologie des Konkreten*, dort Kapitel 11 und 12.

I. Spuren

Unter den Händen der Experimentatoren erstreckt sich der Bereich des Infra-Experimentellen. In dieser Unterwelt, wenn man sie so nennen kann, gilt es jene Momente zu erfassen und zur Darstellung zu bringen, jene Ereignisketten, in denen die Forschungsdinge Bedeutung erlangen und wissenschaftliche Bedeutung sich schrittweise vergegenständlicht. Es geht um die Mikrodynamik des Forschungsprozesses. Gaston Bachelard hat für einen derartigen Blick *von unten* den Begriff der »Mikro-Epistemologie« geprägt.¹ Weder die traditionelle wissenschaftstheoretische Vorstellung von Induktion noch die von Deduktion hilft uns hier weiter, und auch Charles Sanders Peirce' Abduktion, obwohl sie der Sache schon etwas näher kommt, müssen wir hinter uns lassen.² Ich spreche von Subduktion, und zwar in einem sehr speziellen Sinn: Wir bewegen uns in einem Bereich, der so zugerichtet ist, dass einem etwas unterlaufen, dass sich Neues, nicht Vorwegnehmbares ereignen kann. Es ist der Bereich, der sich zwischen den Agenten des Wissens und den Gegenständen ihres Interesses erstreckt. Dieser Bereich hat sich in den modernen Wissenschaften zu einer gewaltigen Maschinerie ausgeweitet, die ihre Pole gewissermaßen verschlingt und eine eigene Welt hervorbringt: die Unterwelt der Forschungstechnologien.

Was geht hier vor sich? Wie lässt sich fassen, was hier abläuft und wozu der ganze Aufwand getrieben wird? Es ist wohl nicht zu weit hergeholt und überspitzt zu sagen, dass die grundlegende Geste der modernen Wissenschaften überhaupt darin besteht, Unsichtbares sichtbar zu machen: Es geht darum, Strukturen und Prozesse vor Augen zu führen, allgemeiner gesagt, den Sinnen zugänglich, *sinnfällig* zu machen – um auf ein wunderbares Wort zurückzugreifen, das uns die deutsche Sprache zur Verfügung stellt –, die sich der unvermittelten Beobachtung nicht erschließen und die damit auch nicht unmittelbar evident sind. Eine Versinnfälligung dieser Art ist notwendigerweise von ganz unterschiedlichen For-

1 Gaston Bachelard, *Le Rationalisme appliqué*, Paris 1949, S. 56.

2 Charles Sanders Peirce, »Abduction and induction«, in: Justus Buchler (Hg.), *Philosophical Writings of Peirce*, New York 1955, S. 150-156.

men des Eingreifens und der Manipulation, also letztlich von einer instrumentell vermittelten Störung abhängig. Edgar Wind hat das einmal wie folgt ausgedrückt: »Der ›Eingriff‹, den somit jeder empirische Forscher unternehmen muss, um überhaupt mit seinem Material in Kontakt zu kommen und die Regeln seines Verfahrens zu erproben, ist ein durchaus als real aufzufassender Vorgang. Man schaltet das Instrumentarium ein und ›stört‹ damit die gegebene Konstellation.«³ In der Unumgänglichkeit solcher Störungen liegt der Grund, warum sich in der modernen Wissensproduktion eine so enge Verbindung zwischen Wissenschaft und Technik, das heißt zwischen der wissenschaftlichen Wissensgewinnung und den technischen Mitteln, auf denen ihre Verfahren beruhen, herausgebildet hat. Die Wissenschaften, so wie wir sie heute kennen, existieren nur vermittels dieser medientechnischen Landschaft. Diese liegt ihnen aber nicht immer schon voraus, sie ist aus den Vorgängen der Wissensgewinnung und ihren Weiterungen selbst erwachsen.⁴ In diesem Sinne kann von einer technologischen Disposition der Wissenschaften gesprochen werden. In die neuzeitliche Wissenschaftserzeugung ist ein techno-epistemisches Momentum eingeschrieben.⁵ Es manifestiert sich in historisch ganz unterschiedlichen Formen, von denen die meisten sich als vergänglich erweisen: Man denke etwa an die selbstschreibenden Apparaturen, welche die Physiologie des 19. Jahrhunderts revolutionierten, die heute jedoch gänzlich außer Gebrauch gekommen sind.⁶

Das sollte aber nicht dazu verleiten, Wissenschaft und Technik umstandslos in eins zu setzen und im Gefolge ebenso umstandslos von Technowissenschaften zu sprechen, wie es viele Untersuchun-

3 Edgar Wind, »Über einige Berührungspunkte zwischen Naturwissenschaft und Geschichte«, in: ders., *Heilige Furcht und andere Schriften zum Verhältnis von Kunst und Philosophie*, Hamburg 2009, S. 237-256, hier S. 248.

4 Vgl. dazu generell Terry Shinn, *Research-Technology and Cultural Change: Instrumentation, Genericity, Transversality*, Oxford 2007.

5 Vgl. dazu Don Ihde, *Postphenomenology and Technoscience. The Peking University Lectures*, Albany 2009.

6 Vgl. etwa Robert Brain, *The Pulse of Modernism. Physiological Aesthetics in Fin de Siècle Europe*, Spokane 2015; exemplarisch François Dagognet, *Etienne Jules Marey. La Passion de la trace*, Paris 1987; Henning Schmidgen, *Die Helmholtz-Kurven. Auf der Spur der verlorenen Zeit*, Berlin 2009; Andreas Mayer, *Wissenschaft vom Gehen. Die Erforschung der Bewegung im 19. Jahrhundert*, Frankfurt/M. 2013.

gen im Rahmen der Science and Technology Studies tun.⁷ Ich werde zeigen, dass es sich lohnt, die technischen und epistemischen Momente der Wissenschaften auseinanderzuhalten, statt sie zu vermengen, und beide in ihren Wechselwirkungen zu studieren. Dadurch wird ebenfalls sichtbar, wie Technisches und Epistemisches sich gegenseitig bedingen und vorantreiben – wie sie sich aber gerade dadurch immer wieder in ihrer Unterschiedenheit bestätigen.

Spuren

Um die primären Produkte dieser Wechselwirkung zu charakterisieren, habe ich bereits in *Experiment, Differenz, Schrift* damit begonnen,⁸ den Begriff der Spur als eine Voraussetzung für den Begriff der Repräsentation und die ganze Bildmetaphorik im Gefolge des Letzteren zu mobilisieren. Ich habe mich dabei immer wieder auf Jacques Derridas grammatologische Reflexionen bezogen.⁹ Man kann hier aber auch auf die Überlegungen des Kunsthistorikers Georges Didi-Huberman verweisen.¹⁰ Es schien mir lohnend, den Begriff der Spur im Kontext der Charakterisierung der experimentellen Arbeit fruchtbar zu machen. Mit diesem Versuch bin ich keineswegs allein geblieben.¹¹ In der Spur haben wir es mit einer Form der primären materiellen Manifestation – einem Handgreiflich-Werden – zu tun, die sich durch folgende Eigentümlichkeiten auszeichnet. Eine Spur ist erstens elementarer und damit auch rudimentärer als das, was wir üblicherweise unter Repräsentation verstehen. Sie ist zweitens, um auf das semiotische Vokabular von Peirce zurückzugreifen, von indexikalischer Natur:¹² Sie ist die Manifestation eines epistemischen Dings. Drittens ist

7 So etwa Bruno Latour, *Science in Action. How to Follow Scientists and Engineers Through Society*, Cambridge/MA 1987.

8 Hans-Jörg Rheinberger, *Experiment, Differenz, Schrift*, Marburg 1992.

9 Jacques Derrida, *Grammatologie*, Frankfurt/M. 1974.

10 Georges Didi-Huberman, *Ähnlichkeit und Berührung. Archäologie, Anachronismus und Modernität des Abdrucks*, Köln 1999.

11 Sybille Krämer u. a. (Hg.), *Spur. Spurenlesen als Orientierungstechnik und Wissenschaft*, Frankfurt/M. 2007; vgl. auch Barbara Wittmann (Hg.), *Spuren erzeugen. Zeichnen und Schreiben als Verfahren der Selbstaufzeichnung*, Zürich, Berlin 2009.

12 Charles Sanders Peirce, »Logic as semiotic: The theory of signs«, in: Justus Buchler (Hg.), *The Philosophical Writings of Peirce*, New York 1955, S. 98-119.