

Didaktik der Physik Frühjahrstagung – Münster 2011

Das Lehrbuch der Zukunft

Mediendidaktische Aspekte im Validierungsprojekt „Technology Enhanced Textbook“

Wolfgang Neuhaus, Volkhard Nordmeier und Jürgen Kirstein

Freie Universität Berlin, Fachbereich Physik/Didaktik der Physik
Arnimallee 14, D-14195 Berlin, E-Mail: wolfgang.neuhaus@fu-berlin.de

Kurzfassung

Das klassische Lehrbuch hat seine Stärken in der Möglichkeit zur abstrakten und umfassenden Darstellung komplexer Sachverhalte, sowie in der flexiblen orts- und zeitunabhängigen Nutzungsmöglichkeit dieses Mediums. Die Konsolidierung der weltweiten multimedialen Vernetzung über unterschiedliche Endgeräte hinweg und ihre flächendeckende Ausbreitung in alle Bereiche der Gesellschaft hinein eröffnen aus didaktischer Perspektive neue Möglichkeiten, das Lehrbuch technologisch zu erweitern. Im Projekt „Technology Enhanced Textbook“ (TET) validieren wir in Kooperation mit relevanten Akteuren am Bildungsmarkt (Schulen, Hochschulen, Schulbuchverlage, Museen, Hörfunk, Fernsehen, Berufliche Bildung) das Innovationspotenzial möglicher technologischer Erweiterungen. Dabei überwinden wir die durch das E-Learning und die Output-Orientierung der Didaktik herbeigeführte Verengung von Bildungsperspektiven durch einen konsequenten Bezug auf innovative, ganzheitliche, handlungsorientierte und kontextbezogene pädagogische Konzepte. Aktivitäten in unserer physischen Umwelt wie Explorieren, Experimentieren, Analysieren, Planen, Messen, Kooperieren werden durch interaktive und sensitive Medienelemente unterstützt. Objekte, Experimente und Labore werden durch realbildbasierte, multimediale, interaktive Medienelemente auf Basis des IBE/IBL-Prinzips virtuell erweitert und über unterschiedliche Endgeräte verfügbar gemacht (Tablets, Mobile Phones, PC's, Großbildprojektionen, etc.). In diesem Beitrag soll – vor dem Hintergrund des aktuellen Forschungsstandes – der mediendidaktische Ausgangspunkt unseres Vorhabens skizziert werden.

1. Lehrbuch und Umwelt

Das Lehrbuch – ob als Schulbuch oder als Medium im Kontext von Studium und lebenslangem Lernen – stellte schon immer eine Schnittstelle zwischen Lernenden und Umwelt dar, die eine Weitergabe wissenschaftlicher und gesellschaftlich relevanter Erkenntnisse mit sprachlichen und visuellen Mitteln ermöglicht. Bis ins 20. Jahrhundert hinein war die vorherrschende Funktion von Schulbüchern die Bereitstellung von Anschauungsmaterial (Wiedenhofer, 2009, S. 13 [42]). Im Zuge der reformpädagogischen Bewegung wurde diese Funktion kritisiert, da das Schulbuch eine auf Unmittelbarkeit angelegte Begegnung mit dem jeweiligen Gegenstand verbaute (Hacker, 1980, S. 10 [12]). Durch Hereinnahme von steuernden Sprachtexten, die ein aktives Arbeiten und eine Individualisierung beim Lernen anstrebten, versuchte man dieser Kritik zu begegnen. Durch eine stärkere Wissenschaftsorientierung und durch grundlegende Curriculumsdiskussionen in den 1960er Jahren wurde das Schulbuch in den Folgejahren als fachorientiertes Arbeitsbuch konzipiert (ebd., S. 12). Bei der Analyse vorliegender Literatur zur Lehrbuchforschung wird deutlich, dass die Untersuchung ideologie-kritischer Aspekte im Vordergrund der internationalen Lehrbuchforschung steht (siehe: Fuchs,

Kahlert & Sandfuchs 2010 [8]; Wiedenhofer 2009 [42]; Mikelskis 2008 [29]; Höhne 2003 [16]; Merzyn 1994 [28]; Hacker 1980 [12]). Darüber hinaus wird in allen Fachdisziplinen um die Auswahl der konkreten Fachinhalte gestritten. Eine mediendidaktische Perspektive ist in der Schulbuchforschung dagegen kaum anzutreffen, obwohl bereits 1980 Hartmut Hacker zur Stärkung dieser Perspektive aufforderte: „Die ideologie-kritische und die fachliche Perspektive der Diskussion muss durch eine mediendidaktische ergänzt werden, weil diese als gemeinsamer Bezugsrahmen für Schulbuchautoren und Lehrer notwendig ist“ (Hacker, 1980, S. 13 [12]).

Die bisher umfassendste Untersuchung zur didaktischen Funktion von Physikschulbüchern hat Gottfried Merzyn im Jahr 1994 veröffentlicht. Bundesweit wurden hier Lehrer und Schüler dazu befragt, wie sie Physik-Schulbücher einsetzen und was sie von ihnen erwarten. Einer der Schlüsse der Studie, die Merzyn vor dem Hintergrund der erhobenen Daten diskutierte, ist, dass für Lehrer die Hauptfunktion des Schulbuchs in der Unterrichtsvorbereitung liegt und dass Lehrer sich unterschiedliche Lehrbücher für die Planung des eigenen Unterrichts nutzbar machen: „Offenbar ist es verbreiteter Lehrer-Brauch, sich von den Ideen verschiedener Autoren bei der

Planung des eigenen Unterrichts anregen zu lassen und die Ideen zu einem eigenen Unterrichtsentwurf zu verarbeiten“ (Merzyn, 1994, S. 236 [28]). Etwas weiter im Text plädiert Merzyn dafür, das Schulbuch von dieser Funktion zu entlasten: „Je mehr das Schulbuch von seiner derzeitigen Hauptfunktion, dem Lehrer Hilfen bei der Unterrichtsvorbereitung zu geben, entlastet wird, desto schülergerechter kann es gestaltet werden“ (ebd., 1994).

2008 schrieb Helmut Mikelskis – ebenfalls aus physikdidaktischer Perspektive – dem Schulbuch sieben didaktische Funktionen zu:

- „(1) book for learning,
 - (2) workbook,
 - (3) resource for teaching material,
 - (4) physics compendium,
 - (5) experimental manual,
 - (6) guide for projects and a
 - (7) library for exercises“
- (Mikelskis 2008, S. 63 [29]).

Aus der Perspektive heutiger digitaler, sozial vernetzter, multimedialer Möglichkeiten lassen sich u.E. drei Stärken des klassischen Lehrbuchs identifizieren, die sicherlich auch für die Entwicklung eines Lehrbuchs der Zukunft weiterhin von Bedeutung sein werden:

1. die abstrakte und umfassende Darstellung komplexer Sachverhalte,
2. der assoziative Zugriff auf relevante Textstellen und Abbildungen in umfassenden Werken
3. die orts- und zeitunabhängige Nutzung des Lehrbuchs

Um das Lehrbuch aus didaktischer Perspektive schülergerecht zu optimieren, sind die entsprechenden Erkenntnisse der Lernpsychologie nutzbar zu machen. Unabhängig davon, welcher psychologischen Lerntheorie wir folgen: Sowohl Theorien, die Lernen als eine Verhaltensänderung durch Erfahrung beschreiben, als auch Theorien, die Lernen als Wissenserwerb durch Anpassung kognitiver Strukturen interpretieren, betrachten die aktive Handlung des Lernenden als zentrales Merkmal des Lernprozesses. Bei der Bewertung und Analyse von Prozessen des Lernens nehmen wir eine konstruktivistische Perspektive ein, die Astrid Blumstengel wie folgt zusammenfasst: Durch Lernen im Sinne des Konstruktivismus werden individuelle Konstrukte aufgebaut, verknüpft, reorganisiert und modifiziert. „Lernen bedeutet nach dem konstruktivistischen Paradigma: Wahrnehmen, Erfahren, Handeln, Erleben und Kommunizieren, [...]“ (Blumstengel, 1998, Abschnitt 2.2.2.3 [2]).

In der Pädagogik der letzten 100 Jahre entstanden zahlreiche konstruktivistisch und reformpädagogisch geprägte Bildungskonzepte, die die Aktivität der Lernenden in den Mittelpunkt stellen, wie z.B. Lernen im Kontext oder Projekt-bezogenes Lernen, Produktorientiertes oder Selbstorganisiertes Lernen,

Problem Based Learning oder Entdeckendes bzw. Forschendes Lernen (Inquiry Based Learning), usw.

Bei der Konzeption des Lehrbuchs der Zukunft im Rahmen des Projektes "Technology Enhanced Textbook" (TET) sollen derartige Bildungskonzepte den Bezugsrahmen für die Entwicklungen darstellen.

2. Mediengestütztes Lernen

Eine Frage, die wir uns im Rahmen des TET-Projektes stellen, lautet: *Können technologische Erweiterungen des Lehrbuchs die didaktischen Anforderungen handlungsorientierter Bildungskonzepte besser unterstützen als es das klassische Lehrbuch kann?* Wir glauben: Ja.

Um diese Frage im Laufe des Projektes beantworten zu können, werden wir spezifische Nutzungsszenarien konzipieren, Demonstratoren eines technologisch erweiterten Lehrbuchs für diese Szenarien entwickeln und Untersuchungen durchführen, die unsere Annahme von Fall zu Fall bestärken oder auch schwächen. Dabei sind nach Tulodziecki beim Einsatz von Medien zur Unterstützung des Lernvorgangs unterschiedliche Erfahrungsformen zu berücksichtigen. „Aus lerntheoretischer Sicht ist es in der Regel wünschenswert, dass Vorstellungen über die Wirklichkeit aus der Beobachtung oder aus dem konkreten Handeln in der Realität erwachsen. Bei nur modellhaften, abbildhaften oder symbolischen Erfahrungsformen besteht immer die Möglichkeit, dass sich unangemessene bzw. irreführende Vorstellungen über die Wirklichkeit ausbilden“ (Tulodziecki & Herzig, 2004, S. 15 [41]). Insofern sollte ein Lehrbuch der Zukunft als Hilfsmittel verstanden werden, mit dem Phänomene unserer Umwelt erfahrbar gemacht werden. Dort, wo virtuelle Anteile helfen, solche Erfahrungen zu ergänzen und zu vertiefen, sind diese nicht als Ersatz der Realität zu verstehen, sondern als deren nützliche Erweiterung.

Heute verfügbare mobile Mediensysteme wie Smartphones, Tablets auf IOS- oder Android-Basis ermöglichen bereits – über die üblichen Kommunikationsfunktionen hinaus – vielfältige Formen des aktiven Umgangs mit der physischen und digitalen Umwelt. Touchscreens erlauben es, Experimente, Werkzeuge, Texte, Bilder und sonstige Medienelemente per Berührungsgesten zu bedienen oder zu manipulieren. Durch eingebaute oder andockbare Sensoren lassen sich Messungen, Ton- und Bild-Aufnahmen durchführen, Gespräche mit anderen Lernenden oder Experten führen und im Internet verfügbare Inhalte nutzbar machen. Per GPS, Bilderkennung und Augmented Reality-Lösungen können ortsbezogene Phänomene und Objekte identifiziert und durch interaktive Experimente und multimediale Zusatzinformationen individuell erfahrbar gemacht werden. Hinsichtlich der Konzeption technologischer Erweiterungen des Lehrbuchs sind zunächst die Probleme zu skizzieren, die der Forschungsbereich des E-Learnings in den vergangenen

Jahrzehnten in die Wissenschaft getragen hat. In einem Zeitalter permanenter Innovation wirken die Lösungen, die das E-Learning hervorgebracht hat, zu starr und unflexibel, um mit der komplexen Dynamik einer globalisierten gesellschaftlichen Entwicklung mithalten zu können. Zahlreiche Studien zeigen, dass die Erwartungen, die viele in das E-Learning gesetzt haben, selten erfüllt wurden. Es lassen sich in der Literatur drei wesentliche Merkmale ausmachen, die für das Scheitern des E-Learnings ursächlich sein könnten:

A) Das Instruktionsparadigma im Instructional Design

E-Learning übertrug seit seinen Anfängen, belegt in zahlreichen Publikationen, Instruktionfunktionen vom Lehrenden auf die Software (z.B. Computer Based Trainings oder Web Based Trainings). Dieser auf Robert Gagné (Gagné 1973; Gagné et al. 2005 [9]-[10]) zurückgehende, lernpsychologisch begründete Ansatz des „Instructional Design“ bemühte sich – mit dem Aufkommen des konstruktivistischen Paradigmas – vielfach, die konstruktivistische Perspektive zu integrieren. Wirklich konsistente Ansätze, die Konstruktion als Teil der Instruktion betrachteten, ließen sich jedoch nie formulieren, denn: „Wenn Lernen primär durch das Individuum und nicht durch die Umwelt bestimmt wird und Wissen als individuelle Konstruktion aufgefaßt wird, ist Instruktion als »Vermittlung von Wissen« streng genommen unmöglich“ formulierte Astrid Blumstengel 1998 in ihrer Doktorarbeit (Blumstengel, 1998, Abschnitt 2.2.2.3 [2]).

B) Die Idee der Steuerung von Lernprozessen durch Software

Kern des „Instructional Design“ war bis Anfang der 1990er Jahre die Lenkung und Kontrolle von Lernprozessen (siehe z.B. Merrill [27], 1988 oder Reigeluth 1991 [36]), auch wenn es wie z.B. bei Reigeluth Ansätze gab, Kontextbezug und konstruktivistische Sichtweisen zu integrieren. Die Defizite, die aus einer derartigen Sichtweise in Bezug auf das menschliche Lernen entstehen, schlüsselt Rolf Schulmeister in seinem 2007 erschienen Buch „Grundlagen hypermedialer Lernsysteme“ auf. Insbesondere kritisiert er am „Instructional Design“ die reduzierte Sichtweise vom Gedächtnis als Speichersystem: „Die Geltung der Annahme, dass definiertes Wissen direkt gespeichert wird, die sog. Korrespondenzhypothese, ist vom Konstruktivismus bestritten und [...] einer eingehenden Kritik unterzogen worden“ (Schulmeister, 2007, S. 137 [40]).

C) Die Überbewertung der Technologie

„Insgesamt zeigen die vielen Studien zu generellen Medieneffekten (als Vergleich zwischen medienunterstützten und personal vermittelten Lehr-

Lernprozessen), dass nicht von einer grundlegenden Überlegenheit des Lernens mit Medien gesprochen werden kann“ schreiben Gerhard Tulodziecki und Bardo Herzig im Handbuch Medienpädagogik (Tulodziecki & Herzig, 2004, S. 81 [41]). Zu vergleichbaren Schlüssen kommen auch Rolf Schulmeister, Gabi Reinmann und Michael Kerres in je eigenen Artikeln zur Bedeutung der Technologien im Kontext von Lehren und Lernen (Schulmeister, 2007 [40], S. 362; Reinmann, 2006 [38], S. 32; Kerres, 2007, S. 3 [20]).

Viele Konzepte des E-Learnings sind darauf ausgelegt, durch die Optimierung digitaler Prozesse Lernenden die ‚Arbeit‘ zu erleichtern, was Joachim Hasebrook im Jahr 2009 zur provokanten Bemerkung veranlasste: „Brauchen Computer zum Lernen noch Menschen?“ (Hasebrook, 2009 [13]). In der pädagogischen Forschung ist seit langem bekannt, dass es gerade die anstrengenden Hürden sind, die Lernen nachhaltig machen und die helfen, bestehende mentale Modelle an neue Erfahrungen anzupassen. Das Stoßen auf ein für den Lernenden nicht erklärbares Phänomen, das Abwägen von konkurrierenden Erklärungen, die Umsetzung von gesetzten Zielen, das aktive Ausprobieren – all das sind wichtige Prozesse beim Lernen, die viele E-Learning-Konzepte nicht angemessen berücksichtigen.

Aus diesen Gründen empfehlen wir, sich vom E-Learning-Begriff zu verabschieden. Anstatt Lernen aus der Perspektive der elektronischen Aspekte einer Lernumgebung zu betrachten, halten wir es für wesentlich, plausible Antworten auf die Frage zu finden, wie wir aktive Auseinandersetzungen mit Phänomenen, Lerngegenständen und entsprechenden Kommunikationen zur Lösung von Problemen anregen können und welche Rolle dabei die Medien spielen.

Ohne ein „Vermittelndes“ – ein Medium – ist Vermittlung nicht möglich. Wir sprechen deshalb – alternativ zum E-Learning-Begriff – vom *mediengestützten Lernen*, wenn wir Medien für die genannten Zwecke einsetzen und drücken damit aus, dass das Lernen an und für sich im Mittelpunkt steht und nicht das Medium als Selbstzweck. Im englischen Sprachraum ist ein Begriff weit verbreitet, der eine ähnliche Gewichtung zum Ausdruck bringt: „Technology Enhanced Learning“. Bei der Wahl der Bezeichnung des *Technology Enhanced Textbook* haben wir uns deshalb an diesem Begriff orientiert. Das Medium übernimmt – nach diesem Verständnis mediengestützten Lernens – konkrete Funktionen als Werkzeug, Reflexionshilfe und Kommunikationsmittel.

3. Didaktisches Design

Wenn wir uns vom E-Learning und vom Instructional Design distanzieren, wird es erforderlich, andere Begründungszusammenhänge heranzu-

ziehen, um mediengestütztes Lernen und die Nutzung des technologisch erweiterten Lehrbuchs zu begründen.

Eine Grundlage hierfür sehen wir im *Didaktischen Design*. Mit dem Didaktischen Design bezeichnen wir – in Abgrenzung zum output-orientierten Instructional Design – die am Bildungsbegriff orientierte Gestaltungsebene der Didaktik.

(Anmerkung: Um diese Einordnung nachvollziehbar zu machen, an dieser Stelle zunächst die Definition unseres Verständnisses von Bildung: Bildung bezeichnet die Entwicklungsprozesse des in der Gemeinschaft agierenden Individuums, sowie die zur Förderung dieser Prozesse entstandenen Institutionen und Infrastrukturen, die Produkte von Bildung – wie explizites Wissen, kulturelle Errungenschaften, Forschungsergebnisse etc. – über Generationen hinweg weitergeben. Vergleiche dazu: Dewey 1916 [5], Gudjons 2008 [11], Klafki 2007 [25], Jörissen & Marotzki 2009 [18].)

Um den Begriff Didaktisches Design zu definieren, soll zunächst der Didaktik-Begriff und seine Beziehung zur wissenschaftlichen Theoriebildung analysiert werden. Der seit den 1960er Jahren intensiv geführte Diskurs um die Didaktik als wissenschaftlicher Disziplin ist geprägt durch die gegensätzlichen Anforderungen, die einerseits die Praxis an die Didaktik stellt und andererseits die wissenschaftliche Theorie. So entstanden aus der theoretischen Reflexion tradierter Unterrichtspraxis zahlreiche didaktische Modelle (z.B. Klafki 1964 [24]; Heimann-Otto-Schulz 1970 [14]; Jank & Meyer 2002 [17] ; oder Flechsig 1975 [7]), die bis heute Bestandteil der Lehrerbildung sind. Gleichzeitig werden derartige Modelle von Vertretern der empirischen Unterrichtsforschung kritisiert, da diese aus der Praxis

abgeleiteten Modelle den Anforderungen wissenschaftlicher Theorien nicht genügen. Dieses Spannungsfeld, in dem sich die Didaktik bewegt, basiert auf einem grundsätzlichen Problem, das Karl-Heinz Arnold und andere (Arnold et al. 2009 [1]) in einer Artikel-Sammlung zur Kontroverse zwischen Allgemeiner Didaktik und Lehr-Lernforschung ausführlich diskutieren. Sigrid Blömeke, Professorin für Systematische Didaktik und Unterrichtsforschung, stellt hier kritisch fest: Folgt man „einem Verständnis, wonach es Kernmerkmal wissenschaftlicher Theorien ist, dass es sich um widerspruchsfreie Aussagensysteme handelt, dass die Aussagen auf ihre empirische Bewährung hin überprüft wurden und dass eine Theorie keine normativen Forderungen enthalten darf, dann wird deutlich, dass didaktische Modelle diesen Ansprüchen in der Regel nicht genügen“ (Blömeke 2009, S. 15 [3]). Andererseits ist es aus wissenschaftstheoretischer Perspektive auch nicht möglich, für die Unterrichtspraxis notwendige (präskriptive) didaktische Theorien oder Modelle aus der (deskriptiven) empirischen Lehr-Lernforschung abzuleiten, denn allgemein gilt, „dass Sätze einer deskriptiven Theorie sich nicht in präskriptive Sätze übersetzen lassen“ (Schulmeister 2007, S. 131 [40]).

Eine für die Praxis nützliche Didaktik benötigt dennoch beides (Abb. 1): empirische Untersuchungen, die helfen Unterricht zu reflektieren, wie auch Empfehlungen, Beispiele und Anregungen, die Lehrenden helfen, Entscheidungen in der Praxis treffen zu können. „Praktische Fragen aber sind wissenschaftlich nicht entscheidbar, sondern an einen Diskurs über Normen gebunden“ (Schulmeister 2007, S. 13 [40]). Das Spannungsfeld zwischen Theorie und Praxis innerhalb der Didaktik lässt sich aus rein

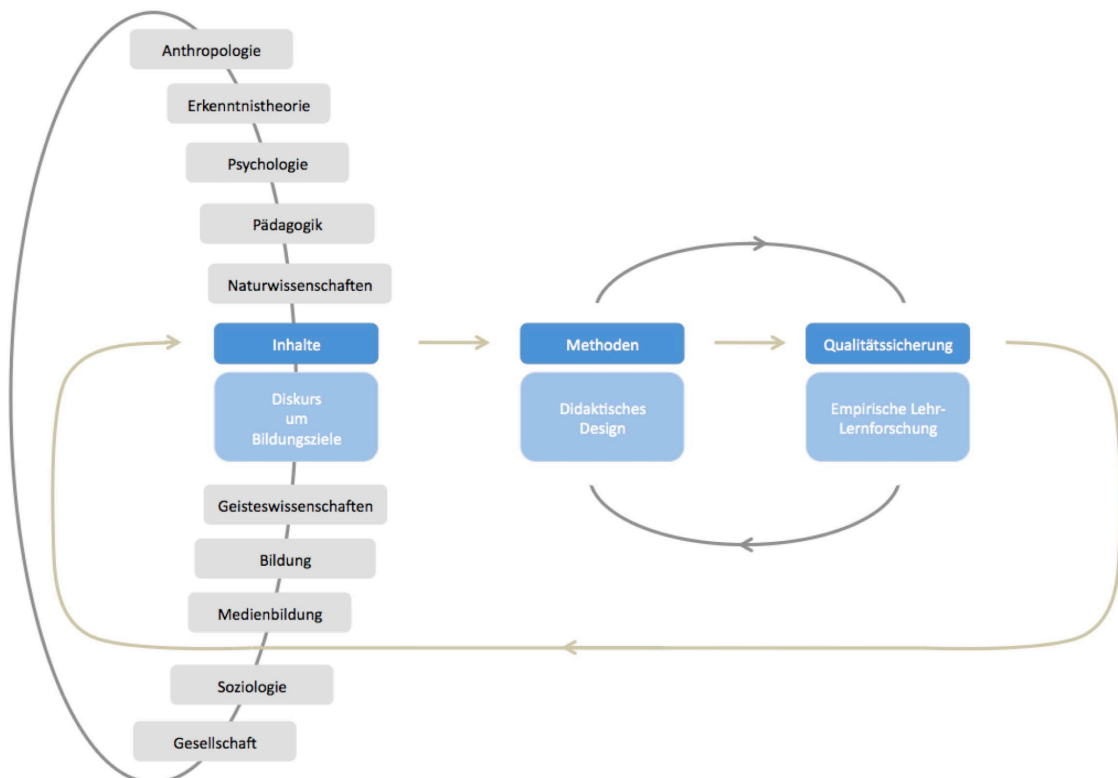


Abb. 1: Didaktik und Didaktisches Design

wissenschaftstheoretischer Perspektive also nicht auflösen.

Um die Gestaltungsebene innerhalb der Didaktik von der Strenge wissenschaftlicher Theoriebildung abzugrenzen, sollten kompositorische Prinzipien und Konzepte zur Gestaltung von Lernumgebungen und entsprechender Lehr-Lernszenarien als *Design* verstanden werden und nicht als Teil eines widerspruchsfreien Aussagesystems im Sinne einer wissenschaftlichen Theorie. Das Didaktische Design – in einem vergleichbaren Sinne bereits vor einigen Jahrzehnten von Karl-Heinz Flehsig eingeführt (Flehsig, 1990 [6]) – bietet Lehrenden wissenschaftlich begründete Hilfen für die Planung von Lehr-Lern-Situationen. Auf dieser Ebene wäre es dann Aufgabe der Lehrenden, aus dem Wissen um Inhalte und Werte (Diskurs) sowie den Forschungsergebnissen aus der Lehr-Lernforschung, gegenüber den Lernenden eine ganzheitliche, kritisierbare Haltung einzunehmen und die Lernumgebungen so zu gestalten, das sich Lernende mit ihren jeweils individuellen Voraussetzungen mit großer Wahrscheinlichkeit aktiv und zielorientiert mit intendierten Inhalten auseinandersetzen.

Verschiedentlich wird auch „Lehrkunst“ als Begriff für die Gestaltungsebene der Didaktik vorgeschlagen. Die Bezeichnung Lehrkunst (oder Kunst) in Abgrenzung zur wissenschaftlichen Theoriebildung wird sowohl von einzelnen Vertretern der bildungstheoretisch ausgerichteten „Allgemeinen Didaktik“ (z.B. Heymann 2009, S.66 [15]) als auch von Vertretern empirischer Lehr-Lernforschung vorgeschlagen (z.B. Klauer & Leutner 2007, S. 6 [26]) und bildet, wenn auch in einem anderen Sinne, bereits bei Comenius einen zentralen Aspekt seiner „Großen Didaktik“ (Comenius 1954, S. 11 [4]). Allerdings werden mit „Kunst“ im allgemeinen Tätigkeiten und Produkte bezeichnet, die nicht durch eindeutige Funktionen bestimmt sind. Deshalb ist der Begriff des Designs u. E. besser geeignet, die Gestaltungsaufgaben der Didaktik zu beschreiben. Mit „Design“ werden in der Regel Gestaltungen oder Gestaltungsprozesse bezeichnet, die eine konkrete Funktion erfüllen. Und genau das ist ja bei der Gestaltung von Lernumgebungen gefragt.

Fazit: Mit *Didaktischem Design* bezeichnen wir den Prozess der Gestaltung von Lernumgebungen und entsprechender Lehr-Lernszenarien unter Berücksichtigung der Erkenntnisse empirischer Lehr-Lernforschung und dem gesellschaftlichen Diskurs über spezifische Inhalte und Werte. (Weitergehende Darstellungen zur Interpretation des Begriffs Didaktisches Design finden sich bei Reinmann (2011) [38], Schulmeister (2004) [39] und Kerres (2005) [19].)

4. Technology Enhanced Textbook

Bei der Entwicklung von Demonstratoren für das „Technology Enhanced Textbook“, deren Innovationspotential wir im Laufe der kommenden drei Jahre

validieren werden, orientieren wir uns an dem hier dargelegten Verständnis des Didaktischen Designs und den dafür nutzbar zu machenden Formen medienengestützten Lernens. Ausgangspunkt für die technologische und mediendidaktische Entwicklung sind Forschungsergebnisse der Arbeitsgruppe zu Interaktiven Bildschirmexperimenten (IBE) und Laboren (IBL) (Kirstein 1999 [21]; Kirstein 2005 [22]; Nordmeier 2001 [33]; Kirstein & Nordmeier 2007 [23]; Neuhaus, Kirstein & Nordmeier 2009 [31]), zur mediendidaktischen Organisation von Lernumgebungen (Neuhaus & Nordmeier 2009 [30]; Neuhaus, Nordmeier & Kirstein 2009 [31]) und zum naturwissenschaftlichen Lernen im Kontext (Nordmeier 2003 [34]; Nordmeier & Müller 2006 [35]).

IBE machen Phänomene aus unserer Umwelt auf elementarer Ebene erfahrbar: Naturwissenschaftliche Experimente können durch – auf mobilen Endgeräten verfügbar gemachte – IBE realitätsnah nachvollzogen werden. Das IBE basiert nicht auf der Visualisierung mathematischer Modelle, es gibt keinen vorbestimmten Ablauf des Experiments (wohl aber eine Begrenzung des Erfahrungsraumes) – wie z.B. bei linearen Repräsentationen –, sondern der Anwender bedient die am Bildschirm fotografisch dargestellten Experimentiergeräte durch realitätsnahe Handlungen mit der Maus oder per Touchscreen und erhält ohne wahrnehmbare Verzögerung ein multimodales Feedback – generiert aus Realbildern, Tönen und realen Messdaten.

Mit dem Technology Enhanced Textbook soll gegenüber dem IBE ein deutlicher Innovationssprung vollzogen werden. Unter Anwendung des didaktisch-technologischen Prinzips, das hinter der Entwicklung von IBE und IBL liegt, soll ein modulares, konfigurierbares, interaktives Lehrbuch entstehen, das naturwissenschaftliche Phänomene in beliebigen Umgebungen und Kontexten adhoc handelnd erfahrbar macht. Phänomene und Objekte, aber auch Formeln und Texte in der Umwelt, im Fernsehen, im Museum oder in klassischen Büchern und anderen Print-Medien werden (z.B. über die eine Kamera) detektiert, und unmittelbar werden – bezogen auf das detektierte Objekt – Angebote gemacht, die einladen zum Experimentieren, Analysieren, Messen, Erkunden, Auswerten, Kommunizieren oder Kooperieren (Abb. 2).

Die Medienangebote werden über eine webbasierte Medienplattform bereitgestellt und vernetzt. Über Klassenraumgrenzen hinweg lässt sich mit dem TET mit Experten, Lehrern oder anderen Lernenden, die sich mit einem identifizierten Thema befassen, kommunizieren und kooperieren. Es wird in der Freizeit genauso eingesetzt werden können wie in institutionalisierten Bildungskontexten. Das TET wird ein Medium sein, dass durch seinen direkten Bezug zur unmittelbaren Umwelt konstruktivistische Lernszenarien optimal unterstützt. Die weitgehende Verengung von Lernprozessen auf Handlungen am

Monitor – wie im klassischen E-Learning verbreitet – wird damit überwunden.



Abb. 2: Technology Enhanced Textbook (TET)

5. Literatur

- [1] Arnold, K. - H., Blömeke, S., Messner, R., & Schlömerkemper, J. (Eds.). (2009). *Allgemeine Didaktik und Lehr-Lernforschung – Kontroversen und Entwicklungsperspektiven einer Wissenschaft vom Unterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- [2] Blumstengel, A. (1998). *Entwicklung hypermedialer Lernsysteme*. Berlin: wvb. Retrieved July 6, 2011, from http://dsor-fs.upb.de/~blumstengel/main_index_tour.html
- [3] Blömeke, S. (2009). Allgemeine Didaktik ohne empirische Lernforschung? – Perspektiven einer reflexiven Bildungsforschung. In *Allgemeine Didaktik und Lehr-Lernforschung – Kontroversen und Entwicklungsperspektiven einer Wissenschaft vom Unterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- [4] Comenius, J. A. (1954). *Grosse Didaktik* (W. Flitner, Ed.). Düsseldorf und München: Verlag Helmut Kupper.
- [5] Dewey, J. (1916). *Democracy and Education*. The Macmillan Company. Retrieved July 6, 2011, from <http://www.ilt.columbia.edu/publications/dewey.html>
- [6] Flechsig, K. - H. (1990). *Einführung in CEDID – Ein tätigkeitsunterstützendes und wissensbasiertes System für computerergänzt didaktisches Design*. Göttingen: Zentrum für Didaktische Studien.
- [7] Flechsig, K. - H., & Haller, H. - D. (1975). *Einführung in didaktisches Handeln – Ein Lernbuch für Einzel- und Gruppenarbeit*. Stuttgart: Klett.
- [8] Fuchs, E., Kahlert, J., & Sandfuchs, U. (Eds.). (2010). *Schulbuch konkret – Kontexte – Produktion – Unterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- [9] Gagné, R. M. (1973). *Die Bedingungen des menschlichen Lernens*. Hannover - Berlin - Darmstadt - Dortmund: Hermann Schroedel Verlag.
- [10] Gagné, R. M., Wager, W. W., Golas, K. C., & Keller, J. M. (2005). *Principles of Instructional Design*. Belmont: Wadsworth.
- [11] Gudjons, H. (2008). *Pädagogisches Grundwissen*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- [12] Hacker, H. (1980). *Das Schulbuch – Funktion und Verwendung im Unterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- [13] Hasebrook, J. (2009). *Zukunft des E-Learning: Brauchen Computer zum Lernen noch Menschen? – Foliensatz*. Retrieved July 6, 2011, from: http://www.equalification.info/_media/Hasebrook_Zukunft_E-Learning.pdf
- [14] Heimann, P., Otto, G., & Schulz, W. (1970). *Unterricht – Analyse und Planung* (Vol. 1/2). Hannover - Berlin - Darmstadt - Dortmund: Hermann Schroedel Verlag.
- [15] Heymann, H. W. (2009). Allgemeine Didaktik und Lehr-Lernforschung aus Perspektive der Lehrerbildung. In *Allgemeine Didaktik und Lehr-Lernforschung – Kontroversen und Entwicklungsperspektiven einer Wissenschaft vom Unterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- [16] Höhne, T. (2003). *Schulbuchwissen – Umriss einer Wissens- und Medientheorie des Schulbuchs* (F. - O. Radtke, Ed.). Frankfurt am Main: Fachbereich Erziehungswissenschaften der Johann Wolfgang Goethe-Universität.
- [17] Jank, W., & Meyer, H. (2002). *Didaktische Modelle*. Berlin: Cornelsen Scriptor.
- [18] Jörissen, B., & Marotzki, W. (2009). *Medienbildung – Eine Einführung – Theorie - Methoden – Analysen*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- [19] Kerres, M. (2005). Didaktisches Design und eLearning: Zur didaktischen Transformation von Wissen in mediengestützte Lernangebote. In D. Miller (Ed.), *E-Learning: Eine multiperspektivische Standortbestimmung*. Bern: Haupt Verlag.
- [20] Kerres, M. (2007). Mediendidaktik. In F. von Gross, & K. - U. Hugger (Eds.), *Handbuch Medienpädagogik*. Wiesbaden: VS Verlag.
- [21] KIRSTEIN, J. (1999). *Interaktive Bildschirmexperimente – Technik und Didaktik eines neuartigen Verfahrens zur multimedialen Abbildung physikalischer Experimente*. Berlin: TU-Berlin.
- [22] KIRSTEIN, J. (2005). Multimediale Bausteine für das Lernen von Physik in lebensweltbezogenen Kontexten. In V. Nordmeier, & A. Oberländer (Eds.), *Didaktik der Physik*. Berlin: Lehmanns Media.
- [23] KIRSTEIN, J., & Nordmeier, V. (2007). Multimedia representation of experiments in physics. *European Journal of Physics*, 28(3).

- [24] Klafki, W. (1964). Didaktische Analyse als Kern der Unterrichtsvorbereitung. In *Auswahl – Grundlegende Aufsätze aus der Zeitschrift 'Die Deutsche Schule'* (Vol. 1). Hannover - Dortmund - Darmstadt - Berlin: Hermann Schroedel Verlag.
- [25] Klafki, W. (2007). *Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik*. Weinheim und Basel: Beltz Verlag.
- [26] Klauer, K. J., & Leutner, D. (2007). *Lehren und Lernen – Einführung in die Instruktionspsychologie*. Weinheim, Basel: Beltz PVU.
- [27] Merrill, M. D. (1988). The Role of Tutorial and Experiential Models in Intelligent Tutoring Systems. *Educational Technology*, (7), 7–13.
- [28] Merzyn, G. (1994). *Physikschulbücher, Physiklehrer und Physikunterricht – Beiträge auf der Grundlage einer Befragung westdeutscher Physiklehrer*. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel (IPN).
- [29] Mikelskis, H. F. (2008). *Physics schoolbooks – their history and future*. Münster: Waxmann.
- [30] Neuhaus, W., & Nordmeier, V. (2009). Produktorientiertes Lernen mit webgestützten Werkzeugen. *Praxis der Naturwissenschaften*, (7).
- [31] Neuhaus, W., Kirstein, J., & Nordmeier, V. (2009). Interaktive Praktikumsexperimente für eine familienfreundliche Hochschule. In V. Nordmeier, & H. Grötzebauch (Eds.), *Didaktik der Physik – Bochum 2009*. Berlin: Lehmanns Media.
- [32] Neuhaus, W., Nordmeier, V., & Kirstein, J. (2009). Learners'Garden – Aufbau eines Community getriebenen Werkzeug- und Methodenpools für Lehrende und Studierende zur Unterstützung produktorientierter Formen des Lehrens und Lernens. In N. Apostolopoulos, V. H.: M. Hoffmann, & A. Schwill (Eds.), *E-Learning 2009 – Lernen im digitalen Zeitalter*. Münster/New York/München/Berlin: Waxmann.
- [33] Nordmeier, V. (2001). Automatische Videoanalyse mit Viana – Multimedia-Anwendungen im Physikunterricht. In R. Brechel (Ed.), *Zur Didaktik der Physik und Chemie*. Alsbach: Leuchtturm-Verlag.
- [34] Nordmeier, V. (2003). Messwerterfassung – »easy« und »low-cost«. In A. Pitton (Ed.), *Außerschulisches Lernen in Physik und Chemie*. Münster: LIT Verlag.
- [35] Nordmeier, V., & Müller, R. (2006). Entdeckungsreise in der Natur. In *Praxis der Naturwissenschaften – Physik* (Vol. 3, S. 1).
- [36] Reigeluth, C. M. (1991). Reflections on the Implications of Constructivism for Educational Technology. *Educational Technology*, (9), 34–37.
- [37] Reinmann, G. (2006). Ist E-Learning eine pädagogische Innovation? In R. Arnold, & M. Lermen (Eds.), *elearning-Didaktik* (Vol. 48). Hohengehren: Schneider Verlag.
- [38] Reinmann, G. (2011). *Studentext: Didaktisches Design*. München: Universität der Bundeswehr.
- [39] Schulmeister, R. (2004). Didaktisches Design aus hochschuldidaktischer Sicht – Ein Plädoyer für offene Lernsituationen. *Didaktik und Neue Medien. Konzepte und Anwendungen in der Hochschule*, . Retrieved July 7, 2011, from http://www.izhd.uni-hamburg.de/pdfs/Didaktisches_Design.pdf
- [40] Schulmeister, R. (2007). *Grundlagen hypermedialer Lernsysteme*. München: Oldenbourg Verlag.
- [41] Tulodziecki, G., & Herzig, B. (2004). Mediendidaktik: Medien in Lehr- und Lernprozessen. In *Handbuch Medienpädagogik* (Vol. 2). Stuttgart: Klett-Cotta.
- [42] Wiedenhofer, M. (2009). Nutzen und Nutzung von Physikschulbüchern. Graz: Karl-Franzens-Universität Graz- Institut für Physik