

tet.folio: Neue Ansätze zur digitalen Unterstützung individualisierten Lernens**Sebastian Haase, Jürgen Kirstein und Volkhard Nordmeier**

Freie Universität Berlin, Didaktik der Physik

sebastian.haase@fu-berlin.de, kirstein@physik.fu-berlin.de, nordmeier@physik.fu-berlin.de**Kurzfassung**

Zur Unterstützung der Physikausbildung stehen zahlreiche multimediale Elemente zur Verfügung, von Simulationen über Interaktive Bildschirm Experimente (IBE) bis hin zu Remote-Laboratories. Mit tet.folio stellen wir hier eine Plattform vor, die es Autoren ermöglicht, diese digitalen Bausteine in Lernumgebungen einzubinden. Das Technology Enhanced Textbook (tet.folio) unterstützt dabei individuelle Arbeitserfahrungen und aktive Lernmethoden der Studierenden. Durch das Aufheben der Grenzen zwischen Autoren und Lernenden ermutigt das sowohl Lehrende als auch Lernende, ihre Lehr-Lern-Materialien an ihre individuellen Anforderungen und Bedürfnisse anzupassen.

1. Hintergrund und Motivation

Mobile Endgeräte wie Smartphones und Tablets ermöglichen heute bereits verschiedene Formen der Interaktion mit der physischen und digitalen Welt jenseits der üblichen kommunikationsorientierten Funktionen dieser Geräte. Virtuelle Experimente, Texte, Bilder und andere interaktive Medienelemente lassen sich durch intuitive Touch-Gesten manipulieren. Eingebaute oder externe Sensoren ermöglichen Messungen sowie Audio- und Videoaufnahmen. Lernende können Inhalte untereinander teilen, mit Expert*innen austauschen oder über das Internet weltweit verfügbar machen. Mit Hilfe von GPS-, Bilderkennungs- oder Augmented-Reality-Anwendungen können ortsbezogene Phänomene und Objekte durch interaktive Experimente und multimediale Zusatzinformationen individuell erfahrbar gemacht werden [1].

Statt das Lernen in Bezug auf die technischen Aspekte einer Lernumgebung zu definieren, sind wir der Auffassung, dass es wesentlich ist, die Kommunikation sowie den aktiven Kompetenzerwerb im Rahmen lebensweltbezogener, für die Lernenden relevanter Probleme zu ermöglichen. Wir definieren das „Didaktisch-Technologische Konzept“ als eine Entwicklungsleitlinie, in der didaktische Anforderung die benötigten Technologien bestimmen, und nicht – umgekehrt – das technologisch machbare Konsequenzen auf die Didaktik hat. Um den individuellen Wissensaufbau zu ermöglichen, brauchen wir ein „vermittelndes“ Gerät – ein Medium – für Kommunikation und Lernen. Der Begriff „mediengestütztes Lernen“ unterstreicht, dass die Mediengeräte bestimmte Funktionen erfüllen. Sie dienen insbesondere als Mittel, um Denkprozesse zu kommunizieren und zu erleichtern [2].

Dazu eignen sich beispielsweise Interaktive Bildschirm Experimente (IBE) und Interaktiven Bildschirm Labore (IBL). Diese digitalen Werkzeuge verwenden Fotos als Darstellungen von realen Expe-

perimenten und Laboren. Sie geben den Lernenden die Möglichkeit, ein Experiment virtuell zu kontrollieren und physikalische Phänomene zu beobachten. Seit 1996 werden IBE und später auch IBL produziert und in digitalen Lernmaterialien integriert [3]. Es hat sich gezeigt, dass bei der Produktion Medien der größere Zeitaufwand vor allem bei der Programmierung der Lernumgebung anfiel, als es für die Produktion der IBE selbst erforderlich war. Zusätzlich schien die IBE-Programmierung viele gleichbleibende, sich wiederholende Programmieraufgaben zu beinhalten. Daher wurde ein Werkzeug entwickelt, das beim Entwerfen und Erstellen einer digitalen Lernumgebung hilft und zudem die IBE-Produktion so weit wie möglich automatisiert.

2. Technology Enhanced Textbook (TET)

Die heute allgegenwärtig verfügbare Web-Technologie eröffnet neue Möglichkeiten zur technologischen Verbesserung des traditionellen Lehrbuchs. Unsere Vision ist daher ein (digitales) webbasiertes Lehrbuch – das „Technology Enhanced Textbook (TET)“, das mit der Erfahrung der Lernenden wächst. TET steht im Zusammenhang mit der Vision einer/s aktiven Lernenden, die/der als Autor*in des eigenen Lehrbuchs einen lebenslangen Lernprozess durchläuft [4].

Von 2010 bis 2013 hatten wir die Gelegenheit, diese Vision in einem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekt zu demonstrieren und zu validieren. Ziel des Projektes war es, das Anwendungspotenzial unserer Vision des digitalen Schulbuchs der Zukunft zu validieren.

Empirische Daten aus Fokusgruppenstudien mit unseren Validierungspartnern (Schulen, Universitäten, Bildungsverlage, Museen, Rundfunk und Fernsehen) sowie Daten von Experten-Befragungen mit Lehrern, Studenten und Dozenten, halfen die Anforderungen für das TET zu spezifizieren. Insbesondere

haben sich dabei drei pädagogische Grundfunktionen herauskristallisiert [5]:

- **Portfolio-Funktion:** Informationen können von Browsern, Suchmaschinen und dem Cloud-basierten ‚tet.markt‘, der virtuellen Basis von TET, erforscht und kompiliert werden.
- **Kommunikationsfunktion:** Die Teilnehmer kommunizieren per Chat oder Videoanruf online über ihre Erfahrungen und Experimente.
- **Toolbox-Funktion:** Verschiedene Sensoren und technische Schnittstellen müssen zum Messen, Experimentieren, Fotografieren und Aufzeichnen zur Verfügung stehen.

Im Zeitalter kontinuierlicher Innovation scheint inzwischen das didaktische Konzept des E-Learning zu starr. Zahlreiche Studien zeigen, dass die Erwartungen selten erreicht werden. Viele Konzepte von E-Learning sollen das Lernen für die Schüler erleichtern. Lernen ist jedoch nur dann wirksam, wenn der Lernende aktiv Probleme löst und sich dabei Wissen selbst aufbaut. Anstatt zu versuchen, das Lernen durch einfaches Anklicken von Elementen auf dem Bildschirm zu fördern, fokussiert TET auf Lernaktivitäten, die reale und virtuelle Lernumgebungen miteinander verbinden.

An der Freien Universität Berlin haben wir auf Grundlage der Ergebnisse des TET-Projekts die Web-Applikation ‚tet.folio‘ entwickelt [11]. tet.folio ermöglicht es jedem Nutzer, interaktive Multimedia-Inhalte zu produzieren und sie zu teilen.

Damit verbunden ist die Hoffnung, dass nun qualitativ hochwertige Bildungsangebote für jedermann als „Open Educational Resources (OER)“ zugänglich gemacht werden können.

3. tet.folio – ein Überblick

Das tet.folio ist eine Online-Plattform zum Erstellen und Bearbeiten interaktiver Multimedia-Inhalte [7].

Alle Inhalte werden automatisch in der tet.folio-Cloud gespeichert. Lernmaterialien werden im eigenen, persönlichen E-Portfolio organisiert. Ein Lernender bzw. Nutzer von tet.folio steht im Zentrum dieser Lernumgebung; Organisatorische und logistische Funktionen werden bewusst ausgeblendet, um die Lernenden nicht abzulenken.

Inhalte können von überall für jeden zugänglich gemacht werden, wenn die entsprechenden Lese- oder auch Schreibrechte festgelegt sind. Eine Exportfunktion ermöglicht die Nutzung von Inhalten auch ohne Internetzugang und speichert interaktive, voll funktionsfähige Offline-HTML-Dateien. Zusätzlich ist es möglich, einzelne Seiten oder ganze ‚Bücher‘ als PDF-Dateien zu exportieren.

tet.folio ist eine Webanwendung (*Software as a Service – SaaS*) und läuft vollständig in einem Webbrowser. Software-Installationen sind also nicht mehr nötig. Das tet.folio wird von uns unter Windows, Linux und Mac mit Firefox, Chrome, Safari und Internet Explorer getestet. Die Anwendung basiert auf einem neu entwickelten Design, das sowohl für die Desktop- als auch für die mobile Benutzeroberfläche optimiert ist. Es läuft auf Android-, iOS- und Windows-Tablets. Für sehr kleine Display-Größen, wie z. B. bei Smartphones, wird derzeit eine responsive Designlösung entwickelt.

4. Interaktive Inhalte im tet.folio

Das tet.folio ist organisiert wie eine persönliche Bibliothek von Büchern. Es besteht aus Büchern mit Seiten, die wiederum in Kapitel und Abschnitte unterteilt werden können. Seiten werden durch Hinzufügen von Medienobjekten erstellt – zum Beispiel Bilder, Videos oder Text. Diese lassen sich direkt auf der Seite oder in einem voll funktionsfähigen Editor mit Unterstützung für die Formatierung und HTML5-Quellbearbeitung bearbeiten. Konsistente Styles über Seiten und Bücher können mithilfe von

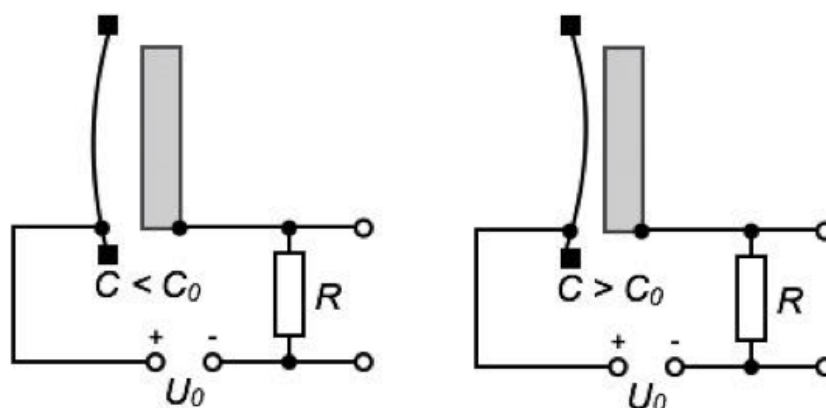


Abb. 1: Ein Beispiel für zwei Bilder, die den minimalen und maximalen Zustand eines Kondensatormikrofons zeigen. Wenn die tet.box, die sie enthält, in den Modus *Diashow* gesetzt ist, werden die Bilder aufeinander gelegt, wobei jeweils nur ein Bild angezeigt wird. Der Schüler kann dann durch interaktives Klicken auf die tet.box die Membran virtuell bewegen und bedienen.

speziell für das tet.folio-System angepassten CSS3-Styles umgesetzt werden. Alle Seiten, Bücher, Boxen und Styles sind tet-Objekte, die freigegeben und von der tet.folio-Rechteverwaltung gesteuert werden. Objekte können für einzelne Benutzer oder Gruppen von Benutzern lesbar oder editierbar gemacht werden. Außerdem ist der Seitenzugriff für anonyme Benutzer über die IP-Adresse einschränkbar.

Bilder, Videos und PDF-Dateien lassen sich per Drag & Drop vom Computer-Desktop hochladen. Darüber hinaus greift das eingebaute tet.cam-Tool direkt auf die Kamera des Endgeräts zu und kann neu aufgenommene Fotos oder Videos unmittelbar auf die aktuelle Seite hochladen.

Content-Boxen, die „tet.boxes“ genannt werden, lassen sich auch verschachteln und in einer hierarchischen Struktur organisieren. Dies ist für das Layout einer Seite nützlich und zudem wesentlich für die Realisierung interaktiver Inhalte im tet.folio.

Nachfolgend sind einige Beispiele dargestellt, wie Autor*innen interaktive Lernaktivitäten umsetzen können: Zuerst gibt es die Möglichkeit, eine „Diashow“ zu erstellen. Dazu werden mehrere Objekte (z. B. mehrere Bilder) in eine „tet.box“ geschachtelt, die mit der Eigenschaft „Diashow“ jeweils nur ein Objekt zum gegebenen Zeitpunkt anzeigt. Auf diese Weise wird eine interaktive Darstellung des Ein- und Aus-Zustands oder des Vorher- und Nachher-Zustands eines Objekts effektiv realisierbar (Abb. 1).

Ein zweites Beispiel ist die Erstellung eines interaktiven Puzzles (Abb. 2). Dazu werden Objekte als „schiebbar“ definiert, so dass diese Objekte innerhalb eines vorher festgelegten Bereichs umherschickbar werden können. Eine weitere Anwendung dafür besteht darin, ein Diagramm oder ein Bild eines komplexen Geräts oder einer Szene zu beschriften. Indem man „Begriffe-Kästchen“ „schiebbar“ macht, können die die Begriffe den entsprechenden Bildteilen zugeordnet werden. Eine vierte Option ermöglicht Aufgaben mit Freitext-

Antworten. Freitexte lassen sich über die entsprechende HTML-Komponente in der Werkzeugleiste des Editors einfügen.

5. Individuelles Lernen mit tet.folio

Jede/r Lernende, die/der sich bei tet.folio angemeldet hat, erstellt seine eigene personalisierte Sammlung von Lernmaterialien. Beim Arbeiten mit interaktiven Elementen, wie z. B. dem Bewegen von Puzzleteilen, werden alle Aktionen automatisch gespeichert. Ebenso speichern HTML-Eingabelemente wie Kontrollkästchen, Optionsfelder und Textfelder ihren Status und ihre Werte auf personalisierte Weise. Außerdem können Lernende alle tet.folio-Tools nutzen: z. B. Textnotizen durch Hinzufügen neuer Textfelder anlegen oder eigene Fotos mithilfe der tet.cam einfügen. Diese personalisierten Ergänzungen werden in einem speziellen „transparenten Layer“ gespeichert, der dem Lernenden gehört und den ursprünglichen Inhalt (etwa eines interaktiven Arbeitsblattes) nicht verändert.

Darüber hinaus bietet das tet.folio ein vollfunktionsfähiges Werkzeug für grafische Annotationen. Diese „tet.board“-Funktionalität entstammt dem Open-Source Projekt SVG-EDIT [8]. Es wurde angepasst, um es in das tet.folio Framework zu integrieren. Somit werden Zeichnungen sofort in ein „Vector-Graphics Layer“ als SVG-Grafiken gespeichert. Mit diesem Tool sind personalisierte Notizen per Maus oder Touchscreen (auch ohne digitales Whiteboard) möglich.

6. tet.markt als Teil des tet.folio

Zur Förderung des Austausches von Lernmaterialien integriert tet.folio eine Funktion mit der Bezeichnung „tet.markt“. Über den tet.markt können Bücher, einzelne Seiten, Bilder, Videos oder Interaktive Bildschirmexperimente mit anderen Nutzern geteilt werden. Objektbezogen lässt sich festlegen, ob die jeweiligen Medien nur einzelnen Benutzer*innen, einer bestimmten Gruppe oder allen tet.folio-Nutzern zugänglich gemacht werden. Die aktuelle Umsetzung dieses Bereichs ist noch rudi-

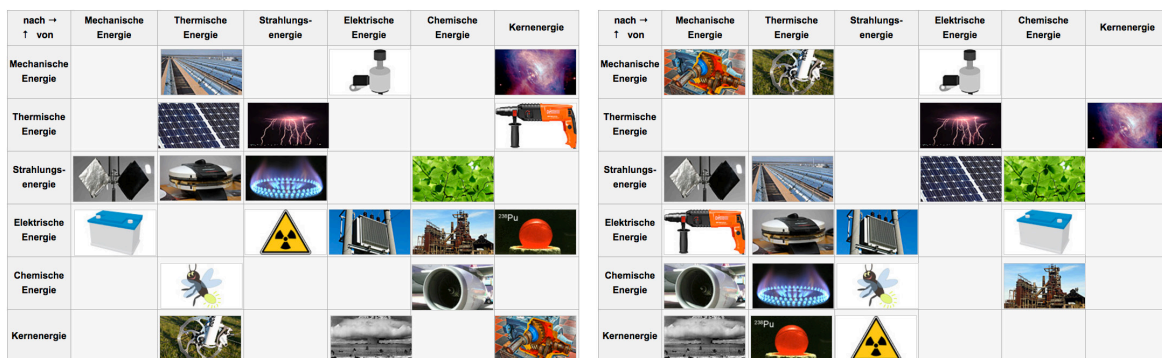


Abb. 2: Ein Puzzle im tet.folio zu verschiedenen Arten der Energieumwandlung im täglichen Leben. Die Schüler*innen können ihren Lernfortschritt dokumentieren, indem sie die Kacheln von ihren Ausgangspositionen (linke Abbildung) zu ihren richtigen Stellen (rechte Abbildung) bewegt.

mentär und wird derzeit überarbeitet. Zum Beispiel gibt es keine Tagging-Funktionalität und es ist ebenso nicht möglich, Lernmaterialien nach ihrer Lizenz zu filtern. Während wir die Creative Commons Lizenz für die gemeinsame Nutzung von Objekten unterstützen möchten, könnte es auch möglich sein, kommerzielle Entwickler von Lehrmaterialien einzuladen, ihre Produkte zu ihren eigenen Lizenzbedingungen anzubieten. Das Berechtigungssystem zusammen mit der objektorientierten Meta-Tag-Datenbank in tet.folio ist technisch in der Lage, jedes dieser Szenarien zu realisieren.

7. tet.tools in tet.folio

Ein weiterer Objekt-Typ, der über den tet.markt zugänglich ist, sind die tet.tools. Das sind Bausteine, die Grafiken, Text, interaktive Werkzeuge oder sogar Programm-Code (Java Script) enthalten. Ein wesentliches Merkmal dieser interaktiven Werkzeuge ist ihre Modularität und Universalität. Sie lassen sich zu jeder vorhandenen Seite hinzufügen, um die Lösung von Problemen interaktiv zu unterstützen. Für Messungen kann das jeweilige tet.tool über Bilder, Videos oder IBE platziert werden (Abb. 3). Es ist auch möglich, dass der Autor eines tet.tools eine Anzahl von Konfigurationsparametern spezifiziert, die es dem Buch-Autor später ermöglichen, das Werkzeug an einen spezifischen Kontext anzupassen, z. B. die Beschriftung der Achsen eines x-y-Diagramms oder von Graphen.

Beispiele interaktiver tet.tools sind:

- ein Winkelmesszeug
- ein Polygon-Längenmesszeug
- ein Polygonflächeninhaltsmesszeug, auch zum grafischen Integrieren
- interaktives x-y-Diagramm, in dem sich Messpunkte durch Anklicken hinzuzufügen lassen
- eine Schaltfläche zum automatischen Überprüfen von Lückentexten

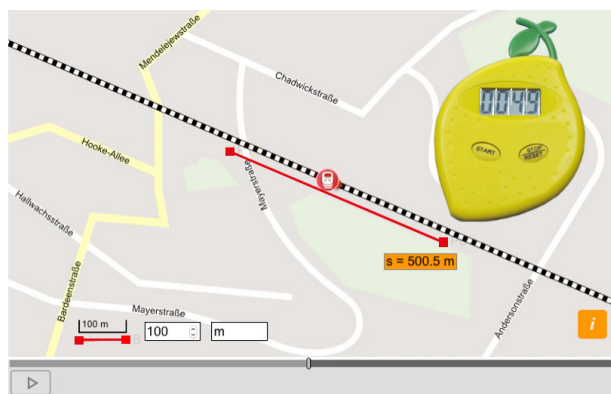


Abb. 3: Universelle tet.tools können zusätzliche Lernaktivitäten zu bestehenden IBE, Bildern und Videos hinzufügen. Hier wird das Längenwerkzeug verwendet, um den Radius eines Zahnradkranzes mit seinem Radradius zu vergleichen. Das gleiche Werkzeug wird verwendet, um die Fahrstrecke eines Zuges zusammen mit dem Stoppuhrwerkzeug zu messen, um die Fahrzeit des Zuges in einem Video zu messen. Quelle Fahrrad (CC0): <https://pixabay.com/de/rennrad->

- eine ("unverlierbare") Stoppuhr

Das charakterisierende Merkmal der tet.tools ist, dass die Funktionalität der jeweiligen Werkzeuge ohne jegliche Programmierkenntnisse auf Seiten eingefügt werden kann. In einem technisch anspruchsvolleren Beispiel können die kürzlich zu HTML5 hinzugefügten Funktionen zum Auslesen der in den meisten Smartphones integrierten Bewegungs- und Gyro-Sensoren (Abb. 4)

8. Weiterführende Features von tet.folio

Neben der Unterstützung von programmierfernen Autor*innen bei der Erstellung interaktiver Inhalte unterstützt tet.folio auch fortgeschrittene Anwender*innen bzw. Autor*innen. Es erlaubt beispielsweise das Schreiben von mathematischen Gleichungen per LaTeX Anweisungen. Der erzeugte mathematische Ausdruck wird automatisch in Schriftgröße und Schriftstil an den umgebenden Textabsatz angepasst. Ein weiteres Merkmal des tet.folio ist die Verwendung von Variablen. Hierbei handelt es sich um in Klammern eingeschlossene Schlüsselwörter, die es erlauben, beispielsweise den jeweiligen Seiten- oder Buchtitel, oder die aktuelle Seitenzahl einzufügen. Des weiteren werden auch automatische Abbildungsnummerierungen unterstützt. Um diese Funktionalität zu ermöglichen, ist jedem Buch eine interne Datenbank zugeordnet, die das automatische Beschriften und Referenzieren von beliebigen Objekt-Gruppen wie Abbildungen, Tabellen, Gleichungen etc. unterstützt. Diese Etiketten können über das gesamte Buch adressiert werden und die Zahlen werden automatisch angepasst, wenn neue Abbildungen oder Gleichungen eingefügt werden.

Dynamische Textinhalte können mit Hilfe von dynamischen Variablen realisiert werden. Hierbei handelt es sich um JavaScript-Snippets, die in den Ausdruck `{* ... *}` eingeschlossen sind und direkt in den Haupttext eingefügt werden. Diese Snippets werden durch die Ergebnisse des jeweiligen Codes ersetzt und werden automatisch aktualisiert, wäh-

rend Lernende mit der Seite interagieren. Der Code selbst kann Variablenausdrücke enthalten, die sich auf den Inhalt oder die Attribute anderer Objekte beziehen, beispielsweise auf deren Position. So könnte ein Eingabefeld in der tet.box mit dem Namen *mynumber* auf einer Seite durch einen anderen Textblock mit `{* 2 * {mynumber.1} *}` referenziert werden. Folglich zeigt der zweite Block immer das doppelte des vom Lernenden eingegebenen Wertes. (Die "1" hinter dem Punkt bezieht sich auf das erste Eingabefeld in der tet.box mit dem Namen *mynumber*.) Diese dynamischen Variablen können überall im HTML-Code verwendet werden, auch als Teil eines CSS-Stils oder sogar einer SVG-Graphik, die eine interaktive Steuerung von Position und Orientierung erlaubt.

9. Kollaboratives Lernen mit tet.folio

Die Arbeit in der tet.folio Cloud eröffnet neue Möglichkeiten für interaktives Lernen für Studierendengruppen. Das Konzept des „tet.room“ erlaubt Lehrpersonen, die Lerngruppe in einen von ihnen eingerichteten virtuellen Lernraum einzuladen. Mitglieder dieses Raumes können nun in Echtzeit Aktionen der anderen Teilnehmer*innen verfolgen. Dies beinhaltet das Verschieben von Objekten, das Umblättern von Seiten und das Experimentieren mit einem IBE. Ebenso ist die Bearbeitung von Freitextfeldern und Zeichnungen zwischen tet.folio-Benutzern und allen teilnehmenden Endgeräten synchronisiert. Als Nebeneffekt wird hiermit jedes Endgerät in Kombination mit einem herkömmlichen Beamer zu einem digitalen Whiteboard erweitert: Dazu müssen nur ein mobiles Endgerät, z. B. ein Tablet als Eingabegerät für grafische Annotationen, im gleichen tet.room angemeldet werden.

Das gemeinsame Erstellen von Inhalten eröffnet

neue Arbeitsformen für Autor*innen. Dies müssen nicht nur Schulbuchautor*innen oder Lehrkräften sein. Auch Gruppen von Schüler*innen, die eine Hausaufgabe gemeinsam erarbeiten, werden zu Autoren im tet.folio. Zwei oder mehrere Nutzer können auf diese Weise beispielsweise Ideen über ihre neu entwickelten Bildschirmexperimente austauschen. Die hierfür verwendete Web-Technologie – websockets – ist Teil des HTML5-Standards. Sie erfordert einen zweiten, separaten, Webserver, der asynchrone HTTP-Aufrufe unterstützt; dieser ist Teil der tet.folio-Infrastruktur.

10. IBE.maker im tet.folio

Das tet.folio besitzt ein eingebautes Werkzeug, mit dem sich eine Serie von Fotos in ein einfaches Interaktives Bildschirm Experiment umwandeln lässt. Damit soll das Erstellen von einfachen IBE ohne die Notwendigkeit von Programmierkenntnissen ermöglicht werden. Dies ist sowohl von Lehrkräften nutzbar, als auch von Lernenden, die experimentelle Aktivitäten mit dem interaktiven Medium IBE dokumentieren wollen. Nach dem Hochladen eines Referenzhintergrundbildes müssen dazu spezifische Regionen im IBE definiert werden. Es gibt interaktive Regionen, denen bestimmten Moden der Interaktion zugeordnet sind: entweder Klicken, Schieben oder Drehen. Bild-Regionen sind Bildschirmbereiche, in denen Bilder als Ergebnis der späteren Interaktion ausgetauscht werden sollen. Nach dem Zuordnen der Interaktions- und Bild-Regionen und dem Hochladen aller benötigten Bilder wird das fertige IBE automatisch auf die aktuelle tet.folio-Seite hinzugefügt. Bild- und Interaktionsregionen können jederzeit neu konfiguriert werden. Positionen und Abmessungen lassen sich dazu mit dem Maus- oder Touch-Gerät einstellen oder in Eingabefeldern für pixelgenaue Koordinaten eingeben

Gyro-Sensor

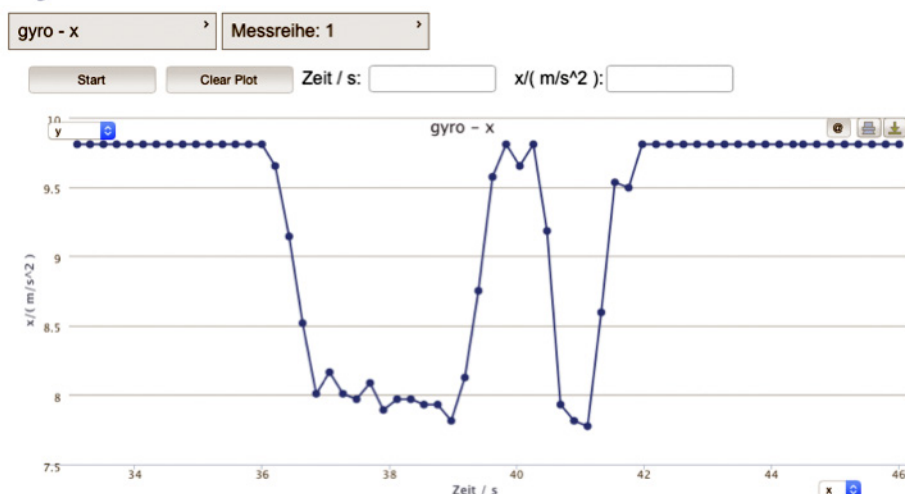


Abb. 4: HTML5 kann auch den Gyro- bzw. Beschleunigungssensor auslesen, der in den meisten Smartphones vorhanden ist. Das tet.folio-Tool zeigt eine Messung der Erdbeschleunigung von ca. $9,8 \text{ m/s}^2$. Leichtes Kippen führt zu zeitlichen Änderungen der Messwerte.

(Abb. 5).

Der IBE.maker bietet einen erweiterten Modus für die Eingabe von benutzerdefiniertem JavaScript. Hier können komplexere Zusammenhänge definiert und eine nicht-standardmäßige Logik implementiert werden.

Derzeit wird evaluiert, ob sich dieser Ansatz zur Vereinheitlichung aller IBE nutzen lässt. Sobald dies abgeschlossen ist, könnten Features wie die Fernbedienung von IBE per tet.room-Technologie vollumfänglich eingesetzt werden. Zudem könnten damit zukünftige Funktionen, wie Interaktionsaufzeichnung und Interaktionswiedergabe, allgemein zugänglich werden.

11. Zusammenfassung und Ausblick

Das tet.folio ist eine personalisierte Anwendung für mobile Geräte, die über herkömmliche Web-Browser genutzt werden kann. Die Portfolio-Funktion des tet.folio ermöglicht es Lehrpersonen wie Lernenden, persönliche externe Wissensfragmente, IBE, IBL sowie individuelle Sammlungen von Web-Inhalten zu speichern und zu verwalten. Inhalte lassen sich in einer individuell gestaltbaren Struktur organisieren, wobei besondere Aufmerksamkeit auf die nutzerzentrierte und intuitive Handhabung gelegt ist. Damit wird auch explizit auf kompliziertere Organisationsfunktionen, wie sie andere Lernmanagementsysteme (LMS) anbieten, verzichtet.

Neben der Möglichkeit, dass Lernende individuelle Lerninhalte sammeln und anlegen, können Lehrpersonen und kommerzielle Anbieter auch fertige Inhalte anbieten, die in die Portfolios der Lernenden eingesammelt werden können. Die Portfolio-Funktion von tet.folio ermöglicht das Untersuchen von individuellen Wissenskonstruktionen in Design- und Forschungsprozessen durch die Reflexion persönlicher Entwicklungsschritte. Alle Informationen, die online verfügbar sind, lassen sich integrieren. Dazu gehören sowohl „Open Educational Resources“ (OER) als auch bezahlte Medienmodule von Verlagen und Wissensvermittlern.

Das tet.folio ist eine Online-Plattform, die Lernende und Lehrpersonen bei der Herstellung interaktiver Inhalte ohne vorherige Programmierkenntnisse unterstützt. Es ist so konzipiert, dass es flexibel und leicht an spezifische Bedarfe der Lerngruppen angepasst werden kann. Moderne Technologien wie HTML5 und JavaScript werden eingesetzt, um universelle Lernwerkzeuge zu implementieren, die auf Lerninhalte in einer modularen und transparenten Weise angewendet werden können. Das gemeinschaftliches Erstellen von Inhalten ermöglicht dabei neue und flexible Ansätze für die Arbeit mit digitalen Lernmaterialien.

Somit stellt sich das tet.folio als eine universelle Plattform dar, die in künftigen digitalen Bildungslösungen vorhandene Inhalte integriert und sie direkt

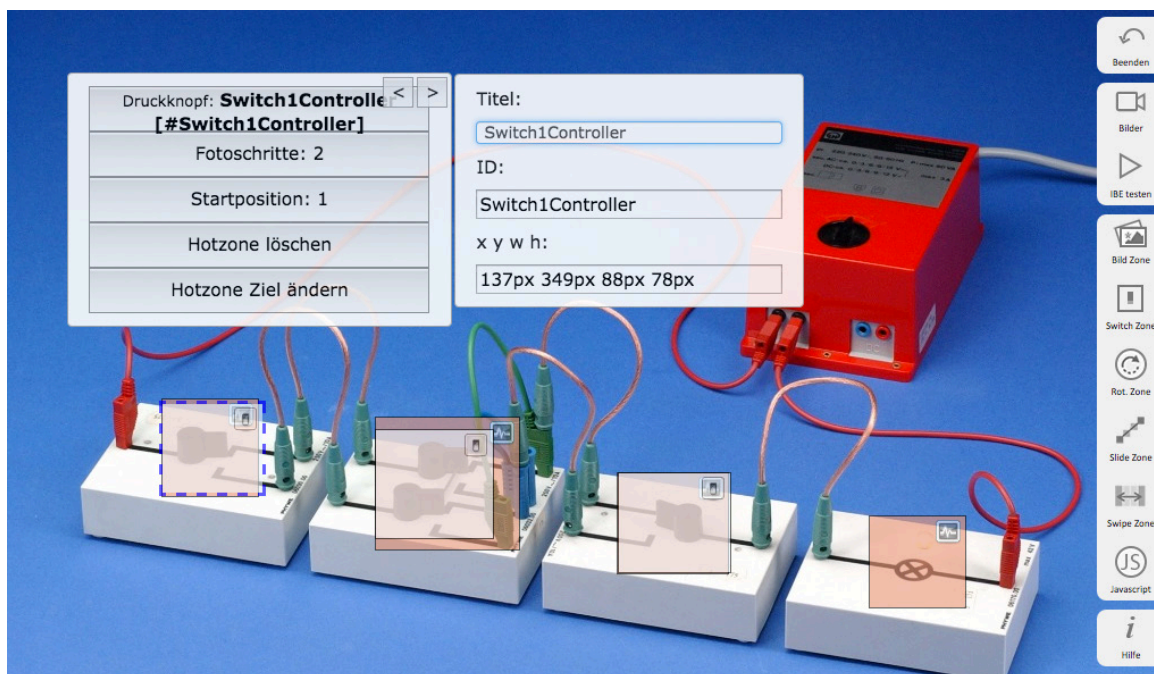


Abb. 5: Der IBE.maker ist ein Werkzeug im tet.folio. Hiermit lassen sich Serien von Einzelbildern ohne Programmierkenntnisse in ein Interaktives Bildschirm Experiment umwandeln. Nachdem spezifische, interaktive Bereiche festgelegt wurden, können die benötigten Einzelbilder anschließend hochgeladen werden. Die Bereiche können durch Klicken auf den Bildschirm oder durch Eingabe von exakten Pixelkoordinaten angegeben werden.

zugänglich macht. Möglich wäre auch, den tet.markt mit bereits etablierten Datenbanken und Mediensammlungen wie compadre.org [9] und PhET [10] zu vernetzen. HTML5 und JavaScript haben bereits andere Formate wie Java-Applets und Flash ersetzt. Diese aktuelle Entwicklung ist flexibel genug, um alle (auch zukünftige) Anforderungen nicht nur des Physikunterrichts erfüllen zu können.

12. Literatur

- [1] Bryant, L. (2007): Emerging trends in social software for education. In S. Crowne (Ed.): Emerging technologies for Learning, Vol. 2, Coventry: Beeta.
- [2] Neuhaus, W., Nordmeier, V. & Kirstein, J. (2011): Das Lehrbuch der Zukunft – Mediendidaktische Aspekte im Validierungsprojekt »Technology Enhanced Textbook«. In V. Nordmeier; H. Grötzebauch (Hrsg.), Phydid B – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung 2011, Berlin.
- [3] Kirstein, J. & Nordmeier, V. (2007): Multimedia representation of experiments in physics. In: IOP, Eur. J. Phys. 28, 115-126.
- [4] Neuhaus, W., Kirstein, J. & Nordmeier, V. (2013): Technology Enhanced Textbook - Provoking active ways of learning. In: PLE 2013 Conference proceedings. Aveiro: University of Aveiro.
- [5] Neuhaus, W., Kirstein, J. & Nordmeier, V. (2012): Didaktische Funktionen des Lehrbuchs der Zukunft. In Phydid B – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung 2012, Berlin.
- [6] Mühlenbruch, T., Kirstein, J. & Nordmeier, V. (2016). Design-Based Research im Praktikum – Untersuchung der Usability und Wirksamkeit einer neuen IBE-Generation. (im Druck)
- [7] Kirstein, J. & Nordmeier, V. (2011). Technology Enhanced Textbook - Ein fachdidaktisches Forschungsprojekt. In V. Nordmeier; H. Grötzebauch (Hrsg.), PhyDid B –Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung 2011, Berlin.
<http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/viewArticle/312>.
- [8] Rusnak, P., 2009. <https://github.com/SVG-Edit/svgedit>.
- [9] Mason, B. et al. AAPT/ComPADRE Digital Library, <http://www.compadre.org>.
- [10] Carl E. Wieman, Wendy K. Adams, and Katherine K. Perkins (2008). PhET: Simulations That Enhance Learning Science, 322 (5902), 682-683, <https://phet.colorado.edu>.
- [11] Kirstein, J., Nordmeier, V. (2014): tet.folio: Physik lehren und lernen mit einem digitalen Portfolio. In: Praxis der Naturwissenschaften PHYSIK in der Schule 63 (3 / 63), S. 19–27.