

„Man lasse doch diese Dinge selber einmal sprechen“

Experimentierkästen, Experimentalanleitungen und Erzählungen zwischen 1870 und 1930

Viola van Beek

“Let these things speak for themselves”. Experiment Kits, Instruction Manuals, and Narratives between 1870 and 1930

Experiment kits, such as physical cabinets, chemistry sets, and electricity kits designed for amateurs and children, gained huge popularity in Germany around 1900. These home laboratories connected themselves to the things of everyday life as objects of investigation and everyday knowledge as their framework of reference. In the previous centuries, portable laboratories had already accompanied travelling scientists and intellectuals. Experiment kits however, while still portable, were designed to serve as extensions of classrooms and lecture halls. The kits – available through teaching materials catalogues and early forms of mail-order catalogues – illustrate the increased attention that was given to experimental practices in general education between 1870 and 1930. An examination of these objects, which consisted of instruments, substances, and supplementary contents arranged in wooden, metal, or paper boxes, together with an analysis of their instruction manuals, shows how the miniature laboratories structured the spaces within which experiments were supposed to take place.

Keywords: experiment kits, 19th–20th century, popular culture, school experiments

Schlüsselwörter: Experimentierkästen, 19.–20. Jahrhundert, Populärkultur, schulische Experimente

Man lasse doch diese Dinge selber einmal sprechen [...]. Ihre Geschichten sind keine Märchen, es sind wahre Ergebnisse und Tatsachen. (Scheid 1904: 3).

In einer Buchbesprechung von Isaac Newtons *Optik oder Abhandlung über Spiegelungen, Brechungen, Beugungen und Farben des Lichts* beklagt ein Kritiker 1899 die mangelnde Lesebereitschaft der zeitgenössischen „Jünger der Wissenschaft“. Denn gerade in einer Zeit, „in der viel mehr auch von solchen, die nicht Fachleute sind, experimentiert wird als früher“, seien viele in dem Buch enthaltene grundlegende und mit den einfachsten Mitteln angestellte Versuche durchaus belehrend: „Das erste aber, was heut ein junger Experimentator zur Hand nimmt, ist eine Preisliste über Experimentierkästen; und

erst mit dem Kasten fängt für viele die Möglichkeit an, Physik zu treiben.“ (Schmidt 1899: 334)

Solche Experimentierkästen, mit deren Hilfe junge Experimentatoren jederzeit und allerorten Versuche durchführen konnten, waren um 1900 im deutschsprachigen Raum weit verbreitet. Einzelne Studien, insbesondere zu chemischen Experimentierkästen, haben auf die lange Entwicklungsgeschichte transportabler Miniaturlaboratorien hingewiesen, die bis ins das 18. Jahrhundert zurückreicht (Vaupel 2005, 2001, Schwedt 1992, Öxler/Friedrich 2008). Doch gerade physikalische Experimentierkästen, die beispielsweise als optische oder elektrische Kästen um 1900 die Kataloge zahlreicher Spielzeug- und Lehrmittelhersteller bevölkerten, wurden zwar erwähnt, aber bislang noch nicht näher erforscht. Im vorliegenden Beitrag sollen diese wissenschaftsgeschichtlich und kulturwissenschaftlich aufschlussreichen Objekte näher in den Blick genommen werden. Einerseits zeigen sie exemplarisch die Veränderung des naturwissenschaftlichen Unterrichts hin zum praktischen Experimentalunterricht. Andererseits waren sie nicht nur Ausdruck dieser Veränderungen, sondern sie selbst, ihr Aufbau und ihre Zusammenstellung sowie die Art ihrer Vermarktung in der Öffentlichkeit beeinflussten maßgeblich, unter welchen Bedingungen Experimentieren möglich war und was ein gelungenes Experiment ausmachte. Hauptaugenmerk liegt dabei auf den beiden Jahrzehnten vor und nach 1900. Der Beginn des umfassenderen Untersuchungszeitraums von 1870 bis 1930 ergibt sich durch die (schulischen) Entwicklungen insbesondere im letzten Drittel des 19. Jahrhunderts, die für die breitflächige Durchsetzung der Experimentierkästen relevant waren. In Hinblick auf deren Etablierung als Lehrmittel werden darüber hinaus einige zentrale Aspekte ihrer Vorgeschichte, die tragbaren Labore und Probierkabinette des 18. Jahrhunderts, berücksichtigt. Den Abschluss bildet ein Ausblick auf die erfolgreichen Experimentierkästen der 1920er Jahre, die als *Kosmos-Baukästen* auch heute noch den Markt beherrschen.

Die explizit als Experimentierkästen ausgewiesenen und hauptsächlich an Kinder und Jugendliche adressierten Kästen der Jahrhundertwende, die im Fokus dieses Beitrages stehen, werden anhand ausgewählter Orte, Institutionen und Personen vorgestellt, die an ihrer Konzeption und Herstellung beteiligt waren. Hauptsächlich sollen jedoch die Anleitungen, Erzählungen und anderen Textgattungen befragt werden, die mit ihnen einhergingen. Denn öffnet man die Kästen, so kommen nicht nur die in ihnen verborgenen Dinge zum Vorschein. In einem Experimentierkasten werden Dinge nicht nur aufbewahrt oder transportiert, wenn auch diese Aspekte von großer Bedeutung sind und der „Kasten“, genutzt als kleiner Behälter zur Aufbewahrung oder als etwas größere Kiste zum Warentransport, wortgeschichtlich aus dem Hauswesen wie auch dem Handel überliefert ist (Anonym 1984 [1873]: 263–270, te Heesen 1997: 8). Die Experimentierkästen, die um 1900 als schulische Lehrmittel und mobile Heimlaboratorien vertrieben wurden,

bewegen sich in besonderer Weise zwischen diesen beiden Polen. Es zeichnet die Experimentierkästen jedoch darüber hinaus aus, dass die in ihnen enthaltenen Dinge zuvor in eine gewisse Anordnung gebracht und sie zusätzlich mit Anleitungen versehen wurden, die eine Struktur bereitstellten, innerhalb welcher experimentiert werden konnte. Die Kästen sollen nicht bloß als Behältnisse für die „selbst sprechenden Dinge“ gelten. Vielmehr wird in diesem Beitrag anhand von schriftlichen Dokumenten wie etwa Lehrmittelkatalogen, Anzeigen, Rezensionen, Autobiographien oder Vorworten gezeigt, in welcher Art und Weise Experimentieren – und insbesondere erfolgreiches Experimentieren – um 1900 inszeniert wurde. Denn die Versuche der Experimentierkästen waren, geleitet durch didaktische Prinzipien und verkaufsfördernde Werbung, stets auf ihr Gelingen hin angelegt.

Experimente im Kasten. Eine kurze Entwicklungsgeschichte

Erste Versuche von Nobelpreisträgern mit den Experimentierkästen ihrer Kindheit, wie zum Beispiel im Fall des Chemikers Richard Schrock (Anonym 2005), werden in Berichten und (Auto-)Biographien häufig als wichtige Erfahrungen im Leben der Forscher gewürdigt. Bereits im 19. Jahrhundert hatte Francis Galton eine Umfrage unter Wissenschaftlern gestartet, in der er nach der Entwicklung ihrer Interessen gefragt hatte: Viele erwähnten in diesem Zusammenhang tragbare Labore und Probierkabinette (Galton 1910 [1869]). Der Ausdruck „Probieren“ ist ursprünglich aus dem Hüttenwesen überliefert und bezeichnete die Untersuchung von Erzen auf ihren Metallgehalt. Sogenannte Probierkabinette oder auch Lötrohrbestecke boten Metallurgen die Möglichkeit, auf ihren Erkundungsreisen ein kleines Labor im Taschenformat mitzuführen. Auf diese Weise waren sie nicht mehr darauf angewiesen, die Proben mit zurück ins Labor zu nehmen, sondern konnten direkt am Fundort weitere chemische Analysen anschließen (Smeaton 2000: 212). In der *Oekonomischen Encyklopädie* von Johann Krünitz findet sich die genaue Beschreibung der Größe, Einrichtung und Handhabung eines Laboratoriums, „worin die zur Probier=Kunst gehörigen Operationen verrichtet werden“, aber ebenso wird auch ein „Taschen=Laboratorium“ abgebildet und beschrieben, das in eine Kiste verpackt nicht größer als 1 1/8 Zoll und nicht schwerer als ein kleines Buch sei und sich daher besonders für Reisen eigne (Krünitz 1792: 58, 73f.). Gustav von Engeström entwickelte 1765 dieses Taschenlaboratorium, das ein paar Jahre später bereits käuflich zu erwerben war (Engeström 1774 [1770]).¹ 1783 veröffentlichte Guyton de Morveau die Beschreibung eines *necessaire chymique* (Guyton de Morveau 1783).

Um 1800 konnte bereits jeder, der chemische Analysen durchführen wollte, Probierkabinette, Haus- und Reise-Laboratorien erwerben: Che-

miker genauso wie Ärzte, Fabrikanten, Landwirte oder reisende Naturforscher. Michael Faraday besaß ein individuell angefertigtes tragbares Laboratorium, und Alexander von Humboldt, dessen Reisebeschreibungen häufig mit Kommentaren über die mitgebrachten Instrumente beginnen, hatte auf seiner Amerikareise (1799–1804) einen von Johann Bartolomäus Trommsdorff hergestellten Kasten dabei, um Mineralwässer zu untersuchen.² Der Pharmazeut Johann F. A. Götting kündigte erstmals 1789 ein „Vollständiges chemisches Probir-Cabinet zum Handgebrauche“ in seinem *Almanach* an, 1790 widmete er ihm eine eigenständige Buchpublikation (Götting 1790, Öxler/Friedrich 2008). Während die Taschenlaboratorien als Arbeitsinstrumente für Praktiker und Forscher konzipiert wurden, richtete sich dieses Probierkabinett explizit auch an Liebhaber der Wissenschaften, die zu Hause Experimente durchführen wollten. Früh wurden daher Bedenken geäußert, ob dieses für Laien ohne Vorbildung nicht bloß zum Spielwerk werden würde.³ Denn als „amusement chests“ mit eigenständiger Anleitung waren insbesondere chemische Kästen seit dem ersten Drittel des 19. Jahrhunderts in England weit verbreitet (Gee 1989), und auch in Deutschland erfreuten sich chemische und physikalische Experimente großer Beliebtheit. Optische Instrumente, die individuell von Mechanikern hergestellt wurden und später aus Katalogen bestellt werden konnten, waren als Demonstrationsapparate für den Hausgebrauch besonders beliebt (Pyenson/Gauvin 2002: 9). Der Besitz eines eigenen chemischen oder physikalischen Kabinetts gehörte zum Bildungsideal der besser situierten Gesellschaftsschicht, denn sie versprachen Einblicke in neuartige Phänomene und ihre Wissenschaften und trainierten gleichzeitig bürgerliche Tugenden wie Geduld und Ordnung (Vaupel 2005: 3, Hochadel 2003). Ihre Verbreitung zeigt sich nicht zuletzt darin, dass sie auch den literarischen Raum prägten. Zum Beispiel werden in Johann Wolfgang von Goethes Roman *Die Wahlverwandtschaften* nicht nur chemische Prozesse in Gestalt der Beziehungskonstellationen der Figuren durch eine „chemische Gleichnisrede“ (Goethe 1951 [1809]: 621) sichtbar, sondern auch das konkrete Objekt wird zum eigenständigen Handlungsträger:

Sobald unser chemisches Kabinett ankommt, wollen wir Sie verschiedene Versuche sehen lassen, die sehr unterhaltend sind und einen besseren Eindruck geben als Worte, Namen und Kunstausdrücke. (Goethe 1892 [1809]: 51)⁵

Die Bezeichnung Kabinett wurde im 18. Jahrhundert auf Kleinmöbel wie zum Beispiel Kistchen oder kleine Kästen übertragen (Vaupel 2005: 2). Ursprünglich stand das Wort Kabinett für ein kleines Zimmer, in dem man studierte, kostbare Dinge wie wissenschaftliche Instrumente aufbewahrte und sich „mit andern von geheimen Dingen“ unterredete; daher wurden solche Kabinette häufig in abgesonderte Ecken eines Gebäudes gelegt (Krünitz 1776: 499). Durch handliche transportable physikalische oder chemische Ka-

binette gelangten die Versuche wiederum in die Mitte der Aufmerksamkeit. Gleichzeitig bewahrten sie für diejenigen, denen hauptsächlich an Unterhaltung gelegen war, weiterhin etwas Geheimnisvolles.

Im Galanterie- und Spielwarenkatalog von Hieronimus Bestelmeier wurde 1803 ein chemischer Experimentierkasten inseriert, der sich an solche Liebhaber der Wissenschaften richtete. In diesem Katalog finden sich auch beispielsweise ein „elektrisches Instrument, um verschiedene Versuche an Thieren zu machen“, sowie *amusemens physiques*, „ein Zeitvertreib in Gesellschaften, sowohl für junge Leute als erwachsene Personen, um ihnen einige Grundsätze der Mechanik zu erklären“, die in einem Kasten nebst gedruckter Beschreibung geliefert wurden (Bestelmeier 1979 [1803]: No. 491, No. 1099). Diese Beschreibung verdeutlicht, dass die für ein breiteres Publikum angebotenen Versuche immer auch im Kontext der Vorführung und Unterhaltung gesehen werden müssen. In dieser Hinsicht zeigen sie sich verwandt mit den Zauberkästen, die im Katalog von Bestelmeier angeboten und noch um 1900 teilweise als „Physique amusante“ bezeichnet wurden (Witt 1987). Denn obwohl die Versuche einen „besseren Eindruck geben“ als Worte und Namen, wie Goethe es formuliert hatte, war experimentelles Wissen nicht nur an Instrumente und Experimentalanordnungen, das heißt an seine Hervorbringung durch sie, gebunden, sondern auch an die, die die Versuche „sehen“ ließen.

Amusemens physiques und Probierkabinette waren jedoch nicht nur be- lustigende Apparaturen, die bewährte Experimentalanordnungen bekannter Wissenschaftler darboten sowie aufregende Versuche erzeugten, die auch auf Jahrmärkten vorgeführt wurden. Wie die um 1800 populären Experimentierbücher für physikalische und chemische Versuche, die hauptsächlich von Lehrern geschrieben wurden (Hilz/Schwedt 2002a, 2002b), wurden sie gleichzeitig als Lehrmittel genutzt. So verwendete beispielsweise bereits Götting, der eine private Anstalt zur Ausbildung von Pharmazeuten gegründet hatte und als Professor in Jena die Chemie als eigenständiges Fach etablierte, seine Probierkabinette als Erweiterung des Hörsaals, indem er sie seinen Studenten fürs Eigenstudium zur Verfügung stellte. Die vorbereiteten Kästen mit geeigneten Ingredienzien und einer ausführlichen Anleitung brachten das Labor nicht nur in den Hörsaal, sondern auch in die Studierzimmer der Studenten, Schüler und Lehrer: So war die ab 1792 angebotene *Sammlung chemischer Präparate zu unterhaltenden und nützlichen Experimenten für Liebhaber der physischen Scheidekunst und vorzüglich für Jugendlehrer bey dem Unterricht* insbesondere für Demonstrationen im Unterricht konzipiert (Frercks 2008: 289f.). Während derjenige, der seine Instrumente direkt bei einem Hersteller bestellte, eine genaue Vorstellung davon haben musste, was er für seine Versuche im Einzelnen brauchte, lieferten die zusammengestellten Experimente im Kasten dem Nutzer chemische oder auch physikalische Versuche auf bequeme Art und Weise ins Haus.

Experimentierkästen gingen aus dieser Fülle an unterschiedlichen tragbaren Instrumenten in Kästchen und Schatullen, zahllosen Reiseapparaten, Taschenlaboratorien und Necessaires sowie einzeln angebotenen Spezialanfertigungen und später, in Instrumentenkatalogen präsentierten, industriell gefertigten Massenwaren und Laboratoriumsausstattungen hervor – und dennoch sind sie von ihnen zu unterscheiden. Ein Experimentierkasten im engeren Sinne beruht nicht nur auf einer ausgewählten Zusammenstellung von Instrumenten und weiteren Materialien. Er ist, wie sich im letzten Beispiel bereits deutlich abzeichnet, zudem eng mit den ihn begleitenden Texten verbunden: Der Kasten wird durch didaktische Anleitungen in schriftlicher Form ergänzt und umgekehrt, die Anleitung durch die bereitgestellten Objekte. In dieser Kombination konnten sich Experimentierkästen im Laufe des 19. Jahrhunderts immer weiter als kompakte und mobile Lern- und Unterrichtsmittel für den schulischen und den heimischen Bereich durchsetzen. Die mit einer didaktischen Experimentieranleitung versehenen und ausdrücklich als Experimentierkästen im späten 19. und frühen 20. Jahrhundert durch spezialisierte Lehrmittelfirmen zum Verkauf angebotenen Objekte sollen im Folgenden näher untersucht werden. Dies geschieht insbesondere in Hinblick auf die Entwicklung des physikalischen Unterrichts, der sich zunehmend als anerkanntes Schulfach etablieren konnte, verstärkt experimentalphysikalische Lehrmethoden verwendete und zur gleichen Zeit von der Bereitstellung von Instrumenten abhängig wurde.

Schulexperimente: „Jeder Versuch muss gelingen“

Gegen Ende des 19. Jahrhunderts nahm der praktisch orientierte naturwissenschaftliche Unterricht an allgemeinbildenden Schulen signifikant an Bedeutung zu (Bonnekoh 1992: 7). Bereits im Verlauf des 19. Jahrhunderts hatten naturwissenschaftliche Lerninhalte als Gegenstand allgemeiner Bildung zunehmend an Ansehen gewonnen, im Vergleich zu Formen sprachlich-geisteswissenschaftlicher Bildung blieb die ‚materiell‘ ausgerichtete Naturwissenschaft bis ins letzte Drittel des Jahrhunderts jedoch nur marginaler Bestandteil der Lehrpläne. Bedingt durch fehlende finanzielle und materielle Mittel einerseits sowie durch reaktionäre Reformen wie die Stiehlsche Regulative zwischen 1854 und 1872 andererseits dominierte zudem der Unterricht durch Tafel und Lesebücher. Erst durch die „Allgemeinen Bestimmungen“ in Preußen von 1872 wurde die praktische Experimentalwissenschaft fester Bestandteil der Schulpraxis der Volksschulen (Schöler 1970: 230). Und besonders in den Gymnasien wurde durch die Reform von 1882 der naturwissenschaftlich-mathematische Unterricht bei gleichzeitiger Reduzierung der alten Sprachen stark ausgeweitet und an die Lehrpläne der naturwissenschaftlich orientierten Realschulen angenähert (Bonnekoh 1992:

83, 193). Im Laufe des 19. Jahrhunderts war ein Realschulwesen eingerichtet worden, das sich ebenfalls dem humanistischen Bildungsideal verpflichtet fühlte, zudem jedoch eine naturwissenschaftlich-technische Grundbildung bot, die sich eng an den veränderten wirtschaftlichen und sozialen Entwicklungen ausrichtete (ebd.: 31). Auch in den auf das Studium vorbereitenden Gymnasien wurde diesen Veränderungen Rechnung getragen. Man passte die Lehrpläne immer weiter dem Stand der Wissenschaften an, integrierte neueste Entwicklungen und Erfindungen in den Unterricht und verlangte von den Lehrern, nicht nur mit Tafel und Lesebuch zu arbeiten, sondern zu demonstrieren und zu experimentieren (Schöler 1970: 236–239). Gefordert wurde die Einrichtung von Lehrzimmern mit Apparaten und Hilfsmitteln, und es erschienen Anleitungen zum Experimentieren und zum selbstständigen Anfertigen der Apparate (Anleitung künftiger Lehrer der Physik 1876, Frick 1872 [1850]). Ausdruck fand dieser Aufschwung unter anderem in der Gründung des Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts und der 1887 von Friedrich Poske gegründeten *Zeitschrift für physikalischen und chemischen Unterricht*.

Diese Entwicklung traf insbesondere für die Physik und die Chemie zu, obwohl in der fortschreitenden Anerkennung der Bedeutung naturwissenschaftlichen Wissens besonders in den reformierten Lehrplänen nach der Jahrhundertwende beispielsweise auch physiologische Versuche im Rahmen des naturkundlichen Unterrichts gefordert wurden. An totem Material für Bestimmungsübungen und mikroskopische Untersuchungen, das von Naturalien- und Lehrmittelhandlungen geliefert wurde, mangelte es nicht (Freyer 1995: 1017–1021), doch beispielsweise Pflanzen mussten häufig erst selbst gezogen werden. Da nur wenige Dozenten darüber hinaus in ihrer Ausbildung mit dem physiologischen Experiment bekannt gemacht worden waren und da Lehrer bei diesen Experimenten „in weit höherem Maße Misserfolge ausgesetzt“ waren als bei chemischen und physikalischen Versuchen, blieb es jedoch meist bei theoretischen Beschreibungen (Höller 1908: 388, Detmer 1903). Vereinzelt physiologische Versuche, zum Beispiel der elektrische Versuch Galvanis an einem Froschschenkel, fanden sich in populären Anleitungen wie etwa *Der praktische Elektriker* (Weiler 1897 [1891]) wieder. Doch wie ein Blick auf die eilige Versuchsbeschreibung zeigt, konnten Misserfolge bei der Durchführung solcher Versuche nicht ausbleiben. In ihr wird ein wesentlicher Teil, nämlich die Vorbereitung, mit den Worten abgehandelt: „Will man diesen Versuch wiederholen, so tötet man einen Frosch, häutet ihn rasch, durchschneidet ihn mit einer großen Schere quer in der Mitte, legt die beiden Nervenenden bloss, welche wie zwei dicke weisse Fäden erscheinen, und berührt diese und die Muskeln mit einem Metallstab [...]“ (Ebd.: 2) Mit einer *Anleitung zum selbsttätigen Studium der Lebenserscheinungen für jugendliche Naturfreunde* von 1913 sowie einem *Biologischen Experimentierkasten* von 1914 hofften die Oberlehrer Carl Schäffer und Ludwig Spil-

ger über die „technischen Schwierigkeiten“ hinwegzuhelfen (Schäffer 1913, Spilger 1914: 3). Erst in den 1920er Jahren wurde der biologische Unterricht jedoch fester Bestandteil der Oberstufe höherer Lehranstalten (Freyer 1995, Keckstein 1981).

Auch die physikalischen und chemischen Versuchsaufbauten zeigten häufig eine unerwartete Widerständigkeit in der Handhabung: Sie fügten sich nicht dem Experimentator, explodierten oder brachen zusammen. So schreibt Karl Rosenberg in seinem *Experimentierbuch für den Unterricht in der Naturlehre*:

Was jeder Lehrer der Physik und Chemie an den unglaublichsten Erfahrungen dieser Art sammeln könnte, würde oft einen kleinen Folianten füllen, den man betiteln könnte: ‚Die Tücke des Objektes‘. (Rosenberg 1919 [1898]: 47)

Mit dieser Redewendung nimmt Rosenberg Bezug auf den seinerzeit viel gelesenen Roman *Auch Einer. Eine Reisebekanntschaft* von Theodor Vischer (1879), in dem alltägliche Dinge auf aberwitzige Weise dem Menschen in die Quere zu kommen scheinen, auch wenn es eigentlich nicht die Dinge als eigenständige Akteure, sondern die eigenen Ungeschicklichkeiten sind, die zu manchen Missgeschicken führen. Der Schriftsteller Alexander Moszkowski, der 1925 in seinen Lebenserinnerungen seine ersten, wenn auch zerstörerischen Erfahrungen mit einem Experimentierkasten als Kind beschreibt, berichtet auch über den experimentellen Unterricht seines damaligen Physiklehrers:

Er brachte es nicht einmal, wie ich vordem, zu einer interessanten Explosion, es kam überhaupt nichts zustande [...]. Wir sahen Elektrisiermaschinen ohne Elektrizität, Magnete ohne Magnetismus und eine Luftpumpe, bei der schon der Gedanke an ausgepumpte Luft lächerlich gewesen wäre. (Moszkowski 1925: 34f.)⁵

Allgemein beklagt, nicht nur von Moszkowski, wurde neben der schlechten Ausstattung oder der teilweise planlosen Anlage vieler Kabinette an niederen Schulen gerade die mangelhafte Kenntnis der Lehrer. Diese zeigten sich häufig noch ungeschickt im Umgang mit den Apparaten. Dabei sollte der vorgeführte Versuch doch erfolgreich sein, da er sonst seinen didaktischen Wert verliere. So lautete einer der allgemeinen Grundsätze über die Anstellung von Experimenten in der Schule aus Rosenbergs *Experimentierbuch*: „Jeder Versuch muss gelingen“ (Rosenberg 1919 [1898]: 47), und im *Handbuch der Erziehungs- und Unterrichtslehre für höhere Schulen* von 1898 heißt es eindrücklich:

[D]urch nichts wird die Disziplin und damit der Erfolg des ganzen Unterrichts so gefährdet, als durch unsicher umhertastende oder unklare Fragestellung und durch misslungene Experimente.“ (Baumeister 1898, Kap. X: 10)⁶

Eine gradlinige und zielorientierte Durchführung der Experimente war von großer Bedeutung. Damit nicht die zwiespältigen Erfahrungen mit der Ap-

paratur die „Folianten füllten“, sondern die jeweils gewünschte Erscheinung als Grundlage der Erfahrungswissenschaft im Schulraum jederzeit sicher vorgeführt werden konnte, erforderte das Demonstrationsexperiment neben viel Übung eine gute Vorbereitung und genaue Einhaltung der Bedingungen. Abhilfe schufen hier zusammengestellte und mit einer – wenn auch nicht die Größe eines Folianten umfassenden, aber weniger unhandlichen – Anleitung versehene Experimentierkästen wie die der Leipziger Lehrmittel-Anstalt oder der Firma Meiser & Mertig aus Dresden, die alle auf ihre erfolgreiche Durchführung hin geprüft wurden.

Einhergehend mit der Umgestaltung der Lehrpläne und der Einrichtung schuleigener Kabinette und Laboratorien richteten sich auch die Lehrmitelanstalten und Werkstätten für Präzisionsmechanik an den veränderten Bedürfnissen aus: In Katalogen, permanenten und überregionalen Ausstellungen präsentierten sie massengefertigte und daher preiswerte, auf Wunsch auch individuell gefertigte Apparate für den praktischen Unterricht. Die Leipziger Lehrmittel-Anstalt entstand 1877 aus dem wissenschaftlich-mikroskopischen Institut von Oskar Schneider und August Tietz, die Firma Meiser & Mertig wurde um 1883 von einem Physiker und einem Mechaniker gegründet.⁷ In der Auswahl der angebotenen Instrumente richteten sich die Hersteller nach bekannten und häufig im Schulunterricht benutzten Lehrbüchern, unter anderem von Müller-Pouillet, Weinhold oder Stöckhardt, und Beiträgen aus der bereits erwähnten Zeitschrift von Poske (Leipziger Lehrmittel-Anstalt o. J. [ca. 1902]: 228, Meiser/Mertig o. J. [ca. 1910]: IV). Im Gegensatz zu diesen Lehrbüchern, die sich hauptsächlich mit dem „darzubietenden Stoffe“ und weniger mit den „Einzelheiten der Darbietung“ beschäftigen, so die Leipziger Lehrmittel-Anstalt in ihrem Vorwort zum *Leitfaden der Experimentalphysik* von Conrad Schröder, kümmerten sich die Herausgeber der Experimentierkästen um die Handhabung der Apparate (Schröder 1903: 3).

Angeboten wurden Zusammenstellungen für höhere Lehranstalten wie die *Sammlungen von Apparaten zum experimentellen Studium der Physik* (der Optik, Akustik, Galvanischen Elektrizität und Influenzelektrizität) mit begleitenden Übungsaufgaben von Meiser & Mertig (Abb. 1) oder der *Große Physikalische Apparat* von Dr. Schneider zusammen mit einem Leitfaden der Experimentalphysik (Abb. 2). Kleinere Sammlungen, wie der *Kleine physikalische Apparat* für Volks- und Bürgerschulen nach Dr. Schneider, orientierten sich an den Erfordernissen einfacher Schulformen.⁸

Diese Sammlungen – in „verschließbaren Kisten zur Aufbewahrung der sämtlichen Apparate“ (Leipziger Lehrmittel-Anstalt o. J. [ca. 1902]: 230) – konnten in unterschiedlichen Größen erworben und durch Zukauf jederzeit erweitert werden. Die von den Herstellern erhobenen Ansprüche, die grundlegenden Gesetze der jeweiligen Unterrichtsgebiete zu umfassen, orientierten sich daher einerseits an der Kaufkraft und andererseits an den

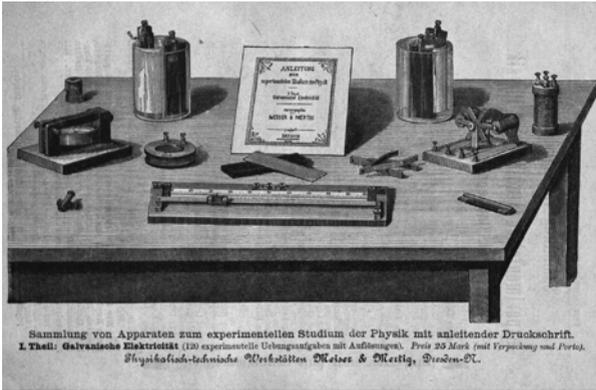


Abb. 1 (oben): Sammlung von Apparaten zum experimentellen Studium der Physik (Meiser/Mertig 1897b [1890]: 11).

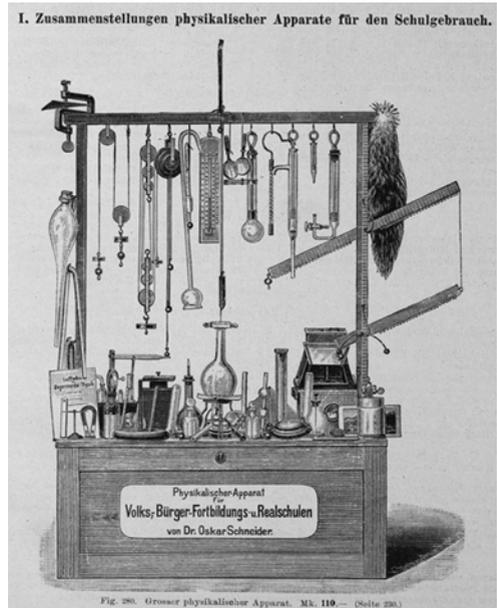


Abb. 2 (rechts): Großer physikalischer Apparat (Leipziger Lehrmittel-Anstalt o. J. [ca. 1902]: 229).

unterschiedlichen Lehranstalten, in denen die Sammlungen ihre Anwendung fanden. Beide Firmen stellten jedoch die Handlichkeit der Apparate durch ihre geringe Größe, ihre Einfachheit im Aufbau und Umgang sowie ihre Vielseitigkeit in der Verwendung heraus. Mit „Rücksicht auf den kleinen Raum“, der dem Experiment in der schulischen Praxis bedingt durch den Lehrplan oder die räumlichen Verhältnisse gegeben werde, könnten die Apparate gut gelagert, auf der kleinsten Schulbank aufgebaut und die Versuche schnell und effizient durchgeführt werden: „Wenn alle Theile ihren bestimmten Platz haben, ist die Zusammenstellung der Elemente in einer Minute beendet“ (Meiser/Mertig 1897a [1890]: 6) – obgleich die Vorführung der Experimente durch den Lehrer etwas länger dauern konnte.

Doch die Forderungen nach einem umfassenden experimentellen Unterricht beschränkten sich nicht nur auf die Laboratorien und Schulbänke. Über den Schulraum hinaus sollte das Selbsterarbeiten gefördert werden, indem die Schüler auch im Hause experimentierten und sich selbst Apparate anfertigten (Baenitz 1883: 303). Mittels mobiler Experimentierkästen wurde der eigenständige Nachvollzug ausgewählter Versuche möglich.

(Gebrauchs-)Anleitungen und Heimplaboratorien

Die Leipziger Lehrmittel-Anstalt und die Firma Meiser & Mertig verkauften nicht nur Zusammenstellungen für den Schulunterricht, sondern auch Experimentierkästen für den Hausgebrauch an Schüler, „die den Wunsch ha-

ben, die im Unterricht gesehenen Experimente zu Haus selbst auszuführen“ (Meiser/Mertig 1897b [1890]: 3). Unter den Namen *Der praktische Chemiker*, *Der praktische Elektriker*, *Der praktische Mikroskopierer* und *Experimentierkasten Magnetismus* (Leipziger Lehrmittel-Anstalt) oder *Experimentierkasten ‚Physik‘* und *Experimentierkasten Franklin* (Meiser/Mertig) wurden sie in firmeneigenen Katalogen präsentiert und beispielsweise als ideales Weihnachtsgeschenk für Knaben in Zeitungen inseriert (Abb. 3 und Abb. 4).



Abb. 3: Werbung für den Experimentierkasten ‚Physik‘ von Meiser & Mertig (Anonym 1898b).



Abb. 4: Anzeige für den Experimentierkasten *Der praktische Chemiker* der Leipziger Lehrmittel-Anstalt (Anonym 1898a).

Diese Kästen konnten mittels aufeinander abgestimmter Instrumente und Materialien jeden Tisch in ein kleines Laboratorium verwandeln. Dabei ist jedoch zu bedenken, dass sie für Landschulen vielleicht eine kostengünstige Variante darstellten, als individuelle Lern- und Experimentiermittel aber ein Produkt waren, das sich an ein besser gestelltes Käuferklientel richtete. Ein einfacher Experimentierkasten um 1900 kostete circa 20 Mark, ein besser ausgestatteter bereits um die 40 Mark. Vergleichsweise günstig war dagegen eine kleine Dampfmaschine aus dem Spielzeugkatalog für etwa 7 Mark. Um die Jahrhundertwende verdiente ein Chemiarbeiter jedoch nur monatlich um die 120 Mark und der Tisch, auf dem der Experimentierkasten stehen konnte, war mit ca. 8 Mark zu veranschlagen (Pies 2004: 79f).

Obwohl auf den Werbeprospekten der Experimentiergeräte meist gut angezogene Jungen in Anzug und weißem Hemd abgebildet waren und auch die Anrede sich explizit an Knaben richtete, wurden die Apparate auch für die höhere Mädchenbildung verwendet. Konkrete Umsatzzahlen und Daten, die Auskunft geben könnten über die reale Verwendung der Experimentierkästen, sind abgesehen von autobiographischen Berichten leider kaum erhalten. Einen kleinen Einblick, wenn auch keinen repräsentativen Über-

blick, bieten die Empfehlungsschreiben von Kunden, die teils unverlangt, größtenteils jedoch auf Nachfrage bei den Lehrmittelfirmen eingingen. Sie wurden hauptsächlich von Lehrern verfasst und ähnlich wie die literarischen Beschreibungen über erste eigene Versuche sorgfältig ausgewählt, da sie der Selbstdarstellung der Firma dienen. In der Sammlung der Empfehlungsschreiben aus dem Katalog der Firma Meiser & Mertig stammt eine Mitteilung von Professor Dr. Gustav Porger über die physikalischen Apparate zum Unterricht der Prinzessin Victoria Luise (Meiser/Mertig o.J. [ca. 1910]: X). Diese beschreibt in ihren Memoiren jedoch nicht ihren eigenen Unterricht, sondern wie ihre sechs Brüder hinauf in die höhere Etage zur männlichen Erziehung durften, während sie unten bleiben musste (Viktoria Luise 2005 [1965]: 16). Auch auf den Abbildungen der Experimentierkästen blieben die Mädchen bis in die 1970er Jahre meist im Hintergrund.

Als „vollständig gefahrlos“ (nicht nur für die Kinder, sondern auch für die Möbel) wurden chemische, physikalische und besonders elektrische Experimentierkästen um 1900 auch durch weitere Firmen in zahlreichen Spielzeugkatalogen neben anderem technischen Spielzeug und Dampfmaschinen-Modellen angeboten, zum Beispiel durch die Gebrüder Bing oder die Deutsche Lehrmittel-Anstalt:

Wir wissen aus Erfahrung, dass uns keine noch so geschickt und anschaulich ausgeführte Manipulation des Lehrers jenes Interesse an der Sache beibringen kann, das wir fühlen, wenn wir selbst im Stande sind, zu Hause am eigenen Apparat die Experimente zu wiederholen, die man uns in der Schule gezeigt. Werth und Leben gewann der physikalische Unterricht für uns erst von dem Augenblick an, da wir uns im Schweisse unseres Angesichts die erste Elektrisiermaschine zusammenbastelten. Wie mühsam war doch solch' primitiver Bau! Und gewöhnlich versagte regelmäßig das Wunderwerk, wenn es vor Vater, Mutter oder Gästen des Hauses produziert werden sollte. Die Jugend, welche im Zeichen des fin de siècle aufwächst, hat es darin unendlich bequemer. (Anonym 1892: 80f.)

Der bürgerlichen Jugend des Fin de Siècle wurden der Magnetismus, die Reibungselektrizität oder die Mechanik in handlicher Form mit sorgsam aufeinander abgestimmten und auf den Unterricht bezogenen Versuchen dargebracht. Obwohl die Experimentierkästen zunächst für den rein schulischen Bedarf entwickelt wurden, zeigt das reichhaltige Angebot der Spielzeugindustrie einen weit größeren Rezeptionskontext an. Diese Objekte wurden, ähnlich den erwähnten *amusemens physiques* des 18. Jahrhunderts, jedoch überwiegend als Unterhaltungs-, und nicht als umfassende Lernmittel vermarktet. Während für die erfolgreiche Bearbeitung der Übungsaufgaben der größeren für den Unterricht konzipierten Sammlungen grundlegende Vorkenntnisse erforderlich waren, wurden in diesen Experimentierkästen die Versuche so einfach wie möglich ausgeführt. Der kleine Experimentator musste kein Lehrbuch mehr konsultieren, sondern bekam die Erklärungen der Erscheinungen nach jedem Versuch mitgeliefert. In den Katalogen wurden zunehmend auch aus heutiger Sicht kuriose Objekte offeriert, die mittels des Verkleinerungsprinzips unbedarft wissenschaftliche Technologien in das

Spielzimmer transportierten, wie zum Beispiel ein Röntgenexperimentierkasten zum Durchleuchten und Studium der eigenen Hand der Firma Bing (Jeanmaire 1977: 329). Ob und wie diese Experimente funktionierten, bleibt dabei allerdings vollkommen offen.

Insgesamt richtete sich gerade im Zuge der steigenden Bedeutung der Wissenschaften wie beispielsweise der Chemie für die Industrie der Fokus verstärkt auf die moderne Alltagswelt. Mittels der Experimentierkästen wurde es möglich, Experimente anzustellen, die zuvor nur in einem gut ausgestatteten Labor oder mit den entsprechenden finanziellen Mittel durchgeführt werden konnten. Dementsprechend enthusiastisch führt Dr. Richard Schulze in seinem Vorwort die Versuche aus dem *Experimentierkasten für Röntgenversuche* der Leipziger Lehrmittel-Anstalt ein:

Was wären wir ohne Telegraph, ohne Telephon. [...] Welchen nicht zu unterschätzenden Vorteil bietet ferner die Galvanoplastik und die Elektrolyse! Im Jahre 1872 kostete ein 1 kg Aluminium M. 2500, jetzt ca. M. 4.—, 1898 kostete 1 kg Calcium M. 22500.—, jetzt stellen es die elektrochemischen Werke für M. 20.— her. Ist das nicht großartig? (Schulze 1913 [1909]: 3).

Im Gegensatz zu den Heimlaboratorien, die sich experimentell arbeitende Wissenschaftler behelfsweise zu Hause einrichten mussten, waren die Experimentierkästen nicht nur kleine Labore im Haus, sondern sie verhandelten die alltäglichen Dinge als Untersuchungsobjekte. Anknüpfend an die Erfahrungswelt der Schüler wurden sie in den Experimentalprozess miteinbezogen. So heißt es im *Chemischen Experimentierbuch für Knaben* von 1904, das teilweise auf Anregung der Industrie entstanden war, alltäglich gewordene Dinge wie Seife oder Soda sollten erzählen, was sie sind und wie sie sind: „Man lasse doch diese Dinge selber einmal sprechen [...]. Ihre Geschichten sind keine Märchen, es sind wahre Erlebnisse und Tatsachen. Sprache sind die chemischen Reaktionen; Zuhörer ist der Experimentierende, der sie zum Reden zwingt.“ (Scheid 1904: 3) Das Buch wurde als eine Anleitung begriffen, ihre Sprache zu verstehen. Dabei waren die ‚selbst sprechenden‘ Dinge nicht nur in bewährte und aufeinander abgestimmte Versuchsanordnungen eingezwängt, sondern wurden zusätzlich durch zahlreiche Texte begleitet, die bestimmten, was gesagt wurde und was nicht. So war die Konzeption der Experimentierkästen durchdrungen von der Vorstellung eines allzeit erfolgreichen Experiments, in dem Umwege, Fehlschlüsse und Scheitern zugunsten eines reibungslosen Ablaufs ausgeschlossen waren. Anschaulich zeigen dies auch die um 1900 populären „Selbstversuche“ in den Experimentiersälen der Berliner Bildungsanstalt *Urania* (Abb. 5 und Abb. 6), die 1889 von dem Physiker Eugen Goldstein eingerichtet wurden. Anhand vorbereiteter Versuchszusammenstellungen vermochte der Besucher „durch einen Druck auf einen Knopf das Naturschauspiel selbständig hervorzurufen“ (Bendt 1896: 634). Während es für die „gründliche Behandlung sämtlicher 400 Versuche“ des *Experimentierkastens ‚Physik‘* der Firma Meiser & Mertig noch eines Zeit-

raums von ungefähr zwei Jahren bedurft hatte (Meiser/Mertig 1895 [1889]), war man in der *Urania* angeblich etwa „innerhalb einer Stunde“ in der Lage, sich zum Beispiel die wichtigsten Erkenntnisse der Elektrotechnik mühelos anzueignen (Bendt 1896: 635).

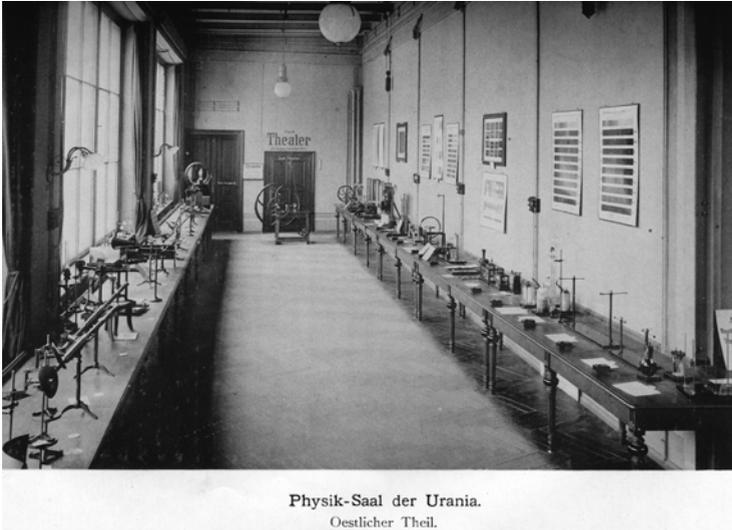


Abb. 5: Der Physiksaal der *Urania* (Meyer 1890: o. S.).



Abb. 6: Ein „Selbstversuch“ zur Akustik (Bendt 1896: 636).

Mit dem Zuwachs an Erscheinungen des täglichen Lebens, die sich nicht mehr von selbst erklärten, erschienen gerade im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts unzählige Dokumente, die sich durch eine ähnliche Rhetorik des Gelingens auszeichneten, zum Beispiel die Textgattung Gebrauchsanweisung, erhältlich für technische Gegenstände ebenso wie etwa für den Umgang mit der Elektrizität im Allgemeinen. Auch die Leipziger Lehrmittel-Anstalt bot eine Reihe *Lehrmeister-Bücherei. Eine Sammlung praktischer Anleitungen für alle möglichen Bedürfnisse des täglichen Lebens* an, in der für 40 Pfennige auch ein *Physikalisches Experimentierbuch* (Nothdurft 1911) zu haben war. Im Gegensatz zu Gebrauchsanweisungen, die die Schnittstelle von Mensch und Technik beschrieben und regulierten (Schwender 1999), waren Experimentieranleitungen jedoch keine technische Literatur und die Apparate der Experimentierkästen keine Experimentiermaschinen, die lediglich mittels einer Anleitung bedient werden mussten. Denn selbst bei den scheinbar fehlerlos konstruierten Apparaten der Kästen – „Wenn ein Versuch nicht gleich gelingt, so suche der Studierende die Ursache in sich selbst und nicht in den Apparaten [...]“ (Meiser/Mertig 1897a [1890]: 9) – ist es gerade die Erkundung der Widerstände, Unwägbarkeiten und Eigenheiten der Instrumente und Materialien, die letztlich experimentelles Wissen befördert.

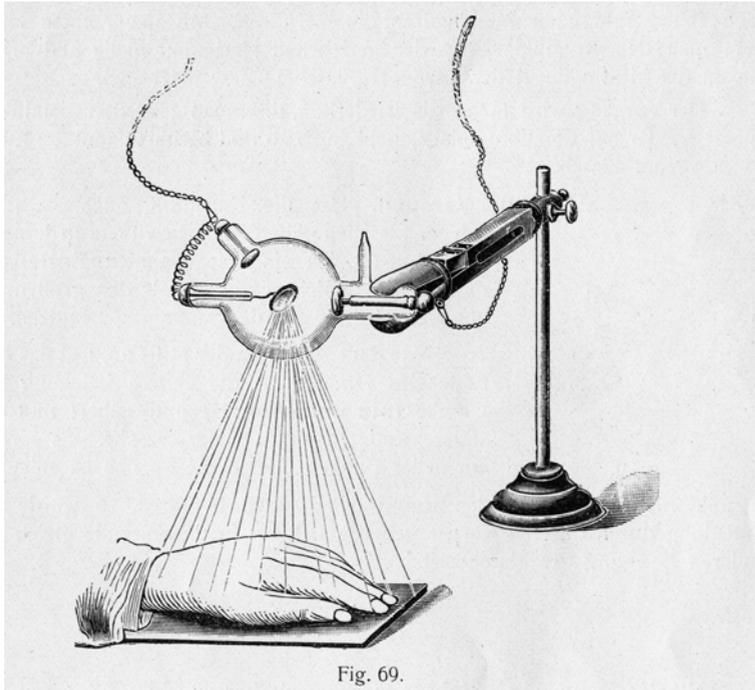


Abb. 7: Zeichnung aus dem Anleitungsheft zum *Experimentierkasten für Röntgenversuche* der Leipziger Lehrmittel-Anstalt (Schulze 1913 [1909]: 45.).

So heißt es im Anleitungsheft zum *Experimentierkasten für Röntgenversuche* der Leipziger Lehrmittel-Anstalt: „Wir schreiten jetzt zum Photographieren mittels Röntgenstrahlen. Höchst einfach! Fig. 69 zeigt die Versuchsanordnung, die ohne weiteres klar ist.“ (Schulze 1913 [1909]: 44, vgl. Abb. 7) Trotz der motivierenden Ansprache und anschließenden Versuchsbeschreibung kann das Gelingen des Experiments aber nicht garantiert werden. Denn wie im nachfolgenden Text eingeräumt wird, ist die Durchführung des Versuchs nicht „ohne weiteres“ klar: So lasse sich beispielsweise die Expositionszeit nicht gut bestimmen, denn sie hänge „von vielerlei Nebenumständen ab und richtet sich nach der Güte der Röhren“ oder der „Größe der Maschine“, die sich nur durch Ausprobieren und Üben bestimmen lasse (ebd.: 44f.). Ein weiteres Beispiel bietet das Anleitungsheft zum *Experimentierkasten ‚Physik‘* von Meiser & Mertig, in welchem die Übungen beziehungsweise Versuchsanordnungen mit einem Satz nach dem Schema ‚man halte, man bohre, man versuche‘ oder ‚es sei, es soll, es ist zu untersuchen‘ beginnen: „Es schein durch das geöffnete Fenster die Sonne in das Versuchszimmer.“ (Meiser/Mertig 1895 [1889]: 117) Diese Verben der Anleitung benennen zwar die auszuführende Handlung, aber sie zeigen nicht, auf welche Weise sie auszuführen ist (Sennett 2008: 245). In der Tat waren manche der Versuche nicht bei jeder Wetterlage und Jahreszeit durchzuführen: Die influenzelektrischen Experimente beispielsweise wurden für den Winter empfohlen, in dem durchschnittlich mehr Tage mit

trockener Luft als im Sommer zu erwarten seien. Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass ein Experimentieranleitungsheft keine Verschriftlichung experimentellen Wissens ist. Das praktische Experimentieren, das Aufbauen der Instrumente, ihre Handhabung und die der verwendeten Ingredienzien und Materialien gehen als Tätigkeiten, die geübt oder erprobt werden, über die Anleitung in Schrift und Bild hinaus. Entsprechend formulieren Meiser & Mertig: „Nur das, was auf experimentellem Wege erkannt worden ist, geht in Fleisch und Blut des Schülers über.“ (Meiser/Mertig 1888: 1) In der Tätigkeit des Experimentierens, im fein justierten Zusammenspiel von Experimentator und seiner Anordnung, nicht in den Erscheinungen selbst liegt der Schlüssel zum Verständnis von experimentell gewonnenem Wissen.

Gerade im Zuge der „reformpädagogischen“ Bemühungen wurde die Bedeutung des Selbstexperimentierens in Form von Schülerexperimenten im naturwissenschaftlichen Unterricht um 1900 besonders hervorgehoben (Oelkers 2004: 787, 2006). Obwohl erste Leitfäden für die Hand des Schülers bereits durch Pädagogen wie Carl Bopp (1872) und Karl Nathanael Noack (1892) geschaffen und praktische Schülerübungen vereinzelt an höheren Schulen in den Lehrplan aufgenommen wurden,¹⁰ stießen die sogenannten Freihandversuche jedoch zunächst auf Schwierigkeiten. An Volks- und Landschulen scheiterten die Verordnungen und Anregungen meist am Schulalltag und den fehlenden Mitteln, während an humanistisch orientierten Gymnasien der naturwissenschaftliche Unterricht weiterhin mit Vorurteilen zu kämpfen hatte. Die Schulmuseen – ursprünglich die Bezeichnung für geordnete Sammlungen von Lehrmitteln an Schulen – wurden daher gegen Ende des Jahrhunderts zu Auskunfts- und Fortbildungsstätten mit eigenen Experimentiersälen umgebaut, in denen entsprechend der in größeren Städten gelegenen ständigen Lehrmittelausstellungen zeitgemäße Instrumente und Apparate auch den ländlicheren Regionen präsentiert wurden (Anonym 1890: 736f., Poske 1910, Schöler 1970: 246). Zwar legte der *Verein deutscher Naturforscher und Ärzte* mit den sogenannten *Meraner Vorschlägen* 1904 konkrete Empfehlungen für die Gleichberechtigung der höheren Lehranstalten (Gymnasien, Realgymnasien und Oberrealschulen) vor, unter anderem die Forderung nach planmäßig geordneten Übungen im eigenen Beobachten und Experimentieren (Gutzmer 1905: 8, Schöler 1970: 248–252). Trotz aller reformpädagogischer Bemühungen zur Stärkung des selbst durchgeführten Versuchs und der eigenständig-entdeckenden Arbeit wurden gerade um 1900 induktive Verfahren in der pädagogischen Praxis häufig wiederum zugunsten der Vollständigkeit naturwissenschaftlichen Grundwissens zurückgedrängt und das Experiment als Festigung beziehungsweise Überprüfung des Wissens eingesetzt. Das zunehmende Tempo der biologischen, chemischen oder physikalischen Entdeckungen, die ganze Industriezweige entfalteten, die auf die serielle Produktion von Erfahrungswissen in normgerichteten Laborbetrieben angewiesen waren, forderte immer mehr Nachwuchskräfte mit ent-

sprechender solider Vorbildung. So wurden auch die Experimentierkästen angepriesen als zusätzliche Bildungsmaßnahme auf dem Weg zum Erfolg, wie zum Beispiel ein Ausschnitt aus der Zeitschrift *Pädagogische Warte* im Verzeichnis der Firma Meiser & Mertig dokumentiert:

Auf keinem Gebiete ist auch nur annähernd im letzten Dezennium ein so riesiger Fortschritt zu verzeichnen, als auf dem Gebiete der Technik, Physik, Chemie u.s.w., auf keinem Gebiete kann der Jüngling eine bessere Stellung sich erringen als hier, umso mehr als geeignete Kräfte noch selten [sind]. (Meiser/Mertig 1897b [1890]: Anhang)

In seinen Memoiren erinnert sich Hanns Voith, Leiter einer großen Firma der Maschinenbauindustrie, an den Ursprung seines beginnenden Interesses für die Elektrizität: ein elektrischer Experimentierkasten, den er als kleiner Junge um 1900 zu Weihnachten geschenkt bekam (Voith 1960: 37). Die Ausbreitung der experimentellen, insbesondere der elektrotechnischen Kästen für Kinder und Jugendliche steht damit auch im größeren Zusammenhang der Ausbreitung berufsorientierter technischer Fach- und Hochschulen, die sich seit dem letzten Drittel des 19. Jahrhunderts als ebenbürtige Alternative zur gymnasialen und universitären Ausbildung zu etablieren begannen. Dies trifft auch im besonderen Maße für die Experimentierkästen der Franckh'schen Verlagshandlung zu, die im frühen 20. Jahrhundert als Kosmos-Baukästen bekannt wurden.

Kosmos-Baukästen: „Physik und Chemie lernt man nicht aus Büchern wie ein Gedicht“

Insbesondere im Zuge der Arbeitsschulbewegung, vertreten durch Hugo Gaudig und Georg Kerschensteiner, wurde das Schülerexperiment verstärkt eingesetzt. Die Arbeitsschule, die in besonderer Weise die Selbsttätigkeit der Kinder unterstützte, förderte die Herstellung der im Unterricht verwendeten Apparate und Experimentiermittel durch die Schüler (Retter 1979: 170–182). Anstatt die Erscheinungen der Natur an gekauften Apparaten zu demonstrieren, sollten sich die Schüler durch die eigene Handarbeit die Grundlagen der Naturwissenschaft selbst erarbeiten. Der Handfertigungs- und Werkunterricht hatte seit der Jahrhundertwende als Unterrichtsfach zunehmend in den Volksschulen an Bedeutung gewonnen; seine Integration in den höheren Schulunterricht wurde jedoch als „Manualismus“ kritisiert, das heißt der einseitigen und übertriebenen Betonung des Manuellen ausgesetzt (Linde 1910). Befürworter des Arbeitsschulgedankens hielten die Bedeutung der Handtätigkeit für den allgemeinen Erkenntnisprozess dagegen: Sie sei weder als Gegenteil geistiger Arbeit zu begreifen noch primär Ausdrucksmittel, sondern erkenntnisfördernd und in dieser Hinsicht als „(Selbst-)Unterricht“ von didaktischem Wert (Pabst 1910/1911, Hermann 1930: 95).

Das Prinzip des Selbstbaus der Apparate wurde für die *Kosmos-Baukästen* zum grundlegenden Gestaltungsprinzip. Euchar Nehmann und Walter Keller, die Inhaber der 1822 als Sortiments- und Verlagsbuchhandlung gegründeten Franckh'schen Verlagshandlung in Stuttgart, riefen 1903 die *Gesellschaft für Naturfreunde* ins Leben, um Liebhabern und Bildungsfreunden wertvolles Wissen über die Natur und ihre Wissenschaften näher zu bringen. In der ab 1904 für diesen Zweck herausgegebenen Zeitschrift *Kosmos. Handweiser für Naturfreunde* gab es bereits kleine Experimentierecken, in denen Versuche präsentiert und diskutiert wurden (Daum 2002: 185f.). Ab den 1920er Jahren wurden in einer eigens eröffneten Lehrmittelabteilung des Verlags die ersten Experimentierkästen unter der Leitung des Schweizer Lehrers Dr. Wilhelm Fröhlich (1892–1969) hergestellt. Er hatte sich in seinem Studium in Genf und Bern mit Physik und Chemie beschäftigt und wurde 1920 ständiger Mitarbeiter der Franckh'schen Verlagshandlung. Zwischen 1921 und 1930 entstanden die sogenannten *Kosmos-Baukästen Elektro* (1921; s. Abb. 8), *Optik* (1923), *Mechanik* (etwa 1924/1925), *Chemie* (etwa 1927) und *Radio* (1930).¹¹ Sie waren einerseits gedacht für die individuelle Nutzung, andererseits wurden auch sie von Beginn an als Lehrmittel vermarktet, insbesondere für den Arbeitsunterricht an Volks- und Landschulen.¹² Unter der Bezeichnung „Lehrspielzeug“ wurden ab den 1930er Jahren dann vereinfachte Ausstattungen verkauft, die sich an jüngere Kinder richteten: *Elektromann*, *All-Chemist*, *Optikus*, *Radiomann* und *Technikus*. Aus den beigelegten Teilen ließen sich Figuren zusammenbauen, und darüber hinaus konnte der Experimentator auch selbst zu einem „Elektromann“ werden, indem er die einzelnen Elemente für einfache elektrische Versuche verwendete (Fröhlich 1930: 3f.).



Abb. 8: Kosmos-Baukasten *Elektro* (o.J.). Mit freundlicher Genehmigung des Deutschen Museums, München.

Damit die ersten Versuche nicht an zu komplizierten Anordnungen scheiterten, sollten die *Komos-Baukästen* zwar ein elektrotechnisches oder auch ein „vollständiges chemisches Laboratorium“ für den „Selbstunterricht“ darstellen, gleichzeitig aber möglichst einfache Apparate anbieten (Fröhlich 1927a: 5, 1921: 1). Mit einigen wenigen Grundelementen konnten viele unterschiedliche Instrumente zusammengesetzt werden – ein Prinzip, das zur Grundlage aller Baukästen wurde, die Wilhelm Fröhlich auch zum Patent anmeldete.¹³ Der Kasten übernahm dabei teilweise, wie im Falle des *Baukastens Optik* (s. Abb. 9 und Abb. 10), selbst die Funktion eines Instruments, beispielsweise eines Fernrohrs, Projektionsapparats oder Mikroskops. Er bestand aus zwei Hälften, die zusammengesetzt ein Rohr ergaben und zugleich die Aufbewahrungskiste darstellten. In seinen Notizen über die Neuauflage des Optikkastens, in dem nun ein den üblichen optischen Instrumenten ähnliches rundes Rohr geliefert werden sollte, erklärt Wilhelm Fröhlich, dass die eckigen Rohre damals vom Verlag gewünscht worden waren, „um einerseits die Abstände der eingesetzten Teile d.h. die Brennweiten erkennbar zu machen und andererseits, die durch die Abrundung der Teile wie z.B. Spiegel und Blenden entstehenden Mehrkosten zu vermeiden“.¹⁴



Abb. 9 (oben): *Kosmos-Baukasten Optik* (o. J.). Mit freundlicher Genehmigung des Deutschen Museums, München.

Abb. 10 (rechts): Deckblatt des Anleitungshefts von Fröhlich (1923).



Gleichzeitig sollten die Schüler dadurch, dass sie in Versuchsanordnungen mit unterschiedlicher Wirkungsweise dieselben Grundelemente immer wieder verwendeten, die Erscheinungen auf die gleichen Grundtatsachen zurückzuführen lernen. Anstatt also fertige Instrumente wie zum Beispiel

den Polarisationsapparat nach Johann Gottlieb Nörremberg zu liefern, wie es bei der Firma Meiser & Mertig noch üblich gewesen war, sollte mittels des Optik-Kastens und seiner Beigaben – wie etwa Linsen – der Apparat selbst zusammengebaut werden. An den Kästen der Franckh'schen Verlagshandlung und besonders an den Radiobaukästen, die die Grundlage boten, selbst ein Radio herzustellen, lässt sich in dieser Beziehung eine Verwandtschaft mit den um 1900 florierenden Konstruktionsbaukästen erkennen (Leinweber 1999, Noschka/Knerr 1986, Stadtmuseum Esslingen 1995). Ferner lässt sich beobachten, dass sie sich immer mehr an ein aufstiegs- und techniko-orientiertes Publikum richteten und explizit die Verwertbarkeit des dargebotenen Wissens und eine Karriere in einer erfolgversprechenden Disziplin in Aussicht stellten.¹⁵ Wie dargestellt wurden bereits die Experimentierkästen der Jahrhundertwende der Firma Meiser & Mertig als nützliche Lernmittel für angehende Physiker und Chemiker aufgenommen. Für die Broschüren der Franckh'schen Verlagshandlung, die hauptsächlich Jungen ansprachen, wurden neben Bewertungen und Kindheitsbeschreibungen von Rektoren gerade auch solche von Ingenieuren und in technischen Berufen wirkenden Wissenschaftlern eingeholt. In einer rückblickenden autobiographisch-literarischen Beschreibung Wilhelm Fröhlichs über die Entstehung der Dampfmaschine des Experimentierkastens *Technikus* wird entsprechend von zwei kleinen bastelfreudigen Jungen erzählt („Es war einmal ...“), von denen der eine später als erfolgreicher Maschinenfabrikant nach Afrika gezogen sei, während der andere, der eigentliche Erfinder der beiden, nie vergessen habe, „mit welcher Begeisterung er als Knabe gebastelt hat, wie oft ihm Versuche erst nach vielen Mißerfolgen gelungen sind, weil niemand ihm Anleitungen gab“.¹⁶ Diese Anleitung zum Experimentieren und Basteln sollten nun die vorgefertigten Experimentierkästen der Franckh'schen Verlagshandlung bieten – zusammen mit passgenauen Apparate- und weiteren Materialien, denn „[...] Physik und Chemie lernt man nicht aus Büchern wie ein Gedicht, sondern nur durch praktische Versuche“.¹⁷

Experimente über die Anleitung hinaus

Experimentierkästen waren um 1900 beliebte und erfolgreiche Lehr- und Lernmittel. In immer neuen Auflagen wurden sie von Lehrmittelfirmen und Spielzeugherstellern vertrieben – national wie auch international.¹⁸ Aufgrund der großen Resonanz kündigte zum Beispiel das *Preisverzeichnis* der Firma Meiser & Mertig von 1888 eine nahezu zeitgleiche Herausgabe englischer, russischer, italienischer und spanischer Übersetzungen an (Meiser/Mertig 1888: 1).¹⁹ Weiterführend ließe sich fragen, ob Experimentierkästen, die geschlossen und mit einer Anleitung versehen in alle Schulräume und Kinderzimmer beziehungsweise in die gesamte Welt versandt wurden, theo-

retisch als „immutable mobiles“ (Latour 1987: 227) gefasst werden könnten. In diesem Sinne kommt den Anleitungen innerhalb des Zirkulationsprozesses eine wichtige Bedeutung zu:

Many inventions have to be made to enhance the mobility, stability and combinability of collected items. Many instructions are to be given to those sent around the world on how to stuff animals, how to dry up plants, how to label all specimens, how to name them, how to pin down butterflies, how to paint drawings of the animals and trees no one can yet bring back or domesticate. (Ebd.: 225)

Die Untersuchung der deutschsprachigen Beispiele hat gezeigt, dass die Kästen als ein wichtiger Bestandteil schulischer Veränderungen in Bezug auf verschiedene Formen praktischen Experimentalunterrichts anerkannt und gleichzeitig im kulturhistorischen Kontext der Verbreitung populärer Experimentalformen gesehen werden müssen, wie beispielsweise der Experimentiersäle der Bildungsanstalt Urania. Sie dokumentieren eindrücklich die verstärkte Hinwendung allgemeinbildender Schulen zum praktischen Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht: je nach Schulform, Ausstattung und Zeitraum in Gestalt von Demonstrationsexperimenten, Schülerexperimenten oder eigenständigem Apparatebau. Gleichzeitig hat die nähere Untersuchung der Experimentierkästen und insbesondere der mit ihnen einhergegangenen schriftlichen Dokumente gezeigt, dass sie durch ihren Aufbau selbst einen festgelegten Rahmen bereitstellten und zusammen mit einer Anleitung Wege vorgaben, die die Art und Weise des Experimentierens beeinflussten. Durch Experimentieranleitungen geführt, in Erzählsituationen eingebettet und durch Werbetexte begleitet, die eine Rhetorik des Gelingens auszeichnete, wurde die Tätigkeit des Experimentierens auf ein erfolgreiches Experiment hin ausgerichtet.

Die Experimentierkästen zeichnete jedoch nicht nur diese ‚Abgeschlossenheit‘ aus. Durch ihre Mobilität und Offenheit, ihre Fähigkeit, überall aufgebaut und jederzeit erweitert zu werden, eröffneten sie gleichzeitig Handlungsspielräume unabhängig von konkreten Experimentalorten und -strukturen. So konnten außerhalb des kontrollierenden Blicks des Lehrers und fernab des Schulraums eigene Experimentalräume erkundet werden oder, wie die Bezeichnung des Bastlers oder Tüftlers bereits impliziert, die fertigen Gegenstände aus dem Baukasten in einer Art *bricolage* selbst mit all dem, was zur Hand war, bereichert und erneuert werden (Lévy-Strauss 1973 [1962]: 30). Denn die einzelnen Experimentierkästen konnten wie beschrieben durch Zukauf und/oder eigene Basteleien im Laufe der Zeit und über den vorgegebenen Rahmen hinaus in experimenteller Vorgehensweise erweitert werden. Interessanterweise auch in Gedanken, jedenfalls für diejenigen, die sich einen Zukauf nicht leisten konnten:

[D]a die Abbildungen [der Versuchsaufbauten] in den Text mit aufgenommen sind, findet sich auch der bald hinein, dem nicht sämtliche hier angeführten Apparate zur Verfügung stehen (Schulze 1913 [1909]: 4).

Indem der Kasten geöffnet, die Experimente erprobt und immer wieder neu versucht werden können, wird eine spielerische Auseinandersetzung mit der Tätigkeit des Experimentierens und damit ein Freiraum in den vorgegebenen Handlungsanweisungen möglich. Denn, so könnte man meinen, verleiten nicht gerade Anleitungen dazu, sie aus der Hand zu legen und selbst probierend ans Werk zu gehen? Doch wo finden sich darüber Spuren? Die Kinder haben keine Laborprotokolle geführt, und für eine Aufarbeitung im Sinne einer oral history ist mittlerweile zu viel Zeit vergangen. In diesem Punkt zeigen sich sogar die Objekte selbst widerständig gegen ihre Vereinnahmung durch Historikerinnen und Historiker: Sie wurden teilweise im Gebrauch zerstört, indem Vorlagen ausgeschnitten oder beigelegte Ingredienzien aufgebraucht wurden. Nur wenige vollständige Experimentierkästen sind in Archiven und Museen erhalten geblieben.²⁰ Darüber hinaus sind viele Anleitungen, die nicht als eigenständige Buchpublikationen von Bibliotheken gesammelt wurden, weit zerstreut. Der Lauf der Dinge führt daher letzten Endes zurück zu den biographischen Geschichten, in die sich die Explosionen und Zwischenfälle eingeschrieben haben.

Open Access This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited.

Anmerkungen

- 1 Zuerst wurde die Beschreibung des Taschen-Laboratoriums von Engeström als Anhang in Cronstedt 1770 veröffentlicht. Siehe dazu auch Smeaton 1966.
- 2 In Vaupel 2001 wird neben der Erwähnung der Probierkabinette von Humboldt und Faraday auch eine Abbildung des chemischen Minilabors von Faraday präsentiert, das im Science Museum in London aufbewahrt wird. Die von Humboldt auf seiner Reise mitgeführten Instrumente sind leider fast alle verschollen. Eine Auflistung, darunter auch „des réactifs pour tenter quelques essais sur la composition chimique des eaux minérales“, findet sich in Humboldt 1970 [1814–1825]: 60.
- 3 Das Original ist nicht erhalten, es gibt jedoch Nachbauten, s. Schwedt 1992: 43. Für eine kritische zeitgenössische Bewertung vgl. Anonym 1790. Die englische Übersetzung erschien 1791 als *Description of a Portable Chest of Chemistry* und beeinflusste unterschiedliche Fabrikanten, wie z. B. William Henry oder Frederick Accum. Sie begannen ab 1800, chemische Probierkabinette auch in England zu verkaufen (Smeaton 2000: 216).
- 4 Zu den chemischen Reaktionen in *Die Wahlverwandtschaften* und chemischen Probierkabinetten der Goethezeit siehe Schwedt 2005, Soentgen 1996. Krätz 2004 bietet weitere Beispiele chemischer Kabinette, die in der Literatur des 19. und 20. Jahrhunderts Erwähnung finden.
- 5 Eine weitere literarische Erwähnung eines Experimentierkastens in der Kindheit um 1900 findet sich z. B. bei Max Brod (1973 [1952]: 38).
- 6 Vgl. auch: „Nichts schädigt dem Unterrichtserfolg mehr als misslungene od. unsichere u. mangelhafte Versuche; dann lieber keinen [sic].“ (Kunkel 1915: Sp. 1188)
- 7 1888 wurde die Leipziger Lehrmittel-Anstalt an Adolf Richter verkauft, der durch seine Anker-Steinbaukästen bekannt wurde. Der erste Katalog der Leipziger Lehrmittel-Anstalt ist aus dem Jahre 1878. Der älteste mir bekannte Katalog der Firma Meiser & Mertig stammt

- von 1888. Auf der Deutschen Städte-Ausstellung 1903 in Dresden wurde der Firma, die „Physikalische Lehrapparate für Schulen“ ausstellte, die Silbermedaille verliehen (Deutsche Städte-Ausstellung 1903: 233).
- 8 Meiser & Mertig boten für den physikalischen Unterricht in der Volksschule als Kern einer Apparatesammlung das *Physikalische Kabinet für den grundlegenden Unterricht in der Physik mit illustriertem Buch*. Das Anleitungsbuch hierzu trägt den Titel *Physik: 40 Dispositionen für die wichtigsten Lehrstunden der Physik* (Meiser/Mertig 1894). Das Anleitungsbuch zu Meiser & Mertigs *Sammlungen von Apparaten zum experimentellen Studium der Physik* lautet *Uebungs-Aufgaben mit Auflösungen für die Sammlungen von Apparaten zum experimentellen Studium der Physik* (Meiser/Mertig 1897a [1890]). Der *Große Physikalische Apparat* von Dr. Schneider wurde u.a. durch den bereits zitierten *Leitfaden der Experimentalphysik* von Conrad Schröder (1903) begleitet.
 - 9 Eine Abbildung des *Experimentierkastens für Röntgenversuche* findet sich im Katalog der Leipziger Lehrmittel-Anstalt (Jeanmaire 1986: 49).
 - 10 Beispielsweise durch Noack an einem Gymnasium in Gießen (Geiger/Scheel 1926: 204).
 - 11 Es folgten später weitere Experimentierkästen zu Themen wie *Astronomie* (Dr. Carl Westphal, ca. 1928), *Geometrie* (Univ.-Prof. Karl Kommerell, ca. 1928), *Ackerbau* (Dr. Karl Sachse, 1936), *Mikroskopie* (ca. 1934), *Biologie* (ca. 1935) und *Maschinenbau* (Emil Becker, ca. 1937).
 - 12 1927 konzipierte Wilhelm Fröhlich eigens ein Lehrbuch für die Arbeitsschule unter Verwendung der Baukästen *Mechanik, Optik, Elektrotechnik* und *Chemie* (Fröhlich 1927b). Zur Bedeutung des Apparatebaus vgl. auch den Aufsatz von Keene (2007) über den Einsatz von Baukästen für Instrumente in England.
 - 13 In Deutschland erschien beispielsweise 1927 eine Patentschrift zum *Baukasten zum leichten Zusammenbau physikalischer Apparate* (Patentschrift DE 447433A, 07.07.1927) und in der Schweiz ein Hauptpatent zum *Chemie-Experimentierkasten* (Patentschrift CH 122088, 16.08.1927). Beide Dokumente sind abrufbar unter: <http://depatisnet.dpma.de> [zugegriffen am 4. August 2009].
 - 14 „Gedanken zur Neugestaltung des Baukastens Optik“, 2. Januar 1963, Nachlass Wilhelm Fröhlich HS 1978-43/1, Archiv Deutsches Museum, München (im Folgenden abgekürzt als ADM, NL Fröhlich).
 - 15 Zur literarischen Verarbeitung dieses Themas vgl. auch Jugendbücher wie z. B. *Vom Experimentierkasten zum Grosskraftwerk* von Friedrich Mörtzsch, das mit dem Satz eines Jungen an seinen Vater endet: „Weißt Du, am liebsten möchte ich doch Elektroingenieur werden.“ (Mörtzsch 1953: 95)
 - 16 „So entstand die Dampfmaschine!“ Ca. 1939: o. Seitenangabe, ADM, NL Fröhlich HS 1978-43/10.
 - 17 „Ein eigenes Labor für jedermann mit den Kosmos Baukästen“, ca. 1953: 16, ebd., HS 1978-43/7.
 - 18 Das Übungsbuch zu Meiser & Mertigs Experimentierkasten von 1899 zum Beispiel erschien bis 1916 in neun Auflagen.
 - 19 Auch die Anleitungshefte der Kosmos-Baukästen erschienen meist einige Jahre später u. a. in Englisch, Französisch, Tschechisch, Russisch, Italienisch, Spanisch, Niederländisch und Arabisch.
 - 20 Die Experimentierkästen des Deutschen Museums beispielsweise sind nicht ausgestellt, sondern befinden sich im Depot. Sie wurden nicht systematisch gesammelt und sind Teil der Abteilung „Bauwesen“, die auch die Sammlung der architektonischen Konstruktionsbaukästen betreut. Das Archiv des Kosmos Verlags wurde im zweiten Weltkrieg zerstört. Die sich heute im Archiv befindenden Kästen wurden nachträglich angekauft.

Literatur

Anleitung künftiger Lehrer der Physik zur Bekanntschaft mit den physikalischen Lehrmitteln und im Experimentieren während der Studienzeit, 1876. *Zentralblatt für die gesamte Unterrichtsverwaltung in Preußen*, 18, 433f.

- Anonym, 1790. Rezension zu Göttlings „Vollständigem chemischen Probir-Cabinet“. *Jenaische Allgemeine Literatur-Zeitung*, 1. November 1790, 297–299.
- Anonym, 1890. Schulmuseum. In: *Meyers Konversations-Lexikon. Eine Encyclopädie des allgemeinen Wissens*, Bd. 17. Leipzig/Wien: Verlag des Bibliographischen Instituts, 736–737 [4., gänzlich umgearb. Aufl.].
- Anonym, 1892. Apparate aus dem Gebiete der Mechanik, Elektrizität des Magnetismus, Galvanismus u.a. In: Deutsche Lehrmittel-Anstalt, Hg., *Illustrierter Katalog No. 2 über gefahrlose Dampfmaschinen, Modelle von Lokomotiven und Schiffen mit Dampftrieb, elektrische, optische und physikalische Apparate sowie Experimentier-Kabinette in sachgemässer Zusammenstellung und solidester Ausführung als Unterhaltungs- und Lehrmittel für Kinder und Erwachsene*. Frankfurt a. M.: Deutsche Lehrmittel-Anstalt, 80–81.
- Anonym, 1898a. Anzeige für den Experimentierkasten „Der praktische Chemiker“ der Leipziger Lehrmittel-Anstalt. *Illustrierte Zeitung*, 3. November, o. S.
- Anonym, 1898b. Anzeige für den „Experimentierkasten ‚Physik‘“ von Meiser & Mertig. *Illustrierte Zeitung*, 17. November, o. S.
- Anonym, 1984 [1873]. Kasten. In: Jacob Grimm und Wilhelm Grimm, Hg., *Deutsches Wörterbuch*, Bd. 11. Leipzig: S. Hirzel, 263–270.
- Anonym, 2005. Schrock wins Nobelprize. Chemformation. *The Newsletter of the MIT Department of Chemistry*, 22, 1–3.
- Baenitz, Carl, 1883. *Der naturwissenschaftliche Unterricht in gehobenen Lehranstalten. Methodisch beleuchtet und mit Lehrplänen und Hinweisungen auf die hierher gehörige Litteratur und die geeigneten Lehrmitteln versehen*. Berlin: Bornträger [2., stark verm. Aufl.].
- Baumeister, August, 1898. *Handbuch der Erziehungs- und Unterrichtslehre für höhere Schulen*, Bd. 4. München: Beck'sche Verlagsbuchhandlung [2. Aufl.].
- Bendt, Franz, 1896. Die neue Berliner „Urania“. Mit Abbildungen von A. Kiekebusch. *Die Gartenlaube*, 38, 632–637.
- Bestelmeier, Georg Hieronimus, 1979 [1803]. *Magazin von verschiedenen Kunst- und anderen nützlichen Sachen...* Zürich: Edition Olms [Nachdruck des Originals mit einem Vorwort von Theo Gantner].
- Bonnekoh, Werner, 1992. *Naturwissenschaft als Unterrichtsfach. Stellenwert und Didaktik des naturwissenschaftlichen Unterrichts zwischen 1800 und 1900*. Frankfurt a. M.: Lang.
- Bopp, Carl, 1872. *Das Wichtigste aus der Natur-Lehre: für den grundlegenden Unterricht; im Anschluß an seinen physikalischen Schul-Apparat auf Grund der allgemeinen Bestimmungen vom 15. Oktober 1872*. Stuttgart: Selbstverlag.
- Brod, Max, 1973 [1952]. *Der Sommer, den man zurückwünscht*. München/Berlin: Herbig.
- Cronstedt, Axel Fredrik, 1770. *An Essay Towards a System of Mineralogy [...] Translated, from the Original Swedish, with Notes, by G. von Engestrom. To Which is Added, a Treatise on the Pocket-Laboratory, Containing an Easy Method [...] for Trying Mineral Bodies, Written by the Translator. The Whole Revised and Corrected, With Some Additional Notes, by E. Mendes da Costa*. London: Edward & Charles Dilly.
- Daum, Andreas, 2002. *Wissenspopularisierung im 19. Jahrhundert. Bürgerliche Kultur, naturwissenschaftliche Bildung und die deutsche Öffentlichkeit 1848–1914*. München: Oldenbourg [2. erg. Aufl.].
- Detmer, Wilhelm, 1903. *Das kleine pflanzenphysiologische Praktikum. Anleitung zu pflanzenphysiologischen Experimenten für Studierende und Lehrer der Naturwissenschaften*. Jena: Fischer.
- Deutsche Städte-Ausstellung, Hg., 1903. *Amtlicher Katalog der Deutschen Städte-Ausstellung*. Dresden: Baensch.
- Engeström, Gustav von, 1774 [1770]. *Beschreibung eines mineralogischen Taschen-Laboratoriums und insbesondere des Nutzens des Blaserohrs in der Mineralogie*. A. d. Schwedischen übers. und mit Anm. versehen von D. Christ. Ehrenfr. Weigel, der Med. Fac. Adj. und Aufseher des botanischen Gartens. Greifswald: Röse.
- Frercks, Jan, 2008. Techniken der Vermittlung. Chemie als Verbindung von Arbeit, Lehre und Forschung am Beispiel von J. F. A. Göttling. *NTM. Zeitschrift für Geschichte der Wissenschaften, Technik und Medizin*, 16, 279–308.

- Freyer, Michael, Hg., 1995. *Vom mittelalterlichen Medizin- zum modernen Biologieunterricht*. 2 Bde. Passau: Wissenschaftsverlag Rothe.
- Frick, Joseph, 1872 [1850]. *Die physikalische Technik oder Anleitung zur Anstellung von physikalischen Versuchen und zur Herstellung von physikalischen Apparaten mit möglichst einfachen Mitteln*. Braunschweig: Vieweg [4. verm. und verb. Aufl.].
- Fröhlich, Wilhelm, 1921. *Elektrotechnik. Anleitung zum Gebrauch des Kosmos-Baukastens Elektrotechnik*. Stuttgart: Franckh'sche Verlagshandlung.
- Fröhlich, Wilhelm, 1923. *Anleitung zum Gebrauch des Kosmos-Baukasten Optik. 280 Versuche aus der Lehre vom Licht*. Stuttgart: Franckh'sche Verlagshandlung.
- Fröhlich, Wilhelm, 1927a. *Chemie. Anleitung zum Gebrauch des Kosmos-Baukastens Chemie*. Stuttgart: Franckh'sche Verlagshandlung.
- Fröhlich, Wilhelm, 1927b. *Kleine Naturlehre für Volksschulen. Physik- und Chemie-Unterricht im Sinne der Arbeitsschule für einfachste Schulverhältnisse unter Benützung der Kosmos-Baukästen*. Stuttgart: Franckh'sche Verlagshandlung.
- Fröhlich, Wilhelm, 1930. *Schau, was der Elektromann alles aus sich machen kann. 100 elektrische Versuche für kleine Leute*. Stuttgart: Franckh'sche Verlagshandlung.
- Galton, Francis, 1910 [1869]. *Genie und Vererbung*. Leipzig: Klinkhardt.
- Gee, Brian, 1989. Amusement Chests and Portable Laboratories. Practical Alternatives to the Regular Laboratory. In: Frank A. J. L. James, Hg., *The Development of the Laboratory*. London: Macmillan, 37–59.
- Geiger, Hans/Scheel, Karl, Hg., 1926. *Handbuch der Physik*. Bd. 1. Berlin: Julius Springer.
- Goethe, Johann Wolfgang von, 1892 [1809]. *Die Wahlverwandtschaften*. In: Ders., *Goethes Werke*, Abt. 1, Bd. 20. Weimar: Böhlau.
- Goethe, Johann Wolfgang von, 1951 [1809]. Selbstanzeige über die Veröffentlichung des Romans „Die Wahlverwandtschaften“ im „Morgenblatt für gebildete Stände“ vom 4. September 1809. In: Ders., *Goethes Werke*, Bd. 6., hg. v. Erich Trunz. Hamburg: Wegner, 621.
- Göttling, Johann F. A., 1790. *Vollständiges chemisches Probir-Cabinet. Zum Handgebrauche für Scheidekünstler, Aerzte, Mineralogen, Metallurgen, Technologen, Fabrikanten, Oekonomen und Naturliebhaber*. Jena: Mauke.
- Gutzmer, August, 1905. *Reformvorschläge für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht: entworfen von der Unterrichtskommission der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte; nebst einem allgemeinen Bericht über die bisherige Tätigkeit der Kommission*. Leipzig/Berlin: Teubner.
- Guyton de Morveau, Louis Bernard, 1783. Description et usage du nécessaire chymique, et de l'appareil d'expériences sur le réchaut à l'esprit-de-vin. *Nouveaux Mémoires de l'Académie de Dijon*, 1, 159–176.
- te Heesen, Anke, 1997. *Der Weltkasten. Die Geschichte einer Bildenzyklopädie aus dem 18. Jahrhundert*. Göttingen: Wallstein.
- Hermann, Fritz, 1930. Erkenntnisfördernde Handbetätigung im Sachunterricht. Mit praktischen Beispielen aus dem technisch-physikalischen Unterricht. *Die Arbeitsschule. Monatsschrift des Deutschen Vereins für Werk tätige Erziehung*, 44, 92–10.
- Hilz, Helmut/Schwedt, Georg, 2002a. Naturwissenschaften kinderleicht. Ein Streifzug durch die Geschichte des Experimentierbuchs. *Kultur & Technik*, 26, 28–31.
- Hilz, Helmut/Schwedt, Georg, Hg., 2002b. *Zur Belustigung und Belehrung. Experimentierbücher aus zwei Jahrhunderten*. München: Verlag für Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik.
- Hochadel, Oliver, 2003. *Öffentliche Wissenschaft. Elektrizität in der deutschen Aufklärung*. Göttingen: Wallstein.
- Höller, Konrad, 1908. Das physiologische Experiment im naturgeschichtlichen Unterricht. *Pädagogische Reform. Zugleich Zeitschrift der Hamburger Lehrmittelausstellung*, 32, 387–390.
- Humboldt, Alexander von, 1970 [1814–1825]. *Relation historique du voyage aux régions équinoxiales du nouveau continent: fait en 1799, 1800, 1801, 1802, 1803 et 1804 par al. de Humboldt et A. Bonpland rédigé par Alexandre de Humboldt*. Stuttgart: Brockhaus [Nachdruck des Orig., hg. v. Hanno Beck].
- Jeanmaire, Claude, Hg., 1977. *Gebrüder Bing. Spielzeug zur Vorkriegszeit, 1912–1915*. Villigen:

- Verlag Eisenbahn [Neudruck d. Orig.: *Spezial-Preisliste über mechanische, optische und elektrische Spielwaren und Lehrmittel*].
- Jeanmaire, Claude, Hg., 1986. *Deutsches Spielzeug zur Kriegszeit* (1915). Villigen: Verlag Eisenbahn [Neudruck d. Org. d. Leipziger Lehrmittel-Anstalt: *Der Jugend Spiel und Arbeit. Kriegsausgabe 1915. Neuheiten-Verzeichnis von im Kriegsjahre 1915 erschienen Lehrmitteln, Beschäftigungs- und Gesellschafts-Spielen in sorgfältiger Auswahl*].
- Keckstein, Rainer, 1981. *Die Geschichte des biologischen Schulunterrichts in Deutschland*. Bad Salzdetfurth: Franzbecker Didaktischer Dienst.
- Keene, Melanie, 2007. „Every Boy & Girl a Scientist“. *Instruments for Children in Interwar Britain*. *Isis*, 98, 266–289.
- Krätz, Otto, 2004. Das chemische Laboratorium. Quelle des Fortschritts oder Kammer des Schreckens? *Angewandte Chemie*, 116, 1802–1813.
- Krünitz, Johann Georg, 1776. Cabinet. In: Ders., *Oekonomische Encyclopädie oder Allgemeines System der Staats-, Stadt-, Haus- und Landwirthschaft*. In *alphabetischer Ordnung*, Bd. 7. Berlin: Pauli, 499–500.
- Krünitz, Johann Georg, 1792. Laboratorium. In: Ders., *Oekonomische Encyclopädie oder Allgemeines System der Staats-, Stadt-, Haus- und Landwirthschaft*. In *alphabetischer Ordnung*, Bd. 58. Berlin: Pauli, 47–71.
- Kunkel, Paul, 1915. Experiment in der Schule. In: Ernst M. Roloff, *Lexikon der Pädagogik*, Bd. 1. Freiburg i. Br.: Herder, 1186–1189.
- Latour, Bruno, 1987. *Science in Action. How to Follow Scientists and Engineers through Society*. Cambridge: Harvard University Press.
- Leinweber, Ulf, 1999. *Baukästen! Technisches Spielzeug vom Biedermeier bis zur Jahrtausendwende*. Kassel: Staatliche Museen Kassel.
- Leipziger Lehrmittel-Anstalt, Hg., 1878. *Catalog der Leipziger Lehrmittel-Anstalt und permanenten Mikroskopischen und Lehrmittel-Ausstellung von Dr. Oskar Schneider*. Leipzig: Selbstverlag.
- Leipziger Lehrmittel-Anstalt, Hg., o. J. [ca. 1902]. *Haupt-Katalog (Jubiläums-Ausgabe) der Leipziger Lehrmittel-Anstalt von Dr. Oskar Schneider. Gegründet 1877*. Leipzig: Selbstverlag.
- Lévy-Strauss, Claude, 1973 [1962]. Das wilde Denken. Frankfurt a. M.: Suhrkamp.
- Linde, Ernst, 1910. Vom Intellektualismus zum Manualismus. *Allgemeine Deutsche Lehrerzeitung*, 62, 461–463.
- Meiser/Mertig, Hg., 1888. *Preis-Verzeichniss der physikalisch-technischen Werkstaetten Meiser & Mertig*. Dresden: Selbstverlag.
- Meiser/Mertig, Hg., 1895 [1889]. *Physik. 400 Versuche aus dem Gebiete der Mechanik, Akustik, Wärme, Optik, Elektrizität. Uebungsbuch für den Experimentirkasten*. Dresden: Selbstverlag [4. Aufl.].
- Meiser/Mertig, Hg., 1894. *Physik. 40 Dispositionen für die wichtigsten Lehrstunden der Physik. Praktisches Handbuch für das Physikalische Kabinett*. Dresden: Selbstverlag.
- Meiser/Mertig, Hg., 1897a [1890]. *480 Uebungs-Aufgaben mit Auflösungen für die Sammlungen von Apparaten zum experimentellen Studium der Physik*. Dresden: Selbstverlag [7. Aufl.].
- Meiser/Mertig, Hg., 1897b [1890]. *Meiser & Mertig's Sammlungen physikalischer Apparate*. Dresden: Selbstverlag.
- Meiser/Mertig, Hg., o. J. [ca. 1910]. *Preisverzeichnis Nr. 27 über Physikalische Apparate und Chemische Geräte*. Dresden: Selbstverlag.
- Meyer, Wilhelm M., 1890. Die Urania nach ihrer Fertigstellung. *Himmel und Erde. Illustrierte naturwissenschaftliche Monatsschrift*, 5/6, 226–238, 269–286.
- Mörtzsch, Friedrich, 1953. *Vom Experimentierkasten zum Grosskraftwerk*. München/Wien: Andermann.
- Moszkowski, Alexander, 1925. *Das Panorama meines Lebens*. Berlin: F. Fontane & Co.
- Noack, Karl Nathanael, 1892. *Leitfaden für Physikalische Schülerübungen*. Berlin: J. Springer.
- Noschka, Annette/Knerr, Günter, Hg., 1986. *Bauklötze staunen. 200 Jahre Geschichte der Baukästen*. München: Deutsches Museum.
- Nothdurft, Otto, 1911. *Physikalisches Experimentierbuch. Versuche aus der Wärmelehre*. Leipzig: Hachmeister & Thal.

- Oelkers, Jürgen, 2004. Reformpädagogik. In: Dietrich Benner und Jürgen Oelkers, Hg., *Historisches Wörterbuch der Pädagogik*. Weinheim/Basel: Beltz, 783–806.
- Oelkers, Jürgen, 2006. Reformpädagogik vor der Reformpädagogik. *Paedagogica Historica*, 42, 15–48.
- Öxler, Florian/Friedrich, Christoph, 2008. Experimentierkästen „ohne den geringsten Nutzen“? Eine Diskussion Ende des 18. Jahrhunderts. *Chemie in unserer Zeit*, 42, 282–289.
- Pabst, A., 1910/1911. Manualismus? Neue Bahnen. *Zeitschrift der Reichsfachschaft IV im NSLB Leipzig*, 22, 164–167.
- Pies, Eike, 2004. *Löhne und Preise von 1300 bis 2000. Abhängigkeit und Entwicklung über 7 Jahrhunderte*. Wuppertal: Verlage E. & U. Brockhaus.
- Poske, Friedrich, 1910. *Über die Notwendigkeit der Errichtung einer Zentralanstalt für den naturwissenschaftlichen Unterricht*. Leipzig/Berlin: Teubner.
- Pyenson, Lewis/Jean-Francois Gauvin, Hg., 2002. *The Art of Teaching Physics. The Eighteenth-Century Demonstration Apparatus of Jean Antoine Nollet*. Sillery, Quebec: Septentrion.
- Retter, Hein, 1979. *Spielzeug. Handbuch zur Geschichte und Pädagogik der Spielmittel*. Weinheim/Basel: Beltz, 170–182.
- Rosenberg, Karl, 1919 [1898]. *Experimentierbuch für den Unterricht in der Naturlehre*. 2 Bde. Wien/Leipzig: Hölder [4., verm. und verb. Aufl.].
- Schäffer, Carl, 1913. *Biologisches Experimentierbuch. Anleitung zum selbsttätigen Studium der Lebenserscheinungen für jugendliche Naturfreunde; für mittlere und reife Schüler*. Leipzig/Berlin: Teubner.
- Scheid, Karl, 1904. *Chemisches Experimentierbuch für Knaben*. Leipzig/Berlin: Teubner.
- Schmidt, A., 1899. Sir Isaac Newtons Optik oder Abhandlung über Spiegelungen, Brechungen, Beugungen und Farben des Lichtes. *Himmel und Erde*, 11, 334.
- Schöler, Walter, 1970. *Geschichte des naturwissenschaftlichen Unterrichts im 17. bis 19. Jahrhundert. Erziehungstheoretische Grundlegung und schulgeschichtliche Entwicklung*. Berlin: de Gruyter.
- Schröder, Conrad, 1903. *Leitfaden der Experimentalphysik. Eine Anleitung zum Gebrauch der physikalischen Apparate für Volks-, Bürger- und Fortbildungsschulen*. Leipzig: Selbstverlag.
- Schulze, Richard, 1913 [1909]. *Elektron. 104 Schülerexperimente aus dem Gebiete der Elektrizität*. Werdau: Julius Booch [4. Aufl.].
- Schwedt, Georg, 1992. Kabinettstücke der Chemie. Vom chemischen „Probir-Cabinet“ zum Experimentierbaukasten. *Kultur & Technik*, 16, 42–47.
- Schwedt, Georg, 2005. Analytische Basisreaktionen aus einem chemischen Probierkabinett der Goethezeit. *Chemkon*, 12, 15–19.
- Schwender, Clemens, Hg., 1999. *Zur Geschichte der Gebrauchsanleitung*. Frankfurt a. M.: Lang.
- Sennett, Richard, 2008. *Handwerk*. Berlin: Berlin Verlag.
- Smeaton, William, 1966. The Portable Chemical Laboratories of Guyton de Morveau, Cronstedt and Götting. *Ambix*, 13, 84–91.
- Smeaton, William A., 2000. Platinum and Ground Glass. Some Innovations in Chemical Apparatus by Guyton de Morveau and Others. In: Frederic L. Holmes und Trevor H. Levere, Hg., *Instruments and Experimentation in the History of Chemistry*. Cambridge, Mass., u. a.: MIT Press, 211–237.
- Soentgen, Jens, 1996. Chemie und Liebe. Ein Gleichnis. Die Chemie als Schlüssel zu den „Wahlverwandtschaften“ von Goethe. *Chemie in unserer Zeit*, 30, 295–299.
- Spilger, Ludwig, 1914. *Biologische Versuche. Als Anleitung zur Benutzung des „Biologischen Experimentierkastens“*. Stuttgart: Bopp.
- Stadtmuseum Esslingen, Hg., 1995. *Zum Bauspiel. Ausstellung historischer Baukästen. Sammlung Tobias Mey*. Esslingen: Stadtmuseum.
- Vaupel, Elisabeth, 2005. Ein Labor wie eine Puppenstube. Kurze Geschichte der chemischen Experimentierkästen. *Praxis der Naturwissenschaften – Chemie*, 54, 2–6.
- Vaupel, Elisabeth, 2001. Liliput-Labors. Vom Reiselabor zum Lernmittel für Autodidakten. *Kultur & Technik*, 25, 42–45.
- Viktoria Luise, 2005 [1965]. *Mein Leben*. Köln: Komet.

- Vischer, Friedrich Theodor, 1879. *Auch Einer. Eine Reisebekanntschaft*. 2 Bde. Stuttgart/Leipzig: Hallberger.
- Voith, Hanns, 1960. *Im Gang der Zeiten. Erinnerungen*. Tübingen: Wunderlich.
- Weiler, Wilhelm, 1897 [1891]. *Der praktische Elektriker. Populäre Anleitung zur Selbstanfertigung elektrischer Apparate und zur Anstellung zugehöriger Versuche nebst Schlussfolgerungen, Regeln und Gesetzen*. Leipzig: Schäfer [3., vielfach umgearb. Aufl.].
- Witt, Wittus, 1987. *Zauberkästen. Entstehungs- und Entwicklungsgeschichte des Zauberkastens – Sammlung Wittus Witt*. München: Hugendubel.

Viola van Beek
 Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte
 Boltzmannstrasse 22
 D-14195 Berlin
 E-Mail: vbeek@mpiwg-berlin.mpg.de