

Original Paper

Lara Huber*

„Gentlemen in, Genuine Knowledge out“? Zum Status wissenschaftlicher Normen für die Erkenntnissicherung

DOI: 10.1515/auk-2016-0119

Zusammenfassung: Case studies in the history of science and technology have shown that scientific norms, so called standards, contribute significantly to the evolution of scientific practices. They arise predominantly, but not exclusively, on the basis of interactions with instruments of measurement and other technical devices. As regards experimental practices standards are mandatory preparatory procedures in a variety of designs, including the inbreeding and genetic engineering of experimental organisms (e.g. transgenic mice). I claim that scientific norms not only regulate mere technical preconditions of research but also guide experimental practices, for example with regard to the stabilisation and validation of phenomena. Against this background, the paper introduces different kinds of scientific norms and elaborates on the question if they are means to epistemic ends (e.g. stability).

Schlagwörter: Knowledge, stability, standardisation, laboratory sciences, philosophy of science

1 Einführung

Was zeichnet wissenschaftliche Erkenntnis aus? Konkretisieren lässt sich diese Frage an einer zweiten: Welche Strategien im Sinne der Erkenntnissicherung sind zu ergreifen, um zuverlässig und hinreichend von der Wissenschaftlichkeit der Ergebnisse sprechen zu können? Es geht hier de facto um die Sicherstellung, dass wissenschaftliche Ergebnisse fehlerfrei erhoben werden, d.h. weder Kalibrierungsdefizite noch andere technische oder methodische Fehlerquellen aufweisen. Zudem ist mit der Erkenntnissicherung aber auch die grundsätzliche Frage angesprochen, auf welcher Basis experimentell gewonnene Ergebnisse überhaupt als

*Corresponding Author: Lara Huber: Independent Scholar, Börnestr. 49, 22089 Hamburg, Germany, e-mail: lara_huber@gmx.de

wissenschaftliche Erkenntnis gelten können. Der Wissenschaftshistoriker Steven Shapin hat in seinem vielbeachteten Aufsatz zur Sozialgeschichte experimentalwissenschaftlicher Praxis im England des 17. Jahrhunderts den Umschlagpunkt von bloßer Gelehrtenmeinung zu echter, namentlich wissenschaftlicher Erkenntnis auf eine prägnante Formel gebracht, indem er einen Zusammenhang zwischen dem Verhaltenskodex einer sozialen Gruppe (den ‚Gentlemen‘) und der spezifischen Qualität wissenschaftlicher Erkenntnis feststellt. Im Einzelnen führt Shapin diesen Zusammenhang folgendermaßen aus:

„It was the acknowledged freedom of the gentleman’s action, the honor accorded to his word, the moral discipline he imposed upon himself, and the presumed moral equality of the company of gentlemen that guaranteed the reliability of experimental knowledge. In other words, gentlemen in, genuine knowledge out.“ (Shapin 1988, 397)

Zunächst ist einzuräumen, dass die Experimentalstätten, die so genannten „Houses of experiment“, die Shapin in seiner Sozialgeschichte der Experimentalwissenschaften in den Blick nimmt, keine modernen, auf eine bestimmte Forschungspraxis ausgerichtete Laborräume zum Teil hochtechnisierter Natur- und Lebenswissenschaften sind, die wir heute vor Augen haben, wenn wir von Experimentalwissenschaften sprechen. Es handelte sich hierbei in der Regel um private Räume, die erst über die dort ausgeübte Praxis zu ‚öffentlichen‘ Orten, sprich wissenschaftlichen Experimentalstätten wurden.¹ Die grundsätzliche Frage nach der Wissenschaftlichkeit von empirisch gewonnenen Ergebnissen ist, das deutet sich an diesem Beispiel bereits an, an den konkreten – sozial sanktionierten – Wissenschaftsort zurückgebunden, weil ausschließlich dort hinreichende Bedingungen guter wissenschaftlicher Praxis erfüllt sind. Inwiefern hieran Standards mitwirken bzw. als Regularien der Erkenntnissicherung herangezogen werden, wird im Folgenden – bezogen auf aktuelle Forschungsdesigns experimenteller Wissenschaft – zu zeigen sein. Zahlreiche historische und sozialwissenschaftliche Studien, darunter vor allem die so genannten Laboratory Studies, haben in den letzten Jahrzehnten die besonderen Bedingungen, unter denen geforscht wird, in den Blick genommen. Hinzu kommen in jüngerer Zeit zunehmend auch

1 Hiermit ist das Konzept der wissenschaftlichen Öffentlichkeit angesprochen. Im Speziellen geht es um die Frage, wer Teil dieser Öffentlichkeit ist: Dies schließt, wie Shapin und andere Wissenschaftshistoriker hervorheben (z.B. Long 1991), die Bestimmung von Akteuren und Zeugen experimentalwissenschaftlicher Praxis ein, kurz: die Frage, wer darüber befindet, ob es sich bei einem Versuchsaufbau um wissenschaftliche Tätigkeit und bei den hieraus resultierenden Ergebnissen um wissenschaftliche Erkenntnis handelt. Zur Konstituierung „öffentlicher Diskursgemeinschaften“ und ersten Strukturen der öffentlichen Organisation von Wissenschaft vgl. Schneider 1992.

philosophische Analysen, die sich etwa im Sinne einer *Philosophy of Science in Practice*, wissenschaftlichen Praktiken im Detail zuwenden und somit auch lokalen Regimen der Erkenntnissicherung Aufmerksamkeit schenken.

Die Frage danach, welche wissenschaftlichen Richtlinien in Forschungsfeldern Geltung besitzen und wie sich diese als Standards wissenschaftlicher Praxis rechtfertigen lassen, ist vor diesem Hintergrund aktueller denn je.

Der Beitrag würdigt den Status wissenschaftlicher Standards für die Erkenntnissicherung und zeigt, dass hiervon sowohl verfahrenstechnische Abläufe als auch individuelle Handlungen innerhalb von Forschungsdesigns der Experimentalwissenschaften betroffen sind. Die Realsprache der empirischen Wissenschaften verweist in diesem Zusammenhang auf den normativen Status bzw. die Autorität von wissenschaftlichen Standards. Auch wissenschaftliche Standards, gebieten demnach dezidierte Handlungs- und Bewertungsschritte, hier bezogen auf erkenntnisbezogene Urteile, wie etwa die Validität von Messergebnissen. Die Analyse nimmt auch die Frage nach der Rechtfertigung von Standards auf und benennt konkrete Ziele, die mit der Standardsetzung im Sinne der Erkenntnissicherung verbunden werden. Vor diesem Hintergrund wird auch ein Zusammenhang zur Diskussion um Werte in den Wissenschaften hergestellt.

2 Zum Status von Standards in den experimentellen Laborwissenschaften

Forscherinnen und Forscher wissen in der Regel genau, welche konkreten Handlungs- und Bewertungsschritte im Einzelnen einzuhalten bzw. zu berücksichtigen sind, um gemeinhin anerkannte Kriterien von Wissenschaftlichkeit zu wahren. Der Rekurs auf einen methodischen Standard, wie etwa die Einhaltung sowohl sehr allgemein gefasster Verfahrensregeln ‚guter wissenschaftlicher Praxis‘ als auch zum Teil sehr detaillierter Handlungsschritte, die in einem Protokoll für die Auswertung von Messergebnissen festgelegt sind, ist für Forscher folglich *obligatorisch*. Bei der Befolgung eines Standards handelt es sich, wie ich hier herausstellen möchte, aber nicht nur um einen bloß formalen Ausweis der Wissenschaftlichkeit von Forschungsergebnissen. Der Rekurs auf einen Standard ist zugleich aus erkenntnistheoretischen Gründen *unverzichtbar*. Kurz: Standards haben Einfluss darauf, welche Handlungs- und Bewertungsschritte erkenntnisleitend sind. So gesagt, sind Standards auch in systematischer Hinsicht mitbestimmend, was als wissenschaftliche Erkenntnis Geltung hat und für Anwendungskontexte, wie etwa die klinische Praxis, Gültigkeit besitzt. Ohne standardisierte Formate, wie etwa Analysekits für die Laborwissenschaft, und wissenschaft-

liche Konventionen, wie etwa Regelungen zum Umgang mit Forschungsdaten, ist heute kein wissenschaftliches Handeln im engeren Sinne zu denken. Im Folgenden werde ich Standards im Sinne eines operativen Begriffs als ‚wissenschaftlich-technische Normen‘ bezeichnen und beide Begriffe synonym verwenden. Gegenüber klassischen Normkonzepten der Rechtslehre oder Moralphilosophie ist hervorzuheben, dass es sich bei Standards um außerrechtliche und um moralindifferente Normen handelt. Dies schließt freilich, wie das Beispiel messtechnischer Standards und anderen dezidiert technischen Normen zeigt, nicht aus, dass diese etwa im Rahmen von Richtlinien oder rechtlich bindenden Vereinbarungen fixiert werden können.²

Vor allem experimentelle Tätigkeiten scheinen es im Besonderen notwendig zu machen, Strategien der Erkenntnissicherung zu implementieren. Anteil hieran hat nicht nur die Einbindung von technischem Gerät (z.B. Messapparat), sondern auch die Verständigung über methodische Standards, wie etwa das Beispiel des randomisierten kontrollierten Studiendesigns innerhalb der klinischen und pharmazeutischen Forschung zeigt. Technische Normen für Laborgeräte und verbrauchende Materialien definieren – ähnlich wie im Bereich der industriebasierten Produktion – die faktische Gestalt und Performanz von technisch erzeugten Artefakten, von Petrischalen bis hin zu gentechnisch veränderten Zelllinien.³ Das Regime, sprich: die Abfolge aus standardisierten Formaten und Richtlinien, Validierungs- und Bewertungsschritten, ist für die Erkenntnissicherung im Laborkontext im oben skizzierten doppelten Sinne unerlässlich. Die Befolgung bzw. Nutzung eines Standards ist nicht zuletzt mit einer wesentlichen Voraussetzung, um von den anderen Forschern (den ‚Peers‘), die entsprechende Würdigung von Forschungsergebnissen zu erhalten. Warum ist dies der Fall? Wissenschaftliche Erkenntnis, dies zeigt Shapins Studie exemplarisch, bemisst sich daran, ob Forschungsergebnisse auf der Basis bestimmter Praktiken eines Kollektivs erworben werden. Im Fokus der „Houses of Experiment“ steht nicht das Genius, der einzelne Experte, der für sich Erkenntnis erwirbt oder bereits darüber verfügt, der Wissenschaftler wird als Angehöriger einer sozialen Gemeinschaft wahrgenommen, sein Renommee als Wissenschaftler begründet sich zum großen Teil

² Wissenschaftlich-technische Normen werden in rechtlich bindende Normen überführt, indem sie inhaltlich in Rechtsordnungen integriert werden. Vgl. Vec 2006 sowie Fußnote unten.

³ Wenn ich im Folgenden von Artefakten spreche, beziehe ich mich stets auf willentlich erzeugte Produkte (Petrischalen, Analysekits, Zelllinien), und nicht auf ‚technische Artefakte‘: Hierunter werden in der Realsprache der Wissenschaft sämtliche Phänomene gefasst, die – etwa durch störende Einflüsse bei der Messung – durch das technische Gerät erzeugt werden und folglich keinen Aufschluss über reale Zielphänomene der Messung geben. Im Sinne der Erkenntnissicherung sind derartige Artefakte folglich systematisch auszuschließen.

durch diesen Status (zu den ‚Gentlemen of Science‘ vgl. Morrell/Thackray 1981). Ein besonderer Stellenwert bei der frühen Aushandlung eines wissenschaftlichen Kodex der Experimentalwissenschaften kommt der *Royal Society of London for Improving Natural Knowledge* zu, die 1660 unter der Ägide von Robert Boyle und Robert Hooke gegründet wurde. Forschungsergebnisse sollen, das ist bis heute das Ideal der Experimentalwissenschaft, intersubjektiv vermittelbar sein. Bedingung ihres objektiven Status ist es, dass unter gleichen Bedingungen empirische Befunde wiederholt erzeugt werden können.⁴ Um dies zu gewährleisten wurden bereits im 17. Jahrhundert Schilderungen experimenteller Versuche in speziellen Registern schriftlich niedergelegt. Namentlich die Zeugenschaft, die Gentlemen über Beobachtungen und experimentelle Ergebnisse ablegten, hoben diese aus dem Rang bloßer Spekulation in den Status echter Erkenntnis. Zurückgeführt wurde dies auf die perzeptuellen Fähigkeiten der Gentlemen, sowie auf ihre Unfehlbarkeit in moralischer Hinsicht (Shapin 1988; Shapin/Schaffer 2011[1995]). Dem Wort eines Gentleman sei folglich im Besonderen zu trauen.⁵ Shapin erläutert diese Vorstellung wie folgt:

„[C]ertain kinds of people were independently known to be more trustworthy sources than others. Roughly speaking, the distribution of credibility followed the contours of English society, and that it did was so evident that scarcely any commentator felt obliged to specify the grounds of this creditworthiness. In such a setting one simply knew what sorts of people were credible, just as one simply knew whose reports were suspect.“ (1988, 376)

Hiermit beginnt, kurz gefaßt, die innerwissenschaftliche Verständigung über Standards der Erkenntnissicherung. Dies schließt die Vergewisserung über etablierte Methoden und die wissenschaftliche Nützlichkeit neuer Strategien ein. Unmittelbar betroffen ist auch die Organisation wissenschaftlicher Tätigkeit, wozu etwa die detaillierte Bestimmung von Handlungsabläufen im Rahmen experimenteller Settings zählt. Bedeutsam für die Frage, wie wissenschaftliche Tätigkeit organisiert und koordiniert wird, sind darüber hinaus weitere Gesichtspunkte,

⁴ Heutige Stichworte hierfür sind *Transparenz* und *Reproduzierbarkeit*. In der Wissenschaftsphilosophie hat das Ideal der Reproduzierbarkeit eine kritische Diskussion darüber angestoßen, ob sich hiermit nicht viel eher eine prinzipielle Forderung verbinde, denn eine tatsächlich ausgeübte Praxis. Zur Einführung vgl. Hacking 1983; Collins 1992; Radder 2003.

⁵ Shapins Studien schließen an sozialwissenschaftliche Positionen über die neuzeitlichen Wissenschaft an, darunter namentlich Robert K. Mertons „Sociology of Science“ (1973). Merton hat im Anschluss an Max Weber auf den maßgeblichen Anteil von puritanischen Werten an der Genese eines moralischen Ethos aufmerksam gemacht, der wiederum erst die Ausbildung einer sozialen Identität (‚Wissenschaftler‘) befördert habe. Dies ist in der Forschung vor allem deshalb problematisiert worden, weil hiermit gerade nicht abgebildet werde, was Wissenschaftler tatsächlich antreibe und ihr Handeln präge. Zur Einführung vgl. Golinski 2005.

wie die Einbindung von technischen Geräten, sowie die Wahl von Erhebungs- und Auswertungsverfahren (z.B. statistische Analyse). Die Konstitution und dann die fachdisziplinäre Verankerung experimentalwissenschaftlicher Methodik im 19. Jahrhundert hat, wie die Wissenschaftsgeschichte gezeigt hat, die Ausbildung von standardisierten Erhebungspraktiken im engeren Sinne erst befördert.⁶ Hieran hatte gerade auch der stark zunehmende Technisierungsgrad wissenschaftlicher Praxis ihren Anteil: Mit dem Instrumentengebrauch und der Entwicklung von Experimentalapparaturen halten Kernaspekte der technischen Normung Einzug in die Bewertungsgrundlage wissenschaftlicher Praktiken.⁷ Besonders deutlich wird dies etwa am Beispiel der Präzisionsmessung sowie in Bezug auf die Verständigung über messtechnische Konzepte, namentlich Genauigkeit.⁸ Viele sehr spezifische Regelungen, wie etwa die Bestimmung von Referenzwerten (baseline values, normative sample), blieben auf umschriebene Forschungsfelder, zum Beispiel die Psychologie oder die Biomedizin beschränkt und dienen vor allem dazu, prinzipielle Voraussetzungen für die Vergleichbarkeit von Studienergebnissen zu etablieren. Andere, wie etwa die formalisierte und oftmals anonyme, sprich: verblindete Begutachtung von Forschungsergebnissen durch die Experten des eigenen Forschungsfeldes (Peer Review-Verfahren) haben längst Eingang in die allgemeine Wissenschaftspraxis gefunden.

Standards werden, dies macht diese Skizzierung bereits deutlich, nicht einfach vorgefunden, sondern erarbeitet bzw. hergestellt. Sie sind folglich selbst Produkte wissenschaftlicher Expertise und haben somit bereits eine ‚Geschichte‘

6 Dies zeigen etwa frühe Regularien für die wissenschaftliche Beobachtung (z.B. Herschel 1849). Wie sich Regime der wissenschaftlichen Beobachtung über die Jahrhunderte ausgebildet haben, wann und zu welchem Grad standardisierte Beobachtungsformate in Forschungsfeldern Einzug hielten, zeichnet der Sammelband *Histories of Scientific Observation* (Daston/Lunbeck 2011) nach.

7 Wichtig war es zunächst, sich über nationale Grenzen hinweg über messtechnische Standards zu verständigen und regionale Einheiten durch internationale Formate und Bezugsgrößen der quantitativen Messung zu ersetzen. Beginnend mit der internationalen Meterkonvention von 1875 sind viele regionale Maße und Größen abgelöst und schließlich durch das SI-Einheitensystem (Système International d’Unités: 1960) ersetzt worden. Es definiert u.a. die sieben Basisgrößen (Länge, Masse, Zeit, Stromstärke, thermodynamische Temperatur, Stoffmenge und Lichtstärke). Die SI-Einheiten sind in die deutsche Rechtsordnung eingegangen (Einheiten im Messwesen: 1969; Gesetz über die Einheiten im Messwesen und die Zeitbestimmung, EinhZeitG: 2008) und liegen als DIN-Norm vor (DIN 1301).

8 Wie die Wissenschafts- und Technikgeschichte gezeigt hat, wirkt der instrumentell-technische Fortschritt, der sich gerade auch mit der Festsetzung internationaler messtechnischer Standards verbindet, wiederum auf das Verständnis messtechnischer Ideale, wie etwa der Präzision ein (Wise 1995). Was unter Genauigkeit verstanden wird, ist unmittelbar abhängig vom technisch abbildbaren Messbereich und somit auch von der Standardisierung von Maßgrößen.

(Entwicklung und Reifung), bevor sie als wissenschaftliche Norm explizit festgesetzt werden oder sich durch andere eher implizite Durchsetzungsprozesse tradieren. Hinzu kommen Fragen, wie sie auch aus der Rechts- und Moralphilosophie bekannt sind, nämlich nach der Normbegründung und Geltung von Normen. Welche Prozesse hier im Einzelnen zu unterscheiden sind, habe ich an anderer Stelle bereits im Detail vorgestellt (Huber 2015): Faktisch folgt die Standardsetzung einem konkreten Standardisierungsbedarf, zum Beispiel in technischer bzw. methodischer Hinsicht. Auch in Forschungskontexten können mit der Standardsetzung extraepistemische Ziele verbunden sein, vor allem, wenn mit ihr ökonomische Vorteile zu erwarten sind. Wird ein Standard von einer Forschungsgemeinschaft aufgegriffen und entsprechend genutzt, geht damit für den Standardsetzer in der Regel ein signifikanter Prestigegewinn einher. Folglich weisen Standards auf eine nicht notwendigerweise institutionalisierte Autorität zurück. Staatliche Behörden aber auch wissenschaftliche Vereinigungen erarbeiten Standards im Rahmen von Fachkollegien. Ihre Anerkennung als Instanz und Standardsetzer begünstigt die Durchsetzung von Normen. Über den tatsächlichen Status eines nominellen ‚Standards‘ entscheiden immer auch weitere Prozesse der Implementierung (Verbreitung/Gebrauch). Ein designerter Standard, der keine Verbreitung findet und in der Folge nicht genutzt wird, büßt seinen Status als Norm ein bzw. bildet diesen Status realiter nicht aus.

Auch für wissenschaftliche Zusammenhänge gilt folglich, dass der normative Status von Standards, sei es die Verbindlichkeit eines Standards für die Gültigkeit eines experimentellen Resultats, sei es die durchgängige Akzeptanz, die ein Standard in einem Wissenschaftsfeld erfährt, nicht pauschal behauptet werden kann, bereits abschließend geklärt ist oder etwa nie zur Disposition stünde. Das Gegenteil ist der Fall. Auch sind, wie bereits erwähnt, explizite Formen der Standardsetzung von impliziten, wie etwa des Gebrauchs bzw. der Verbreitung von Standards zu unterscheiden. Gleichzeitig gilt gerade auch für Standards, dass sie, wenn sie erst einmal etabliert sind und keine Konkurrenz haben, selten in die Kritik geraten und noch seltener ihr Status (ihr In-Kraft-Sein als Norm) als solcher hinterfragt wird. Dies geschieht erst dann, wenn sich ihr operativer Wert nicht länger erfüllt, etwa wenn (wiederholt) die Situation eintritt, dass sich wissenschaftliche Phänomene nicht entlang der Kriterien eines etablierten Klassifizierungssystems (Taxonomie) erfassen lassen, d.h. sich der Standardisierung ‚widersetzen‘.

Warum spreche ich in diesem Zusammenhang von *Normen* und nicht, wie dies eher üblich ist, von *Konventionen*? Im Gegensatz zu Normen sind Konventionen meist Regelungen, denen ein signifikanter Grad an Willkürlichkeit sowie Pragmatik nachgesagt wird (vgl. Searle 2005). Konventionen haben demnach allenfalls den Rang von bloß lokalen Gebrauchsnormen, etwas, was man in der wissenschaftlichen Praxis auch als ‚ad-hoc Standard‘ (working standard) bezeich-

net, einer wissenschaftlichen Konvention, die pragmatisch und bisweilen opportunistisch eine Problemlösung, die auf der Hand liegt, ergreift. Ob diese Lösung methodisch-technischer Natur zu einer wissenschaftlichen Norm („Standard“) erwächst, hängt unter anderem davon maßgeblich ab, inwiefern sie sich als nachweislich operativ für das Problemfeld erweist und ob sie sich im Rahmen weiterer Versuchsdurchgänge als Werkzeug der Standardisierung verstetigen lässt.

Der Moralphilosoph Joseph Raz hat die Frage, ob eine Norm vorliegt, wie folgt auf den Nenner gebracht: „Wenn man sagt, daß es eine Norm gibt, dann kann das entweder heißen, daß sie gültig (d.h. gerechtfertigt) ist, oder daß sie praktiziert wird oder daß sie von einer Person oder einer Körperschaft erlassen wurde.“ (Raz 2006, 106) Ich würde nun behaupten wollen, dass es sich auch bei wissenschaftlichen Standards idealiter um echte Normen handelt, die Raz auch als „kategorische Regeln“ bezeichnet.⁹ Dem Ideal nach kann folglich nur dann von der Existenz eines genuinen Standards und damit von seinem In-Kraft-Sein als Norm in technischer oder methodischer Hinsicht gesprochen werden, wenn zumindest eine der drei oben genannten „Norm-Dimensionen“ (Raz 2006, 107) zutrifft und hinzukommt, dass sein Status unangefochten und konkurrenzlos gilt. Letzteres habe ich als Ideal der *epistemischen Singularität* bezeichnet, womit ich als notwendige und hinreichende Bedingung für die Existenz eines Standards dessen Einzigkeit im Hinblick auf ein spezifisches Standardisierungsziel fasse (Huber 2015): Idealerweise besitzt ein Standard eine spezifische operative Wertigkeit (im Hinblick auf die Erreichung und Gewähr des Zieles), die bis dato durch keine andere vergleichbare Norm erfüllbar ist. Wenn dies zutrifft, erstreckt sich die Gültigkeit eines Standards, als Maßstab für die Zeitmessung etwa, auf alle prinzipiell möglichen Forschungs- und Anwendungskontexte. Seine Geltung als Norm muss aber faktisch erst durchgesetzt werden. Dies kann etwa durch Entscheidungsprozesse geschehen, an denen – je nach Forschungskontext oder Anwendungsgebiet – Entscheider aus Wissenschaft, Industrie und Politik teilhaben. Die tatsächliche Implementierung bzw. Durchsetzung eines Maßstabs kann durchaus auch scheitern bzw. sich gegebenenfalls aus primär ökonomischen

⁹ Zum Verhältnis von Normen und Regeln vgl. auch Raz 2006, 9: „Das Wort ‚Norm‘ wird hier als *terminus technicus* gebraucht. Das ihm am ehesten entsprechende deutsche Wort ist ‚Regel‘. Es gibt jedoch logisch ganz unterschiedlich geartete Typen von Regeln, und die vorliegende Untersuchung behandelt nur einen Teil davon – eben diejenigen, die ich ‚Normen‘ nenne. Dazu gehören einige der wichtigeren Regeltypen, darunter etwa die, die manchmal ‚kategorische Regeln‘ genannt werden – also Regeln, die eine bestimmte Handlung vorschreiben –, oder auch Erlaubnisregeln.“ Der Wissenschaftsphilosoph Larry Laudan bezeichnet wissenschaftliche Regeln auch als „konditionale Imperative (konditional in Bezug auf eine Reihe bestehender Ziele)“ (Laudan 1984, 40).

Interessen in die Länge ziehen, etwa weil die mit der Neueinführung verbundenen Kosten nicht finanziert werden können. Insgesamt zeigt sich, dass mit der erfolgreichen Durchsetzung notwendig die Koordination verschiedener Interessenslagen verbunden ist.¹⁰ Folglich kennt nicht nur die wissenschaftliche Praxis auch parallele Regime von Standards, etwa wenn über den operativen Wert eines bestimmten Maßstabs innerhalb einer Forschungsgemeinschaft Uneinigkeit herrscht und Laborgemeinschaften an lokalen Bewertungsregimen (alternative Maßstäbe) festhalten, die entsprechend nicht von allen Peers geteilt werden. Philosophen könnten bestreiten, dass es hier vor dem Hintergrund des Gesagten, namentlich des Ideals der epistemischen Einzigkeit von Standards, sinnvoll ist, in einem solchen Fall überhaupt von Standards zu sprechen, eben weil hier verschiedene Maßstäbe um den Status einer wissenschaftlichen Norm konkurrieren. Diese Konkurrenz ist in den Experimentalwissenschaften tatsächlich keine Seltenheit, sondern allenfalls ein Ausweis dafür, dass über die Nützlichkeit bzw. Güte eines Maßstabs in einem Forschungsfeld keine Einigung herrscht (Laudan/Laudan 1989). Im Gebrauch und folglich als wissenschaftliche Norm in Kraft sind folglich beide Maßstäbe – je nachdem, welche Laborgemeinschaft in den Blick genommen wird. Aus wissenschaftlicher Sicht können also parallele Regime von Standards innerhalb eines Forschungsfelds durchaus gerechtfertigt sein.¹¹ Dies muss weder aus Sicht der empirischen Wissenschaften, noch aus Sicht der Philosophie per se als Nachteil gewertet werden – wie die aktuelle Diskussion um Pluralität in den Wissenschaften zeigt. Vertreter ‚pluraler Wissenschaft‘ verbinden mit dem Vorliegen alternativer Erklärungsmodelle und paralleler Regime der Bewertung überwiegend positive Anreize für die wissenschaftliche Praxis (u.a. Mitchell 2003; Chang 2012).

10 Welche Rahmenbedingungen die Durchsetzung einer einheitlichen Zeitmessung (Greenwich Mean Time, GMT) begünstigt haben, beschreibt u.a. Bartky 1989.

11 Da Laborgemeinschaften oftmals an der Entwicklung von Standards (z.B. Vergleichswerten oder Testverfahren) beteiligt sind, ist kaum von der Hand zu weisen, dass zu genuin wissenschaftlichen Differenzen über die Repräsentativität eines Messwerts etwa, auch soziale bzw. ökonomische Gründe für das Festhalten an einem lokalen Bewertungsregime kommen können, vor allem, wenn damit ein Prestigegewinn in wissenschaftlicher Hinsicht verbunden wird.

3 Technische, methodische und epistemische Normen

Bevor ich im nächsten Schritt auf Rechtfertigungsfragen zu sprechen komme, möchte ich mich zunächst einem Klärungsbedarf zuwenden, der in Bezug auf die konzeptuelle Schärfung und Konkretisierung von Typen wissenschaftlicher Normen besteht. Gerade die laborbezogene Forschung scheint einen besonders hohen Grad an Standardisierungsprozessen und in der Folge eine Vielzahl an standardisierten Formaten aufzuweisen. Hierzu zählen nicht nur Mess- und Referenzwerte, sondern auch Substanzen mit hohem Reinheitsgrad, standardisierte Produkte wie Petrischalen und Analysekits bis hin zu genetisch optimierten Zelllinien und experimentellen Organismen, wie etwa Mäusen oder Zebrafischen. Ergänzt werden diese durch eine ungemeine Diversität an methodischen Standards, Vorgaben für die Handhabung von Verbrauchsmaterialien, Experimentalprotokollen bzw. Richtlinien für Begutachtungen.

Lassen sich hier überhaupt Typen von Standards ausmachen bzw. Standardisierungsziele in systematischer Hinsicht unterscheiden? Es bietet sich hier, wie ich meine, an, eine Unterscheidung von wissenschaftlichen Normen in den Experimentalwissenschaften vorzuschlagen, die im Sinne von Reflexionsbegriffen eine weitere Strukturierung und vor allem gesonderte Analyse von Standardisierungszielen, die ich in den Zusammenhang der Erkenntnissicherung stellen möchte, möglich macht, nämlich

1. technische Normen,
2. methodische Normen, sowie – hier als Spezialfall eingeführt (vgl. unten) –
3. epistemische Normen.

Mit dieser Unterscheidung sollen unterschiedliche Perspektiven auf den konkreten Regelungsbedarf und daraus resultierende Normierungsstrategien innerhalb der experimentellen Laborwissenschaften eröffnet werden, statt trennscharfe Setzungen in kategorischer Hinsicht zu behaupten. Die hier vorgeschlagene Einteilung geht in systematischer Hinsicht auch über Vorarbeiten hinaus, die Typen von Standards entweder für ein spezifisches Forschungsfeld unterschieden haben (Bowker/Star 2000; Timmermanns/Berg 2003), oder Standards jenseits von

erkenntnisbezogenen Fragen etwa gemäß ihrer inhärenten Funktionalität differenzieren (Busch 2011).¹²

3.1 Technische Normen

Im Fokus dieser Klasse von Normen stehen Zielvorstellungen der (technischen) Normung,¹³ die auch für die experimentalwissenschaftliche Praxis bedeutend sind, weil sie die technische Optimierung und standardisierte Herstellung und Handhabung von Verbrauchsmaterial anleiten. Als technische Normen fungieren Standards, wie wir sie aus der klassischen Ingenieurs- und Technikwissenschaft kennen, so genannte „Normalien“ oder messtechnische Normale, Prototypen und andere standardisierte Artefakte, z.B. baugleiche Teile. Je nach Forschungsfeld und konkretem Technikbezug unterscheiden sich experimentelle Designs zu einem hohen Maße. Dies lässt sich etwa am Beispiel der laborbasierten Biowissenschaften illustrieren. Die Ausstattung von Forschungslaboren umfasst technische Apparate (z.B. Zentrifuge) sowie weitere technisch standardisierte Produkte (Verbrauchsmittel) bzw. lebendiges Forschungsmaterial. In der Biomedizin sind dies gentechnisch modifizierte oder optimierte Artefakte, wie etwa Zellkulturen und „Knockout-Mäuse“ (transgene Tierlinien),¹⁴ in der Synthetischen Biologie

12 Derartige Vorarbeiten machen ebenfalls deutlich, dass die idealtypische Unterscheidung von Standards nicht die Realität von Standardisierungsinstrumenten hinreichend abbilden kann. Kategoriale Unterscheidungen seien oftmals nicht eindeutig möglich, da Standards unterschiedliche Aufgaben erfüllen – vgl. hierzu Timmermans/Berg 2003, 26: „terminological, design, performance, and procedural standards necessarily intertwine“; sowie Busch 2011, 48: „the categories are fuzzy at the edges. They overlap to some degree, rather than constituting fully discrete categories“.

13 Im Deutschen wird gemeinhin zwischen technischer Normung und der Normierung im juristischen Sinne unterschieden. Im Englischen ist hier – ähnlich wie im Französischen – von Standardisierung (standardization) oder auch Normalisierung (normalization) die Rede. Die technische Norm ist eine technische Vorschrift, die ein Produkt für eine Anwendung zweckhaft ausrichtet und hinsichtlich Qualität und Performanz bestimmt. Die Normung wird folglich nicht nur mit ökonomischen Prinzipien im Zuge der industriebezogenen Rationalisierung, sondern dezidiert mit der Qualitätssicherung von Produkten sowie darüber hinausreichenden Sicherheitserwägungen verbunden. Zum Diktum der „planmäßigen Vereinheitlichung“ und der Geschichte der technischen Normung, in Deutschland untrennbar mit der Geschichte des Deutschen Instituts für Normung (DIN) verbunden, vgl. Wölker 1992 und Vec 2006.

14 Die standardisierte Erzeugung dieser Produkte, die essentiell für weiterführende Forschung ist, ist oftmals entsprechend ausgelagert. Ein Beispiel unter vielen hierfür ist etwa das „Jackson Laboratory“ (<http://jaxmice.jax.org>), das standardisierte experimentelle Organismen, hier genetisch veränderte Mauslinien produziert und für Forscher weltweit vertreibt.

handelt es sich um standardisierte ‚biologische Teile‘, die in Anlehnung an ingenieurwissenschaftliche Prinzipien der Standardisierung als „BioBricks“ gehandelt werden.¹⁵

Wissenschafts- und technikhistorische Studien haben gezeigt, dass eine Vielzahl an Standardisierungsstrategien zur Anwendung kommt, um Instrumente bzw. technische Gerätschaften für einen bestimmten wissenschaftlichen Zweck nutzbar zu machen bzw. überhaupt erst in den Rang einer erkenntnissichernden Experimentalapparatur zu heben (z.B. Bourget/Licoppe/Sibum 2002; Hentschel 2012). Am Beispiel der Temperatur- und Zeitmessung wurde gezeigt, dass die Einführung von Messverfahren und die Auslotung ihres konkreten wissenschaftlichen Nutzens (Akkuratheit, messtechnische Auflösung), mit einer Vielzahl an Korrektur- bzw. Angleichungsprozessen verbunden sind, die von der Kalibrierung und der Vergewisserung über messtechnische Standards bis hin zu Fragen der Operationalisierung abstrakter messtechnischer Konzepte reichen (Chang 2004; Tal 2011). Welche weitreichenden Konsequenzen mit der Einführung neuer technischer Verfahren für Forschungsfelder verbunden sind, zeigt etwa der Technologietransfer: Hiermit wird gemeinhin die Überführung von technischen Verfahren, die in einem Forschungsfeld etabliert wurden und mit hohem wissenschaftlichen Nutzen verbunden werden, in ein neues Forschungsfeld bezeichnet. In der Regel beschränkt sich die Transferleistung nicht auf das technische Gerät, wie etwa Mikroskope, sondern umfasst auch weitere, für die Mikroskopie etablierte Verbrauchsmaterialien bzw. Bewertungsstandards (z.B. Färbung von Präparaten). Für das Forschungsfeld ist damit oftmals auch eine Neubewertung von bis dato vorherrschenden Standardisierungszielen und bereits etablierten Ermessungsgrundlagen verbunden (Nordmann, Radder/Schiemann 2011). Dies kann etwa dazu führen, dass bestehende Datenbanken, die Forschungsdaten sammeln, nicht nur ergänzende Standards für die Aufnahme neuer Daten definieren müssen, sondern gegebenenfalls, in eine neugegründete Datenbank überführt werden sollen, deren Standards sich vornehmlich auf die neuen instrumentellen Möglichkeiten ausrichten und gegebenenfalls über Forschungsfelder hinweg Daten sammeln. Dies kann unter Umständen auch eine Neubewertung von Forschungsergebnissen zeitigen, die sich nicht nur an den neuen Anforderungen des Computertechnischen (wenn es sich bis dato vornehmlich etwa um analoge Datensammlungen handelt) ausrichtet, sondern danach, ob die bereits vorliegenden – nach vorangegangenen Standards erhobenen – Forschungsdaten überhaupt in die neuen Formate (Metastandards) überführbar sind.

¹⁵ Zur Bedeutung von technikwissenschaftlichen Idealen (Austauschbarkeit) in der Synthetischen Biologie vgl. Mackenzie 2012.

Die Technizität standardisierter Produkte gründet sich, wie die vorangehende Analyse gezeigt hat, folglich sowohl auf die Art ihrer Erzeugung als auch die Art ihrer Handhabung bzw. Verwendung. Technische Normen legen demnach nicht nur fest, wie Artefakte beschaffen sein müssen (und herzustellen sind), sondern erfordern – für die erfolgreiche Implementierung der Artefakte innerhalb eines experimentellen Settings – methodische Normen, wie diese im Sinne erkenntnissichernder Maßnahmen zu handhaben sind. Bezeichnend für standardisierte Produkte ist zweierlei, erstens ihre standardisierte Erzeugung und Handhabung (als Artefakte) und zweitens ihr Status als Standard, sprich ihr normativer Status für Forschungsdesigns im Sinne der Erkenntnissicherung.

3.2 Methodische Normen

Als methodische Normen können sämtliche Strategien und Regime gefasst werden, die Handlungsabläufe innerhalb experimenteller Forschung im Sinne der Erkenntnissicherung anleiten. Hierzu zählt, wie bereits angedeutet, der gezielte Umgang mit technisch erzeugten Artefakten sowie die Kontrolle und Koordination von Handlungsschritten, die durch die Einbindung von Instrumenten und anderem technischen Gerät notwendig werden. Beispiele für methodische Normen sind formalisierte Instrumentarien wie Protokolle, oder auch standardisierte operationalisierte Verfahren (sog. SOPs), die Rahmenbedingungen experimenteller Tätigkeit bzw. Richtlinien der Begutachtung festlegen. Zu methodischen Normen, die das Studiendesign regulieren, gehören im Bereich klinischer, pharmazeutischer und psychologischer Studien, Maßnahmen der Randomisierung und Verblindung. Die Nutzung standardisierter Formate kann, wie das Beispiel randomisierter kontrollierter Studien (RCTs: randomized controlled trials) zeigt, gegebenenfalls mit der Genese weiterer, methodischer Normen einhergehen: In der klinischen Forschung ist etwa darüber eine Debatte in Gang gekommen, inwiefern die Berichterstattung, sprich die Publikation von Studienergebnissen, selbst einer Standardisierung bedarf, was sich in zahlreichen Forschungsbereichen etwa in Gestalt von Richtlinien der Nomenklatur, sprich formalisierten Bezeichnung und Beschreibung niederschlägt (vgl. Timmermans/Berg 2003). Bedeutsam ist die Standardisierung sowohl in Bezug auf die Entwicklung von Strategien der wissenschaftlichen Beobachtung als auch hinsichtlich der Auswertung von Beobachtungsdaten. In jüngerer Zeit widmet sich die Wissenschaftsphilosophie vor diesem Hintergrund verstärkt den spezifischen Bedingungen experimentell gewonnener Erkenntnis und schließt an ältere Studien zur Prozeduralität des Erkenntnisprozesses an, für den nicht nur ein theoretisches Erkenntnisinteresse sondern auch praktisches Know-how konstitutiv ist (Dewey 1998[1929]; Fleck

1980[1935]). Gerade die Experimentalwissenschaft, die aufgrund technischer Bedingtheit laborbezogen arbeitet, geriert sich als translokal organisiertes Arbeitsfeld wissenschaftlicher Experten.¹⁶ Die Verständigung über methodische Standards, die nicht auf ein Labor beschränkt bleiben, sondern idealiter im gesamten Forschungsgebiet implementiert sind und von den einzelnen Forschungsstätten im Sinne der Ratio der „best practice“ befolgt werden, ist in dieser Hinsicht für laborbezogene Experimentaldesigns essentiell. Zahlreiche historische und soziologische Studien haben die primäre Lokalität experimentalwissenschaftlicher Erkenntnis untersucht und sie in den Zusammenhang von erkenntnissichernden Maßnahmen, sprich der Standardisierung gestellt – wie etwa David D. Livingstone in seiner Studie *Putting Science in its Place*:

„In a fundamental sense, laboratory knowledge is local knowledge. It is bound up with particular practical know-how, with the on-site availability of appropriate bits of technology, and with knowing one's way around machines. Knowledge acquired in this setting depends on "craft knowledge" of the workings of experimental devices. And its circulation beyond the confines of one venue is not simply the story of universal truths being manifest in particular settings. It has also to do with managing the transfer from one local venue to another. The world of facts that is generated by equipment constitutes the proximate data that scientific claims refer to. Without instrumental reproduction in other locations, "findings" would not be found. So whether because of the difficulties of duplication or because replication is required in the first place to reproduce data, the geographical spread of experimental knowledge is a more complex suite of operations than might at first appear. What looks like the universalism of science – its seemingly problem-free transferability from one arena to another – turns out to have much to do with the replicating, standardizing, or customizing of local procedure." (2003, 142)

In der Wissenschaftsphilosophie wird unter dem Stichwort „radikaler Lokalismus“ die Tatsache problematisiert, dass sich experimentell gewonnene Ergebnisse nicht verifizieren lassen (z.B. Guala 2003). Dies trifft etwa für den Fall zu, wenn die Wirksamkeit eines Medikaments, die im Tierversuch nachgewiesen wurde, im Rahmen einer klinischen Studie nicht bestätigt werden kann. Die experimentell gewonnenen Ergebnisse besitzen demnach keine Vorhersage- oder gar Erklärungskraft für Phänomene der realen Welt, hier für den tatsächlichen Nutzen eines Medikaments im Sinne der Heilung oder Linderung von krankheitsbedingten Symptomen beim Menschen.

¹⁶ Dass sich mit der Aufteilung von Arbeitsschritten im Labor oftmals überhaupt erst umschriebene technische bzw. genuin wissenschaftliche Expertisen ausbilden vgl. Latour/Woolgar 1979; Knorr Cetina 2002; Collins/Evans 2007.

3.3 Epistemische Normen

Erklärungsmodelle, mit denen sich in konkreten Forschungszusammenhängen ein herausragender Status in erkenntnistheoretischer Hinsicht verbindet, können ebenfalls normativ wirken. Ich nenne sie deshalb epistemische Normen. Theorien und Modelle der Experimentalwissenschaften werden dann als Standardtheorie bzw. -modell diskutiert, wenn sie wie das Standardmodell der Teilchenphysik ein bestimmtes Erkenntnisziel am besten abbilden bzw. genauere Vorhersagen oder kohärentere Erklärungen erlauben als dies auf der Basis anderer, bereits vorliegender Theorien oder Modelle möglich ist. Thomas Kuhns Rede vom ‚Paradigma‘ und seiner spezifischen ‚Problemlösungsfähigkeit‘ macht diesen Gesichtspunkt anschaulich.¹⁷ Zum Paradigmenwechsel kommt es nach Kuhn, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

„Erstens muß der neue Anwärter einige hervorragende und allgemein anerkannte Probleme lösen können, die auf keine andere Weise zu bewältigen sind. Zweitens muß das neue Paradigma die Erhaltung eines relativ großen Teils der konkreten Problemlösungsfähigkeit versprechen, die sich in der Wissenschaft von seinen Vorgängern her angesammelt hat. Neuheit um ihrer selbst willen ist in der Wissenschaft kein Desideratum, wie in so vielen anderen kreativen Bereichen. Daraus ergibt sich, daß neue Paradigmata, auch wenn sie selten oder niemals alle Fähigkeiten ihrer Vorgänger besitzen, gewöhnlich doch eine große Zahl der konkretesten Bestandteile vergangener Leistungen bewahren und immer zusätzliche konkrete Problemlösungen gestatten.“ (1976, 181)

Paradigmen, hier verstanden als Standardtheorien oder -modelle, die als solche in einer Forschergemeinschaft besondere Anerkennung erfahren, haben nur so lange den Rang einer epistemischen Norm inne, solange nicht eine alternative Theorie bzw. ein alternatives Modell eine höhere Problemlösungsfähigkeit besitzt und antritt, den bis dato etablierten Standard abzulösen.¹⁸

¹⁷ Kuhns Verständnis des „Paradigma“-Begriffs ist bekanntermaßen nicht derart eindeutig, wie Kuhn in seinen *Neuen Überlegungen zum Begriff des Paradigmas* selbstkritisch anmerkt: „Kritiker, positive wie negative, haben betont, in wie vielen verschiedenen Bedeutungen der Ausdruck gebraucht werde. Ein Kommentator, der die Sache einer systematischen Untersuchung für wert hielt, stellte insoweit ein Sachverzeichnis her und fand mindestens 22 verschiedene Bedeutungen.“ (Kuhn 1977, 389)

¹⁸ Hierzu noch einmal Kuhn: „Um als Paradigma angenommen zu werden, muß eine Theorie besser erscheinen als die mit ihr im Wettstreit liegenden, sie braucht aber nicht – und tut es tatsächlich auch niemals – alle Tatsachen, mit denen sie konfrontiert wird, zu erklären.“ (1976, 32) Bedeutend ist in diesem Zusammenhang, dass innerhalb der Forschergemeinschaft ein Konsens darüber besteht, was überhaupt als wissenschaftliches Problem verstanden wird und inwiefern das Paradigma hierfür eine Lösung bzw. Klärung bereithält. Kuhn unterscheidet hier im Besonde-

Epistemische Normen wurden zu Beginn als Spezialfall wissenschaftlicher Normen bezeichnet. Es gilt folglich deutlich zu machen, warum dies im Kontext der vorgeschlagenen Einteilung von wissenschaftlichen Normen notwendig ist. Motiviert ist dieser Schritt durch die sprachanalytischen Arbeiten John R. Searles, der in der *Konstruktion der gesellschaftlichen Wirklichkeit* die Rede auf ‚institutionelle Tatsachen‘ gebracht hat. Dieses Konzept sei zunächst kurz erläutert: Institutionelle Tatsachen unterscheiden sich nach Searle von ‚rohen Tatsachen‘ (brute facts: Anscombe 1958) dadurch, dass sie der „Zuweisung eines kollektiv anerkannten Status, mit dem eine Funktion verbunden ist“ (Searle 2005, 50) bedürfen. Den Zusammenhang von Statusfunktion und Anerkennung verdeutlicht er wie folgt: „I can say that for the status functions to actually work, there must be *collective acceptance or recognition* of the object or person as having that status.“ (2010, 8) Searle erläutert diese Besonderheit von Statusfunktion und Geltungsfragen institutioneller Tatsachen wie folgt:

„The distinctive feature of human social reality, the way in which it differs from other forms of animal reality known to me, is that humans have the capacity to impose functions on objects and people where the objects and the people cannot perform the functions solely in virtue of their physical structure. The performance of the function requires that there be a collectively recognized status that the person or object has, and it is only in virtue of that status that the person or object can perform the function in question. Examples are pretty much everywhere: a piece of private property, the president of the United States, a twenty-dollar bill, and a professor in a university are all people or objects that are able to perform certain functions in virtue of the fact that they have a collectively recognized status that enables them to perform those functions in a way they could not do without the collective recognition of the status.“ (2010, 7)

Institutionelle Tatsachen sind nach Searle eine „besondere Unterklasse gesellschaftlicher Tatsachen“ (2005, 36). Im Besonderen beschreibt er sie als Tatsachen, die streng genommen „nur innerhalb von Systemen konstitutiver Regeln existieren“ (ebd.).¹⁹ Dies und der spezifische Zusammenhang von Geltungsfragen und

ren zwischen impliziter und expliziter Normativität. Paradigmen wirkten demnach eher implizit, im Gegensatz etwa zu explizit ausgewiesenen und folglich eindeutigen Handlungsanleitungen vgl. hierzu auch Hoyningen-Huene 1993, 134ff., hier 136, zur Bedeutung von „geteilten methodologischen Regeln“ für die wissenschaftliche Praxis siehe auch Laudan 1984.

19 Searle veranschaulicht dies am Beispiel des Geldes 2005, 44: „Eine institutionelle Tatsache kann nicht isoliert, sondern nur in einem Komplex systematischer Beziehungen zu anderen Tatsachen existieren. Damit zum Beispiel jemand in einer Gesellschaft Geld haben kann, muß diese Gesellschaft über ein System verfügen, Güter und Dienstleistungen gegen Geld zu tauschen. Um aber über ein Austauschsystem zu verfügen, muß sie ein System von Eigentum und Besitz von Eigentum haben.“

Statusfunktion beschreibt, wie ich meine, gerade auch das Wesen wissenschaftlicher Normen, und zwar dezidiert das von technischen und methodischen Normen. Anschaulich machen ließe sich dies etwa an messtechnischen Normen (Ur-kilogramm'), sowie überhaupt am Status von Prototypen: Was unterscheidet den Prototyp eines Schraubendrehers, um das Beispiel Searles hier aufzugreifen, von einem gewöhnlichen Schraubendreher? Sein spezifischer Status, sprich: die Anerkennung, die er als ‚Prototyp‘ (Standard), als hervorgehobenes ‚Exemplar‘ erfährt, indem nur er zur Eichung baugleicher Teile herangezogen wird und dass sich folglich alle neuen Bauteile ausschließlich auf ihn zurückführen lassen. Epistemische Normen stellen sich – anders als technische oder methodische Normen – vor diesem Hintergrund als Spezialfall dar. Auch sie sind als Standardmodell einer Forschungsgemeinschaft prinzipiell eine institutionelle Tatsache. Zum Spezialfall werden sie, weil sie selbst, etwa in Gestalt des Standardmodells der Teilchenphysik, antreten, Auskunft über die kategoriale Zuschreibung zu geben, was *naturimmanent* sei, sprich was als ‚rohe‘ Tatsache, im Gegensatz zu ‚bloß‘ institutionellen Tatsachen verstanden werden müsse.²⁰ Dieser Anspruch, und nicht etwa, wie man auch meinen könnte, ihr normativer Status innerhalb einer Forschungsgemeinschaft, unterscheidet sie von technischen und methodischen Normen.

4 Epistemische Ziele und wissenschaftliche Werte

Was lässt sich vor diesem Hintergrund zur Rechtfertigung von wissenschaftlichen Standards sagen? Angesichts der vielfältigen Formate, die hier als wissenschaftliche Normen vorgestellt wurden, kann es hierzu keine einfache Antwort geben. Es lässt sich aber zumindest für technische und methodische Standards vor dem Hintergrund des Gesagten festhalten, dass Rechtfertigungsfragen wissenschaftlicher Normen, wie bereits eingangs angedeutet, in der Regel an höherstufige Ziele der Erkenntnissicherung ‚delegiert‘ werden, die im Folgenden verkürzend als

20 Searle differenziert immanente und beobachterrelative Eigenschaften der Welt wie folgt: „Es ist zum Beispiel eine immanente Eigenschaft des Gegenstandes vor mir, daß er eine bestimmte Masse und eine bestimmte Zusammensetzung hat. Er besteht zum Teil aus Holz, dessen Zellen aus Zellulosefasern bestehen, und zum Teil aus Metall, das selbst aus Molekülen einer Metalllegierung besteht. All diese Eigenschaften sind immanent. Aber es ist auch wahr, wenn man von eben demselben Objekt sagt, daß es ein Schraubendreher ist. Wenn ich es als Schraubendreher bezeichne, führe ich eine Eigenschaft des Gegenstandes an, die relativ auf den Beobachter oder Benutzer ist. Er ist ein Schraubendreher nur deshalb, weil Leute ihn als einen solchen benutzen.“ (2005, 18)

epistemische Ziele bezeichnen werden. Bezogen auf laborbasierte Regime lassen sich verschiedene Sicherungsprozesse als epistemische Ziele der Standardisierung beschreiben. Es sei in diesem Zusammenhang erwähnt, dass Sicherung hier auf beide Facetten zielt, die in der Technikwissenschaft mit den Begriffen ‚regeln‘ bzw. ‚steuern‘ gemeinhin voneinander unterschieden werden. Sicherungsprozesse können folglich sowohl Maßnahmen sein, die Handlungsvollzüge gegenüber Störungen schützen (regeln), als auch solche, die eine Effektivierung, also eine Optimierung der Mittel-Zweck-Beziehung, anstreben (steuern). Als epistemische Ziele, an denen sich höherstufige Ideale (Erkenntnissicherung)²¹ entlang von technischen bzw. methodischen Normen konkretisieren bzw. instantiieren, lassen sich etwa *Homogenität* sowie *Stabilität* fassen.²² Epistemische Ziele sind, wie ich dies im Folgenden exemplarisch erläutern möchte, umgekehrt Kriterien für erfolgreiche Standardisierung.

Die Herstellung bzw. Gewähr von *Homogenität* (Gleichförmigkeit bzw. gleiche Beschaffenheit) ist ein epistemisches Ziel, das dezidiert mit der Normung im technischen Sinne verbunden werden kann. Ein klassisches Beispiel ist etwa die Baugleichheit („Uniformität“) von Artefakten und in der Folge, die Passgenauigkeit von Maschinen- oder Instrumententeilen. Aber nicht nur in den Ingenieurs- und Technikwissenschaften, sondern eben auch in den Experimentalwissenschaften spielt die Gewähr konstanter Produktbeschaffenheit (Produktqualität) und entsprechender Produktperformanz eine große Rolle. Die Homogenität ist vor allem in der chemischen und biologischen Forschung mit methodischen Normen der Aufreinigung („Reinkultur“) verbunden (z.B. Gaudillère/Löwy 1998; Kirk 2012). Das *Registry of Standard Biological Parts* vertreibt, wie sein Name sagt, standardisierte, genetisch homogene, biologische ‚Teile‘ (auch: ‚BioBricks‘), die in der Synthetischen Biologie genutzt werden, um (neue) biologische Einheiten zu konstruieren.²³ Dies stellt, so genommen, keine Besonderheit dar: Innerhalb der Lebenswissenschaften gibt es zahlreiche vergleichbare Projekte, die entweder antre-

²¹ Mit der Sicherung der Erkenntnis verbindet sich so gesehen selbst ein wissenschaftlicher Wert, vor allem dann, wenn wir die Erkenntnissicherung als notwendige, wenn auch nicht hinreichende Bedingung von Wissen verstehen.

²² Daneben lassen sich weitere epistemische Ziele in Bezug auf experimentelle Laborwissenschaften ausmachen, auf die hier aus Platzgründen aber nicht näher eingegangen werden kann.

²³ Die Datenbank ist am *Massachusetts Institute of Technology* (USA) angesiedelt und wird seit 2012 von einer unabhängigen Stiftung, der *International Genetically Engineered Machine (iGEM) Foundation* getragen. Die Stiftung betreibt eine „Get & Give (& Share)“-Politik, was als forciertes Community-Building verstanden werden kann, weil die unidirektionale Nutzung der Datenbank per se ausgeschlossen ist: „Users *get* parts, samples, data, and tools from the Registry to work on their synthetic biology projects. They’ll *give* back to the Registry the new parts they’ve made, as well as data and experience on new and existing parts. Finally, users will *share* experience and

ten, Referenzdatenbanken zu etablieren (z.B. GeneBank) oder gar darüber hinaus technisch optimierte Produkte und experimentelle Protokolle für ein Forschungsfeld zu entwickeln (vgl. oben: JaxMice). Im Falle dieser Datenbank heißt das, dass sie durch ihren Status innerhalb der Synthetischen Biologie bereits einen erheblichen Anteil an der Bestimmung dessen hat, was überhaupt als ‚Teil‘ (hier: als essentielles ‚Bauteil‘) des Lebendigen verstanden wird und welche Protokolle (‚assembly standards (RFCs)‘) im Einzelnen für die valide Erzeugung von biologischen Einheiten heranzuziehen sind.

Ein epistemisches Ziel, das methodische Normen, wie etwa Protokolle orientiert, ist die Erzeugung und Aufrechterhaltung von *Stabilität* (Beständigkeit, Fixiertheit). Zu nennen ist hier vor allem die prinzipielle Anforderung an natur- und lebenswissenschaftliche Experimentaldesigns, schwankungsfreie bzw. störungsunanfällige Abläufe (Resilienz) zu gewährleisten. Mit der Implementierung von Standards verbindet sich das Ziel, wissenschaftliche Interventionen oder eben auch experimentell erzeugte Phänomene zu stabilisieren, um notwendige Bedingungen für die Reproduktion von Ergebnissen zu schaffen. Erkenntnistheoretisch bedeutsam ist dies, weil sich vor dem Hintergrund stabiler Rahmenbedingungen überhaupt erst Veränderungen, die durch eine experimentelle Intervention hervorgerufen werden, zuverlässig ausmachen lassen. Stabilität ist folglich Kernbedingung des experimentalwissenschaftlichen Ideals der (prinzipiellen) Reproduzierbarkeit. Aber nicht nur wissenschaftliche Tätigkeiten und technikbegleitende Prozesse, sondern auch Ordnungssysteme wie etwa Systematisierungen, Klassifizierungen oder Nomenklaturen werden durch die Festlegung von Standards stabilisiert: Standards bestimmen nach welchen wissenschaftlichen Kriterien die Aufnahme von Phänomenen erfolgt und gegebenenfalls entlang welcher formaler Richtlinien diese benannt werden (Bowker/Star 2000). Mit der Stabilität werden deshalb auch weitere epistemische Ziele verbunden, wie die Validität von Forschungsergebnissen (‚Robustheit‘). Stabilität ist, so gesehen, ein intrinsischer Wert echter Standards: Fluktuation und Varianz gelten als erkenntnistheoretische Herausforderungen, weil sie die operative Wertigkeit von technischen und methodischen Bewertungssystemen untergraben, wie dies jüngst Allan Franklin am Beispiel von veränderten Punktwerten bei der statistischen Auswertung im Bereich der Teilchenphysik gezeigt hat (Franklin 2013).

Die hier genannten epistemischen Ziele würde ich, wie bereits angedeutet, dezidiert für Standardisierungsstrategien auf der Basis von technischen und methodischen Normen behaupten wollen. Epistemische Normen (Standardmodelle,

collaborate in the Registry’s open community through their wikis, the forums, and other social tools.“ (vgl. Homepage der Datenbank: <http://parts.igem.org>)

oder -theorien) orientieren sich im Gegensatz dazu unmittelbar an *epistemischen Werten*. Als epistemische Werte gelten Einfachheit, explanatorische Vereinheitlichungskraft oder auch Konsistenz von Theorien mit bereits akzeptierten Hintergrundannahmen (z.B. Kuhn 1977).²⁴ Epistemischen Werten wird nachgesagt, dass sie die Bewertung von wissenschaftlichen Theorien anleiten, dabei aber auch in Konflikt zueinander stehen können (u.a. Kuhn 1976; Laudan 1984). Bei der Diskussion um epistemische/kognitive Werte geht es wesentlich auch um die Frage, ob wissenschaftliche Erkenntnis überhaupt wertgeladen ist – hier werden epistemische Werte moralischen Werten gegenübergestellt –, und wie sich diese zu inhaltlichen Kriterien der Wissenschaftlichkeit, namentlich Objektivität verhalten (Longino 1990; Carrier 2013).

5 Fazit und Ausblick

Im Hinblick auf das Verhältnis von Standardisierung und Erkenntnissicherung stellt sich, wie dieser Beitrag gezeigt hat, die Frage, inwiefern standardisierte Formate nicht nur wesentliche Voraussetzungen für experimentelles Handeln sind, sondern über die Bezugnahme auf epistemische Ziele und wissenschaftliche Werte maßgeblich Einfluss auf Konzepte von Wissenschaftlichkeit und Erkenntnis nehmen. Auch wissenschaftliche Standards gebieten, wie dargelegt wurde, dezidierte Handlungs- und Bewertungsschritte, hier bezogen auf erkenntnisbezogene Urteile, wie etwa die Validität von Messergebnissen. Technische und methodische Normen bestimmen, das zeigen zahlreiche Beispiele aus dem Forschungsalltag, experimentelle Handlungsabläufe ins Detail, engen aber auch darüberhinaus Entscheidungsspielräume, zum Beispiel, welche Patienten in klinische Studien aufgenommen werden, ein. Sie liefern im Gegensatz zu wissenschaftlichen Werten konkrete Handlungsanleitungen und gleichen damit klassischen Normkonzepten: „Im Lichte von Normen lässt sich entscheiden, was zu tun geboten ist“, differenziert etwa Habermas in *Faktizität und Geltung* (1992, 312), „im Horizont von Werten, welches Verhalten sich empfiehlt“.

²⁴ Zur Einführung in die Debatte um Werte in den Wissenschaften vgl. den gleichnamigen Sammelband von Schurz/Carrier 2013. Epistemische bzw. kognitive Werte werden auch als theoretische Tugenden (theoretical virtues) diskutiert. Laudan hat mit der Unterscheidung von epistemischen bzw. kognitiven Werten darauf aufmerksam gemacht, dass nur wenige Werte tatsächlich wahrheitsindikativ sind und folglich als epistemische Werte bezeichnet werden können, darunter namentlich interne Konsistenz und empirische Adäquatheit (Laudan 1984). Zur Debatte um kognitive Werte vgl. auch Douglas 2013.

Wissenschaftliche Normen, lässt sich zusammenfassend sagen, legen im Detail fest, was im Sinne der Gewährleistung epistemischer Ziele zu tun geboten ist. Sie sind aber, wie der Beitrag auch gezeigt hat, nicht per se auf Handlungsanleitungen und folglich Gebots- oder Verbotssätze zu reduzieren. Prototypen und andere messtechnischen Standards können hier als Beispiel herangezogen werden. Sie produzieren faktisch empirische Phänomene, deren Materialisierung im technischen Sinne normiert erfolgt. Im Zweifelsfall wird hierdurch selbst erst ein Standard, z.B. ein Prototyp realisiert bzw. etabliert,²⁵ der dann etwa im Sinne der messtechnischen Standardisierung (Eichnorm) eingesetzt werden kann. Standards instantiieren nicht nur standardisierte Produkte, sondern haben oftmals weitere Standards, darunter auch methodische Normen zur Folge. Was dies konkret bedeutet, lässt sich etwa am Beispiel der Homogenisierung von Organismen mittels Gentechnik zeigen. Das Ergebnis der erfolgreichen Standardisierung sind standardisierte Artefakte, wie etwa transgene Mäuse. Um die Produktperformanz des standardisierten Wesens, hier der Maus, zu gewährleisten, werden methodische Richtlinien etabliert (Protokolle). Diese legen fest, wie mit der Maus im experimentellen Setting verfahren werden muss (z.B. Ruhephasen), um gezielte Eingriffe in den Organismus von anderen Verlaufsprozessen zuverlässig unterscheidbar und messtechnisch erfassbar zu machen.

Die vorliegende Analyse über den Status wissenschaftlicher Normen für die Erkenntnissicherung geht folglich über Ansätze, die bis dato in der Wissenschaftsphilosophie vorliegen,²⁶ hinaus. Gleichzeitig wurden zahlreiche Fragen grundsätzlicher Natur hier nur angestoßen. Ziel einer detaillierten Auseinan-

25 Bei der Setzung technischer Standards und im Besonderen bei der Schaffung des metrischen Systems im 19. Jahrhundert kommt dem Konzept des Naturmaßes eine bedeutende Rolle zu, galt es doch als genuine Grundlage für die Festsetzung universell gültiger Maße und Größen. Bezeichnenderweise steht auch das heutige Bemühen der physikalisch-technischen Forschung Basiseinheiten wie das Kilogramm im Sinne einer reproduzierbaren Naturkonstante (auch: physikalische Konstante) zu redefinieren, in dieser Tradition. Zu aktuellen Reformbemühungen vgl. den Beitrag von Oliver Schlaudt in diesem Themenheft.

26 Sowohl Kuhn als auch Laudan haben den Zusammenhang von Normen und wissenschaftlichen Zielen hergestellt, wobei Kuhn bei der Unterscheidung von Regeln, Normen und Werten eher allgemein bleibt. Laudan wird konkreter, wenn er von ‚methodologischen Regeln‘ und ‚kognitiven Zielen‘ spricht, zum Beispiel wie folgt: „We generally agree to govern an activity (whether it is science, chess, or parliamentary debate) by a particular set of rules when we think that those rules will enable us to achieve the ends or goals that define the telos of the activity. Scientists presumably have the methodological rules because they suppose that following the rules in question will bring about, or at least bring them closer to, the realization of their cognitive or doxastic aims. So conceived, methodological rules are nothing but putative instrumentalities for the realization of one’s cognitive ends, in a word, the rules of science are designed simply as means to cognitive ends or tools for performing a task.“ (1984, 34)

dersetzung wäre es etwa, entlang von exemplarischen Fallstudien im Detail zu untersuchen, wie sich Normen der Erkenntnissicherung in unterschiedlichen Forschungsfeldern von der Physik bis hin zu den biomedizinischen Wissenschaften ausbilden und inwiefern hiermit auch Fragen der Rechtfertigung berührt sind. Dies gilt auch für Fragen der Anerkennung bzw. Autorität, die Standards zum Beispiel aufgrund ihrer nachgesagten operativen Wertigkeit (im Sinne der Erkenntnissicherung und folglich Erreichung epistemischer Ziele) entfalten. Problematisieren ließe sich nicht nur die Vielzahl und Diversität standardisierter Formate, wovon bereits zahlreiche soziologische und historische Studien zeugen (zur Einführung vgl. Lampland/Star 2009), sondern auch Unterschiede in ihrer normativen Kraft, die sich in der Regel auf die pragmatische Setzung von Standards zurückführen lässt. Hier sei etwa der Stellenwert von bloßen Gebrauchsnormen angesprochen, die in der Realsprache der empirischen Wissenschaften auch als ad-hoc Standards (oder auch: working standards) firmieren, weil sie innerhalb eines experimentellen Designs opportunistisch ergriffen werden und fraglich ist, ob sie sich als dezidierte Handlungsanweisungen durchsetzen. Gebrauchsnormen unterscheiden sich folglich von wissenschaftlichen Normen, die – in Anlehnung an monetäre Sicherheitssysteme – innerhalb eines Forschungsfeldes, als „Goldstandard“ bezeichnet werden, weil sie einen besonderen Stellenwert für die Bemessung wissenschaftlicher Evidenz besitzen.

Von besonderem Interesse ist ferner die Frage, inwiefern Grenzen der Standardisierung im engeren Sinne auch Erkenntnisgrenzen widerspiegeln. Bedeutsam ist diese Frage vor allem vor dem Hintergrund von Großforschungsvorhaben und anderen laborübergreifenden Verbünden, wie etwa dem *Human Genome Project* oder dem *Large Hadron Collider (CERN)*, die alternative Strategien der Erkenntnissicherung, aufgrund ihrer Präsenz und breiten Akzeptanz in einem Forschungsfeld gegebenenfalls an den Rand drängen.²⁷ Zu den offensichtlichen Effekten der Standardisierung zählt demnach die Priorisierung ausgewählter Erhebungs- und Bewertungsstrategien, die den technischen Reifungsgrad einer Experimentalapparatur am besten abbilden. Klärungsbedarf gibt es im Bezug auf weniger explizite Effekte, zum Beispiel inwiefern sich in einem Forschungsfeld gerade solche Erhebungs- und Bewertungsstrategien verstetigen, die sich besser als andere durch Optimierungsstrategien des Technischen (Normung) kontrollieren, sprich standardisieren lassen.

²⁷ Die Vormachtstellung von Standardmodellen stellt sich vor allem dann als wissenschaftliches Problem dar, wenn Forschungsvorhaben, die alternative Erklärungs- und Deutungsmodelle präferieren, keine Forschungsgelder erhalten, weil sich ein entsprechendes Vorhaben, wie jüngst ein Fall aus der Astrophysik zeigt, nicht auf das Standardmodell (hier: der Kosmologie) stützt (vgl. Stefan Parsch, „Krieg um Sterne“: Süddeutsche Zeitung, Rubrik Wissen, 19.01.2015).

Literatur

- Anscombe, G. E. M. (1958), On Brute Facts, in: *Analysis* 18, 69–72
- Bartky, I. R. (1989), The Adoption of Standard Time, in: *Technology and Culture* 30, 25–56
- Bourguet, M.-N./Licoppe, C./H. O. Sibum (2002) (eds.), *Instruments, Travel and Science, Itineraries of Precision from the Seventeenth to the Twentieth Century*, London–New York
- Bowker, G. C./S. L. Star (2000), *Sorting Things Out, Classification and its Consequences*, Cambridge–London
- Busch, L. (2011), *Standards, Recipes for Reality*, Cambridge–London
- Carrier, M. (2013), Values and Objectivity in Science: Value-Ladenness, Pluralism and the Epistemic Attitude, in: *Science and Education* 22, 2547–2568
- Chang, H. (2004), *Inventing Temperature: Measurement and Scientific Progress*, Oxford–New York
- (2012), *Is Water H₂O? Evidence, Realism and Pluralism*, Dordrecht–Heidelberg–New York–London
- Collins, H. M. (1992), *Changing Order, Replication and Induction in Scientific Practice*, Chicago–London
- /R. Evans (2007), *Rethinking Expertise*, Chicago–London
- Daston, L./E. Lunbeck (2011) (eds.), *Histories of Scientific Observation*, Chicago–London
- Dewey, J. (1998[1929]), *Suche nach Gewissheit, Eine Untersuchung des Verhältnisses von Erkenntnis und Handeln*, übersetzt v. Martin Suhr, Frankfurt
- Douglas, H. (2013), The Value of Cognitive Values, in: *Philosophy of Science* 80, 796–806
- Fleck, L. (1980[1935]), Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache, in: Schäfer, L./T. Schnelle (Hrsg.), *Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv*, Frankfurt, xx–xx
- Franklin, A. (2013), *Shifting Standards, Experiments in Particle Physics in the Twentieth Century*, Pittsburgh
- Gaudillière, J.-P./I. Löwy (1998) (eds.), *The Invisible Industrialist, Manufactures and the Production of Scientific Knowledge*, Ipswich
- Golinski, J. (2005[1998]), *Making Natural Knowledge, Constructivism and the History of Science*, with a New Preface, Chicago–London
- Guala, F. (2003), Experimental Localism and External Validity, in: *Philosophy of Science* 70, 1195–1205
- Hacking, I. (1983), *Representing and Intervening, Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science*, Cambridge–New York
- Habermas, J. (1992), *Faktizität und Geltung, Beiträge zur Diskurstheorie des Rechts und des demokratischen Rechtsstaats*, Frankfurt
- Hentschel, K. (Hrsg.), *Zur Geschichte von Forschungstechnologien, Generizität, Interstitialität & Transfer*, Diepholz–Berlin–Stuttgart
- Herschel, J. F. W. (1849), *A Manual of Scientific Enquiry, Prepared for the Use of Her Majesty's Navy, And Adopted for Travellers in General, Published by Authority of the Lords Commissioners of the Admiralty*, London
- Hoyningen-Huene, P. (1993), *Reconstructing Scientific Revolutions, Thomas S. Kuhn's Philosophy of Science*, translated by Alexander T. Levine, with a Foreword by Thomas S. Kuhn, Chicago–London

- Huber, L. (2015), Measuring by which Standard: How Plurality Challenges the Ideal of Epistemic Singularity, in: Schlaudt, O./L. Huber (eds.), *Standardization in Measurement, Philosophical, Historical and Sociological Issues*, London, 207–215
- Kirk, R. G. (2012), 'Standardization through Mechanization': Germ-Free Life and the Engineering of the Ideal Laboratory Animal, in: *Technology and Culture* 53, 61–93
- Knorr Cetina, K. (2002), *Wissenskulturen, Ein Vergleich naturwissenschaftlicher Wissensformen*, Frankfurt
- Kuhn, T. (1976), *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*, zweite revidierte und um das Postscriptum von 1969 ergänzte Auflage, Frankfurt
- (1977), *Die Entstehung des Neuen, Studien zur Struktur der Wissenschaftsgeschichte*, hrsg. v. L. Krüger, Frankfurt
- Lampland, M./S. L. Star (2009) (eds.), *Standards and their Stories, How Quantifying, Classifying, and Formalizing Practices Shape Everyday Life*, Ithaca–London
- Landecker, H. (2007), *Culturing Life, How Cells Became Technologies*, Cambridge–London
- Latour, B./S. Woolgar (1979), *Laboratory Life, The Construction of Scientific Facts*, Introduction by J. Salk, with a New Postscript by the Authors, Princeton
- Laudan, L. (1984), *Science and Values, The Aims of Science and their Role in Scientific Debate*, Berkeley–Los Angeles–London
- Laudan, R./L. Laudan (1989), Dominance and the Disunity of Method: Solving the Problems of Innovation and Consensus, in: *Philosophy of Science* 56, 221–237
- Livingstone, D. N. (2003), *Putting Science in Its Place, Geographies of Scientific Knowledge*, Chicago–London
- Long, P. O. (1991), The Openness of Knowledge: An Ideal and its Context in 16th-Century Writings on Mining and Metallurgy, in: *Technology and Culture* 32, 318–355
- Longino, H. E. (1990), *Science as Social Knowledge, Values and Objectivity in Scientific Inquiry*, Princeton
- Mackenzie, A. (2012), Technical Objects in the Biological Century, in: *Zeitschrift für Medien- und Kulturforschung* 1, 151–168
- Mitchell, S. D. (2003), *Biological Complexity and Integrative Pluralism*, Cambridge
- Morrell, J./A. Thackray (1981), *Gentlemen of Science, Early Years of the British Association for the Advancement of Science*, Oxford
- Nordmann, A./Radder H./G. Schiemann (2011) (eds.), *Science Transformed? Debating Claims of an Epochal Break*, Pittsburgh
- Radder, H. (2003) (ed.), *The Philosophy of Scientific Experimentation*, Pittsburgh
- Raz, J. (2006), *Praktische Gründe und Normen, Aus dem Englischen von Ruth Zimmerling*, Frankfurt
- Schneider, F. (1992), *Öffentlichkeit und Diskurs, Studien zu Entstehung, Struktur und Form von Öffentlichkeit im 18. Jahrhundert*, Bielefeld
- Schurz, G./M. Carrier (2013) (eds.), *Werte in den Wissenschaften, Neue Aufsätze zum Werturteilsstreit*, Berlin
- Searle, J. R. (2005), *Die Konstruktion der gesellschaftlichen Wirklichkeit, Zur Ontologie sozialer Tatsachen*, Frankfurt
- (2010), *Making the Social World, The Structure of Human Civilization*, Oxford
- Shapin, S. (1988), The House of Experiment in Seventeenth-century England, in: *Isis* 79, 373–404
- /S. Schaffer (2011[1985]), *Leviathan and the Air-Pump: Hobbes, Boyle and the Experimental Life*, with a New Introduction by the Authors, Princeton–Oxford

- Tal, E. (2011), How Accurate is the Standard Second?, in: *Philosophy of Science* 78, 1082–1096
- Timmermans, S./M. Berg (2003), *The Gold Standard, The Challenge of Evidence-Based Medicine and Standardization in Health Care*, Philadelphia
- Vec, M. (2006), *Recht und Normierung in der Industriellen Revolution, Neue Strukturen der Normsetzung in Völkerrecht, staatlicher Gesetzgebung und gesellschaftlicher Selbstnormierung*, Frankfurt
- Wise, N. (1995) (ed.), *The Values of Precision*, Princeton
- Wölker, T. (1992), *Entstehung und Entwicklung des Deutschen Normenausschusses 1917 bis 1925*, Berlin–Köln