

Reading Artifacts: Historische Sammlungen und innovative Konzepte in der Lehre

ROLAND WITTJE

Abstract

Universitätshistorische Sammlungen bieten viele Möglichkeiten für innovative Lehrveranstaltungen in den unterschiedlichsten Disziplinen. Sie eignen sich besonders für interdisziplinäre Lehrveranstaltungen und ermöglichen eine Kommunikation zwischen textorientierten und materiellen Kulturen an den Universitäten.

Ich beziehe mich in meinem Beitrag vor allem auf Projekte und Erfahrungen in der Wissenschafts- und Technikgeschichte, die sich aber auch auf andere Disziplinen übertragen lassen. Obwohl die Bedeutung materieller Kultur in der Wissenschafts- und Technikgeschichte zunehmend erkannt wird, bedienen sich Historiker nur selten der Objekte als Quelle für ihre Geschichtsschreibung, sondern verlassen sich zumeist auf schriftliche Quellen. Einer der Gründe hierfür ist, dass Historiker in ihrer Ausbildung lernen, Texte zu interpretieren, nicht aber Objekte zu untersuchen oder gar Experimente durchzuführen. Um zu erreichen, dass sich Historiker über das Studium von Texten hinaus mit den materiellen Kulturen von Wissenschaft und Technik auseinandersetzen, muss der Umgang mit Objekten in die Lehrveranstaltungen mit einbezogen werden. Universitätssammlungen liefern hierfür eine hervorragende Grundlage. Ich werde über meine eigenen Erfahrungen mit der Sommerschule ‚Reading Artifacts‘ in Kanada und über Pläne für eine europäische Zusammenarbeit berichten.

Einleitung

Eine der wichtigsten Funktionen universitärer Objekt- und Instrumentsammlungen ist ihr Einsatz in der akademischen Lehre. Universitätshistorische Sammlungen sind zu einem großen Teil als Lehrsammlungen in den verschiedensten Disziplinen in den Natur-, Geistes-, Kunst-, Musik- und Technikwissenschaften angelegt worden. Als Folge einer Historisierung der Sammlungen und der Veränderungen der Lehrpraktiken und Lerninhalte werden viele Objekte und Sammlungen heute nicht mehr in ihrer ursprünglichen Weise in der Lehre genutzt. Die Objekte und Sammlungen erscheinen für die Fächer daher obsolet und sind der Gefahr ausgesetzt, nicht mehr gepflegt oder gar weggeworfen zu werden. Dabei bieten die mittlerweile historischen Objekte und Sammlungen viele Möglichkeiten für innovative Lehrveranstaltungen außerhalb ihres ursprünglichen Lehrkontextes in den unterschiedlichsten Disziplinen. Sie eignen sich besonders für interdisziplinäre Lehrveranstaltungen und ermöglichen eine Kommunikation zwischen textorientierten und materiellen Kulturen an den Universitäten.

Ich beziehe mich vor allem auf Projekte und Erfahrungen aus meinem eigenen Fachbereich, der Wissenschafts- und Technikgeschichte, die sich aber auch auf andere Disziplinen übertragen lassen. Obwohl die Bedeutung materieller Kultur in der Wissenschafts- und Technikgeschichte zunehmend erkannt wird,¹ greifen Historiker jedoch eher selten auf Objekte als Quelle für ihre Geschichtsschreibung zurück, sondern verlassen sich zumeist auf schriftliche Zeugnisse. Einer der Gründe hierfür lautet, dass unsere geisteswissenschaftliche Kultur vornehmlich textbezogen ist. Historiker lernen in ihrer Ausbildung, Texte zu interpretieren, nicht aber Objekte zu untersuchen oder gar Experimente durchzuführen.² Falls Objekte mit einbezogen werden, findet dies häufig nur sehr oberflächlich statt (KWAN 2008). Grundsätzlich fehlt es den Wissenschafts- und Technikhistorikern an Methoden und einer institutionellen Infrastruktur (wie Werkstätten und Laboren), um sich intensiv und kritisch mit Gegenständen zu beschäftigen. Um zu erreichen, dass sich Historiker über das Studium

¹ Siehe z.B. DASTON 2004.

² Siehe dazu speziell CORN 1996.

von Texten hinaus mit den materiellen Kulturen von Wissenschaft und Technik auseinandersetzen, muss der Umgang mit Objekten in die Lehrveranstaltungen mit einbezogen werden. Universitäts-sammlungen liefern hierfür eine ausgezeichnete Grundlage.

Als Beispiel, wie eine solche Lehrveranstaltung aufgebaut und organisiert sein kann und welche Methoden und Inhalte dort vermittelt werden können, möchte ich hier die Sommerschule ‚*Reading Artifacts*‘ – *Summer Institute in the Material Culture of Science*‘ vorstellen, die vom 17.–21. August 2009 am *Canada Science and Technology Museum* in Ottawa stattgefunden hat.³ Die 25 Teilnehmer/innen der Sommerschule waren neben zwei Künstlern Doktoranden, Postdoktoranden und Lehrende der Wissenschafts- und Technikgeschichte aus Kanada und den USA. Ziel war es, die Teilnehmer/innen in Methoden und Perspektiven des Objektstudiums einzuführen, um diese dann in der eigenen Forschung und Lehre umzusetzen und weiterzuentwickeln. Wir waren besonders positiv vom großem Interesse und der Offenheit von Lehrenden (Assistant und Associate Professors) aus der Wissenschafts- und Technikgeschichte überrascht, die Methoden zu Objektstudien erlernen wollten, um sie in ihrer eigenen Lehre umzusetzen. Das *Canada Science and Technology Museum* ist ein nationales Museum für Wissenschafts- und Technikgeschichte, das neben seiner Ausstellungstätigkeit die Bewahrung des materiellen Kulturerbes im Bereich Wissenschaft und Technik zur Aufgabe hat. Das Museum möchte seine Zusammenarbeit mit den Universitäten Kanadas ausbauen. Ein wichtiges Ziel der Sommerschule lautete, nicht nur die umfangreichen Sammlungen des Museums für die Universitäten zugänglich zu machen, sondern den Wissenschafts- und Technikhistorikern auch Methoden zur Verfügung zu stellen, mit denen sie die eigenen universitätshistorischen Sammlungen für Forschung und Lehre erschließen können.⁴



Abb. 1: Der Unterrichtsraum im Depot des Canada Science and Technology Museums. Ganz links: Richard Kremer, Dartmouth College, NH; ganz rechts: David Pantalony, Hauptorganisator der Sommerschule (Foto: Robert Bean).

Die Veranstaltungen der Sommerschule haben bis auf eine Exkursion alle in den Depots und Werkstätten des Museums stattgefunden (Abb. 1). Die Methoden zum Objektstudium, die wir in der Sommerschule teilweise auch praktisch umgesetzt haben, können grob in analytische und performative Methoden unterschieden werden. Bei den analytischen Methoden werden die Gegenstände gründlich, kritisch und systematisch untersucht, um hierdurch Rückschlüsse auf die Art des Gegenstandes, seine Funktionsweise, sein Alter, seine Herkunft und Herstellungsweise, seines Gebrauchs sowie die benutzten Materialien zu gewinnen. Bei den performativen Methoden werden die Gegenstände grundsätzlich benutzt, das heißt, dass mit ihnen eine Handlung vollzogen wird. Für ein

³ Die Sommerschule wurde von Randall Brooks und David Pantalony am Canada Science and Technology Museum organisiert. Die auswärtigen Lehrenden der Sommerschule waren Anmarie Adams (McGill University, Montreal), Jean-François Gauvin (Harvard University / McGill University), Richard Kremer (Dartmouth College, New Hampshire) und Roland Wittje (Universität Regensburg). Vom Canada Science and Technology Museum lehrten Anna Adamek, Randall Brooks, David Pantalony und Sue Warren. Die Sommerschule wurde vom kanadischen *Situating Science Strategic Knowledge Cluster* finanziell unterstützt. Siehe auch VIRDI 2010.

⁴ David Pantalony vom Canada Science and Technology Museum bietet objektbasierte Seminare in den Lagern des Museums für das History Department der University of Ottawa an. Er hat 2003 zusammen mit Richard Kremer am Dartmouth College in New Hampshire einen Kurs in Wissenschaftsgeschichte entwickelt, der auf der historischen *King Collection of Scientific Instruments* beruhte. Siehe PANTALONY 2008 und <http://www.dartmouth.edu/~news/releases/2003/march/030103d.html> (30.08.2010).

wissenschaftliches Instrument kann dies zum Beispiel heißen, eine Messung durchzuführen. Einer Benutzung von historischen Gegenständen geht gewöhnlich eine gründliche Analyse voraus. Da konservatorische Gesichtspunkte und der Zustand von historischen Gegenständen ihrer Benutzung oft entgegenstehen, wird häufig mit Nachbauten der originalen Gegenstände gearbeitet. Als Beispiel für ein Protokoll einer hauptsächlich analytischen Untersuchung von Gegenständen, wie wir es mit den Teilnehmer/innen der Sommerschule durchexerziert haben, möchte ich das so genannte Winterthur-Protokoll für das Objektstudium vorstellen. Als Beispiel für einen performativen Ansatz wiederum soll die Methode der Replikation historischer Experimente geschildert werden, wie sie speziell von der Arbeitsgruppe Hochschuldidaktik und Wissenschaftsgeschichte an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg entwickelt wurde.

Reading artifacts mit der Winterthur-Methode

Die Winterthur-Methode bzw. das Winterthur-Protokoll für das Objektstudium wurde 1982 von Edward McClung Fleming vom Winterthur Museum in Delaware entwickelt (McCLUNG FLEMING 1982). Flemings zentrale These lautet, dass sich Objekte als nonverbale Dokumente im Prinzip genau so lesen und interpretieren lassen wie verbale Dokumente. Voraussetzung dafür ist, dass der potenzielle Leser des Lesens mächtig ist.⁵ Fleming möchte mit seiner Methode ein Vokabular zur Verfügung stellen, das die Entschlüsselung materieller Objekte ermöglicht. Fleming hat die Winterthur-Methode für die Early American Cultural Studies entwickelt, sie ist inzwischen allerdings mehrfach auf das Studium von Objekten in der Wissenschafts- und Technikgeschichte angewandt worden (KWAN 2008; PANTALONY 2008).

In seinem Modell hat Fleming fünf grundsätzliche Klassifikationsgruppen von Eigenschaften oder Merkmalen angegeben, die einem Objekt zugeordnet werden können. Diese sind (McCLUNG FLEMING 1982, 165f.):

- Geschichte: Wo, wann, warum, für wen wurde das Objekt hergestellt? Wo wurde es benutzt, und wo wurde es gefunden?
- Material: Aus welchen Materialien wurde das Objekt hergestellt?
- Konstruktion: Welche Techniken wurden zur Herstellung benutzt? Ist das Objekt gut und professionell hergestellt?
- Design: Was ist die physikalische Struktur des Objektes, seiner Form, seines Gewichts und Stils, seiner Verzierungen?
- Funktion: Was war die ursprünglich vorgesehene Funktion des Objekts? Wie wurde es benutzt? Gibt es Gebrauchsspuren? Wurde das Objekt im Laufe der Benutzung umgebaut oder repariert?

Auf diese Gruppen von Eigenschaften lassen sich nach dem Winterthur-Protokoll vier Operationen anwenden, die nach Fleming Antworten auf die wichtigsten Fragen bieten, die wir an ein Objekt stellen (Mc CLUNG FLEMING 1982, 166–173):

- Identifikation: Worum handelt es sich bei dem Objekt? Ist es authentisch?
- Evaluation: ästhetische Qualitäten, Verhältnismäßigkeit der Materialien, Geschick und Präzision in der Herstellung
- Kulturelle Analyse: Welche menschlichen Handlungen und Verhalten sind mit dem Objekt assoziiert?

⁵ Thomas Söderqvist hat auf seinem Blog des *Medical Museion* der Universität Kopenhagen eine interessante Diskussion darüber initiiert, ob wir Objekte wirklich so lesen, wie wir Texte lesen. <http://www.corporeality.net/museion/2010/04/08/reading-artefacts-do-we-really-read-them-2> (30.08.2010).

- Interpretation: Wer interessiert sich heutzutage für dieses Objekt? Wie benutzen diese Interessenten das Objekt? Wie verhalten sie sich zu ihm? Was ist die Signifikanz des Objektes?

Das Winterthur-Protokoll ist zwar nur eines der möglichen Protokolle, die zur Analyse und Interpretation von Objekten verwendet werden können. Es hat sich aber gerade in Lehrveranstaltungen bewährt, in denen Studierende das kritische Studium von Objekten erlernen sollen. Um die Winterthur-Methode in der Sommerschule in Ottawa praktisch umzusetzen, wurden verschiedene Objekte ausgewählt und auf Tischen bzw. im Raum platziert, denen sich die Teilnehmer/innen dann zugeordnet haben. Auf diese Weise bildeten sich Gruppen von zwei bis vier Teilnehmer/innen, die sich über mehrere Tage mit ihrem Objekt beschäftigten und es am Ende der Sommerschule in einem Vortrag präsentierten. Die Gruppen haben auch eine Fotodokumentation erstellt, von denen einige noch auf „Flickr“ zur Verfügung stehen. Zu den ausgewählten Objekten gehörten ein PDP-8 Mini-computer,⁶ ein medizinisches Pappmachémodell von Clay-Adams,⁷ ein Brewer-Ozonspektrometer,⁸ ein Hoover Constellation-Staubsauger und die Radiosonde eines Wetterballons.⁹

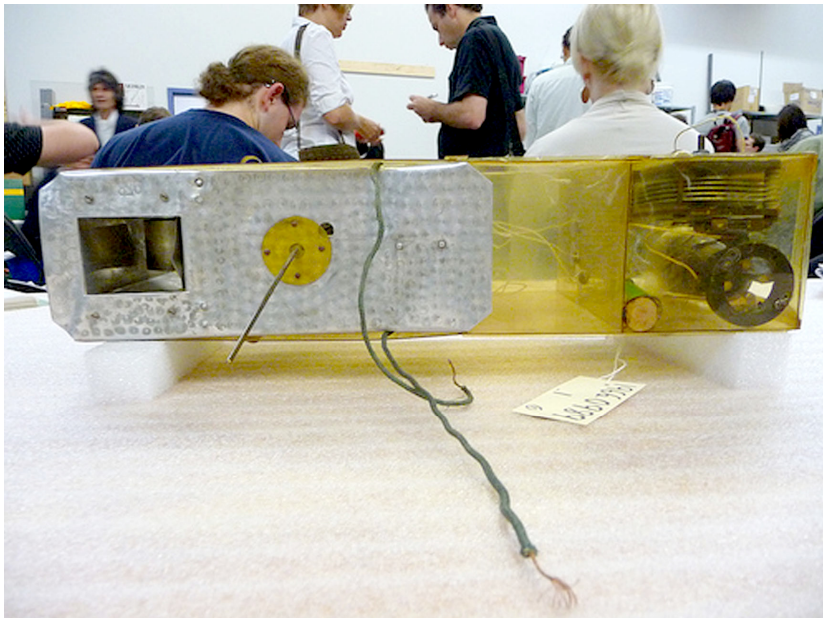


Abb. 2: Die Radiosonde, die von Dorotea Gucciardo und Devon Elliott untersucht wurde (Foto: Dorotea Gucciardo). Dieses und andere Fotos sind Teil einer Fotodokumentation im Internet (<http://www.flickr.com/photos/42007644@N08/>).

Die Gruppen untersuchten ihr jeweiliges Objekt nach dem Winterthur-Protokoll zunächst ohne Zugang zu schriftlichen Quellen oder zum Internet. Ab dem zweiten Tag bekamen sie Einsicht in die Akquirierungsunterlagen und konnten die Bibliothek des Museums benutzen. Die Teilnehmer/innen reagierten sehr positiv auf die neue Erfahrung der intensiven und kritischen Auseinandersetzung mit den Objekten. Ich begleitete die Doktoranden Dorotea Gucciardo und Devon Elliott von der University of Western Ontario in ihrem

Studium der Radiosonde, die im internationalen Polarjahr 1932 zum Einsatz gekommen war (Abb. 2).

Für Dorotea Gucciardo und Devon Elliott war das Studium von materiellen Gegenständen Neuland. Sie hatten sich für die Radiosonde entschieden, weil sie ihnen interessant vorkam. Sie besaßen aber keine Vorstellung davon, worum es sich bei dem Objekt handelte. Nach und nach erschlossen sich die beiden das Objekt mit der Hilfe der Lehrenden und Konservatoren. Sie öffneten die Sonde vorsichtig, studierten die Materialien, den Aufbau, die Verarbeitungsweise, die einzelnen Komponenten und deren Zusammenspiel. Das geringe Gewicht gab Aufschluss über die Verwendung. Das Objekt wurde auch mit anderen ähnlichen Objekten im Museum verglichen. Diese Untersuchungen gaben viele

⁶ <http://www.flickr.com/photos/pdp-8> (30.08.2010).

⁷ <http://www.flickr.com/photos/41913853@N08> (30.08.2010).

⁸ <http://www.flickr.com/photos/epurchase/sets> (30.08.2010).

⁹ <http://www.flickr.com/photos/42007644@N08> (30.08.2010).

Hinweise auf die Herstellung der Sonde und die meteorologischen Messungen, die mit ihr durchgeführt worden waren. Die vielleicht wichtigste Erfahrung, die die beiden machten, war jene, dass die Informationen in den Akquirierungsunterlagen nicht mit dem vorgefundenen Objekt übereinstimmten. Während die Unterlagen das Objekt als Blinklichtsonde identifizierten, zeigte das Studium des Objektes eindeutig, dass es sich um eine Radiosonde handelte. Auch in der Dauerausstellung des Museums befand sich eine baugleiche Radiosonde, die in der Beschriftung irrtümlich als Blinklichtsonde ausgewiesen wurde, offenbar ohne dass dies bislang aufgefallen war. Gucciardo und Elliott wurde bewusst, dass es nicht immer die schriftliche Quelle ist, der man als Historiker trauen sollte.

Von der Analyse zur Performance: die Replikation

Die Methode der Replikation historischer Experimente ist ab Anfang der 1990er Jahre von der Arbeitsgruppe Hochschuldidaktik und Wissenschaftsgeschichte der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg entwickelt und perfektioniert worden (HEERING, RIEß & SICHAU 2000). Die Motivation für die Beschäftigung mit historischen Experimenten und Experimentierpraktiken lieferte besonders ein historisch-kritischer Ansatz in der Lehrerbildung im Fach Physik. Bei den Oldenburger Replikationen kommen vor allem Nachbauten von Originalinstrumenten zum Einsatz, die in jeglicher Hinsicht (Design, Herstellungsweise, Materialien und Funktionsweise) möglichst genau dem Original entsprechen sollen. Es werden teilweise auch historische Originalgeräte benutzt. Die Replikationsmethode umfasst nicht nur das Studium der Originalgeräte, sondern auch jenes aller verfügbaren schriftlichen und bildlichen Quellen zum jeweiligen Experiment und dessen Kontext, ebenso wie eine Aneignung der jeweils gängigen Experimentierpraxis.

Die Replikationen historischer Experimente sind in Oldenburg nicht nur in der wissenschaftshistorischen Forschung, sondern auch in der Lehre, und hier besonders im Demonstrationspraktikum in der Lehrerbildung und im Schulunterricht eingesetzt worden (HEERING 2000 und 2007). Mittlerweile wird die Replikation historischer Experimente in der deutschen universitären Forschung und Lehre an den Universitäten Flensburg und Jena praktiziert. Weitere Beispiele finden sich in den USA und Norwegen (CAVICCHI 2008; KWAN 2008; EGGEN, KVITTINGEN, LYKKNES & WITTJE im Erscheinen).

An der Sommerschule in Ottawa habe ich exemplarisch Teile meiner Replikation der Experimente von Heinrich Hertz zur Ausbreitung der elektrischen Kraft 1886/1887 in Karlsruhe vorgeführt (WITTJE 2000; WITTJE & ENGELS 2008). Meine Nachbauten der Originalgeräte am Deutschen Museum in München hatte ich nach Ottawa mitgebracht. Für die Experimente wird auch ein Funkeninduktor benötigt. In Oldenburg benutzten wir einen Funkeninduktor von Ferdinand Ernecke, der um 1900 hergestellt wurde. Der Marconi-Funkeninduktor, den wir für die Vorführung in Ottawa verwendeten, stammte aus den Beständen des *Canada Science and Technology Museum* (Abb. 3). Die Inbetriebnahme des historischen Funkeninduktors ging mit einem intensiven Austausch mit dem zuständigen Konservator und mehreren Tests einher. Die Demonstration der Hertz-Experimente ermöglichte Erfahrungen und Beobachtungen, die sich allein aus dem Studium der schriftlichen Quellen nicht gewinnen lassen. Zentral ist dabei die Erfahrung, den winzigen Funken im Sekundärkreis wahrzunehmen. Es gehört viel Geschick und Erfahrung dazu, den Funken wahrzunehmen und zu einer reproduzierbaren Messgröße zu machen. Im Gegensatz dazu stehen andere, nach dem Studium der schriftlichen Quellen unerwartete, da unerwähnte Erfahrungen, wie der sehr laute Knall des vergleichsweise grellen Primärfunkens, das Hämmern des Unterbrechers des Funkeninduktors und der Ozongeruch, der sich nach einiger Zeit einstellt.

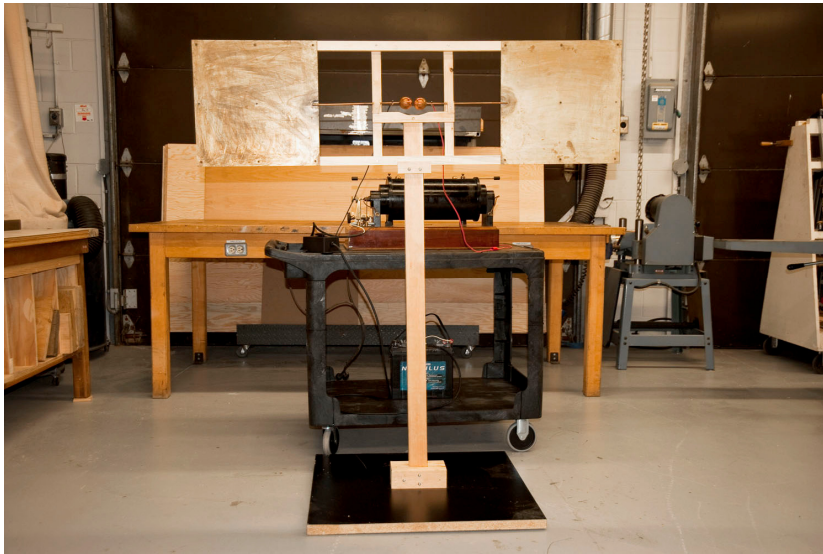


Abb. 3: Aufbau in Ottawa zur Demonstration der Experimente von Heinrich Hertz zur Ausbreitung der elektrischen Kraft. Im Vordergrund: der Nachbau des Primärkreises, dahinter: der originale Funkeninduktor des Canada Science and Technology Museums (Foto: Robert Bean).

Die Methode der Replikation historischer Experimente ist zweifelsfrei eine sehr aufwendige Methode, die sehr viel Zeit und Vorbereitung erfordert. In der Sommerschule in Ottawa haben wir sie den Teilnehmer/innen nur exemplarisch vorgeführt.¹⁰ Die Experimente eignen sich oft nicht für Demonstrationen für größere Gruppen. So muss mit der durch den Funkeninduktor erzeugten Hochspannung in Lehrsituationen sehr vorsichtig umgegangen werden. Die Replikation ist andererseits aber auch die

Methode, die die meisten Informationen und Erfahrungen über die Instrumente und die mit ihnen durchgeführten Experimente liefert bzw. bietet.

Fazit

Die Sommerschule *Reading Artifacts – Summer Institute in the Material Culture of Science* 2009 war ein großer Erfolg. Dies hat das *Canada Science and Technology Museum* dazu bewogen, im August 2010 wieder eine Sommerschule zum Thema *Reading Artifacts* zu organisieren.¹¹ Die einmal im Jahr stattfindende Sommerschule soll dann zu einer Dauereinrichtung werden. Dem kanadischen Beispiel folgend, versucht eine Gruppe von Akteuren und Institutionen aus verschiedenen europäischen Ländern ein europäisches Projekt mit einer Reihe von Sommerschulen zum Objektstudium mit verschiedenen Schwerpunkten in der Wissenschafts-, Medizin- und Technikgeschichte in die Wege zu leiten. Bisher ist dieses Projekt allerdings noch an der Frage der Finanzierung gescheitert.¹²

Ziel der Sommerschulen soll es in Europa wie in Kanada sein, verschiedene Methoden und Inhalte des Objektstudiums in der Wissenschafts- und Technikgeschichte zu verbreiten und in die universitäre Ausbildung zu tragen. Es sind Beispiele dafür, wie universitätshistorische Sammlungen auf möglichst unterschiedliche und innovative Art und Weise in die universitäre Lehre eingebunden werden können. Eine aktive und kreative Einbindung der Objekte und Sammlungen in die Lehre ist, neben ihrer Mobilisierung für aktuelle Forschung, der beste Garant dafür, dass sie an den Universitäten erhalten bleiben und weiter gepflegt werden.

¹⁰ Neben meiner Replikation der Hertz-Experimente hat David Pantalony einen Apparat zur Klanganalyse nach Rudolph König vorgeführt (PANTALONY 2001). Dabei handelte es sich um einen historischen Originalapparat, der sich aber nicht im Originalzustand befindet und den das Museum zu Demonstrationszwecken akquiriert hat.

¹¹ <http://www.sciencetech.technomuses.ca/english/whatson/2010-reading-artifacts.cfm> (30.08.2010). Es ist auch möglich, sich ohne Teilnahme an der Sommerschule an der Google Group zu beteiligen: <http://groups.google.ca/group/reading-artifacts-CSTM?hl=en&lnk=> (30.08.2010).

¹² Falls Sie an der Organisation der Sommerschulen Interesse haben, melden Sie sich bitte bei mir.

Literatur

- BRENNI, P. 2008. The possible uses of university scientific instrument collections. *Rittenhouse* 22, 2: 211–224.
- CAVICCHI, E. 2008. Historical Experiments in Students' Hands: Unfragmenting Science through Action and History. *Science and Education* 17: 717–749.
- CORN, J. 1996. Object Lessons/Object Myths: What Historians of Technology Learn from Things. In: KINGERY, D. (Hrsg.). *Learning from Things. Method and Theory of Material Culture Studies*. Washington; London: Smithsonian Institution Press, 34–54.
- DASTON, L. (Hrsg.) 2004. *Things that talk. Object lessons from the history of art and science*. New York: Zone Books.
- EGGEN, P.-O.; KVITTINGEN, L.; LYKKNES, A.; WITTJE, R. (im Erscheinen). Reconstructing iconic experiments in electrochemistry – experiences from a history of science course. *Science and Education*, Special Issue on Instruments and Experiments in the History of Science Teaching.
- HEERING, P. 2000. Getting Shocks: Teaching Secondary School Physics Through History. *Science and Education* 9: 363–373.
- HEERING, P. 2007. Educating and entertaining: Using enlightenment experiments for teacher training. In: HEERING, P.; OSEWOLD, D. (Hrsg.). *Constructing scientific understanding through contextual teaching*. Berlin: Frank & Timme, 65–81.
- HEERING, P.; RIEß, F.; SICHAU, C. (Hrsg.) 2000. *Im Labor der Physikgeschichte. Zur Untersuchung historischer Experimentalpraxis*. Oldenburg: BIS Verlag.
- KINGERY, D. (Hrsg.) 1996. *Learning from Things. Method and Theory of Material Culture Studies*. Washington; London: Smithsonian Institution Press.
- KWAN, A. 2008. Determining historical practises through critical replication: a classroom trial. *Rittenhouse* 22, 2: 132–151.
- LOURENÇO, M. C. 2005. *Between Two Worlds: The distinct nature and contemporary significance of university museums and collections in Europe*. Paris: PhD dissertation, Conservatoire National des Arts et Métiers.
- MCCLUNG FLEMING, E. 1982. Artifact Study: A Proposed Model. In: SCHLERETH, T. J. (Hrsg.). *Material Culture Studies in America*. Nashville/Tenn.: The American Association for State and Local History, 162–173.
- PANTALONY, D. 2001. Analyzing Sound in the Nineteenth Century: The Koenig Sound Analyzer. *Bulletin of the Scientific Instrument Society* 68: 16–21.
- PANTALONY, D. 2008. What is it? Twentieth-century Artifacts out of Context. *Newsletter of the History of Science Society* 37, 3 (July), <http://www.hssonline.org/publications/Newsletter2008/NewsletterJuly2008photoessay.html> (30.08.10).
- VIRDI, J. 2010. Learning From Artifacts: A Review of the „Reading Artifacts: Summer Institute in the Material Culture of Science“, presented by the Canada Science and Technology Museum and Situating Science Cluster. *Spontaneous Generations* 4, 1: 276–279.
- WINKLER, P. F. 2008. Historic Instruments as a Resource in Undergraduate Teaching. *Rittenhouse* 22, 2: 152–168.
- WITTJE, R. 2000. Heinrich Hertz und die Einbettung von experimenteller Tätigkeit in theoretische Konzepte. In: MEINEL, C. (Hrsg.). *Instrument – Experiment: historische Studien*. Berlin; Diepholz: Verlag für Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik, 180–191.
- WITTJE, R.; ENGELS, W. 2008. „Replicating the Early Hertz Experiments – Experimental Lecture.“ Teil des Dokumentarfilms *Allein mit der Natur – Heinrich Hertz: Experiment und Theorie*, produziert von Agnes Handwerk und Harrie Willems. DVD: Selbstverlag Agnes Handwerk.

Kontakt

Dr. Roland Wittje

Universität Regensburg

Lehrstuhl für Wissenschaftsgeschichte

93040 Regensburg

e-mail: [roland.wittje\(at\)psk.uni-regensburg.de](mailto:roland.wittje(at)psk.uni-regensburg.de)