

Klenk, Moritz

Experiment

Schmohl, Tobias [Hrsg.]: Situiertes Lernen im Studium. Didaktische Konzepte und Fallbeispiele einer erfahrungsbasierten Hochschullehre. Bielefeld : wbv media 2021, S. 19-39. - (TeachingXchange; 5)



Quellenangabe/ Reference:

Klenk, Moritz: Experiment - In: Schmohl, Tobias [Hrsg.]: Situiertes Lernen im Studium. Didaktische Konzepte und Fallbeispiele einer erfahrungsbasierten Hochschullehre. Bielefeld : wbv media 2021, S. 19-39 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-279210 - DOI: 10.25656/01:27921

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-279210>

<https://doi.org/10.25656/01:27921>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen sowie Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen, solange sie den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen und die daraufhin neu entstandenen Werke bzw. Inhalte nur unter Verwendung von Lizenzbedingungen weitergeben, die mit denen dieses Lizenzvertrags identisch, vergleichbar oder kompatibel sind. Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-Licence: <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and transmit, adapt or exhibit the work or its contents in public and alter, transform, or change this work as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor. New resulting works or contents must be distributed pursuant to this license or an identical or comparable license.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Experiment

MORITZ KLENK

Schlagnote: Experiment, Experimentalsysteme, Experimentalität, situiertes Lernen, Transdisziplinarität

Wenn im öffentlichen oder akademischen Diskurs von der Freiheit der Wissenschaft die Rede ist, so wird diese hier wie oft und prototypisch als Freiheit der Forschung verstanden. Frei von politischer, sozialer, ökonomischer, religiös-weltanschaulicher oder sonst wissenschaftsfremder Einflussnahme gilt die Forschung als maßgebliches Medium der Funktion und Leistungen des Wissenschaftssystems, nämlich der Herstellung und Kritik von wissenschaftlichem Wissen und verlässlicher Erkenntnis. Vernachlässigt werden dabei fast immer die Lehre und das Lernen, die doch in der Pluralität für eben jene Wissenschaftsfreiheit nicht minder wesentlich ist. Es gilt dabei bereits im Hinblick auf die Freiheit und umgekehrt jene Freiheit selbst rechtfertigend, dass Forschung und Lehre sowohl für sich je selbst als auch im Hinblick auf Funktion und Leistung der Wissenschaften als zwei Seiten derselben Münze verstanden werden müssen. Mag es auch eher forschungszentrierte Institute innerhalb und außerhalb der Universitäten geben und eher auf den Bereich der Lehre konzentrierte Hochschulen: Wissenschaftliche Erkenntnis und Wissen beinhalten immer zugleich ihre Aushandlung *wie* ihre Vermittlung. Während diese Dialektik bei einer Reflexion der Forschung, etwa im Bereich der Wissenschafts- und Technikforschung, der Wissenschaftssoziologie oder sogar der erkenntnistheoretischen Wissenschaftsphilosophie unbeachtet bleiben kann, tritt sie in der Reflexion der Lehre, ihrer Theorien und Methoden, disziplinärer, inter- oder transdisziplinärer Entwicklung deutlich hervor.

Im Folgenden will ich dies an Überlegungen zum Experiment zwischen Forschung, Lehre und Lernen skizzieren sowie im Hinblick auf *situiertes Lernen* im Kontext dieses Bandes verorten. „*Situiert*“ bedeutet mir dabei genauer sowohl die gesellschaftliche, kulturelle und historische Eingebundenheit allen Lernens als auch konkreter die besondere Situietheit des Lernens als Vermittlung des Forschens und umgekehrt der Forschung als Vermittlung des Lernens, wie sie in vielleicht einmaliger Strenge der Lehr-, Lern- und Forschungssituation an Hochschulen entspricht. In der Offenheit der Verweise ist jene Situietheit schließlich auch als Verweis auf weitere soziale, politische, kulturelle u. a. Anschlusskontexte zu verstehen.

Während in der Forschung das Experiment als Mittel der Erkenntnis in den Kernbereich des idealtypisch Wissenschaftlichen fällt, ist es als Instrument disziplinärer oder transdisziplinärer Fachdidaktik noch weitgehend unterreflektiert. Dieser Mangel ist nur zum Teil auf die allgemeine Vernachlässigung der Lehre gegenüber der ruhmreicheren Forschung zurückzuführen. Das Experiment und weiter: eine Experimentalität sind gefährliche, riskante Instrumente. In diesem Beitrag möchte ich das Experi-

ment als Mittel transdisziplinärer Forschung und Lehre vorstellen. Es gilt dabei allerdings zu beachten, dass dies vor allem Entwicklungsmöglichkeiten diskutieren muss, statt, wie es für andere Methoden möglich ist, auf die vollständige Entfaltung schon verweisen zu können. Die Möglichkeiten der Verflechtung sind allerdings vielschichtig.

Mit dem Gegenstand des Experiments als Mittel der Erkenntnis in Forschung und Lehre schließe ich auch vorangegangene Bände der hier fortgeführten Reihe an. Die Einheit von Forschung und Lehre als wesentlicher Teil einer Bestimmung des humboldtschen Bildungsideals¹ ist inhärent bestimmt und bestimmbar in der Vermittlung und Nähe von Forschen, Lehren und Lernen als Praxen der „Selbstorganisation der Wissenschaft“ (Krohn & Küppers, 1989).² Jüngere Entwicklungen zum „Selbstorganisierten Lernen“ (vgl. Schmohl et al., 2019) bauen auf jenen Voraussetzungen der Wissenschaft selbst auf. Es geht bei diesen vermeintlich „bloß didaktischen“ Entwicklungen jedoch nicht einfach um eine Verschulung der Wissenschaft, sondern, zumindest wenn man es ernst nimmt und in aller gebotenen Strenge in der Einheit von Forschung und Lehre denkt, um die Entfaltung wissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung selbst. Wie Krohn und Küppers in ihrer systemtheoretischen Untersuchung bereits in den 1980er-Jahren zeigten, muss gerade die Selbstorganisation von Wissenschaft in ihrer Einheit (der Differenz von Forschung und Lehre) als in Gesellschaft, Kultur und Geschichte situiert erkannt und entwickelt werden. Vom systemtheoretischen Minimum informationeller Offenheit bis zur kritischen, engagierten Wissenschaft ist die Verflechtung der Wissenschaften in ihre Wirkzusammenhänge hinein Maß und Bezug der Erkenntnis selbst.

Die Aufgabe einer solchen Entwicklung kommt schließlich auch einer Hochschuldidaktik zu, die als Reflexion von Lehre und Lernen sich explizit dem Problem der Erkenntnisgewinnung in der Vermittlung als reflexive Wissenschaft stellt. Zwischen Propädeutik und Didaktik ist das Problem wissenschaftlicher Erkenntnis selbst in beständiger Entwicklung. Nicht zuletzt am Medium des Experiments ist dies zu erkennen, entwickelt es sich als Mittel der Erkenntnis und Medium der Forschung über Formen forschenden Lernens immer öfter auch in einer großen Fülle an Lehrexperimenten, deren Beitrag zur Erkenntnis immer auch als didaktische Innovation mitverstanden werden muss (vgl. im Rahmen der Reihe auch Schmohl & Schäffer, 2019). Ich komme auf diese wie andere Formen zurück.

1 Vergleiche für eine Auswahl der nur zum bloßen Namen kondensierten, aber unerlässlichen Texte Humboldts zum Verständnis von Lehre und Forschung an Hochschulen und Universitäten Humboldt (2017).

2 Für die Bedeutung der Lehre für die Selbstorganisation der Wissenschaft siehe besonders Krohn und Küppers (1989, S. 95–100).

1 Begriffsklärung: Experiment, Experimentalsysteme, Experimentalität

Der Begriff Experiment leitet sich in seiner Herkunft aus dem mittellateinischen *experimentare* „versuchen, erproben, in Erfahrung bringen“ her, das wiederum einer Ableitung der lateinischen Substantivbildung *experimentum* „Versuch, Probe, Erfahrung, Beweis“ des Verbs *experiri* „versuchen, probieren“ folgt (vgl. Pfeiler 1993, vgl. auch Kluge 2011).

Zu Beginn seiner Begriffsgeschichte in der Scholastik war Experiment gleichbedeutend mit Erfahrung und als Bezeichnung einer darüber hinausgehenden wissenschaftlichen Methode ungebräuchlich (vgl. auch Frey 1971). Beide, das Experiment wie die Erfahrung (im Englischen: *experience*, von lateinisch *experientia*) bergen den Wortstamm *periri*, was wörtlich „riskieren, Gefahr durchschreiten“ bedeutet. Das Experiment als ein versuchendes „In-Erfahrung-Bringen“ verweist damit immer auf eine Gefahr, ein Risiko, auf die bzw. das sich die/der Experimentierende einlässt, und selbst das Deutsche *Erfahrung* trägt noch die Gefahr (Althochdeutsch „*fara*“) in sich.

Mit der modernen Ausdifferenzierung der Philosophie bzw. Naturphilosophie in Philosophie und (Natur-)Wissenschaft differenzieren sich ebenfalls Experiment und Erfahrung, ohne jedoch je ihre gemeinsame Verwandtschaft aufzugeben. So unterscheidet Francis Bacon 1620: „There remains mere experience: which is chance, if it comes by itself; experiment, if sought“³ (Bacon, 2000, S. 67).

Die Genauigkeit der etymologischen Bestimmung von Experiment in seiner Unterscheidung von der Erfahrung lohnt sich jedoch noch heute insofern, als dass das Experiment als Methode immer noch ein Mittel der Erfahrung ist. Wissenschaftsphilosophisch muss das Experiment darin zugleich in seiner konstitutiven Bedeutung für den „Begriffskern“ moderner Wissenschaftlichkeit selbst ernstgenommen werden, wie es Stein des Anstoßes für die Frage nach der Möglichkeit wissenschaftlicher Erkenntnis ist. Schon im Anfang kann mit Francis Bacon das Experiment als entscheidende, methodisch reflektierte, theoretisch angeleitete, explizite Suche und Herlocken einer Erfahrung verstanden werden:

„The true order of experience, on the other hand, first lights the lamp, then shows the way by its light, beginning with experience digested and ordered, not backwards or random, and from that it infers axioms, and then new experiments on the basis of the axioms so formed“ (Bacon, 2000, S. 67).

Es bleibt die für die Wissenschaftsphilosophie wie für die (Natur-) Wissenschaften selbst entscheidende Frage, ob eine Erkenntnis durch das Experiment die Theorie ermöglicht oder umgekehrt, das Experiment bereits Theorie voraussetzt. Spätestens seit dem kritischen Rationalismus Karl Poppers sind diese Fragen für den heute eher an

3 In der deutschen Übersetzung wird Experiment mit „Versuch“ übersetzt, doch unterschlägt dies die folgenschwere Einführung des Begriffs des Experiments, die der lateinische Originaltext leistet: *Restat experientia mera: quae, si occurrat, casus; si quaesita sit, experimentum nominatur* (Bacon, 1762, S. 74).

Bedeutung gewinnenden (positivistischen) Wissenschaftsbegriff zugunsten der Theorie vermeintlich geklärt (Popper, 2005, S. 83–88, bes. S. 84; vgl. auch Hacking, 1983, S. 154f.). Fast rätselhaft mutet bei jener Dominanz der Theorie bis in den „letzten Handgriff im Labor“ hinein die bleibende Bedeutung des Experiments und des Experimentellen überhaupt als für die Idee wissenschaftlicher Wahrheitsfindung entscheidend.

Wissenschaftsgeschichtlich lässt sich gegen jene Vorstellung der alles lenkenden Theorie zeigen, dass das Verhältnis versuchender, nur im Dunkeln tastender experimenteller Forschung und wissenschaftlicher Theoriebildung zumindest facettenreicher ist, als es scheint. So finden sich zahlreiche Fälle von Experimenten, bei denen das Ergebnis lange seiner theoretischen Fassung und Erklärung vorausging, ja diese erst notwendig und damit möglich gemacht hat. In anderen Fällen finden sich experimentelle Forschung und Theorie zu „glücklichen Treffen“ zusammen (vgl. Hacking, 1983, S. 159 ff.), d. h., Experiment und Theorie müssen in einem wechselseitigen Vermittlungsverhältnis iterativ und sich gegenseitig entwickelnd gedacht werden.

Die wissenschaftsphilosophische und in der Folge naturwissenschaftliche Debatte zur Stellung des Experiments als Mittel wissenschaftlicher Erkenntnis ist dann noch insofern von besonderer Bedeutung, als sie den dialektischen Charakter des Experiments deutlich macht: In der Unterscheidung von Theorie und Experiment oder auch Anschauung und Erfahrung sind es gerade positivistische Wissenschaftsphilosophien, die sich aufseiten der Theorie stellten, hätten doch gerade sie fordern können, das Experiment in der vermittelnden Funktion zwischen widerständiger Welt und ihren Gegenständen und den immer unzureichenden, kontinuierlich zu falsifizierenden und darin den Fortschritt des Wissens hervorbringenden theoretischen Beschreibungen anzuerkennen. Die Abwertung des Experimentellen und damit der Erfahrung zeigt zugleich die ideologische Selbstherrlichkeit der Theorie gerade jener Ansätze, die doch die positive Welt als von den Begriffen prinzipiell verschieden und da seiend verstehen. Das Experiment als ein Mittel, das eigene Erkenntnis hervorzubringen vermag, ist schlicht, wenn man sich auf die Etymologie besinnt, zu *gefährlich* für positive Wissenschaft; ständig führt es ins Scheitern und nicht nur ins Scheitern der Sätze, das nun neue Sätze zu schreiben erfordern könnte, sondern das Scheitern an den Gegenständen.

Unter dem Begriff des „neuen Experimentalismus“ kann im Unterschied zu jener positiven Auffassung des Experiments die wissenschaftshistorische und -theoretische Auffassung verstanden werden, dass Experimente eine eigene Logik entwickeln können, die nicht auf die zur Entwicklung nötigen Hypothesen oder Vorannahmen einfach kausal zurückgeführt werden kann (vgl. McLaughlin, 1993; McLaughlin, 2005).

Mit Hans-Jörg Rheinberger kann der Begriff des Experiments darüber hinaus näher bestimmt werden. Insofern ein Experiment nicht ohne vorangegangene Experimente gedacht und nicht ohne ihm folgende Experimente erst in seiner Bedeutung verstanden, d. h. wissenschaftlich anschlussfähig werden kann, muss man von *Experimentalsystemen* als „der kleinsten vollständigen Arbeitseinheit der Forschung“ (Rhein-

berger, 2006, S. 25) sprechen (vgl. auch Rheinberger, 1992b, S. 24f.; Rheinberger, 1994). Experimentalsysteme sind, so formuliert es Rheinberger im Anschluss an François Jacob, (Forschungs-)Maschinen „zur Herstellung von Zukunft“ (vgl. Rheinberger, 1992b, S. 25). Damit ist eben jene Eigenlogik gemeint, mittels Experimentalsystemen nicht intendierte, überraschende und selbst theoretisch oder hypothetisch nicht antizipierte, ja sogar prinzipiell nicht antizipierbare Erkenntnisse hervorbringen zu können. Ferner lassen sich Experimentalsysteme hinsichtlich zweier Momente bestimmen. Das, worum es im Experimentalsystem geht, die noch unbekannt Fragen (statt die nur noch unbekannt Antworten auf bekannte Fragen oder Hypothesen) oder der Kern, obgleich er prinzipiell immer abwesend ist, kann mit Rheinberger das *epistemische Ding* oder *Wissenschaftsobjekt* genannt werden (vgl. Rheinberger, 2006, S. 27 ff.). Um dieses begreifbar machen zu können, bedarf es davon unterschiedener sogenannter *technischer Objekte*, womit alle Art von Apparaturen, Vorrichtungen, Hilfsmitteln, aber auch Abläufe, Verfahren, Theorien, Methoden, Hypothesen und anderes gemeint sind. Diese müssen auf eine „nicht-technische Weise angeordnet und eingesetzt werden [...]; so nämlich, dass beschränktes Rauschen möglich wird“ (Rheinberger, 1992a).

Mit einem solchen elaborierten Begriff des Experiments als Experimentalsystem lässt sich die Frage nach dem Verhältnis von Theorie und Experiment neu stellen. Im Anschluss an Friedrich Steinle (2005) könnte man von einer Art Kontinuum der Experimentalität ausgehen, von auf der einen Seite bloß *hypotheseentestenden Experimenten*, die lediglich noch offene Fragen zu beantworten suchen, und *explorativen Experimenten* auf der anderen Seite, die in jenem Sinn zukunfts offen noch unbekannt Fragen hervorbringen wollen. Es fällt hier der etwas paradoxe Umstand auf, dass Erstere wohl als die häufigsten und zugleich die alltagssprachlich üblichsten Formen von Experimenten angesehen werden, mit einem starken Begriff von Experiment jedoch nur Letztere streng genommen als solche verstanden werden können. Erstere fallen damit in den Bereich der Experimente unter der dominanten Leitung der Theorie, Letztere stellen dagegen eher eine Herausforderung für die Theorie dar. Für die Fragen von Experiment, Experimentalsystem und Experimentalität im Kontext transdisziplinärer Didaktik sind diese Zusammenhänge von besonderer Bedeutung (siehe weiter unten).

Es muss an dieser Stelle noch auf eine Art Grenzfall von Experimenten verwiesen werden, die sich nicht so recht in jene Reihen oder auch nur das Kontinuum von hypotheseentestenden bis explorativen Experimenten stellen lassen wollen, doch von so großer Bedeutung in der Geschichte praktisch aller wissenschaftlicher Disziplinen und zunehmend auch ihrer Didaktik gewesen sind: *Gedankenexperimente*. Ihre Sonderstellung im Feld der Experimente verschafft ihnen üblicherweise einen je eigenen Wörterbucheintrag (vgl. Gethmann, 2005; Schneider, 1971; Kühne, 2005, S. 9 ff.), doch muss im Hinblick auf transdisziplinäre Didaktik des Experiments als Mittel von Forschung und Lehre diese Differenzierung suspendiert werden. Auch bleibt hier noch offen, ob es sich überhaupt um einen wirklichen Typ von Experiment und Experimentalität handelt oder nicht. Es kommt hier, wie oft, auf die konkrete Ausprägung in den Kontexten der Forschung an.

Gedankenexperimente lassen sich entweder als Experimente eigener Art betrachten, bestimmt als Experimente, *näher: Gedankenexperimente*, oder als eine Form des Denkens, der Theoriebildung. Sie können als „eine in Philosophie und Einzelwissenschaften übliche Form von Argumentation, deren Prämissen auf nur hypothetisch durchgeführten oder durchführbaren, oft bloß kontrafaktisch angenommenen Experimenten beruhen“ (Gethmann, 2005, S. 33) definiert werden. Diese Definition markiert bereits eine kritische Differenz. So versteht Carl Friedrich Gethmann Gedankenexperimente weiter nur scheinbar als zur „Spezies von Experimenten“ gehörend, fehle ihnen doch „das zentrale Merkmal des realen Experiments, nämlich der Zuegwinnt an empirischer Information“. Diese Einschätzung einmal beiseitegelassen, könnte weiter zwischen empirisch möglichen und empirisch unmöglichen Gedankenexperimenten, sowie innerhalb der empirisch möglichen zwischen praktisch möglichen vs. (nur) theoretisch möglichen unterschieden werden (vgl. Gethmann, 2005, S. 33 f.). Empirisch unmögliche betreffen etwa Überlegungen, deren (etwa technische) Umsetzbarkeit nicht möglich ist, aber gleichwohl logisch zulässige Schlüsse betrifft, aber auch solche, die mit physikalisch unmöglichen Hypothesen (einer Abkühlung unter den absoluten Gefrierpunkt; einer vollkommen reibungsfreien Fläche etc.) einen trotzdem validen Punkt zu zeigen versuchen.

Methodologisch wird das Gedankenexperiment prominent seit Ernst Machs Überlegungen reflektiert (vgl. Mach, 1897; vgl. auch Schneider, 1971). Hier wird besonders der heuristische Wert sowie die Bedeutung von Gedankenexperimenten für einzelwissenschaftliche, speziell physikalische Fachdidaktik hervorgehoben. Die wirklich erkenntnistiftende Funktion bleibt dennoch fraglich. Auch Ulrich Kühnes umfangreiche Studie zu Gedankenexperimenten in den Naturwissenschaften (vgl. Kühne, 2005) kommt zu einem ernüchternden Ergebnis. Bestenfalls ist das Ergebnis eines Gedankenexperiments „so gut oder so irrtumsanfällig wie jeder Induktionsschluß, aber immerhin ist es so überhaupt begründet und nicht bloß Ausdruck einer intuitiven Meinung“ (S. 390).

Im Folgenden will ich die Bedeutung von Experimenten in verschiedenen Disziplinen ausgewählt und keinesfalls erschöpfend und bereits im Hinblick auf die Vermittlung von Forschung, Lehre und Lernen skizzieren.⁴

2 Experimente in den Wissenschaften

Das heutige Wissenschaftsverständnis ist maßgeblich ein naturwissenschaftliches. Die zunehmende Technisierung wie die Ökonomisierung des Wissens in weiten Bereichen der Gesellschaft verstärkt jene Tendenzen noch eher, als dass hier Fragen aufgeworfen werden. Für die Bedeutung des Experiments und Experimentellen im Allge-

⁴ Die Perspektive meiner Überlegungen ist dabei nicht eine einzelwissenschaftliche der jeweiligen Disziplinen, sondern die Perspektive kulturwissenschaftlicher Reflexion von Experiment, Experimentalsystem und Experimentalität im Kontext von Transdisziplinarität. Der lebendige Variationsreichtum und Erfahrungsschatz der einzelnen Fächer und ihrer Geschichte kommt dabei leider zu kurz. In den möglichst konkreten Bezügen der ausgewählten Fälle soll diesem Defizit zumindest in Andeutungen begegnet werden.

meinen ist dies günstig. Als Kern wissenschaftlicher Methode gilt das Experiment noch immer als „das wichtigste Hilfsmittel aller Erfahrungswissenschaften, bei denen sich Experimentierbedingungen künstlich herbeiführen lassen“ (Janich, 2005, S. 454). Das Experiment ist methodischer Garant für die Planmäßigkeit, theoretische und methodische Reflexion kritisch-wissenschaftlicher Zugänge sowie der Verpflichtung gegenüber den Dingen, den Gegenständen, oder der Empirie. Als Inbegriff der Wissenschaftlichkeit kommt dem Experiment damit dann umgekehrt den Nimbus von Wissenschaftlichkeit verleihende Funktion zu, die gerade in Fächern gesucht wird, die es etwa mit flüchtigen oder wenig anschaulichen oder gar allein gedanklichen Gegenständen zu tun haben. Doch lässt sich am besten bei den Naturwissenschaften beginnen.

2.1 Experimente in der Naturwissenschaft

Die Bedeutung des Experiments für Naturwissenschaften, allen voran die Physik, kann kaum überschätzt werden. Das Fach selbst differenziert sich etwa weiter in Experimentalphysik in Abgrenzung zur theoretischen Physik. Im Selbstverständnis der Experimentalphysik gilt so deutlich wie für wenige Disziplinen dabei die Leitvorstellung, dass Experimente kontrollierte Versuche darstellen, die eine verlässliche, genaue und vom konkreten einzelnen Beobachter unabhängig wiederholbare Überprüfung theoretisch abgeleiteter oder zumindest theoretisch und methodisch vorbereiteter Hypothesen ermöglichen. Berühmte physikalische Experimente überprüfen in kleinsten bis spektakulär großen Versuchen (von Newtons mythologischem Apfel bis zum *Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory* [LIGO] oder dem *Large Hadron Collider* [LHC]) die induktiv entwickelten Hypothesen der theoretischen Physik.

Für die Physik (vgl. Steinle, 2005) wie auch für die Biologie (Rheinberger, 2006) und andere Naturwissenschaften lassen sich jedoch bereits sehr früh auch kritische Stimmen an jenem Selbstverständnis des Experimentellen finden. Auch wenn man vermeintlich genau zu wissen meint, wonach man mittels der Experimente sucht, mag das Ergebnis ein überraschendes sein; „beschränktes Rauschen“ ist möglich, weil jene Versuchsaufbauten immer gebastelter sind, die Entwicklung sehr viel weniger steuer- und vorhersehbar ist, als die Retrospektive „Dokumentation“ im Forschungsbericht oder gar dem fertigen wissenschaftlichen Aufsatz wiedergibt. François Jacob unterscheidet daher die Tagwissenschaft, welche retrospektiv Abschweifungen, Umwege und Sackgassen zugunsten des schließlich entdeckten „kürzesten Weges“ zum Ergebnis unterschlägt und sich als allein durch Vernunft und Geschick geleitet elegant präsentiert, während die Realität der Forschung, die Nachwissenschaft, ein mühsames Herumtappen, Tasten, Irren, Scheitern und Zweifeln im Dunkeln ist, von dem man nur in persönlichen Gesprächen und selbst dann nicht immer erfährt (vgl. auch Jacob, 2000, S. 163 ff.). Ian Hacking spricht hier von einem „rewriting of history“ (Hacking, 1983, S. 161), das genau jene Spuren des Experiments zugunsten der als Ergebnisse auftretenden Theorie streicht.

Im Sinne Karl Poppers kritischen Rationalismus steht diese Tag-Nacht-Unterscheidung ganz im Zeichen der dominanten Vorstellung wissenschaftlichen Fort-

schritts. Hypothesen werden falsifizierbar formuliert, zu Theorien zusammengefügt und, wenn widerlegt, korrigiert. Die Bedeutung experimenteller Forschung bezieht sich nach Popper wie für die Naturwissenschaften im Selbstverständnis heute im Wesentlichen auf ihre hypothesentestende Funktion. Kein Wunder also, dass von jenen Experimenten nur das Ergebnis zählt; der kürzeste Weg, wenn einmal gefunden, erübrigt, ja widerlegt die Umwege als falsch oder zumindest unnötig. Experimente sind damit Einrichtungen zum Zweck, aus der Theorie abgeleitete (deduktiv) Sätze zu überprüfen und ggf. zu widerlegen.

Dieses Verständnis des Experiments zeigt sich auch in der Fachdidaktik der Naturwissenschaften. Die Didaktik und Didaktikforschung hat schon seit Mach, verstärkt aber in den letzten Jahrzehnten das Experiment als für ihre Zwecke bedeutsam erkannt (vgl. etwa Hochberg et al., 2018). In den Naturwissenschaften gilt es dabei jedoch besonders die enorme Bedeutung des jeweiligen Wissensbestands zu beachten. Die Lehre der Naturwissenschaften vermittelt in großen Teilen Erkenntnisse und Wissen, mehr als Wege der Forschung. Erst in fortgeschrittenen Veranstaltungen oder gar erst mit der Promotion nähert man sich dann experimentellen, noch offenen Problemen, was selbstverständlich auch konzeptionell mit der Komplexität und Spezifität solcher Forschungsfragen zusammenhängt. Eine Folge davon ist jedoch, dass Experimente in der Lehre praktisch nur zu didaktischen, veranschaulichenden Zwecken eingesetzt werden. Damit ist selbstverständlich nicht gemeint, dass das Erfahrungswissen des Experimentierens von geringer Bedeutung wäre, doch geht es hier nicht um Experimente in einem strengen Sinn und damit um das Finden und Erfinden noch unbekannter Fragen. Lehre und Forschung stehen in einem eindeutigen, eindirektionalen Verhältnis. Auch die Reflexion der jüngsten technologischen Entwicklungen begünstigt diesen Umstand (vgl. Strzys et al., 2019). Es gilt im Einsatz neuer Hard- und Software Nachvollziehbarkeit und Anschaulichkeit zu verbessern, gegebenenfalls noch das Interesse zu wecken und die Motivation zu fördern (vgl. Hochberg et al., 2018). Die Fragen der Naturwissenschaft tauchen hier nur als didaktische Reproduktion interessanter Fehler eines hinreichend bestimmten Experimentalsystems auf, das letzten Endes eine – die korrekte – Antwort hervorbringt.

Aus der Perspektive der Wissenschaftsgeschichte und -theorie wirft das die Frage nach zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten des Experiments über jene Zwecke der Anschaulichkeit hinaus auf.

2.2 Experimente in der Psychologie

Ganz ähnlich verhält es sich mit Experimenten in der Psychologie. Seit Wilhelm Wundts Begründung der experimentellen Psychologie (vgl. Goodwin, 2003; Freedheim, 2003) hat das Fach sich gerade in der Abgrenzung und Emanzipation zu früheren Klassikern als naturwissenschaftliches, methodologisch und theoretisch reflektiertes Fach ausdifferenziert (vgl. auch Davis, 2003). Das Experiment hat in der Psychologie neben der ganz konkreten Produktion von Erkenntnis und der Operationalisierung ihrer Gewinnung die entscheidende Bedeutung der Verwissenschaftlichung einer Beschäftigung mit hoch flüchtigen, wenn überhaupt (be-)greifbaren

Gegenständen der menschlichen Psyche. Der prinzipiellen Unerreichbarkeit der Psyche der anderen wird mit der Elaboration laborierter Verfahren begegnet. Unter Bedingungen der aufstrebenden Neurowissenschaften mag ein solches Bedürfnis nach naturwissenschaftlicher Referenz eher zunehmen.

Die Möglichkeiten von Experimenten in der Didaktik der Psychologie ist eng an die Identität des Faches selbst geknüpft. Als Werkzeuge der Forschung muss der Umgang erlernt, als Erfahrungswissen selbst vermittelt werden. Ein großer Vorteil dabei ist, dass viele berühmte psychologische oder sozialpsychologische Experimente sowohl empirisch wie praktisch einfach durchführbar sind. Der Studienaufbau der Psychologiestudiengänge in Deutschland sieht allerdings nur selten den Umgang mit Experimenten in einem elaborierten Sinne vor. Der Realität des Experiments als hypothesentestendes Verfahren entsprechend wird hier selbst im Bereich der experimentalpsychologischen Forschung von Test und Testverfahren gesprochen.

Die Möglichkeiten experimenteller Formen in der wissenschaftlichen Psychologie stoßen, das darf nicht verschwiegen werden, schnell an ethische Grenzen. Über diese helfen in einem so auf empirische Beweisbarkeit angewiesenen Fach auch die hierfür möglichen Gedankenexperimente kaum hinaus.

Im Kontext trans- und interdisziplinärer Didaktik muss an dieser Stelle auf Verwandtschaft psychologischer und soziologischer Experimente verwiesen werden. Der experimentalpsychologisch besonders interessante Bereich sozialpsychologischer Experimente hat hier besondere Aufmerksamkeit verdient. Am Beispiel des berühmten Milgram-Experiments des Psychologen Stanley Milgram aus den Jahren 1961 bis 1964 (vgl. Milgram, 1979; vgl. auch Russell, 2018, 2019; Milgram, 2017) werden die Möglichkeiten experimenteller Verfahren selbst zu gesellschaftlich drängendsten Fragen deutlich. Milgram untersuchte hierbei die Bereitschaft von Menschen, einer Autorität zu gehorchen, auch wenn dies die eigenen moralisch-ethischen Maßstäbe verletzt. Die Nachvollziehbarkeit, Klarheit und überraschenden Ergebnisse üben bis heute ihren Reiz aus. Gemeinsam mit den *Studien zum autoritären Charakter* der Frankfurter Schule im Exil (vgl. Adorno et al., 1950; Adorno & Ziege, 2019) zeigen solche Experimente weiter, dass die Aktualität des Nachweises keinesfalls das Problem und die damit verbundenen Fragen zu lösen vermag. Es kann also Experimente geben, deren wieder und wieder durchgeführte Wiederholung und Bestätigung immer noch Erkenntniswert hat, über die didaktische Bedeutung und Eindringlichkeit hinaus.

2.3 Experimente in der Soziologie

In diesem Zusammenhang kann nun über die Sozialpsychologie der Sprung in die Soziologie gemacht werden, auch wenn diese, obwohl sie im Ganzen durchaus immer stärkere Tendenzen der „Vernaturwissenschaftlichung“ oder zumindest „Mechanisierung“ ihrer Methoden und Modelle zeigt, experimentellen Verfahren skeptisch gegenübersteht.

Eine wichtige Ausnahme dazu und möglicherweise die interessantesten Experimente der Soziologie sind die sogenannten *Breaching Experiments* oder *Krisenexperimente* des Soziologen Harold Garfinkel (vgl. Garfinkel, 1984; vgl. weiter Garfinkel,

2017b), vorbereitet und angestoßen durch die Arbeiten von Erving Goffman (1959, 1966) just zur Zeit der Milgram-Experimente.

Mit den Krisenexperimenten zeigte Garfinkel (vgl. Garfinkel, 1984, 2017a) anhand einer Reihe verschiedener Versuche die impliziten Erwartungsstrukturen alltäglicher sozialer Aktivitäten. Indem gewohnte Situationen durch die Experimentierenden aufgebrochen werden, müssen implizite Strukturen kommunikativ und performativ expliziert werden. Besonders interessant im Kontext transdisziplinärer Didaktik ist es hier, darauf hinzuweisen, dass Garfinkel die Experimente in Zusammenarbeit mit Studierenden durchführte. So forderte er sie beispielsweise auf, „eine bekannte oder befreundete Person in eine gewöhnliche Unterhaltung zu verwickeln und darauf zu bestehen, dass sie den Sinn ihrer Alltagsphrase erklären sollte, ohne sich anmerken zu lassen, dass die von ihnen gestellten Fragen in irgendeiner Weise ungewöhnlich waren“ (Garfinkel, 2017a, S. 85). Ein solches Fragen führt die Unterhaltungen in Krisen, löst Unverständnis, Verärgerung und Verwunderung aus: „*Was ist los mit dir? Du weißt, was ich meine*“ (Garfinkel, 2017a, S. 86) – „*Was für eine verrückte Frage!*“ (S. 85) – „*Was ist mit dir los? Spinnst du?*“ (S. 86). Solche winzigen Experimente alleine vermögen vielleicht noch nicht viel zu zeigen, doch in der Serie des *Experimentalsystems* mit Rheinberger gesprochen können sie implizite Alltagsstrukturen durchbrechen, den Common Sense sichtbar machen und Selbstverständlichkeiten freilegen, um sie – was mit Husserl formuliert Ziel einer Soziologie des Alltags sein kann – in Verständlichkeit zu überführen.

Heute mögen dieselben Experimente Garfinkels und Goffmans nur noch didaktischen oder illustrativen Wert haben, doch lässt sich hieran zeigen, welche enge und fruchtbare Verknüpfung Forschung, Lehre und Lernen in der Methode des Experiments einzugehen vermögen. Die empirische Soziologie gewinnt mit einem solch starken Begriff des Experimentellen zusätzlich eine neue Tiefe des eigenen Empirieverständnisses, das vor den Verlockungen positivistischer Tendenzen im Rücken der Versozialwissenschaftlichung bewahrt. Die alltägliche Lebenswelt als Gegenstandsreich der Analyse erfordert, die Forscher*innen als Experimentierende ernster zu nehmen als viele andere Kontexte; wie kaum sonst muss hier von situiertem Lernen und Forschen gesprochen werden. Hier werden die Experimentierenden nicht bloß diejenigen, die das Experiment planen, entwickeln und seine korrekte Durchführung überwachen, um anschließend die Ergebnisse auszuwerten, sondern sie begeben sich selbst in das Beobachtungsfeld. Dies ermöglicht eine Schärfung und Konkretisierung des Begriffs des Experimentellen selbst. Experimentalsysteme sind damit immer Systeme, in denen die Experimentierenden selbst Teil des Arrangements sind, sie sind leibkörperlich, performativ, sinnverstehend involviert. Die Erfahrung des Experiments ist damit ganz konkret Erfahrung nicht zuletzt der Experimentierenden selbst. Mit entscheidenden Konsequenzen für die erkenntnistheoretische Reflexion des Experimentellen (siehe unten).

2.4 Experimente in inter- und transdisziplinären Kontexten

An der Grenze der Soziologie und Sozialforschung zu inter- und transdisziplinären Kontexten muss schließlich an dieser Stelle noch ein weiterer Typus des Experiments, der wenn auch nicht einen eigenen Begriff des Experimentellen entwickelt, doch als eine konkrete Form Bekanntheit und Aufmerksamkeit erlangt hat. Mit ihrem Aufsatz „Gesellschaft als Labor“ prägten die Autoren Krohn & Weyer (1989) in den 1980er-Jahren bereits den Begriff des *Realexperiments* respektive des *Reallabors*. Gemeint sind damit die in kulturelle, soziale, politische, ökonomische, technologische oder ökologische Zusammenhänge der Gesellschaft eingreifenden wissenschaftlichen Ansätze, die sich in der Erforschung und Darstellung des Wissens nicht auf den geschützten Laborkontext und seine „kontrollierten Randbedingungen“ (Groß et al., 2005, S. 16 f.) zurückziehen können oder wollen. Aus dem semantischen Feld eines idealtypischen Experimentbegriffs, der das Experiment als kontrolliertes, „sauberes“, bisweilen hypothetisches Mittel der Erkenntnis von und über die Welt aus dieser selbst herauslöst, lässt sich das vermeintliche Oxymoron des *Realexperiments* bilden. Krohn und Weyer problematisieren damit das Verständnis, nach dem die Implementierung (als Anwendung) wissenschaftlichen Wissens der Wissenschaft selbst entzogen, von dieser unterschieden ist. Anhand des Begriffs der Realexperimente wird jedoch deutlich, dass schon „die Anwendung von Wissen die Produktion von Wissen“ (Krohn & Weyer, 1989, S. 355, Herv. i. O.) ist.

Der Begriff des Realexperiments und damit die Metapher des Reallabors gewannen seitdem in der Wissenschafts- und Techniksoziologie sowie besonders in den Urban Studies, der Stadtentwicklung und anderen, ähnlich praxis- und beratungsbezogenen Disziplinen einige Bedeutung (vgl. Beecroft & Parodi, 2016; Gerhard & Marquardt, 2020; Marquardt & West, 2016; Schneidewind, 2020). Der schon im Ausgang implizite transformative Charakter wird dabei weiterentwickelt und ernst genommen (vgl. Arnold & Piontek 2018; Beecroft et al., 2018; Defila & Di Giulio, 2019). Experimente als Realexperimente müssen als transformative, reflexive und interventionistische Zusammenhänge verstanden werden, in denen wissenschaftlich beschreibende und verstehende Analyse und entwickelnde, gestalterische Planung in wechselseitiger Vermittlung stehen.⁵

Mit den klassischen wissenschaftshistorischen Begriffen im Anschluss an Rheinberger kann, wenn diese Bemerkung zulässig wäre, der Begriff des Reallabors und Realexperiments jedoch kritisch hinterfragt werden. Muss nicht jedes Experiment als Eingriff in die Welt und damit als im strengen Sinne transformativ-gestaltendes Mittel der Erkenntnisproduktion verstanden werden (vgl. auch Klenk, 2020, S. 134 ff.)? Und sind Experimente als *Experimentalsysteme* nicht schon immer solche Zusammenhänge der wechselseitigen Vermittlung? Diese Rückfragen stellen selbstverständlich nichts von jenem Anliegen der Begriffe infrage, genau jene Zusammenhänge des Experimentellen hervorzuheben und genauer zu entwickeln.

5 Hiervon kann mit besonderem Interesse für die Lehre auch Wests (2018) Artikel „Wissen to Go' – Transdisziplinär-transformative Lehre als ‚Reallabor im Kleinen‘“ erwähnt werden.

Als aktuellster Hinweis auf die Dringlichkeit und den weiteren Bedarf begrifflicher Klärung mag heute, 2020/21, die ubiquitäre, populäre Rede vom riesigen Gesellschaftsexperiment unter Bedingungen der Corona-Pandemie dienen. Alles wurde in diesem Zusammenhang als „Experiment“ bezeichnet und changierte damit zwischen den Bedeutungen der großen Menge des Nichtwissens, dem als dramatisch eingeschätzten Risiko im Falle falscher Reaktionen, Maßnahmen oder Versuche einer Eindämmung, sowie vor allem der Offenheit und Nichtabschätzbarkeit zukünftiger Entwicklungen. Wenn alles zum Experiment wird, ist der Begriff jedoch kaum noch brauchbar. Es könnte sich lohnen, hier mit größerer Genauigkeit nur dann von Experimenten zu sprechen, wenn diese *zum Zwecke der Erkenntnisproduktion entwickelt und eingerichtet werden*. Die Notwendigkeit riskanter Entscheidungen unter Pandemiebedingungen mag dennoch gerade als Bedingung und Voraussetzung zur Einrichtung von Experimentalsystemen zur Gewinnung eines forschenden und interventionistischen Handlungsspielraums gesehen werden. Gerade solche Zusammenhänge erfordern jedoch strengste Genauigkeit.

2.5 (Gedanken-)Experimente in der Philosophie

Von den Einzel- und Erfahrungswissenschaften zurück zur Philosophie, die zu Beginn Ursprung und Herkunft des Experiments markiert. Diesem Ursprung des Experiments in der Philosophie zum Trotz ist heute jedoch von einem allgemeinen Begriff des Experiments in der Philosophie kaum etwas übrig geblieben. Form und Formen aktueller philosophischer Experimente müssen demnach in einer Reihe der einzelwissenschaftlichen Formen experimenteller Forschung und Lehre diskutiert werden. Es soll die Frage gestellt werden, ob nicht ein starker Begriff des Experiments der Philosophie in weiteren erkenntnistheoretischen Überlegungen aufgegangen und heute in einem Begriff des Denkens selbst aufgehoben ist. Doch zunächst zum sogenannten Gedankenexperiment.

In den letzten Jahrzehnten kann eine zunehmende Bedeutung von Experimenten, konkret: Gedankenexperimenten beobachtet werden (vgl. Cohnitz, 2006). Auch wenn die Kritik der Gedankenexperimente als weder wirkliche Experimente noch mehr als bloß besser begründete induktive Schlüsse (vgl. Kühne, 2005, S. 10, 390) schwer wiegt, trifft dieses Urteil für die Philosophie nur zum Teil und zum Teil überhaupt nicht. Die Verachtung, die in den Naturwissenschaften den Gedankenexperimenten vorwirft, „das reale Experiment“ durch „bloßes Nachdenken“ zu ersetzen (S. 10), verkennt den Gegenstand der Philosophie selbst, auf deren Arbeit sie doch so sehr angewiesen bleibt. Neben dem selbst von Kritiker*innen unbestrittenen didaktischen Wert kommt Gedankenexperimenten in der Philosophie jedoch noch wirklicher Erkenntniswert zu. Die Gegenstände des Denkens sind, auch wenn dies bisweilen so scheinen mag, nicht beliebig gewählt. Die Konstruktion von Gedankenexperimenten in der Philosophie kann damit auch die zentrale Arbeit bereits der Entwicklung einer Fragestellung sein. Die Arbeit am Experiment selbst ist Teil des Experimentierens.

Von Platons Höhlengleichnis (Platon, 1990, S. 514a–521b) über Thomas Nagels „What is it like to be a bat?“ (Nagel, 1974) bis zu ethisch-moralischen Gedankenexperi-

menten wie dem *Gefangenendilemma* oder dem *Straßenbahnproblem* wird deutlich, dass es sich hier nicht um Experimente handelt, die – selbst wenn sie ohne Schwierigkeiten umsetzbar wären – als „reale“ Experimente durchzuführen wären. Im Gegenteil! Philosophische Gedankenexperimente sind selbst ihr eigener Gegenstand; sie dienen dazu, Begriffe zu schärfen, zu prüfen und in der Durchführung des Experiments selbst überhaupt erst hervorzubringen. Vergleichbar mit Erkenntnissen des neuen Experimentalismus muss bisweilen gerade für philosophische Gedankenexperimente erkannt werden, dass ihre Durchführung selbst der nicht ersetzliche Weg zur Erkenntnis, ja die Bewegung des Denkens selbst und damit die Entfaltung der Begriffe darstellt. Wer nur auf das Ergebnis blickt, verkennt die Arbeit.

Für eine weitere Differenzierung und Reflexion des Begriffs von Denken und Experiment spricht jedoch noch etwas: Die Erfahrung des philosophischen Experiments ist eine, die von den denkenden Experimentator*innen nicht notwendig getrennt werden kann. Die Experimente sind damit nicht nur didaktische, sondern auch *nicht kontingente Formen der darstellenden Durchführung*; mit anderen Worten: Man gelangt niemals anders zu jenem Wissen als durch das Unternehmen der dieses hervorbringenden Experimente. Sind in dieser Hinsicht Einsicht und Weg, Erkenntnis und Mittel überhaupt zu trennen? Lässt sich noch von Experiment sprechen, wenn es sich selbst hervorbringt?⁶

Innerhalb der Philosophie gibt es ebenfalls Kritik an philosophischen Experimenten und wird bisweilen schon ihre Möglichkeit bestritten (vgl. Kuhlen & Schneider, 1971). Im Hinblick auf den Begriff der Erfahrung mag mit Recht die Frage gestellt werden, inwiefern Gedankenexperimente sich von anderen Formen des Denkens in so hinreichender Form unterscheiden, um einen eigenen Begriff des philosophischen Experiments zu ermöglichen, geschweige denn zu erfordern. Wenn man jedoch die heuristische Qualität des Experimentellen mehr als nur als eine Metapher ernst nimmt, so kann eine einzelwissenschaftliche Experimentalität selbst zur Grundlage am Material geschärfter philosophischer Experimentalität werden. Es bedarf dabei aber jener entscheidenden Umkehrung: Bisweilen wird angenommen, entsprechend der weitverbreiteten Annahme, dass selbst die heutige akademische Philosophie noch immer Allgemeinwissenschaft zu sein beanspruchen kann, dass das Experiment der Philosophie, genauer: das Gedankenexperiment, die Grundlage aller Experimentalität darstellt. Ich halte dies für einen fatalen Irrtum. Zum einen tendiert diese Darstellung zu einer Entwertung der Bedeutung der *Erfahrung* für den Begriff des Experimentellen,⁷ zum anderen impliziert dies einen neuen Idealismus, der die Materialität und sinnlich-erfahrbare Qualität der konkreten Gegenstände als bloß sekundär Besonderes jenem Allgemeinen gegenüberstellt und damit vernachlässigt. Ein starker Begriff des Experimentellen muss jedoch die konkreten Gegenstände ernst nehmen, will

6 Die Beobachtung zeigt in erstaunlicher Weise die Nähe der vermeintlich „bloß philosophischen“ Gedankenexperimente zu den oben diskutierten Realexperimenten explizit transformativer Forschung.

7 Dies muss nicht notwendige Folge sein, liegt jedoch insofern nahe, als Gedanken gemeinhin (und meist außerhalb der Philosophie) von der Erfahrung, besonders leiblicher, sinnlicher oder praktischer Erfahrung, unterschieden werden, vor allem, wenn es um die Besonderheiten der Allgemeinheit der Philosophie in ihrem Verhältnis zu anderen Disziplinen geht.

man nicht seine epistemischen Dinge verlieren. Das philosophische Experiment ist damit konkretes Experiment und damit nicht allgemeiner als andere oder muss im Begriff des Denkens als erkenntnistheoretische Begriffsarbeit selbst aufgehoben werden.

Die enge Vermittlung eines philosophischen Experimentbegriffs mit dem erkenntnistheoretischen Bezugsproblem aller Wissenschaften macht jedoch ein passantes Entscheidendes deutlich: Jeder starke Begriff des Experimentellen und damit jedes Experiment in Forschung, Lehre und Lernen muss als Verschneidung konkret-gegenständlicher, praktischer und epistemologischer Momente verstanden und reflektiert werden. Nicht die Philosophie leistet die erkenntnistheoretische, allgemeine Reflexion des Experimentellen im Reich des *bloßen Denkens*, sondern jede konkrete Experimentalität stellt sich selbst diesen Bezugsproblemen, im Konkreten und Allgemeinen. Das Experiment als Mittel von Forschung, Lehre und Lernen ist damit schon von seinem Begriff her transdisziplinär-transformativ.

2.6 Experimente in der Kunst

Die größten Innovationen zurzeit im Bereich des Experimentellen als transdisziplinäres Mittel der Erkenntnisproduktion ist jedoch nicht in den etablierten Wissenschaften selbst zu finden. Um die, wie sich in der Darstellung der einzelnen Perspektiven bislang zeigte, verhärteten Grenzen des je eigenen Experimentellen aufzubrechen, bedarf es, so die These, heute mehr denn je der *Kunst*.

Unter besonderer Berücksichtigung mag hierbei das Feld *künstlerischer Forschung* befragt werden, das um neue Formen des Wissens ringt, dabei aber gerade die disziplinären Grenzen sprengt (vgl. Badura et al., 2015; Henke et al., 2020). Mit Elke Bippus lässt sich das Experiment und „Experimentieren im Feld der Kunst [gerade] als Praxis im Offenen“ verstehen (Bippus, 2019). Dabei stellt das künstlerisch Experimentelle oder experimentelle Kunst sowohl die radikale Offenheit der Kunst – mit Menke auch verstanden als ihre *Kraft* (vgl. Menke, 2014b) – in Rechnung, als es sich darüber hinaus auch kritisch auf die glättende Formalisierung der Präsentationsweisen im Kunstbetrieb bezieht (vgl. Bippus, 2019, S. 49):

„Experimentieren im Feld der Kunst“ kann damit als „[e]in relationales Verfahren [verstanden werden], das das institutionalisierte Terrain mit seinen etablierten und institutierenden Kriterien, Methoden und Grenzziehungen deterritorialisiert [...] und so (der Kunst) neue Territorien erschließt“ (S. 49).

Dabei geht es den Künsten durchaus im strengen Sinne um neue Formen der Erkenntnis und damit: um Forschung (vgl. Vennemann, 2018). Mit Christoph Menke lassen sich Experimente in der Kunst näher als ästhetische Experimente bestimmen, die sowohl *eine Weise der Erfahrung* als auch eine *Praxis* (Menke, 2014a, S. 83) bezeichnen. Noch stärker als schon im soziologischen oder psychologischen Experiment steht dabei das Subjekt im Zentrum des Forschungsgeschehens. Als ästhetische, das heißt die sinnliche Wahrnehmung betreffende und in Anspruch nehmende Erkenntnismittel implizieren künstlerische Experimente *praktisch* immer Selbstexperimente (vgl. S. 97 ff.): sowohl mit der Form des Experimentellen selbst als auch mit der kriti-

schen Reflexion der Handlungsfähigkeit des Subjekts. Die experimentelle Erkenntnis wird hochreflexiv.⁸

Auch in der Kunst ist aus diesen Gründen der Verwicklung die Unterscheidung von Forschung und „Lehre“ oder Vermittlung der Kunst als Fertigkeit kaum zu treffen. Vermittlung und Durchführung, Gegenstand und Reflexion, Prozess und Erkenntnis sind in der Form des Experiments im Feld der Kunst so eng verflochten wie nirgends sonst. Paradoxerweise ist es dann aber gerade diese enge Verflechtung künstlerischer Forschungsmaschinen (vgl. Schmidgen, 2017) sowie das notwendige Über-sich-Hinausweisen leiblicher Erfahrung der Ästhetik, die jene Sprengkraft der Öffnung, des Disziplinen und Felder überschreitenden, wirklich transdisziplinären Denkens und Handelns ermöglicht. Es sind damit schließlich besonders das Feld der Künste sowie mit einer begründeten Hoffnung der Bereich künstlerischer Forschung, aus denen die wichtigsten Impulse für die weitere Entwicklung transdisziplinärer Didaktik des Experiments als Mittel von Forschung, Lehre und Lernen heraus gedacht werden können.

3 Experimente als situierte und situierende Mittel transdisziplinärer Forschung, Lehre und transdisziplinären Lernens

Im Durchgang durch die Disziplinen lässt sich, seiner begrifflichen Prototypik entsprechend, unschwer die grundlegende Bedeutung des Experiments für praktisch jeden Bereich wissenschaftlicher Forschung zeigen. Als geradezu unbegriffliches Mittel der Forschung ist das Experiment Referenz, Garant, Marke, Medium und Zweck der wissenschaftlichen Arbeit selbst. Darüber hinaus muss allerdings ebenfalls eine noch immer gemischte Reflexionslage experimenteller Forschung und heterogene Einschätzung hinsichtlich der Möglichkeiten und Grenzen in den unterschiedlichen Disziplinen konstatiert werden. Ein transdisziplinärer, starker Begriff des Experimentellen ist noch immer zu entwickeln, jedoch nicht gegen, sondern *in* je konkreter disziplinärer oder interdisziplinärer Forschung. Für den Bereich der wissenschaftlicher Didaktik(en) in Abhängigkeit von den jeweiligen Forschungsverständnissen und Verwendungszusammenhängen von Experimenten ist dies kaum anders und kann aufgrund der inhärenten Verflechtung von Forschung, Lehre und Lernen im Medium des Experimentellen auch nicht anders gedacht werden.

Experimente als Mittel transdisziplinärer Didaktik stellen vielmehr eine Herausforderung und einen Anspruch wie auch eine Chance der Weiterentwicklung von Wissenschaft als wirkliche Einheit von Forschung und Lehre dar. In diesem Sinne können die abschließenden Thesen einen starken Begriff des Experimentellen als

8 Diese Selbstreflexivität liegt schon in der Leiblichkeit des Ästhetischen begründet, die mit Husserl immer schon „praktisch auf sich selbst bezogen ist“ (Husserl, 1991, S. 128).

Mittel transdisziplinären, situierten Lernens in Forschung und Lehre nur andeuten. Es gilt ihn in der Zukunft (weiter) zu entwickeln.

Experimente als Mittel von Forschung, Lehre und Lernen müssen als strenge Experimente im Sinne von *Experimentalsystemen* gedacht und entwickelt werden. Als Praxis im Offenen ist die genuine Bedeutung des Experimentellen gerade in der epistemischen Offenheit, dem Ungewissen des noch nicht bekannten *epistemischen Dings* zu suchen. Hypothesentestende Experimente mögen als didaktische Werkzeuge eines anschaulichen Unterrichts vielleicht von Nutzen sein und auch – je spektakulärer, umso wirkungsvoller – die Motivation zur Teilnahme erhöhen; Erkenntnisgewinn und die Vermittlung wissenschaftlicher Perspektiven können hier jedoch nur begrenzt vermittelt werden. Zu selten werden hier die konkreten Wege der Nachwissenschaft verständlich; zu schnell fällt man auf das Ergebnis, den Wissensbestand zurück. Die Aufgabe von Experimenten im Kontext des Lernens muss aber gerade in der Vermittlung experimenteller Praxis, der Vermittlung der Forschung als offener Prozess gesehen werden. Dies ist mithin die erkenntnistheoretische Bedeutung aller experimentellen Forschung und Lehre, allen Lernens im Experiment.

Experimente als Mittel von Forschung, Lehre und Lernen müssen als Praxis der Erfahrung verstanden werden. Sowohl der Begriff der *Empirie* als auch der Begriff der Erfahrung als Qualität des Studiums sind hier zugleich und in einem gemeint. Als Experimentalsysteme sind Experimente als Formen einer gefährlichen Praxis zu entwickeln (vgl. Klenk, 2020, S. 97 ff.), d. h. als Praxis einer Erfahrung, die als Mittel der Didaktik nicht zuletzt eine *Experimentalität* selbst zum Ziel und Zweck hat. Forschung, Lehre und Lernen können nicht von der Praxis der Erfahrungskonstitution getrennt werden; jedes Experiment ist darin notwendig situiert. Gerade insofern es sich bei Experimentalsystemen um komplexe Arrangements handelt, ist die Praxis immer auch Übung:

„es gehört dazu immer ein ganzes System der Experimente und Kontrollen, einer Voraussetzung (einem Stil) gemäß zusammengestellt, und von einem Geübten ausgeführt. Eben dieses Voraussetzungsvermögen und die Übung, manuelle und gedankliche, bilden zusammen mit dem ganzen experimentellen und nicht experimentellen, sowohl mit dem klargefassten wie auch mit dem unklaren ›instinktiven‹ Wissensbestande eines Forschers das, was wir Erfahrungheit nennen wollen“ (Fleck, 2012, S. 126).

Mit der Erfahrungheit verbunden stellt sich zudem aber das Verständnis von Empirie als ein nicht triviales, offenes Problem notwendig kontinuierlicher epistemologischer Reflexion. Das Experiment vermag als Mittel *gerade transdisziplinärer* Didaktik immer wieder auf jene erkenntnistheoretischen Grundlagen verweisen, weil es sich gerade nicht der disziplinären Absicherung in den Grundannahmen der robusten Diskursmachtverhältnisse versichern kann. Als Praxis von Erfahrung und Erfahrungheit ist Experimentalität ein Mittel transdisziplinärer erkenntnistheoretischer Reflexion.

Als erfahrungsbasierte, praktische Experimentalsysteme sind Experimente in Forschung, Lehre und Lernen als immer konkret gegenständliche ferner *gesellschaftlich, kulturell und historisch situiert*. Seien es über die Kontrolle der Randbedingungen

in Labors vermeintlich „reine“, in der Erweiterung des „Reallabors“ eingebundene oder in der notwendigen kritischen Reflexion des „Denkens in einer schlechten Welt“ (Lagasnerie, 2018) interventionistische Experimentalsysteme, seien sie positivistisch-naturwissenschaftlich oder kritisch-kulturwissenschaftlichen Wissenschaftsverständnissen verpflichtet – Experimente als Mittel von Forschung, Lehre und Lernen sind notwendig situiert und situierend zugleich. Die Reflexivität des Experimentellen zwingt zur Reflexion der Situierung. Insofern dabei die Praxis des Experimentellen im Zentrum steht, Experimente nicht ohne ihre Durchführung oder im Kurzschluss der Abkürzung zum „Ergebnis“ gedacht werden können, ist diese Situierung zugleich eine, die über rein theoretisch-beschreibende Ansätze der Wissenschaft auf interventive, konstruktive oder praxisbezogene Entwicklungen verweist. Als Experimentalsysteme verweisen sie auf offene Anschlussmöglichkeiten.

Schließlich erfordert das Experiment als Experimentalsystem und Experimentalität im Kontext transdisziplinärer Didaktik in besonderer Weise dessen, was mit der kulturwissenschaftlichen Wende der Geisteswissenschaften begonnen wurde und heute – in gewissen Hinsichten – neue Impulse aus dem Bereich der Kunst und künstlerischer Forschung erfährt. Die kulturwissenschaftliche Reflexion allen Wissens und so auch der Wissenschaften in Lehre und Forschung als *kulturelle*, *historische* und *gesellschaftliche* Phänomene, unauflösbar mit jenen verflochten, führt in der Entwicklung zur Notwendigkeit kulturwissenschaftlicher Experimentalität, oder strenger: einer *experimentellen Kulturwissenschaft* (vgl. Klenk, 2020). Unter Bedingungen sozialer, kultureller und nicht zuletzt: *medialer* Umbrüche muss das Experiment immer auch im Kontext dieser gedacht und entwickelt werden. Die kulturwissenschaftliche Perspektive mag hier einen entscheidenden Beitrag zur Klärung und Schärfung auch der Transdisziplinarität didaktischer Mittel leisten, kann sie doch als genau jenes Integral der Reflexion der Wissenschaften auf sich selbst verstanden werden. Umgekehrt müssen aber zugleich gerade Experiment und Experimentalität als jene Mittel verstanden werden, mit denen erst eine experimentell gewendete Kulturwissenschaft als Kontext transdisziplinärer Heuristiken entwickelt werden kann.

Literaturverzeichnis

- Adorno, T. W., Frenkel-Brunswik, E., Levinson, D. J., Sanford, N. & Gordon, P. E. (1950). *The Authoritarian Personality*. Verso.
- Adorno, T. W. & Ziege, E.-M. (2019). *Bemerkungen zu „The Authoritarian Personality“ und weitere Texte*. Suhrkamp.
- Arnold, A. & Piontek, F. M. (2018). Zentrale Begriffe im Kontext der Reallaborforschung. In A. Di Giulio & R. Defila (Hrsg.), *Transdisziplinär und transformativ forschen* (S. 143–154). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Bacon, F. (1762). *Novum organum scientiarum*. A. T. Venetiis & T. G. Girardi (Hrsg.). <http://archive.org/details/1762novumorganum00baco>

- Bacon, F. (2000). *The New Organon*. L. Jardine & M. Silverthorne (Hrsg.). Cambridge Texts in the History of Philosophy. Cambridge University Press.
- Badura, J., Dubach, S., Haarmann, A., Mersch, D., Rey, A., Schenker, C. & Toro, G. (Hrsg.). (2015). *Künstlerische Forschung: ein Handbuch*. Diaphanes.
- Beecroft, R. & Parodi, O. (2016). Reallabore als Orte der Nachhaltigkeitsforschung und Transformation. *TATuP – Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis* 25(3), 4–8.
- Beecroft, R., Trenks, H., Rhodius, R., Benighaus, C. & Parodi, O. (2018). Reallabore als Rahmen transformativer und transdisziplinärer Forschung: Ziele und Designprinzipien. In A. Di Giulio & R. Defila (Hrsg.), *Transdisziplinär und transformativ forschen*, (S. 75–100). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Bippus, E. (2019). Experimentieren im Feld der Kunst als Praxis im Offenen. In S. Marguin, H. Rabe, W. Schäffner & F. Schmidgall (Hrsg.), *Experimentieren: Einblicke in Praktiken und Versuchsaufbauten zwischen Wissenschaft und Gestaltung* (S. 37–50). Science Studies. transcript.
- Cohnitz, D. (2006). *Gedankenexperimente in der Philosophie*. mentis-Verl.
- Davis, S. F. (Hrsg.). (2003). *Handbook of Research Methods in Experimental Psychology*. Blackwell Handbooks of Research Methods in Psychology. Blackwell.
- Defila, R. & Di Giulio, A. (2019). Wie Reallabore für Herausforderungen und Expertise in der Gestaltung transdisziplinären und transformativen Forschens sensibilisieren – eine Einführung. In R. Defila & A. Di Giulio (Hrsg.), *Transdisziplinär und transformativ forschen, Band 2* (S. 1–30). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Fleck, L. (2012). *Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache: Einführung in die Lehre vom Denkstil und Denkkollektiv*. (9. Aufl.). L. Schäfer & T. Schnelle (Hrsg.). Suhrkamp.
- Freedheim, D. K. (2003). *Handbook of Psychology, Volume 1, History of Psychology: Volume 1, History of Psychology*. John Wiley & Sons. <http://public.eblib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=142245userid=%5Eu>.
- Frey, G. (1971). Experiment. In *Historisches Wörterbuch der Philosophie, Band 2, D–F* (völlig neu bearbeitete Ausg. des Wörterbuchs der philosophischen Begriffe von R. Eisler, J. Ritter, K. Gründer, G. Gabriel & R. Eisler (Hrsg.)) (S. 868–870). Schwabe.
- Garfinkel, H. (1984). Studies of the Routine Grounds of Everyday Activities. In *Studies in Ethnomethodology* (S. 35–75). Polity Press.
- Garfinkel, H. (2017a). Studien zu den Routinegrundlagen von Alltagstätigkeiten. In E. Schüttpelz, A. Warfield Rawls & T Thielmann (Hrsg.), *Studien zur Ethnomethodologie* (S. 77–125). Campus Bibliothek. Campus.
- Garfinkel, H. (2017b). E. Schüttpelz, A. Warfield Rawls & T Thielmann (Hrsg.), *Studien zur Ethnomethodologie*. Campus Bibliothek. Campus.
- Gerhard, U. & Marquardt, E. (Hrsg.). (2020). *Die Stadt von morgen*. Heidelberg University Press.
- Gethmann, C. F. (2005). Gedankenexperiment. In J. Mittelstraß, G. Gabriel & M. Carrier (Hrsg.), *Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie, G-Inn* (2., neu bearb. und wesentlich erg. Aufl., 3:33–36). Metzler.

- Goffman, E. (1959). *The Presentation of Self in Everyday Life*. Doubleday Anchor Books.
- Goffman, E. (1966). *Behavior in Public Places: Notes on the Social Organization of Gatherings*. The Free Press.
- Goodwin, C. J. (2003). Psychology's Experimental Foundations. In S. F. Davis (Hrsg.), *Handbook of Research Methods in Experimental Psychology* (S. 3–23). Blackwell Handbooks of Research Methods in Psychology. Blackwell.
- Groß, M., Hoffmann-Riem, H. & Krohn, W. (2005). *Realexperimente. Ökologische Gestaltungsprozesse in der Wissensgesellschaft*. transcript.
- Hacking, I. (1983). *Representing and Intervening: Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science*. Cambridge University Press.
- Henke, S., Mersch, D., Van der Meulen, N., Strässle, T. & Wiesel, J. (Hrsg.). (2020). *Manifest der künstlerischen Forschung: eine Verteidigung gegen ihre Verfechter: versetzt mit „Bildstücken“ – Deklination einer Collage von Sabine Hertig (2019) = Manifesto of artistic research: a defense against its advocates: mixed with “Bildstücke” a declination of the collage by Sabine Hertig (2019)*. Denkt Kunst. Diaphanes.
- Hochberg, K., Kuhn, J. & Müller, A. (2018). Using Smartphones as Experimental Tools—Effects on Interest, Curiosity, and Learning in Physics Education. *Journal of Science Education and Technology* 27(5), 385–403.
- Humboldt, W. von. (2017). *Schriften zur Bildung*. G. Lauer (Hrsg.). Reclams Universal-Bibliothek. Reclam Verlag. <https://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=5801519>
- Husserl, E. (1991). *Cartesianische Meditationen und Pariser Vorträge*. S. Strasser (Hrsg.). Husserliana: Edmund Husserl – Gesammelte Werke 1. Springer Netherlands.
- Jacob, F. (2000). *Die Maus, die Fliege und der Mensch: über die moderne Genforschung*. Dt. Taschenbuch-Verl.
- Janich, P. (2005). Experiment. In J. Mittelstraß (Hrsg.), *Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie, C–F* (2:454). J. B. Metzler.
- Klenk, M. (2020). *Sprechendes Denken: Essays zu einer experimentellen Kulturwissenschaft*. Edition Kulturwissenschaft 234. transcript.
- Kluge, F. (2011). Experiment. In E. Seebold (Hrsg.), *Etymologisches Wörterbuch der deutschen Sprache* (25., durchgesehene und erw. Aufl., S. 267). De Gruyter.
- Krohn, W. & Küppers, G. (1989). *Die Selbstorganisation der Wissenschaft*. Suhrkamp.
- Krohn, W. & Weyer, J. (1989). Gesellschaft als Labor: Die Erzeugung sozialer Risiken durch experimentelle Forschung. *Soziale Welt* 40(3), 349–373. JSTOR: 40877604.
- Kuhlen, R. & Schneider, U. (1971). Experimentalphilosophie. In *Historisches Wörterbuch der Philosophie, Band 2* (völlig neu bearbeitete Ausg. des Wörterbuchs der philosophischen Begriffe von R. Eisler. J. Ritter, K. Gründer, G. Gabriel & R. Eisler (Hrsg.) (S. 870–875). Schwabe.
- Kühne, U. (2005). *Die Methode des Gedankenexperiments*. Suhrkamp.
- Lagasnerie, G. de. (2018). *Denken in einer schlechten Welt*. Matthes & Seitz.
- Mach, E. (1897). Über Gedankenexperimente. *Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht*, 10, 1–5.

- Marquardt, E. & West, C. (2016). Co-Produktion von Wissen in der Stadt. *TATuP – Zeitschrift für Technikfolgenabschätzung in Theorie und Praxis* 25(3), 26–31.
- McLaughlin, P. (1993). Der neue Experimentalismus in der Wissenschaftstheorie. In H.-J. Rheinberger & M. Hagner (Hrsg.), *Die Experimentalisierung des Lebens: Experimentalsysteme in den biologischen Wissenschaften 1850/1950* (S. 207–218). Akademie Verlag.
- McLaughlin, P. (2005). neuer Experimentalismus. In J. Mittelstraß (Hrsg.), *Enzyklopädie Philosophie und Wissenschaftstheorie, C–F* (2:454–455). J. B. Metzler.
- Menke, C. (2014a). Das Experiment: zwischen Kunst und Leben. In *Die Kraft der Kunst* (3. Aufl., S. 82–105). Suhrkamp.
- Menke, C. (2014b). Die Kraft der Kunst. Sieben Thesen. In *Die Kraft der Kunst* (3. Aufl., S. 17–40). Suhrkamp.
- Milgram, S. (1979). *Obedience to Authority: An Experimental View*. Harper and Row.
- Milgram, S. (2017). *Das Milgram-Experiment: zur Gehorsamsbereitschaft gegenüber Autorität*. (20. Auflage). Rororo 17479. Rowohlt.
- Nagel, T. (1974). What Is It like to Be a Bat? *The Philosophical Review* 83(4), 435. JSTOR: 2183914.
- Pfeiler, W. (1993). Experiment. In *Etymologisches Wörterbuch des Deutschen*, überarbeitete Version im Digitalen Wörterbuch der deutschen Sprache. Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften. <https://www.dwds.de/wb/Experiment#etymbw-1>
- Platon. (1990). *Werke, Band 4: Politeia (Der Staat)*. (2. Aufl.). G. Eigler (Hrsg.). WBG.
- Popper, K. R. (2005). *Logik der Forschung*. (11. Aufl.). Gesammelte Werke, Bd. 3. Mohr Siebeck, 20. Mai 2005.
- Rheinberger, H.-J. (1992a). Das „epistemische Ding“ und seine technischen Bedingungen. In *Experiment, Differenz, Schrift: zur Geschichte epistemischer Dinge* (S. 67–86). Basilisken-Press.
- Rheinberger, H.-J. (1992b). Experimentalsysteme: Differenz, Graphematizität, Konjunktur. In *Experiment, Differenz, Schrift: zur Geschichte epistemischer Dinge* (S. 21–46). Basilisken-Press.
- Rheinberger, H.-J. (1994). Experimentalsysteme, Epistemische Dinge, Experimentalkulturen. Zu Einer Epistemologie Des Experiments. *Deutsche Zeitschrift für Philosophie* 42(3), 405–417.
- Rheinberger, H.-J. (2006). *Experimentalsysteme und epistemische Dinge: eine Geschichte der Proteinsynthese im Reagenzglas*. Suhrkamp.
- Russell, Nestar, Hrsg. 2018. *Understanding Willing Participants, Volume I: Milgram's Obedience Studies and the Holocaust*. Bd. 1. Calgary: Palgrave Macmillan.
- Russell, N. (Hrsg.). (2019). *Understanding Willing Participants, Volume 2: Milgram's Obedience Experiments and the Holocaust*. Palgrave Macmillan.
- Schmidgen, H. (2017). *Forschungsmaschinen: Experimente zwischen Wissenschaft und Kunst*. Fröhliche Wissenschaft 108. Matthes & Seitz.
- Schmohl, T. & Schäffer, D. (2019). *Lehrexperimente der Hochschulbildung: didaktische Innovationen aus den Fachdisziplinen*. wbv media.
- Schmohl, T., Schäffer, D., To, K.-A. & Eller-Studzinsky, B. (2019). *Selbstorganisiertes Lernen an Hochschulen. Strategien, Formate und Methoden.*: wbv media.

- Schneider, J. (1971). Gedankenexperiment. In *Historisches Wörterbuch der Philosophie, Band 3, G–H* (völlig neu bearbeitete Ausg. des Wörterbuchs der philosophischen Begriffe von R. Eisler. herausgegeben von J. Ritter, K. Gründer, G. Gabriel & R. Eisler (Hrsg.) (S. 3:62). Schwabe.
- Schneidewind, U. (2020). Die Stadt als Reallabor – Fünf Thesen zur Rolle der Wissenschaft in urbanen Transformationsprozessen. In U. Gerhard & E. Marquardt (Hrsg.), *Die Stadt von morgen* (S. 139–142). Heidelberg University Press.
- Steinle, F. (2005). *Explorative Experimente: Ampère, Faraday Und Die Ursprünge Der Elektrodynamik*. Boethius 50. Steiner.
- Strzys, M. P., Thees, M., Kapp, S. & Kuhn, J. (2019). Smartglasses in STEM Laboratory Courses – the Augmented Thermal Flux Experiment. In *2018 Physics Education Research Conference Proceedings*. American Association of Physics Teachers, 21. Januar 2019.
- Vennemann, N. (2018). *Das Experiment in der zeitgenössischen Kunst: initiierte Ereignisse als Form der künstlerischen Forschung*. Image, Band 148. transcript.
- West, C. (2018). „Wissen to Go“ – Transdisziplinär-transformative Lehre als „Reallabor im Kleinen“. In A. Di Giulio & R. Defila (Hrsg.), *Transdisziplinär und transformativ forschen* (S. 329–373). Springer Fachmedien Wiesbaden.

Autor

Prof. Dr. phil. Moritz Klenk
Experimentelle Kulturwissenschaft, kritische Theorie, Medien- und Designgeschichte
m.klenk@hs-mannheim.de