

## Didaktische Funktionen des Lehrbuchs der Zukunft

Wolfgang Neuhaus, Jürgen Kirstein und Volkhard Nordmeier

Freie Universität Berlin, Fachbereich Physik/Didaktik der Physik  
Arnimallee 14, D-14195 Berlin

[wolfgang.neuhaus@fu-berlin.de](mailto:wolfgang.neuhaus@fu-berlin.de), [kirstein@physik.fu-berlin.de](mailto:kirstein@physik.fu-berlin.de), [nordmeier@physik.fu-berlin.de](mailto:nordmeier@physik.fu-berlin.de)

### Kurzfassung

Die technologischen Potenziale aktueller mobiler Endgeräte wie integrierte Sensoren und Schnittstellen zur Messwerterfassung, die Möglichkeiten der Vernetzung über das Internet, sowie die Möglichkeiten über Interaktive Bildschirmexperimente (IBE) und Bildschirmlabore (IBL) naturwissenschaftliche Phänomene erfahrbar zu machen, geben Hinweise darauf, wie aktive Wissenskonstruktionen in der Auseinandersetzung mit Phänomenen in der Umwelt in Zukunft angeregt und unterstützt werden können. An der Schnittstelle zwischen physischer und virtueller Erfahrungswelt konstruieren Schülerinnen und Schüler ihr persönliches Wissen, werden zu Autoren und Gestaltern ihres eigenen personalisierten Schulbuchs und nutzen die breite Vielfalt von online verfügbaren Medien-Modulen, Materialien und Informationen. Nach ersten Validierungsgesprächen in den Bereichen Schule und Hochschule kristallisieren sich drei zentrale didaktische Funktionen heraus, die bei der Nutzung eines "Technology Enhanced Textbook" (TET) für Lernende und Lehrende einen Mehrwert darstellen können. Dazu gehören: das Lehrbuch als Sammlungsort für die personalisierte Externalisierung von Wissen (Portfoliofunktion für Schüler und Lehrer), das Lehrbuch als Experimentierkasten zur Erfahrbarmachung von Phänomenen in der Umwelt, sowie das Lehrbuch als Schnittstelle für Kommunikation und Austausch.

### 1. Das Lehrbuch der Zukunft

Im Projekt »Technology Enhanced Textbook« (TET) arbeiten wir an der Umsetzung unserer Vision eines Lehrbuchs der Zukunft. In Validierungsgesprächen mit unseren Projektpartnern aus den Bereichen Hörfunk/Fernsehen, Museen, Schule, Hochschule und Berufsausbildung bemühen wir uns darum, Demonstratoren des »Technology Enhanced Textbook« zielgruppengerecht zu optimieren. Ausgangspunkt unserer Vision ist ein konstruktivistisches Verständnis vom Lernen. Lernen findet überall statt, auf der Straße, im Wald, auf dem Sportplatz, bei Freunden, auf Reisen, im Betrieb oder auch in den Institutionen und Infrastrukturen, die sich der Weitergabe unserer kulturell gewachsenen Wissensbestände verschrieben haben, wie z.B. Museen, Theater, Schulen und Hochschulen. Analog oder virtuell vernetzt mit engeren oder weniger engen Freunden und Personen unterschiedlicher Gemeinschaften baut der Einzelne sich ein Leben lang sein persönliches Erfahrungswissen auf, zu dem auch nur er einen Zugang hat (Dewey 1993 [2]). Denn dieses Erfahrungswissen wird individuell gespeichert und entwickelt sich ständig weiter (Fuchs 2009 [3]). Persönliches Erfahrungswissen ist zu unterscheiden von Formen externalisierten Wissens (Nonaka & Takeuchi 1997 [9]), das Individuen und Gemeinschaften in Büchern, in Bibliotheken, auf Homepages oder in sozialen Netzwerken festhalten, um ihre Erfahrungen – und die aus diesen Erfahrungen

entstandenen Produkte – weiterzugeben und für weitere soziale Interaktionen nutzbar zu machen. Hier beginnt unsere Vision eines Lehrbuchs der Zukunft. Die Welt ist so komplex, die Bibliotheken so zahlreich, die Homepages und digitalen Kommunikationskanäle so vielfältig, dass es sich aus unserer Sicht lohnen müsste, möglichst viele der für uns relevanten Externalisierungen und den dazu gehörigen eigenaktiven Möglichkeiten, unseren Planeten und seine Bewohner zu erkunden, d.h. zu messen, Diagnosen zu erstellen, Auswertungen vorzunehmen, zu kommunizieren, usw. – und in einem „Item“ bei uns zu sammeln. Dieses Item wäre ein modularisiertes, zunächst leeres Lehrbuch, eine technologisch erweiterte Schnittstelle zwischen Mensch und Umwelt.

Mobilgeräte wie Smartphones und Tablets bieten bereits heute eine Plattform, mit der es möglich ist, diese Vision zu realisieren. Über die üblichen Kommunikationsformen (Telefonie, SMS) hinaus bieten diese Geräte vielfältige Möglichkeiten unsere Umwelt zu erkunden. Touchscreens erlauben es, Experimente, Werkzeuge, Texte, Bilder und sonstige Medienelemente per Berührungsgesten zu bedienen oder zu manipulieren. Durch eingebaute 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 mit multimedialen Zusatzinformationen angereichert werden. Diese Potenziale mobiler Endgeräte sind gut in Einklang zu bringen mit den Anforderungen handlungsorientierter Formen des Lernens.

Im Gegensatz zu klassischen E-Learning-Lösungen, bei denen Lernaktivitäten häufig auf Klicks am Monitor beschränkt bleiben, stellen wir uns das Lehrbuch vor allem als ein Hilfsmittel vor, das uns beim Forschen und Experimentieren in unserer Erfahrungswelt nützlich ist. Grundlage für die Entwicklung konkreter Demonstratoren im Rahmen des TET-Projektes ist ein Didaktisches Design, das die Enge instruktionspsychologisch begründeter E-Learning-Ansätze überwindet (vgl. Neuhaus, Nordmeier & Kirstein 2011 [8]). So kann das Lehrbuch der Zukunft in handlungsorientierten Bildungskontexten wie z.B.: »Lernen im Kontext«, »Projektlernen«, »Selbstorganisiertes Lernen«, »Communities of Practice«, »Problem Based Learning«, »Inquiry Based Learning«, »Location Based Learning«, usw. eine konkrete Funktion einnehmen.

In den Fokusgruppengesprächen mit unseren Projektpartnern kristallisieren sich bisher drei zentrale didaktische Funktionen heraus, für die es gilt, im weiteren Projektverlauf konkrete Anwendungen zu entwickeln:

- (1) Experimentieren,
- (2) Kommunikation und Austausch,
- (3) Zusammenstellen (Portfoliofunktion).

## 2. Die Fokusgruppen-Methode

Um möglichst praxistaugliche Lösungen für das Lehrbuch der Zukunft zu entwickeln, haben wir uns entschieden, die Validierung unserer Entwicklungen mit Hilfe der Fokusgruppen-Methode durchzuführen: Diese bietet gegenüber Einzelbefragungen den Vorteil, dass die angestrebten Entwicklungslösungen im konkreten Erfahrungsaustausch der Beteiligten

entstehen (Göll et al. 2005 [4]). Die Resultate der gemeinsamen Kommunikationen und Interaktionen in der Fokusgruppe fließen direkt in die Entwicklung des angestrebten Produktes ein (Bohnsack 2003 [1]; Mangold 1960 [7]).

Die Fokusgruppenmethode entwickelte sich in der Marktforschung, zunächst in den USA, als es darum ging, aus zeitökonomischen und finanziellen Erwägungen heraus mehrere Experten für ein Thema zeitgleich interviewen zu können (vgl. Bohnsack 2003 [1]; Greenbaum 1998 [5]). Nach konkreten Zielkriterien werden bei der Umsetzung der Fokusgruppenmethode Diskussionsgruppen zusammengestellt und mit Informations-Input versorgt, um daraus eine Gruppenmeinung (als Produkt kollektiver Interaktionen) zu generieren (Mangold 1960 [7], vgl. auch Greenbaum 1998 [5]). Verbreitete Einsatzgebiete der Fokusgruppenmethode sind u.a. die Entwicklung neuer Produkte, die Generierung von Ideen, das Erfassen von Nutzerverhalten oder die Ermittlung von Einstellungen (Greenbaum 1998 [5], S. 9 ff.).

Im Projekt »Technology Enhanced Textbook« nutzen wir dieses Verfahren, um Demonstratoren zu entwickeln, mit denen wir zeigen wollen, inwiefern die von uns in Angriff genommenen Entwicklungsmodule didaktisch nützlich sind oder nicht. Systematische Ergebnisse aus den Fokusgruppen im Rahmen des TET-Projektes werden wir im ersten Halbjahr 2013 vorstellen können. Mit dem vorliegenden Artikel wollen wir einen ersten Blick auf die folgenden drei zentralen didaktischen Funktionen des »Technology Enhanced Textbook« richten, die sich in den bisherigen Fokusgruppengesprächen herauskristallisiert haben.

### Werkzeugkastenfunktion

Die verschiedenen Sensoren und technischen

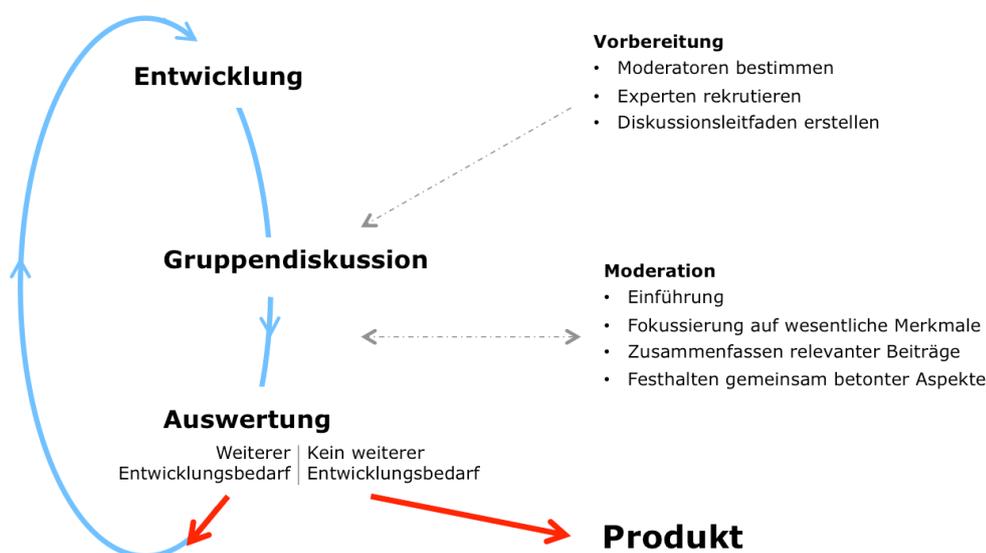


Abb. 1: Schematische Darstellung der Fokusgruppenmethode (vgl. Greenbaum, 1998 [5])

Schnittstellen werden zum Messen, Detektieren, Experimentieren, Fotografieren und Aufzeichnen, nutzbar gemacht.

### **Kommunikations- und Recherchefunktion**

Informationen können über Browser und Suchmaschinen recherchiert und zusammengestellt werden.

### **Portfoliofunktion**

Die Portfolio-Funktion ermöglicht es, selbst erarbeitete externalisierte Wissensfragmente, sowie über das Web zugänglich gemachte Content-Bausteine in persönlich gestalteten Strukturen abzulegen.

## **3. Experimentieren**

Aus konstruktivistischer Perspektive, die das aktive, eigeninitiierte Handeln von Lernenden in den Mittelpunkt stellt, erhält die Möglichkeit, mit mobilen Endgeräten aktiv Experimente durchführen zu können, einen besonderen Stellenwert. Entsprechende Möglichkeiten wurden in Fokusgruppengesprächen mit Lehrenden und Studierenden diskutiert.

Aktuelle Gerätegenerationen stellen bis zu fünf unterschiedliche, interne Sensoren zur Verfügung: Mikrophon, Bewegungssensor, Magnetfeldsensor, Kamera und GPS-Empfänger. Darüber hinaus entwickeln wir im TET-Projekt eine Drahtlose Schnittstelle, über die Daten handelsüblicher externer Mess-Sensoren am mobilen Endgerät verarbeitet und ausgewertet werden können. Zwei exemplarische Lernszenarien, in denen interne Sensoren aktueller Mobilgeräte zum Experimentieren genutzt werden, sollen hier kurz vorgestellt werden: Ein Szenario zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeit und eines zur Bestimmung der Federkonstanten.

### **Bestimmung der Schallgeschwindigkeit**

Auf den Fluren unseres Institutsgebäudes wird die Geschwindigkeit des Schalls ermittelt, indem die Mikrofone von zwei iPads in 10 Meter Entfernung auf den Boden gelegt werden (Abb. 2). Mit einem Klangholz wird genau in der Mitte auf der 5-Meter-Marke ein Synchronisierungs-Klick erzeugt, und kurz darauf (hinter den iPads) wird der eigentliche Messklick zur Laufzeitmessung ausgelöst.

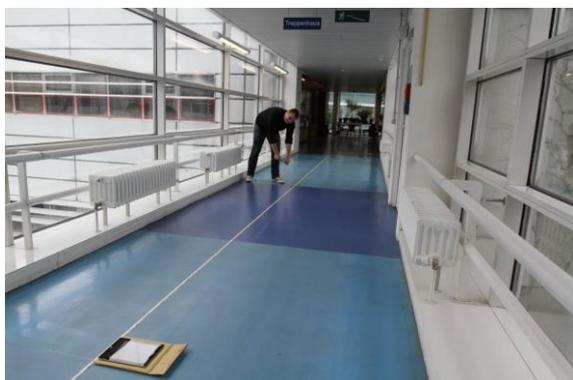


Abb. 2: Durchführung der Messung zur Bestimmung der Schallgeschwindigkeit

Beide Klicks werden von beiden iPads aufgezeichnet. Die hohe Auflösung des eingesetzten Sound-Editors (*WavePad*) ermöglicht es, den zeitlichen Abstand der beiden Klicks exakt darzustellen.

Aus der zeitlichen Differenz zwischen den beiden Messpunkten können die Lernenden die Geschwindigkeit des Schalls (Geschwindigkeit = Weg/Zeit) relativ genau ermitteln:

	TET 1	TET 2
Klick 1	8,954 s	20,857 s
Klick 2	16,700 s	28,572 s
$\Delta t$	7,746 s	7,715 s

$$\Delta t_{\text{TET1, TET2}} = 0,031\text{s}$$

Abstand der Mikrofone voneinander: 10m

$$v_{\text{Schall}} = \frac{10\text{m}}{0,031\text{s}} \approx 322 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Abb. 3: Auswertung der Messergebnisse

Der ermittelte Wert entspricht in der Größenordnung in etwa dem Literaturwert von  $v_{\text{Schall}} \approx 343 \text{ m/s}$ .

### **Bestimmung der Federkonstanten**

Beim zweiten Beispiel handelt es sich um ein Experiment zur Ermittlung der Federkonstanten. Ein Mobilgerät (hier: Samsung Galaxy-Tab) mit laufender App, die die Daten des eingebauten Bewegungssensors ausliest, wird an die zu untersuchende Feder gehängt und in vertikale Schwingung versetzt. Die ermittelten Daten werden anschließend vom Mobilgerät an eine Excel-Tabelle übergeben. Diese Daten werden dann von den Lernenden mit Hilfe entsprechender Software grafisch veranschaulicht und ausgewertet. Aus den Abständen der jeweiligen Peaks der so entstandenen Sinus-Kurve lässt sich der Mittelwert ermitteln und daraus relativ exakt die Federkonstante bestimmen. Eine weitere spannende Möglichkeit, den Erkenntnisgewinn von Lernenden anzuregen und zu unterstützen und dafür die Werkzeugkastenfunktion des »Technology Enhanced Textbook« in Anspruch zu nehmen, ist der Einsatz von Interaktiven Bildschirmexperimenten (IBE) und Interaktiven Laboren (IBL). Diese geben Lernenden die Möglichkeit adhoc und kontextbezogen Experimente durchzuführen, die auftretende Phänomene unmittelbar erfahrbar machen. So können Anlagen, technische Einrichtungen und naturwissenschaftliche Phänomene, die mir unterwegs begegnen, die in einer Fernscheidung auftauchen, oder die beim Besuch in einem Museum entdeckt werden, unmittelbar untersucht und reflektiert werden. Die dafür notwendigen virtuellen Experimente und Materialien werden für eine spätere Nutzung mit Hilfe der Portfoliofunktion des TET abgespeichert. Interaktive

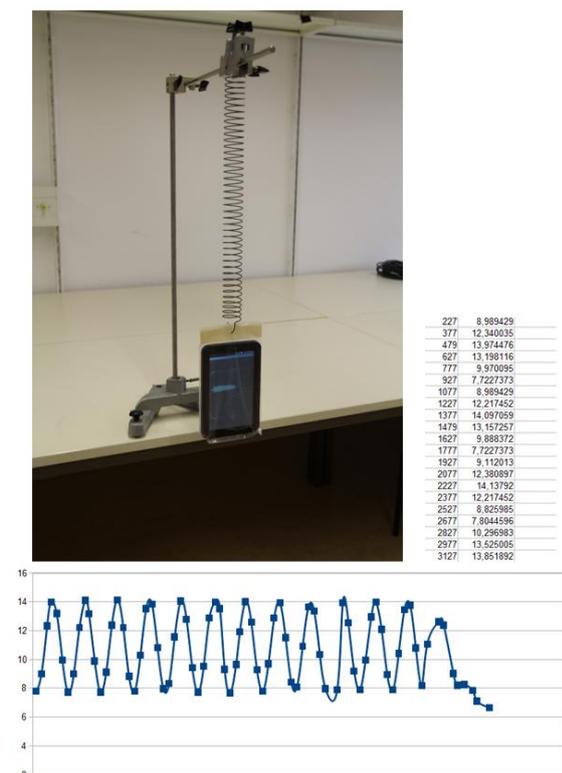


Abb. 4: Bestimmung der Federkonstanten mit Hilfe des Bewegungssensors

Bildschirmexperimente als fotorealistische, interaktive Repräsentation von realen Experimenten (Kirstein, 1999 [6]) werden zukünftig zur Nutzung im »Technology Enhanced Textbook« über eine webbasierte Medienplattform (IMPAL) für mobile Endgeräte und für PC verfügbar gemacht.

#### 4. Kommunizieren und Zusammenstellen

Online können virtuelle Experimente in Zukunft auch gemeinsam bedient und ausgewertet werden. So soll es das TET ermöglichen, dass Nutzer eines virtuellen Experiments erkennen, wer gerade andernorts mit diesem Experiment arbeitet oder wer damit schon gearbeitet hat. Der Nutzer kann per Chat mit diesen Lernenden Kontakt aufnehmen, um sich bezüglich der Durchführung, Bewertung und Auswertung des Experiments auszutauschen. Alle Bedienschnitte am Experiment können dann synchron von den Kommunizierenden genutzt werden, als wären sie gemeinsam vor Ort. Um festzustellen, wer gerade online verfügbar ist, sollen Schnittstellen zu verbreiteten Social Communities wie Twitter, Facebook oder Google+ nutzbar gemacht werden. Ein weiteres Szenario betrifft überregionale Kooperationen zwischen Schulklassen, die gemeinsame Forschungsvorhaben umsetzen wollen, in denen vor allem Messungen in der realen Umwelt zusammengetragen und ausgewertet werden.

Wir konzipieren das Lehrbuch der Zukunft als personalisierte Anwendung auf mobilen Endgeräten. Die Portfolio-Funktion des technologisch erweiterten Schulbuchs ermöglicht es, selbst erstellte externalisierte Wissensfragmente, IBE und IBL, sowie über das Web zugänglich gemachte Content-Bausteine in individuell gestalteten, übersichtlichen Strukturen abzulegen (intuitiv bedienbar – nicht vergleichbar mit den umständlichen Funktionen längst überholter Learning Management Systeme). Die Navigation kann bei Bedarf neben der persönlichen Inhaltsstruktur auch die von Lehrern zusammengestellten oder durch spezifische Lehrwerke vorgegebenen Inhaltsverzeichnisse ein- und ausblenden. Die individuelle Wissenskonstruktion erhält so ein gut durchsuchbares, den eigenen Entwicklungsschritten angepasstes Abbild der persönlichen Konstruktions- und Rechercheprozesse. Integriert werden können alle über das Web zugänglichen Informationen, seien es »Open Educational Resources«, Inhalte unter Creative Commons Lizenz oder von Wissensbrokern und Verlagen angebotene, kostenpflichtige Medien-Module.

Das Projekt »TET« wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

#### 5. Literatur

- [1] Bohnsack, R. (2003). Gruppendiskussionsverfahren und Milieuforschung. In B. Friebertshäuser, & A. Prengl (Eds.), *Handbuch qualitative Forschungsmethoden in der Erziehungswissenschaft*, Studienausgabe (pp. 492–502). Weinheim: Juventa.
- [2] Dewey, J. (1993). *Demokratie und Erziehung* (Jürgen Oelkers, Ed.). Weinheim und Basel: Beltz.
- [3] Fuchs, T. (2009). *Das Gehirn – ein Beziehungsorgan – Eine phänomenologisch-ökologische Konzeption*. Stuttgart: Kohlhammer
- [4] Göll, E., Henseling, C., Nolting, K., & Gaßner, R. (2005). *Die Fokusgruppen-Methode: Zielgruppen erkennen und Motive aufdecken. Ein Leitfaden für Umwelt- und Naturschutzorganisationen*. Retrieved September 13, 2012, from <http://www.umweltbundesamt.de/umweltbewusstseins/publikationen/Leitfaden-Fokusgruppen.pdf>
- [5] Greenbaum, T. L. (1998). *The Handbook for Focus Group Research*. London: Sage.
- [6] Kirstein, J. (1999). *Interaktive Bildschirmexperimente – Technik und Didaktik eines neuartigen Verfahrens zur multimedialen Abbildung physikalischer Experimente*. Berlin: TU-Berlin.

- [7] Mangold, W. (1960). Gegenstand und Methode des Gruppendiskussionsverfahrens. Aus der Arbeit des Instituts für Sozialforschung (Vol. Frankfurter Beiträge zur Soziologie, Band 9). Frankfurt am Main: Europäische Verlagsanstalt.
- [8] Neuhaus, W., Nordmeier, V., & Kirstein, J. (2011). Das Lehrbuch der Zukunft – Mediendidaktische Aspekte im Validierungsprojekt »Technology Enhanced Textbook«. In V. Nordmeier, & H. Grötzebauch (Eds.), *Phydid B – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung, 2011*. Berlin: Freie Universität Berlin - AG Nordmeier.
- [9] Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1997). *Die Organisation des Wissens – Wie japanische Unternehmen eine brachliegende Ressource nutzbar machen*. Frankfurt New York: Campus.