

Lara Huber

Standards und Wissen

Zur Praxis wissenschaftlicher Erkenntnis.
Eine philosophisch-systematische Untersuchung

428 Seiten · broschiert · € 49,90
ISBN 978-3-95832-193-9

© Velbrück Wissenschaft 2020

Einleitung

Die Wissenschaftsphilosophie hat sich in den letzten Jahren mehr und mehr für Ansätze geöffnet, die die *Praxis* wissenschaftlicher Forschung in den Fokus rücken. Dabei handelt es sich um systematische Analysen, die das klassische Konzept des hypothesenprüfenden Experiments in Frage stellen und unter den Schlagworten »neuer Experimentalismus« oder »Philosophy of Science in Practice« verhandelt werden.¹ Als maßgeblich für diese Entwicklung erwies sich der

1 Mit der Bezeichnung »neuer Experimentalismus« werden sehr unterschiedliche philosophische Theorien gefasst, die vor allem der Umstand vereint, dass sie experimentelle Praktiken eigens zum Thema machen, wie dies in anderen Bereichen der Wissenschaftsforschung seit Längerem schon gang und gäbe ist. Neben *Representing and Intervening* von Ian Hacking (1983) und *Experimentelle Erfahrung* von Holm Tetens (1987) sei hier vor allem auf Editionen und Textsammlungen zum Thema verwiesen: *Experimental Essays*, hrsg. von Michael Heidelberger und Friedrich Steinle (1998), *The Philosophy of Scientific Experimentation*, hrsg. von Hans Radder (2003a) sowie *Generating Experimental Knowledge*, hrsg. von Uljana Feest et al. (2008). Marcel Weber schreibt über diese Trendwende in seiner Monographie *Philosophy of Experimental Biology* (2005a, 144): »New Experimentalists are not saying that theories play no role in experimental practice. What they are denying is that learning from experiments *solely* consists in learning about

Einfluss der *Science and Technology Studies*. Stellvertretend sei hier auf den Soziologen Andrew Pickering verwiesen, der in den 1990er Jahren die Trendwende unter dem Diktum »From Science as Knowledge to Science as Practice« auf den Punkt gebracht hat.² Tatsächlich erfahren praktische Konzepte des Wissens seit den 1970er Jahren eine besondere Aufmerksamkeit, was sich an der Rezeptionsgeschichte von Leitbegriffen des Diskurses, namentlich Michael Polanyis »Tacit knowledge«, zeigen ließe. Aber lässt sich angesichts dieser Trendwende auch schließen, Wissen im Allgemeinen und wissenschaftliche Erkenntnis im Speziellen erfahren eine Neubewertung? Dass diesbezüglich überhaupt ein systematischer Klärungsbedarf besteht, wird derzeit vor allem in Bezug auf die Auslotung »technowissenschaftlichen Wissens« festgestellt.³

Bevor ich hierauf zurückkomme, sei festgehalten, dass sich die Öffnung der Wissenschaftsphilosophie zur *Praxis* wissenschaftlicher Forschung auch noch aus einer weiteren Quelle speist: Zum Experiment und den hierauf gründenden Status moderner Experimentalwissenschaft tritt die Experimentalstätte, neusprachlich: das Labor. Die Arbeits- und Organisationsstruktur moderner Laborarchitektur wird zunächst selbst zum »Feld« ethnographischer Studien, den *Laboratory Studies*.⁴ Emblematisch für dieses Interesse an der wissenschaftlichen Aktivität, dessen Zentrum das Labor naturwissenschaftlicher Prägung ist, steht Bruno Latours 1983 erschienener Essay *Give Me a Laboratory and I Will Raise the World*. Das epistemische Potenzial des Labors wird mit den experimentellen Methoden, genauer den interventionistischen Verfahren der Aufreinigung und Isolierung von Krankheitserregern in der Bakterienkultur, verbunden und gegenüber

the truth or falsity of theories, and that the theory always comes first.« Einen Einblick in zeitgenössische Diskurse zur *Philosophy of Science in Practice* gibt der Sammelband *Science after the Practice Turn*, hrsg. von Léna Soler et al. (2014).

2 Pickering (1992b, 3): »[S]cholars have traditionally shown little direct interest in scientific practice. Their primary concern has always been with the products of science, especially with its conceptual product, knowledge.« Zur Einführung vgl. auch die Sammelbände *Science as Practice and Culture*, hrsg. von Pickering (1992a) und *The Uses of Experiment*, hrsg. von David Gooding, Trevor Pinch und Simon Schaffer (1989).

3 Zur Einführung vgl. Alfred Nordmann (2012).

4 Vgl. hierzu vor allem die Monographie *Laboratory Life* von Bruno Latour und Steve Woolgar (1979). Dass diese wiederum hinter den Ansätzen der neuen Experimentalisten in der Philosophie zurückbleiben, darauf hat etwa Timothy Lenoir aufmerksam gemacht (1988). Zum Begriff des *Labors*, der für das Forschungsfeld der *Laboratory Studies* leitend ist, vgl. Karin Knorr-Cetina (1995).

dem tatsächlichen *Feld* positioniert, wo Krankheiten von Natur aus auftreten.⁵

Die Gegenüberstellung von *Labor* und *Natur* erweist sich vor allem für den wissenschaftsphilosophischen Diskurs um Forschungsansätze der Biowissenschaften in der Folgezeit als prägend: »neuartige« Phänomene oder Entitäten, die durch die Laborumgebung erst beobachtbar werden oder gar zur Existenz kommen, stehen jenen gegenüber, die in der freien Natur unverstellt, sprich: in ihrer Natürlichkeit erforscht werden könnten.⁶ Parallel dazu gerät die Experimentalstätte unter dem Einfluss des »spacial turn«, der Theorien des Raumes zu neuer Popularität verhilft, als *soziale* Topographie (»Wissensraum«) in den Blick.⁷ Ein besonderes Augenmerk liegt hierbei auf der spezifischen »Aktivität«, die mit der experimentellen *Tätigkeit* als solcher und noch genauer dem Umstand verbunden wird, dass Handlungsanteile einzelner Personen, die unterschiedliche Fähigkeiten und Fertigkeiten mitbringen, integriert und koordiniert werden müssen.⁸ Dass mit den methodischen Neuerungen und technischen Entwicklungen der frühen Experimentalwissenschaften gerade auch eine Auseinandersetzung um den Ausweis wissenschaftlicher Erkenntnis entbrennt, zeigen Steven Shapin und Simon Schaffer in ihrer historischen Studie *Leviathan and the Air-Pump*.⁹

Meine philosophisch-systematische Erkundung des Verhältnisses von *Standards* und *Wissen* nimmt hier ihren Ausgang: Standards bezeichnen,

- 5 Latour (1983, 146): »[I]n Pasteur's laboratory something happens to the anthrax bacillus that never happened before (I insist on these two points: something happens to the bacillus that never happened before).« Latour fokussiert in seinem Essay auf die Forschungsarbeiten des Mikrobiologen Louis Pasteur um 1880. Pasteurs »Labor« befand sich in einem kleinen Gebäude im Seitentrakt der Pariser *Ecole Normale Supérieure*, in dem heute auch das Philosophische Seminar untergebracht ist.
- 6 Zur Einführung vgl. das Themenheft *Natur im Labor*, hrsg. von Kristian Köchy und Gregor Schiemann (2006).
- 7 Zur sozialen Topographie des Labors vgl. Adi Ophir und Steven Shapin (1991) und Michael Lynch (1995). Als Einleitung in die philosophische Würdigung des Wissensraums eignet sich der Sammelband *Räume des Wissens*, hrsg. von Karen Joisten (transcript, 2010); als Einführung in die Raumtheorie der Sammelband *Raumtheorie*, hrsg. von Jörg Dünne und Stephan Günzel (Suhrkamp, 2006).
- 8 Hier sei etwa auf die Arbeiten von Gooding verwiesen, in seinem Aufsatz *Putting Agency Back Into Experiment* schreibt er etwa (1992, 75): »Experimentation is a play of operations in a field of activity, which I call the experimenter's space. The place of experiment is not so much a physical location (workbench, laboratory, field station) as a set of intersecting spaces in which different skills are exercised.«
- 9 In ihrem Vorwort zur Neuauflage schreiben Shapin & Schaffer (2011 [1985], 14): »[I]mportant to our project is an examination of method understood as real practical activity. For example, we shall devote much attention

wie zu sehen sein wird, eine heterogene Gruppe von Normen, deren Genese und Geltung verständlich werden, wenn man Wissenschaft nicht vom Theoretischen her, sondern im Rekurs auf ihre praktische Wirklichkeit in den Blick nimmt. Standards dienen wissenschaftlichen Zwecken: Auf ihrer Grundlage werden Ressourcen ausgewählt, Methoden priorisiert, wird über die Bewertung von Forschungsergebnissen entschieden. Im Speziellen widmet sich die Untersuchung der Frage, welchen Anteil Standards daran haben, genuines Wissen, namentlich *wissenschaftliche Erkenntnis* auszuweisen. Im Fokus der Analyse wird somit auch der normative Status von Standards stehen, sprich: die *Geltung* eines Nachweisverfahrens im Sinne einer Konvention oder Norm. Auch um seine *Gültigkeit* wird es gehen, die widerspiegelt, welche »operative Wertigkeit« Standards entfalten und wie diese im Sinne der Erkenntnissicherung Einsatz finden – innerhalb oder eben auch außerhalb eines bestimmten Forschungsfeldes.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass Standards und damit einhergehende Regime der Standardisierung respektive Normalisierung in der Wissenschaftsforschung eine wachsende Aufmerksamkeit erfahren: Die Regulierungskraft von Standards wird seit den 1970er Jahren innerhalb eines fachübergreifenden Diskurses um Normalität, im Anschluss an Georges Canguilhem und Michel Foucault, unter den Stichworten »Normalisierung« und »Disziplinierung« kritisch gewürdigt.¹⁰ Die Implementierung von Erhebungs- und Messinstrumenten in der Physiologie und Psychologie habe, wie in diesen Studien konstatiert wird, nicht nur zur Quantifizierung, Skalierung und Klassifizierung physiologischer und psychischer Parameter geführt, sondern auch zur weitreichenden Neubewertung von Individuen und ihrer körperlichen wie geistigen Leistungsfähigkeit.¹¹ Problematisiert wird im Speziellen, dass »Normalwerte«, die zur Ermittlung herangezogen werden, in der Regel nicht als neutrale Maßstäbe wahrgenommen werden, sondern mit Idealvorstellungen des »Natürlichen« oder gar des »Gesunden« verbunden werden. Innerhalb der

to such questions as: How is an experimental matter of fact actually produced? What are the practical criteria for judging experimental success or failure? How, and to what extent, are experiments actually replicated, and what is it that enables replication to take place?«.

- 10 Zur Einführung siehe Jürgen Links umfassende Monographie *Versuch über den Normalismus* (2006) sowie Beiträge aus der theoretischen Philosophie, darunter *Normalität* von Thomas Rolf (1999) und *Grenzen der Normalisierung* von Bernhard Waldenfels (2008).
- 11 Vgl. hierzu die Detailstudien zur Psychometrie bzw. psychologischen Testung (*Mismeasure of Man* von Stephen Jay Gould, 1996) und zur Klassifizierung von Krankheiten in der Psychiatrie (*Sorting Things Out* von Geoffrey C. Bowker und Susan Leigh Star, 2000) sowie den Sammelband *Normierung der Gesundheit*, hrsg. von Jochen Hess (1997).

Medizin ist es mittlerweile üblich geworden, den pejorativen Charakter des »Normalwerts«, durch den Begriff des »Referenzwerts« zu umgehen.

Zur Standardisierung in Technik, Wissenschaft und Medizin liegen bisher vor allem Arbeiten aus der historischen und soziologischen Forschung vor.¹² Vieldiskutierte Themen sind etwa die Standardisierung wissenschaftlicher Praktiken und die Professionalisierung der medizinischen Forschung und Versorgung. Exemplarisch sei hier auf Karen A. Raders Studie zur tierbasierten Forschung (*Making Mice: Standardizing Animals for American Biomedical Research: 1900-1955*, 2004) verwiesen, auf Christoph Gradmanns und Jonathan Simons kritische Würdigung der Entwicklung von Therapeutika (*Evaluating and Standardizing Therapeutic Agents: 1890-1950*, 2010) sowie auf Stefan Timmermans und Marc Bergs Monographie zur Standardisierung der klinischen Forschung (*The Gold Standard: The Challenge of Evidence-Based Medicine and Standardization in Health Care*, 2003).

Inwiefern die Standardisierung von Instrumenten oder technischen Verfahren weitere Prozesse der Standardisierung in Gang setzt, zum Beispiel die Entwicklung spezifischer Erhebungs- und Bewertungsmethoden verlangt, illustrieren mittlerweile zahlreiche Studien aus dem Bereich der Wissenschafts- und Technikgeschichte.¹³ Für die Wissenschaftsphilosophie stellt dies eine wichtige Basis dafür dar, Werte und Ideale der Messtechnik (Genauigkeit, Akkuratheit, Signifikanz) aus systematischer Sicht zu würdigen, wie sich an aktuellen Forschungsarbeiten zum Thema ablesen lässt.¹⁴ Auf Standards wird in diesem Zusammenhang vor

allem exemplarisch verwiesen, ihr Status für Forschungszwecke erfährt in der Regel keine dezidierte Würdigung.

Meine Untersuchung beschreitet vor diesem Hintergrund folglich in zweifacher Hinsicht Neuland: Dies betrifft *erstens* den Umstand, dass der Status von Standards für die wissenschaftliche Forschung überhaupt in systematischer Hinsicht erschlossen wird. Letzteres betrifft sowohl die Frage, unter welchen Bedingungen sich lokale Gebrauchsnormen ausbilden, als auch, ob sie sich als überfachliche wissenschaftliche Normen durchsetzen. Hinzu tritt, *zweitens*, die Engführung von *Standards* und *Wissen*. Hiermit verbindet sich der Mehrwert, nach Kriterien von Wissen zu fragen und auf ihrer Grundlage die Wissenschaftlichkeit von Wissen auszuweisen: Wann haben wir es mit *wissenschaftlicher* Erkenntnis zu tun? Die systematische Erörterung nimmt diese Frage als Ausgang, um sich detailliert mit dem Anspruch auseinanderzusetzen, dem Erkenntnis in wissenschaftlicher Hinsicht genügen muss, und würdigt vor diesem Hintergrund die spezifischen Realisierungsbedingungen, mit denen wissenschaftliche Forschung konfrontiert ist. Dass die Auslotung *praktischer* Fragen als Desiderat der jüngeren Wissenschaftsphilosophie betrachtet werden kann, wurde eingangs bereits skizziert. Ziel des Vorhabens war es somit nicht, eine wie auch immer geartete »neue« Theorie des Wissens aufzustellen, sondern die *Praxis* wissenschaftlicher Erkenntnis im Rekurs auf die experimentelle Tätigkeit im Labor eigens zum Thema zu machen: Hier wäre im Besonderen auf das grundlegende Verhältnis von *Handlung* und *Erkenntnis* zu verweisen. Thematisch handelt es sich folglich im engeren Sinne um eine Studie zur Wissenschaftsphilosophie mit dem spezifischen Fokus auf erkenntnistheoretische Grundfragen (Was ist Wissen? Wie wird Erkennen durch Handeln möglich?). Die systematische Würdigung des Themas schließt darüber hinaus, wie ich meine, notwendig auch Gesichtspunkte ein, die über tradierte Topoi der Wissenschaftsphilosophie hinausreichen, und klassischerweise der politischen oder sozialen Philosophie zuzuordnen sind: Experimentelles *Tätigsein* ließe sich unter dem Stichwort des »*Arbeitens* im Laborsetting« verhandeln, die Erkenntnis als »Produkt« wissenschaftlicher Forschung kritisch würdigen. Zu denken wäre ferner an den Zusammenhang zwischen dem Ausweis wissenschaftlicher Expertise (potentia) und Anerkennungsprozessen, die Statuszuschreibungen, wie etwa die Autorität von Experten, tragen. Insofern lässt sich die Untersuchung auch als Beitrag zu einer

(2011) und *Shifting Standards: Experiments in Particle Physics in the Twentieth Century* von Allan Franklin (2013). Zur Einführung vgl. auch den Sammelband *Standardization in Measurement*, hrsg. von Oliver Schlaudt und Lara Huber (2015).

12 Zu den prominentesten Arbeiten aus diesem Bereich zählen *The Invisible Industrialist: Manufactures and the Production of Scientific Knowledge*, hrsg. von Jean-Pierre Gaudillière und Ilana Löwy (1998), *Regulating Technologies, Legal Futures, Regulatory Frames and Technological Fixes*, hrsg. von Roger Brownsword und Karen Yeung (2008), *Standards and Their Stories: How Quantifying, Classifying, and Formalizing Practices Shape Everyday Life*, hrsg. von Martha Lampland und Susan Leigh Star (2009), »By Whose Standards?« *Standardization, Stability and Uniformity in the History of Information and Electrical Technologies*, hrsg. von James Sumner und Graeme Gooday (2009) und die Monographie *Standards: Recipes for Reality* von Lawrence Busch (2011).

13 Einige wegweisende Arbeiten, die auf einzelne Instrumente bzw. Verfahren fokussieren, seien hier genannt: *A History of the Thermometer and its Use in Meteorologie* von W. E. Knowles Middleton (1966), *Making PCR: A Story of Biotechnology* von Paul Rabinow (1996), *Picture Control: The Electron Microscope and the Transformation of Biology in America, 1940-1960* von Nicolas Rasmussen (1997) bzw. *Discovering Cell Mechanisms* von William Bechtel (2006).

14 Vgl. *Inventing Temperature: Measurement and Scientific Progress* von Hosok Chang (2004), *How Accurat is the Standard Second?* von Eran Tal

Wissenschaftsphilosophie verstehen, die sich für systematische Fragen des Sozialen und Politischen öffnet.¹⁵

Im thematischen Fokus der Analyse stehen laborbasierte Forschungsdesigns der Biowissenschaften am Schnittfeld von Biologie und Biomedizin.¹⁶ Zwei Gesichtspunkte machen diese zu einem besonders geeigneten Ausgangspunkt einer systematischen Untersuchung zum Status von Standards einerseits und der Praxis wissenschaftlicher Erkenntnis andererseits:

Hier wäre erstens die *Materialität* ihrer Forschungsdesigns zu nennen, das heißt vereinfacht gesagt, der Umstand, dass laborbasierte Ansätze in den Biowissenschaften eine Vielzahl an ›Ressourcen‹ erschließen, die organischer Natur sind und zuvor mittels bio- oder gentechnischer Verfahren für Forschungsziele ›handhabbar‹ gemacht wurden (z.B. Zellkulturen, experimentelle Organismen).¹⁷ Die sich in ihnen realisierende Verbindung von *Organischem* einerseits und *Technischem* andererseits kann als ein charakteristisches Merkmal biowissenschaftlicher ›Ressourcen‹ überhaupt gelten. Vor allem dann, wenn es sich um generische ›Produkte‹ der Laborwissenschaften handelt.¹⁸ Letztere

- 15 Vgl. hierzu insbesondere die in dieser Hinsicht programmatische Monographie *Knowledge and Power: Towards a Political Philosophy of Science* von Joseph Rouse (1987).
- 16 Zur Einführung in die Geschichte und disziplinäre Breite der Biowissenschaften vgl. *The Modern Biological and Earth Sciences*, hrsg. von Peter Bowler und John V. Pickstone (2009); zum Selbstverständnis von Biologie und Biowissenschaft(en) vgl. das Lemma »Biologie« in *Historisches Wörterbuch der Biologie* von Georg Toepfer (2011, Bd. 1). Als Einführungen in philosophisch-systematische Fragen eignen sich *The Oxford Handbook of Philosophy of Biology*, hrsg. von Michael Ruse (2008), *Biophilosophie zur Einführung* von Kristian Köchy (2008), der hier für eine weite Definition von Wissenschaftsphilosophie eintritt, sowie die jüngere, recht kompakte Darstellung *Philosophy of Biology* von Peter Godfrey-Smith (2014).
- 17 Zur Einführung in die Debatte um die Materialität biowissenschaftlicher Forschung vgl. den Sammelband *The Right Tools for the Job*, hrsg. von Adele E. Clarke und Joan H. Fujimura (1992), und hier im Besonderen den Beitrag von James A. Griesemer, der die spezifische Materialität von Ressourcen für die biologische Forschung verhandelt (1992, 54): »*Biological materials* [...] are material objects that are subjects of biological investigation; they are thus distinguished from many other material objects deployed by biologists in their work. Laboratory glassware is material, but does not serve as material for biologists since it is not the subject of biological investigation.« Griesemer problematisiert in seinem Beitrag nicht zuletzt, dass die Materialität der Forschungsressourcen in der Wissenschaftsphilosophie bis dato unzureichend gewürdigt wurde.
- 18 Dass mit biowissenschaftlicher Forschung zahlreiche Herausforderungen in moralischer und rechtlicher Hinsicht assoziiert werden, ist vor allen anderen

legen die Basis für die Umsetzung von Forschungszielen der *Biologie*, indem etwa an ›einfachen‹ Organismen allgemeine Grundlagen der Vererbung erarbeitet werden; der *Biomedizin*, die die Ursachen menschlicher Pathologie im Tier oder anderen ›Stand-ins‹ erforscht; oder der *Biotechnik*, die großen Anteil daran hat, organisches Leben im Labor zu stabilisieren, kontrolliert zu verändern oder ›neu‹ zu erzeugen. Die Standardisierung ist der Laborwissenschaft strenggenommen eingeschrieben. Hier sei im Besonderen auf den Umstand verwiesen, dass sie Ausgangsmaterialien in besonderer Güte (Isolation, Aufreinigung) verlangt, die in der Folge als standardisierte Ressourcen bereitgehalten werden müssen. Erwähnt sei auch die engmaschige Überwachung von Interventionen sowie die methodologische Besonderheit des Laborprotokolls. Vor diesem Hintergrund wäre freilich auch darauf einzugehen, dass Forschungsdesigns der laborbasierten Biowissenschaft nicht nur das Verständnis von *Wissensobjekten*, sondern auch von *Wissenssubjekten* prägen. Letztere treten immer auch als Handlungssubjekte mit spezifischen Fertigkeiten in Erscheinung, denen zugemutet werden kann, das Potenzial einer ›materiellen‹ Ressource, wie etwa einer transgenen Maus, hinsichtlich konkreter Forschungsziele zu erschließen und in der Folge auszuschöpfen.

Der zweite Gesichtspunkt, warum sich die Biowissenschaften als Grundlage für eine systematische Untersuchung zum Thema im Speziellen eignen, betrifft die *Experimentalstätte*, das heißt die den experimentellen Designs folgende Grenzziehung zwischen Labor einerseits und Feld oder Klinik andererseits. Experimentalwissenschaftliche Methoden werden in zahlreichen Wissenschaftsfeldern heute zumindest komplementär eingesetzt und sind zum Teil sogar in Feldwissenschaften gebräuchlich, deren Fokus traditionell auf der Beobachtung und nicht der Intervention liegt.¹⁹ Zugespitzt formuliert bedeutet dies, dass beide

Dingen auf die Instrumentalisierung organischen Lebens zurückzuführen (Embryonenforschung, Tierversuche bzw. tierverbrauchende Forschung, Patentierung organischen Lebens etc.). Aus Sicht der Naturphilosophie wird nach der Ontologie gentechnisch veränderter Formen organischen Lebens gefragt, aus Sicht der Bioethik, wie es um deren moralischen Status bestellt ist. Ich werde diese Fragen im Rahmen der vorliegenden Untersuchung nur bedingt streifen. Vgl. hierzu vor allem meine Ausführungen im Hauptteil der Untersuchung (B. II.1.1).

- 19 Astrid Schwarz widmet sich dieser Frage umfassend im Rahmen ihrer systematischen Untersuchung *Experiments in Practice*. In ihrer Einleitung stellt sie hierzu, durchaus provokant, fest (2014, 1): »For a long time experimentation was perceived as a scientific method that is implemented primarily within the walls of a laboratory. This literal as well as conceptual boundary has since been exceeded: nowadays, experiments are happening everywhere and they might be conducted by just about anybody.«

Begriffe, der des *Experiments* als auch der des *Labors* im Zuge der Experimentalisierung von Wissenschaftsbereichen und der hiermit einsetzenden Diversifizierung von Forschungsstätten unspezifischer geworden sind.²⁰ Umgekehrt zeigt sich aber auch, dass alle Wissenschafts- und Forschungsbereiche, die sich als Experimental- oder Laborwissenschaft verstehen, strukturelle Gemeinsamkeiten teilen: Der Bezug zwischen experimenteller Methodik und Experimentalstätte, die gemäß ihrer Minimaldefinition als nach außen begrenzte Einrichtung experimentelle Designs vor Einflüssen schützt, ist folglich nicht nur für laborbasierte Forschungsdesigns der Biowissenschaften bedeutsam, sondern kann selbst noch für die physikalische Großforschung veranschlagt werden.²¹ Dies unterscheidet Experimental- und Laborwissenschaften von allen anderen Forschungsfeldern, die sich des Jargons des ›Experiments‹ respektive ›Labors‹ bedienen, ohne hierauf auch ihr wissenschaftliches Selbstverständnis zu gründen. Hinzu kommt, dass die faktische Begrenzung der Forschungsstätte, zum Beispiel in Gestalt von Sicherheitsstufen im Sinne des Arbeitsschutzes, oftmals gerade auch eine soziale Wirklichkeit wissenschaftlicher Forschung entfaltet und mit dem Ausweis von Zugangsrechten zusammenfällt.

Die systematische Untersuchung fokussiert folglich auf experimentalwissenschaftliche Designs, die für die laborbasierten Forschungsfelder der Biowissenschaften typisch sind. Zweierlei wird dadurch herausgestellt, nämlich erstens der *Status* laborwissenschaftlicher Strategien für biowissenschaftliche Fragestellungen. Das »Labor« ist folglich ein Differenzierungsbegriff: laborbasierte Forschung versus *Feldforschung* einerseits, Laborforschung versus *klinische* Forschung andererseits.²²

- 20 Einen Überblick über die Spezialisierung von Forschungsstätten gibt der Sammelband *The Development of Laboratory*, hrsg. von Frank James (1989). Folgt man der Etymologie des Begriffs (Laboratorium) wird außerdem deutlich, dass hiermit ursprünglich keine Forschungsstätten, sondern vor allem Arbeits- und Werkstätten bezeichnet wurden, das heißt die Erzeugung von Produkten (Alchemie, Apotheke) im Vordergrund stand. Auch heute gibt es noch ›Labore‹ innerhalb der Technikwissenschaften, der Pharmazie oder auch Medizin (z.B. Forensik), die keine wissenschaftlichen Forschung betreiben und somit auch nicht als experimentalwissenschaftliche Einrichtungen gelten können.
- 21 Zu den Anforderungen, die die technische und organisatorische Realität zeitgenössischer Forschungsstätten an ihre Architektur stellen, vgl. den Sammelband *The Architecture of Science*, hrsg. von Peter Galison und Emily Thompson (1999).
- 22 Zur historischen Genese und kritischen Würdigung der Grenzziehung zwischen Labor und Feld in der Biologie schreibt Robert E. Kohler (2002a, 3): »[T]he lab-field border in biology is of recent origin, probably no older than the mid-nineteenth century, when laboratories outgrew museums and

Hiermit ist auch die Herausforderung berührt, dass die Translation von Forschungsergebnissen in die jeweiligen Anwendungsfelder gelingt. Das heißt, dass ihre Potenzialität auch außerhalb des laborbasierten Settings bestätigt werden kann und ihre Nutzung für Verbraucher, zum Beispiel Patienten, nachweislich unbedenklich ist.²³ Folglich werde ich mich in der Untersuchung nicht nur *diesseits*, sondern auch *jenseits* der Laborgrenze bewegen. Gewöhnlich wird angenommen, dass anwendungsnahe Forschungsfragen per se außerhalb des Laborkontexts entstehen, in der klinischen Praxis etwa, und in der Folge zur ›Lösung‹ oder ›Klärung‹ an die Wissenschaft herangetragen werden. Dies gilt für die Laborwissenschaften wie die Biomedizin aufgrund ihrer spezifischen Realisierungsbedingungen nicht unbedingt. Oftmals ist es in der tierbasierten Forschung etwa faktisch so, dass neue Ziele *aus* den im Labor präferierten ›Ressourcen‹ *heraus* in Angriff genommen werden, abhängig von der Potenzialität des Modellorganismus, der Expertise des Forschungslabors. Spätestens bei der Frage, wie der Nachweis über die Effektivität eines designierten Therapeutikums zuverlässig erbracht werden kann, rückt die Demarkation zwischen Diesseits und Jenseits des Labors freilich wieder dezidiert in den Blick.²⁴ Darüber hinaus steht das Labor, zweitens, für die spezifischen Anforderungen, denen Experimentaldesigns in den Biowissenschaften genügen müssen. Allgemein lässt sich festhalten, dass sich laborbasierte Settings dadurch auszeichnen, dass sie der Komplexität realer

herbaria as the premier places of modern science. Indeed, we could say that our concept of the ›field‹ was a by-product of the laboratory revolution of the 1840s to the 1870s. The categories of the field and laboratory were conceived and are mutually (and changeably) defining: like matter and antimatter, town and country, good and fallen angels. Observation and comparison, once performed by closet and voyager naturalists alike, became second-best practices in a landscape dominated by labs. And whole organisms and organisms in situ became less real than their disassembled parts. The laboratory revolution made the cultural landscape in which field biologists now live. It created the lab-field border.« Zur Gegenüberstellung von Labor und Klinik (auch: »bettseitige«, d.h. patientenbasierte Forschung) vgl. meine Ausführungen im Abschnitt B. II.1.2.2.

- 23 Zur Einführung in gentechnische Verfahren bzw. gentechnisch veränderte Entitäten, die in Bezug auf die grüne bzw. rote Gentechnik derzeit diskutiert werden, vgl. die Forschungsberichte der *Arbeitsgruppe Gentechnologiebericht*. Kurzfassungen der Berichte (z.B. Grüne Gentechnologie 2013, Gentherapie 2011) sind über folgende Homepage abrufbar <http://www.gentechnologiebericht.de> (05.03.2019).
- 24 Die Unterscheidung zwischen *experimentalwissenschaftlich* und *experimentell* adressiert im Bereich der klinischen Forschung und Therapie unter Umständen gerade auch die grundsätzliche Frage, ob Standards (Standardverfahren, Standardtherapie) erfüllt werden oder nicht. Ich verwende beide Begriffe hier freilich, wenn nicht eigens ausgewiesen, synonym.

Bedingungen ›vereinfachte‹ Bedingungen gegenüberstellen. Dies bedingt die Etablierung von Standards, die Prozesse und Vollzüge ›sichern‹, indem sie Einflussfaktoren zu unterscheiden, isolieren und überwachen erlauben. Als Gegenstück zum kontrollierten Laborexperiment und seiner unterstellten Künstlichkeit wird neuerdings das »Realexperiment« diskutiert und als »Forschen unter besonderen Komplexitätsbedingungen« beschrieben.²⁵

Ziel der systematischen Untersuchung ist es, vor diesem Hintergrund zu prüfen, inwiefern Maßnahmen der Standardisierung, durch den gegenseitigen Verweisungszusammenhang zwischen Experiment einerseits und Labor andererseits, als Strategien der *Erkenntnissicherung* verständlich werden: indem sie etwa Handlungen im Laborsetting anleiten und Interventionen kontrollieren und sichern helfen. Im Einzelnen gliedert sich die Untersuchung in zwei systematische Analyseteile zum Status von Standards in der laborbasierten Forschung (Kapitel B und C), dem eine Grundlegung vorangestellt ist (Kapitel A). Letztere benennt Schlüsselbegriffe und legt Leitvorstellungen des Diskurses dar: Die konzeptuelle Ambiguität des Standards, als deskriptives Modell einerseits und normative Referenz andererseits, wird im ersten Schritt entlang der Begriff- und Bedeutungsgeschichte korrelativer Konzepte erschlossen, dem *Maß*, dem *Typus*, der *Regel*, dem *Kanon* und der *Norm*. Der Fokus liegt auf systematischen Narrativen, die sich aus Sicht der Philosophie oder der Wissenschaftsgeschichte ausweisen lassen (A. I). Im zweiten Schritt wende ich mich explizit der kriteriologischen Analyse wissenschaftlicher Erkenntnis zu. Statt dem Anspruch zu folgen, wissenschaftliche Erkenntnis abschließend zu bestimmen, möchte ich zu einer Erkundung einladen, die bei der experimentalwissenschaftlichen und im Speziellen der laborzentrierten Forschung ihren Ausgang nimmt (A. II). Dies geschieht entlang von vier Kriterien, *Systematizität*, *Objektivität*, *Produktivität* und *Potenzialität*. Systematizität und Objektivität sind tradierte Leitvorstellungen, die mit wissenschaftlicher Erkenntnis verbunden werden. Beide Kriterien adressieren die spezifische Qualität dieses Wissenstypus. Unter *Systematizität* wird die Strukturbeschaffenheit oder der Organisationsgrad von Wissen verhandelt: Forschung stellt sich als systematisches Unternehmen dar, Wissenschaft koevolviert mit einem »Wissenssystem«.

25 Vgl. Wolfgang Krohn, auf den der Begriff zurückgeht (2007, 355). Den Fokus von Realexperimenten erläutert er wie folgt (ebd., 351): »Im Realexperiment steht [...] die erfolgreiche lebensweltliche Problemlösung im Vordergrund, die möglichst situationsspezifisch, sozusagen maßgeschneidert sein soll. Ausgeprägt ist dies im ökologischen Bereich. Renaturierungsprojekte, Fluss- und Seesanierungen, Landschaftsgestaltung in der Folge von Tagebau oder die Konstruktion eines Endlagers für radioaktiven Müll sind darauf ausgerichtet, eine lokale Lösung zu finden, die genau – und möglicherweise nur – für bestehende Randbedingungen und Faktorenkonstellationen gilt.«

Ich werde dies anhand der Entstehungsbedingungen naturwissenschaftlicher Sammlungen und ausgewählter Ordnungssysteme (Klassifikation, Nomenklatur) erläutern. Das zweite Kriterium, die *Objektivität*, adressiert die Selbstgegebenheit des Erkenntnisobjekts oder auch die Sachadäquatheit von Ergebnissen wissenschaftlicher Forschung. Die Erkenntnispraktiken der Experimental- und Laborwissenschaften legen es, wie zu sehen sein wird, im Speziellen nahe, Objektivität in seiner Abgrenzung zum *subjektiven Wissen* einerseits und zum *singulären Wissen* andererseits näher in den Blick zu nehmen.

Zu den tradierten Leitvorstellungen treten zwei weitere Kriterien hinzu: Produktivität und Potenzialität. Sie prägen wissenschaftliche Forschung, wie ich meine zeigen zu können, nachhaltig. Als Kriterien sind sie implizit präsent, werden freilich bis dato innerhalb der Wissenschaftsphilosophie nicht eigens gewürdigt. *Produktivität* adressiert Wissen aus Sicht der Erkenntnispraxis. Zwei Gesichtspunkte stelle ich hier heraus: die gemeinhin unterstellte Fortschrittsorientierung aller Erkenntnisarbeit sowie die Gewährleistung von Evidenz oder Faktizität. Unter dem vierten Kriterium, der *Potenzialität*, wird es im Anschluss an tradierte Debatten um Wissen und Macht sowohl um die Vorhersage- oder gar Erklärungskraft wissenschaftlicher Theorien und Modelle gehen als auch um die soziale Wirklichkeit wissenschaftlicher Forschung, die Begründung fachlicher Autorität und deren Anerkennung durch wissenschaftliche Kollektive.

Hierauf baut die eigentliche Analyse zum Status von Standards in der laborbasierten Forschung auf (Kapitel B und C). Zunächst werden Idealvorstellungen und Ziele vorgestellt, die sich mit der Standardisierung in der technischen Moderne verbinden (B. I). Sie werden vor allem dahingehend in den Blick genommen, inwiefern sie, im Zuge der *Technisierung* wissenschaftlicher Praxis einerseits und der *Verwissenschaftlichung* technischer Verfahren andererseits für die Experimental- und Laborwissenschaften bedeutsam werden. Daran schließt der fallbasierte Untersuchungsteil an, der eine praxiologische Perspektive auf den Status von Standards in den Biowissenschaften eröffnet (B. II).²⁶ Er gliedert sich in drei Analyseschritte zur Standardisierungspraxis entlang ausgewählter Beispiele aus dem Schnittfeld von biologischer, biotechnischer und biomedizinischer Forschung. Ich lege der Analyse drei Reflexionsbegriffe zugrunde, mit denen ich der Heterogenität von Standards innerhalb der laborbasierten Forschung Rechnung trage. Es handelt sich, im besten Sinne

26 Im Fokus steht die deskriptive Analyse, in welchen Kontexten und auf welcher Grundlage ›Standards‹ verhandelt werden. Bekannterweise steht ein solches Unternehmen vor der Herausforderung, die Objektsprache der wissenschaftlichen Praxis (»Realsprache«) nicht mit der Metasprache der Philosophie bzw. Wissenschaftsforschung zu verwechseln. Gleichzeitig ist

des Wortes, um ›streitbare‹ Begriffe, die das ›Feld‹ für eine systematische Erkundung erschließen und über den normativen Status von Standards im Sinne von *epistemischen*, *methodischen* oder *technischen Normen* zu reflektieren erlauben. Die Geltung von Normen führe ich auf die Autorität wissenschaftlicher Standardsetzer zurück sowie auf die Anerkennung, die Standards aufgrund ihrer Funktionalität für Zwecke der Sicherung durch wissenschaftliche Kollektive erfahren. Ich bin der Ansicht, dass wir Standards nicht gerecht werden, wenn wir sie, wie es sich innerhalb der Wissenschaftsphilosophie eingebürgert hat, pauschal als »Konventionen« bezeichnen und damit vor allem implizieren, dass wir es – in Bezug auf ein Nachweisverfahren etwa – faktisch so und so halten, es aber prinzipiell auch anders halten könnten. Zwar entwerfe ich hier keinen »Konventionalismus« oder »Konstruktivismus«, gleichfalls sympathisiere ich mit einigen Überlegungen, die Lothar Schäfer im Anschluss an Pierre Duhem herausgestellt hat, nämlich dass »Konventionen« – ich würde freilich von *wissenschaftlichen Normen* sprechen – zum »konstitutiven Element der Erfahrungswissenschaft« gezählt werden könnten und es folglich notwendig sei, diese dahingehend explizit zu würdigen.²⁷ Vorrangiges Ziel ist es, mit der Erkenntnispraxis laborbasierter Forschung vertraut zu werden. Um den Ausweis oder eine gar abschließende Begründung einer Typologie von Standards im strengen Sinne geht es mir nicht.

Die fallbasierte Untersuchung mündet in eine zusammenfassende Schau von nichtempirischen Zielen der Standardsetzung, die ich in der Folge als Kriterien der Funktionalität von Standards, sprich: ihrer »operativen Wertigkeit«, verhandle und zum Desiderat der *Sicherung* von Erkenntnis in Beziehung setze. Entsprechend adressiere ich diese Ziele als »erkenntnisleitende« oder kurz: »epistemische Ziele«. Die ›Wertigkeit‹ wissenschaftlicher Normen bemisst sich in der Folge daran, ob vordringliche Standardisierungsziele, namentlich *Homogenität*, *Stabilität*, *Validität*, *Positivität*, *Öffentlichkeit* oder *Kontrolle*, die für die Laborwissenschaften unabdingbar sind, erfüllt werden. Die hieran anschließende kritische Analyse setzt sich mit der *Geltung* und *Gültigkeit* von wissenschaftlichen Normen für Zwecke der Erkenntnissicherung auseinander und erörtert den Zusammenhang von *Genese* (Standardsetzung) und *Verbreitung* (Durchsetzung) von Regularien für wissenschaftliche Zwecke (z.B. Nachweisverfahren). Ich gehe in diesem Zusammenhang auch auf pluralistische Ansätze in der Wissenschaftsforschung ein (B. III).

festzuhalten, dass einzelne Begriffe der Objektsprache bereits als theoretische Konzepte in die Metasprache Eingang gefunden haben (Ian Hacking »Phänomene«, Hans-Jörg Rheinbergers »Experimentalsysteme«). Hier wäre auch meine Verwendung des Begriffs »Goldstandard« zu nennen (vgl. B. III).

27 Vgl. Schäfer (1974, 11). Er spricht davon, den Tatbestand zu »exemplifizieren« (ebd., 22).

Der dritte Untersuchungsteil (Kapitel C) widmet sich der laborbasierten Forschung aus erkenntnistheoretischer Sicht. Im Speziellen geht es darum, Wissenschaft als *Praxis* zu explizieren. Im ersten Schritt wird auf den konstitutiven Zusammenhang von *Handeln* und *Wissen* im Rahmen experimenteller Forschung aufmerksam gemacht und dieser in wesentlichen Schritten dargelegt (C. I). Der Handlungs- und Wissensraum *Labor* kommt in der Folge aus unterschiedlichen Perspektiven in den Blick: als *Realisierungsbedingung* experimentellen Wissens, als *Organisationseinheit* wissenschaftlichen Arbeitens, und schließlich als *Differenzierungsinstanz* von Akteuren und Experten. Die Untersuchung schließt mit einer kritischen Würdigung, die im Besonderen die »regulative Wirklichkeit«, die Standards als erkenntnissichernde Maßnahmen in der laborbasierten Forschung entfalten, analysiert (C. II). Sie greift Ergebnisse der einzelnen Analyseschritte auf, diskutiert und problematisiert sie entlang des klassischen Diskurses um *Wissen* und *Macht*: Erklärungsansprüche, die sich mit wissenschaftlicher Erkenntnis verbinden, werden ins Verhältnis zur Verfasstheit und Organisation wissenschaftlicher Forschung gesetzt. Zu nennen wäre etwa die systematische Frage, woran die *Wissenschaftlichkeit* von Wissen in der laborbasieren Forschung festgemacht wird und auf diesem Weg dem *Deutungsmonopol* von Wissenschaft insgesamt Vorschub leistet. Hinzu tritt die Auseinandersetzung um Standards der *Öffnung* und *Öffentlichmachung*, die die wissenschaftliche Forschungsstätte zu einem streitbaren ›Ort‹ machen und auf diesem Weg die *Autorität* des Laboratoriums überhaupt erst zu begründen erlauben.