
DIGITALE MEDIEN IM NATURWISSENSCHAFTLICHEN UNTERRICHT

Jörg Maxton-Küchenmeister
Jenny Meßinger-Koppelt
(Hrsg.)

JOACHIM
HERZ
STIFTUNG
VERLAG



Jörg Maxton-Küchenmeister & Jenny Meßinger-Koppelt
(Hrsg.)

Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation
in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische
Informationen sind im Internet unter <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

© Joachim Herz Stiftung Verlag, Hamburg 2014

Umschlag: Nicole Keller & Annett Schuft | www.nicolekeller.de

Herstellung: Das Herstellungsbüro, Hamburg |

buch-herstellungsbuero.de

Alle Rechte vorbehalten

www.joachim-herz-stiftung-verlag.de

INHALT

Vorwort	9
----------------------	---

Jörg Maxton-Küchenmeister & Jenny Meßinger-Koppelt

Hintergründe und fachdidaktische Forschung

Eine Digitale Agenda für die Schule	15
<i>Stephan Pfisterer</i>	
Zahlen und Fakten: Allensbach-Studie 2013 der Deutsche Telekom Stiftung	21
<i>Gerd Hanekamp</i>	
Learning by Design: Kompetenzaufbau beim Entwickeln digitaler Medien	29
<i>André Bresges, Stefan Hoffmann, Andreas Schadschneider & Jeremias Weber</i>	
Mobile Endgeräte als Experimentiermittel im naturwissenschaftlichen Unterricht	46
<i>Jochen Kuhn & Patrik Vogt</i>	
Tablet-Computer als Unterrichtswerkzeug für Lehrkräfte	64
<i>Moritz Krause & Ingo Eilks</i>	
Nutzen Lernende das Internet im Fach Physik?	70
<i>Antony Crossley</i>	
Das digitale Schulbuch als Lernbegleiter	75
<i>Nina Ulrich, Juliane Richter, Katharina Scheiter & Sascha Schanze</i>	
Interaktive Bildschirmexperimente im Physikunterricht	83
<i>Jürgen Kirstein & Volkhard Nordmeier</i>	
Virtual-Reality-Experimente für interaktive Tafeln und Tablets	90
<i>William Lindlahr</i>	

Digitale Medien im Spiegel der Praxis

Mobiles Lernen mit Tablets, Apps und Cloud – Ein Erfahrungsbericht	101
<i>André Spang</i>	
Das interaktive Whiteboard – ein realistischer Blick auf den Einsatz in der Schule	114
<i>Sebastian Steinmüller</i>	
Tablet-Computer im naturwissenschaftlichen Unterricht	119
<i>Laura Mähler & Andreas Pallack</i>	
Mein iPad und ich – eine Schülersicht	134
<i>Laura Mähler</i>	

Digitale Medien im Unterricht – Eindrücke einer Schülerin	138
<i>Adelina Kopp</i>	

Best-Practice-Beispiele

Beispiele für den Physikunterricht

Smartphone-Experimente im Physikunterricht: Beispiele zur Akustik und zur Mechanik	145
<i>Michael Hirth, Pascal Klein, Jochen Kuhn & Andreas Müller</i>	
Externe Sensoren bei Smartphones und Tablets	156
<i>Thomas Wilhelm</i>	
GPS im Physikunterricht – Analyse mechanischer Bewegungen mit Hilfe eines Smartphones	162
<i>Ronald Kruse</i>	
Interaktive Tafelbilder für den Physikunterricht	167
<i>Marie-Annette Geyer & David Obst</i>	
LEIFIphysik – Material für den Physikunterricht von Klasse 5 bis zum Abitur	173
<i>Thomas Unkelbach & Jenny Meßinger-Koppelt</i>	
Elektronen im elektrischen und magnetischen Feld: eine digitale Lernumgebung	183
<i>Stefan Richtberg & Raimund Girwidz</i>	
Digitale Schallpegelmessung und Schallanalyse mit Computer oder Smartphone	191
<i>Markus Ziegler</i>	

Beispiele für den Chemieunterricht

ChiLe – Chemie interaktiv Lernen: Eine Online-Materialsammlung für den Chemieunterricht	197
<i>Verena Pietzner</i>	
Interaktive Whiteboards im naturwissenschaftlichen Unterricht (iWnat)	203
<i>Bernhard Sieve & Sascha Schanze</i>	
Lernwege mit PREZI modern gestalten – Beispiele zum Teilchenkonzept	209
<i>Moritz Krause & Ingo Eilks</i>	
Naturwissenschaftlichen Unterricht vorbereiten und kreativ gestalten	216
<i>Thomas Seilnacht</i>	

Beispiele für den Biologieunterricht

HOBOS – HONEY Bee Online Studies – ein virtuelles Labor	221
<i>Christoph Bauer</i>	
Digitale Medien in der Outdoor-Education	229
<i>Martin Lindner</i>	
Verwendung interaktiver Tafeln im Biologieunterricht	235
<i>Stephanie Dojani</i>	
Tablet-Einsatz in der Oberstufe: ein Ausstellungsprojekt im Profilkurs Biologie	241
<i>Sarah Ewerlin</i>	
Multimedia-Lernsoftware und Outdoor im Biologieunterricht – ein Widerspruch?	247
<i>Ulrike Unterbruner</i>	
Neurobiologisches Wissen spannend und leicht verständlich auf www.dasGehirn.info	253
<i>Katja Naie</i>	

Fächerübergreifendes

Eine Alternative zur Internetrecherche: Weblinksammlungen	257
<i>Antony Crossley</i>	
Der Einsatz virtueller Exkursionen im naturwissenschaftlichen Unterricht	261
<i>Anne-Kathrin Lindau</i>	
Schulkontext – Lebenswelt und Unterricht mobil verbunden	271
<i>Arne Oberländer</i>	
Das Medienportal der Siemens Stiftung	280
<i>Maria Schumm-Tschauder</i>	
Lehrer-Online – Naturwissenschaften unterrichten mit digitalen Medien	287
<i>Gabi Netz</i>	
tecnopedia – praxisnah für Schulen	294
<i>Annabel Bayatloo</i>	
Der MINT-Navigator, eine bundesweite MINT-Suchmaschine	298
<i>Benjamin Gesing</i>	
Apps und Tools für den Unterricht	300
<i>zusammengestellt von Nils Behm & Henning Kirchberg</i>	

VORWORT

Während ich gerade im Zug sitze, die Frau vor mir die neuesten Facebook-Nachrichten auf ihrem Smartphone verfolgt und ich über dieses Vorwort nachdenke, weist mich mein Kollege und Mitherausgeber dieses Buches auf ein Sonderheft zu Tagungen hin, in dem die Meditations-App eines Hotels angepriesen wird. Und schon bin ich mittendrin im Thema! Im Grunde beginnt der digitale Tag doch direkt damit, dass einen das Smartphone mit harmonischen Klängen aus dem Schlaf reißt. Schon morgens twittern fleißige Frühstücksfernsehen-Liebhaber zum Thema »Sicherheit von Passwort-Apps«. Ohne Frage werden während des morgendlichen Kaffees noch schnell mittels App der Weg zum nächsten Termin und die ersten Mails gecheckt. Wunderbarerweise funktioniert beim Meeting die Liveschaltung zu den Berliner Kollegen¹ mittels Videokonferenz tadellos, alle nötigen Dokumente sind dabei selbstverständlich via Cloud von allen parallel einsehbar. Drei Stunden später im Zug ist nun endlich Zeit, sich wieder diesem Buch zu widmen. Wie gut, dass sämtliche Dokumente hierfür digital auf dem Tablet mit dabei sind. Spätestens als ich mit der Aktivierung des Neigungssensors kämpfe – ich lese gern hochkant, da bin ich durchaus altmodisch – und verliere, wird klar, dass die digitalen Medien auch mein Leben längst in allen Bereich durchdrungen haben. Obwohl ich per Definition zur Generation Y gehöre, bin ich trotzdem meilenweit von den sogenannten Digital Natives entfernt, über deren Alltag unser Autor André Spang schreibt: »Morgens, 8 Uhr: Kurz vor der Schultr werden noch die neuesten Posts auf Facebook geliked, ein Selfie in die Whats-App-Gruppe hochgeladen oder auf YouTube noch ein #LOL-Video gestreamed. Dann klingelt es, und die Digital Natives greifen wieder zu Stift, Papier und werden frontal mit Fakten gefüttert.«

Aber warum – so frage ich mich, der eben genannte ältere Mitherausgeber – diskutieren wir heute eigentlich noch immer über die Einführung digitaler Medien im Unterricht, 30 Jahre nach meinen ersten eigenen Erfahrungen im schulischen Informatikunterricht mit einem Klassensatz Commodore-64-Computern (keine Fest-

¹ Aus Gründen der Lesbarkeit verwenden wir das generische Maskulinum. Selbstverständlich sind dabei stets alle Geschlechter gleichermaßen angesprochen.

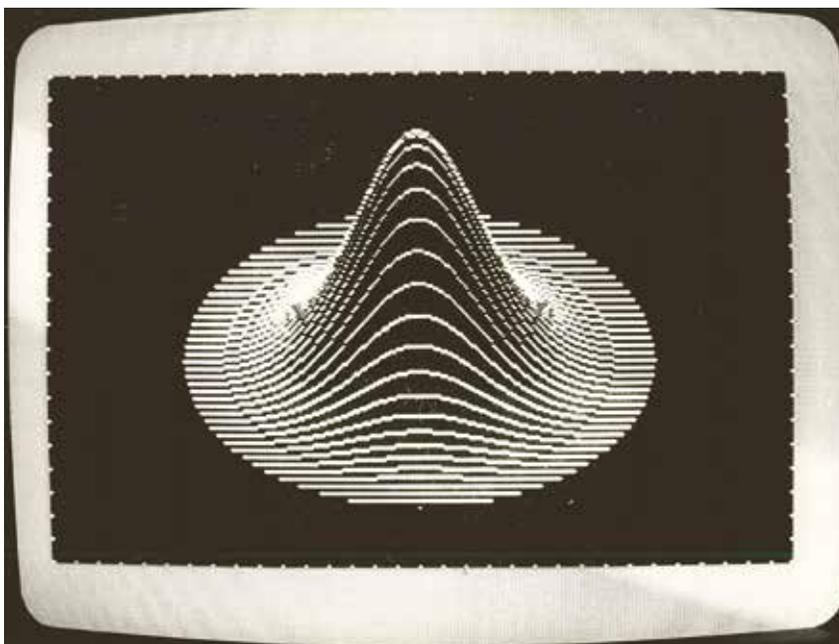


Abb. 1: Computergrafik, generiert an einem C64-Computer und analog abfotografiert, zur Illustration eines Kommissionsberichts zum Modellversuch *Neue Technologien im Musikunterricht, Niedersachsen, 1984*. Kommissionsleitung: OStR Bodo Lemme, Ratsgymnasium Rotenburg / Wümme; Foto: Jörg Maxton-Küchenmeister

platte und 64 KB Arbeitsspeicher)!? Schon damals, Mitte der 1980er Jahre, gab es umfangreiche Studien und Fachbücher zum Einsatz von Computern im Unterricht. Das Niedersächsische Landesinstitut für Lehrerbildung zum Beispiel arbeitete bereits 1983 an einem Konzept »Neue Technologien und Allgemeinbildung«, begleitet von Modellversuchen in verschiedenen Unterrichtsfächern, an denen ich selbst als Schüler teilnahm. Ein Ergebnis hiervon ist in Abbildung 1 zu sehen.

Wie sehr seitdem moderne Informationstechnologien Einzug in das tägliche Leben gefunden haben, belegen zahlreiche Studien, wie die Allensbach-Studie 2013 (vgl. Beitrag [Hanekamp](#), S. 21) und die des Branchenverbandes BITKOM

(vgl. Beitrag Pfisterer, S. 15). 75 % der 8- bis 9-jährigen Grundschul Kinder und ganze 100 % der 16- bis 18-jährigen nutzen das Internet. Letztgenannte verbringen im Durchschnitt 115 Minuten pro Tag im Netz, und davon gar nicht so wenige auf Informationssuche für Schule und Ausbildung (siehe Beitrag Crossley (1), S. 70).

Angesichts dieser Zahlen wird klar, dass wir Konzepte benötigen, um die digitalen Medien gewinnbringend im Unterricht einsetzen zu können und ihre Chancen zu nutzen. Mit digitalen Medien geht beispielsweise die Hoffnung einher, Schüler durch Ansätze wie »bring your own device« stärker für den Unterricht zu motivieren und zu interessieren. In den Naturwissenschaften kommt digitalen Medien darüber hinaus eine fundamentale Bedeutung zu: computergestützte Messwerterfassung, Verarbeitung großer Datenmengen, Modellierung und Simulation komplexer Vorgänge etc. – all das kennzeichnet naturwissenschaftliches Arbeiten und Forschen seit Jahrzehnten. Gleichwohl spiegelt sich diese Bedeutung nicht gleichermaßen im Unterricht wider.

Das vorliegende Buch zeigt Beispiele auf, wie digitale Medien den naturwissenschaftlichen Unterricht bereichern können. Hierbei werden aktuelle Entwicklungen in der Schullandschaft, wie die immer stärkere Verbreitung von interaktiven Tafeln, ebenso aufgegriffen wie der Trend, das Kommunikationsmittel Nummer 1 der Schüler – das Smartphone – für unterrichtliche Zwecke zu verwenden. Darüber hinaus werden verschiedene Internetplattformen und Recherchemöglichkeiten für Lehrkräfte und Lernende vorgestellt. Beiträge aus der fachdidaktischen Forschung und Erfahrungen aus langjährigen Schulprojekten werden ergänzt um Artikel aus der Praxis zu Biologie, Chemie und Physik. Zudem ist es uns wichtig, auch die Digital Natives selbst zu Wort kommen zu lassen. So freuen wir uns über die Berichte von zwei Abiturientinnen mit ihren jüngsten Erfahrungen aus der Schule. Sie zeigen eindrucksvoll auf, wie digitale Medien aus ihrer Sicht gewinnbringend im Schulalltag eingesetzt werden und bis ins Studium nachwirken können. Digitale Medien sollen dabei keineswegs das reale Experiment ersetzen. Vielmehr erweitern sie das pädagogisch-didaktische Repertoire um einen Teil der Lebenswelt der Schüler.

Wir danken den Autoren für ihre Beiträge. Gerade die Lehrkräfte haben hier viel Freizeit investiert, und die Schülerin Adelina Kopp hat ihren Beitrag gar mitten in den Vorbereitungen zum schriftlichen Abitur geschrieben. Heraus-

gekommen ist die Zusammenstellung eines breiten Spektrums unterschiedlicher Ansätze. Man muss nicht alle Ansichten teilen, und ein Beitrag hinterfragt durchaus Aussagen eines anderen. Insgesamt halten wir das Ergebnis der Beiträge in ihrer bunten Mischung für ein gelungenes Beispiel zur Auseinandersetzung mit den gar nicht mehr so neuen Medien.

In dem Wissen, dass wir mit diesem Buch nur eine Momentaufnahme schaffen und in einigen Jahren selbst als historische Quelle für »neue Medien« zitiert werden, wünschen wir viel Spaß bei der Lektüre!



Hamburg, im September 2014

Dr. Jörg Maxton-Küchenmeister, Bereichsleiter
Dr. Jenny Meßinger-Koppelt, Projektmanagerin

*Joachim Herz Stiftung,
Programmbereich Naturwissenschaften*

Hintergründe und fachdidaktische Forschung

EINE DIGITALE AGENDA FÜR DIE SCHULE

Stephan Pfisterer

Elektronische Medien sind in deutschen Schulen weitverbreitet und werden im Unterricht nach Möglichkeit auch eingesetzt. Lehrer stehen neuen Medien im Unterricht außerordentlich positiv gegenüber. Gleichzeitig beklagen sie eine mittelmäßige Qualität der Ausstattung und fordern mehr Weiterbildung. Das ist das Ergebnis einer repräsentativen Befragung von 502 Lehrkräften der Sekundarstufe I im Auftrag des Bundesverbandes Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. (BITKOM). Die Anfang 2014 durchgeführte Studie zeigt im Vergleich zu einer ebenfalls von BITKOM initiierten Studie von 2011, dass die Digitalisierung an den Schulen sichtbar voran gekommen ist. Ein allmählicher Abschied von der Kreidezeit deutet sich an, aber von einer »Digitalen Schule« und vernetztem Lernen sind die allgemeinbildenden Schulen noch weit entfernt. Um dieses Ziel zu erreichen, muss die Ausstattung verbessert, die Weiterbildung vorangetrieben und der Unterricht auf die Anforderungen der digitalen Welt ausgerichtet werden. Deutschland braucht eine »Digitale Agenda« für die schulische Bildung.

Ein allmählicher Abschied von der Kreidezeit deutet sich an, aber von einer »Digitalen Schule« und vernetztem Lernen sind die allgemeinbildenden Schulen noch weit entfernt.

Zur Grundausrüstung fast aller Schulen gehören heute PC und Notebook (99 % bzw. 89 %), Beamer (98 %) oder auch digitale Foto- und Videokameras (91 %). 83 % der Lehrer geben an, dass es an ihrer Schule spezielle Lernprogramme gibt, 80 % können ein Schulnetzwerk nutzen, etwa für den Zugriff auf Unterrichtsmaterialien. Und 6 von 10 Lehrern berichten, dass es interaktive digitale Tafeln an ihrer Schule gibt. Wenig verbreitet sind hingegen Tablet-Computer, die nur knapp ein Fünftel der Lehrer nutzen können, oder E-Book-Reader, die nach wie vor eine absolute Ausnahme an den Schulen darstellen. Das Internet können alle Lehrer im Unterricht nutzen. Zwei Drittel in speziellen Räumen, knapp die Hälfte sogar in allen Schulräumen. Web-Recherchen

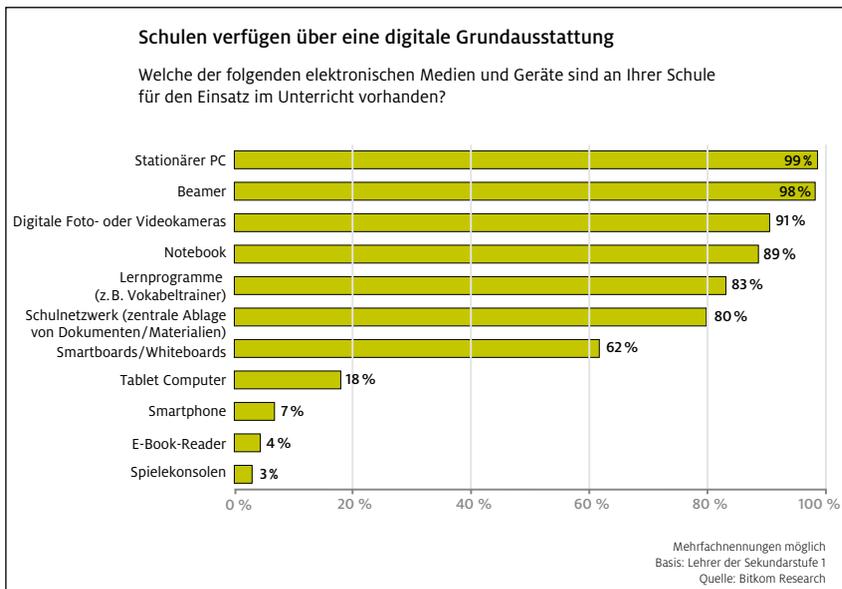


Abb. 1: Ausstattung von Schulen mit elektronischen Geräten und Medien

und netzbasierte Lernangebote haben so erstmals die Chance, ein selbstverständlicher Teil des Unterrichts zu werden.

Diese Zahlen sind erfreulich. Allerdings sagen sie nichts über die Qualität der Geräte und ihre Anzahl aus. Das dürfte auch ein Grund dafür sein, dass mehr als ein Drittel der Lehrer die technische Ausstattung der eigenen Schule nur als mittelmäßig bezeichnet. Neben dem Mangel an aktuellen und vor allem mobilen Geräten dürfte auch die häufig geringe Anzahl vorhandener Geräte ein Grund für diese Unzufriedenheit sein.

Das zeigt sich auch daran, dass mit 57 % mehr als die Hälfte der Lehrer ihr privates Notebook mit in den Unterricht bringt. Fast jeder vierte verwendet den eigenen Tablet-Computer im Klassenraum. Auch private digitale Foto- und Videokameras werden für den Unterricht genutzt. Das in der Wirtschaft heiß diskutierte Thema »bring your own device« ist also auch für deutsche Schulen relevant.

Die schulischen und privaten Geräte werden im Unterricht häufig einge-

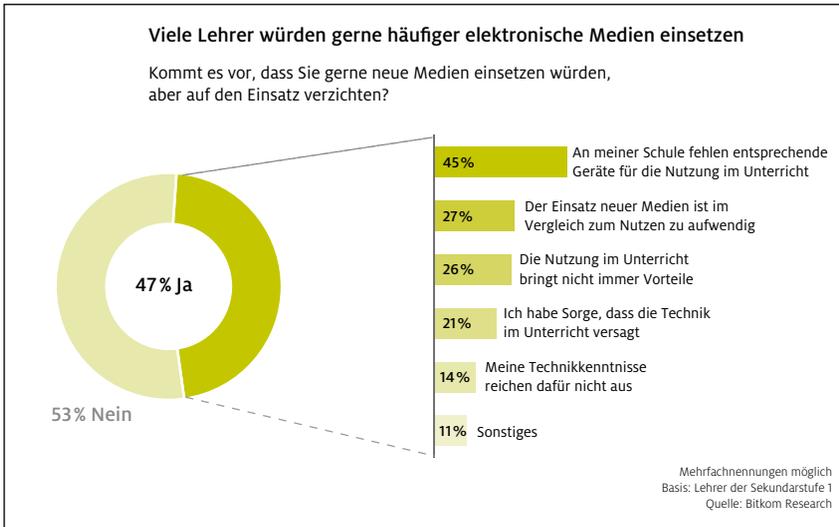


Abb. 2: Meinungen von Lehrkräften zum Einsatz elektronischer Medien im Unterricht

setzt. 84 % der Lehrer geben an, regelmäßig einen Beamer zu nutzen, mehr als ein Drittel sogar an allen Unterrichtstagen. Zwei Drittel der Lehrer (64 %) setzen regelmäßig einen PC ein. Mehr als jeder zweite Lehrer (52 %) nutzt zudem Smartboards regelmäßig. Wo interaktive Tafeln und andere hochwertige Geräte angeschafft wurden, werden sie auch genutzt. Dies ist ein Ansporn, digitale Tafeln flächendeckend zu installieren.

Rund die Hälfte der Lehrer (47 %) würde gerne häufiger elektronische Medien nutzen. Fast jeder Zweite (45 %), der auf den Einsatz im Unterricht ab und an verzichtet, sagt, dies liege an fehlenden Geräten. Jeder Fünfte (21 %) sorgt sich, dass die Technik versagt, und 14 % geben an, dass die eigenen Technikkennnisse nicht ausreichen. Zugleich haben aber 40 % der Lehrkräfte in den vergangenen drei Jahren keine entsprechende Fortbildung besucht.

Lehrer sind längst keine Technik-Skeptiker mehr, sondern eher Teil der digitalen Avantgarde. Sie nutzen deutlich häufiger als der Durchschnitt der Bevölkerung PC oder Notebook. Auch bei der Tablet- und Smartphone-Nutzung liegen sie weit vorne. Auffallend ist, dass es dabei weder zwischen den Alters-

gruppen, den unterrichteten Fächern noch zwischen den Schultypen gravierende Unterschiede gibt.

Angesichts der Ausstattung überrascht es nicht, dass der Computer zum Alltag für praktisch alle Lehrer gehört. Mehr als 90 % nutzen ihn regelmäßig für die Unterrichtsvorbereitung, mehr als die Hälfte sogar für jeden Unterrichtstag. Gegenüber der BITKOM-Studie vor drei Jahren ist das ein deutlicher Anstieg. Damals nutzte nur die Hälfte der Lehrer den PC öfter als einmal pro Woche zur Unterrichtsvorbereitung. 4 % der Lehrer kamen sogar ganz ohne Computer aus.

Diese Aufgeschlossenheit und das Interesse an neuen Technologien zeigen sich auch bei der Frage nach der persönlichen Einstellung: Eine überwältigende Mehrheit der Lehrer gibt an, elektronischen Medien generell positiv gegenüberzustehen. Jeder Sechste bezeichnet sich selbst sogar als Technik-Fan. Bei den 41- bis 50-jährigen Lehrern bezeichnet sich übrigens jeder Fünfte als Technik-Fan, bei den älteren sind es immerhin noch 11 %. Und Lehrer von MINT-Fächern sind mit knapp 25 % technikbegeisterter als die Sprachenlehrer mit 16 % oder die übrigen Lehrer mit 13 %. Nicht einmal jeder zehnte Lehrer sieht elektronische Medien heute noch skeptisch oder sehr kritisch. Und das hat Auswirkungen auf ihren Einsatz in der Schule.

Elektronische Medien sind kein Selbstzweck. Für die Präsentation von Inhalten durch Lehrer, aber auch für Arbeitsergebnisse von Schülern, etwa bei Referaten, sind elektronische Medien heute Standard. Haben vor drei Jahren nur zwei Drittel der Lehrer sie für den eigenen Vortrag im Unterricht genutzt, so sind es heute mit 95 % praktisch alle. Und auch bei den Schülern ist der Anstieg von 83 % auf 97 % beachtlich.

Zwei Drittel der Lehrer geben inzwischen an, dass sie Videos oder Podcasts nutzen, 2011 war es gerade einmal ein Viertel der Befragten – und 30 % der Lehrer lassen Schüler die entsprechenden Inhalte nicht nur konsumieren, sondern nutzen die Geräte auch dazu, die Schüler selbst Inhalte erstellen zu lassen. Spezielle Lernprogramme werden von mehr als jedem zweiten Lehrer genutzt.

Diese häufigere Nutzung hat einen einfachen Grund: Computer und Internet bereichern nach Ansicht der Lehrer den Unterricht. Der Unterricht wird aktueller, die Schüler sind motivierter, und Zusammenhänge lassen sich mit Hilfe digitaler Medien besser darstellen – da sind sich die befragten Lehrkräfte fast einig. 8 von 10 Lehrern geben zudem an, dass es einfach mehr Spaß

macht, Computer und Internet im Unterricht einzusetzen. Methodenvielfalt motiviert, Schule muss auch Spaß machen.

Zwei Drittel der Lehrer betonen, dass Computer und Internet dabei helfen, individueller auf einzelne Schüler einzugehen. Dies ist angesichts des Ziels einer ›inkluisiven‹ Schule ein wichtiger Aspekt. 60 % loben die bessere Zusammenarbeit der Schüler untereinander, fast jeder Zweite beobachtet, dass die Schüler schneller lernen. Gleichzeitig gibt eine starke Minderheit von 37 % an, dass der Einsatz neuer Medien zusätzliche Unterrichtszeit kostet.

Jeweils mehr als zwei Drittel aller Lehrer wünschen sich von ihrer Schule mehr Qualifizierungsangebote (79 %) und bessere digitale Lernmaterialien (70 %). Eine bessere Ausstattung mit elektronischen Medien steht ebenfalls auf der Wunschliste wie technischer Support vor Ort (je 69 %). Auch die Schulpolitik muss nach Ansicht der Lehrer ihre Hausaufgaben machen. Mehr Medienkompetenz im Lehrplan wird ebenso gewünscht (89 %) wie elektronische Medien als Ergänzung zu den Schulbüchern (85 %), die bundeslandübergreifenden einheitlichen Standards genügen sollten (82 %). Fast drei Viertel aller Lehrer (73 %) unterstützen die Forderung nach einem Pflichtfach Informatik. 70 % der Lehrer wünschen sich mehr Zuständigkeiten für den Bund in der Bildungspolitik.

Vor diesem Hintergrund fordert der BITKOM eine Digitale Agenda für die Schule. Sie sollte u. a. den Aufbau eines intelligenten Schulnetzes für Deutschland vorsehen. Jeder Schüler soll ein mobiles Endgerät wie einen Tablet-Computer oder ein Notebook zur Verfügung haben, in jedes Klassenzimmer gehört eine interaktive Tafel. Der Erfolg einer Digitalisierungsstrategie wird allerdings nicht durch Hardware und leistungsfähige Funknetze allein sichergestellt. Entscheidend sind vielmehr systematische und verbindliche Weiterbildungsangebote für alle Lehrer. Eine verstärkte Kooperation von Wirtschaft und Schule kann Lehrer zusätzlich unterstützen.

Wo Medien- und IT-Kompetenz zur viel zitierten »vierten Kulturtechnik« wird, muss auch der Begriff der Allgemeinbildung neu verhandelt werden. Deutschlands Schulen legen noch heute den Grundstein für ein Berufsleben im Industriezeitalter. Auf die digitale Gesellschaft und Wirtschaft sind die Lehrpläne nur unzureichend ausgerichtet. BITKOM fordert, die Vermittlung von Medienkompetenz fächerübergreifend ab der Grundschule im Curriculum zu verankern. In der Sekundarstufe I sollte Informatik als Pflichtfach ein-

geführt werden. Es geht dabei nicht um die Ausbildung von Programmierern, wohl aber um die Fähigkeit, die privat wie beruflich genutzten Systeme zu verstehen und in einem bestimmten Rahmen auch beeinflussen zu können. Nur so kann der sichere und effiziente Umgang mit Informations- und Telekommunikationstechnologie-Systemen und -Geräten sichergestellt werden. Und nur so gelingt es, den Begriff des mündigen Bürgers auch in der digitalen Welt durch Bildung zu realisieren.

ÜBER DEN AUTOR



Dr. Stephan Pfisterer hat Wirtschafts- und Sozialgeschichte an den Universitäten Köln, Bonn und Reading / UK studiert mit anschließender Promotion an der Universität Bonn. Nach einer Station als Pressereferent des Fachverbands Informationstechnik im VDMA, Frankfurt, ist er seit 2001 bei BITKOM e.V., Berlin, derzeit als Bereichsleiter Bildungspolitik und Arbeitsmarkt.

ZAHLEN UND FAKTEN: ALLENSBACH-STUDIE 2013 DER DEUTSCHE TELEKOM STIFTUNG

Gerd Hanekamp

Die rasante Digitalisierung und mit ihr Internet, Smartphone und Co. haben in den vergangenen Jahren nahezu alle Lebensbereiche erreicht und enorm verändert. Das bedeutet: Wer heute in Beruf und Alltag bestehen will, muss wissen, wie man mit digitalen Medien umgeht und wie man sie sinnvoll und verantwortungsvoll einsetzt. Das bedeutet auch: Medienbildung wird immer wichtiger.

»Die digitale Medienbildung gehört im 21. Jahrhundert zu einer umfassenden Bildung. Denn ihre Bedeutung für Wachstum und Wohlstand der Menschen nimmt ständig zu«, sagt Dr. Klaus Kinkel, Vorsitzender der Deutsche Telekom Stiftung. Möglichst früh sollen Kinder und Jugendliche daher an die »digitale Welt« herangeführt werden. So fördert die Deutsche Telekom Stiftung bereits seit vielen Jahren das digitale Lernen in Kindertageseinrichtungen und Schulen.

VORGESCHICHTE: DAS PROJEKT »SCHULE INTERAKTIV«

Ein besonders ambitioniertes Forschungs- und Entwicklungsprojekt startete die Deutsche Telekom Stiftung 2005 mit »Schule interaktiv«. Gemeinsam mit zunächst vier Schulen und unterstützt von Wissenschaftlern der Technischen Universität Darmstadt, wollte die Stiftung herausfinden, wie der verstärkte Einsatz digitaler Medien im Unterricht die Lehr- und Lernkultur positiv beeinflusst. Dabei war das Projekt von Anfang an weit mehr als die bloße Ausstattung der Schulen mit Laptops und schnellen Internetleitungen. Diese sind an vielen Schulen vorhanden, dennoch verbessert sich der Unterricht oft nicht. Der Grund: Meist fehlen die Konzepte für den sinnvollen pädagogischen Einsatz.

Beim Projekt »Schule interaktiv« ging die Deutsche Telekom Stiftung daher einen neuen Weg, um das Potenzial des Medieneinsatzes besser auszuschöpfen. Motto: Erst das Konzept, dann die Technik. Die technische Ausstattung musste dem pädagogischen Bedarf folgen, nicht umgekehrt. Die Projektergebnisse bestätigten dieses Vorgehen. Nur in Verbindung mit pädagogisch-didaktischen Konzepten wurde der verstärkte Einsatz neuer Medien zu einer echten Bildungsinnovation im Klassenzimmer. Positive Effekte gab es nicht nur bei der Unterrichtsqualität, auch die Medienkompetenz von Lehrern und Schülern verbesserte sich. Nach fünf Jahren und der Ausweitung des Projekts entstand letztlich ein Netzwerk aus über 40 Schulen in Hessen, Nordrhein-Westfalen und Sachsen, die neue Medien sinnvoll in den Unterricht einbauen. Ab dem Schuljahr 2010/2011 haben die drei Bundesländer damit begonnen, die Erkenntnisse des Projekts in ihre Regelsysteme zu übernehmen.

DIE ALLENSBACH-STUDIE 2013

Doch wie sieht es insgesamt mit dem digitalen Lernen an deutschen Schulen aus, außerhalb von eigens geförderten Projekten? Um das zu erfahren, beauftragte die Deutsche Telekom Stiftung 2013 das Institut für Demoskopie Allensbach mit einer Umfrage. Erstmals gaben Lehrer und Schüler parallel Auskunft darüber, wie sie Medien im bzw. für den Unterricht nutzen. Bundesweit befragte das Allensbach-Institut 507 Lehrkräfte allgemeinbildender Schulen und 614 Schüler ab Klasse 5.

Computer gehören zum Schulalltag: Die Ergebnisse der repräsentativen Studie, die die Möglichkeiten und Grenzen des Medieneinsatzes in der Schule beschreibt, stimmen weitgehend optimistisch. »Die Befragung zeigt, dass die Schulen in den letzten Jahren in der Mediennutzung enorm aufgeholt haben. Moderne Medien sind nicht nur vorhanden, sondern werden auch aktiv für die Unterrichtsgestaltung genutzt«, resümiert Dr. Klaus Kinkel. So gehören Computer und Internet an deutschen Schulen längst zum Schulalltag. Knapp 90 % aller befragten Lehrer in der Primar- und Sekundarstufe verwenden digitale Medien im Unterricht, 18 % häufig. Nur 12 % der Lehrer erklären, digitale Me-

dien spielten in ihrem Unterricht keine Rolle. Auch jeder zweite Grundschullehrer setzt gelegentlich Computer und Co. ein. Entsprechend positiv ist daher auch die Grundhaltung der befragten Lehrer zur Mediennutzung.

Ebenso wie ihre Schüler sehen die Lehrer mehr Vor- als Nachteile: Der Unterricht werde abwechslungsreicher, finden 62 % der Lehrer und sogar 73 % der Schüler. Als Nachteil empfinden beide Gruppen gleichermaßen die Abhängigkeit von der Technik und die mögliche Überforderung einzelner Schüler. Nicht eindeutig ist das Bild bei der Vermittlung von Computerkenntnissen. Zwar glauben 74 % der Lehrer und 67 % der Schüler, dass neben Inhalten auch Neues über die Handhabung moderner Hard- und Software gelernt wird, allerdings geben nur 23 % der befragten Schüler an, den Umgang mit Medien von ihren Lehrern gelernt zu haben. Knapp zwei Drittel haben sich selbst schlaugemacht, 45 % haben den Umgang von Freunden gelernt, 36 % von den Eltern.

Dieses Ergebnis hat die Deutsche Telekom Stiftung nicht überrascht. »Schließlich sind die privaten Nutzungsmuster von Lehrern und Schülern extrem unterschiedlich«, erklärt Stiftungsgeschäftsführer Dr. Ekkehard Winter. »Je jünger die Lehrer sind, desto mehr ähnelt ihr Verhalten aber dem ihrer Schüler.« Immerhin drei Viertel der befragten Lehrer schätzen die eigene Computer- und Internetkompetenz als gut bis sehr gut ein. Damit bleiben sie zwar hinter den Schülern zurück, bei jüngeren Lehrern bis 44 Jahre liegen Schüler und Lehrer jedoch gleichauf. Einen guten Überblick über die Einsatzmöglichkeiten digitaler Medien im Unterricht haben nach eigenem Bekunden nur 47 % der Lehrer. Die meisten haben sich diese Kenntnisse selbst angeeignet, die Hälfte hat Fortbildungen zu digitalen Medien gemacht.

Potenzial nicht genutzt: Zwar binden die Lehrer ihre Schüler bei der Mediennutzung sehr häufig direkt ein, nur 10 % der Schüler berichten, dass ausschließlich der Lehrer die neuen Medien verwendet. Viel zu selten jedoch bearbeiten die Schüler Fachinhalte mit digitalen Medien oder erstellen mit ihnen Hörspiele, Podcasts oder Filme zu Themen des Unterrichts. Nicht einmal jeder zehnte Lehrer tut das, während gut zwei Drittel Medien nutzen, um Filme und Präsentationen zu zeigen. 57 % gehen mit ihren Schülern ins Internet und rufen Seiten auf. Das Einsatzspektrum der Medien im Unterricht besitzt also noch eine Menge Optimierungspotenzial (Abb. 1).

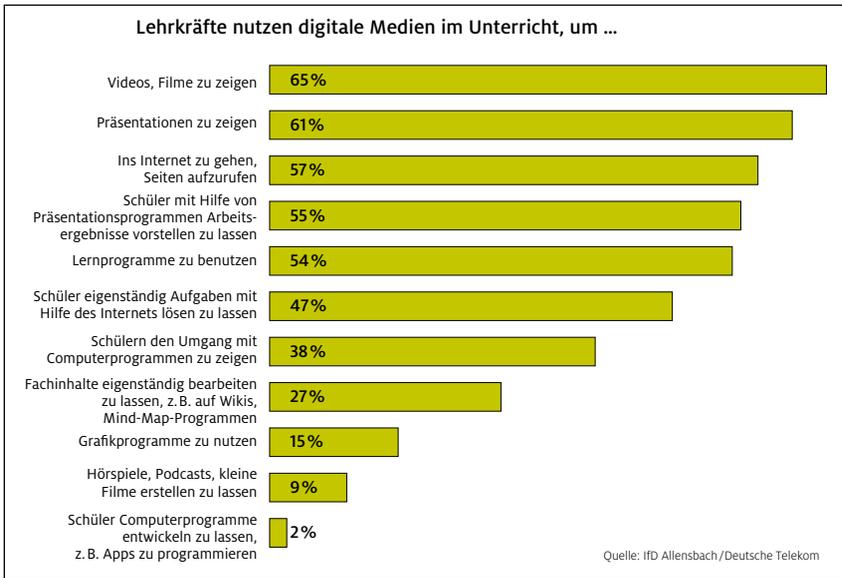


Abb. 1: Einsatzspektrum der digitalen Medien

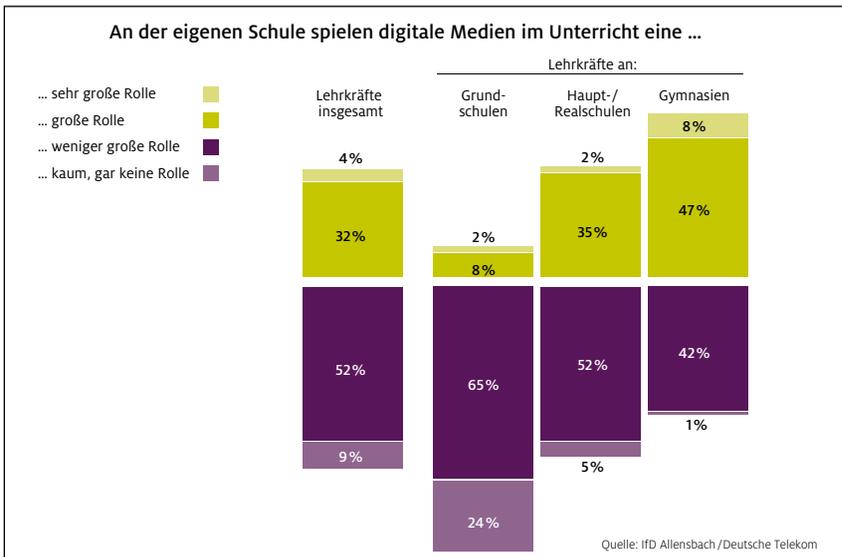


Abb. 2: Rolle digitaler Medien an den Schulen

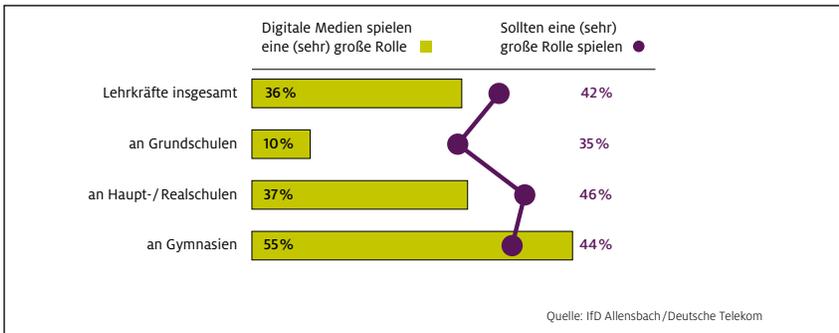


Abb. 3: Tatsächliche und gewünschte Bedeutung digitaler Medien

Nachholbedarf an Haupt- und Realschulen: Vor allem an Haupt- und Realschulen besteht Nachholbedarf, was die Bedeutung digitaler Medien für den Unterricht angeht. Dr. Klaus Kinkel kommentiert dazu: »Dies ist bedauerlich, da diese Schulen in der Regel auf Ausbildungsberufe vorbereiten, in denen PC und Internet ständig in Gebrauch sind.« Die Gymnasien haben hier eindeutig die Nase vorn (Abb. 2). Über die Hälfte der Schüler an Haupt- und Realschulen gaben an, dass sie gerne häufiger am Computer arbeiten würden. Bei den Lehrern plädieren vor allem diejenigen für eine wichtigere Rolle digitaler Medien, die ihre eigene Computer- und Internetkompetenz als besonders gut einschätzen. Inwieweit jedoch dieses Wunschenken der Lehrer mit der Wirklichkeit an ihren Schulen übereinstimmt, hat die Studie ebenfalls erfasst: Während an Gymnasien die tatsächliche Bedeutung größer ist als die gewünschte, ist es an Haupt- und Realschulen und besonders an Grundschulen genau umgekehrt (Abb. 3).

Auch bei der Ausstattung mit moderner Computertechnik zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen den Schulformen. Vier von fünf Schulen besitzen spezielle Computerräume und mehr als zwei Drittel bieten Computerkurse und -Arbeitsgemeinschaften für Schüler an. Zudem gibt es an jeder dritten Schule PC-Arbeitsplätze in den Klassenzimmern oder ein schuleigenes Netzwerk. Jedoch hinken Grundschulen bei der Ausstattung weit hinterher. So verfügen nur 12 % der Primarschulen über frei zugängliche PC-Arbeitsplätze

An der Schule gibt es ...	Lehrkräfte an:		
	Grundschulen	Haupt-/Realschulen	Gymnasien
frei zugängliche PC-Arbeitsplätze, z. B. in Bibliotheken, Mediatheken	12 %	29 %	65 %
WLAN im Schulgebäude	20 %	37 %	53 %
Intranet, Schulnetzwerk	13 %	36 %	51 %
interaktive Whiteboards, elektronische Tafeln	15 %	34 %	46 %
Nutzung von Notebooks oder Tablet-PCs der Schule während des Unterrichts	8 %	21 %	34 %
Ausleihmöglichkeiten für Filme, Lernsoftware usw.	11 %	19 %	30 %
digitale Lernplattform bzw. Netzwerk zum Herunterladen von Übungsaufgaben, Folien oder Präsentationen	7 %	14 %	34 %
Ausleihmöglichkeiten für Notebooks oder Tablet-PCs	3 %	10 %	21 %

Quelle: IfD Allensbach / Deutsche Telekom Stiftung

Abb. 4: Deutlich bessere digitale Ausstattung an den Schulen

im Gegensatz zu 29 % der Haupt- und Realschulen und 65 % der Gymnasien. Auch bei Intranet, WLAN, digitalen Lernplattformen und interaktiven Whiteboards sind die Gymnasien besser aufgestellt als die anderen Sekundarschulen (Abb. 4).

Private Internetnutzung: Außerhalb des Unterrichts nutzen Lehrer und Schüler Computer und Internet ebenfalls sehr rege. So bereiten sich drei Viertel der Lehrer mit modernen Medien auf den Unterricht vor, zwei Drittel halten sich damit fachlich auf dem Laufenden. Eine geringere Bedeutung hat die Kommunikation mit Eltern und Schülern über elektronische Medien. 67 % der Schüler

nutzen die neuen Medien für Internetrecherchen zu bestimmten Themen, erstellen mit ihrer Hilfe Präsentationen (56 %) oder suchen Lösungen für Hausaufgaben (45 %).

Bei der privaten Internetnutzung setzen Lehrer und Schüler unterschiedliche Schwerpunkte: Während die Lehrkräfte eher E-Mails schreiben oder aktuelle Nachrichten aus Wirtschaft und Politik lesen, schauen Schüler gerne Videos, chatten mit Freunden oder spielen am Computer. Die Mehrheit der Schüler (59 %) hat bereits schlechte Erfahrungen mit dem Internet gemacht. Bei Problemen wie Cybermobbing oder Belästigung durch E-Mails suchen die Schüler allerdings eher den Rat der Eltern (59 %), nur 3 % bei ihren Lehrern. Im Gegensatz dazu berichtet jedoch jeder vierte Lehrer, von Schülern deswegen schon einmal angesprochen worden zu sein.

NEUE PROJEKTE DER DEUTSCHE TELEKOM STIFTUNG

Insgesamt hat die Studie gezeigt, dass es neben vielen positiven Entwicklungen auch noch Nachholbedarf gibt – nicht nur bei der Ausstattung von Grund-, Haupt- und Realschulen. Vor allem das Einsatzspektrum digitaler Medien im Unterricht muss erweitert werden, um das Potenzial des Einsatzes – wie etwa beim Projekt »Schule interaktiv« – besser auszuschöpfen. Daher wird sich die Deutsche Telekom Stiftung auch weiterhin verstärkt für das digitale Lernen in Kindertageseinrichtungen und Schulen, aber auch in anderen Bildungskontexten einsetzen. Denkbar sind Angebote für den Elementar- und Primarbereich, die Kindern moderne Technologien bereits sehr früh zugänglich machen, das pädagogische Personal entsprechend schulen und bei der Vermittlung unterstützen. Möglich sind auch Medienbildungsangebote für Risikoschüler in Anbindung an den offenen Ganzttag weiterführender Schulen und mit Hilfe außerschulischer Partner. Ihre neu erworbenen Medienkenntnisse könnten die Jugendlichen dann zur Berufsorientierung und -qualifizierung nutzen – und damit ihre Chancen auf dem Arbeitsmarkt verbessern.

WEITERE INFORMATIONEN



<http://www.telekom-stiftung.de/medienbildung>

ÜBER DEN AUTOR



Seit November 2007 ist Dr. **Gerd Hanekamp** Leiter Programme der Deutsche Telekom Stiftung. 2005 bis 2007 war er Projektkoordinator Exzellenzinitiative beim Wissenschaftsrat. 1996 bis 2005 war er Projektleiter und Stellvertretender Direktor der Europäischen Akademie zur Erforschung von Folgen wissenschaftlich-technischer Entwicklungen Bad Neuenahr-Ahrweiler.

LEARNING BY DESIGN: KOMPETENZAUFBAU BEIM ENTWICKELN DIGITALER MEDIEN

*André Bresges, Stefan Hoffmann, Andreas Schadschneider &
Jeremias Weber*

Die Frage, was einen guten Lehrer ausmacht, beschäftigt Lehrer, Schüler, Eltern und Hochschullehrer vermutlich, seit Wissen verbal von Mensch zu Mensch tradiert wird. Im Zuge der Kompetenzorientierung wird die Frage aber noch einmal spannend, denn für eine gelingende Lehrerausbildung muss definiert werden, welche Kompetenzen eine gute Lehrkraft im Beruf haben muss. Erst im zweiten Schritt kann überlegt werden, wie diese Kompetenzen im Laufe von fünf Jahren an der Universität auszubilden sind.

Die hohe Bedeutung der Fachkompetenz ist dabei gesetzt, und gerade hier hat die Lehrerausbildung an der Universität auch ihre Stärke. Wie sieht es aber mit den anderen Kompetenzen aus, wie zum Beispiel: das Vorwissen einer Lerngruppe zu bestimmen, Fachinhalte zielgruppenspezifisch auszuwählen, diese in eine für die Zielgruppe verständliche Reihenfolge zu bringen, um sie dann unter Einhaltung eines eng getakteten Zeitplans unter Verwendung angemessener Medien zu vermitteln? Dies alles sind wichtige berufsbezogene Kompetenzen, die im Vorbereitungsdienst nach Abschluss der Universität entsprechend konsequent ausgebildet werden. Um unsere Lehramts-Studierenden adäquat darauf vorzubereiten, fehlt an der Universität vor allem eins: die besagte Zielgruppe. Das in diesem Artikel vorgestellte Konzept geht dieses Problem an. Hierbei spielt die Produktion digitaler Medien eine wichtige Rolle: Die theoretische Annahme liegt darin, dass ein guter Regisseur und ein guter Lehrer in einigen Aspekten wesentliche Kompetenzen teilen:

Ein guter Regisseur und ein guter Lehrer müssen ihre Zielgruppe einschätzen können, deren Vorwissen kennen und abschätzen können, wie viel für die Zielgruppe zumutbar ist.

Ein guter Regisseur und ein guter Lehrer müssen ihre Zielgruppe einschätzen können, deren Vorwissen kennen und abschätzen können, wie viel für die Zielgruppe zumutbar ist. Deshalb werden neue Fachbegriffe und Methoden

im guten Unterricht so sorgfältig eingeführt wie neue Hauptfiguren in einer Nachmittagsserie, während die Nutzung von Tabellen, Gleichungen und Geodreiecken gerne so selbstverständlich vorausgesetzt wird wie die Existenz von Kommissaren, Halunken und Pistolen im Abendkrimi.

Eine weitere wichtige Kompetenz der Lehrkraft besteht darin, eine Diagnostik des Lernprozesses vorzunehmen. Im Unterricht findet dies durch direkte Methoden wie Unterrichtsgespräche und Fragestellungen, aber auch durch Tests und Vergleichsarbeiten statt. Bei der Erstellung von Filmen besteht demgegenüber deutlich weniger Kontakt mit der Zielgruppe. Der Regisseur ist auf Versuche mit einem Testpublikum angewiesen und muss eine Theorie haben, wie sich das Testpublikum zusammensetzen sollte und welche Gemeinsamkeiten bzw. Unterschiede zwischen Testgruppe und Zielgruppe bestehen.

In dieser Hinsicht ist eine Seminargruppe an der Hochschule, die gemeinsam ein funktionsfähiges Unterrichtskonzept entwickeln möchte, durchaus in einer ähnlichen Rolle wie ein Produktionsteam an einer Filmhochschule. Gerade die Tatsache, dass eine genaue Vorstellung von der Zielgruppe bestehen muss, ohne direkt mit ihr in Kontakt zu stehen, macht die Sache interessant: Hier sind eine genaue Planung, gute Kommunikation und sorgfältige Arbeit notwendig, damit das »Produkt« funktioniert. Im nachfolgenden Abschnitt wird beschrieben, wie dies für die Lehrerausbildung an Hochschulen genutzt werden kann.

Auch bei der Arbeit mit Schülern im Unterricht ist das Erstellen von digitalen Medien heute nicht nur technisch möglich, sondern sehr empfehlenswert. Gerade bei naturwissenschaftlichen Experimenten und Beobachtungen haben die Schüler damit die Gelegenheit, sich den Lerngegenstand im wahren Sinne des Wortes zu eigen zu machen. Das Experiment bleibt zwar in der Schule – aber der selbst erstellte Film geht in den Besitz der Schüler über, kann zu Hause gezeigt und zu einem Teil des persönlichen Portfolios werden.

Versuche von Bresges et al. (2013) im Unterricht der Gesamtschule Reichshof haben gezeigt, dass die Gruppenarbeit beim Dokumentieren von Versuchen mit Hilfe von Tablets und Videoschnittprogrammen deutlich intensiver ist als beim klassischen Dokumentieren mit Hilfe eines Protokolls. Die Schüler arbeiten länger und intensiver am gleichen Thema. Versuche werden zum Teil mehrfach wiederholt, bis die richtige Kameraperspektive gefunden wird. Das setzt voraus, dass die Schüler sich zuvor klargemacht haben, was in dem



Abb. 1: Das Erstellen digitaler Medien im Unterricht fördert zugleich die Teamfähigkeit, die Kommunikation und die fachliche Auseinandersetzung mit dem Thema.

Video überhaupt zu sehen sein soll. Eine Modellbildung ist dabei ebenso notwendig wie eine inhaltliche Auseinandersetzung auf Seiten der Schüler. Ob diese Modellbildung erfolgt ist, ist den Produkten anzusehen. Wenn zusätzlich dokumentiert wird, welche Einzelteile von den einzelnen Gruppenmitgliedern geliefert werden, kann das digitale Medium sehr leicht archiviert und später als Grundlage für die Notenvergabe herangezogen werden. Auch die Arbeitsbelastung des Lehrers lässt sich leicht begrenzen, wenn die Länge des Filmes begrenzt wird. Eine Länge von 2–5 Minuten pro Gruppenprodukt hat sich bis jetzt bewährt: Die Beschränkung zwingt die Gruppen dazu, eine bewusste Auswahl zu treffen, und hilft dabei, sorgfältig mit der begrenzten Aufmerksamkeit des Betrachters umzugehen.

Die Erstellung digitaler Medien öffnet aber noch zusätzliche Möglichkeiten, die einer modernen Didaktik entgegenkommen. Die konstruktivistische Didaktik nach Reich (2012) versteht Lernen als individuelle Organisation und Konstruktion des Wissens, verbunden mit einer individuellen Sinnzuschrei-

bung durch den Lernenden. Dabei wird verlangt, dass der Lernende einen eigenen, sinnvollen Bezug zum Gelernten aufbaut. In der Naturwissenschaftsdidaktik verlangt Muckenfuß (1995) das »Lernen im sinnstiftenden Kontext«. Klafki (1994) beschreibt die Abarbeitung des Wissens entlang von »epochaltypischen Schlüsselproblemen«. Heute wird in den USA versucht, mit dem Ansatz des »Challenge Based Learning« genau solche Schlüsselprobleme zum Auftakt eines Problemlösungsprozesses zu machen. Dieser Prozess wird mit einem digitalen Medium dokumentiert, dessen Produkt und Lösungsvorschlag ebenso ein digitales Medium darstellt. Die Schüler machen sich hierbei nicht nur das Fachwissen zu eigen, sondern auch das gesellschaftliche Problem, zu dessen Lösung sie das Fachwissen einsetzen.

In den folgenden Abschnitten soll beispielhaft dargestellt werden, wie die problemorientierte Gestaltung digitaler Medien Teil einer Projektarbeit mit Schülern und Studierenden werden kann.

KONZEPT

Im neuen Bachelor-Studiengang für das Lehramt Physik in Köln wurde das Modul »Vermittlung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse« geschaffen. Dieses Modul enthält die folgenden Veranstaltungen:

- Vorlesung »Einführung in die Fachdidaktik der Physik«
- Medienseminar Teil 1
- Medienseminar Teil 2
- Praxisprojekt

In der Vorlesung werden didaktische und lernpsychologische Theorien in Hinblick auf den Physikunterricht thematisiert. Ein besonderes Augenmerk wird bereits hier auf die Modellbildung gelegt, der in der Physikdidaktik besondere Bedeutung zukommt. Die theoretischen Inhalte finden in den Seminaren praktische Anwendung. Durch Analyse existierender Medien und Erstellung eigener Lehr-Lern-Medien soll die Medienkompetenz verbessert werden. Die Studierenden erlernen den Umgang mit technischen Hilfsmitteln wie Video,

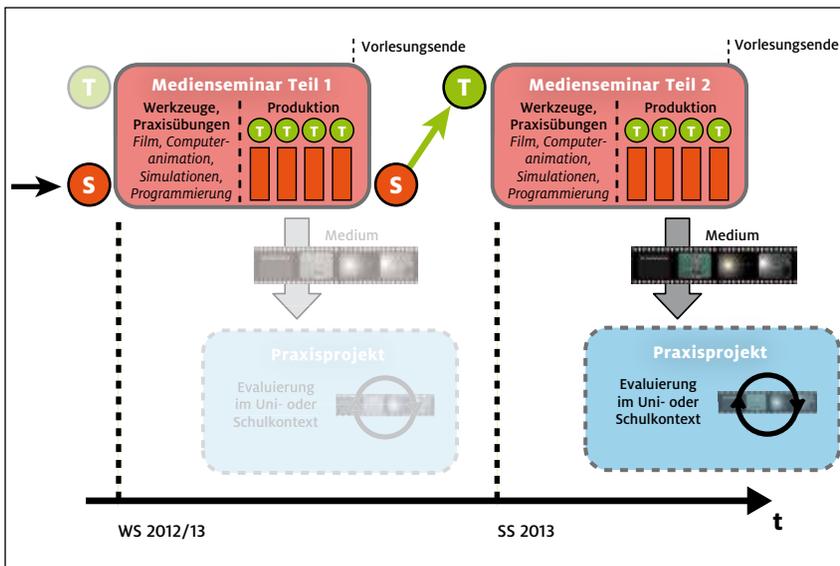


Abb. 2: Zusammenspiel der Veranstaltungen im Modul »Vermittlung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse« in der Physiklehrerausbildung an der Universität zu Köln: S ist ein Student, der in der ersten Phase als Teammitglied an der Gestaltung eines Mediums teilhat. Er findet sich damit in der Rolle eines Schülers im Unterricht ein. Im zweiten Teil des Medienseminars übernimmt er als Tutor (T) schon die Leitung einer Projektgruppe; er befindet sich damit in der Rolle des späteren Lehrers.

Audio, Computeranimation, Simulation oder Programmierung, um in Projektarbeiten eigene Medien zu erstellen und deren Einsatz im Praxisprojekt in Unterrichtssituationen zu erproben.

Anforderungen an die Studierenden / Lernziele: Die Projekte stellen in vielfacher Hinsicht Ansprüche an die didaktischen Fähigkeiten der angehenden Lehrer. Zunächst muss ein Problem gefunden werden, bei dem eine mediale Umsetzung möglich und vor allem sinnvoll ist, d. h. einen Mehrwert in irgendeiner Form bietet. Danach muss das gewählte Problem didaktisch aufbereitet werden. Sollen die Medien zudem in Abwesenheit von Lehrern benutzt werden und steht somit kein Ansprechpartner für Rückfragen zur Verfügung, müssen mögliche Schülerprobleme bei der Erstellung antizipiert werden. Dies ist eine

wichtige Kompetenz für jeden Lehrer. Außerdem wird hierdurch das eigene Verständnis der Zusammenhänge verbessert.

Learning by teaching: Im neuen Bachelor-Studiengang ist das Medienseminar eine 2-semesterige Pflichtveranstaltung. In der ersten Hälfte werden die Werkzeuge vermittelt und in kleinen Übungen angewandt. In der zweiten Hälfte werden die erworbenen Kenntnisse in der Produktion eines eigenen Mediums eingesetzt, dessen Einsatz später evaluiert wird. Zur Nutzung von Synergien wird in den Projekten vor allem in Kleingruppen (2–4 Studierende) gearbeitet. Diese bestehen aus Anfängern (»Schülern«) und ein bis zwei Erfahrenen (»Tutoren«), die den ersten Teil des Seminars bereits absolviert haben. Daher besitzen sie bereits Grundkenntnisse über die zur Verfügung stehenden Tools, die sie konkret schon in einem kleinen Medienprojekt angewendet haben. Im zweiten Durchgang führen sie die Produktionsteams an und können bei der Vermittlung des Umgangs mit den Tools mit einbezogen werden.

Nach der Fertigstellung im ersten Semester wird der Einsatz des Mediums in einer Unterrichtssituation erprobt. Im Praxisprojekt entwickeln die Studierenden Testfragen zu ihrem Medium, mit denen die Wirksamkeit überprüft werden und ggf. Überarbeitungsbedarf identifiziert werden kann.

TOOLS

Es wird darauf geachtet, dass Tools ausgewählt werden, die eine möglichst geringe Plattformabhängigkeit besitzen und für die Studierenden an der Universität und später als Lehrer an der Schule frei verfügbar sind, sodass keine Kosten entstehen. Die verwendeten Tools sollen nun kurz vorgestellt werden.

Video: Filmische Techniken werden durch eine Analyse vorliegender Filme erarbeitet und in praktischen Anwendungsbeispielen nachvollzogen. So werden z. B. Einstellungsgrößen, Perspektiven, Schnittregeln, Beleuchtungstechniken und Audioaufnahmetechnik in kleinen Beispielprojekten mit mobilen Endgeräten (hier: iPads) erprobt. Der Vorteil dabei ist, dass eine intuitive Software es ermöglicht, die Schritte Filmen, Schneiden und Vertonen in einem Gerät ohne

#	Skizze/Shot	Real-Shot	Computergrafik	Darsteller	Text
1		Totale: im Hörsaal, Tafel		Prof	»Am 11. August 1999 war es das letzte Mal so weit.«
2			Anim / Weltall: Mond schiebt sich an Sonne vorbei	Sonne / Mond	»Wir konnten in Deutschland eine totale Sonnenfinsternis beobachten.«
3		Halbnahe: Prof setzt Brille auf		Prof, Schutzbrille	»Um eine Sonnenfinsternis anzuschauen, muss man sich unbedingt eine solche Filterbrille auf den Kopf setzen.«
4			Anim / Weltall: Mond umkreist die Erde	Erde, Mond	»Diese Brillen sind absolut notwendig. Schaut man ohne ihren Schutz in die Sonne, werden die Augen so stark geschädigt, dass man vielleicht nie wieder lesen kann!«
5		Overlay: Animation über dem Realfilm, Prof zeigt		Prof, Erde, Mond, Sonne	»Um besser zu verstehen, wie eine Sonnenfinsternis zustande kommt, müssen wir uns das Ganze einmal aus dem Weltall betrachten ...«

Abb. 3: Storyboard zum Projekt »Sonnenfinsternis«: Die Studierenden analysieren das Phänomen, identifizieren die beteiligten Objekte und visualisieren eine Handlung mit Hilfe von Skizzen. Sprechertexte und Kameraanweisungen machen das Storyboard zu einer unverzichtbaren Hilfe im Produktionsprozess.

Bruch und Zeitverlust zu realisieren. Wenn die Techniken beherrscht werden, kommt in den Hauptprojekten professionelles Equipment zum Einsatz: non-linearer Videoschnitt, HD-Kamera und Tonkabine für Sprechertexte.

Zur Planung eines Filmprojekts entwickeln die Studierenden ein Storyboard, in dem Skizzen, beteiligte Objekte und Sprechertexte enthalten sind. Da dieses

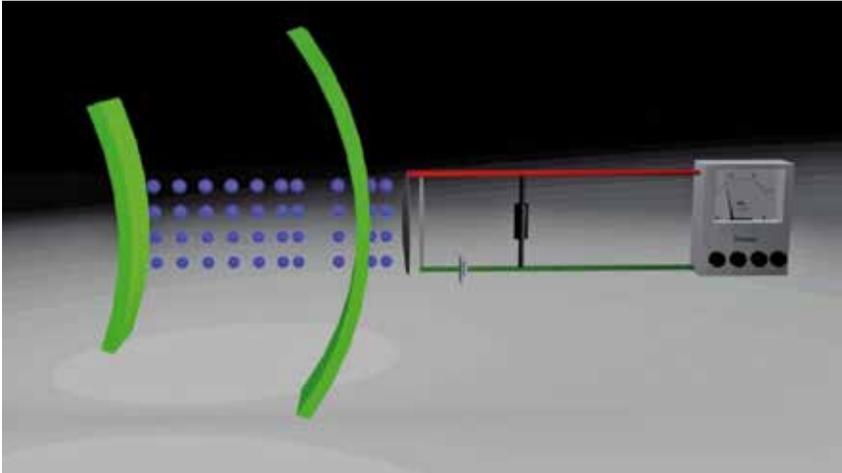


Abb. 4: Die Umwandlung von Schallwellen in der Luft in elektrische Signale wird mittels Computeranimation visualisiert: Die Studierenden müssen beteiligte Objekte identifizieren und eine didaktische Reduktion auf die zur Erklärung des Vorgangs notwendigen Objekte durchführen.

Storyboard online in der Lernplattform geführt wird, kann daran gemeinsam auch außerhalb der Seminarsitzungen gearbeitet werden. Dozenten geben hier schriftliche Rückmeldungen und Tipps. Im Seminarkontext muss das fertige Storyboard vom zuständigen Domänenexperten, dem Dozenten, abgesegnet werden. In der schulischen Arbeit z. B. in Schülerprojekten übernehmen später die Physiklehrer diese Aufgabe.

Computergrafik: Im Education-Bereich bietet die Firma Maxon spezielle kostenfreie Educational-Lizenzen der professionellen Computeranimationssoftware CINEMA 4D, die die Studierenden durch Einsendung eines Studierendenausweises freischalten lassen können. Damit steht eine Plattform zur Verfügung, die auf der einen Seite professionellen Ansprüchen genügt und die sich auf der anderen Seite als gut erlernbare Software herausgestellt hat, sodass es schnell zu ersten Erfolgserlebnissen kommt.

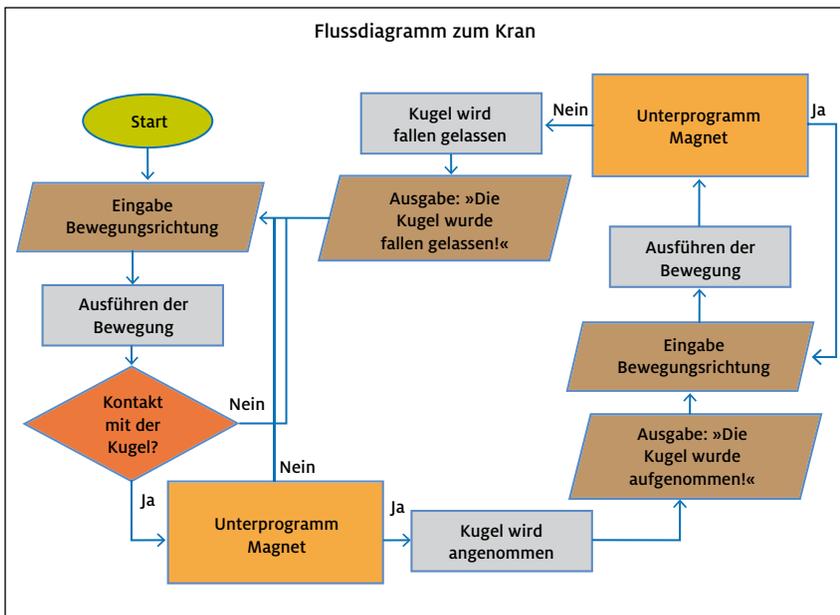


Abb. 5: Flussdiagramm eines einfachen Spiels, programmiert in der Spieleumgebung »Unity«

Programmierung: Bei der Einführung in die Programmierung steht nicht das Erlernen einer bestimmten Programmiersprache im Vordergrund (verwendet wird z. B. JavaScript). Stattdessen sollen vor allem Algorithmen zur Problemlösung entwickelt und umgesetzt werden. Ein wesentliches Hilfsmittel zur Strukturierung sind hierbei Programmablaufpläne (»Flussdiagramme«). In Analogie zum Storyboard bei der Erstellung von Videos sollen die Programmablaufpläne die Umsetzung eines Algorithmus unterstützen. In einer ersten Übungsphase werden dabei Flussdiagramme für einfache Fragestellungen erstellt und diskutiert. Abbildung 5 zeigt das Flussdiagramm für ein einfaches Spiel, das in der Spiele-Entwicklungsumgebung »Unity« erstellt wird. Hier soll ein Kran eine Kugel greifen. In dem Flussdiagramm werden verschiedene Systemzustände identifiziert, die anschließend mit JavaScript in Form von kurzen Programmierskripten umgesetzt werden, die in der Software den einzelnen Objekten »Kran« oder »Kugel« zugeordnet werden können.



Abb. 6: Im Siegerbeitrag des Multimedia Science Slam 2011 haben Studierende zur Veranschaulichung des Treibhauseffekts einfallende Lichtstrahlen und abgestrahlte infrarote Strahlung mit Hilfe einer Computeranimation visualisiert, da diese Vorgänge in der Alltagswelt mit dem bloßen Auge nicht zu erfassen sind.

Die Entwicklung von Programmen ist ein geeigneter Weg, sich die Natur bestimmter naturwissenschaftlicher und technischer Prozesse klarzumachen. Die auch kommerziell erfolgreich genutzte Spieleumgebung erzeugt bei vielen Lernenden eine hohe Eingangsmotivation. Viele Schüler und Studierende fangen nach kurzer Auseinandersetzung mit der Software regelrecht Feuer und nutzen das Einsteigerwissen, um eigene Projekte zu verfolgen.

BEST-PRACTICE-BEISPIELE

Die erstellten Medien werden, sofern Persönlichkeitsrechte gewahrt wurden und in entsprechenden Rechteformularen einer Veröffentlichung zugestimmt wurde, auf Universitätsplattformen (YouTube- oder iTunesU-Channel) einer breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht und in der Lehre eingesetzt.

Seit 2011 führen die Physikdidaktikabteilungen der Universitäten Köln und Münster einen gemeinsamen Multimedia Science Slam durch. In der Veranstaltung werden die Produkte der Studierenden in einem großen Kinosaal der Öffentlichkeit präsentiert. Durch einen Abstimmungsprozess unter allen Anwesenden wird die beste Produktion mit einem Preis gekürt.



Abb. 7: Die optimale Mischung der Medientypen hilft dabei, ein Problem (hier eine Schülervorstellung) aufzugreifen und behutsam zu lösen. Mit Computeranimationen können Phänomene vereinfacht und idealisiert dargestellt werden und so zum Verständnis beitragen.

Lehrfilm zur Entstehung von Flüssen mit Berücksichtigung der Zielgruppe: Die Projektgruppe hat sich zunächst mit einem Vertreter der Zielgruppe Grundschule auseinandergesetzt und hat in Interviews erfahren, welche Schülervorstellungen zu dem Thema existieren. Eine interviewte Schülerin erklärt, dass ein Fluss etwas von Menschen Geschaffenes ist: »Die Leute graben einen langen Graben, dann hat es so lange geregnet, bis man mit dem Schiff fahren konnte.« Ausgehend von dieser Problemstellung, überlegen sich die Gruppenmitglieder, wie man diese Schülervorstellung in Szene setzen und behutsam korrigieren kann.

Dazu werden in dem Film alle zur Verfügung stehenden Werkzeuge eingesetzt:

1. Eine Video-Einleitung führt in das Thema ein, indem ein Sprecher am Rhein steht und das Problem aufwirft: »Jedes Kölner Kind kennt den Rhein! Doch wie entstand der Fluss?«
2. In der Interviewszene wird der Zuschauer mit der Vorstellung eines Schülers konfrontiert. Je repräsentativer die Stichprobe, desto mehr Personen

der Zielgruppe werden sich mit der hier nicht richtigen Schülervorstellung identifizieren.

3. In den nächsten Schritten muss es nun gelingen, die Schülervorstellung zu einem Widerspruch zu bringen oder eine nachvollziehbare richtige Lösung des Problems zu präsentieren, die dem Betrachter einleuchtet, sodass die falsche Vorstellung ersetzt werden kann. Dazu werden in diesem Beispiel verschiedene Medientypen verwendet.
4. In einem Realexperiment wird verdeutlicht, dass sich das Wasser auch ohne menschlichen Einfluss einen Weg sucht, der mit der Zeit immer stärker ausgeprägt die Form eines exemplarischen Flusslaufs ergibt.

Um zu visualisieren, welche Prozesse die Bildung von stärkeren Kurven hervorrufen, wird im 4. Schritt eine Computeranimation eingeführt, die den Abtrag des Flussbetts vom Prall- hin zum Gleithang anschaulich darstellt. Ein Kurvenverlauf wird so weit verändert, bis sich ein geschwungener Altarm bildet. In einem abschließenden Schritt wird die Rahmenerzählhandlung wieder geschlossen, indem man auf den dadurch schnelleren Schiffsverkehr auf dem Rhein hinweist. Über das Medienseminar der Universität Köln wurde dieses Beispiel in die Medienplattform für Universitäten iTunesU eingespeist.

Entwicklung eines Serious Game: Das vorangegangene Beispiel dokumentiert die Entwicklung eines klassischen Kurzfilms für die Verwendung im Unterricht. Im Rahmen des »Converging«, des Zusammenfließens von klassischen und computergenerierten Inhalten, verschwinden zusehends auch die Grenzen zwischen Computerspiel und Spielfilmhandlung. Aktuelle Spieletitel haben Produktionsetats in der Größenordnung von Hollywoodproduktionen und eine Dramaturgie, die von einem geskriptetem Ablauf mit wenigen Handlungsoptionen bis hin zu komplett offenen Spielwelten reicht.

Im Rahmen der Entwicklung des Medienseminars wurde auch die Entwicklung einer offenen Spielwelt unter dem Titel »HellGo-Land« erprobt und ihr Einsatz im Zdi-Schülerlabor »Unser Raumschiff Erde« der Universität zu Köln evaluiert. Damit stellt es ein typisches Beispiel für ein Praxisprojekt dar: Die Entwicklung wird zu Anfang durch die Dozenten angestoßen, aber in Eigenleistung zu einem eigenen Produkt fortentwickelt. Die Nutzung des Produkts und die Evaluierung bilden den Abschluss des Praxisprojekts.

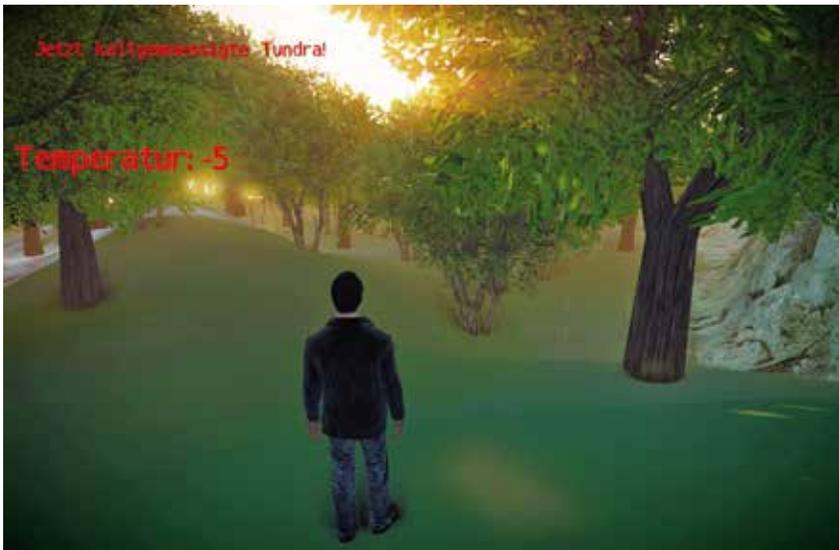


Abb. 8: Ein Blick über die virtuelle Insel

Bei »HellGo-Land« handelt es sich um eine Klimasimulation auf einer virtuellen Insel, die spielerisch die Zusammenhänge zwischen Temperatur, Niederschlag und Vegetation vermittelt und die Auswirkungen des Treibhauseffekts beleuchtet. Das Ziel des Serious Game war, eine Verbindung zwischen den verschiedenen Stationen des Schülerlabors zu schaffen. Die Stationen bestehen aus anschaulichen Hands-On-Experimenten, in denen Schüler erfahren sollen, wie beispielsweise Sonnenstand und Temperatur zusammenhängen oder wie die Wassererwärmung den Treibhauseffekt beeinflusst. Zum Zeitpunkt der Konzeption hatten diese Experimente keine Verbindung untereinander, sondern standen für sich.

»HellGo-Land« wurde unter der Maßgabe entwickelt, die verschiedenen Versuche ineinander zu integrieren und den Schülern einen Einblick in die Komplexität unserer realen Welt zu bieten. Zu diesem Zweck erschien eine Computersimulation geeigneter als ein Film oder ein ähnliches Medium, da die Schüler durch eigene Manipulation besser diese Komplexität erfahren können (vgl. Dörner, 1989). Computersimulationen bzw. Serious Games sind

dabei hervorragend geeignet, da hier in einer Art »Sandkasten« schnell verschiedene Umgebungsvariablen durch die Schüler manipuliert werden können und die Auswirkungen sofort sichtbar sind. Diese wären im vorliegenden Fall Änderungen der Vegetation oder des Sonnenstandes.

Die Entwicklung von »HellGo-Land« fand mit Hilfe der CryEngine3 statt, einer Computerspiele-Entwicklungsumgebung, da diese die Möglichkeit zur Entwicklung realistischer Umgebungen bietet. In der Entwicklung wurden zuerst passende Vegetationszonen definiert und diese dann in die Simulation eingebaut. Die Programmierung fand mit Hilfe des sogenannten »Flowgraph-Editors« statt, einer Entwicklungsumgebung, die programmieretechnisch unerfahrene Studierende unterstützt. Diese »Flowgraphs« reichen aus, um eine Klimasimulation zu modellieren, insbesondere auch die mathematisch-physikalischen Berechnungen zur Ableitung des Sonnenstands aus der Temperatur (über die absorbierte und nicht reflektierte Energie und das Stefan-Boltzmann-Gesetz). Auch der Treibhauseffekt, als korrigierender Faktor in der Temperaturberechnung (die Menge der reflektierten Energie wurde verringert), kann so modelliert werden.

Zur Einbindung eines Serious Game in einen Schulkontext ist ein didaktischer Rahmen nötig. Im vorliegenden Fall wurde ein Vier-Phasen-Modell gewählt:

- Explorative Phase: Die Schüler sollen die Insel frei erkunden.
- Instruktive Phase: Die Schüler erhalten Aufgaben, nach denen sie die Klimasimulation manipulieren sollen.
- Integrative Phase: Die Verbindung zu den übrigen Stationen des Schülerlabors wird hergestellt.
- Abschlussphase: Der Treibhauseffekt wird eingeführt, und die Schüler erhalten erneut Aufgaben zur Manipulation der Klimasimulation.

Mit Hilfe von Fragebögen wurde »HellGo-Land« mit drei verschiedenen Schulklassen evaluiert. So wurde geprüft, ob und welche neuen Begriffe gelernt wurden, ob das allgemeine Verständnis zu Klimafragen der Schüler erweitert wurde und ob die Schüler ein erweitertes Wissen zu der Komplexität des Themas »Klima« erlangten. Dazu sollten die Schüler den Fragebogen vor und nach dem Absolvieren der Station ausfüllen. Die Evaluation deutete auf eine leichte

Verbesserung in der Anzahl der gelernten Begriffe und dem Verständnis von komplexen Zusammenhängen hin. Aus der eigenen Beobachtung lässt sich jedoch schließen, dass insbesondere die instruktive und die integrative Phase noch erweitert werden müssen.

Dies soll nur ein kurzer, beispielhafter Einblick sein, wie ein solches Praxisprojekt aussehen kann, wenn kein Film, sondern eine Computersimulation entwickelt werden soll. Das grundlegende Prinzip bleibt jedoch erhalten, von der Entwicklung im Medienseminar hin zu einem Einsatz in der Praxis und einer Evaluation zum Abschluss.

ZUSAMMENFASSUNG

In diesem Überblicksartikel werden verschiedene Wege aufgezeigt, um mit Lernenden in die Entwicklung digitaler Medien einzusteigen und dabei gleichzeitig kompetenzorientierten Unterricht nach den Vorgaben der Kultusministerkonferenz durchzuführen. Digitale Medien sind in unserer Gesellschaft ohnehin die wichtigsten Werkzeuge zur Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung von Wissen. Es ist daher absolut sinnvoll, den Prozess der Mediengestaltung dabei bewusst, aktiv und geplant in den Erkenntnisprozess einzubeziehen. Als positiver Nebeneffekt erfolgt bei den Lernenden eine Vernetzung des Wissens, das nicht isoliert ist, sondern durch den Prozess der Verarbeitung und Gestaltung des digitalen Lernprodukts emotionalisiert ist und zum Teil des eigenen, digitalen Portfolios werden kann.

WEITERE INFORMATIONEN



Lehrfilm zur Entstehung von Flüssen:

<https://itunes.apple.com/de/itunes-u/physik-und-astronomie/id430868113>

LITERATUR

- Bresges, A., Beckmann, R., Schmoock, J., Quast, A., Schunke-Galley, J. & Firmenich, D. (2013). Das »Reichshofer Experimentierdesign« zur Entwicklung und Überprüfung des Einsatzes von iPad oder anderen Tablet-PC im Physikunterricht. *PhyDid B – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung*. Berlin. Verfügbar unter <http://phydid.physik.fu-berlin.de/index.php/phydid-b/article/view/467>
- Dörner, D. (1989). *Die Logik des Mißlingens. Strategisches Denken in komplexen Situationen*. Reinbek: Rowohlt Taschenbuch Verlag.
- Klafki, W. (1994). Zweite Studie: Grundzüge eines neuen Allgemeinbildungskonzeptes. Im Zentrum: Epochaltypische Schlüsselprobleme. In W. Klafki (Hrsg.), *Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik. Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik*. 4. Auflage (S. 43–82). Weinheim: Beltz.
- Muckenfuß, H. (1995). *Lernen im sinnstiftenden Kontext: Entwurf einer zeitgemäßen Didaktik des Physikunterrichts*. Berlin: Cornelsen.
- Reich, K. (2012). *Konstruktivistische Didaktik. Das Lehr- und Studienbuch mit Online-Methodenpool*. 5. Auflage. Weinheim: Beltz.

ÜBER DIE AUTOREN



André Bresges studierte Physik und Technologie an der Gerhard-Mercator-Universität Duisburg. Mit der Übertragung von Ansätzen der Objektorientierten Modellbildung auf die Belange der Didaktik der Physik promovierte er 2002. Für eine Anwendung des Konzepts, die Simulationssoftware »Mechanik und Verkehr«, wurde er 2004 mit dem »Safety Star« von Renault, STERN und dem Bundesfahrlehrerverband ausgezeichnet. Er ist seit 2007 Direktor des Instituts für Physik und ihre Didaktik an der Universität zu Köln.

Stefan Hoffmann studierte Physik und Technologie an der Gerhard-Mercator-Universität Duisburg. Nach seinem Studium wurde er für das Konzept »EINBLICK-Medien – Produktion naturwissenschaftlich und technisch fundierter Lehr- und Informationsmedien« mit dem StartUp Duisburg Existenzgründerpreis 2005 ausgezeichnet. Seit 2008 arbeitet er am Institut für Physik und ihre Didaktik der Universität zu Köln.

Andreas Schadschneider schloss 1991 das Studium der Physik an der Universität zu Köln mit der Promotion ab. Nach einem Postdoc-Aufenthalt an der State University of New York in Stony Brook hat er sich 1999 mit einer Arbeit zu interdisziplinären Anwendungen der statistischen Physik habilitiert. 2006 wurde er zum apl. Professor am Institut für Theoretische Physik der Universität zu Köln ernannt. Seit 2008 ist er auch am Institut für Physik und ihre Didaktik tätig.

Jeremias Weber studierte Physik und Chemie an der Universität zu Köln. Sein Examen behandelte die Erstellung und Nutzung einer Klimasimulation im Schülerlabor der Uni Köln. Nach seinem Examen begann er mit einer Promotion im Bereich Verkehrssicherheit und Physik und arbeitet parallel seit 2012 im Institut für Physik und ihre Didaktik als Lehrkraft.

Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht (2014), J. Maxton-Küchenmeister & J. Meßinger-Koppelt (Hrsg.), Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag

MOBILE ENDGERÄTE ALS EXPERIMENTIERMITTEL IM NATURWISSENSCHAFTLICHEN UNTERRICHT

Stand der fachdidaktischen Forschung

Jochen Kuhn & Patrik Vogt

Umfrageergebnisse aus dem Jahr 2014 zeigen, dass mittlerweile gut ein Drittel der Jugendlichen in Deutschland einen Tablet-PC und mehr als 80 % ein Smartphone nutzen (Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V., 2014), sodass diese Geräte mehr und mehr zum alltäglichen Werkzeug speziell der jungen Generation gehören. Auch in Schulen hält der Tablet-PC zunehmend Einzug, wobei dabei die Nutzung der Geräte bisher primär als Notebook-Ersatz erfolgt (z. B. als Cognitive Tool, zu Recherchezwecken, mit Anwendungssoftware). Neben den allseits bekannten negativen Auswirkungen dieser Geräte wird international diskutiert, dass deren technische Entwicklung und alltägliche Nutzung durch die Schüler den Unterricht auch durchaus bereichern können (West & Vosloo, 2013). Bisher häufig außer Acht gelassen werden allerdings Möglichkeiten, Smartphone und Tablet-PC als Experimentiermittel im naturwissenschaftlichen Unterricht zu verwenden.

Dabei ist der Einsatz dieser Geräte als Experimentiermittel im Physikunterricht vielfältig möglich. Das ist im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass sie mit vielen internen Sensoren ausgestattet sind. So sind darin zum Beispiel Mikrofon und Kamera, Beschleunigungs-, Magnetfeldstärke- und Beleuchtungsstärkesensor, Gyroskop, GPS-Empfänger und teils sogar Temperatur-, Druck-, E-Feld- und Luftfeuchtesensor zu finden. Die mit den Sensoren erfassten Daten lassen sich über zusätzliche Programme, sogenannte Apps, auslesen, sodass sowohl qualitative als auch quantitative Experimente mit den Geräten möglich sind. Solche Geräte stellen somit kleine, mobile Messlabore dar, die unübersichtliche Versuchsaapparaturen ersetzen können und den Lernenden aus ihrem Alltag gut bekannt sind. Dadurch wird eine hohe Vertrautheit mit ihrer Bedienung erwartet.

In den letzten Jahren wurden im deutschen Sprachraum bereits verschiedene Artikel zum Einsatz von Smartphones als Experimentiermittel im Physikunterricht (z. B. Kuhn, Vogt & Müller, 2011; Vogt, Kuhn & Gareis, 2011; Vogt, 2013; Vogt & Kasper, 2014) sowie diesbezüglich Lehrerhandreichungen (Vogt, Kuhn & Wild, 2012) veröffentlicht. Seit 2013 publiziert außerdem die Zeitschrift »Physik in unserer Zeit« in jedem Heft eine Beschreibung einer App und ein zugehöriges Beispielexperiment (Kuhn, Wilhelm & Lück, 2013). Nach dem Start der Kolumne »iPhysicsLabs« in der Zeitschrift »The Physics Teacher« im Jahr 2012, in der monatlich ein neues Experiment mit solchen Geräten vorgestellt wird (s. Kuhn & Vogt, 2012), wurden vielfältige und umfassende Beispiele von Smartphone-Experimenten auch in verschiedenen Zeitschriften im angloamerikanischen Sprachraum veröffentlicht. Speziell im Bereich Akustik wurden vielfältige Einsatzmöglichkeiten diskutiert (Hirth, Klein & Kuhn, 2013; Kuhn & Vogt, 2013 a; 2013 b; Kuhn, Vogt & Hirth, 2014; Schwarz, Vogt & Kuhn, 2013; Vogt & Kuhn, 2012). Eine Zusammenstellung bisher publizierter Beispiele zum Thema zeigt Kuhn (2014 a) im englischsprachigen und Kuhn (2014 b) im deutschsprachigen Raum. Ein Überblicksartikel speziell zum Einsatz des Tablet-Computers als Messwerterfassungssystem im deutschsprachigen Raum zeigt Vogt (2014). Beispiele für solche »Smartphone-Experimente« im Physikunterricht werden in diesem Buch in den Beiträgen von [Hirth, Klein, Kuhn & Müller](#) (S. 145) und [Kruse](#) (S. 162) vorgestellt. Obwohl das Experiment im naturwissenschaftlichen Unterricht eine zentrale Rolle spielt und die mobilen Endgeräte in dieser Hinsicht vielfältige Einsatzmöglichkeiten bieten, gibt es bisher wenige Untersuchungsergebnisse über deren effektiven Unterrichtseinsatz. Dieser Beitrag diskutiert deshalb Inhalt, Methode und Ergebnisse einer ersten Interventionsstudie im Physikunterricht.

THEORETISCHER RAHMEN UND LERNINHALT

Der lerntheoretische Ansatz des Einsatzes von Smartphone und Tablet-PC als Experimentiermittel im naturwissenschaftlichen Unterricht beruht im Wesentlichen auf dem hohen Grad an Alltags- und Lebensweltbezug des Experimentiermittels »Smartphone« bzw. »Tablet-PC« und gliedert sich somit in den

instruktionspsychologischen Rahmen des situierten Lernens (z. B. Greeno, Smith & Moore, 1993; Gruber, Law, Mandl & Renkl, 1995) und der Kontextorientierung (Context Based Science Education, CBSE; Bennet, Lübben & Hogarth, 2007; Fensham, 2009; Kuhn, Müller, Müller, & Vogt, 2010; Taasoobshirazi & Carr, 2008) ein. Die Annahme ist, dass neben der Authentizität des Themas auch die Authentizität der in Versuchen verwendeten Medien einen positiven Einfluss auf das Lernen in der Physik hat (materiale Situierung). Daher führt dieser Aspekt zu einer theoretischen Erweiterung oder Spezifikation des kontextbasierten Lernens, indem ein materialer zu den bisherigen thematischen, episodischen und sozialen Aspekten ergänzt wird (Kuhn et al., 2010). Konkret bedeutet diese Annahme, dass der kognitive und motivationale Lernerfolg der Lernenden in Bezug auf Experimente im Physikunterricht größer ist, wenn sie ein physikalisches Phänomen mit Experimentiermitteln untersuchen, die sie jeden Tag benutzen, wenn auch für verschiedene Zwecke. Die hier beschriebene Studie wird von zwei Zielen geleitet: erstens der Entwicklung der physikalischen Experimente, die mit mobilen, authentischen Medien durchgeführt werden können, und zweitens die Auswirkungen des Experimentierens mit diesen Medien auf das Lernen und die Motivation im täglichen Physikunterricht.

Die in diesem Beitrag beschriebene Pilotstudie weist ein quasi-experimentelles Versuchs-Kontrollgruppendesign auf. Lerngegenstand waren Experimente zum Thema Akustik, die im Rahmen eines Stationenlernens in zwei 10. Klassen in einer deutschen Realschule Plus (Sekundarstufe) durchgeführt wurden. Das Thema Akustik (wie auch das Thema der Mechanik) bietet verschiedene Möglichkeiten, um Experimente mit Smartphone und Tablet-PC bei verschiedenen Leistungsniveaus verwenden zu können. Zum Beispiel könnte das Phänomen der Überlagerung zweier Töne mit geringfügig verschiedenen Frequenzen qualitativ oder quantitativ analysiert werden (vgl. Beiträge [Mähler & Pallack](#), S. 119, sowie Kuhn, Vogt und Hirth, 2014). So könnten die beiden Töne mit zwei Smartphones oder Tablet-PC und einer entsprechenden App (z. B. Audiokit für iOS) erzeugt werden. Wenn die beiden Töne kleine Unterschiede in ihren Frequenzen haben, wird eine sogenannte Schwebung hörbar. Dies ist daran erkennbar, dass sich die beiden Töne zu einem Ton überlagern, der periodisch lauter und leiser wird. Um dieses Phänomen zu analysieren, können die Unterschiede zwischen den Frequenzen der beiden

Töne variiert und die Wirkung auf die hörbare Schwebungsfrequenz beschrieben werden: Je größer der Unterschied zwischen den beiden Frequenzen, desto größer ist die Schwebungsfrequenz. Um dieses Phänomen quantitativ zu analysieren, muss ein drittes Smartphone oder Tablet einbezogen werden, um die Überlagerung der beiden Signale zu erkennen (siehe Abb. 1). Somit können sowohl der Wert der Schwebungsfrequenz als auch die wahrgenommene Tonfrequenz bestimmt und die theoretischen Zusammenhänge experimentell bestätigt werden.



Abb. 1: Untersuchung einer akustischen Schwebung: Zwei Smartphones erzeugen zwei Töne mit geringem Frequenzunterschied (hier mit Hilfe der iOS-App »Audio Kit«), die durch die Überlagerung der beiden Schallschwingungen erzeugte akustische Schwebung wird hier mit der iOS-App »Oszilloskop« erfasst.

FORSCHUNGSFRAGEN UND HYPOTHESEN

Auf der Grundlage des im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen theoretischen Rahmens wurden folgende Hypothesen in der Pilotstudie untersucht:

- Lernende, die mit Smartphone und Tablet-PC experimentieren, erreichen eine größere Lernleistung als Lernende, die mit herkömmlichen, inhaltsgleichen Experimenten lernen.

- Lernende, die mit Smartphone und Tablet-PC experimentieren, sind motivierter als Lernende, die mit herkömmlichen, inhaltsgleichen Experimenten lernen.

Besondere Bedeutung wird dabei dem wahrgenommenen Selbstkonzept (als Teildimension der Motivation zur Selbstwirksamkeit) zugeschrieben, denn dies ist von besonderer Bedeutung für situiertes bzw. kontextorientiertes Lernen.

- Das wahrgenommene Selbstkonzept (als Teildimension der Motivation) kann durch das Lernen mit Smartphone-Experimenten verbessert werden.
- Die positiven Effekte auf Motivation und Leistung bleiben wenigstens für einige Wochen nach der Intervention erhalten (zeitliche Stabilität).

Die folgenden Forschungsfragen wurden in der aktuellen Pilotstudie behandelt:

Wie robust sind die beobachteten Effekte gegenüber einschlägigen, bedeutenden Lernvariablen, wie z. B. Leistungsniveau, Geschlecht, nonverbale Intelligenz, Leseverständnis? Eine Frage von besonderem Interesse ist, ob die Unabhängigkeit der Ergebnisse im Rahmen kontextorientierten Lernens von dem Einfluss des Geschlechts der Schüler (Fensham, 2009; Kuhn & Müller, 2014) repliziert werden kann.

VERWENDETE MATERIALIEN UND METHODEN

Stichprobe und Studienverlauf: Die oben genannten Hypothesen wurden in einer Pilotstudie mit einem quasi-experimentellen Studiendesign mit Messwiederholungen untersucht, bei der eine Lerngruppe mit Smartphone-Experimenten (Versuchs-/Experimentalgruppe, EG) und eine Lerngruppe mit inhaltsgleichen Experimenten mit schultypischen Experimentiergeräten (Kontrollgruppe, KG) arbeitete. Somit dienten die beiden Gruppen bei der Untersuchung als unabhängige Variable (Faktoren) sowie Motivation und Lernen (Leistung) als abhängige Variablen (siehe folgende Abschnitte). Folglich unterschieden sich die beiden Gruppen nur in der Art des verwendeten Experimentiermaterials (Smartphone vs. konventionelle Versuchsgeräte) und den

damit verbundenen Darstellungen, wobei Umfang und Struktur der Unterrichtsstunden, Lerninhalte der Experimente, die durchgeführt wurden, und Lehrkraft (Parallelklassen) gleich waren.

Die Untersuchung wurde in zwei 10. Klassen in einer Realschule Plus (Sekundarstufe) im Bundesland Rheinland-Pfalz durchgeführt. Insgesamt nahmen an der Studie 58 Lernende teil, 28 Schüler in der EG (47% weiblich, 53% männlich) und 30 Schüler in der KG (51% weiblich, 49% männlich). Vor Beginn der Intervention wurden Tests zur nonverbalen Intelligenz und zum Leseverständnis sowie Prätests zu Motivation und Leistung durchgeführt. Während des dann folgenden zweiwöchigen Unterrichts (Intervention) bearbeiteten die beiden Gruppen vier verschiedene Lernstationen mit Experimenten zur Akustik (zwei Physikstunden pro Woche in jeder Gruppe) mit den Themen »akustische Schwebung«, »Schallarten«, »Schallgeschwindigkeit« und »Schallausbreitung«. Die Unterrichtsmethode in beiden Gruppen war ein Stationenlernen; die Inhalte, der Umfang und die Schwierigkeitsgrade der Experimente und die Arbeitsmaterialien der Lernstationen in den beiden Gruppen waren identisch und unterschieden sich nur in dem verwendeten Experimentiermaterial. Nach zwei Wochen Unterricht führten die Schüler den Motivations- und den Leistungs-Posttest durch. Eine Woche nach Beendigung des folgenden Unterrichtsthemas, das in den beiden Gruppen identisch und unterschiedlich zur Akustik war, wurden die Follow-up-Messungen durchgeführt, um die langfristigen Auswirkungen des Smartphone-Einsatzes zu untersuchen. Alle Tests wurden mit standardisierten oder etablierten Instrumenten durchgeführt (siehe unten), mit Ausnahme des Leistungstests, der curricular valide Fragen im Multiple-Choice-Format umfasste (siehe Abschnitt »Materialien und Instrumente«). Das Studiendesign ist in Abbildung 2 (s. folgende Seite) dargestellt.

Jede Schulstunde dauerte 45 Minuten. Die Lernenden erhielten sowohl in der EG als auch in der KG das Lehrmaterial in jeder Schulstunde, planten ihre Lösungsstrategien und lösten die Probleme in kleinen Gruppen im Rahmen des Stationenlernens (siehe unten für Lernmaterial). Am Ende jeder Stunde wurde die Lösung durch eine (oder mehrere) Gruppe(n) dargestellt. Um den Einfluss der Lehrkraft konstant zu halten, wurden sowohl die EG als auch die KG von der gleichen Lehrkraft (zu verschiedenen Unterrichtszeiten) unterrichtet. Mit der Lehrkraft wurden zwar die Unterrichtsmaterialien inhaltlich abge-

Wochen	U.-Std.	Experimentalgruppe	Kontrollgruppe
1	1	Prätest: Motivationstest, Leistungstest, allg. Intelligenz, Lesekompetenz	
	2		
2	3	Instruktionsphase: Instruktionmaterial (Experimentieraufgaben) zum Thema »Schwingungen und Wellen« mit »neu- en (Alltags-)Medien« als Experimentiermittel	Instruktionsphase: Instruktionmaterial (Experimentieraufgaben) zum Thema »Schwingungen und Wellen« mit konventionellen Experimentiermaterialien von Lehrmittelherstellern
	4		
3	5	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Schallarten (Ton, Klang, Knall, Geräusch) ▪ Akustische Schwebung ▪ Bestimmung der Schallgeschwindigkeit ▪ Schallausbreitung 	
	6		
4	7	Posttest: Motivationstest, Leistungstest	
	8		
5–8		<i>herkömmlicher Physikunterricht</i>	
9	9	Nach-Test (Follow up): Motivationstest, Leistungstest	
	10		

Abb. 2: Studienverlauf

stimmt, allerdings waren Hypothesen oder Forschungsfragen der Studie nicht bekannt. Dadurch wurden einerseits die Machbarkeit des Unterrichtsplans und die curriculare Validität der Lehrinhalte gewährleistet, andererseits eine zu starke Identifikation der Lehrkraft mit dem Ansatz vermieden. Zudem bearbeiteten die Lernenden die Lernstationen eigenständig in der eigentlichen Lernphase (für 75 % der verfügbaren Unterrichtszeit) ohne oder mit sehr wenig Unterstützung durch die Lehrkraft.

Inhalte des Lernmaterials: Die Lernmaterialien des Stationenlernens wurden den Lernenden in Form von Arbeitsblättern bereitgestellt und beinhalteten Informationen für die Durchführung von physikalischen Experimenten sowie Aufgaben für die Anwendung und den Transfer von Wissen des betreffenden Gegenstands (Akustik). Jedes Arbeitsblatt bestand aus einer kurzen Ein-

Experimentalgruppe (EG)	Kontrollgruppe (KG)
<p style="text-align: center;">Die akustische Schwebung</p> <p>Eine spezielle Form der Überlagerung von Schallwellen ist die akustische Schwebung. Sie entsteht immer dann, wenn sich mindestens zwei Schwingungen mit geringem Frequenzunterschied überlagern. Der entstehende Höreindruck entspricht einem Ton, dessen Lautstärke (Amplitude) schwankt (Abb. 1).</p>  <p>Abb. 1: Oftmals verwendeter Versuchsaufbau (links), zwei Lautsprecher erzeugen Töne mit einem geringen Frequenzabstand, das Oszillogramm (rechts) zeigt, dass die Amplitude und somit die Lautstärke des entstehenden Tons schwankt.</p> <p>Die Anzahl der Lautstärkeänderungen pro Sekunde bezeichnet man als Schwebungsfrequenz f_p, welche von den Ausgangsfrequenzen f_1 und f_2 abhängt.</p> <p>Versuchsdurchführung Zur Untersuchung der Schwebungsfrequenz kommen zwei iPods zum Einsatz. Beide iPods erzeugen einen Ton konstanter Frequenz, wobei sich die Frequenzen geringfügig unterscheiden. Liegen die beiden iPods nahe beieinander, so nimmt man eine akustische Schwebung wahr (Abb. 2).</p>  <p>Abb. 2: Zwei nebeneinander liegende iPods, welche Töne mit einem geringen Frequenzunterschied erzeugen, rufen eine akustische Schwebung hervor.</p> <p>Zur Erzeugung der Töne nutzt man die Funktion »Sig Gen« der App »AudioKit« (Abb. 4). Hierzu stellt ihr die gewünschte Frequenz ein und wählt die Signalform »Sin«. Die Lautstärke lässt sich mit dem Schieberegler anpassen.</p>  <p>Abb. 3: Die App »AudioKit« findet ihr im Ordner »Physik«.</p> <p>Abb. 4: Mit der Funktion »Sig Gen« der App »AudioKit« lassen sich Töne bestimmter Frequenzen erzeugen.</p> <p>Zur Untersuchung der Schwebungsfrequenz (Anzahl der Lautstärkeänderungen pro Sekunde) stellt man eine Tonfrequenz bei einem iPod auf 1000 Hz ein. Die Tonfrequenz des anderen iPods wird variiert (1005 Hz, 1010 Hz, 1015 Hz, 1020 Hz, 1025 Hz).</p>	<p style="text-align: center;">Die akustische Schwebung</p> <p>Eine spezielle Form der Überlagerung von Schallwellen ist die akustische Schwebung. Sie entsteht immer dann, wenn sich mindestens zwei Schwingungen mit geringem Frequenzunterschied überlagern. Der entstehende Höreindruck entspricht einem Ton, dessen Lautstärke (Amplitude) schwankt (Abb. 1).</p>  <p>Abb. 1: Oftmals verwendeter Versuchsaufbau (links), zwei Lautsprecher erzeugen Töne mit einem geringen Frequenzabstand, das Oszillogramm (rechts) zeigt, dass die Amplitude und somit die Lautstärke des entstehenden Tons schwankt.</p> <p>Die Anzahl der Lautstärkeänderungen pro Sekunde bezeichnet man als Schwebungsfrequenz f_p, welche von den Ausgangsfrequenzen f_1 und f_2 abhängt.</p> <p>Versuchsdurchführung Zur Untersuchung der Schwebungsfrequenz kommen zwei Stimmgabeln zum Einsatz, wobei eine der beiden Stimmgabeln durch ein angehängtes Massestück absichtlich verstimmt wird (Abb. 2). Dadurch entsteht ein geringer Frequenzunterschied, und es kommt zu einer akustischen Schwebung. Die Stimmgabel ist umso stärker verstimmt, je höher das Massestück an dem Zinken der Stimmgabel angebracht wird.</p>  <p>Abb. 2: Zwei angeschlagene, nebeneinander stehende Stimmgabeln erzeugen eine akustische Schwebung, wenn eine der Stimmgabeln durch ein angehängtes Massestück geringfügig verstimmt ist.</p> <p>Zur Untersuchung der Schwebungsfrequenz (Anzahl der Lautstärkeänderungen pro Sekunde) beobachtet man den sich ergebenden Höreindruck für verschiedene Positionen des Massestücks.</p>
<p>Aufgabe 1: Führt das Experiment entsprechend der Versuchsbeschreibung durch und schreibt ein Versuchsprotokoll nach folgender Gliederung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Untersuchungsgegenstand</i> / • <i>Versuchsdurchführung</i> (Geräteliste, genaues Vorgehen, Skizze) / • <i>Beobachtung</i> (Messergebnisse) / • <i>Auswertung</i> <p>Formuliert euer Ergebnis als Je-desto-Satz der Form: Je größer der Frequenzunterschied, desto ... ändert sich die Lautstärke pro Sekunde. Könnt ihr euer Ergebnis noch präziser formulieren?</p> <p>Aufgabe 2: Heute stimmt man Musikinstrumente üblicherweise mit elektronischen Stimmgätern. Früher kamen hierzu Stimmgabeln zum Einsatz, die einen Ton bekannter Frequenz erzeugten (i.d.R. ein eingestrichenes a, was einer Frequenz von 440 Hz entspricht). Das Phänomen der akustischen Schwebung spielte beim Stimmen der Musikinstrumente mittels Stimmgabel eine entscheidende Rolle. Könnt ihr dies erläutern?</p>	

Abb. 3: Instruktionsmaterial in Experimental- und Kontrollgruppe (Aufgabenstellungen für beide Gruppen gleich)

führung in das zu untersuchende physikalische Phänomen, gefolgt von einer Beschreibung der Versuchsdurchführung (einschließlich der erforderlichen Materialien). Schließlich wurde den Schülern eine qualitative Aufgabe über die Anwendung und den Transfer von Wissen auf dem Arbeitsblatt gestellt, um das mit dem Experiment gewonnene Wissen zu vertiefen (siehe Abb. 3). Die Schwierigkeit der Aufgabe entsprach der Schwierigkeit des Leistungstests.

Die Lernenden arbeiteten an den Arbeitsmaterialien in 2er- oder 3er-Gruppen. Der Inhalt und die Schwierigkeit der einzelnen Arbeitsblätter in den beiden Gruppen waren identisch, sodass sich die beiden Gruppen nur in der Art des Experimentiermittels und den damit verbundenen Darstellungen unterschieden.

Motivations- und Leistungstest: Die Motivation wurde auf der Basis eines gut validierten und etablierten Paper-and-Pencil-basierten Testinstruments (Kuhn, 2010) mit den Teildimensionen (Subskalen) »Intrinsische Motivation« (IM; acht Items) und Selbstkonzept (SC; zehn Items) sowie der Subskala »Realitätsbezug/ Authentizität« (bezogen auf experimentelle Materialien; RA; acht Items; Kuhn & Vogt, 2013 a) durchgeführt. Der Motivationsgrad wurde als Prozentsatz im Sinne des Anteils vom Maximalwert erfasst. Dabei wurde die Motivation mit dem gleichen Instrument vor, unmittelbar nach und sechs Wochen nach der Unterrichtseinheit erhoben (Prätest/ Posttest/ Follow-up-Test).

Die Leistung wurde vor und nach der Unterrichtsreihe (in Bezug auf das Thema »Akustik«) mit einem schriftlichen Multiple-Choice-Test erfasst, der elf verschiedene Items enthielt, deren Schwierigkeit denen der Arbeitsblätter des Lernzirkels entsprach.

Kontrollvariablen und Analysemethoden: Um die Effekte tatsächlich auf das Experimentieren mit Smartphones zurückführen zu können, mussten diverse Kontrollvariablen (Kovariaten) erhoben und in die Analyse mit einbezogen werden. Dies waren die Vorleistungen in Physik, Mathematik und Deutsch, die als Mittelwert der bis zur Intervention pro Fach von den Lernenden erbrachten Schulnoten (die ersten acht Monate des laufenden Schuljahres) erfasst wurden. Zudem wurden Leseverstehen (12 Items; Lang, Mengelkamp & Jäger, 2004) und nonverbale Intelligenz (25 Items; Kornmann & Horn, 2001) durch standardisierte Testinstrumente erhoben und ebenso als Kovariaten berücksich-

sichtig. Zusammen mit der Erfassung des Geschlechts der Lernenden erlaubt dieses Vorgehen, mögliche Einflüsse von Schülern auf die Unterschiede in der Unterrichtsreihe zurückzuführen, also dem Experimentieren mit und ohne Smartphone.

Zur Analyse potenzieller Unterschiede zwischen den Gruppen und während des Zeitverlaufs bei Leistung und Motivation wird eine Kovarianzanalyse mit Messwiederholung (ANCOVA) durchgeführt. Motivation und Leistung sind dabei die abhängigen Variablen, die Gruppenzugehörigkeit (EG vs. KG) und das Geschlecht die unabhängigen Variablen. Die Kovariaten waren die oben genannten.

ERGEBNISSE

Die Mittelwerte und Standardabweichungen der Motivation und der Leistung zu den einzelnen Testzeitpunkten zeigt Abbildung 4 (siehe folgende Seite). Diese Werte sind bereits auf die o. g. Kontrollvariablen korrigiert. Dabei wurden keine signifikanten Effekte der unabhängigen Variablen oder ihrer Wechselwirkungen gefunden. Mit anderen Worten gab es keine Unterschiede zwischen den beiden Gruppen oder dem Geschlecht bei Motivation oder Leistung gemittelt über alle Messzeitpunkte. Dabei wurde die Motivation insgesamt sowie jede ihrer Teildimensionen auf Unterschiede in der Physikvornote korrigiert. Das Gleiche gilt für die Korrektur der Subskala »Intrinsische Motivation« durch die Deutschnote.

Hinsichtlich möglicher Unterschiede während der zeitlichen Entwicklung von Leistung und Motivation konnte festgestellt werden, dass sich der zeitliche Verlauf von Leistungsfähigkeit und der Motivationssubskala »Selbstkonzept« zwischen den beiden Gruppen signifikant unterscheidet. Somit wurden in der Versuchsgruppe während der Prätest-, Posttest- und Follow-up-Messungen die Leistung und das Selbstkonzept stärker gefördert bzw. stabilisiert als in der Kontrollgruppe. Dabei wurde die Motivationssubskala »Realitätsbezug/ Authentizität« während des zeitlichen Verlaufs durch das Leseverstehen sowie die Physik- und Mathematiknoten signifikant korrigiert.

VARIABLE	GRUPPEN	KG (N = 30)	EG (N = 28)
		M (SD)	M (SD)
Leistungs-Prätest ^a		54.46 (18.24)	47.81 (17.21)
Leistungs-Posttest ^a		57.55 (17.39)	55.27 (24.47)
Leistungs-Follow-up-Test ^a		56.00 (17.03)	66.07 (16.38)
Motivations-Prätest ^a		42.28 (20.03)	44.28 (16.48)
Motivations-Posttest ^a		37.95 (19.37)	43.66 (17.54)
Motivations-Follow-up-Test ^a		35.23 (18.91)	35.75 (20.55)
Motivation Subskala SC Prätest ^a		53.60 (20.86)	53.61 (17.73)
Motivation Subskala SC Posttest ^a		51.19 (20.25)	50.97 (20.25)
Motivation Subskala SC Follow-up-Test ^a		38.56 (18.45)	46.96 (20.07)
Motivation Subskala IM Prätest ^a		29.92 (17.35)	30.48 (20.78)
Motivation Subskala IM Posttest ^a		22.10 (19.56)	31.48 (22.35)
Motivation Subskala IM Follow-up-Test ^a		21.79 (18.95)	24.23 (21.82)
Motivation Subskala RA Prätest ^a		48.61 (19.90)	37.49 (18.72)
Motivation Subskala RA Posttest ^a		45.68 (21.68)	35.32 (17.58)
Motivation Subskala RA Follow-up-Test ^a		42.32 (20.47)	30.94 (23.70)
Deutschnote		2.53 (0.78)	2.64 (0.83)
Mathematiknote		2.83 (1.12)	3.54 (0.79)
Physiknote		2.30 (0.70)	2.50 (0.79)
Nonverbale Intelligenz		72.53 (17.54)	72.92 (13.92)
Leseverstehen		65.98 (16.25)	66.65 (15.54)

Anmerkung. ^a Adjustierte Werte.

Abb. 4: Deskriptive Daten (Mittelwert MW, Standardabweichung SD) der abhängigen Variablen und der Kovariaten

Weitere Unterschiede z. B. in Bezug auf Motivation und Leistung beim Geschlecht konnten weder gemittelt über alle Messzeitpunkte noch während des zeitlichen Verlaufs festgestellt werden. Ebenso wurden keine weiteren, signifikanten Korrekturen durch die erhobenen Kovariaten analysiert.

DISKUSSION UND AUSBLICK

Die hier beschriebene Pilotstudie untersucht den Einsatz von mobilen Endgeräten als experimentelle Werkzeuge im Physikunterricht. Neben der Legitimation und der Darstellung des theoretischen Rahmens wurden Hypothesen und Forschungsfragen sowie Material und Methode dieser ersten Studie in diesem Kontext vorgestellt. Die Studie wurde in einem quasi-experimentellen Versuchs-Kontrollgruppendesign mit wiederholten Messungen im Themenbereich »Akustik« in zwei 10. Klassen einer Realschule Plus durchgeführt. Als Kontrollvariablen wurden der Einsatz der gleichen Lehrkraft in EG und KG, gleiche Lernsequenzen und Lerninhalte (mit Ausnahme der Versuchsmaterialien, nämlich Mobilgeräte gegen herkömmliche Versuchsgeräte) und relevante Kovariaten wie Noten in Physik, Mathematik und Deutsch sowie Leseverstehen und nonverbale Intelligenz berücksichtigt.

Hinsichtlich der Hypothesen und Forschungsfragen können wir feststellen, dass das Lernen von Physik mittels Smartphone-Experimenten in diesem Rahmen einen größeren positiven Einfluss auf die Lernleistung hat als das Erarbeiten der gleichen Inhalte mit konventionellen Experimentiergeräten. Während die Leistung in der Versuchsgruppe während des Untersuchungszeitraums kontinuierlich anstieg, blieb sie in der Kontrollgruppe nahezu unverändert (siehe Abb. 5). Darüber hinaus wirkte die Intervention auch dem Matthäus-Effekt (»Wer hat, dem wird gegeben werden!«) entgegen, weil das Leistungsniveau in der EG vor der Intervention viel kleiner war als in der KG, wogegen die Leistungsfähigkeit in der EG nach der Intervention im Follow-up-Test größer als in der KG ist. Dabei könnte ein Grund für den weiteren Anstieg der Leistung zwischen Posttest und Follow-up-Test in der Versuchsgruppe sein, dass die Lernenden, die mit Smartphone-Experimenten gelernt haben, mehr von der Diskussion der Ergebnisse des Leistungs-Posttests profitiert haben als diejenigen in der Kontrollgruppe. Die Ergebnisse der Leistungs-Posttests wurden in beiden Gruppen direkt nach der Durchführung des Posttests präsentiert. Somit können wir die Hypothesen zum positiven Einfluss von Smartphone-Experimenten auf die Entwicklung und Stabilität der Leistung bestätigen.

... dass das Lernen von Physik mittels Smartphone-Experimenten einen größeren positiven Einfluss auf die Lernleistung hat als das Erarbeiten der gleichen Inhalte mit konventionellen Experimentiergeräten.

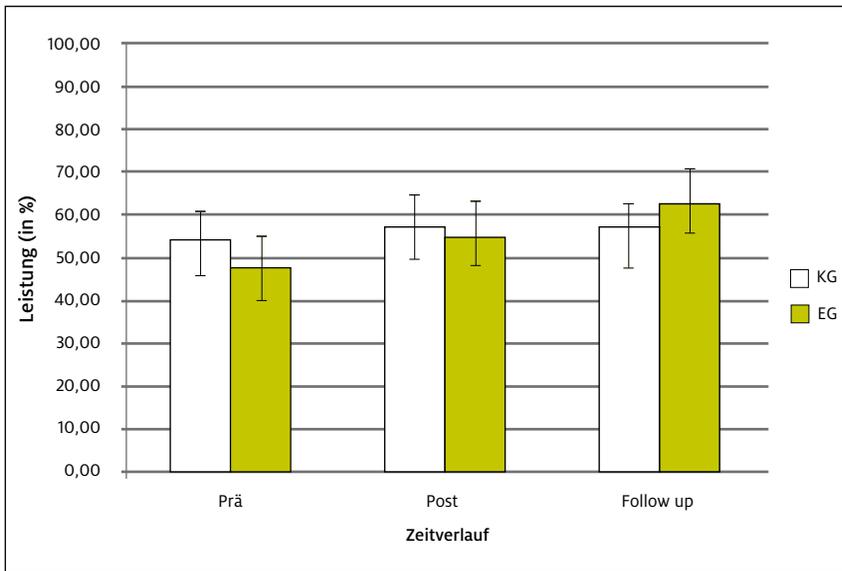


Abb. 5: Zeitverlauf der Leistung in KG und EG

Im Gegensatz dazu findet sich kein signifikanter Einfluss des Lernens mit Smartphone-Experimenten auf den Zeitverlauf oder den Unterschied bei der Motivation im Allgemeinen oder bei den Motivationssubskalen »Intrinsische Motivation« und »Realitätsbezug/Authentizität«. D. h., dass das Lernen mit Smartphone-Experimenten nicht per se mehr motiviert als das Lernen mit inhaltsgleichen konventionellen Experimentiergeräten. Deshalb müssen die Hypothesen zum positiven Einfluss von Smartphone-Experimenten auf die Entwicklung und Stabilität der Motivation verworfen werden. Allerdings können wir bestätigen, dass das Lernen mit Smartphone-Experimenten einen positiven Einfluss auf das subjektiv wahrgenommene Selbstkonzept (als Teildimension der Motivation) der Lernenden besitzt. Das Selbstkonzept zeigte sich in der Versuchsgruppe zudem stabiler als in der Kontrollgruppe (siehe Abb. 6).

Um die entgegen der Vermutung stattfindende Entwicklung der Motivation detaillierter zu diskutieren, soll an dieser Stelle ein weiterer Aspekt berücksichtig-

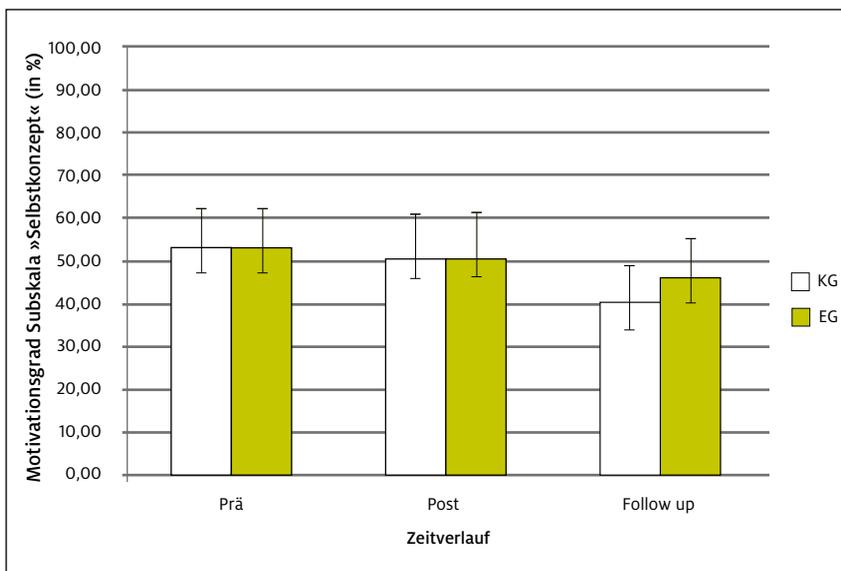


Abb. 6: Zeitverlauf der Motivationssubskala »Selbstkonzept« in KG und EG

sichtigt werden: Die 10. Jahrgangsstufe, die Klasse, in der die Studie durchgeführt wurde, ist das letzte Jahr innerhalb des Schultyps »Realschule Plus«, die im Bundesland Rheinland-Pfalz ohne Abschlussprüfung endet. Am Ende des 10. Schuljahrs (als die Studie durchgeführt wurde), also am Ende der Schulzeit der Lernenden, ist deshalb allgemein ein Rückgang der Motivation zu erwarten. Dies ist eine aus der Unterrichtspraxis gut bekannte Erfahrung und wird durch die Daten dieser Studie ebenfalls unterstützt. Jedoch war die Abnahme der Motivationsskala »Selbstkonzept« in der Versuchsgruppe signifikant geringer als in der Kontrollgruppe. Unter Berücksichtigung der Tendenz zu einer allgemeinen Abnahme der Motivation am Ende der Schulzeit wird auch die Stabilisierung des Selbstkonzepts noch bedeutender.

Hinsichtlich der Bedürfnisse von Praxisorientierung und (fachdidaktischer) Forschungsvalidität sowie der in dem Übersichtsartikel von Bennett, Lubben und Hogarth (2007) aufgeworfenen Forderungen an die Förderung von Lernen und Motivation kontextorientierter Maßnahmen trägt die hier

berichtete Studie in mehrfacher Weise bei: Als Hauptergebnis kann berichtet werden, dass das Lernen mit Smartphone-Experimenten im Themenbereich Akustik der Sekundarstufe 1 zu größerer Lernleistung führte. Im Hinblick auf Detailfragen, wie geschlechtssensitive oder binnendifferenzierte Unterschiede, wurden keine Unterschiede dieser Art gefunden. Darüber hinaus konnte die interessante Feststellung der Geschlechtsneutralität in PISA (Fensham, 2009) und in anderen kontextorientierten Ansätzen (z. B. Kuhn & Müller, 2014) bestätigt werden.

Bezüglich potenzieller Grenzen des hier dargestellten Ansatzes aufgrund des geringen Stichprobenumfangs oder der kurzen Intervention zeigt die hier dargestellte Pilotstudie ermutigende Trends: Einerseits reichen die positiven Effekte von mittelgroß bis groß und sind somit praktisch bedeutsam. Zudem zeigen sich die Effekte robust gegen substanziellen Einfluss von Kovariaten wie Leseverstehen und nonverbaler Intelligenz. Letztlich kann gerade der für kontextorientiertes Lernen bedeutsame Motivationsaspekt »Selbstkonzept« positiv beeinflusst werden, obwohl dieses Konstrukt als schwer beeinflussbar gilt und die Studienzeit innerhalb einer zeitlich ungünstigen Phase des Schuljahres stattfand.

Aus unserer Sicht hat das Lernen mit Smartphone-Experimenten im Physikunterricht mit seinen doppelten Wurzeln in kontextbasiertem bzw. situiertem Lernen eine große Daseinsberechtigung, insbesondere hinsichtlich der Verwendung von Lernmedien, die in den kommenden Jahren nahezu jeder Lernende als alltägliches Werkzeug benutzen wird. Im Folgenden sollen noch einige Implikationen und Perspektiven sowohl für zukünftige Forschungstätigkeiten als auch für die Unterrichtspraxis diskutiert werden.

Von den oben genannten Einschränkungen der Aussagekraft der Ergebnisse dieser Pilotstudie (Bennett, Lübben & Hogarth, 2007; Taasobshirazi & Carr, 2008), werden in einem nächsten Schritt weitere Studien in anderen Altersgruppen und Schularten durchgeführt sowie auf weitere Themen und Fächer (in der Physik und anderen Wissenschaften) erweitert werden (erste Beispiele: siehe Hochberg, Kuhn & Müller, 2014; Klein et al., 2014). Dabei werden zusätzliche kognitive Maßnahmen (z.B. kognitive Last) zur weiteren Untersuchung der Generalisierbarkeit und Flexibilität dieses Ansatzes ebenso wie der Hawthorne-Effekt als weitere bedeutsame Faktoren für die Umsetzung in der Unterrichtspraxis zukünftig in den Blick genommen.

LITERATUR

- Bennett, J., Lubben, F. & Hogarth, S. (2007). Bringing Science to Life: A Synthesis of the Research Evidence on the Effects of Context-Based and STS Approaches to Science Teaching. *Science Education*, 91(3), 347 – 370.
- Fensham, P. J. (2009). Real world contexts in PISA science: Implications for context-based science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 46, 884 – 896.
- Greeno, J. G., Smith, D. R. & Moore, J. L. (1993). Transfer of situated learning. In D. K. Dettermann & R. J. Sternberg (Eds.), *Transfer on trial: Intelligence, cognition and instruction* (pp. 99 – 167). Norwood, NJ: Ablex.
- Gruber, H., Law, L.-C., Mandl, H. & Renkl, A. (1995). Situated learning and transfer. In P. Reimann & H. Spada (Eds.), *Learning in humans and machines: Towards an interdisciplinary learning science* (pp. 168 – 188). Oxford: Pergamon.
- Hirth, M., Klein, P. & Kuhn, J. (2013). Experimente mit Smartphone & Co. im Physikunterricht. *MINTZirkel* 2(5/6), 10 – 11.
- Hochberg, K., Kuhn, J. & Müller, A. (2014). iMechanics: Lernwirkung von Smartphones und Wiimotes im Mechanikunterricht der Sekundarstufe II. In S. Bernholt (Hrsg.), *Inquiry-based Learning – Forschendes Lernen. Tagungsband der GDGP-Jahrestagung an der LMU in München 2013*. Münster: LIT-Verlag.
- Klein, P., Kuhn, J., Müller, A. & Gröber, S. (2014). Video analysis exercises in regular introductory mechanics physics courses: Effects of conventional methods and possibilities of mobile devices. In A. Kauertz, H. Ludwig, A. Müller, J. Pretsch & W. Schnotz (Eds.), *Multiple Perspectives on Teaching and Learning* (paper accepted). Basingstoke: Palgrave Macmillan.
- Kornmann, A. & Horn, R. (2001). *SSB – Screeningverfahren für Schul- und Bildungsberatung*. Part 2. Frankfurt a. M.: Swets Test Services GmbH.
- Kuhn, J. (2010). *Authentische Aufgaben im theoretischen Rahmen von Instruktions- und Lehr-Lern-Forschung: Effektivität und Optimierung von Ankermedien für eine neue Aufgabenkultur im Physikunterricht*. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag.
- Kuhn, J. (2014 a). Relevant information about using a mobile phone acceleration sensor in physics experiments. *American Journal of Physics*, 82, 94.
- Kuhn, J. (2014 b). Smartphone-Physik: Ein Überblick über Experimente mit Smartphone und Tablet-PC im Physikunterricht. *L.A. Multimedia*, 1, 17 – 21.
- Kuhn, J. & Müller, A. (2014). Context-based science education by newspaper story problems: A Study on Motivation and Learning Effects. *Perspectives in Science* 2 (2014). Verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1016/j.pisc.2014.06.001>
- Kuhn, J., Müller, A., Müller, W. & Vogt, P. (2010). Kontextorientierter Physikunterricht: Konzeptionen, Theorien und Forschung zu Motivation und Lernen. *Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule*, 5(59), 13 – 25.
- Kuhn, J. & Vogt, P. (2012). Analyzing Diffraction Phenomena of Infrared Remote Controls. *Phys. Teach.*, 50, 118 – 119.

- Kuhn, J. & Vogt, P. (2013 a). Smartphones as experimental tools: Different methods to determine the gravitational acceleration in classroom physics by using everyday devices. *European Journal of Physics Education*, 4(1), 16 – 27.
- Kuhn, J. & Vogt, P. (2013 b). Analyzing Acoustic Phenomena with a Smartphone Microphone. *Phys. Teach.*, 51, 118 – 119.
- Kuhn, J., Vogt, P. & Hirth, M. (2014). Analyzing the Acoustic Beat with Mobile Devices. *The Physics Teacher*, 52(2014), 248 – 249
- Kuhn, J., Vogt, P., & Müller, S. (2011). Handys und Smartphones – Einsatzmöglichkeiten und Beispieleexperimente im Physikunterricht. *Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule*, 60(7), 5 – 11.
- Kuhn, J., Wilhelm, T., & Lück, S. (2013). Smarte Physik: Physik mit Smartphones und Tablet-PCs. *Physik in unserer Zeit*, 44(1), 44 – 45.
- Lang, D., Mengelkamp, C. & Jäger, R. S. (2004). Entwicklung von Testverfahren zur Berufsberatung von Schülern. *Empirische Pädagogik*, 18(3), 281 ff.
- Schwarz, O., Vogt, P. & Kuhn, J. (2013). Acoustic measurements of bouncing balls and the determination of gravitational acceleration. *The Physics Teacher*, 51(2013), 312 – 313.
- Taasoobshirazi, G. & Carr, M. (2008). A Review and Critique of Context-Based Physics Instruction and Assessment. *Educational Research Review*, 3(2), 155 – 167.
- Vogt, P. & Kasper, L. (2014). Bestimmung der Schallgeschwindigkeit mit Smartphone und Schallrohr. *Naturwissenschaften im Unterricht – Physik*, 140, 43.
- Vogt, P. & Kuhn, J. (2012). Akustik mit dem iPhone. *Naturwissenschaften im Unterricht – Physik*, 132, 51 – 52.
- Vogt, P., Kuhn, J. & Gareis, S. (2011). Beschleunigungssensoren von Smartphones – Möglichkeiten und Beispieleexperimente zum Einsatz im Physikunterricht. *Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule*, 60(7), 15 – 22.
- Vogt, P., Kuhn, J. & Wild, M. (2012). Experimente mit Smartphones – grundlegende Mechanik. In RAAbits Physik SEK I/II. Stuttgart: Dr. Josef Raabe Verlag.
- Vogt, P. (2013). Akustische Bestimmung der Erdbeschleunigung. *Naturwissenschaften im Unterricht – Physik*, 138, S. 43 – 44.
- Vogt, P. (2014). Tablet-Computer als Mess- und Experimentiermittel im Physikunterricht. In A. Bresges & A. Pallack (Hrsg.), *Unterrichten mit Tablet-Computern lebendig gestalten. (MINT-Themenspezial)*. MNU Verein zur Förderung des Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Unterrichtes. Neuss: Seeberger Verlag.
- West, M. & Vosloo, S. (2013). *UNESCO policy guidelines for mobile learning*. Paris: UNESCO Publications.

ÜBER DIE AUTOREN



Jochen Kuhn studierte die Fächer Physik und Mathematik auf Lehramt an der Universität Koblenz-Landau. Nach dem Referendariat promovierte er in Physik, arbeitete acht Jahre lang an einer Realschule in Rheinland-Pfalz, habilitierte sich in Didaktik der Physik und wurde 2008 zum Akademischen Rat an der Universität Koblenz-Landau ernannt. Seit 2012 ist er Universitätsprofessor und Leiter der Arbeitsgruppe Didaktik der Physik an der Technischen Universität Kaiserslautern.



Nach einem Lehramtsstudium für Mathematik und Physik arbeitete **Patrik Vogt** zwischen 2003 und 2010 als Realschullehrer in Herxheim sowie Kandel und promovierte im Jahr 2010 in der Physikdidaktik an der Universität Koblenz-Landau. Nach Abschluss der Promotion arbeitete er an den Universitäten Koblenz-Landau und Kaiserslautern sowie an der Pädagogischen Hochschule Schwäbisch Gmünd. Seit 2013 ist er Akademischer Rat an der Pädagogischen Hochschule. Seine Forschungsinteressen liegen im Bereich der Kontextorientierung, des Einsatzes mobiler Endgeräte als Experimentiermittel sowie der atmosphärischen Elektrodynamik.

TABLET-COMPUTER ALS UNTERRICHTSWERKZEUG FÜR LEHRKRÄFTE

Allgemeine Hinweise und Beispiele aus dem Chemieunterricht

Moritz Krause & Ingo Eilks

Digitale Medien sollen im Unterricht eine immer wichtigere Rolle spielen. Früher waren es zunächst PC-Räume, dann Notebook-Klassen, jetzt sind es Smartboards. Erkennbar ist bereits die nächste »digitale Revolution«: Smartphones und Tablet-Computer. So ging der Absatz von klassischen Computern und Notebooks in den letzten Jahren immer weiter zurück.

Es ist in naher Zukunft nicht davon auszugehen, dass Tablet-PCs flächendeckend für Schüler zur Verfügung stehen. Daher sollten zunächst die Möglichkeiten näher betrachtet werden, die ein einzelner Tablet-PC in der Hand der Lehrkraft bietet.

Für die Schule stellt sich die Frage, welche Rolle Tablet-PCs und Smartphones im Unterricht zukünftig spielen sollen. Immerhin gibt es an ausgewählten Schulen bereits die ersten »iPad-Klassen«, in denen jeder Schüler über ein iPad verfügen kann. Aufgrund der Kosten und des Wartungsproblems ist allerdings nicht davon auszugehen, dass dies in naher Zukunft flächendeckend der Fall sein wird. Daher sollte man erst einmal die Möglichkeiten näher betrachten, die ein einzelner Tablet-PC in der Hand der Lehrkraft bietet.

GERÄTEAUSWAHL UND ZUBEHÖR

Tablet-PCs gibt es von verschiedenen Herstellern. Am gängigsten sind das iPad von Apple und Geräte mit dem Betriebssystem Android. Die Gründe für die Auswahl eines bestimmten Gerätes sind sehr unterschiedlich. Diese reichen vom Preis oder Design bis hin zur Präferenz für eine bestimmte Marke. Bei Android-Geräten existiert eine hohe Varianz der verwendeten Betriebssysteme.



Abb. 1: Der Tablet-PC als drahtlose Projektionshilfe

me. So arbeiten viele Hersteller mit Abwandlungen vom ursprünglichen Betriebssystem. Solche Veränderungen können die Kompatibilität von Apps einschränken. Bei Apple stammen Hard- und Software von einem Hersteller, und durch das geschlossene System von Apple sind diese weniger anfällig für Viren oder Trojaner. Erkauft wird dies allerdings mit einem in der Regel höheren Preis und einer geringeren Auswahl an Geräten.

Einen besonderen Mehrwert können Tablet-PCs für den Unterricht erzielen, wenn die Inhalte vom Tablet-PC direkt projiziert werden können. Hierfür lässt sich das iPad mit der App *AirPlay* mit einem Beamer verbinden. So können sämtliche Aktivitäten auf dem iPad für die Klasse sichtbar gemacht werden (Abb. 1). Die Verbindung kann über ein Kabel, aber auch kabellos über eine AppleTV-Box ablaufen. Die AppleTV-Box ist ein Zusatzgerät, das an den Beamer angeschlossen wird. Über ein WLAN kann dann der Bildschirminhalt des iPads an den Beamer übertragen werden. Die Konfiguration der AppleTV-Box ist relativ einfach. Alternativ kann auf einem herkömmlichen Computer, der mit dem Beamer verbunden ist, eine Zusatzsoftware installiert werden (z. B. *AirServer* oder *Reflector*). Der PC übernimmt dann die Aufgabe der AppleTV-Box. Eine kabellose Variante hat natürlich Vorteile, weil sie ein hohes Maß an

Mobilität im Klassenraum erlaubt. Die Lehrkraft kann sich frei im Klassenraum bewegen, Schülerarbeiten von jedem Platz aus projizieren und mit der ganzen Klasse besprechen. Insgesamt könnte der Tablet-PC in Verbindung mit dem Beamer eine ganze Reihe anderer Geräte ersetzen, etwa Dokumentenkamera, Smartboard oder Tafel. Dabei ist er bei Bedarf sofort verfügbar (Instant-On-Technologie), ohne dass ein Betriebssystem hochgefahren werden muss.

DER TABLET-PC IM CHEMIEUNTERRICHT

Die für den Chemieunterricht relevanten Apps kann man in drei große Gruppen einteilen: technische, allgemeine und chemiespezifische Apps. Zu den technischen Apps gehört etwa die Software zum Betreiben der Kamera, zu den allgemeinen Apps Schreib-, Rechen- oder Tabellenkalkulationsprogramme und zu den chemiespezifischen Apps Datenbanken, Periodensysteme oder Formelzeichnungsprogramme. Ein Wechsel zwischen den einzelnen Apps ist komfortabel und in wenigen Sekunden möglich. Dieser schnelle Wechsel zwischen den einzelnen Apps und die Tatsache, dass alles auf einem Gerät verfügbar ist, führen zu unterschiedlichsten Einsatzszenarien. Beispiele für diese Anwendungen haben wir in einer interaktiven MindMap zusammengestellt (s. u. »weitere Informationen«), auf der sich Lehrkräfte über den Einsatz des Tablet-PCs im Chemieunterricht informieren können.

Auswahl und Einsatz der Apps sind abhängig vom gewünschten Effekt im Lehr-Lern-Prozess. In Experimentierphasen kann das Tablet zur Aufnahme von Fotos und Videos der Versuche genutzt oder die Auswertung durch eine Tabellenkalkulation unterstützt werden. Die Fotos, Videos oder Diagramme können den Lernenden bereitgestellt werden oder zu einem späteren Zeitpunkt bei der Auswertung wieder aufgerufen werden. Sie können ebenso auf einer interaktiven Tafel dargestellt und bearbeitet werden. Dazu eignet sich die App *Explain Everything*, die in vielen Situationen Anwendung finden kann. Sie bietet eine Arbeitsfläche, auf der verschiedenste Aktionen durchgeführt werden können. Texte können auf der Arbeitsfläche mit einem Stift oder Finger geschrieben, Zeichnungen erstellt, mit der Tastatur Texte verfasst oder Bilder und Videos eingefügt werden. Alle Objekte lassen sich frei auf der Ar-

beitsfläche anordnen, verkleinern oder vergrößern. Außerdem können einzelne Aspekte in Fotos oder Videos zeichnerisch hervorgehoben werden. Hiermit bietet sich eine Vielzahl von Möglichkeiten der Kombination verschiedener Medientypen, die die Möglichkeiten einer Tafel deutlich übersteigen und nur teilweise mit einem Smartboard umsetzbar sind. Des Weiteren bietet *Explain Everything* die Möglichkeit, ein Screencast zu erstellen. Das bedeutet, dass eine Aufnahme des Bildschirms gemacht werden kann. Damit können z. B. Erklärungsprozesse oder der stückweise Aufbau von Schaubildern aufgenommen und den Schülern zur Verfügung gestellt werden.

Eine weitere App, die sich gut für den Unterrichtseinstieg eignet, ist *SimpleMind+*. Mit ihr lassen sich auf einfachste Weise MindMaps erstellen. Der Vorteil der App ist, im Vergleich zu einem herkömmlichen Tafelbild, die Flexibilität, mit der Begriffe umsortiert und neu strukturiert werden können. Außerdem kann die MindMap gespeichert und im weiteren Unterrichtsverlauf wieder aufgerufen werden.

Immer wieder wird im Chemieunterricht ein Periodensystem benötigt, das häufig als Wandtafel im Fachraum hängt oder im Schulbuch zu finden ist. Eine gute Alternative ist das interaktive Periodensystem von Merck (App *PSE HD*). So können die einzelnen Elemente ausgewählt und Informationen wie Eigenschaften, Entdecker und Bilder abgerufen werden, die wiederum über den Beamer der Klasse vorgestellt werden können. Über ein zusätzliches Menü können Eigenschaften wie Atomradius, Elektronegativität oder der Aggregatzustand in Abhängigkeit von der Temperatur dargestellt werden. Ein Glossar rund um das Periodensystem vervollständigt die App.

Mit Hilfe von kleinen spannenden Experimenten kann z. B. am Ende einer Unterrichtsstunde noch mal zum Nachdenken aufgefordert werden, das dann zu Erklärungen für verschiedene Phänomene führt. Die App *Tricks of Science* bietet hierfür spannende Videoclips. Dabei handelt es sich nicht um herkömmliche Experimente, sondern um Videoclips von etwa einer Minute Dauer, die naturwissenschaftliche Phänomene mit Alltagsgegenständen zeigen. Die Videoclips sind lediglich mit Musik unterlegt und mit einer Prise Humor angefertigt. Zu jedem der 30 Videoclips gibt es eine kurze Versuchsbeschreibung und Hintergrundinformationen zur Erklärung. Die Texte sind zwar in englischer Sprache verfasst, aber gut verständlich. Für die Zukunft möchten die Entwickler aus Norwegen weitere Sprachen integrieren. Noch weiter geht

die derzeit in Entwicklung befindliche *TEMI-App* aus einem aktuell laufenden EU-Projekt (www.teachingmysteries.eu). Hier werden mysteriös erscheinende Phänomene präsentiert, und über einen spielerischen Ansatz sollen Lernende die Erklärung für das Phänomen schrittweise herausfinden. Bei dieser App wird es die einzelnen Module auch in deutscher Sprache geben.

Letztlich gibt es auch kleinere »Spielereien«, die einzelne Sachverhalte verdeutlichen können. Hier sei die App *Microcosm* erwähnt. Sie ermöglicht, auf einem Lineal in den Mikrokosmos vorzudringen, und zeigt ausgewählte Objekte in verschiedenen Größenbereichen. Die Reise beginnt bei 10^{-2} m mit einem Marienkäfer und führt u. a. über Zellen, Makromoleküle zu Atomen, Protonen und Neutronen und noch weiter. Diese App ermöglicht es anschaulich, die Größenverhältnisse zwischen einzelnen Objekten aufzuzeigen.

ZUSAMMENFASSUNG

Mit Tablet-PCs steht eine neue Technologie für den Unterricht zur Verfügung. Der Tablet-PC erlaubt es, eine Vielzahl von Programmen und Funktionen kombiniert zu nutzen. Er geht in seinen Möglichkeiten deutlich über klassische PCs und Notebooks hinaus, insbesondere wenn der Tablet-PC über eine drahtlose Verbindung direkt mit einem Beamer verbunden ist. Durch die Touchscreen-Funktion können grafische Elemente einfach bewegt und mit dem Stift handschriftlich kommentiert werden, wie dies auf dem Smartboard auch geschehen könnte. Mit dem Tablet-PC hat man die Arbeitsfläche quasi in der Hand und kann sie an jeden Ort im Klassenraum mitnehmen. In Kombination mit der Kamera können Fotos und Videos aufgenommen und eingebunden werden. Dies ist einfacher als mit einer klassischen Kamera über einen Computer, der mit dem Smartboard verbunden ist. Insgesamt ist die Kombination von etwa iPad und AppleTV-Box deutlich preisgünstiger als ein Smartboard. Zudem ist die Höhe des Smartboards kein limitierender Faktor mehr, der die Bedienung manchmal erschwert und die Sichtbarkeit für den Rest der Klasse oftmals einschränkt. Ist der Tablet-PC mit dem Internet verbunden und sind die entsprechenden Apps installiert, bieten sich unzählige Möglichkeiten, unterschiedlichste Phasen des Chemieunterrichts zu bereichern.

WEITERE INFORMATIONEN



www.chemiedidaktik.uni-bremen.de/multimedia

Dieser Beitrag ist eine gekürzte Fassung eines Beitrags von Krause und Eilks (2014) im Themenheft: Handhelds und Whiteboards der Zeitschrift *Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule*.

LITERATUR

Elzer, C. (2013). PC-Verkäufe: Klarer Abwärtstrend, Tablets steigen. Verfügbar unter www.chip.de/news/PC-Verkaeufe-Klarer-Abwaertstrend-Tablets-steigen_62242589.html [10.03.2014]

Krause, M. & Eilks, I. (2014). Tablet-Computer im Chemieunterricht. *Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule*, 63(4), 17–21.

ÜBER DIE AUTOREN



Moritz Krause, MEd, studierte Chemie und Biologie für das Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen in Bremen. Derzeit arbeitet er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Didaktik der Naturwissenschaften der Universität Bremen.



Prof. Dr. **Ingo Eilks** studierte Chemie und Mathematik für das Lehramt an Gymnasien. Seit 2004 ist er Professor für Chemiedidaktik an der Universität Bremen.

Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht (2014), J. Maxton-Küchenmeister & J. Meßinger-Koppelt (Hrsg.), Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag

NUTZEN LERNENDE DAS INTERNET IM FACH PHYSIK?

Antony Crossley

Immer mehr Jugendliche nutzen täglich das Internet. In den letzten zwei Jahren gab es erneut einen deutlichen Anstieg, nachdem die Nutzerzahlen in den Jahren 2011 und 2012 zunächst geringfügig rückläufig waren. In aktuellen Studien geben 89 % der befragten Jugendlichen an, das Internet täglich oder mehrmals pro Woche zu nutzen (vgl. Beiträge Pfisterer, S. 15, und Hanekamp, S. 21). Geschlechtsspezifische Unterschiede sind vernachlässigbar (vgl. Feierabend, Karg & Rathgeb, 2013 a). Die durchschnittliche Nutzdauer ist mit nunmehr 179 Minuten pro Tag im Vergleich zu früheren Studien noch einmal deutlich angestiegen (vgl. van Eimeren & Frees, 2013). Allerdings entfallen im Mittel nur 48 Minuten der täglichen Online-Zeit auf schulische Aktivitäten (vgl. Feierabend, Karg & Rathgeb, 2013 b). Die Ergebnisse dieser Studien spiegeln allerdings nur die allgemeine Internetnutzung von Jugendlichen wider sowie einige Informationen in Bezug auf das Nutzerverhalten im Kontext Schule. Beispielsweise geben über 80 % der befragten Jugendlichen an, dass der Computer und das Internet für den Lernerfolg in der Schule sehr wichtig seien. Außerdem wird das Internet von etwa der Hälfte der Befragten im Alter

zwischen 12 und 19 Jahren mehrmals pro Woche zum Recherchieren nach Informationen für die Schule verwendet. Detaillierte fachspezifische Informationen liefern diese Studien hingegen nicht.

Vergleichsdaten für das Fach Physik liegen aus dem Jahr 2006 vor, wonach lediglich 12 % der ca. 500 befragten Schüler das Internet gelegentlich auch für das Physiklernen einsetzen (Schröter & Erb, 2006). Im Schul-

jahr 2012/13 wurde in unterschiedlichen Regionen des Bundeslandes Baden-Württemberg eine vergleichbare Studie durchgeführt. Über 1000 Schüler im Alter zwischen 14 und 17 Jahren nahmen an der Erhebung teil und gaben Auskunft über ihr Nutzerverhalten in Verbindung mit dem Fach Physik. Die Daten dieser aktuellen Studie zeigen, dass die Anzahl der Schüler, die

Haupt- und Realschüler setzen das Internet deutlich seltener zum Physiklernen ein als Lernende am Gymnasium.

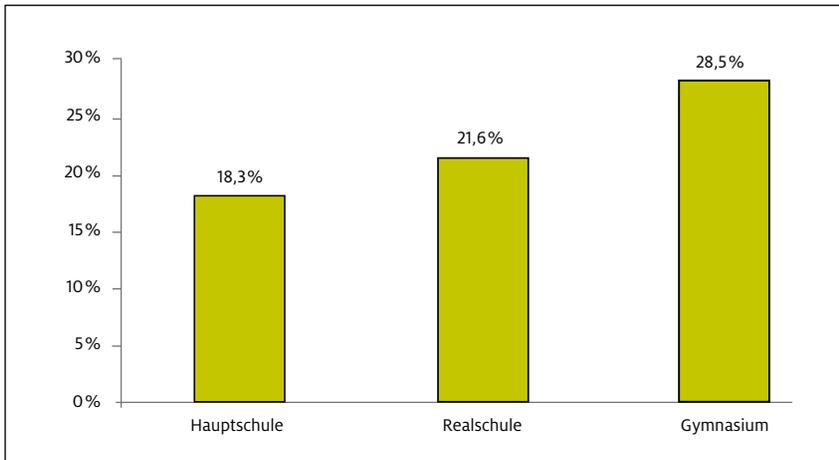


Abb. 1: Internetnutzung differenziert nach Schularten

das Internet regelmäßig auch zum Physiklernen einsetzen, angestiegen ist. 25 % der Befragten verwenden das Internet nach eigenen Angaben regelmäßig zum Physiklernen. Dieser Anstieg auf etwa das Doppelte im Vergleich zu den Ergebnissen aus 2006 ist nachvollziehbar, steht es doch mit dem Anstieg der allgemeinen Internetnutzung im Einklang. Allerdings ist dieses Ergebnis nicht für Lernende aller Schularten verallgemeinerbar. Differenziert nach Schularten muss festgestellt werden, dass Haupt- und Realschüler das Internet deutlich seltener zum Physiklernen einsetzen als Lernende der Schulart Gymnasium (vgl. Abb. 1).

Überraschend ist, dass Mädchen (29 %) das Internet häufiger zum Physiklernen nutzen als Jungen (24 %). Dieses Ergebnis trifft für Mädchen und Jungen des Gymnasiums und der Realschule gleichermaßen zu, nicht jedoch für Schüler der Hauptschule: Die Jungen (21 %) verwenden in dieser Schulart das Internet häufiger zum Physiklernen als die Mädchen (14 %).

Da etwa jeder Vierte der befragten Lernenden das Internet zum Physiklernen einsetzt, stellt sich die Frage nach ihrer Motivation: Zu welchem Zweck wird das Internet verwendet, wenn es zum Lernen im Fach Physik eingesetzt wird? Die Antwort ist nicht überraschend: vorwiegend zur Informationssuche. Die *Informationssuche* zählt neben den Kategorien *Spielen*, *Kommunikation* und

Unterhaltung zu den vier Hauptaktivitäten, wenn Jugendliche das Internet nutzen (vgl. Feierabend, Karg & Rathgeb, 2013 a). Nutzen sie das World Wide Web für Lernaktivitäten, stellt die *Informationssuche* das Hauptmotiv dar (vgl. Hoya et al., 2011, Institut für Demoskopie Allensbach, 2013).

Die Datenlage der aktuellen Studie lässt diesbezüglich eine weitere Differenzierung zu. Die Kategorie *Informationssuche* kann in drei Subkategorien zerlegt werden, die sich in jeder der drei untersuchten Schularten wiederfinden: (i) Vorbereitung auf Klassenarbeiten, (ii) Informationssuche für Referate und (iii) Informationssuche zu physikalischen Größen, Gesetzen und Prinzipien. Abbildung 2 zeigt die prozentuale Verteilung der drei Motive differenziert nach den Schularten.

	Haupt- schule	Realschule	Gymnasium
Vorbereitung auf Klassenarbeiten	36,5%	24,8%	25,5%
Informationssuche für Referate	22,4%	35,0%	38,4%
Informationssuche zu physikalischen Größen, Gesetzen, Prinzipien	25,9%	21,7%	34,9%

Abb. 2: Motive der Internetnutzung (Mehrfachnennungen möglich)

Die Suche nach Informationen zu physikalischen Größen, Gesetzen und Prinzipien lässt sich als fachliche Orientierung interpretieren. Diese scheint im Physikunterricht des Gymnasiums sehr viel deutlicher ausgeprägt zu sein als in der Haupt- und Realschule. Lernende der Hauptschule hingegen verwenden das Internet häufiger zur Vorbereitung auf Klassenarbeiten als Schüler der Realschule und des Gymnasiums.

Diese Ergebnisse beruhen auf Daten, die ausschließlich im Bundesland Baden-Württemberg erhoben wurden. Dennoch finden sich vergleichbare Kategorien in den Ergebnissen anderer Befragungen, beispielsweise in den Daten der Nutzerbefragung des Online-Portals *LEIFIphysik* (vgl. Beitrag [Unkelbach & Meßinger-Koppelt](#), S. 173): Dazu zählen z. B. die beiden Kategorien *Vorbereitung auf Arbeiten/Abitur* und *Vorbereitung auf Vorträge*. Ferner lässt sich die Kate-

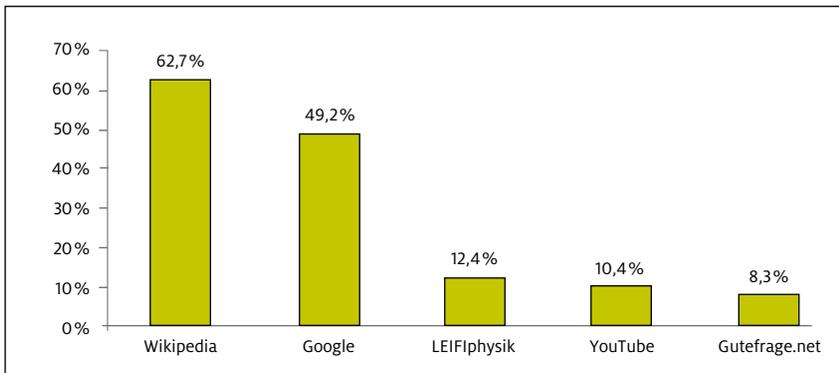


Abb. 3: Welche Internetseiten werden am häufigsten beim Physiklernen aufgerufen?
(Mehrfachnennungen möglich)

gorie *kurz etwas nachschlagen* als Informationssuche interpretieren (Joachim Herz Stiftung, 2013).

Um sich der Antwort auf die Frage, wie Schüler das Internet verwenden, anzunähern, wurde in einem ersten Schritt untersucht, welche Webseiten von Lernenden besucht werden. Hierbei fällt zunächst auf, dass insgesamt nur sehr wenige physikspezifische Internetseiten genannt werden. Unter den fünf Webseiten, die von den Schülern am häufigsten angegeben werden und die zusammen 82 % aller Nennungen ausmachen, befindet sich nur eine Webseite mit Physik als Schwerpunkt (siehe Abb. 3). *Wikipedia* und *Google* werden von den Lernenden zum Physiklernen am häufigsten eingesetzt. *LEIFiPhysik* belegt den dritten Platz, gefolgt von *YouTube* und *Gutefrage.net*.

Dass *Wikipedia* und *Google* am häufigsten genannt werden, erscheint nachvollziehbar, da diese Seiten bei Recherchen vermutlich als erster Anlaufpunkt genutzt werden. Dennoch bleibt festzuhalten, dass von den Lernenden auch nach der drittplatzierten Webseite *LEIFiPhysik* keine weiteren physikspezifischen Internetadressen mit nennenswerter Häufigkeit genannt werden. Es stellt sich die zusätzliche Frage, worauf dieses Ergebnis zurückzuführen ist, denn offensichtlich nutzt ein Teil der Schüler das Internet zum Physiklernen. Vielleicht ist das Angebot an geeigneten physikspezifischen Webseiten einfach sehr gering. Damit Webseiten das eigenständige Physiklernen ermöglichen, sollten die Inhalte schülergerecht aufbereitet sein und für Lernende

ansprechend präsentiert werden. *LEIFiPhysik* scheint sich in diesen Punkten von anderen Internetseiten positiv abzuheben.

LITERATUR

- Feierabend, S., Karg, U. & Rathgeb, T. (2013 a). *15 Jahre JIM-Studie – Jugend, Information, (Multi-)Media*. Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (Hrsg.), Stuttgart. Verfügbar unter <http://www.mpfs.de/?id=584> [4/2014]
- Feierabend, S., Karg, U. & Rathgeb, T. (2013 b). *Die JIM-Studie 2013 – Jugend, Information, (Multi-)Media*. Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (Hrsg.), Stuttgart. Verfügbar unter <http://www.mpfs.de/?id=613> [4/2014]
- Hoyer, M., Huth, N. & Spahr, C. (2011). *Jugend 2.0 – Eine repräsentative Untersuchung zum Internetverhalten von 10- bis 18-Jährigen*. BITKOM. Verfügbar unter http://www.bitkom.org/files/documents/BITKOM_Studie_Jugend_2.0.pdf [4/2014]
- Institut für Demoskopie Allensbach (2013). *Digitale Medien im Unterricht – Die Sicht von Lehrkräften und Schülern*. Verfügbar unter http://www.telekom-stiftung.de/dts-cms/sites/default/files/core-library/files/impulse/zeit-konferenzen/Allensbach-Studie_Web-PDF.pdf [4/2014]
- Joachim Herz Stiftung (2013). *LEIFiPhysik Nutzerbefragung*. Verfügbar unter http://www.leifiphysik.de/sites/default/files/medien/leifi_ergebnisse_umfrage2014.pdf [4/2014]
- Schröter, E. & Erb, R. (2006). Befassen sich Jugendliche im Internet mit Physik? *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, 2(5), 105 – 116.
- Van Eimeren, B. & Frees, B. (2013). Rasanter Anstieg des Internetkonsums – Onliner fast drei Stunden täglich im Netz – Ergebnisse der ARD/ZDF-Onlinestudie 2013. *Media-Perspektiven*, MP 7-8 / 2013, 358 – 372.

ÜBER DEN AUTOR



Crossley, Antony, Dr. phil., ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachbereich Physik und ihre Didaktik an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg. Seine Arbeitsschwerpunkte sind empirische Forschung zu Hausaufgaben im Physikunterricht, digitale Technologien und neue Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht (2014), J. Maxton-Küchenmeister & J. Meßinger-Koppelt (Hrsg.), Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag

DAS DIGITALE SCHULBUCH ALS LERNBEGLEITER

Nina Ulrich, Juliane Richter, Katharina Scheiter & Sascha Schanze

Spätestens seit die Schulbuchverlage ihre gemeinsame Plattform »Digitale-Schulbuecher.de« auf der Didacta 2012 in Hannover präsentiert haben, sind digitale Schulbücher auch in Deutschland präsent. Im Rahmen des Forschungsprojekts eChemBook wurde im Jahr 2013 eine fragebogenbasierte Lehrerbefragung von 355 Lehrkräften naturwissenschaftlicher Fächer aus 13 Bundesländern zur Akzeptanz von digitalen Schulbüchern durchgeführt. Dabei kam heraus, dass über 85 % der Lehrkräfte digitale Medien in ihrem Unterricht einsetzen möchten, jedoch auch gut 60 % der befragten Lehrkräfte der Meinung sind, dass das Angebot der digitalen Schulbücher für den naturwissenschaftlichen Unterricht zu gering ist.

Die Schulbuchverlage sind nun aufgefordert, digitale Schulbücher zu entwickeln, und haben dabei die Gelegenheit, das Medium Schulbuch neu zu denken. Während die ersten digitalen Schulbücher überwiegend dem analogen Schulbuch inhaltlich und strukturell entsprechen, gibt es auch schon neue forschungsbegleitete Ansätze für Schulbücher, wie beispielsweise das Geschichtsbuch mBook, welches bereits flächendeckend in der Oberstufe der deutschsprachigen Gemeinschaft in Belgien eingesetzt wird (Katholische Universität Eichstätt, n. d.).

Bei einer Neuentwicklung des (digitalen) Schulbuchs, welche über die reine Digitalisierung der Printversion hinausgeht, könnten die Schulbuchverlage die Vorteile des digitalen Mediums mit dem Bewährten verknüpfen. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die digitalen Medien auch neue Probleme mit sich bringen und damit nicht als Allheilmittel betrachtet werden können.

Der folgende Abschnitt zeigt auf, welche Probleme bei der E-Book-Entwicklung beachtet werden müssen, aber auch, welche Vorteile ein digitales Schulbuch gegenüber einem analogen Schulbuch bieten kann. Als konkreter Lösungsansatz wird anschließend der im Rahmen des Forschungsprojekts eChemBook entwickelte Prototyp vorgestellt.

POTENZIALE UND GEFAHREN EINES DIGITALEN SCHULBUCHS

Ein digitales Schulbuch kann, neben den bisherigen multimedialen Inhalten in Form von Text und Bildern, auch noch weitere Repräsentationsformate enthalten. Zu diesen Repräsentationsformaten gehören Videos, Animationen und Simulationen. Simulationen und Animationen können das Verständnis und die Problemlösefähigkeit bei den Schülern signifikant erhöhen (Höffler & Leutner, 2007). Dies gilt insbesondere für Prozesse, die durch bewegte Bilder besser dargestellt werden können, wie beispielsweise die Bewegung von Teilchen in der Chemie (vgl. Tversky, Bauer & Betrancourt, 2002; Yezierski & Birk, 2006). Unterstützt werden kann dieser Lerneffekt durch eine Interaktion des Lernenden mit der Animation oder Simulation (Tversky et al., 2002). Die Auswahl der multimedialen Inhalte sollte jedoch sorgfältig erfolgen und folgt dem Grundsatz »Weniger ist manchmal mehr«. Dieser Leitgedanke lässt sich nicht nur mit den hohen Produktionskosten für die Simulationen und Animationen begründen. Den wichtigsten Grund liefert die Lehr-Lern-Forschung, die gezeigt hat, dass Animationen nicht automatisch einen Mehrwert bieten oder sogar teilweise schlechter abschneiden als statische Bilder (Paik, 2013). Ursache für dieses Phänomen ist zum einen die durch die Animationen hervorgerufene sehr hohe Belastung des Arbeitsgedächtnisses (Betrancourt, 2005) und zum anderen die Gefahr einer »Illusion des Verständnisses« (ebd., S. 293). Vor dem Einsatz sollte daher geprüft werden, ob ein Mehrwert durch die Animation bzw. Simulation gegeben ist oder ob gleiche oder gar bessere Ergebnisse durch Bilderfolgen erreicht werden können.

Im Gegensatz zum gedruckten Medium sind für elektronische Schulbücher keine Druckkosten zu beachten. Dies bietet neue Freiheiten in der Informationsgestaltung. So werden eine geringere Informationsdichte pro Seite und eine aus lernpsychologischer Sicht sinnvolle Text-Bild-Integration möglich, ohne dass dadurch die Kosten steigen. Des Weiteren kann die erzwungene Linearität des analogen Schulbuchs aufgebrochen werden und nicht lineare Lernwege ermöglichen. Durch einen optionalen nicht linearen Weg können verschiedene Lernstrategien unterstützt werden. Staemmler (2006) unterscheidet z. B. die Holisten von den Serialisten: »Der serialistische/holistische kognitive Stil steht für die Art und Weise, wie Lernende Informationen auswählen und mental repräsentieren. Holisten nutzen hierbei einen globalen

Lernansatz und konzentrieren sich gleichzeitig auf verschiedene Aspekte eines Themenkomplexes. Um diese miteinander in Beziehung zu setzen, bilden sie Verknüpfungen, welche durch eine Top-down-Vorgehensweise charakterisiert sind. Serialisten nutzen einen Lernansatz, der anfänglich den Fokus auf Details legt, bevor Zusammenhänge konzeptualisiert werden (Bottom-up-Vorgehensweise). Bei der Informationsorganisation gehen Serialisten linear vor und konzentrieren sich auf kleine Teilgebiete eines Themenkomplexes, die letztendlich miteinander verknüpft werden.« (Staemmler, 2006, S. 34)

Dem Potenzial der direkten Verknüpfung von Inhalten über Sprungmarken (Hyperlinks) steht jedoch das Risiko gegenüber, dass der Lernende durch die Nutzung vieler Links die Orientierung verliert. Ein analoges Phänomen ist bereits seit den 80er-Jahren in Hypertextumgebungen unter dem Begriff »Lost in Hyperspace« (Theng, Jones & Thimbleby, 1996) bekannt. Der Orientierungsverlust in einer Hypertextumgebung bedeutet oft eine hohe kognitive Belastung (Brünken & Plass, 2003, S. 56). Damit beim Lesen eines digitalen Schulbuchs dieser Effekt nicht auftritt, sollte dem Lernenden über ein klares Design und eine entsprechende übersichtliche Navigation der direkte Weg zum Ausgangspunkt erkenntlich sein. Ein weiteres Potenzial des digitalen Mediums ist die Implementierung von Unterstützungsmaßnahmen zur Binnendifferenzierung. Während ein analoges Schulbuch sämtliche Informationen einer Seite sofort präsentiert, bieten digitale Bücher die Möglichkeit, Hilfen anzubieten, die erst durch die aktive Aufforderung durch den Lernenden sichtbar werden. Zusätzlich haben digitale Schulbücher das Potenzial, den Lernprozess der Schüler zu begleiten. Die Schüler können das E-Book durch Hervorhebungen, Notizen oder Aufgabenbearbeitung personalisieren, da keine physische Weitergabe des Schulbuchs an einen weiteren Lernenden erfolgt.

eChemBook – EIN BEISPIEL GUTER PRAXIS

Unter Beachtung der genannten Vor- und Nachteile wurde im Rahmen des DFG-geförderten Projektes eChemBook ein Prototyp zum Thema »Einführung in das Teilchenmodell« entwickelt. Dieser soll im Folgenden als ein möglicher Lösungsansatz präsentiert werden.

Das eChemBook greift in besonderer Weise die Möglichkeiten einer flexiblen Navigation auf, ohne aber dabei den Leser in einen Hyperspace zu leiten. Der Aufbau eines Themas beruht auf der »Elaboration Theory« von Charles Reigeluth und Faith Stein (Reigeluth & Stein, 1983). Hierbei wird jedes Thema in mehrere Lerneinheiten untergliedert. Die Navigation zwischen den verschiedenen Lerneinheiten erfolgt über eine sogenannte Lernlandkarte.

Die erste Lerneinheit liefert dabei ausschließlich die Grundlagen für das neue Thema und verzichtet weitestgehend auf zusätzliche Informationen. Ziel ist es, den Schülern eine generelle Vorstellung von dem Thema zu vermitteln, ohne sie dabei durch zu viele Informationen zu überfordern. In den weiteren Lerneinheiten wird dann das Thema anhand von Anwendungsbeispielen oder Erweiterungen ergänzt und detaillierter thematisiert. Das Zusatzwissen knüpft dadurch an das bereits vorhandene Wissen der Schüler aus der ersten Lerneinheit an.

Für das Thema »Einführung in das Teilchenmodell« bedeutet das konkret, dass in der ersten Lerneinheit das Teilchenmodell mit seinen Eigenschaften vorgestellt wird. In den weiteren sieben Lerneinheiten werden jeweils Anwendungsbeispiele für das Modell aufgezeigt, wie beispielsweise Druck, Diffusion oder Aggregatzustände. Hierdurch wird das Modellverständnis vertieft und die Anwendung des Modells mit Hilfe von interaktiven Lernaufgaben eingeübt. Die Bearbeitung der sieben Lerneinheiten muss nicht in einer vorgegebenen Reihenfolge erfolgen, da jeweils nur das Wissen aus der ersten Lerneinheit vorausgesetzt wird. Dadurch werden die beiden Lernstrategien der Serialisten und Holisten unterstützt. Insbesondere hat hier aber die Lehrkraft eine große Flexibilität in der Auswahl und Reihenfolge der zu behandelnden Inhalte.

Jede Lerneinheit besteht aus fünf Elementen: Motivationstext, Basistext, Experimente, interaktive Lernaufgaben und Zusammenfassung. Der Motivationstext bietet den Schülern durch seinen Lebensweltbezug einen motivierenden Einstieg, baut aber zugleich ein Situationsmodell auf, das vorhandenes Vorwissen aktiviert. Durch eine direkte Ansprache wird dabei noch die Aufmerksamkeit der Schüler erhöht. Der Basistext liefert alle notwendigen Informationen der Lerneinheit. Dabei werden die Regeln für ein besseres Textverständnis nach Hartley (2004) befolgt und zusammengehörige Text- und Bildinformationen räumlich nah beieinander angeordnet. Bilder, die nur Dekorationszwecken dienen und kein Ziel verfolgen, werden komplett weg-

gelassen, da diese den Lernprozess behindern können (Mayer, 2009). Simulationen und Animationen ergänzen den Basistext, wenn sie den Prozess des Verstehens besser unterstützen können als statische Bilder. Hierzu gehört beispielsweise die Darstellung der Teilchenbewegung, die durch statische Bilder nur unzureichend dargestellt werden kann. Damit wird der zweiten Gefahr der medialen Überfrachtung Rechnung getragen.

Das Element »Experiment« bietet auf die Inhalte der Lerneinheit angepasste Chemieexperimente an, welche mit Hilfe eines Videos auch im Nachhinein noch einmal betrachtet werden können. Die dazugehörige Auswertung und die zusätzlichen Aufgaben des Experiments werden durch adaptive Hilfen unterstützt, sodass der Schwierigkeitsgrad der Aufgaben angepasst werden kann. Die Antworten können von dem Lernenden direkt in dem E-Book notiert werden.

Um das neu erworbene Wissen anzuwenden und zu festigen, wurde das Element »Interaktive Lernaufgaben« integriert. Es gibt verschiedene Aufgabentypen, deren Schwerpunkt in der Externalisierung und Reflexion der eigenen Vorstellungen liegt. Hierzu gehört beispielsweise, dass die Schüler zur Erklärung betrachteter Phänomene aufgefordert werden, Zeichnungen von ihren eigenen Vorstellungen auf Teilchenebene zu erstellen. Die Bearbeitung dieser Aufgaben wird durch adaptive Hilfen und eine Musterlösung unterstützt. Die digitalen Bearbeitungsmöglichkeiten erleichtern dabei sowohl die Überarbeitung der Lösung als auch den Austausch unter den Lernenden sowie die Präsentation im Plenum mit Hilfe eines Videoprojektors oder am interaktiven Whiteboard. Bei einem anderen Aufgabentyp nehmen die Lernenden zu bekannten Schülervorstellungen Stellung und erhalten dabei ein direktes Feedback von der Software.

Das letzte Element einer Lerneinheit bildet die Erstellung einer Zusammenfassung für die Lernlandkarte, die das digitale Schulbuch zu einem Lernbegleiter macht. Dabei werden die Schüler aufgefordert, die bearbeitete Lerneinheit mit ihren eigenen Worten zusammenzufassen und ihre Zusammenfassung in die Lernlandkarte einzutragen. Zusätzlich sollen sie ihr eigenes Verständnis der Lerneinheit mit Hilfe einer Ampel bewerten. Die Schüler werden dadurch angehalten, Eigenverantwortung für ihren Lernprozess zu übernehmen und diesen zu reflektieren. Gleichzeitig wird das Verständnis des Themas durch die Erstellung der Zusammenfassung erhöht (King, 1992), und die Schüler kön-

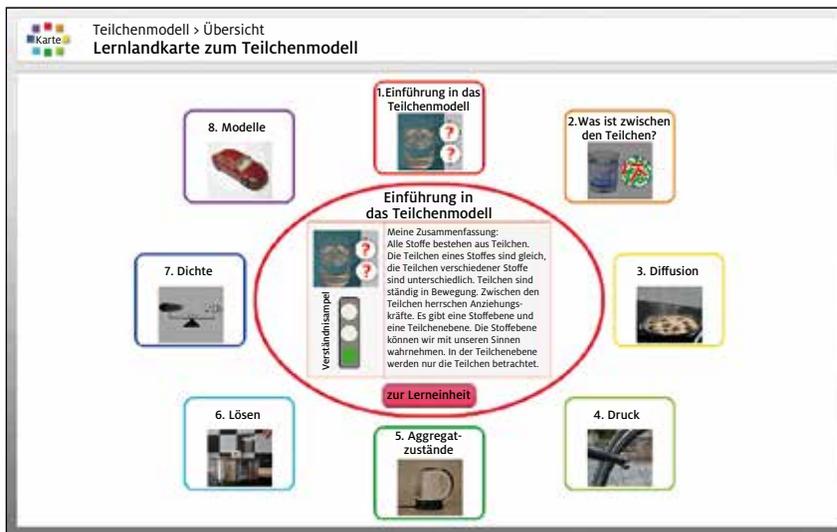


Abb. 1: Ausgefüllte Lernlandkarte mit Verständnisampel

nen über die Lernlandkarte schnell auf ihre Zusammenfassung zugreifen, um sich den Inhalt zu reaktivieren (Ollig, 2009). Das E-Book unterstützt diese Reflexion und Dokumentation des eigenen Lernens durch einen Überblick über die thematisierten Konzepte der Lerneinheit und eine Checkliste mit den wichtigsten Begriffen.

Im nächsten Schritt könnten diese Zusammenfassungen und Einschätzungen der Lehrkraft zur Verfügung gestellt werden, sodass diese einen schnellen Überblick über den aktuellen Wissensstand ihrer Schüler bekommt und gegebenenfalls bei Problemen eingreifen kann. Die Lernlandkarte komplementiert damit das Konzept, dass das E-Book den Lernprozess der Schüler begleitet und dokumentiert.

Fazit: Das digitale Schulbuch steckt aus unserer Sicht immer noch in den Kinderschuhen der Entwicklung. Erste Beispiele zeigen zwar die Potenziale auf, nutzen aber noch nicht alles, was die neuen Technologien versprechen. Fach- und mediendidaktische Studien sollten von Schulbuchverlagen beachtet werden, um diesen Prozess gewissenhaft voranzutreiben und sinnvolle Einsatzszenarien zu entwickeln. Das mBook für Geschichte und auch das in

diesem Artikel vorgestellte Projekt eChemBook zeigen Möglichkeiten auf, wie eine Kooperation verschiedener Institutionen gelingen kann.

LITERATUR

- Betrancourt, M. (2005). The animation and interactivity principles in multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (1st ed., pp. 287 – 296). Cambridge: Cambridge University Press.
- Brünken, R. & Plass, J. L. (2003). Direct Measurement of Cognitive Load in Multimedia Learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 53 – 61.
- Hartley, J. (2004). Designing instructional and informational text. In D. Jonassen (Ed.), *Handbook of research on educational communications and technology* (2nd ed., pp. 917 – 947). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Höfler, T. N. & Leutner, D. (2007). Instructional animation versus static pictures: A meta-analysis. *Learning and Instruction*, 17(6), 722 – 738.
- Katholische Universität Eichstätt. (n.d.). *Multimediales Schulbuch*. Retrieved April 21, 2014.
- King, A. (1992). Comparison of Self-Questioning, Summarizing, and Notetaking-Review as Strategies for Learning From Lectures. *American Educational Research Journal*, 29(2), 303 – 323.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning*. Second Edition. New York: Cambridge University Press.
- Ollig, B. (2009). Den Aufbruch in neue Gebiete begleiten. *Lernchancen*, 71(12), 8 – 11.
- Paik, E. S. & Schraw, G. (2013). Learning with animation and the illusion of understanding. *Journal of Educational Psychology*, 105(2), 278 – 289.
- Reigeluth, C. M. & Stein, F. S. (1983). The Elaboration Theory of Instruction. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional Design Theories and Models* (1st ed., pp. 335 – 381). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Staemmler, D. (2006). *Lernstile und interaktive Lernprogramme*. Wiesbaden: DUV.
- Theng, Y. L., Jones, M. & Thimbleby, H. (1996). Psychological problem or bad design? *APCHI'96*, 387 – 396.
- Tversky, B., Bauer, J. & Betrancourt, M. (2002). Animation: can it facilitate? *International Journal of Human-Computer Studies*, 57(4), 247 – 262.
- Yeziarski, E. J. & Birk, J. P. (2006). Misconceptions about the Particulate Nature of Matter. Using Animations To Close the Gender Gap. *Journal of Chemical Education*, 83(6), 954 – 960.

ÜBER DIE AUTOREN



Nina Ulrich, Jahrgang 1987, studierte Mathematik und Chemie für das Lehramt an Gymnasien an der Leibniz Universität Hannover und beendete 2011 das Studium mit dem Abschluss Master of Education. Seit 2012 ist sie wissenschaftliche Mitarbeiterin im Institut für Didaktik der Naturwissenschaften – Fachgebiet Chemiedidaktik an der Leibniz Universität Hannover. Dort promoviert sie im Rahmen des DFG-Forschungsprojekts eChemBook.



Juliane Richter ist seit Juni 2013 wissenschaftliche Mitarbeiterin und Doktorandin am Leibniz-Institut für Wissensmedien in Tübingen. Sie studierte Human Factors an der Technischen Universität Berlin und beendete das Studium 2012 mit dem Abschluss Master of Science. Sie verfügt zudem über mehrjährige Berufserfahrung im Bereich Usability Engineering. Juliane Richter arbeitet aktuell im DFG-Forschungsprojekt eChemBook.



Prof. Dr. **Katharina Scheiter** ist Leiterin der Arbeitsgruppe Wissenserwerb mit Multimedia am Leibniz-Institut für Wissensmedien in Tübingen. Sie studierte Psychologie in Göttingen und arbeitete anschließend zunächst an der Universität des Saarlandes. 2002 bis 2009 war sie als wissenschaftliche Assistentin in der Abteilung für Angewandte Kognitions- und Medienpsychologie des Psychologischen Instituts der Universität Tübingen tätig, wo sie 2003 auch promovierte.



Prof. Dr. **Sascha Schanze** ist Leiter des Fachgebiets Chemiedidaktik am Institut für Didaktik der Naturwissenschaften der Leibniz Universität Hannover.

Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht (2014), J. Maxton-Küchenmeister & J. Meßinger-Koppelt (Hrsg.), Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag

INTERAKTIVE BILDSCHIRMEXPERIMENTE IM PHYSIKUNTERRICHT

Jürgen Kirstein & Volkhard Nordmeier

AUSGANGSLAGE

Physikunterricht soll Situationen und Probleme der Lebenswelt aufgreifen, die Schülern »sinnstiftende« Anlässe (Muckenfuß, 1995) zum Lernen bieten. Experimente nehmen dabei eine Schlüsselrolle ein. Praktische Bedingungen erschweren jedoch oft den Zugang zum Experiment im Unterricht: Organisation (Ort und Zeit, Verfügbarkeit), Gefahren (toxische Stoffe, elektrische Sicherheit, Strahlenschutz), Aufwand (Kosten, Vorbereitungszeit und Dauer). Abgesehen von technischen Schwierigkeiten, die den Lernprozess behindern, hat die Lehrkraft beim Ausfall von Geräten oder dann, wenn die Lernenden ratlos vor dem Versuchsaufbau sitzen – was bereits Heinrich Hertz in seiner Zeit als Assistent im physikalischen Praktikum zu schaffen machte (Fölsing, 1997) –, kaum Hilfsmittel zur Hand, der Situation adäquat zu begegnen. Auch sind Experimente, anders als viele andere Lehrmittel, für die Lernenden nur eingeschränkt verfügbar. Häufig begegnet man ihnen im Physikunterricht, in der Ausbildung oder im Studium nur ein einziges Mal – und das nur für kurze Momente. Förderlich für einen kumulativen, auf Vernetzung ausgerichteten und individualisierten Lernprozess ist das nicht.

DAS »INTERAKTIVE BILDSCHIRMEXPERIMENT« (IBE)

Die vielfältigen unterrichtlichen Anforderungen verdeutlichen den Bedarf nach einem Medium, das wie der Film den Ablauf eines realen Experiments darstellt, dem Betrachter aber weiter gehende Kontrollmöglichkeiten bietet: Die dargestellten Experimente sollten möglichst realitätsnah »bedienbar« sein und abhängig von den jeweiligen Handlungen des Betrachters die Reak-



Abb. 1: In Analogie zur lichteoptischen Abbildung mit der Sammellinse wird hier die elektronenoptische Abbildung eines glühenden Drahtes durch eine stromdurchflossene Spule gezeigt. Im IBE lässt sich die Spule verschieben und so das Bild auf dem Leuchtschirm fokussieren. Erst damit lässt sich später auch die Funktion eines Elektronenmikroskops anschaulich verstehen.

tion des Experiments unmittelbar und anschaulich erfahrbar machen. Genau diese Eigenschaften haben wir mit dem Format des »Interaktiven Bildschirm-experiments«, dem IBE, realisiert. Erreicht wird das durch ein Stopp-Trick-Animationsverfahren während der Experimentdurchführung (wie im Trickfilm) in Kombination mit der Programmierung der Interaktionen zwischen Betrachter und Bild (Kirstein, 1999). »Bedient« werden die auf dem Bildschirm des Computers dargestellten IBE dann entweder mit der Maus oder – weit wirkungsvoller – über den Touchscreen des Tablet-PCs oder auf dem digitalen Whiteboard (vgl. Beitrag Lindlahr, S. 90).

Versuchsaufbauten sind im IBE fest vorgegeben. Sie sind in ihrer einfachsten Form vergleichbar mit didaktisch aufbereiteten Experimentierstationen eines Science Centers (»Knopfdruckexperiment«): Die Variation eines Parameterwertes macht hier ein Naturphänomen, einen physikalischen Zusam-

menhang oder die Wirkungsweise eines technischen Gerätes anschaulich erfahrbar. Jede weitere Variationsmöglichkeit erhöht den Aufwand der Herstellung erheblich. Ein Beispiel ist die Messung von Spannung und Stromstärke im einfachen Stromkreis. Sollen hier alle möglichen Schaltungsvarianten berücksichtigt werden, wächst der Herstellungsaufwand über alle Grenzen. Allerdings ist es nicht das Ziel eines IBE, das reale Experiment vollständig digital nachzubilden. Das IBE soll reale Erfahrungen nicht ersetzen – es soll sie ergänzen.

IBE IM UNTERRICHT

Was kann man mit dem IBE im Unterricht anfangen? Welche Chancen bestehen? Wo sind die Grenzen? Zunächst gehen wir davon aus, dass das IBE in Lehr-Lern-Szenarios vielfältig einsetzbar ist. Während im klassischen Lehrfilm (oder im Fernsehen, z. B. beim »Telekolleg«) das Experiment kontextbezogen dargestellt (vorgeführt) wird, kann das Experiment im IBE weitestgehend kontextfrei dargestellt werden, also zunächst ohne jede Anleitung oder Beschreibung. Damit wird das IBE zum Demonstrationsexperiment mit individueller didaktischer Einbettung durch die Lehrkraft, oder es ist Teil eines Selbstlernangebots, das (differenzierbare) Lernaufgaben und Hilfen umfasst. Empirische Studien belegen, dass mit dem IBE mindestens genauso gut, sogar oft schneller als mit dem Realexperiment gelernt werden kann (Theyßen, Sumfleth & Hüther, 2002; Brell, 2008).

Allerdings ist das Experiment im IBE nicht im Wortsinne »begreifbar«. Dafür besitzt es Eigenschaften, die über das reale Experiment im Unterricht hinausgehen:

- Handlungsmöglichkeiten lassen sich der didaktischen Zielsetzung entsprechend gestalten (und auch einschränken). Beispiel: ein Lernangebot zur Funktion des Oszilloskops, bei dem die Bedienmöglichkeiten schrittweise erweitert werden.

Empirische Studien belegen, dass mit dem Interaktiven Bildschirmexperiment mindestens genauso gut, sogar oft schneller als mit dem Realexperiment gelernt werden kann.

- Die Experimentierdauer lässt sich wie im Film verkürzen (»Zeitraffer«) oder verlängern (»Zeitlupe«). Experimente werden zugänglich, deren Durchführung im Unterricht aus zeitlichen Gründen kaum möglich ist. Beispiel: Bestimmung der Gravitationskonstante mit der Drehwaage.
- Mobile Endgeräte ermöglichen den flexiblen Zugriff auf IBE. Experimente werden jederzeit und überall verfügbar. Das bedeutet: Für den Lernprozess lassen sich Experimente dann nutzen, wenn die Situation es erfordert, und nicht nur dann, wenn es organisatorisch möglich ist.
- Gefahren beim Experimentieren mit dem IBE bestehen nicht. Darüber hinaus lassen sich Experimente erschließen, die real im Unterricht nicht durchführbar sind: Eine historische Röntgenröhre wird am Funkeninduktor betrieben, die Kennlinie der 1500-Watt-Glühlampe eines Planetariumsprojektors wird aufgenommen oder der Dampfdruck von Benzol untersucht.

Über die praktischen Möglichkeiten des experimentellen Physikunterrichts hinaus erlauben IBE eine Erweiterung des didaktisch-methodischen Rahmens zum Einsatz von Experimenten. IBE erschließen mit den Möglichkeiten digitaler Audio-, Foto- und Videotechnik Situationen aus der Lebenswelt, die für Experimente sonst nicht zugänglich wären. Das sind zum Beispiel auch Experimente aus dem physikalischen Forschungslabor. Während die Lernenden beim Thema »Elektronenbeugung« im Physikunterricht in der Regel mit den relativ schwer zu verstehenden ringförmigen Beugungsmustern der »Elektronenbeugungsröhre« konfrontiert werden, bietet das Labor der Festkörperphysik einen einfacheren Zugang: Langsame Elektronen werden hier an der Oberfläche eines Einkristalls gebeugt (»Low Energy Electron Diffraction«). Beobachtet werden im IBE die diskreten Maxima der Beugung von Elektronen am zweidimensionalen Oberflächengitter – ganz in Analogie zur Gitterbeugung von Photonen.

Mit dem IBE lassen sich so aus einer komplexen Laborsituation heraus Experimente für den Unterricht »herauspräparieren«. Interessant ist dabei besonders die Verbindung mit dem Realexperiment, etwa wie im Beispiel die anschauliche Analogie bei der Beugung von Elektronen und Photonen oder auch die Messung des Spurbands einer CD mit dem Rasterkraftmikroskop (IBE) oder über die Nutzung der CD als Beugungsgitter (real). Digitale Medien ermöglichen damit experimentelle Untersuchungen im Kontext naturwis-

senschaftlicher Fragestellungen, die im Physikunterricht experimentell sonst nicht zugänglich wären (Kirstein & Nordmeier, 2007).

AUSBlicKE

Der systematische Einsatz von digitalen Medien kann den Konzeptwechsel hin zum lernzentrierten Unterricht unterstützen. So ermöglichen IBE vielfältige Lernaktivitäten und lassen sich an die Anforderungen des Unterrichts flexibel anpassen, bieten also gegenüber anderen Medienangeboten (virtuelle Labore, Film, Fernsehen) und Lehrmitteln einen echten Mehrwert für den Unterricht.

Mit dem weiteren Fortschritt digitaler Medien- und Kommunikationstechnologie werden die technischen Hürden für ihre Nutzung immer weiter in den Hintergrund treten. Damit könnten Lerngelegenheiten aus der modernen Wissenschaft und ihre Anwendungen in Zusammenarbeit von Experten und Nutzern systematisch didaktisch erschlossen werden. Die Schule könnte unabhängig vom Engagement einzelner Lehrkräfte einen systematischen Lebensweltbezug im Unterricht realisieren, etwa durch vielfältig einsetzbare Medienbausteine zur Gestaltung von kontextorientierten Lernumgebungen, die reale Situationen und Problemstellungen in den Mittelpunkt des Unterrichts rücken und nicht mehr nur beispielhaft am Rande erwähnen (Neuhaus, Kirstein & Nordmeier, 2012).

Neuere Konzepte zur Weiterentwicklung des digitalen Schulbuchs sehen im IBE nicht nur einen universell einsetzbaren Baustein zur individuellen Gestaltung von Lehr-Lern-Angeboten, sondern bieten Werkzeuge zum aktiven Lernen, mit denen jeder einfache IBE ohne Programmierung herstellen kann. Das Erfassen von Fotoserien während der Experimentdurchführung durch die Lernenden betont medienpädagogische Aspekte: Die genaue Planung der Aufnahme ist wichtig, Entscheidungen hinsichtlich der Bildgestaltung müssen getroffen werden, und natürlich sind Sorgfalt und Geduld beim Experimentieren sowie planmäßiges Vorgehen gefragt. Das Ergebnis ist ein individuell hergestelltes IBE, das nicht wie ein Video einfach abgespielt wird, sondern dessen Ablauf ein Experiment interaktiv nachvollziehbar macht. Es lässt sich

präsentieren und dokumentiert den gesamten Prozess des Experimentierens. Das IBE wird damit auch zum Nachweis der Experimentierkompetenz. Lernende sammeln Experimente und Wissen in ihrem persönlichen digitalen Portfolio. Mit dem »tet.folio« (Kirstein & Nordmeier, 2014) stehen diese und andere Angebote beispielsweise zum aktiven Lernen für die Erprobung online zur Verfügung.

WEITERE INFORMATIONEN



www.tetfolio.de

LITERATUR

- Brell, C. (2008). *Lernmedien und Lernerfolg – reale und virtuelle Materialien im Physikunterricht*. Dissertation, Universität Bremen. Berlin: Logos.
- Fölsing, A. (1997). *Heinrich Hertz – Eine Biografie*. Hamburg: Hoffmann und Campe.
- Kirstein, J. (1999). *Interaktive Bildschirmexperimente – Technik und Didaktik eines neuartigen Verfahrens zur multimedialen Abbildung physikalischer Experimente*. Dissertation, Technische Universität Berlin.
- Kirstein, J., Nordmeier, V. (2007). Multimedia representation of experiments in physics. *Eur. J. Phys.*, 28, 115–126.
- Kirstein, J. & Nordmeier, V. (2014). tet.folio: Physik lehren und lernen mit einem digitalen Portfolio. *PdN Physik in der Schule*, 63(3), 19–28.
- Muckenfuß, H. (1995). *Lernen im sinnstiftenden Kontext*. Berlin: Cornelsen.
- Neuhaus, W., Kirstein, J. & Nordmeier, V. (2012). Didaktische Funktionen des Lehrbuchs der Zukunft. In: V. Nordmeier, H. Grötzebauch (Hrsg.), *PhyDid B*. Verfügbar unter <http://phydid.physik.fu-berlin.de/index.php/phydid-b/article/view/411/547> [28.10.2013]
- Theyßen, H., Sumfleth, E. & Hütter, M. (2002). Hypermedia contra Praktikum. In R. Brechel (Hrsg.), *Zur Didaktik der Physik und Chemie: Probleme und Perspektiven*. Band L 22 (354–356). Alsbach / Bergstraße: Leuchtturm.

ÜBER DIE AUTOREN



Dr. **Jürgen Kirstein** forscht seit 1996 über multimediale Repräsentationen von realen Experimenten für das Lehren und Lernen in der Physik. Zuvor war er über zehn Jahre als Studienrat für die Fächer Physik, Mathematik und Informatik im Schuldienst tätig. Er hat das IBE-Format entwickelt und zahlreiche Entwicklungs- und Evaluierungsprojekte zu Anwendungen von IBE in Schule, Hochschule und der Öffentlichkeitsarbeit konzipiert und verantwortlich geleitet. Seine Arbeiten wurden unter anderem mit dem European Academic Software Award (2000) und mit dem Digita (2008) ausgezeichnet.



Prof. Dr. **Volkhard Nordmeier** lehrt und forscht seit mehr als 20 Jahren auf dem Gebiet der Didaktik der Physik. Ein besonderer Arbeitsschwerpunkt liegt in der Entwicklung innovativer und auf die moderne Physik sowie auf den Einsatz neuer Medien bezogener Konzepte und Experimente für die Lehre in Schule und Hochschule. Für seine und die in seiner Arbeitsgruppe entstehenden zahlreichen Arbeiten, Medien und mehr als 300 Veröffentlichungen wurde er 2012 auch mit dem Robert-Wichard-Pohl-Preis der Deutschen Physikalischen Gesellschaft ausgezeichnet. Darüber hinaus ist er Herausgeber der referierten Online-Zeitschrift *PhyDid (Physik und Didaktik in Schule und Hochschule)* und Mitherausgeber weiterer Zeitschriften und Schulbücher.

VIRTUAL-REALITY-EXPERIMENTE FÜR INTERAKTIVE TAFELN UND TABLETS

William Lindlahr

Das Experiment ist seit jeher die zentrale Erkenntnisquelle der naturwissenschaftlichen Forschung und nimmt entsprechend auch im Unterricht eine bedeutende Rolle ein. Experimente sind u. a. dazu geeignet, Schüler zu motivieren sowie fachliche Inhalte zu vermitteln und zu bestätigen. In den letzten Jahren erfährt das Experimentieren in der Schule deutliche Einbußen aufgrund einer Vielzahl von Limitierungen, wie schärferen Sicherheitsbestimmungen, steigender Stoffmenge und Zeitdruck. Dagegen ist die heutige Verfügbarkeit digitaler Unterrichtsmedien in Form von interaktiven Tafeln, Tablets und Smartphones geeignet, dem Experimentieren neue Möglichkeiten zu eröffnen.

Während interaktive Tafeln bereits in vielen deutschen Schulen vorhanden sind und in Gymnasien einen Spitzenwert der Ausstattung von bis zu 46 % erreichen (vgl. Beitrag [Hanekamp](#), S. 21), bilden Tablets den nächsten Schritt der Medialisierung der Schulen: Sie sind zwar noch nicht großflächig verbreitet, werden jedoch derzeit bereits in einer Reihe von Pilotprojekten deutschlandweit eingesetzt. Gemeinsam bieten diese »Touch-Medien« neue Potenziale, die im Unterricht gewinnbringend genutzt werden müssen.

Interaktive Tafeln und Tablets vereinen zunächst viele Einsatzmöglichkeiten etablierter Unterrichtsmedien. So ist es mit den Geräten beispielsweise möglich, »Tafelbilder« zu erarbeiten und diese komfortabel zu überarbeiten, diverse Medieninhalte darzustellen oder sogar neu zu produzieren sowie in einer Vielzahl von Quellen zu recherchieren. Um die Anschaffung und den Einsatz der Touch-Medien zu begründen, erwarten Schüler ebenso wie Lehrkräfte jedoch weiter gehende Möglichkeiten. Interaktive Tafeln und Tablets sind mit ihren berührungsempfindlichen Bildschirmen (Touch-Screens) prädestiniert für intuitive Interaktionsmöglichkeiten über Mehrfinger- und Gestensteuerung, die durch entsprechende Anwendungsszenarien und Softwareunterstützung der Eingabe per Tastatur und Maus deutlich überlegen sein können.

Diese Potenziale digitaler Touch-Medien werden von *Virtual-Reality-Experimenten* in Kombination mit der traditionell zentralen Rolle des Experiments genutzt. Sie bieten somit ein Konzept für einen zweckmäßigen Medieneinsatz im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Bei einem Virtual-Reality-Experiment (Abkürzung VRE) handelt es sich um die Simulation eines Experiments in größtmöglicher Realitätsnähe (vgl. Abb. 1). Diese wird erreicht durch

- eine dreidimensionale Darstellung des Versuchs entsprechend dem realen Vorbild,
- realistische Bewegungsmöglichkeiten in der virtuellen Welt,
- umfangreiche Interaktionsmöglichkeiten sowie durch die
- Simulation wirklichkeitstreuere Messwerte, die denjenigen echter Experimente nachempfunden sind.

Die simulierten Messwerte sind analog zur Realität fehlerbehaftet und stehen damit inhaltlich dem realen Experiment deutlich näher als der Ideal- bzw. »Lehrbuchphysik«.

Als Virtual-Reality-Experimente werden gezielt zunächst Versuche simuliert, die als Realversuche im schulischen Umfeld tatsächlich nicht durchgeführt werden (vgl. auch Beitrag [Kirstein & Nordmeier](#), S. 83). Hinzu kommen Experimente, die real durchgeführt werden können und dabei von erklärenden Zusatzdarstellungen in der virtuellen Welt ergänzt werden. Als Hürde bei der Durchführung von Realversuchen zeigt sich in der schulischen Praxis eine Reihe von Gründen, angefangen von Gefahrenpotenzialen und damit verbundenen rechtlichen Einschränkungen für Schüler oder auch Lehrkräfte bis hin zu Experimentiermitteln im schlechten Zustand sowie Geld- oder Zeitmangel.

Die Virtual-Reality-Experimente präsentieren sich auf der interaktiven Tafel, dem Tablet oder anderen Endgeräten als Blick in einen virtuellen, dreidimensionalen Physikraum, in dessen Mittelpunkt auf einem Tisch das aufgebauete Experiment steht (vgl. Abb. 1). Im Hintergrund des Experimentiertisches stellen mit Geräten gefüllte Schränke eine physikalische Sammlung nach und sorgen so für eine authentische und zugleich seriöse Umgebung. Der Benutzer kann sich durch die Verwendung von einem oder zwei Fingern auf der interaktiven Oberfläche im virtuellen Raum bewegen, seine Perspektive auf den



Abb. 1: Virtual-Reality-Experiment zum Millikan-Versuch auf einer interaktiven Tafel (Bildhintergrund) im Vergleich mit dem Realexperiment

Versuchsaufbau verändern sowie näher an die Geräte herantreten oder wieder zurücktreten, um den gesamten Raum zu sehen. Sowohl der Aufbau des Experiments als auch die Ausprägung der einzelnen Komponenten folgen dabei didaktischen Prinzipien, z. B. hinsichtlich der Übersichtlichkeit und Klarheit des Aufbaus.

Die Funktionsweise der einzelnen Geräte, die Interaktionsmöglichkeiten des Benutzers und der Versuchsaufbau sind den realen Vorbildern nachempfunden. Der Benutzer kann wie an echten Geräten Tasten drücken und Regler

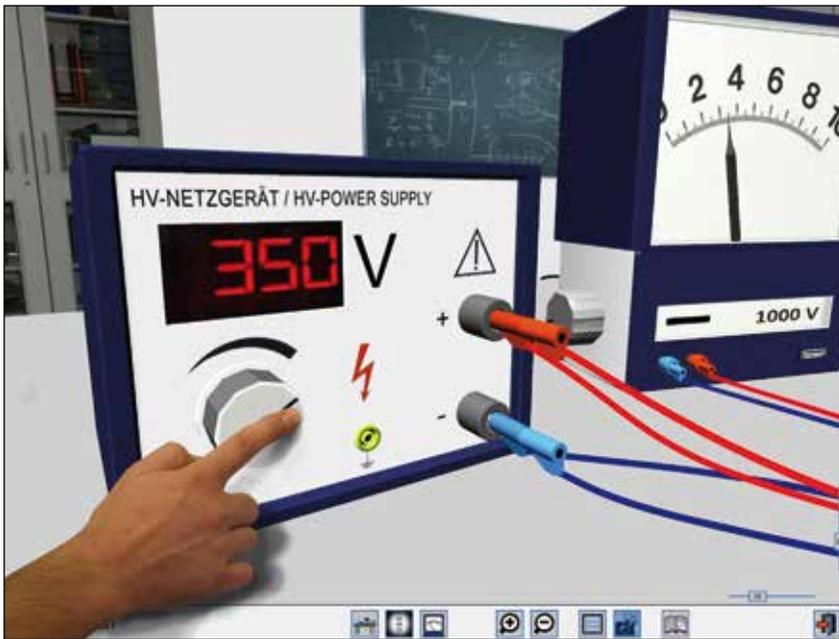


Abb. 2: Interaktionsmöglichkeiten der Virtual-Reality-Experimente am Beispiel der Bedienung eines virtuellen Netzgerätes mit dem Finger auf der berührungsempfindlichen Oberfläche einer interaktiven Tafel

mit dem Finger auf der interaktiven Oberfläche drehen (vgl. Abb. 2). Weiterhin kann er Stecker »in die Hand nehmen« und umstecken und so auch Fehlbedienungen realisieren, die sich durch entsprechende unerwünschte Funktionen der Geräte oder zumindest durch unerwartete Messergebnisse bemerkbar machen. Infolgedessen wird eine große Freiheit beim Experimentieren erreicht, die jedoch an anderer Stelle aufgrund didaktischer Ziele eingeschränkt wird. Der Benutzer kann beispielsweise keine Geräte zerstören oder vom Tisch werfen.

Die realitätsnahe Darstellung und die Interaktionsmöglichkeiten der VRE werden ergänzt durch Zusatzdarstellungen in der virtuellen Welt, die das Verständnis der Versuche bzw. der damit zusammenhängenden physikalischen Konzepte erleichtern sollen. Dies kann je nach Versuch z. B. die Darstellung

von Kraftpfeilen, der Stromrichtung oder von Teilchenbahnen sein, die sich ständig in ihrer Form und Größe den veränderten Versuchsparametern anpassen. Diese Illustrationen können über entsprechende Schaltflächen auf der Symbolleiste der Software bei Bedarf ein- bzw. ausgeschaltet werden.

Die Durchführung realer Versuche ist den virtuellen grundsätzlich vorzuziehen, in der Unterrichtspraxis stehen dem realen Experimentieren allerdings vielfältige Gründe entgegen. Als Beispiele seien Gefahren durch Hochspannung, Radioaktivität, Laserstrahlung oder Chemikalien genannt, die per se und aufgrund rechtlicher Rahmenbedingungen das Experimentieren einschränken. Hinzu kommen Hindernisse wie Aufwand und Größe des Experiments, hohe Kosten oder ungünstige Sichtverhältnisse.

Eines der besten Beispiele sind Versuche zum Themengebiet Radioaktivität. Obwohl das Thema aufgrund aktueller politischer Entwicklungen im Bereich der Kernenergie nach wie vor aktuell ist, scheitern Experimente im Schulunterricht oftmals an strengen Strahlenschutzbestimmungen. Einige Schulen haben bereits ihre radioaktiven Präparate abgeschafft, da sie den Aufwand und die Kosten für die vorgeschriebene regelmäßige Fortbildung ihrer Lehrkräfte scheuen. Versuche z. B. zum Abstandsgesetz oder zur Abschirmung und Ablenkung radioaktiver Strahlung sind somit für die Umsetzung als Virtual-Reality-Experimente prädestiniert.

Ähnliches gilt für Schulversuche zur Röntgenstrahlung, deren Relevanz sich etwa aus der ständigen Weiterentwicklung der bildgebenden Verfahren in der Medizin ergibt. Während eine erste Änderung der Strahlenschutzbestimmungen noch die Nachrüstung der in Schulen vorhandenen Röntgengeräte mit zusätzlichen Sicherheitseinrichtungen erlaubte, mussten nach einer weiteren Überarbeitung der Richtlinien die Apparate schließlich stillgelegt werden. Neue Röntgengeräte werden wegen ihrer hohen Kosten, reduzierten Schulträger-Budgets und dem schmalen Einsatzbereich der Geräte nur sehr selten angeschafft.

Neben den Strahlungsversuchen erweist sich auch der Millikan-Versuch als gut geeignet für eine Simulation als Virtual-Reality-Experiment. Dieser Versuch, mit dem Robert Andrews Millikan im Jahre 1910 erstmals die Elementarladung bestimmte und damit die Quantisierung der Ladung zeigte, ist im Physikunterricht an mehreren Stellen relevant. Seine Durchführung als Realexperiment leidet jedoch häufig am schlechten Zustand des Versuchsaufbaus

und ist zudem durch die notwendige Nutzung eines Mikroskops mit Schülergruppen sehr zeitaufwendig oder erfordert zusätzliches Equipment, wie Kamera und Bildschirm oder Projektor. Der Millikan-Versuch gehört außerdem zu den anspruchsvollen Experimenten, die wegen ihrer Anschaffungskosten in einer Schule maximal einmal vorhanden sind und daher nur als Lehrerexperiment oder etwa in Gruppenarbeit eingesetzt werden können.

Die genannten Virtual-Reality-Experimente zu radioaktiver Strahlung und Röntgenstrahlung sowie der Millikan-Versuch werden derzeit am Institut für Physik der Johannes Gutenberg-Universität Mainz fertiggestellt. Darüber hinaus ist die Simulation einer Vielzahl weiterer Versuche geplant.

Die Nutzung der Potenziale der Touch-Medien erlaubt eine für den Unterricht adäquate Ausprägung der virtuellen Realität, die sich durch ihre Darstellung und Interaktionsmöglichkeiten auszeichnet. Sowohl die interaktiven Tafeln als auch moderne Tablets und Smartphones sind in der Lage, die kreierte 3-D-Umgebung detailreich und flüssig darzustellen. Auf den großen Projektionsflächen der interaktiven Tafeln profitieren die Virtual-Reality-Experimente darüber hinaus von der annähernden Lebensgröße der virtuellen Welt. Bei Verwendung der Software auf Tablets liegt dagegen der Vorteil in der großen Mobilität der Geräte, die eine Vielfalt der Einsatzorte sowie der Kombinationsmöglichkeiten mit echten Experimenten ergibt. Die Bedienung aller genannten Geräte mit mehreren Fingern (Multi-Touch) ohne zusätzliche Eingabekomponenten ist sehr intuitiv und minimiert den physischen und psychischen Abstand zwischen Benutzer und Hardware.

Obwohl Virtual-Reality-Experimente in erster Linie für den Einsatz auf Touch-Medien konzipiert sind, können sie unter Verzicht auf den Vorteil hoher Interaktivität auch auf normalen PCs, entweder in den Computerräumen der Schule, auf Laptops im Klassenzimmer oder auf dem privaten PC der Schüler oder Lehrkräfte, eingesetzt werden. Somit erreichen VRE die gesamte Vielfalt der zurzeit im schulischen Umfeld vorhandenen Geräte.

Das Spektrum der Einsatzmöglichkeiten von Virtual-Reality-Experimenten im naturwissenschaftlichen Unterricht ergibt sich aus dem bekannten didaktischen Potenzial realer Versuche in Kombination mit der Vielfalt digitaler Medien in Schulen. Dabei sind für die VRE zwei generelle Einsatzszenarien denkbar. Sie können einerseits anstelle von Realversuchen eingesetzt werden, wenn diese nicht zur Verfügung stehen oder zu aufwendig wären. In vielen

anderen Fällen sind VRE geeignet, das reale Experimentieren sinnvoll zu ergänzen.

Als Ersatz für Realversuche sind Virtual-Reality-Experimente mindestens ebenso vielfältig einsetzbar wie ihre realen Vorbilder. So können die VRE beispielsweise als Demonstrationsexperimente für die ganze Klasse auf der interaktiven Tafel präsentiert werden, wobei entweder die Lehrkraft oder einzelne bzw. wenige Schüler experimentieren. Eine interaktive Tafel ermöglicht außerdem das Experimentieren in Gruppenarbeit, z. B. eingebunden in ein Stationenlernen. Ist dagegen ein Klassensatz individueller Endgeräte verfügbar, dann können mit den Virtual-Reality-Experimenten Schülerversuche alleine oder in Kleingruppen durchgeführt werden. Dabei ist die Zahl der virtuellen Experimentieraufbauten nur durch die Zahl der Tablets bzw. Computer begrenzt, während gerade bei anspruchsvollen Experimenten in jeder Schule höchstens ein realer Gerätesatz zur Verfügung steht. Tablets und Laptops bieten außerdem die Möglichkeit, einen Versuch »mit nach Hause zu nehmen« oder gänzlich als Hausaufgabe durchzuführen. Weiterhin können Schüler in der virtuellen Welt Versuche durchführen, die in der Realität aufgrund des Gefahrenpotenzials bzw. rechtlicher Rahmenbedingungen der Lehrkraft vorbehalten sind. Darüber hinaus ergeben sich interessante Kombinationsmöglichkeiten von realen und virtuellen Experimenten, etwa bei Vorführung des Realexperiments durch die Lehrkraft und anschließendem Experimentieren in Gruppen oder alleine an Virtual-Reality-Experimenten. Die didaktischen Zusatzdarstellungen in der virtuellen Welt, wie z. B. von Kraftpfeilen oder Teilchenbahnen, bieten eine weitere sinnvolle Ergänzung des Realexperiments.

Das Konzept der Virtual-Reality-Experimente ist mit der dargestellten Vielfalt an Nutzungsszenarien als Ersatz oder als Ergänzung von Realversuchen geeignet, die zentrale Rolle des Experiments im naturwissenschaftlichen Unterricht zu stärken und die Einsatzmöglichkeiten von Schulversuchen zu erweitern. Hierzu werden die Potenziale von bereits in Schulen vorhandenen Touch-Medien, wie interaktiven Tafeln und Tablets, zweckmäßig genutzt.

Die Forschung und Entwicklung zu Virtual-Reality-Experimenten werden unterstützt durch die Carl-Zeiss-Stiftung und die inneruniversitäre Forschungsförderung der Johannes Gutenberg-Universität Mainz.

WEITERE INFORMATIONEN



www.vre.uni-mainz.de

ÜBER DEN AUTOR



William Lindlahr hat an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz Physik, Sozialkunde und Informatik auf Lehramt an Gymnasien studiert. Im Rahmen seiner Promotion bei Prof. Dr. Klaus Wendt entwickelt und evaluiert er Virtual-Reality-Experimente als Konzept für einen zweckmäßigen Medieneinsatz im Physikunterricht. Daneben leitet er seit vielen Jahren das Schülerlabor des Mainzer Instituts für Physik.

Digitale Medien im Spiegel der Praxis

MOBILES LERNEN MIT TABLETS, APPS UND CLOUD – EIN ERFAHRUNGSBERICHT

André Spang

»Die digitalen Medien und das Internet sind für Kinder und Jugendliche keine Technologien, sondern Lebensraum und Kultur.« – (J. & T. Haeusler, Netzgemüse, 2012)

In diesem Kapitel berichte ich von meinen Erfahrungen aus den vergangenen drei Jahren beim Einsatz von iPads im Unterricht an einem Kölner Gymnasium. An »meiner« Schule, der Kaiserin Augusta Schule in Köln, habe ich im Rahmen meiner Arbeit in der schulischen Steuergruppe (einem Team für Schulentwicklung) zusammen mit Kollegen das iPad-Projekt »Mobiles Lernen an der KAS« initiiert und leite dieses Projekt seit Anfang 2011. Seit zwei Jahren unterrichte ich sozusagen »papierfrei« und nutze Lernplattformen, Apps und Mobilgeräte, um meinen kompletten Workflow digital abzubilden. Innerhalb des Projekts haben sich die Lernszenarien der Lernenden von einer anfänglichen Adaption traditioneller Lehr- und Lernmethodik in die digitale Welt hin zu projektbasiertem und selbstständigem Arbeiten mit dem Netz, mit Apps bis hin zum 3-D-Design und Gamification gewandelt. Durch konstruktive und produktorientierte Nutzung der digitalen Medien erlangen meine Lernenden Medienkompetenzen und Sicherheit im Umgang mit Copyright, Social Networks und dem WWW. Sie erstellen Inhalte auf offenen Lernplattformen und teilen diese mit ihren Peers, ganz im Sinne eines »*sharing is caring*«.

WARUM BRAUCHT DEUTSCHLAND EINE NEUE LEHR- UND LERNKULTUR?

Morgens, 8 Uhr: Kurz vor der Schultür werden noch die neuesten Posts auf Facebook geliked, ein Selfie in die Whats-App-Gruppe hochgeladen oder auf YouTube noch ein #LOL-Video gestreamed. Dann klingelt es, und die Digital Natives greifen wieder zu Stift, Papier und werden frontal mit Fakten gefüttert. Szenen eines Schulsystems, das nicht mehr so recht in die digitale Wissensgesellschaft passen will.

Dann klingelt es, und die Digital Natives greifen wieder zu Stift, Papier und werden frontal mit Fakten gefüttert. Szenen eines Schulsystems, das nicht mehr so recht in die digitale Wissensgesellschaft passen will.

Glaut man aktuellen Studien wie z.B. der JIM-Studie 2013 (Feierabend, Karg & Rathgeb, 2013), wird schnell klar, dass die Lernenden des 21. Jahrhunderts diese Medienwelten wie selbstverständlich nutzen – nahezu 100 % von ihnen haben einen Zugang zum Internet, über 80 % sind auf Facebook, und mehr als 40 %

der Jugendlichen nutzen das mobile Netz per Smartphone. Für sie ist »das Internet« keine Technologie, sondern Lebensraum und Kultur.

Die produktive Nutzung von Smartphone und Web ist dabei aber eher gering, und wenn, dann zum WhatsAppen, SnapChatten, Instagrammen oder YouTuben, ohne Anleitung, Nutzungskompetenz und Rechtskenntnis.

»Die Digitalisierung zwingt uns, komplexer zu denken. Medienkompetenz bedeutet heute neben kritischem und produktivem Umgang mit den digitalen Medien auch Rechtskompetenz im Netz.« – Lena-Sophie Müller, Geschäftsführerin D21

Alle sprechen über die Digitalisierung, doch was bedeutet sie für unser tägliches Leben, und welche Anforderungen und Kompetenzen muss Schule in einer digitalen Gesellschaft vermitteln? Die ständige Verfügbarkeit und exponentiell wachsende Fülle von Informationen durch mobiles Internet und Smartphones hat Auswirkungen auf die Lernkultur und stellt uns Lehrende vor große Herausforderungen. Sie gibt uns aber im gleichen Zuge großartige Möglichkeiten, denn wir Pädagogen sind wichtiger als je zuvor, sind wir doch nicht mehr Wissensvermittler oder »Alleinunterhalter«, sondern koordinieren

Lernprozesse, projektbasiertes und selbstständiges Lernen. Aber auch Digital Natives brauchen einen roten Faden durch die Welt (der Medien) – daran hat sich nichts geändert. Die Lernkultur wird sich ändern und mit der Zeit in den Köpfen und der Gesellschaft ankommen, denn: Wandel braucht Zeit, aber er vollzieht sich, und Schule wird nicht überflüssig, aber sie wird anders. Haben Sie Mut! #ShiftHappens

WIE KAM ES ZU UNSEREM IPAD-PROJEKT?

An der Kaiserin Augusta Schule, Köln, haben wir bereits im Jahr 2009 verstärkt damit begonnen, zusammen mit unseren Lernenden die Tools des Web 2.0 zu nutzen.

Die Schule hat ein eigenes, offenes Wiki, das KAS-Wiki, als Lernplattform, auf der die Lernenden Projekte und Unterrichtsprozesse transparent machen und selbstständig Inhalte erstellen und zusammen mit ihren Peers vervollständigen und verbessern. Einige Kollegen nutzen Blogs, Etherpads oder Twitterwalls für ihre Lerngruppen oder posten von Lernenden erstellte Erklärvideos und Tutorials auf einem YouTube-Kanal.

Mündiger User und Medienkompetenz als Ziel: Um den Lernenden einen medienkompetenten und kritischen Umgang mit dem Netz, verschiedenen Anwendungen und auch mobiles Arbeiten im Unterricht zu ermöglichen, kamen die Tablet-PCs und in unserem Fall das iPad mit seinem Erscheinen im Jahr 2010 gerade richtig. Diese Devices sind sehr mobil, haben lange Akkulaufzeiten und stören den Unterrichtsfluss nicht. Die Bedienung ist denkbar einfach, und eine Vielzahl an verfügbaren Apps lässt sich im Unterricht in allen Fächern sinnvoll und gewinnbringend nutzen. Darüber hinaus lässt sich Differenzierung durch die kreative und produktive Nutzung digitaler Technologie und Medien sehr gut abbilden. Vernetzt im Team und mit unterschiedlichsten, selbst gefundenen Aufgabenstellungen im Rahmen eines problemorientierten Unterrichts können die Lernenden ihre Kreativität und individuellen Stärken einbringen.

Produktiv während des Unterrichts mit den Lernenden im Netz, auf Blogs und Wikis zu arbeiten und selbst multimediale Inhalte, Filme und Audio, aber

auch die sogenannten freien Bildungsmaterialien (Open Educational Resources – OER) oder E-Books zu produzieren, das war der Plan und bleibt das Ziel der Arbeit mit den Tablets. Denn »Wissen [ist] kein Produkt [...], sondern ein Prozess in der heutigen Zeit«, und »das Betriebssystem der Gesellschaft ist das Internet«. Wer sich dem entzieht, wird »zum modernen Analphabeten« werden – so zumindest las ich es in meiner Twitter-Timeline in Tweets von @wilddueck (Prof. Dr. Dueck), @lisarosa (Lisa Rosa, LI Hamburg) und anderen deutschen Bildungs-Twitterern.

Die Fakten zum iPad-Projekt: Im Februar 2011 starteten wir mit den damals verfügbaren iPads der ersten Generation. Heute sind insgesamt 60 iPads im Bestand der Schule als ein Mix aus erster, zweiter und vierter Generation des Gerätes. Alle Devices haben den Unterrichtseinsatz von mehr als 5000 Stunden unbeschadet überstanden und sind voll funktionsfähig.

Transportsystem: Je 10 iPads und eine WLAN-Station befinden sich in einem mobilen Rollkoffer (siehe Abb. 1). Dadurch können die Tablets in jeden beliebigen Unterrichtsraum gebracht werden. Die Räume der Schule sind über LAN-Dosen mit einem schnellen Internetzugang versorgt, an den die WLANs angesteckt werden können. So ist jeder Unterrichtsraum im Handumdrehen online und die Tablets im Netz. Die Kollegen können die Geräte über ein Online-System für ihren Unterricht reservieren. Zum Projekt gehören auch drei MacBook-Laptops zur Administration der iPads. Auf einem Weblog zum Projekt halte ich die seit Beginn gesammelten Erfahrungen, Unterrichtsbeispiele und App-Empfehlungen fest: <http://ipadkas.wordpress.com>.



Abb. 1: Die »Rookies« transportieren die geheimnisvollen Rollkoffer.

APPS & CO.

Neben den Standardanwendungen wie Safari (Webbrowser), Mail und Fotos nutzen wir Textverarbeitung (Pages), Tabellenkalkulation (Numbers) und Apps zur Erstellung von Präsentationen (*Keynote, Haiku Deck, Prezi*), Videos (*iMovie, Vimeo, Vine*), Mind Maps (*Popplet*), interaktive Tafelbilder (*Educreations, BaiBoard HD, Explain Everything*), Musik und Interviews (*Garage Band, Figure, iMaschine, AudioBoo*), eBooks (*Creative Bookbuilder, Book Creator HD*) und zum Zeichnen (*Adobe Ideas, Paper, Penultimate*). Seit einigen Monaten setzen wir auch Apps zum Coden, also zum Erstellen von Programcodes und Gaming-Apps (z. B. *Minecraft*) für Gamification ein. Einige dieser Apps werden im Folgenden exemplarisch vorgestellt und um Erfahrungen aus dem Unterricht ergänzt.

iPad & Web-Apps – die Einsatzbeispiele: Um das iPad im Unterricht einzusetzen, müssen keine Handbücher gelesen werden. Das Gerät bedient sich intuitiv. Die Schüler haben mit der Nutzung des iPads erfahrungsgemäß wenig Schwierigkeiten, da sie die Funktionsweise bereits von ihren iPod-Touches/iPhones, die das gleiche Betriebssystem nutzen, kennen oder Smartdevices anderer Hersteller nutzen, die sich ähnlich bedienen lassen.

Safari – der »Webbrowser« des iPads: Wie eine Umfrage unter meinen Kollegen ergeben hat, ist der hauptsächliche Nutzungsbereich zunächst die Internetrecherche. Diese funktioniert über die Anwendung »Safari« (der Webbrowser des iPads). Bei der Nutzung mancher Webseiten wird die fehlende Flash-Unterstützung des systemeigenen Browsers kritisiert. Heute stellt dies kein Problem mehr dar, lassen sich Webseiten z. B. sehr gut mit der App *Puffin Browser* abspielen. In Zukunft wird die Flash-Technologie wohl gänzlich verschwinden, denn selbst Adobe als Hersteller der Flash-Technologie unterstützt diese Anwendung für mobile Geräte nicht mehr. Hier kommt immer häufiger der Ressourcen und Akkulaufzeit sparende HTML-5-Web-Code zum Einsatz.

Mail & Co: Wichtig ist auch die Mail-Anwendung des iPads. Mittels dieser können die Lernenden ihre Arbeitsergebnisse (Texte, Bilder, Clips etc.) auf andere iPads, zurück an den Lehrenden, nach Hause auf den eigenen Rechner oder

an die in unseren iPad-Koffern vorhandenen MacBooks (Laptops) mailen. Arbeitsaufträge können von den Lehrenden per Mail direkt an die iPads geschickt werden. Zu diesem Zweck haben alle unsere iPads eine individuelle Mail-Adresse (z. B. per Gmail, Web.de, Gmx), die ich zu Beginn dafür eingerichtet hatte. Natürlich kann man auch Services wie Dropbox oder Google-Drive nutzen, die entsprechenden Apps sind kostenlos im Appstore vorhanden. Zum Start unseres Projekts in 2011 war das noch sehr »nerdig«, und viele der Lehrenden sind eher die Technik der Mail-Nutzung gewohnt, die Hürde der Nutzung ist hier möglichst niedrig zu halten.

Vine: *Vine* ist eine Video-App, mit der man Kurzvideos von 7 Sekunden Länge erstellen und auf der Plattform *Vine* und/oder auf Twitter posten kann. Die Videos setzen sich meist aus ganz kurzen Einzelsequenzen zusammen und laufen in einer Endlosschleife ab. Auf *Vine* gibt es viele sehr künstlerische, aber auch sehr lustige Videos zu sehen. Einige Vines sind schon zu sogenannten »Memes« geworden, haben also eine gewisse Popularität erlangt. Nun produzieren wir schon seit längerer Zeit im Unterricht kurze »Lehrvideos« zu verschiedenen Themen. Die Lernenden nutzen dabei iMovie und visualisieren den Lernstoff bzw. das jeweilige Projektthema in Form von kurzen (Lehr-)Videos (Stichwort: Lernen durch Lehren / Flipped Classroom). Dabei werden per Digital Storytelling sogenannte Stop-Motion-Videos erstellt oder aber einfach nur z. B. eine Aufgabe am Flipchart erklärt und dabei aufgezeichnet.

Explain Everything: Mittels dieser App können die Lernenden eigene »Tafelbilder« entwerfen, aber auch Sachverhalte, Webseiten, Texte, Bilder erklären, veranschaulichen, Interviews dazu aufnehmen und alles dann präsentieren bzw. auf der Lernplattform oder in Facebook-Gruppen und per Twitter bereitstellen und teilen. Für mich persönlich dient diese Anwendung zusammen mit einem deckenmontierten Beamer und AppleTV (= WLAN-Empfangsgerät, das eine schnurlose Verbindung zwischen iPad und Beamer herstellt und alle Bildschirminhalte auf den Beamer überträgt) als digitales Tafelbild mit Smartboard-Funktion. Inhalte, die auf einem im WLAN befindlichen iPad erstellt wurden, lassen sich per Fingertipp über den Beamer anzeigen und sind auch in den Folgestunden sofort wieder verfügbar.

eBooks, iBooks: Elektronische Bücher zu erstellen wird auch dieses Schuljahr wieder in vielen Fächern und Unterrichtsstunden auf dem Plan stehen. Viele der Kollegen nutzen diese Möglichkeit anstelle der üblichen »Plakate« oder »Präsentationen«, die im Zusammenhang eines Projekts oder Referats erstellt werden. Die App *CBB* (Creative Book Builder) leistet dabei sehr gute Dienste. Damit lassen sich auf dem iPad eBooks erstellen und mit Medien unterschiedlicher Art, wie z. B. Videos, Audio-Interviews, animierten Bildern, anreichern. Die eBooks können dann in anderen Lerngruppen als Materialquelle genutzt werden.

Die sogenannten iBooks kann man mit der kostenlosen Mac-Software iBooks Author erstellen. Dieses E-Book-Format ist allerdings nur auf einem iPad oder einem Mac-Rechner mit entsprechender Software einsetzbar. Die iBooks lassen sich in den Bookstore von Apple hochladen und so weltweit und kostenlos publizieren. Eine tolle Motivation für Schülerprojekte. Wir haben bereits drei dieser iBooks erstellt. Dabei hat sich folgende Vorgehensweise bewährt: Die Inhalte wurden auf unserer Lernplattform, dem »KAS-Wiki«, von den Lernenden gemeinsam erstellt und per Peer-Review einer Qualitätssicherung unterzogen. Bei der Produktion der Inhalte kamen die iPads der KAS in unterschiedlichsten Settings und mit verschiedenen Apps zum Einsatz: Es wurde recherchiert, aufgenommen, getextet, Bilder bearbeitet ... Die Endproduktion und Endredaktion erfolgte dann von einem Schüler und mir mittels der kostenlosen Software *iBooks Author* auf 2 MacBook Pro. Die Arbeitsdatei synchronisierten wir dabei per *Dropbox*, sodass auch außerhalb der Schulstunden von zu Hause aus an der finalen Produktionsdatei gearbeitet werden konnte.

LearningApps.org: Auf dieser kostenlosen Plattform im Netz kann man eigene Apps im Handumdrehen erstellen oder auch bereits existierende Apps nutzen und erweitern. Programmierkenntnisse sind dabei nicht erforderlich, man kann auch mit einer fünften Klasse Apps zu unterschiedlichsten Unterrichtsthemen erstellen und so die Inhalte »spielend« erlernen.

Gamification: Elemente, die man von Spielen her kennt, in den Unterricht und den Lernprozess integrieren – kann das funktionieren? Bei der Gamifizierung von Unterricht werden spieltypische Elemente, also Highscores, Fortschritts-

balken, Ranglisten, Badges, und verschiedene Spieldesigns für den Lernprozess verwendet. Die erwähnten »LearningApps« eignen sich hervorragend dazu. Im Prinzip benötigt man kein zusätzliches Unterrichtsmaterial mehr. Die Lernenden erstellen selbst die entsprechenden Apps oder nutzen bereits vorhandene Apps. Auf einer Blog- oder Wikiseite kann man alle Apps zum jeweiligen Thema sammeln oder in ein E-Book exportieren. Die Motivation und Lernkurve der Lernenden bei Gamification ist sehr hoch. Eine andere Möglichkeit, die wir gerade erproben, ist der Einsatz der Spiele-App *Minecraft*. Zum Projekt »Klimawandel« erstellt mein Kurs mit *Minecraft* virtuelle Welten, die dann nach einer Klimakatastrophe überschwemmt werden. Ein anderer Kurs bildet Ausstellungen zu Unterrichtsthemen in virtuellen Räumen ab. Die Kollaboration und die Gruppendynamik in einem solchen Spiel sind sehr hoch.

Popplet: Bereits zu Beginn unseres iPad-Projekts war das Interesse der Kollegen an den Devices groß, und der Einsatz im Unterricht wurde in vielen Fächern getestet. Mit dabei waren die Fächer Erdkunde, Mathematik, Kunst, Französisch und Physik in allen Klassenstufen von Klasse 5 bis 13. Von großer Beliebtheit war und ist nach wie vor die App *Popplet*, die auch heute noch von den Lernenden zur Erstellung und Visualisierung von MindMaps eingesetzt wird. Als Plus erweist sich dabei die vernetzte Arbeit an einer MindMap per WLAN.

Präsentationen, Tabellenkalkulation, Textverarbeitung: Die Ergebnisse eines Arbeitsauftrags am Ende der Doppelstunde als Präsentation zeigen? Mit der Anwendung *Keynote* wird dies bereits in Klasse 5 im Unterricht praktiziert. Die Präsentation läuft dabei kabellos über das AppleTV. Fertige Präsentationen können dann per Mail als PDF, PowerPoint- oder im *Keynote*-Format geteilt werden. Auf dem Plan des Mathematik-Leistungskurses steht die »Numerische Integration nach der Monte-Carlo-Methode«. Die Lernenden beugen sich über die iPads und untersuchen die Verteilung der Zufallszahlen mit der *Numbers*-App. Nach einer kurzen Einführung haben die Lernenden über 1000 Punkte untersucht und mit der Diagrammansicht veranschaulicht. Die Ergebnisse werden als Screenshots auf einem Weblog gepostet oder auf die Lernplattform der Schule hochgeladen. Selbstverständlich ist auch hier die

Exportmöglichkeit nach Excel bzw. PDF gegeben. Viele Arbeitsergebnisse werden direkt während des Unterrichts kollaborativ und offen auf unserer schulischen Lernplattform, dem »KAS-Wiki«, von den Lernenden erstellt und geteilt. Dies fördert das transparente und eigenverantwortliche Arbeiten im Netz. Wer Texte gerne lokal auf den Geräten erstellen oder Handouts, Plakate oder Flyer als Projektarbeit gestalten möchte, wird mit der App *Pages* fündig. Diese Anwendung entspricht einer traditionellen Textverarbeitung mit zahlreichen Funktionen, Einstellmöglichkeiten und intuitiver Bedienbarkeit. Eine Kompatibilität mit Word ist gegeben, und auch hier lassen sich alle Ergebnisse als PDF exportieren oder über den Beamer zeigen.

iMovie: Um Videos zu filmen, zu schneiden, zu vertonen und zu publizieren, benötigt man mehrere Geräte. Ein kurzfristiges Einsatzszenario während des Unterrichts ist schwer zu realisieren. Mit Tablet und der App *iMovie* ist der Arbeitsauftrag »Produziere im Team ein kurzes Erklärvideo zu den Bestandteilen des Klaviers, lade das Video auf YouTube hoch und binde es in unser Wiki ein« realistisch, schüleraktivierend und in einer Doppelstunde zu leisten – vorausgesetzt, ein Klavier ist im Raum. Das Team informiert sich im Netz per vorgegebenen Links oder auch durch freie Recherche über das Klavier. Ein Drehbuch wird erstellt, die einzelnen Clips direkt mit der Kamera des iPad inklusive Ton gefilmt, danach geschnitten und bearbeitet oder mit Text versehen. Das fertige Video wird per WLAN auf den YouTube-Kanal der Schule hochgeladen und im Wiki verlinkt.

Audioboo: Die App *Audioboo* ist kostenlos als Download im Appstore erhältlich. Audioboo ist ein einfaches Aufnahmetool, das bis zu 5 Minuten Aufnahmezeit ermöglicht und mittels dessen man problemlos Podcasts erstellen kann. Die Aufnahme lässt sich ohne weitere Anmeldung bzw. Registrierung direkt ins Netz hochladen. Man erhält einen Link, den man nach erfolgreichem Upload posten oder mailen kann. Wir nutzen diese App sehr oft, um zum Beispiel Interviews aufzuzeichnen oder Lerninhalte in Form eines Radio-Features aufzubereiten. Wenn man die erstellten Aufnahmen chronologisch auf einem Blog ordnet, lässt sich so auf einfache Weise eine fortlaufende »Podcast-Serie« publizieren.

Die Wiki-Lernplattformen: Das bereits erwähnte »KAS-Wiki« als offene Lernplattform unserer Schule auf der Basis der Mediawiki-Software ähnelt »der Wikipedia«. In Kombination mit den iPads ist es eine ideale Arbeitsplattform, die es den Lernenden ermöglicht, im Unterricht erstellte Inhalte direkt zu publizieren und zu teilen oder vernetzt in unterschiedlichen Lerngruppen und Altersstufen an Themen zu arbeiten. Diese Ergebnisse sind über das Internet plattformunabhängig lesbar und können von den Lernenden zu Hause am eigenen PC weiter bearbeitet werden.

Unser Wiki wird von der ZUM.de (Zentrale für Unterrichtsmedien im Internet e.V.) gehostet und betrieben. Die Wikis dieser Plattform sind kostenlos und werden von vielen Schulen genutzt. Alternativ dazu kann man die Mediawiki-Software auch auf einem eigenen Server installieren und ein eigenes Wiki erstellen. Ein Wiki zu bearbeiten und Texte darauf zu erstellen ist sehr leicht. Man klickt nach dem Login auf »Bearbeiten«, schreibt seinen Text und speichert. Anleitungen dazu finden sich auf dem jeweiligen Wiki.

Auf dem Wiki arbeiten die Lernenden zunehmend projektbasiert und selbstständig. Sie suchen sich ihre Fragen und Antworten zu bestimmten Oberthemen im Netz oder in vorgegebenen Quellen selbst und finden zusätzliche, geeignete Texte, Materialien, Quellen, Bilder und Videos. Im Wiki werden Texte gemeinsam reflektiert, diskutiert und mit der Lerngruppe, der Schulgemeinde und der Öffentlichkeit geteilt. Die Klasse 7 hat einen Reiseführer für Köln in französischer Sprache erstellt. Die Klassen 8 und 9 gingen im Fach Physik noch weiter und erarbeiteten jahrgangsübergreifend eine umfassende Wiki-Seite »Licht und die Linsengleichung«, die eine Sammlung an Experimenten, Formeln, Erklärvideos, Versuchsbeschreibungen und Quizzes enthält und dieses Thema sehr gut nahebringt – besser vielleicht als manches Unterrichtsbuch. Die Seite zeigt, dass es funktioniert, dass Schüler für andere Schüler Hefteinträge und Materialien zum laufenden Unterricht erstellen, um sich stoffliche Inhalte gegenseitig zu erklären und diese Inhalte dadurch selbst besser zu lernen: #Lernen durch Lehren, #selbstbestimmtes Lernen, #Partizipation. Das Amt für Schulentwicklung und Informationsentwicklung der Stadt Köln fand die Idee unseres Wikis und der auf diese Art entstehenden freien Bildungsmaterialien (#OER) so spannend, dass es als Modell für ein seit November 2012 angebotenes, offenes Schulwiki für alle Schulen Kölns Pate stand, auf dem wir unsere Arbeit nun fortsetzen.

Weblogs im Unterricht: Weblogs sind eine Art Lerntagebuch im Internet und lassen sich ganz hervorragend nutzen, um z. B. im Unterricht gezeigte Praxis auch zu Hause beispielsweise per eingebundenem Video noch zugänglich zu machen, abfotografierte Tafelbilder zu sichern, gemeinsam und kollaborativ an Texten zu arbeiten und zu kommentieren oder einfach eine Seite im Internet zu haben, auf der alle Arbeitsergebnisse eines Kurses gesammelt werden. Weblogs kann man ohne große Vorkenntnisse und ebenfalls kostenlos z. B. bei wordpress.com oder anderen Blog-Anbietern erstellen. Für das iPad gibt es dazu auch eine kostenlose App, die das Bloggen auf dem Tablet erleichtert und zahlreiche Funktionen anbietet. In Kombination mit einem ständig verfügbaren mobilen Device stellt die Nutzung der Weblogs ein ideales Nutzungsszenario dar. Ein Beispiel dafür ist die Blog-Seite KASkeys.wordpress.com. Es ist ein Projekt-Blog für mein Musikprojekt in Klasse 5, das ich schon seit Jahren führe und regelmäßig während der Stunde mit Erklär- oder Anleitungsvideos fülle, Songtexte darauf verlinke oder Songabläufe mit den Schülern zusammen entwickle. Die Videos werden dabei direkt mit iPad oder iPhone gefilmt, auf YouTube publiziert und im Blog eingebunden. Das geht »on the fly« und dauert nicht länger, als an die Tafel zu schreiben. Für die Lernenden ist es eine enorme Motivation, denn jeder will neue Akkorde, Melodien oder Basslinien möglichst schnell spielen können, damit er im »Anleitungsvideo der Stunde« vorspielen darf. Zu sehen sind dabei natürlich nur die Hände oder Finger.

FAZIT – BEGINN EINER NEUEN LERNKULTUR?!

Nach fünf Jahren täglicher Nutzung der Web 2.0-Medien (Wiki, Blog, YouTube) im Unterricht und nach nun bereits 38 Monaten iPad-Einsatz im Musikunterricht ist mein Fazit absolut positiv. Meine Rolle hat sich vom Wissensvermittler zum »Lernbegleiter« gewandelt. Meine Lernenden arbeiten motiviert und vernetzt mit Medien und Devices, eine Redundanz ist nicht zu spüren. Digital und Analog ergänzen sich und fördern eine selbstbestimmte und kreative Lernsituation, bei der es um Anwendung, Konstruktion und Gamification und nur in geringem Maße um Rezeption geht. Sicherlich lassen sich durch komprimierte Wissensvermittlung in gleicher Zeit mehr Fakten vermitteln – ob

sie verinnerlicht werden, steht dabei auf einem anderen Blatt. Bei einer technologiegestützten Veränderung der Lernkultur geht es gerade nicht um die Abbildung herkömmlicher Methoden und Bewertungskriterien im digitalen Raum – hier ist der Mehrwert vernachlässigbar und rechtfertigt den Aufwand nicht. Wenn man das Netz, die digitalen Medien und Devices mit ihren Apps produktiv nutzt, dann wird es auch den Verstand fordern und fördern – ein oberflächlicher Konsum hingegen selbstverständlich nicht. Genau hier liegt das pädagogische Potenzial der digitalen, vernetzenden Medien.

Ich erlebe bei meinen Lernenden nun einen wirklichen »Shift« ihrer Arbeitsweise – sie nutzen das Netz und die Devices produktiv und kompetent und sind gerüstet für eine Zukunft in einer digital geprägten Welt des 21. Jahrhunderts, in der die Grenzen zwischen real und virtuell immer mehr verschwinden.

WEITERE INFORMATIONEN



iPad-Projekt an der KAS: <http://ipadkas.wordpress.com>

SchulWiki Köln: <http://wiki.stadt-koeln.de>

KAS-Wiki: <http://wikis.zum.de/kas>

Prezi 3 Jahre iPad: http://prezi.com/2ju_4qksqu3j/3-jahre-mobiles-lernen-kas/

UDL Digital Talk mit Gesche Joost und Lena-Sophie Müller:
https://www.youtube.com/watch?v=N6KiPauh_Fw#t=902

Projekt »Vine«:
http://wiki.stadt-koeln.de/schulen/zentral/index.php?title=12_MU_GK_SPA_1314#Projekt_.22Vine.22

Link zum iBook:
<http://ipadkas.wordpress.com/2014/03/30/openrelibook-didacta14-digitale-schulbuecher-und-rollkoffer/>

LITERATUR

Feierabend, S., Karg, U. & Rathgeb, T. (2013 b). *Die JIM-Studie 2013 – Jugend, Information, (Multi-)Media*. Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (Hrsg.), Stuttgart. Verfügbar unter <http://www.mpfs.de/?id=613> [4/2014]

ÜBER DEN AUTOR



André J. Spang ist Oberstudienrat für Musik und Religion am Kaiserin Augusta Gymnasium in Köln (KAS) und hat einen Lehrauftrag an der Universität Augsburg. Spang hat das SchulWiki der Stadt Köln mit initiiert und betreibt einen Projekt-Blog zu den 60 iPads, die an der KAS eingesetzt werden. Sein neuestes Projekt ist eine wöchentliche offene »Lehrerfortbildung« auf Twitter, der sogenannte #EDchatDE. André Spangs Motto: Explore.Create.Share.

<http://about.me/andre.spang>

<https://twitter.com/Tastenspieler>

Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht (2014), J. Maxton-Küchenmeister & J. Meßinger-Koppelt (Hrsg.), Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag

DAS INTERAKTIVE WHITEBOARD – EIN REALISTISCHER BLICK AUF DEN EINSATZ IN DER SCHULE

Sebastian Steinmüller

Seit einigen Jahren wird die Verbreitung von interaktiven Whiteboards in Schulen gefördert. Mittlerweile sind die interaktiven Whiteboards in vielen Schulen kaum noch wegzudenken, wobei sie jedoch in den meisten Fällen noch immer kein fester Bestandteil des alltäglichen Unterrichts sind. Es handelt sich um einen schleichenden Prozess, durch welchen die »alte« Tafel nicht abgelöst, sondern in den meisten Fällen nur sinnvoll ergänzt werden soll.

Es gibt eine Vielzahl von Anbietern interaktiver Whiteboards auf dem Markt, die sich oftmals grundlegend voneinander unterscheiden. Dies betrifft sowohl die Hard- als auch die Software. Zwei der größten Vertreter an Schulen sind SMART Technologies und Promethean.

VORTEILE DES INTERAKTIVEN WHITEBOARDS

Interaktive Whiteboards haben eine berührungsempfindliche Oberfläche, durch welche alle Vorgänge am Computer gesteuert werden können. Dabei wird die Oberfläche des PC-Desktops mit Hilfe eines Beamers auf das Whiteboard projiziert. Dieses projizierte Bild kann dann am interaktiven Whiteboard bearbeitet werden. Hierfür können vorgesehene Stifte oder auch Finger genutzt werden, die durch leichten Druck auf die Oberfläche Signale an den Computer senden und so ein Bild erstellen.

Viel entscheidender als die Hardware ist jedoch die Software für den laufenden Unterricht. Eine einfache und schnelle Bedienbarkeit steht sowohl für Lehrer als auch für Schüler im Vordergrund. Dabei geht es weniger um eine Vielfalt an Funktionen, sondern mehr um eine bedienerfreundliche Oberfläche mit übersichtlicher Gestaltung und intuitiver Bedienung. Hier bieten viele Anbieter einen guten Kompromiss zwischen einer einfachen

Handhabung und einer Vielfalt an alltagstauglichen Funktionen für den Unterricht.

Durch visuelle und auditive Reize kann die interaktive Tafel die Unterrichtsinhalte methodisch sowie didaktisch unterstützen. Die einfache und oftmals selbst erklärende Handhabung der Boards ermöglicht die schnelle und problemlose Einbindung jeglicher Art von Lehrmaterialien bestehend aus Bild, Text und Ton und somit den Entwurf von Unterrichtseinheiten. Zudem wird die Präsentation von Einzel- und Gruppenergebnissen erleichtert und ein anschließender Austausch über die erarbeiteten Inhalte vereinfacht, da zeitnah Ergänzungen und Korrekturen mit den Schülern erarbeitet und eingefügt werden können. Die individuell erstellten Gruppenergebnisse können im Anschluss gespeichert werden und stehen dem Schüler auch später und außerhalb des Klassenraumes, z. B. bei der häuslichen Nachbereitung, zur Verfügung. Sogenannte »Clouds« und soziale Plattformen helfen, den Austausch von Unterrichtsmaterial zu gewährleisten.

Andere Medien wie Kameras, Handys oder Tablets können problemlos in den laufenden Unterrichtsprozess eingebunden werden (vgl. Beitrag [Krause & Eilks](#), S. 64) und bieten somit neue Nutzungsmöglichkeiten. Dabei können auch »ältere« Medien wie der Overheadprojektor, die Pinnwand, das Flipchart oder die klassische Tafel in den Unterricht integriert werden, um so Unterrichtsinhalte umfangreicher präsentieren zu können.

VORTEILE FÜR LEHRENDE

Nicht nur die vereinfachte direkte Vermittlung von Unterrichtsinhalten an Schüler ist ein Vorteil, auch der Austausch von Unterrichtsmaterialien unter Lehrern stellt sowohl eine Qualitätssicherung als auch eine Arbeitserleichterung dar. Durch den Austausch der Daten findet ein Vergleich der geteilten Inhalte sowie eine stetige Weiterentwicklung und Anpassung der Materialien statt. Mit qualitativ hochwertigem Material lässt sich so Zeit bei der Unterrichtsvorbereitung einsparen. Der Austausch der Dateien kann über Intranet und Internet (Clouds und soziale Plattformen) sowie über Bluetooth und alternative Speichermedien wie z. B. USB-Sticks stattfinden.

GIBT ES AUCH NACHTEILE?

Eine Präsentation von Schülerergebnissen oder eine Unterrichtseinheit am interaktiven Board führt bei richtiger Anwendung nicht zu Frontalunterricht und somit nicht zu einer Lehrerzentrierung. Die Tendenz zu Frontalunterricht ist vor allem zu Beginn der Nutzung eines interaktiven Whiteboards etwas größer, da sich der Lehrer und die Schüler erst an das neue Medium gewöhnen müssen. Meist ist die Eingewöhnungsphase allerdings kurz. Besonders Schüler gewöhnen sich sehr schnell an das neue Medium und können innerhalb kürzester Zeit gut damit umgehen. Erste Berührungängste sind schnell genommen. Für eine reibungslose Nutzung der interaktiven Tafeln müssen sich aber auch die Lehrer darauf einlassen, was im alltäglichen Unterrichtsgesche-

hen oftmals leider nicht der Fall ist. Die Unwissenheit und das damit verbundene Ausbleiben von positiven Erfahrungen in der Arbeit mit dem interaktiven Board erzeugt in vielen Fällen eine Frustration, wodurch viele Lehrer von einer möglichen Vertiefung der Nutzung der interaktiven Whiteboards absehen.

Interaktive Tafeln machen den Unterricht nicht zwingend besser, so wie es mitunter auf den Internetseiten der Hersteller suggeriert wird. Der Unterricht wird dadurch auch nicht revolutioniert oder löst das »Kreide-Zeitalter« ab. Es kommt immer auf den Anwen-

der an und wie gut dieser das Medium bedienen bzw. sinnvoll in den Unterricht einbinden kann. Das gilt im Übrigen ebenso für die Kreidetafel und alle anderen Medien.

Es gibt viele Kritiker, die keinen Mehrwert in der Nutzung interaktiver Whiteboards sehen. Im Bildungssektor spielen finanzielle Mittel immer eine große Rolle. Wurde »sinnvoll« investiert, oder ist die Anschaffung der Boards eine Verschwendung des Budgets? So finden sich inzwischen zahlreiche Literaturbeispiele und Studien, deren Autoren sich über längere Zeit kritisch mit dem Thema »interaktive Whiteboards in Schulen« auseinandergesetzt haben. 2007 bis 2009 wurde eine Studie an einer Braunschweiger Schule durchgeführt (vgl. z. B. Graube & Kannenberg, 2010), welche ergab, dass nach einiger Zeit die anfängliche Euphorie abebbte. Es ist zu vermuten, dass viele Lehrkräfte und

Interaktive Tafeln machen den Unterricht nicht zwingend besser. Es kommt immer auf den Anwender an und wie gut dieser das Medium bedienen bzw. sinnvoll in den Unterricht einbinden kann.

Schüler überhöhte Erwartungen an die neue Technik haben, sich nicht ausreichend mit ihr auseinandersetzen und deshalb nur einen Bruchteil der Möglichkeiten nutzen können.

Alltägliche Probleme liegen zumeist in der Hardware. Aufgrund unsachgemäßer Nutzung durch Lehrer und Schüler gibt es oft Probleme mit Treibern für Sound-Hardware oder USB-Ports. Die Tafel muss des Öfteren neu kalibriert werden, was in den meisten Fällen zwar wenig Zeit in Anspruch nimmt, aber als störend empfunden wird (vgl. Beitrag [Kopp](#), S. 138). Nachteile, wie schlechte Lesbarkeit der Darstellungen auf dem interaktiven Whiteboard bei starker Sonneneinstrahlung oder der Schattenwurf des eigenen Körpers auf das Board, können leider nur schwer oder gar nicht vermieden werden, sind aber auch von älteren Medien wie dem Overheadprojektor bekannt.

Bei der Installation der interaktiven Boards sollte auf die Bedürfnisse der zukünftigen Nutzer geachtet werden, mittlerweile sind höhenverstellbare interaktive Tafeln der Regelfall. Eine Anpassung der Arbeitshöhe auf die Körpergröße sollte eine mögliche Option sein.

Ein weiteres Problemfeld ist meines Erachtens die »Übersättigung« mit digitalen Medien. Sie nehmen den Raum von sozialen Umgangsformen ein und lassen die Kinder immer weniger körpereigene Erfahrungen sammeln. Hier stellt sich die Frage: »Wie viel Technik braucht Schule?« In seiner Publikation »Digitale Demenz« vertritt der Neuropsychiater Manfred Spitzer (2012) die These, dass digitale Medien die Kinder dick, dumm, aggressiv und unglücklich machen würden. Er fordert deshalb, alle digitalen Medien aus den Grundschulen zu verbannen. Die Meinungen gehen hier allerdings stark auseinander. Fürsprecher betonen, dass die Nutzung technischer Hilfsmittel in einer immer komplexeren Umwelt zunehmend wichtiger wird und der Umgang mit digitalen Medien für das zukünftige Berufsleben erlernt werden muss. Es ist sicherlich sinnvoll, im Umgang mit digitalen Medien einen »gesunden« Mittelweg zu finden und kompromissbereit zu sein.

FAZIT

Als Lehrer an einer Hamburger Schule und Multiplikator für die Nutzung des interaktiven Whiteboards stellen sich mir zwei zentrale Fragen, welche bei der Nutzung digitaler Medien bedacht werden sollten. Die erste Frage lautet: Kann ich das interaktive Whiteboard so in meinen Unterricht einbinden, dass es als sinnvolle Ergänzung fungiert? Als zweite Frage schließt sich an: Welcher »Mehrwert« ergibt sich durch die Nutzung für die Unterrichtserfahrung und das Lernen des Schülers? Festzuhalten bleibt deshalb: Die Technik kann immer nur so gut sein wie ihr Anwender.

LITERATUR

- Graube, G. & Kannenberg, S. (2010). Revolutionieren digitale Whiteboards den Unterricht? *Folio*, 2, 36 – 37.
- Initiative D21 (2012). *Digitale Medien in der Schule – Eine Sonderstudie im Rahmen des NOliner-Atlas 2011 (2012)*. Verfügbar unter http://www.initiaved21.de/wp-content/uploads/2011/05/NOA_Bildungsstudie_140211.pdf [26.06.2014]
- Spitzer, M. (2012). *Digitale Demenz. Wie wir uns und unsere Kinder um den Verstand bringen*. München: Droemer.

ÜBER DEN AUTOR



Sebastian Steinmüller studierte Sport und Geographie an der Universität Hamburg. Seit 2011 arbeitet er als Lehrkraft am Gymnasium Oldenfelde in Hamburg. Dort ist er Fachleiter für das Fach Geographie. Darüber hinaus absolvierte er 2012 eine SMART-Board-Multiplikatorausbildung und gibt Weiterbildungen zu diesem Thema. 2013 richtete Sebastian Steinmüller zudem eine TabletKlasse am Gymnasium Oldenfelde ein.

TABLET-COMPUTER IM NATURWISSENSCHAFTLICHEN UNTERRICHT

Laura Mähler & Andreas Pallack

Seit gut drei Jahren erobern Tablet-Computer sukzessive die Schulen. Das Spektrum an Meinungen zum Einsatz dieser Technik ist breit gestreut – die Thesen und Erwartungen entsprechend divergent:

- Tablet-Computer sind eine Technik, die durch ihre intuitive Bedienung und das breite Inhaltsspektrum Innovationen in Schulen anstoßen können.
- Tablet-Computer sind eine teure Variante von Netbooks (die, ausgestattet mit freier Software, für weniger Geld mehr leisten).
- Tablet-Computer sind eine Modeerscheinung, die pädagogisch wenig Mehrwert bieten.
- ...

Tatsächlich bewirkt die Technik alleine nichts: Es sind Konzepte gefragt – hier stehen wir am Anfang einer Entwicklung. Anders als bei den technischen Entwicklungen der letzten 20 Jahre haben viele Pädagogen Tablet-Computern gegenüber eine positive Einstellung. Das bietet die Chance, aus einem Teufelskreis auszubrechen, der pädagogische Innovation seit vielen Jahren hemmt: der Technikdebatte.

10 JAHRE TECHNIKDEBATTE: EIN RESÜMEE

Blicken wir zurück: Vor 10 Jahren, also im Jahr 2004, waren die meisten Schulen in Deutschland mit Computerräumen ausgestattet. Modellversuche zum Einsatz digitaler Medien, wie Computer-Algebra-Systeme oder Messwert-erfassungssysteme, waren abgeschlossen – ein guter Nährboden für den nächsten Schritt. 2004 war auch das Jahr, in dem die Bildungsstandards veröffentlicht wurden. Im Fach Mathematik bekamen digitale Werkzeuge eine

ausgezeichnete Rolle zugeschrieben. Viele Kernlehrpläne für Mathematik oder die Naturwissenschaften verankerten ihren Einsatz verbindlich.

Auch zur damaligen Zeit wurde der Aspekt der Bildungsgerechtigkeit bereits diskutiert. Der OECD-Bericht »Are Students ready for a technology-rich world« (die deutsche Version siehe OECD 2006) wies aus, dass 15-Jährige, die im Umgang mit dem Computer versiert sind, vor allem in den wichtigen Schulfächern im Allgemeinen besser abschnitten als ihre Mitschüler.

Die Interpretation dieser Studie ist vielschichtig – nicht zuletzt, da die Kausalkette *Nutzung des Computers* und *Schülerleistung* nicht eindeutig zu belegen ist. Aus den Daten geht hervor, dass Schüler mit häufiger Computernutzung in der Schule besonders schlecht abschneiden. Das kann jedoch auch daran liegen, dass Schüler mit eher schlechten Leistungen verstärkt Angebote zum Lernen mit dem Computer erhalten, es sich also hier um eine bedingte relative Häufigkeit handelt.

Besser belegt ist, dass Schüler ohne Computerzugang zu Hause eine Kompetenzstufe schlechter abschneiden als ihre Mitschüler. Dieser Effekt bleibt auch unter Berücksichtigung des sozioökonomischen Status bestehen (OECD, 2006, 63 f.).

Es gibt viele weitere nützliche Anhaltspunkte. Fakt ist jedoch, dass Computerkabinette in den Schulen Nachteile der häuslichen Ausstattung kaum kompensieren können. Erstrebenswerter erscheint es, so unsere Interpretation, dass Lernenden Werkzeuge dauerhaft zur Verfügung stehen.

Einige Bundesländer, wie Niedersachsen oder Sachsen, sind deshalb früh dazu übergegangen, grafische Taschenrechner verbindlich im Unterricht zu verankern; nur wenige Schulen oder Städte starteten vor gut 10 Jahren mit Laptop-Klassen. Hinzu kommt, dass absehbar war, dass die Technik stetig günstiger und leistungsfähiger wird.

Etwa vor 10 Jahren wurden Pocket-Computer in pädagogischen Kreisen hoch gehandelt. Das sind kleine, handliche Geräte, die als Organizer oder auch als Navigationsgerät genutzt wurden. Mit Hilfe von zusätzlichen Programmen wurden die Geräte für mathematisch-naturwissenschaftliche Anwendungen erschlossen. Über den Status von Modellversuchen kam diese Technik jedoch nicht hinaus.

Es folgten die Netbooks. Für weniger als 200 € erhielt man fast vollwertige Computer. Ausgestattet mit Linux und frei verfügbarer Software ergab sich ein

rundes Paket, das Schüler in jedem Fach effizient hätten einsetzen können. Das Ergebnis ist bekannt: Netbooks sind in der Schule noch eine Randerscheinung – einige Klassen und auch Schulen gibt es jedoch.

Darauf folgte die Einführung von Tablet-Computern – deutlich teurer als Netbooks und weniger flexibel im Einsatz. Und doch ist ihr Erfolg bereits jetzt deutlich größer, als er bei Netbooks oder Pocket-PCs je war. Ein Grund für diese Entwicklung ist sicher die gerne vergessene, aber notwendige Infrastruktur: Der Einsatz von Netbooks erfordert einen nicht unerheblichen Aufwand – allein wenn man an die nötigen Stromanschlüsse denkt, die im Klassenraum nur bedingt vorhanden sind. Die Akkus von Netbooks sind nicht darauf ausgelegt, einen ganzen Schultag durchzuhalten.

Rückblickend wird deutlich, ohne dass wir dafür hier empirische Belege anführen, dass die technische Entwicklung in der Schule weniger von pädagogischen Ideen geprägt war, wie man sie zu Beginn des Computereinsatzes in Schulen entwickelte, sondern vielmehr von einer Diskussion über das Pro und Kontra verschiedener Techniken.

Digitale Technik findet man mittlerweile an allen Schulen: Es gibt Computerkabinette, vielleicht einen Laptop-Wagen und neuerdings Koffer mit Tablet-Computern – doch *wofür werden diese Geräte eigentlich genutzt?* Und müsste man, wenn man die Entwicklung ernst nimmt, nicht dafür sorgen, *dass Schüler über eigene Geräte verfügen*, die sie auch zu Hause einsetzen können? Das sind zwei zentrale Fragen – aus unserer Sicht eine wichtige Essenz aus der Diskussion der letzten Dekade.

EIN RAHMENKONZEPT: DOMÄNEN DIGITALER MEDIEN

Tablet-Hersteller fokussieren in ihrer Werbung verstärkt den Bildungssektor – eigentlich müsste der Anwender jedoch bei der Auswahl seiner Produkte anders vorgehen: Was benötige ich, und mit welchen Geräten kann ich das erreichen?

Die Anforderungen an die Funktionalitäten digitaler Medien sollten gepaart mit pädagogischen Ideen im Fokus des Interesses stehen und nicht die Technik. Das Rahmenkonzept zu *Domänen digitaler Medien*, das in diesem Ab-

schnitt vorgestellt wird, verfolgt das Ziel, den Blick des Pädagogen zu schärfen für wesentliche Funktionalitäten, die pädagogische Möglichkeiten eröffnen. Diese Funktionalitäten können Techniktrends überdauern, womit eine Rationalisierung des Diskurses über den Einsatz von Technik in der Schule möglich erscheint.

EINIGE DEFINITIONEN

Begriffe wie Technik, Technologie, digitale Werkzeuge oder auch digitale Medien werden oft synonym verwendet. In diesem Beitrag wird unterschieden zwischen der Technik, also mehr oder minder den Hüllen digitaler Medien, und den digitalen Medien selbst, die inhaltliches Arbeiten mit der Technik ermöglichen. Die nachstehenden Abschnitte folgen in ihrem Aufbau den Ausführungen von Pallack (2014).

Definition: Digitale Medien sind dann solche Medien, die Informationen mit Hilfe elektronischer Geräte digital speichern oder übertragen und in bildhafter oder symbolischer Darstellung wiedergeben.

Der angemessene Umgang mit digitalen Medien muss gelernt werden – Nutzer müssen Kompetenzen erwerben. Die in diesem Zusammenhang häufig genannte Kompetenz ist die Medienkompetenz.

Definition: Unter Medienkompetenz wird hier die Bereitschaft und Fähigkeit verstanden, zeitgemäßes medienbezogenes Wissen und Können zur Lösung von Problemen anwenden zu können.

Pallack (2014) bietet ein Modell an, dass die Ausprägung von Medienkompetenz im Sinne einer Taxonomie stuft. Die Stufung ist jedoch abhängig von dem eingesetzten Medium. Bei digitalen Medien handelt es sich auch um Software, deren Umfang und Funktionalität sich nicht nur an pädagogischen, sondern auch marktwirtschaftlichen bzw. pragmatischen Überlegungen orientieren muss. Die Herausforderung besteht darin, zentrale Funktionalitäten aus dem

pädagogischen Kontext zu benennen und selbige zu kategorisieren. Pallack (2014) schlägt dazu vor, *Domänen digitaler Medien* zu beschreiben.

Definition: *Eine Domäne digitaler Medien ist ein gut abgrenzbarer, für sich stehender Bereich digitaler Medien.*

Innerhalb einer Domäne können Kompetenzen in unterschiedlicher Ausprägung erworben werden. Pallack (2014) beschreibt das in einem Medienkompetenz-Modell, kurz MK-Modell:

MK 0: Es ist keinerlei Wissen über das digitale Medium vorhanden.

MK 1: Es ist Wissen über das digitale Medium vorhanden.

MK 2: Das digitale Medium kann bedient werden.

MK 3: Das digitale Medium kann genutzt werden.

MK 4: Der Einsatz des digitalen Mediums wird reflektiert.

MK 5: Mit Hilfe des digitalen Mediums wird innoviert.

Dem Domänen-Modell liegt die Annahme zugrunde, dass erworbene Kompetenzen im Bereich einer Domäne zwischen verschiedenen Techniken übertragbar sind. Im Folgenden werden die zentralen Ideen anhand von Beispielen aus den Naturwissenschaften erörtert.

Praktisches Beispiel 1: Domäne »Experimente filmisch dokumentieren«

Im naturwissenschaftlichen Unterricht ist es hilfreich, dass Lernende ihre Experimente auch filmisch dokumentieren. Eine siebte Klasse des Neuen Gymnasiums in Rüsselsheim arbeitet im Chemieunterricht mit Tablets (vgl. Reinhold & Geier, 2014). Sämtliche Versuche werden mit dem Tablet dokumentiert. Neben Fotos und handschriftlichen Notizen spielen hier vor allem Videoaufnahmen eine große Rolle.

Bei einem Versuch erhielten die Schüler den Arbeitsauftrag, ein Gemisch aus Reis, Sand, Styropor, Salz und Büroklammern zu trennen. Nachdem ein Schema in der Klasse erstellt und diskutiert wurde, fingen die Schüler in Partnerarbeit mit dem Trennen der Bestandteile an.

Ihre Vorgehensweise hielten sie mit Videos fest: das Hinzugeben von Wasser, damit die Bestandteile zu Boden sinken oder auftreiben, und das Herausfiltern mit Sieben und kleinen Keschern. Im Versuchsprotokoll wurde so alles zusammengeführt, und die einzelnen Schritte konnten mit ihren Ausführungen nachvollzogen werden.

Das filmische Dokumentieren bietet unabhängig vom jeweiligen Versuch sehr viele Vorteile (vgl. auch Beitrag [Bresges, Hoffmann, Schadschneider & Weber](#), S. 29). So halten die Schüler ihren Arbeitsplatz übersichtlich aufgeräumt, um das zu Dokumentierende für die Aufnahmen vorzubereiten. Gleichzeitig ist es Aufgabe der Schüler, die essenziellen Merkmale des Versuchs festzuhalten. Ist dann der Versuch mit der Kamera festgehalten, muss das Video nachbearbeitet werden. Wichtige Momente werden zusammengeschnitten, Inhalte per Screenshot in einem Medienmix gesammelt. So wird der gesamte Versuch im Sachzusammenhang gespeichert und kann jederzeit wieder nachvollzogen werden.

Diese Domäne könnte mit *Experimente filmisch dokumentieren* überschrieben werden. Die folgenden Kompetenzstufen sind denkbar:

MK 0: Es ist nicht bekannt, dass man Experimente filmisch dokumentieren kann.

MK 1: Es ist bekannt, dass man Experimente filmisch dokumentieren kann – jedoch ist keinerlei inhaltliches oder technisches Wissen und Können vorhanden.

MK 2: Die technischen Geräte mit den zugehörigen implementierten digitalen Medien können bedient werden, d. h., es können Filme aufgenommen und verarbeitet werden.

MK 3: Das digitale Medium kann zur Dokumentation von Experimenten genutzt werden.

MK 4: Es wird im Prozess und nach der Nutzung reflektiert, ob der Einsatz dieses digitalen Mediums zur Dokumentation angemessen ist bzw. war.

MK 5: Experimente werden durch den Einsatz der Technik verbessert und weiterentwickelt.

Diese Fertig- und Fähigkeiten im Bereich dieser Domäne können umgesetzt werden mit

- einer Videokamera und einem Laptop mit Schnittsoftware,
- einem Smartphone, das auch eine Bearbeitungssoftware beinhaltet,
- einem Desktop-PC mit Webcam und Schnittsoftware,
- ...

Es gilt *form follows function*: Im Vordergrund steht die pädagogische Idee der filmischen Dokumentation von Experimenten – es folgt die Betrachtung möglicher Techniken mit den zugehörigen digitalen Medien.

Praktisches Beispiel 2: Domäne »Schallgeschwindigkeit messen«

Stärker als im Mathematikunterricht gibt es in den Naturwissenschaften Domänen mit klar beschränktem Umfang. Das Experiment ist das wichtigste Medium im naturwissenschaftlichen Unterricht – und selbstverständlich bilden solche Experimente für sich geschlossene Bereiche, hier die *Domäne* »Schallgeschwindigkeit messen«.

Zur Messung der Schallgeschwindigkeit gibt es zahlreiche Möglichkeiten. Im Kern bauen alle Experimente darauf, ein Signal auszusenden und nach einer gewissen Strecke wieder einzufangen. Einfach – aber ungenau – ist es, Schüler in einiger Entfernung (wenn die Umgebung ruhig ist und freie Sicht herrscht, sind 1 km und mehr möglich) aufzustellen und mit einer Starterklappe einen lauten Knall zu erzeugen. Man misst die Zeit vom Zuschlagen der Klappe (optisch) bis zur Registrierung des Geräuschs (akustisch). Auch hierbei können Filmaufnahmen hilfreich sein (siehe Domäne »Experimente filmisch dokumentieren«). Genauere Ergebnisse werden erzielt, wenn entsprechende Technik im Laborversuch eingesetzt wird. Man kann

- ein Messwerterfassungssystem (das kann auch die Soundkarte eines Computers sein) mit zwei Mikrofonen einsetzen, deren Messwerte parallel aufgezeichnet werden. Das Signal kommt an den beiden Mikrofonen zu unterschiedlichen Zeiten an – aus der Zeitdifferenz und der Entfernung lässt sich die Schallgeschwindigkeit bestimmen,
- mit Hilfe eines Oszilloskops das Ausgangs- und Eingangssignal von Lautsprecher und Mikrofon darstellen und deren Phasenverschiebung bestimmen. Auch daraus kann die Schallgeschwindigkeit ermittelt werden,

- die App *AcoustikRuler* nutzen, um die Laufzeit zwischen einem Lautsprecher und einem Mikrofon zu ermitteln,
- ...

Letztgenannte Möglichkeit soll hier kurz vorgestellt werden:

AcoustikRuler ist eine für iOS-Geräte erhältliche App, mit der Entfernungen akustisch gemessen werden können.

Hierbei kann auf unterschiedlichen Wegen gemessen werden. Es kann die Distanz zwischen zwei Geräten, auf denen die App installiert ist, ermittelt werden. So ist ein Gerät das Sende-Gerät, das den Ton sendet, und das andere Gerät das Empfänger-Gerät. Ist nur ein Gerät vorhanden, so kann auf die zweite Möglichkeit zurückgegriffen werden. Hierzu wird zum Gerät ein Headset benötigt, das dann Sende- und Empfangseinheit ist.

Das Ermitteln der Entfernung erfolgt bei *AcousticRuler* mittels der Messung der Zeitverzögerung: Ein Ton wird ausgesendet und wieder erfasst. Je nach der Verzögerung, mit welcher der Ton bei dem Empfängergerät eingeht, wird die Entfernung berechnet.

Eine Kernfrage für den Unterricht wäre: »Wie funktioniert die Entfernungsmessung?« Im Eingerätemodus ist die Messung noch gut nachvollziehbar, da Sender und Empfänger in einem Gerät vereint sind und die Laufzeitunterschiede damit gut bestimmt werden können. Bei zwei Geräten muss die Systematik des Experiments näher erkundet werden – hier werden jeweils von beiden Geräten Signale ausgesendet und empfangen, sodass der Laufzeitunterschied gemessen werden kann (Abb. 1 auf der folgenden Seite).

Mit Hilfe der App können alle wesentlichen Schritte zur Messung der Schallgeschwindigkeit systematisch nachvollzogen werden – und die Apparatur ist wenig anfällig, sodass die Lernenden selbst experimentieren können. Dazu müssen die Schüler über einige Fertig- und Fähigkeiten verfügen. Im MK-Modell wäre dies eine mögliche Taxonomie:

MK 0: Es ist keine Möglichkeit zur Messung der Schallgeschwindigkeit mit digitalen Medien bekannt.

MK 1: Es ist bekannt, dass die Schallgeschwindigkeit mit digitalen Medien gemessen werden kann.



Abb. 1: Messung der Schallgeschwindigkeit mit mobilen Endgeräten

- MK 2: Ein technisches Gerät zur Messung der Schallgeschwindigkeit kann bedient werden.
- MK 3: Die Technik kann genutzt werden, um Laufzeitunterschiede zu messen und damit die Schallgeschwindigkeit selbstständig zu bestimmen.
- MK 4: Es wird während der Messung und vor allem bei der Auswertung reflektiert, wie sinnvoll und verlässlich der Einsatz der Technik und der Medien war.
- MK 5: Ein Experiment wird mit Hilfe der digitalen Medien verbessert bzw. weiterentwickelt.

Praktisches Beispiel 3: Domäne »Medienmix erstellen«

In einem Medienmix können Informationen aus unterschiedlichen Quellen zusammengetragen werden. Das kann natürlich auf Papier geschehen – aber eben auch digital.

Grundlage hierzu ist eine Schreib-App, wie *Notability* oder *uPad*. Mit diesen Apps können Dokumente aufgesetzt werden, in die zunächst Texte getippt oder per Eingabestift geschrieben werden können. Weiterhin ist auch das Anfertigen von Skizzen möglich.

In diese Dokumente, die später zum Beispiel als universelle PDF-Datei bereitgestellt werden, können auch Bilder aus anderen Apps (als Screenshot) oder Bilder mit der im Tablet integrierten Kamera hinzugefügt werden. Seiten aus Büchern, Tafelbilder oder Versuchsaufbaue werden per Tastendruck in das Dokument integriert.

Im naturwissenschaftlichen Unterricht, zum Beispiel im Fach Biologie, ist ein solcher Medienmix von Vorteil. Im Unterricht erhalten Schüler Informationen aus vielen unterschiedlichen Quellen wie Tafelanschrieben, Experimenten, Folien des OHP's, Aufzeichnungen von Mitschülern, Videos im Internet oder ausgeteilten Arbeitsblättern. Ein Medienmix dient dazu, alle Informationen aus solchen Quellen zu sammeln und zu ordnen (siehe dazu auch Kracht & Pallack, 2013).

In Abbildung 2 (s. folgende Seite) wird exemplarisch ein Medienmix zum Schwerpunkt Neurologie gezeigt. Im Unterricht wurden Aspekte des Geruchsinns erarbeitet. Neben dem Tafelanschrieb und Abbildungen, die auf dem Tablet festgehalten wurden, konnten auch Links zu Internetseiten, die das Thema weiter behandeln, oder Lernvideos hinzugefügt werden. Hierbei konnten in der App wichtige Internetseiten per Lesezeichen gespeichert werden.

Auch hierzu präsentieren wir eine mögliche Stufung im MK-Modell:

MK 0: Es ist keine Möglichkeit zum Sammeln unterschiedlicher Medien bekannt.

MK 1: Es ist bekannt, dass verschiedene Medien in einem digitalen Dokument gesammelt werden können.

MK 2: Ein Programm zum Sammeln von Medien kann bedient werden.

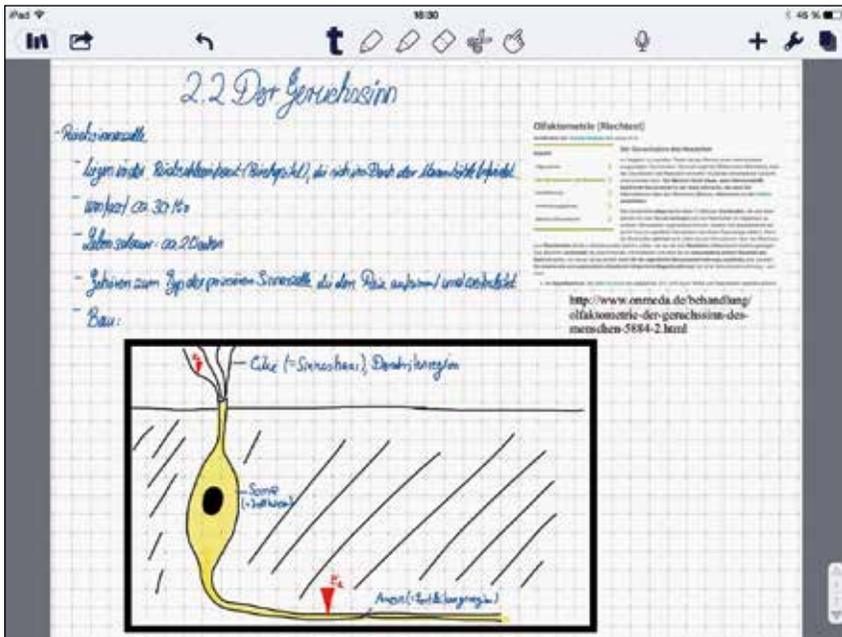


Abb. 2: Beispiel für einen Medienmix zum Thema Neurologie

MK 3: Ein Programm zum Sammeln von Medien kann genutzt werden, um aus dem Unterricht entstandene Medien zusammenzustellen und zu systematisieren.

MK 4: Der Einsatz eines Programms zum Sammeln von Medien wird reflektiert und mit anderen Möglichkeiten verglichen.

MK 5: Mit Hilfe eines Programms zum Sammeln digitaler Medien wird das fachliche Lernen weiterentwickelt.

LABOR UND ARCHIV IN DER SCHULTASCHE, EIN PÄDAGOGISCHER MEHRWERT?

Die vorhergehenden Abschnitte belegen, dass der technische Fortschritt – auf den ersten Blick und aus pädagogischer Sicht – eigentlich in den letzten Jahren keinen großen Sprung gemacht hat: *Auch vor der Einführung von Tablet-Computern war es möglich, Experimente filmisch zu dokumentieren, die Schallgeschwindigkeit zu messen oder im Unterricht gesammelte Informationen nachzubereiten.*

Jedoch macht es einen *deutlichen Unterschied*, ob man Apparaturen aus der Sammlung kramt oder Geräte einsetzt, welche die Lernenden gut kennen und selbst vielfältig nutzen. Es macht auch einen Unterschied, ob man Notizen und Kopien in einem Ordner arrangiert oder sein eigenes multimediales Archiv erstellt.

Die Voraussetzungen stehen beim Einsatz zeitgemäßer digitaler Medien besser, dass Lernende eine hohe Medienkompetenz – bezogen auf wichtige Domänen für das fachliche Lernen – erreichen. Schüler machen das Gerät so zu *ihrem Werkzeug, das sie nachhaltig zum fachlichen Lernen nutzen* – dieser Prozess wird durch die Theorie der instrumentellen Genese beschrieben.

INSTRUMENTELLE GENESE

Die Theorie soll an dieser Stelle bewusst kurz gehalten werden – und dadurch auch holzschnittartig. Interessierte Leser verweisen wir auf Vollrath und Weigand (2006, 157 f.) oder Verillon und Rabardel (1995) zum vertieften Studium.

Um den Prozess des Lernens zu erfassen, bedient man sich häufig der Darstellung eines Dreiecks. Ein Subjekt (z. B. der Schüler) interagiert mit einem Objekt (das kann z. B. eine Aufgabe oder auch ein Experiment sein). Das Vorhandensein eines sogenannten *Artefakts* kann die Art der Interaktion entscheidend beeinflussen. Nehmen wir an, dass *das Artefakt* eine Formelsammlung ist. Der Schüler kann zum Lösen der Aufgabe etwas nachschlagen – das Artefakt würde dann instrumentalisiert. Es gibt allerdings noch einen zweiten, deutlich interessanteren Effekt: Allein das Vorhandensein der Formelsammlung kann das Verhalten des Schülers beim Umgang mit der Aufgabe ändern.

Die Möglichkeit, eine Formel nicht auswendig lernen zu müssen, sondern sie bei Bedarf nachschlagen zu können, hat erheblichen Einfluss auf die Vorbereitung und damit auch auf die Situation selbst. Das Artefakt *instrumentiert* das Subjekt und prägt seine Gebrauchsschemata sowie sein Nutzungsverhalten.

Diese Instrumentierungseffekte treten beim Einsatz digitaler Medien verstärkt auf (vgl. Beitrag [Mähler](#), S. 134, und siehe dazu auch Bresges, Pallack & Mahler, 2014).

FAZIT

Technik sollte nicht um der Technik willen eingesetzt werden, sondern weil sie das fachliche Lernen unterstützt. Zu einem wirklichen Lernwerkzeug können sich technische Geräte jedoch nur entwickeln, wenn die Lernenden hinreichend Gelegenheit haben, Handlungsschemata zu entwickeln – was durch die stetige Verfügbarkeit solcher Geräte begünstigt wird.

Die naturwissenschaftlichen Fächer stehen am Anfang einer Entwicklung¹, da die relevanten Domänen digitaler Medien erst einmal beschrieben werden müssten. Experimente oder die inhaltliche Durchdringung eines Gegenstandes können digitale Medien nicht ersetzen – aber ergänzen und bereichern, wie die Praxisbeispiele dieses Beitrags illustrieren. Hier eine gute Balance zu finden ist eine Herausforderung der nächsten Jahre.

Weiterentwicklungen benötigen Zeit und Muße. Der Einsatz digitaler Medien muss reflektiert geschehen, da die Entwicklung nicht nur Chancen, sondern auch Risiken beinhaltet. Eine Gefahr sei hier mit Blick auf den naturwissenschaftlichen Unterricht explizit benannt: Wir dürfen zugunsten digitaler Medien nicht auf Primärerfahrungen verzichten. Ein Gang durch den Wald oder das haptische Zusammenstecken von Stromkreisen können und sollen nicht durch das Lernen mit digitalen Medien ersetzt werden, auch wenn wunderbar aufbereitete Apps dazu verführen.

¹ Im Fach Mathematik wird der Einsatz digitaler Medien, insbesondere der Einsatz von Werkzeugen, seit vielen Jahren diskutiert. Ein Vorschlag für relevante Domänen, die für das Lernen von Mathematik zentral sind, wird im Rahmen des Projekts SINUS-NRW erarbeitet und in den nächsten Jahren publiziert.

LITERATUR

- Bresges, A., Pallack, A. & Mähler, L. (2014). *MNU Themenspezial MINT »Unterricht mit Tablet-Computern lebendig gestalten«*. Neuss: Seeberger Verlag.
- Kracht, A.-K. & Pallack, A. (2013). *MNU Themenspezial MINT »Unterrichten mit Tablet-Computern«*. Neuss: Seeberger Verlag.
- OECD (2006). *Haben Schüler das Rüstzeug für eine technologieintensive Welt? Erkenntnisse aus den PISA-Studien*. OECD Publishing. Verfügbar unter <http://www.dr-toman.de/OECDDOC-2006deutsch.pdf> [25.07.2014]
- Pallack, A. (2014). *Digitale Medien im Mathematikunterricht der Sekundarstufen 1 und 2*. Heidelberg: Springer Spektrum (in Vorbereitung).
- Reinhold, R. & Geier, A. (2014). *Der etwas andere Chemie-Unterricht: Siebte Klasse erprobt den Einsatz von Android-Tablets*. In A. Bresges, A. Pallack & L. Mähler (Hrsg.), *Unterricht mit Tablet-Computern lebendig gestalten* (S. 86 – 91). Neuss: Seeberger Verlag.
- Vérillon, P. & Rabardel, P. (1995). Cognition and artefacts: a contribution to the study of thought in relation to instrumented activity. *European Journal of Psychology of Education X, 1*, 77 – 101.
- Vollrath, H.-J. & Weigand, H.-G. (2006). *Algebra in der Sekundarstufe*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

ÜBER DIE AUTOREN



Laura Mähler absolvierte 2013 ihr Abitur. Sie ist dreifache Landesiegerin und Preisträgerin des Bundeswettbewerbs Jugend forscht. Sie ist aktiv im Fachreferat Mathematik des Bundesvorstands des Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts (MNU) und Mitherausgeberin einer Reihe zum Lehren und Lernen mit digitalen Medien. Seit 2013 studiert sie Statistik und wird von der Studienstiftung des deutschen Volkes gefördert.



Nach seinem Studium der Mathematik, Physik und Informatik an der Universität Essen und anschließender Promotion absolvierte **Andreas Pallack** sein zweites Staatsexamen und arbeitete als Studienrat am Gymnasium sowie in verschiedenen Instituten und Behörden. Seit 2013 leitet er das Franz-Stock-Gymnasium Arnsberg. Zudem ist Andreas Pallack Leiter des Fachreferats Mathematik im Bundesvorstand des MNU. Sein Forschungsinteresse gilt dem Einsatz digitaler Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht.

MEIN IPAD UND ICH – EINE SCHÜLERSICHT

Laura Mähler

Die letzten zwei Jahre waren für mich ziemlich aufregend. Vom normalen Schulalltag über die stressige Zeit der Abiturvorbereitung, der Prüfungen bis hin zum Einstieg in das Statistik-Studium hat sich vor allem lern- und bildungstechnisch sehr viel für mich verändert. Allerdings gab es in dieser ganzen Zeit eine Konstante, die sich immer weiter in meinem Lernalltag etabliert hat: mein iPad.

In der 11. Klasse, vor den Herbstferien 2012, wurden alle Schüler unseres Mathematik-Leistungskurses unter der Leitung von Dr. Andreas Pallack mit iPads ausgestattet (vgl. auch Beitrag [Mähler & Pallack](#), S. 119). In unserem Unterricht haben wir im Vorfeld bereits viel mit digitalen Medien gearbeitet. Auf diese Weise entstand die Idee des iPad-Kurses, die wir auch dank der Bereitschaft unseres Lehrers in die Tat umsetzen konnten. Wir entschieden uns für eine 1:1-Lösung bei der Anschaffung der Geräte, also jeder Schüler beschaffte ein Gerät, über das er auch nach Schulschluss verfügt und damit zu Hause weiterarbeiten und das Gerät warten kann.

Im Unterricht arbeiteten wir uns zunächst in die Geräte ein, erprobten neue Arbeitsweisen und routinierten alltägliche Abläufe des Unterrichts. Vorgegeben war uns lediglich das Arbeiten mit dem digitalisierten Mathebuch, mit dem wir als PDF in den entsprechenden Apps (*Goodreader*) arbeiten konnten. Hierbei trumpft das digitalisierte Mathebuch mit vielen Funktionen auf: Notizen verfassen, wichtige Stellen markieren, Seiten einfügen, Links einsetzen – viele dieser Optionen sind mit herkömmlichen Büchern nicht unbeschränkt möglich. Weiterhin nutzten wir die Dropbox als Speichermedium. In diesem Online-Speicher wurde ein Matheordner angelegt, in den sämtliche Tafelbilder vom Smartboard, Arbeitsblätter und Lösungen geladen wurden. So konnten alle Schüler auf die Dateien zugreifen, Arbeitsaufträge entgegennehmen oder Lösungen zur Korrektur hochladen.

Ansonsten war uns der Einsatz der Geräte im Unterricht frei überlassen. Ob wir unsere Notizen nun weiterhin auf dem Colleagueblock machten oder, wie

ich, komplett auf das Dokumentieren auf dem iPad umstiegen, blieb uns überlassen.

Trotzdem muss der Einsatz des Gerätes den Schülern vermittelt werden. Auch wenn wir alle das Arbeiten mit den Tablets als Fortschritt empfanden, es ist dennoch eine große Umstellung für Schüler. Genau wie der Lehrer müssen wir unsere Arbeitsweisen dem iPad anpassen und den richtigen Umgang erlernen. Welche Apps gibt es, die ich im Unterricht für mich einsetzen kann? Wie intensiv möchte ich mit dem iPad arbeiten? Hier ist man als Schüler zunächst auf die (Medien-)Kompetenz des Lehrers angewiesen, der einen langsam an das selbstständige Arbeiten und Erproben des Tablets heranführt. Mit Andreas Pallack hatten wir einen äußerst medienerfahrenen Lehrer, sodass wir alle schnell die für uns beste Arbeitsweise gefunden und auf den Unterricht abgestimmt hatten. Im Alltag begegnet man aber auch bei jedem noch so gut vorbereiteten Unterricht immer wieder kleinen Hindernissen – so streikt an einem Tag das WLAN, am nächsten hat jemand sein iPad nicht aufgeladen oder schon das neue Update installiert, sodass einige Apps nicht mehr kompatibel sind.

Als Schüler ist man zunächst auf die (Medien-)Kompetenz des Lehrers angewiesen.

Was mich aus Schülersicht jedoch immer wieder am Tablet-Einsatz gestört hat, ist der Ablenkungsfaktor des iPads. Da wir die Tablets selbst zu Hause eingerichtet haben und auch im Unterricht freien Zugriff auf das Internet hatten, bot das iPad zum Teil sehr viele Ablenkungen vom Unterricht oder von den Hausaufgaben. Soziale Netzwerke und Spiele sind kostenfrei und im Handumdrehen auf dem Tablet installiert. Doch auch wenn ich diese Apps schließe und die für den Unterricht relevanten öffne – ständig machen sie mit Push-Benachrichtigungen auf sich aufmerksam. Ein kleiner Banner am Bildschirmrand blinkt auf: »Linda hat dir eine Nachricht geschrieben«, »Nils hat deinen Highscore geknackt« und viele andere Mitteilungen machen neugierig auf das, was man wohl gerade verpasst. Aber: Wo ein Wille ist, da ist auch ein Weg. Sei es durch Sanktionen im Unterricht, wenn Betroffene erwischt wurden, oder durch das strikte Deaktivieren aller Ablenkungen – letztendlich verliert auch das schönste Spielzeug seinen Reiz, und das Tablet wird ausschließlich zum Lernwerkzeug.

Ein Lernwerkzeug, das ich nicht nur im Mathematikunterricht, sondern in

sämtlichen Unterrichtsfächern einsetzen konnte. Mit einer Schreib-App (*Notability*) und entsprechendem iPad-Stift konnte ich auf dem Tablet alle Tafelbilder festhalten und in die Notizen sogar Bilder, Links oder Sprachaufnahmen einfügen. Man lernt, wie das Gelernte oder zu Lernende aufbereitet und festgehalten werden muss, sodass man es am Ende leicht verinnerlichen kann. Dem Weg zur Medienkompetenz, den wir zu Beginn unter Anleitung eingeschlagen haben, können wir jetzt alleine folgen.

Mit dem Wissen, dass mir das iPad beim Lernen eine Stütze ist, konnte ich es bei der Abiturvorbereitung wunderbar nutzen. Sämtliche Lerninhalte waren, zusätzlich gefüllt mit Links oder weiterführenden Informationen, fertig aufbereitet – lediglich das Lernen an sich nimmt mir das iPad nicht ab. Trotzdem habe ich es als praktisches Lernwerkzeug für mich entdeckt und nutze es jetzt intensiv an der Universität. Skripte kann ich in den Vorlesungen ergänzen und bearbeiten. Übungen kann ich auf dem Tablet lösen und per Mail an den Übungsleiter senden.

Ein knappes Fazit zu ziehen ist trotz meiner positiven Erfahrungen nicht leicht: Das Arbeiten mit dem iPad hat mich nicht nur im Umgang mit dem iPad geschult, vielmehr konnte ich meine Lerntechniken erweitern, verbessern und lernen, effizienter zu arbeiten. Selbst wenn ich mich jetzt gegen das Arbeiten mit dem Tablet entscheiden sollte, bleibt mir ebendieses Wissen.

Andererseits kann beim Tablet-Einsatz auch mal etwas schiefgehen. Funktioniert nicht alles, wie man es sich erhofft, oder steht das bloße Tablet im Vordergrund und nicht die Funktionen, die mich unterstützen, sorgt das Projekt für Frust und hilft weder dem Schüler noch dem Lehrer. Das passiert mir mit dem Tablet jedoch sehr selten, da die meisten von mir verwendeten Apps sehr stabil funktionieren.

Deswegen, so finde ich, lohnt sich der Tablet-Einsatz im Unterricht mit Blick auf das spätere Lernen in der Hochschule auf jeden Fall und kann für jeden Schüler einen langfristigen Mehrwert bieten, sofern er reflektiert passiert und auf die Bedürfnisse derer zugeschnitten ist, die letztendlich damit arbeiten – Schüler.

ÜBER DIE AUTORIN



Laura Mähler absolvierte 2013 ihr Abitur. Sie ist dreifache Landes-
siegerin und Preisträgerin des Bundeswettbewerbs Jugend forscht.
Sie ist aktiv im Fachreferat Mathematik des Bundesvorstands des
Vereins zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaft-
lichen Unterrichts (MNU) und Mitherausgeberin einer Reihe zum
Lehren und Lernen mit digitalen Medien. Seit 2013 studiert sie
Statistik und wird von der Studienstiftung des deutschen Volkes
gefördert.

DIGITALE MEDIEN IM UNTERRICHT – EINDRÜCKE EINER SCHÜLERIN

Adelina Kopp

Montagmorgen, 12. Klasse, Physik: Hier ein Gähnen, dort ein Stöhnen. Es ist nicht verwunderlich, dass wir Schüler – noch halb im Wochenende – ein langes Gesicht ziehen. Insbesondere bei einer so schweren Kost wie elektromagnetischen Wellen, Bragg-Effekt mit einem Abstecher zum Thema Photoelektrischer-Effekt. Bemerkenswert ist es, wenn ein Lehrer es schafft, in 90 Minuten so viel Wissen zu vermitteln, wie man möglicherweise in anderen Schulfächern in einem Jahr lernt. Nachteilig ist es allerdings, wenn die Hälfte der Schüler bereits nach zehn Minuten das Interesse verliert oder sich alternativ ihren Smartphones widmet. Nicht nur der Physikunterricht scheint so hoffnungslos verloren. Auch andere Schulfächer wie Chemie oder Mathematik zaubern eher ein resigniertes Lächeln als Freude auf das Gesicht eines Schülers. Wenn es eine Naturwissenschaft sein darf, oder besser, sein soll, die man für die Gesamtqualifikation für das Abitur durchgängig belegt haben muss, kommt für die meisten Biologie in Frage. Sobald sich der Lehrer Teilbereichen der Chemie oder Physik annähert, wird es kritisch. Die meisten aus meinem Jahrgang beschreiben Naturwissenschaften als zu »schwierig« oder zu »abstrakt«. Selbstverständlich wird es ab einem bestimmten Punkt immer abstrakt, aber mit entsprechendem Interesse hat man, wie der Volksmund gerne sagt, schon die »halbe Miete«.

WUNDERMITTEL DIGITALE MEDIEN?

Das Interesse der Schüler zurückgewinnen? Wie macht man das bloß? Eine berechtigte Frage, die mit einem lauten Schrei nach »Digitalen Medien!« schnell gelöst scheint. Fast jede Schule in Hamburg ist mittlerweile mit interaktiven Tafeln ausgestattet (vgl. Beitrag [Steinmüller](#), S. 114), die die herkömmliche

Tafel und den Overheadprojektor verdrängen. In der Theorie sind diese elektronischen Tafeln vielversprechend, in der Praxis eher weniger. Die wenigsten Lehrer nutzen die Möglichkeiten der neuen Tafeln aus. Und wenn diese interaktiven Tafeln verwendet werden, gehen meist zehn Minuten für das Kalibrieren verloren, oder der eigene Schulfilter schränkt die Internetsuche ein, sodass »stundenlang« Mittel und Wege gesucht werden, diesen zu umgehen. Ich bin mir sicher, dass ich ein verlängertes Wochenende bekäme, wenn man diese verlorene Unterrichtszeit aufsummierte und freigäbe. Nichtsdestotrotz ist das Beschreiten des digitalen Weges unumgänglich. Das Problem hierbei ist, dass es mit einem bloßen Bereitstellen der technischen Gerätschaften nicht vollbracht ist. Die Planung, wann und wie man diese einsetzt, ist entscheidend. Die Lehrer selbst predigen nach jedem Schülervortrag: »Dein Vortrag soll durch den Medieneinsatz bloß unterstützt und nicht übertüncht werden!« Richtig so. Schade nur: Die größten Kritiker können auch die größten Sünder sein.

Die Lehrer selbst predigen nach jedem Schülervortrag: »Dein Vortrag soll durch den Medieneinsatz bloß unterstützt und nicht übertüncht werden!«

ANIMATION STATT EIGENEM BEGREIFEN?

Nehmen wir wieder das Beispiel Physikunterricht. Von Transversalwellen und Longitudinalwellen schwirrt den Schülern der Kopf. Dies bemerkt der Lehrer und versucht per Medieneinsatz, Genaueres zu erklären. Sie sehen eine Animation, die zeigt, wie ein Stein in stehendes Wasser hineingeworfen wird. Ringförmig zeichnen sich die Wellen ab und werden nach außen hin schwächer. Können Sie sich bestimmt auch ohne Animation vorstellen? Ja, konnten wir auch und waren eher verwirrt davon, als unser Lehrer uns so simple Dinge per Animation näherbringen wollte.

Ein anderes Beispiel aus dem Chemieunterricht: Mit einem Molekülbaukasten Schülern nahezubringen, wie ein Molekül aufgebaut ist, kann spannender sein als eine tolle 3-D-Animation, die lediglich angeschaut, nicht aber mit den eigenen Händen »begriffen« werden kann. Durch das Selbst-Heraus-

finden, wie etwas funktioniert, bleibt oftmals mehr im Gedächtnis als ein Tafelbild mit verschiedenen Farben und unzähligen Pfeilen.

So ging es mir häufiger in der Schule. Lehrer versuchen zwar, ihren Unterricht interessanter zu gestalten, jedoch scheitern sie manchmal daran, dass sie unnütze Dinge auf dem digitalen Weg vermitteln wollen und im Gegenzug wichtige Fakten, die wirklich zu »abstrakt« sind, nur mit einem trockenen Satz darlegen, ohne näher darauf einzugehen.

GELUNGENER EINSATZ, BEISPIEL I: DIGITALE MITSCHRIFTEN

Natürlich gibt es Ausnahmen: Mein ehemaliger Mathelehrer war ein ganz besonderer Lehrer. Bis zur Rente motiviert und immer auf dem neuesten Stand der Technik. Stets auf der Suche nach dem Dialog, um seinen Unterricht zu verbessern. Jedes Thema hat er anders begonnen. Einmal waren wir an den Laptops unserer Schule. Ziel war es herauszufinden, welche Eigenschaften die quadratischen Funktionen haben. Angenehm hierbei war, dass wir nicht mühselig in den Taschenrechner eintippen mussten, sondern direkt den korrekten Graphen am Bildschirm sahen. Kein mühsames Zeichnen und Radieren. Ebenso interessant war, dass diese digitalen Graphen uns im Gedächtnis blieben, anders als die, die wir sonst für einen Hefter, den man problemlos als Buchbescherer benutzen könnte, ausgedruckt bekamen.

Dieser Mathelehrer war der erste und einzige Lehrer, der uns digitales Unterrichtsmaterial mit nach Hause gab. Nicht, weil wir im Unterricht nicht mitschreiben wollten, sondern weil unsere Mitschriften aus Tempogründen nicht vollständig sein konnten. Kaum jemand schafft es, gleichzeitig brauchbare Notizen zu machen und nebenbei mitzuhören beziehungsweise zu verstehen. Und was gibt es Nervigeres als Mitschüler, die hineinrufen: »Was hat er gesagt?« – »Können Sie das wiederholen?«, sodass man den eigenen Satz, den man notieren wollte, vergisst. Mitschriften sind wirklich ein Problem. Man soll mitschreiben, zuhören, verstehen, am besten noch gleichzeitig antworten und nebenbei eine gute Figur machen. »Multitasking« funktioniert nicht. Je mehr Dinge ein Gehirn gleichzeitig absolvieren muss, desto geringer wird die Leistungsfähigkeit. Unter anderem ein Grund, weswegen man während des

Autofahrens nicht telefonieren sollte. Wie soll ich als Schülerin dieser Anforderung gerecht werden? Meine persönliche Meinung: Es geht in die Richtung der digitalen Mitschriften (vgl. Beitrag [Mähler](#), S. 134).

Neben der höheren Aufmerksamkeit im Unterricht haben digitale Mitschriften viele weitere Vorteile: Man kennt es vom Chatten: Egal, wie schnell geschrieben wird, eine leserliche Schrift bleibt. Hinzu kommt, dass das Geschriebene digital gesichert ist, womit ein späteres Suchen nach den eigenen Mitschriften entfällt. Es ist schon seltsam, wenn ein Lehrer einerseits die Hausarbeit digital verlangt, wir andererseits im Unterricht altmodisch per Hand Mitschriften machen.

Es ist schon seltsam, wenn ein Lehrer einerseits die Hausarbeit digital verlangt, wir andererseits im Unterricht altmodisch per Hand Mitschriften machen.

GELUNGENER EINSATZ, BEISPIEL II: DIGITALE SCHULBÜCHER

Ich war 2009 für knapp zwei Wochen in England auf einem Schüleraustausch. In vielen Unterrichtsstunden und -fächern wurde auf Laptops zurückgegriffen. Lediglich im Englischunterricht mussten die Schüler noch Notizen anfertigen, damit die Handschrift nicht leidet. Jedes Schulbuch stand jedem Schüler digital zur Verfügung. Ich weiß noch, wie verwundert ich war, dass meine Austauschschülerin ohne Bücher in die Schule ging.

Auch die Rektorin der Schule war positiv überrascht davon, wie gut ihr Programm lief. Um Vandalismus vorzubeugen, mussten die jüngeren Schüler jedes Semester zur hauseigenen Werkstatt, wo geprüft wurde, ob der Computer noch vollends intakt war. Die Älteren mussten lediglich einmal pro Jahr ihren Laptop abgeben und kontrollieren lassen. Und die Kosten? Nun, die Schule spart viel Geld, da sie keine neuen Schulbücher kaufen muss. Ich sehne mich nach dem Tag, an dem solche »Kleinigkeiten« auch an deutschen Schulen eingeführt werden.

MEIN FAZIT: FRAGT DIE SCHÜLER!

Möglicherweise wirkt es für die eine oder andere Lehrkraft zu simpel, wenn man Schüler am PC »herumspielen« lässt und sie derweil dem gedruckten Buch nachtrauern. Wir haben einen anderen Blick auf die Dinge. Lehrer sollten mit Schülern viel stärker in den Dialog treten, um gemeinsam ein Gefühl dafür zu entwickeln, wann für Schüler digitaler Medieneinsatz notwendig und wann er überflüssig ist.

ÜBER DIE AUTORIN



Adelina Kopp wurde 1995 in Hamburg geboren. Sie hat im Sommer 2014 ihr Abitur mit Biologie / Chemie-Profil am Gymnasium Heidelberg absolviert und möchte ab Herbst Biochemie studieren. Adelina Kopp war »grips gewinnt«-Stipendiatin. Mit dem Schülerstipendium unterstützen die Joachim Herz Stiftung und die Robert Bosch Stiftung leistungsstarke und engagierte Jugendliche.

Best-Practice-Beispiele

SMARTPHONE-EXPERIMENTE IM PHYSIKUNTERRICHT: BEISPIELE ZUR AKUSTIK UND ZUR MECHANIK

Michael Hirth, Pascal Klein, Jochen Kuhn & Andreas Müller

In Beitrag von [Kuhn & Vogt](#) (S. 46) werden die Vorteile des Einsatzes von Smartphone und Tablet-PC als Experimentiermittel im naturwissenschaftlichen Unterricht aus lernpsychologischer, fachdidaktischer und unterrichtspraktischer Sicht bereits motiviert, begründet und erste Forschungsergebnisse dargestellt. In diesem Beitrag werden nun ergänzend dazu zwei Experimentbeispiele aus den Themenbereichen Akustik (unter Verwendung des Mikrofons) und Mechanik (unter Verwendung der Kamera zur digitalen Videoanalyse von Bewegungen) detailliert diskutiert.

ABHÄNGIGKEIT DES SCHALLPEGELS VON DER SCHALLDRUCK-AMPLITUDE

Der Beitrag stellt ein Schülerexperiment vor, in dem mit einem sehr einfachen Versuchsaufbau der logarithmische Zusammenhang zwischen der Schalldruckamplitude und dem gemessenen Schalldruckpegel untersucht werden kann. Die oft nur oberflächlich dokumentierte Abhängigkeit zwischen der Amplitude und der empfundenen Lautstärke kann dadurch zwar nicht in ihrer komplizierten Beziehung zueinander verstanden werden, weil die empfundene Lautstärke eine nicht objektiv messbare psychoakustische Größe darstellt. Der Versuch ermöglicht dennoch einen experimentellen Zugang zu einem im Alltag oft verwendeten logarithmischen Maß, dessen Interpretation vielen Menschen Schwierigkeiten bereitet. Fragen wie »Wie ›laut‹ ist die Schmerzgrenze?«, »Können MP3-Player an diese Schmerzgrenze heranreichen?«, »Sind 40 dB doppelt so ›laut‹ wie 20 dB?«, »Wie viel ›lauter‹ sind 60 dB im Vergleich zu 40 dB?« bieten im Unterricht Anknüpfungspunkte zu einer physikalisch objektiven und tiefer gehenden Diskussion über das Pegelmaß, bei dem die meisten

Schüler oft nicht mehr wissen, als dass es in der Einheit Dezibel angegeben wird.

Theoretischer Hintergrund – der Schalldruckpegel: Die empfundene Lautstärke ist eine Interpretation des Gehirns der durch unsere Ohren sondierten objektiven physikalischen Größe *Schallintensität* I . Sie ist definiert als Schallenergie pro Zeit- und Flächeneinheit.

Bezogen auf den Normalton 1000 Hz kann ein Mensch ohne Hörschaden einen enormen Intensitätsbereich wahrnehmen, wobei die Hörschwelle, also die gerade noch wahrnehmbare Intensität, bei 10^{-12} W/m² liegt. Eine Intensität von $I = 1$ W/m² wird als Schmerzgrenze bezeichnet. Zwischen Hörschwelle und Schmerzgrenze liegen demnach zwölf Größenordnungen, sodass es zweckmäßig ist, ein logarithmisches Maß einzuführen, den *Schallintensitätspegel* β . Hierbei wird als Bezugsgröße die Hörschwelle $I_0 = 10^{-12}$ W/m² gewählt. Eine Intensität I hat dann den Pegel

$$\beta = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

Obwohl der Pegel eine dimensionslose Zahl ist, wird sie in der Einheit dB (Dezibel) angegeben.

Die Schallpegelmessgeräte registrieren jedoch nicht die Schallintensität, sondern den Effektivwert des Schallwechseldrucks p und zeigen den Schalldruckpegel L (engl. SPL = Sound Pressure Level) an. Bei einer harmonischen Schallschwingung, wie sie von einem Sinuston hervorgerufen wird, ist die Schallintensität proportional zum Quadrat der Schalldruckamplitude \hat{p} (Grehn & Krause, 2007, S. 113), weshalb gilt:

$$L = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{\hat{p}^2}{\hat{p}_0^2} \right) = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{\hat{p}}{\hat{p}_0} \right)$$

Der Bezugswert des Schallwechseldruckes beträgt $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$.

Vergleicht man die Schalldruckpegel zweier Quellen, die die Schalldruckamplitude \hat{p}_1 und gerade die k -fache Amplitude $\hat{p}_2 = k \cdot \hat{p}_1$ haben, so sollte die Pegeldifferenz

$$\Delta L = L_2 - L_1 = 20 \cdot \left(\log_{10} \frac{\hat{p}_2}{\hat{p}_0} - \log_{10} \frac{\hat{p}_1}{\hat{p}_0} \right)$$

$$\Delta L = 20 \cdot \log_{10} k$$

gemessen werden, die nur noch vom Verhältnis der Amplituden abhängt.

Zwei einprägsame Verhältnisse treten bei der Verdopplung (ca. +6 dB) und der Verzehnfachung der Amplitude (ca. +20 dB) ein. Die Merkregeln sind unabhängig vom Ausgangspegel und machen die Interpretation von vergleichenden Pegelangaben einfacher (siehe Abb. 1).

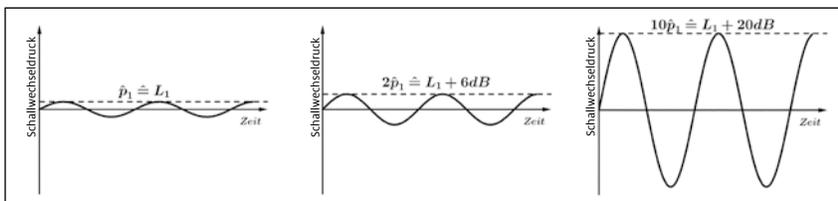


Abb. 1: Eine Verdopplung der Amplitude bewirkt eine Pegelerhöhung um 6 dB. Eine Verzehnfachung der Amplitude erhöht den Pegel um 20 dB.

Experimentaufbau und -durchführung: Ein Sinuston der Frequenz 1000 Hz wird mit einer Tongenerator-App (z. B. Signalgenerator für iOS) erzeugt und über Kopfhörer direkt auf das Mikrofon eines zweiten mobilen Endgerätes übertragen, in dem eine Schalldruckpegel-App (z. B. Noise für iOS) den Schalldruckpegel des Signals ermittelt. Ein Kopfhörer wird dazu mit Hilfe von Klebeband unmittelbar auf das Mikrofon des Pegelmessers geklebt, sodass ein konstanter und minimaler Abstand zwischen Kopfhörer und Mikrofon gewährleistet ist. Der zweite Kopfhörer wird nicht benötigt (siehe Abb. 2 a).

Die App *Signalgenerator* ermöglicht im Vorteil zu vielen anderen Tongenerator-Apps ein sehr intuitives Variieren der Amplitude durch einen App-internen Volume-Regler von 0 % bis 100 %, und zwar in 10-%-Schritten. Dies ermöglicht eine einfache Aufnahme des Schalldruckpegels in Abhängigkeit des Volume und eine Überprüfung der im Abschnitt zum theoretischen Hintergrund festgestellten Merkregeln.

Es empfiehlt sich, den gerätespezifischen Lautstärkereglern auf ca. 12 (von 16) einzustellen (siehe Abb. 2 b). In dieser Einstellung wird bereits bei einem Volume von 10 % ein Pegel erreicht, sodass die Messungen in verschiedenen Gruppen zeitgleich durchführbar sind. Stellt man ihn zu niedrig ein, ist beim Experimentieren der allgemeine Geräuschpegel höher als der »interessante« Pegel und überlagert die Messungen unsystematisch. Wählt man den Regler zu hoch, können trotz der Messung über Kopfhörer betörende Lautstärken entstehen (siehe auch Experimentauswertung). Dieser gerätespezifische Lautstärkereglern folgt nämlich keinem logarithmischen Zusammenhang mit dem gemessenen Pegel. Messungen zeigen, dass pro Stufe dieses Reglers der Pegel zwischen 3 dB und 5 dB erhöht wird.



Abb. 2a: Über Kopfhörer wird ein Sinuston variabler Amplitude auf das Mikrofon eines iPods gegeben und der Schalldruck gemessen.



Abb. 2b: Die gerätespezifische Lautstärke sollte auf ca. 12 (von 16) eingestellt sein, sodass bei einem Volume von 10 % ein Pegel von mehr als 60 dB gemessen wird.

Experimentauswertung: Die Tabelle und die Grafiken in Abbildung 3 (siehe folgende Seite) zeigen, dass die Merkregeln eindrucksvoll bestätigt werden konnten: Eine Verdopplung des Volume (also der Amplitude) bewirkt eine Erhöhung des Pegels um ca. 6 dB, während eine Verzehnfachung des Volume eine Pegelerhöhung um ca. 20 dB zur Folge hat. Die logarithmische Abhängigkeit von Volume und gemessenem Pegel gilt unabhängig von der gewählten Frequenz, wenngleich der gemessene Pegel selbst sehr wohl frequenzabhängig ist. Für die von uns verwendeten Geräte konnte ein Maximum des Pegels bei einer Frequenz von ca. 2800 Hz festgestellt werden. Durch die Einstellung des App-internen Volumereglers auf 100 % und des iPod-Lautstärkereglers auf maximal konnte ein Schallpegel von nahe der Schmerzgrenze gemessen werden, was einem vorbeifliegenden Düsenflugzeug in 100 m Entfernung entspricht (siehe Abb. 2a). Dieses Ergebnis zeigt einerseits, welche extreme Lautstärken durch MP3-Player via Kopfhörer entstehen können. Andererseits ist dieses Resultat umso bemerkenswerter, weil sich Sprache und Musik gerade im Frequenzbereich 1000 Hz – 4000 Hz abspielen und das menschliche Gehör dort besonders empfindlich ist.

DIGITALE VIDEOANALYSE MIT TABLETS

Die Videoanalyse von Bewegungen ist eine Methode mit langer Tradition im Physikunterricht (Wilhelm, 2011), um mit Hilfe eines Experimentiervideos und einer Auswertungssoftware Bewegungsinformationen von Objekten zu extrahieren, grafisch darzustellen und zu interpretieren. In diesem Abschnitt wird das Potenzial der Methode auf mobile Endgeräte wie Tablets übertragen, und die didaktischen Konsequenzen werden diskutiert. Das gewählte Beispiel ist den Lesern inhaltlich vermutlich vertraut und deshalb zweckdienlich, nicht das Experiment selbst, sondern das Prinzip methodisch wie technisch (Apps) zu akzentuieren.

Im Rahmen der Newton'schen Mechanik werden im Physikunterricht der Klassenstufen 10–11 verschiedene Bewegungsformen von Körpern theoretisch behandelt. Dazu gehören z. B. die gleichmäßige und die gleichmäßig beschleunigte Bewegung, die Kreisbewegung und einfache Schwingungen. Um

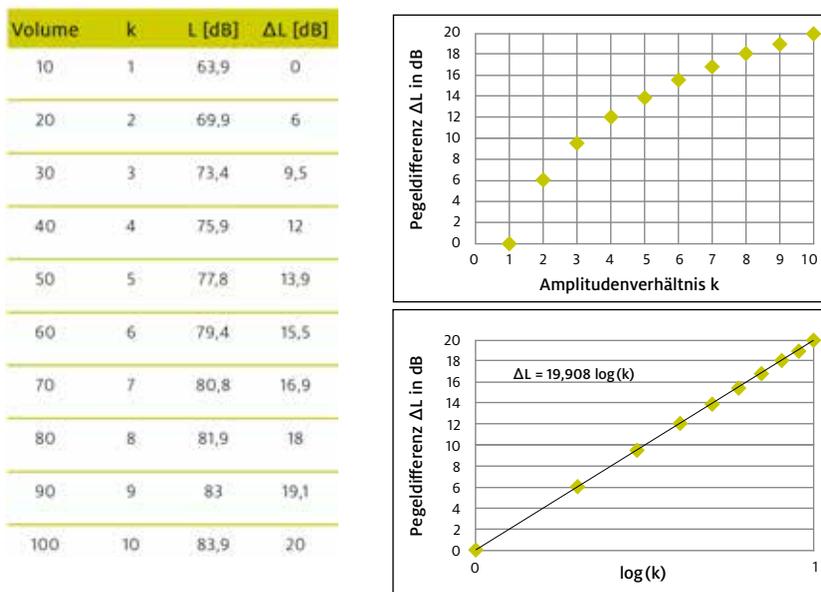


Abb. 3: Links: Messwerttabelle zur Abhängigkeit des Schalldruckpegels und der Pegeldifferenz vom Volume-Verhältnis. Oben: Abhängigkeit der Pegeldifferenz vom Amplitudenverhältnis k . Unten: Abhängigkeit der Pegeldifferenz vom logarithmierten Amplitudenverhältnis

die theoretisch motivierten und durch Beobachtung gestützten Aussagen quantitativ zu belegen, werden im Unterricht teils komplizierte Aufbauten von Luftkissenbahnen und Lichtschranken verwendet, die die Bewegung von Fahrwagen grafisch darstellen können. Im Fokus stehen meist (1) der formale Zusammenhang zwischen den kinematischen Größen *zurückgelegter Weg* s , *Geschwindigkeit* v und *Beschleunigung* a sowie (2) deren Darstellung in Diagrammen und (3) die Grundgleichung der Mechanik $F = m \cdot a$. Tablets können für einen anschaulichen und vergleichsweise unkomplizierten Zugang zur Bewegungsanalyse genutzt werden. Mehr noch: Durch ihre Mobilität ermöglichen sie die Analyse von Bewegungen aus Natur und Alltag. So können sich Schüler mit ihrem eigenen oder ausgeliehenen Gerät auf die Suche nach relevanten Bewegungen begeben – kreativ und selbst reguliert. Wir vermuten, dass Tablets als authentische Lernmedien die Autonomie der Schüler fördern und durch die Möglichkeiten der Bewegungsanalyse besonders bzgl. (1) und

(2) den Unterricht durchaus bereichern können. Dies wird im Folgenden beispielhaft an der Bewegung entlang der schiefen Ebene demonstriert.

Theoretischer Hintergrund: Ein zunächst ruhender Körper mit Masse m , der sich entlang einer schiefen Ebene mit Neigungswinkel α bewegt, erfährt durch die Hangabtriebskraft $F = m \cdot g \cdot \sin(\alpha)$ die konstante Beschleunigung $a = g \cdot \sin(\alpha)$, wobei $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ die Erdbeschleunigung ist. Damit gilt für die Geschwindigkeit der lineare Zusammenhang $v(t) = g \cdot \sin(\alpha) \cdot t$ und für den zurückgelegten Weg der quadratische Zusammenhang $s(t) = \frac{1}{2} \cdot g \cdot \sin(\alpha) \cdot t^2 + s_0$. Diese Gleichungen gilt es nun experimentell zu prüfen.

Beschreibung des Experiments: Mit einfachen Materialien suchen oder bauen Schüler eine schiefe Ebene (z. B. Bücher und Brett oder im Freien: Steine und Bank, schiefes Gelände, Rutsche). Ein Spielzeugauto oder ein vergleichbarer Gegenstand befindet sich auf der Ebene und wird zunächst festgehalten. Die Kamera eines Tablets wird aus genügend großer Entfernung senkrecht zur Bewegungsebene ausgerichtet, in der sich auch ein Maßstab (Lineal) befindet (siehe Abb. 4 a). Die Videoaufnahme wird gestartet, und das Objekt wird losgelassen.

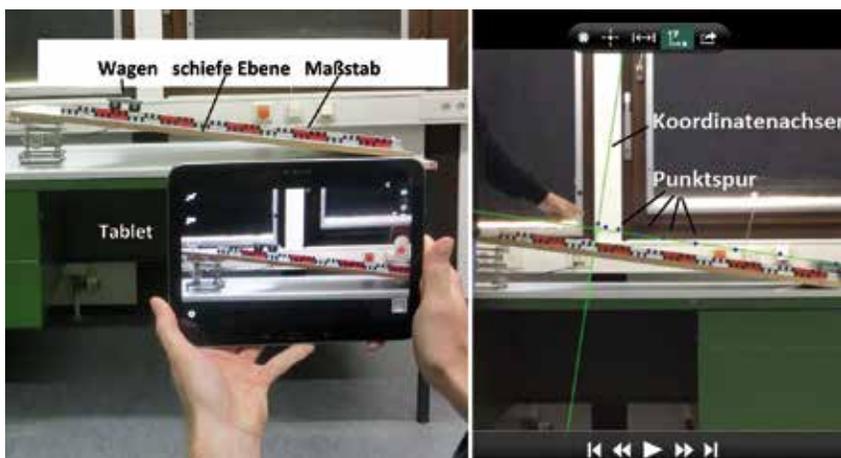


Abb. 4: (a) Versuchsaufbau und Aufnahme mit Tablet. (b) Bedienoberfläche von *Video Physics* (Vernier, 2014) mit gesetzten Messdaten (Punktspur). Das Koordinatensystem liegt entlang der Ebene (grün).

Analyse des Experiments: Wir arbeiten im Folgenden mit der Android-App *Video Analysis* zur Winkelbestimmung und mit der App *Video Physics* zur Messdatenerfassung und -auswertung (Gröber, Klein & Kuhn, 2014; Vernier, 2014). Klein, Gröber, Kuhn und Müller (2014) stellen verschiedene Videoanalyse-Apps (Android- und iOS-basiert) vor und vergleichen sie miteinander. Nachdem das Video in eine Videoanalyse-App geladen ist, skalieren wir mit Hilfe des Maßstabs eine Länge zur Umrechnung von Videopixeln in reale Distanzen. Außerdem wählen wir ein Koordinatensystem mit Ursprung im ruhenden Körper und orientieren die x -Achse entlang des Hangs, um eine eindimensionale Bewegung zu erhalten. Die App zerlegt das Video in einzelne Frames (Einzelbilder), die wir schrittweise durchklicken und den Körper jeweils markieren (Punktspur, Abb. 4 b). Dadurch nehmen wir die Messdaten in Form von $x(t)$ - und $y(t)$ -Koordinaten bzgl. des Referenzsystems auf, die auch tabellarisch angezeigt werden können. Die Zeitinformation ist durch das Video gegeben.

Nachdem alle Messdaten aufgenommen wurden, errechnet die App durch Bildung von Differenzenquotienten automatisch die Geschwindigkeitskomponenten v_x und v_y in x - bzw. y -Richtung. Mit Hilfe der Diagrammdarstellung betrachten wir die verschiedenen Ort-Zeit- und Geschwindigkeit-Zeit-Graphen (siehe Abb. 5 b):

- Erwartungsgemäß gilt $y(t) = 0$ für alle Zeiten, denn der Körper bewegt sich infolge unserer Wahl des Koordinatensystems nur in x -Richtung. Deshalb ist auch $v_y(t) = 0$.
- Das $x(t)$ -Diagramm zeigt einen parabelförmigen Verlauf und deutet auf eine gleichmäßig beschleunigte Bewegung (konstante Beschleunigung) hin.
- Das Schaubild der Geschwindigkeit in x -Richtung, $v_x(t)$, verläuft theoriekonform linear. Um die Steigung m der Geraden zu bestimmen, nutzen wir die lineare Regression und finden $m = 1,15 \text{ m/s}^2$. Nach der Theorie entspricht dieser Wert gerade $g \cdot \sin(\alpha)$. Dies kann durch Messen des Hangwinkels kontrolliert werden (siehe Abb. 5 a).

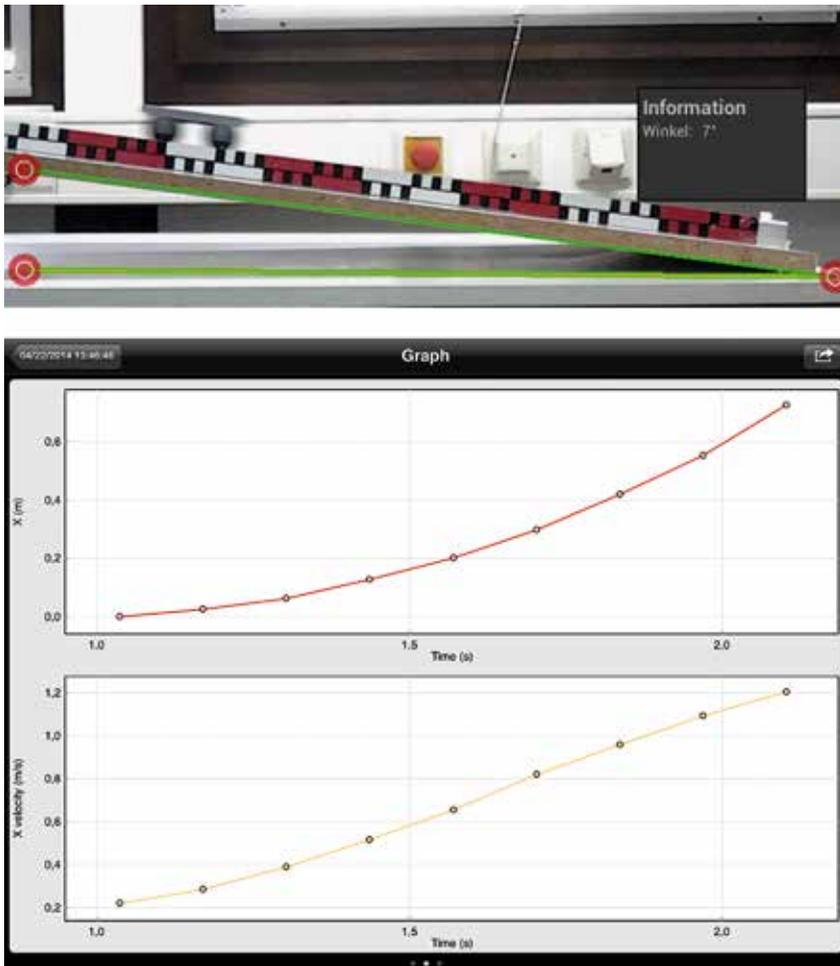


Abb. 5: (a) Manuelle Winkelmessung ($\alpha = 7^\circ$) mit App *Video Analysis* (Gröber, Klein & Kuhn, 2014), (b) Ort-Zeit- und Geschwindigkeit-Zeit-Diagramm in x-Richtung, erstellt mit *Video Physics* (Vernier 2014). Ein Kurvenfit ergibt eine Steigung von $m = 1,07 \text{ m/s}^2$.

Einsatz der mobilen Videoanalyse im Unterricht: Das Beispiel zeigt, wie mit Hilfe von Tablets Bewegungen analysiert werden können. Zahlreiche Publikationen zur klassischen Videoanalyse mit PC geben einen Eindruck des breiten Spektrums an Bewegungen, die für die mobile Videoanalyse in Betracht kommen können (Wilhelm, 2011). Für den Einsatz im Unterricht geben wir folgende Hinweise: 1) Verknüpfen Sie die Methode der mobilen Videoanalyse mit einer *Aufgabenstellung*, in der die verschiedenen Phasen der Methode (Experiment planen, durchführen, auswerten) aufgeführt sind. Je nach Möglichkeit können experimentelle Hausaufgaben gestellt werden. 2) Nutzen Sie die Möglichkeiten der Diagramme. Schüler neigen zu Schwierigkeiten in der Unterscheidung zwischen Geschwindigkeit und Beschleunigung; dies kann durch die Videoanalyse verbessert werden (Klein, Gröber, Kuhn und Müller, 2014 b; Beichner, 1996). 3) Betrachten Sie die mobile Videoanalyse als *sinnvolle Ergänzung* – nicht als Ersatz – im Mechanikunterricht. Das automatische Erzeugen von Diagrammen darf nicht zur Gefährdung von Elaborationsstrategien werden. Die Apps können helfen, Diagramme zu lesen, zu verstehen und zu interpretieren – das eigenständige Erzeugen mit Papier und Bleistift allerdings bildet die höchste Kompetenzstufe im Umgang mit Repräsentationen.

LITERATUR

- Beichner, R. J. (1996). The impact of video analysis of motion on graph interpreting skills. *American Journal of Physics*, 64(10), 1272 – 1277.
- Grehn, J. & Krause J. (2007). *Metzler Physik, 4. Auflage*. Braunschweig: Westermann Schroedel Diesterweg Schöningh Winklers GmbH.
- Gröber, S., Klein, P. & Kuhn, J. (2014). *Video Analysis App*. Verfügbar unter [http://www.physik.uni-kl.de/kuhn/forschung/vip-video-based-problems/video-analysis-app/\[04/2014\]](http://www.physik.uni-kl.de/kuhn/forschung/vip-video-based-problems/video-analysis-app/[04/2014])
- Klein, P., Gröber, S., Kuhn, J. & Müller, A. (2014 a). Mobile Videoanalyse mit Tablet PC im Physikunterricht am Beispiel des freien Falls mit Luftreibung. *Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule*, 63(5), 33 – 35.
- Klein, P., Groeber, S., Kuhn, J. & Mueller, A. (2014 b). Video analysis of projectile motion using tablet computers as experimental tool. *Physics Education*, 49(1), 37 – 41.
- Vernier Software & Technology (2014). *Video Physics for iPad, iPhone, and iPod touch*. Verfügbar unter <http://www.vernier.com/products/software/video-physics/> [04/2014]
- Wilhelm, T. (2011). *Möglichkeiten der Videoanalyse*. Habil.-Schrift, Universität Würzburg.

ÜBER DIE AUTOREN



Michael Hirth, TU Kaiserslautern, Fachbereich Physik / Didaktik der Physik, studierte Mathematik, Physik und Astronomie für das Lehramt an Gymnasien an der Martin Luther Universität in Halle (Saale) und absolvierte anschließend das 2. Staatsexamen. Aktuell promoviert er in der AG Didaktik der Physik der TU Kaiserslautern über die Lernwirkung von Smartphones als Experimentiermittel im Themenbereich Akustik.



Pascal Klein, TU Kaiserslautern, Fachbereich Physik / Didaktik der Physik, studierte Mathematik und Physik für das Lehramt an Gymnasien an der TU Kaiserslautern. Aktuell promoviert er in der AG Didaktik der Physik an der TU Kaiserslautern über die Lernwirkung neuer Medien als Experimentiermittel im Themenbereich Mechanik.



Jochen Kuhn, TU Kaiserslautern, Fachbereich Physik / Didaktik der Physik, studierte die Fächer Physik und Mathematik auf Lehramt an der Universität Koblenz-Landau. Nach dem Referendariat promovierte er in Physik, arbeitete acht Jahre lang an einer Realschule in Rheinland-Pfalz, habilitierte sich in Didaktik der Physik und wurde 2008 zum Akademischen Rat an der Universität Koblenz-Landau ernannt. Seit 2012 ist er Universitätsprofessor und Leiter der Arbeitsgruppe Didaktik der Physik an der TU Kaiserslautern.



Andreas Müller, Université de Genève, Fac. des Sciences / Sect. Physique, Institut Universitaire de Formation des Enseignants (IUFÉ), studierte Physik an den Universitäten Heidelberg, Grenoble und Göttingen. Nach seiner Promotion am Max-Planck-Institut für Kernphysik in Heidelberg wechselte er an das Institut für Didaktik der Physik in Gießen, wo er 1997 habilitierte. Von einer Stelle als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften in Kiel wurde er 1999 als Professor für Didaktik der Physik in Landau berufen. 2010 nahm er einen Ruf auf eine Professur für Naturwissenschaftsdidaktik an die Universität Genf an.

Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht (2014), J. Maxton-Küchenmeister & J. Meßinger-Koppelt (Hrsg.), Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag

EXTERNE SENSOREN BEI SMARTPHONES UND TABLETS

Thomas Wilhelm

EXPERIMENTIEREN MIT SMARTPHONES UND TABLETS

Smartphones und Tablets bieten neue methodische Möglichkeiten für den Schulunterricht, wie z. B. die Nutzung interaktiver Schulbücher oder anderer Informationsquellen, die schnelle Kommunikation mit anderen oder die Nutzung als Dokumentationsmittel. Für den naturwissenschaftlichen Unterricht ist wesentlich, dass man mit ihnen experimentieren kann. Dabei kann man drei Möglichkeiten des Experimentierens unterscheiden:

1. Experimentieren mit Simulationen, die als Apps vorliegen,
2. Experimentieren und Messen mit internen Sensoren (wie z. B. Mikrofon, Kamera, Beschleunigungssensor, GPS-Sensor oder Magnetfeldsensor), wobei man dazu auch die Videoanalyse von Bewegungen zählen kann, und
3. Experimentieren und Messen mit externen Sensoren.

Die computerbasierte Messwerterfassung mit Hilfe von externen Sensoren und von PCs hat sich im naturwissenschaftlichen Unterricht längst etabliert.

Die kleinen mobilen Geräte schaffen damit im naturwissenschaftlichen Unterricht neue Möglichkeiten des Experimentierens und Messens.

Verschiedene Lehrmittelfirmen bieten dazu eine Fülle von Sensoren an. Somit können auch Größen gemessen werden, für die es keine internen Sensoren in Smartphones oder Tablets gibt, wie z. B. mit Sensoren für den pH-Wert, die Leitfähigkeit, die Stromstärke, die Kraft, den CO₂-Gehalt oder den O₂-Gehalt. Außerdem bieten externe Sensoren größere Messbereiche als interne Sensoren, wie z. B. bei Temperatur, Druck, Magnetfeldstärke oder Spannung. Schließlich gibt es externe Sensoren, bei denen spezielle Vorrichtungen angeschlossen werden müssen, wie

z. B. beim Messen von Blutdruck, EKG, Puls, Atemstrom, Hautleitwert, Oberflächentemperatur, Flüssigkeitstemperatur oder bei der Kraftmessplatte.

Während bei PCs die Datenübertragung heute meistens über die USB-Schnittstelle läuft, ist dies bei Smartphones und Tablets nicht möglich. Um trotzdem Messwerterfassung mit externen Sensoren zu ermöglichen, gibt es alternative Wege der kabellosen Datenübertragung, wie Bluetooth und WLAN.

Die kleinen mobilen Geräte schaffen damit im naturwissenschaftlichen Unterricht neue Möglichkeiten des Experimentierens und Messens. Die Schüler können den Klassenraum verlassen und im Freien an relevanten Orten messen und experimentieren. Beispiele sind Gewässeruntersuchungen oder Wetterdatenmessungen, wie z. B. der Luftdruck in Abhängigkeit von der Höhe. Die Datenübertragung von einem Sensor zu einem Endgerät ohne Kabel über Funk hat aber selbst im Klassenraum einige Vorteile, z. B. wird der Aufbau mancher Experimente einfacher, und Kabel beeinflussen das Experiment nicht (Scheler & Wilhelm, 2009).

In diesem Überblicksartikel werden vier verschiedene Systeme von vier verschiedenen Anbietern kurz und ohne Anspruch auf Vollständigkeit vorgestellt (siehe Abb. 1). Da die Entwicklung recht schnell geht, kann lediglich eine Momentaufnahme skizziert werden (Stand: Frühjahr 2014).

Firma	System	Software für PC	Apps	Verbindung
Pasco, in Deutschland von Conatex vertrieben	Pasport	DataStudio, Capstone, SPARKvue	SPARKvue SPARKvue HD	Bluetooth
Vernier, in Deutschland von LPE vertrieben	LabQuest	Logger Pro, Logger Lite	Graphical	Bluetooth oder WLAN
Phywe	Cobra4	measure	measureAPP	WLAN
NeuLog, in Deutschland von Christiani vertrieben	NeuLog	NeuLog	NeuLog	WLAN

Abb. 1: Übersicht über die vorgestellten Systeme

PASCO: SENSORMESSUNG PER BLUETOOTH

Die amerikanische Lehrmittelfirma Pasco bietet das System Pasport an, das in Deutschland von der Lehrmittelfirma Conatex vertrieben wird. Es stehen mehr als 70 verschiedene Sensoren zur Verfügung. Diese können per USB oder Bluetooth an einen PC (Windows oder MAC OS) angeschlossen werden oder über zwei verschiedene Datenlogger, die auch einzeln als Anzeigergeräte verwendet werden können. Dafür gibt es drei verschiedene Analyseprogramme.

Tablets und Smartphones (iOS und Android) können per Bluetooth verbunden werden. Für Tablets gibt es die App *Sparkvue* sowohl für iOS als auch für Android ab Version 4.0, und für iOS zusätzlich die App *Sparkvue HD*. Auf den getesteten Android-Smartphones lief die App nicht.

Mit dem AirLink 2 kann über Bluetooth ein Sensor an jedes Bluetooth-fähige Endgerät angeschlossen werden. Sollen zwei Sensoren gleichzeitig ausgelesen werden, geht das mit dem Sparklink Air ebenfalls über Bluetooth; zusätzlich hat der Sparklink Air einen eingebauten Temperatur- und Spannungssensor. Mehr als zwei eigenständige Sensoren können allerdings nicht kabellos an ein Endgerät angeschlossen werden.

VERNIER: SENSORMESSUNG PER BLUETOOTH UND WLAN

Die amerikanische Lehrmittelfirma Vernier bietet das System LabQuest an, das in Deutschland von der Lehrmittelfirma LPE Naturwissenschaft & Technik vertrieben wird. Es stehen knapp 60 verschiedene Sensoren zur Verfügung. Einige wenige Sensoren sind mit einem Bluetooth-Sensor versehen, die meisten Sensoren müssen an ein Interface angeschlossen werden. Zur Auswahl stehen zwei verschiedene USB-Adapter, an die bis zu fünf Sensoren angeschlossen werden können, sowie ein eigenständiger Datenlogger namens LabQuest2 mit ebenfalls fünf Sensoranschlüssen. Letzterer kann auch per Bluetooth oder WLAN mit Windows- und Mac-Rechnern sowie mit Android- und iOS-Geräten verbunden werden. Auch ohne Verbindung zu einem Endgerät kann LabQuest2 die Erfassungsrate der Daten steuern und aufgenommene Datensätze zur späteren Verwendung speichern. Es muss kein WLAN-Netz

vorhanden sein, das Gerät kann als WLAN-Router fungieren. Diese Funktion ist bei iOS-Geräten nur eingeschränkt nutzbar, da iOS-Geräte sich bevorzugt mit einem Router mit Internetverbindung verknüpfen.

Die Datenerfassung kann durch die App *Graphical* ferngesteuert werden, die Erfassungsrate und die Kalibrierung müssen aber am Datenlogger selbst eingestellt werden. Zudem ist es möglich, die Daten der mobilen Version als Tabelle zu extrahieren und dann mit einer üblichen Tabellenkalkulation oder mit Logger Pro bzw. Lite weiterzuverarbeiten.

PHYWE: SENSORMESSUNG PER WLAN

Die deutsche Lehrmittelfirma Phywe bietet das System Cobra4 an, zu dem mehr als 30 verschiedene Sensoren zur Verfügung stehen. Bis zu 99 Sensoren können per USB oder per eigenem Funk an einen Windows-PC oder an einen Datenlogger mit Digitalanzeige angeschlossen werden. Außerdem können die Messwerte an eine digitale Großanzeige gesandt werden. Über WLAN sollen auch bis zu zehn Sensoren auslesbar sein, wobei jeder Sensor einen eigenen WLAN-Adapter bekommt. Der entsprechende Adapter Wireless-Link 2 erscheint 2014.

Tablets und Smartphones können ebenso per WLAN verbunden werden. Die *measureAPP* für iOS erscheint 2014, die Android-Version soll bald darauf folgen. In dieser App, die für einfache Schülerversuche gedacht ist, kann nur ein Sensor ausgelesen werden. Die Daten, die mit dem Tablet aufgenommen wurden, können an einen PC übertragen werden, wenn dieser im gleichen WLAN-Netz angemeldet ist. Die Daten können dann im Windows-Programm *measure* weiter bearbeitet werden.

Wenn kein WLAN verfügbar ist, erzeugt der Wireless-Link ein eigenes WLAN, in das sich das Tablet oder der Computer dann einwählt. Wenn ein WLAN verfügbar ist, wählen sich das Endgerät und der Wireless-Link in dieses WLAN ein. Erzeugt ein Wireless-Link ein eigenes WLAN, können sich Wireless-Links weiterer Sensoren in dieses Netz einloggen.

NEULOG: SENSORMESSUNG PER WLAN IM BROWSER

Das israelische System NeuLog wird in Deutschland von der Lehrmittelfirma Christiani vertrieben. Dazu stehen mehr als 40 verschiedene Sensoren zur Verfügung. Diese können per USB, per eigenem Funk oder per WLAN an einen PC (Windows, MAC OS oder Linux) oder direkt an ein Anzeigegerät angeschlossen werden, wobei es ein Anzeigegerät für Graphen und ein kleines mit einer Digitalanzeige gibt. Tablets und Smartphones können per WLAN verbunden werden. Das WLAN-Modul erzeugt dabei entweder ein eigenes WLAN, mit dem sich das Endgerät verbindet, oder es wird indirekt auf das Modul über einen anderen WLAN-Router zugegriffen, sodass parallel ein Zugriff auf das Internet möglich ist.

Bei einem Experiment mit USB- oder WLAN-Kontakt können bei jedem Endgerät bis zu zehn Sensoren ausgelesen werden, die nicht einzeln angeschlossen werden müssen, sondern einfach in beliebiger Reihenfolge als Kette aneinandergesteckt werden, sodass ein einziger WLAN-Sender für mehrere Sensoren ausreicht, was kostensparend ist. Wird nur das Grafikdisplay-Modul verwendet, sind noch fünf Sensoren anschließbar.

Die Software läuft dabei auf allen Betriebssystemen in einem Browser. Da die Software bereits auf dem WLAN-Adapter vorhanden ist, muss sie weder installiert noch aus dem Internet heruntergeladen werden. Somit sieht sie in allen Systemen gleich aus, und es wird auf allen Endgeräten mit der gleichen Oberfläche, die viele Möglichkeiten bietet, gearbeitet.

Für den Unterricht ist interessant, dass eine Messung gleichzeitig auf fünf Endgeräten betrachtet werden kann. Zwar kann nur ein Endgerät den Sensor steuern, aber weitere vier Geräte können im sogenannten Betrachtermodus die Messungen sehen.

Jeder Sensor kann auch an einem Endgerät eingestellt werden. Dann können ohne zusätzlichen Datenlogger und ohne dieses Endgerät mit diesem Daten aufgenommen werden, um sie später auszulesen. Das ist vor allem für Messungen im Freien günstig.

FAZIT

Die vier vorgestellten Messwerterfassungssysteme unterscheiden sich in ihren gebotenen Möglichkeiten, der Handhabung und dem Preis erheblich. Grundsätzlich sind die Messungen, die man vom PC mit externen Sensoren kennt, heute auch mit Smartphones und Tablets möglich.

WEITERE INFORMATIONEN

www.conatex.com, Menü »Datenlogger«

www.technik-lpe.de/produkte/vernier.html

www.phywe.de/de/geraetehierarchie/datalogging-system-cobra4.html

www.schule-trifft-technik.de/product_info.php/products_id/2996

LITERATUR

Scheler, S. & Wilhelm, T. (2009). Neue Möglichkeiten durch Funksensoren. *Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule*, 58(7), 28 – 35.

ÜBER DEN AUTOR



Prof. Dr. **Thomas Wilhelm** war Gymnasiallehrer für Physik und Mathematik und hat an der Universität Würzburg in Physikdidaktik promoviert und habilitiert. Nach einem Ruf an die Universität Augsburg folgte ein Ruf an die Universität Frankfurt am Main. Ein Forschungsschwerpunkt ist die Entwicklung neuer Unterrichtskonzepte unter Berücksichtigung von Schülervorstellungen, ein anderer ist der Einsatz digitaler Medien im Physikunterricht, insbesondere die Videoanalyse von Bewegungen.

Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht (2014), J. Maxton-Küchenmeister & J. Meßinger-Koppelt (Hrsg.), Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag

GPS IM PHYSIKUNTERRICHT – ANALYSE MECHANISCHER BEWEGUNGEN MIT HILFE EINES SMARTPHONES

Ronald Kruse

Von besonderer Relevanz für einen zeitgemäßen Physikunterricht ist es, Kontexte bedeutsam für Schüler zu vermitteln und an ihr Interesse anzuknüpfen. Lernen im sinnstiftenden Kontext eröffnet die Möglichkeit, komplexe vernetzte Realitätsausschnitte zu betrachten, daraus physikalische Fragestellungen zu entwickeln, diese auf fachlicher Ebene zu klären und die gewonnenen Ergebnisse zur Bearbeitung des Ausgangsproblems heranzuziehen. Die Diskrepanz zwischen erlebtem Alltag und Unterrichtssituation kann bei der Untersuchung mechanischer Bewegungen verringert werden, wenn alltägliche Bewegungen im Physikunterricht ausgewertet werden. Schüler sind mobil und viel unterwegs. Fahrten mit dem Fahrrad, Skateboard, Bus bzw. Zug oder der Trainingslauf am Nachmittag prägen die Tagesgestaltung Jugendlicher. Hier drängen sich Fragen aus dem Bereich der Physik nahezu auf: Mit welcher Geschwindigkeit bewegt man sich genau? Wie groß ist die Beschleunigung? Welche Kräfte wirken? Wie ist die aktuelle Trainingszeit? Messungen mit dem Global Positioning System ermöglichen es, hierauf Antworten zu finden. Viele aktuelle Smartphones haben GPS-Chips integriert, sodass die Idee entstand, GPS-Messungen mit dem eigenen Smartphone in den Physikunterricht zu integrieren. Fahrten mit unterschiedlichen Verkehrsmitteln können von Schülern unter Verwendung kostenloser Tracking-Apps – wie z. B. *Sports-Tracker* (vgl. Abb. 1 auf der folgenden Seite) oder *MyTracks* – in Echtzeit aufgezeichnet und anschließend eigenständig ausgewertet werden. Die Tracking-Apps bieten neben der Messwertaufnahme die Möglichkeit, Zeit-Geschwindigkeits- oder Zeit-Höhenänderungs-Diagramme unmittelbar auf dem Smartphone darzustellen oder die gefahrene Route auf einer Karte anzeigen zu lassen. Aufgezeichnete Tracks können zusätzlich auf das Portal www.Sports-Tracker.com hochgeladen, am Computer ausgewertet oder mit anderen Nutzern geteilt werden. Das Online-Portal bietet darüber hinaus die Möglichkeit, eine gefahrene

Strecke parallel auf einer Karte und im Zeit-Geschwindigkeits-Diagramm darzustellen. Die aufgezeichnete Route kann hierdurch nochmals per Mauszeiger abgefahren und später – per Beamer projiziert – im Klassenraum gemeinsam diskutiert werden (vgl. Abb. 2 auf der folgenden Seite).



Abb. 1: Aufzeichnung einer Radtour mit *Sports-Tracker*

Die Messwerte können bei Bedarf in verschiedene Dateiformate exportiert und z. B. in einer Tabellenkalkulation ausgewertet werden. Somit ist es möglich, individuelle Schwerpunkte in den Fokus zu stellen. Einerseits können automatisch dargestellte Diagramme analysiert bzw. interpretiert, andererseits kann unter Verwendung der aufgezeichneten Messwerte eine klassische Versuchsauswertung vorgenommen werden. Abgesehen von Zugfahrten wurden Bewegungen mit einer Seifenkiste bzw. einem Skateboard sowie Anfahrvorgänge von Pkws untersucht, ebenso Fahrten mit einer Gondelbahn mit anschließender Skiabfahrt sowie Bootstörns. Methodisch erscheint ein Gruppenpuzzle besonders geeignet, bei welchem die Schüler zunächst in Klein-

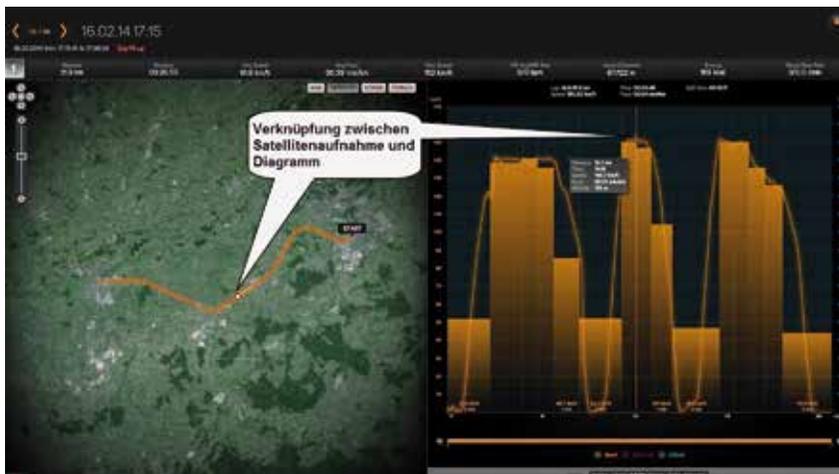


Abb. 2: Online-Auswertung einer Zugfahrt Paderborn–Lippstadt

gruppen verschiedene Messungen durchführen, diese auswerten und ihre Ergebnisse den Mitschülern vorstellen können.

Besonders hervorzuheben ist, dass die Schüler ihre Messfahrt selbst als Fahrer bzw. Insasse »erleben«. Somit findet eine Verknüpfung des eigenen Erlebens mit den Messdaten und den daraus gewonnenen Ergebnissen und erstellten Diagrammen statt. Infolgedessen kann eine vertiefte Einsicht in physikalische Zusammenhänge erreicht werden. Ein besonders relevanter Aspekt soll nicht unerwähnt bleiben: Abgesehen von durch das GPS neu integrierbaren Kontexten, am eigenen Körper wahrnehmbaren Messfahrten und zu berücksichtigenden Aspekten bei der Messwerterfassung und Versuchsauswertung mit Hilfe des GPS bleiben die fachphysikalischen Inhalte selbstverständlich die gleichen! Dies bedeutet aber nicht, dass auf das GPS im Physikunterricht verzichtet werden soll! Ganz im Gegenteil, denn durch den Einsatz des GPS kann der Physikunterricht spannender werden.

Unabhängig davon, ob das Global Positioning System privat als Navigationssystem oder als Messgerät im Physikunterricht eine Anwendung findet, stellt sich vielen Schülern die Frage, wie das System genau funktioniert bzw. wie eine Positionsbestimmung möglich ist. Das Global Positioning System

sollte nicht nur als Blackbox verwendet werden. Hierzu wurde ein Analogieexperiment entwickelt, um die Funktionsweise des GPS mit Hilfe von einzeln aktivierbaren Lautsprechern und einem Mikrofon, welches sich auf einem Modellauto befindet, für Schüler zugänglich und verständlich zu machen. Nacheinander werden unter Verwendung des Audioprogramms Audacity Schallsignale über drei Lautsprecher ausgegeben, welche sich an unterschiedlichen Positionen befinden. Diese stellen die Satelliten dar. Mit dem Mikrofon, welches den GPS-Empfänger symbolisiert, werden die Schallsignale der drei Lautsprecher aufgenommen. Die Auswertung erfolgt ebenfalls anhand des Audioprogramms Audacity, indem die einzelnen Signallaufzeiten ermittelt werden. Hieraus können die jeweiligen Abstände zwischen den einzelnen Lautsprechern und dem Mikrofon bestimmt werden. Zur Positionsbestimmung des Mikrofons wird die dynamische Geometrie-Software Geogebra verwendet, welche vielen Schülern aus dem Mathematikunterricht bekannt ist. In einem Koordinatensystem können die Lautsprecherpositionen sowie die berechneten Abstände als Kreise (im zweidimensionalen Fall) dargestellt werden. Der Schnittpunkt der drei Kreise stellt schließlich – nach einer Fehlerkorrektur per Schieberegler – die Position des Mikrofons dar.

Unter Berücksichtigung verschiedener inhaltlicher Schwerpunkte und Elementarisierungen wurde das Konzept bisher im Erweiterungskurs MINT der Jahrgangsstufe 8, in der Einführungsphase sowie in der Qualifikationsphase am Gymnasium Antonianum in Geseke angewandt. Es kann ebenfalls eine Konzeptumsetzung in einer Arbeitsgemeinschaft oder in Form eines Projektkurses stattfinden. Reflexionsphasen zeigten deutlich, dass die Schüler große Neugierde am Global Positioning System aufwiesen und es als Bereicherung empfanden, das eigene Smartphone als Messgerät im Physikunterricht einsetzen zu dürfen. Unmittelbar nach der jeweiligen Messfahrt begannen die Schüler mit großem Interesse noch vor Ort mit der Versuchsauswertung mit Hilfe des eigenen Smartphones.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Integration des GPS in den Physikunterricht vielfältige Möglichkeiten sowohl auf der inhaltlichen als auch auf der experimentellen Ebene bietet. Das System stellt eine interessante Technologie für unterrichtliche Zwecke dar und bietet vielfältige Möglichkeiten für den Physikunterricht. Theorie und Praxis lassen sich sehr eng miteinander verknüpfen. Innerphysikalische Begriffe und Alltagserfahrungen

existieren nun in subjektiven Erfahrungsbereichen, welche verstärkt miteinander in Verbindung stehen.

Das Analogieexperiment stellt zusätzlich eine einfache, aber eindrucksvolle Möglichkeit dar, um das Funktionsprinzip des GPS, welches zunehmend Einzug in unseren Alltag findet, für Schüler einsichtig zu machen.

WEITERE INFORMATIONEN



Ein Video zum Projekt findet sich unter
<http://www.youtube.com/watch?v=1Qz1KHzeeHs>

ÜBER DEN AUTOR



Ronald Kruse studierte Mathematik und Physik für das Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen an der Universität Paderborn. Zurzeit ist er als Studienrat am Gymnasium Antonianum in Geseke tätig.

INTERAKTIVE TAFELBILDER FÜR DEN PHYSIKUNTERRICHT

Marie-Annette Geyer & David Obst

Interaktive Whiteboards bzw. interaktive Tafeln bieten eine Vielzahl von innovativen und effizienten Möglichkeiten zur Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung des Unterrichts. In diesem Artikel werden beispielhaft flexible Formen der Mediennutzung und unterstützende Elemente beim Experimentieren im Physikunterricht vorgestellt, die mit einer herkömmlichen Wandtafel in dieser Form nicht realisierbar sind.

NUTZUNG VERSCHIEDENER MEDIEN

Medien haben im Physikunterricht verschiedene Funktionen. Sie beinhalten nicht nur Informationen, die den Schülern übermittelt werden sollen, sondern dienen zur Veranschaulichung und Motivation. Gerade im Physikunterricht können Medien für die Abstrahierung und Modellierung hilfreich sein (vgl. Hopf, Schecker & Wiesner, 2011).

Es ist daher sinnvoll, sich eine strukturierte Sammlung von Bildern, Videos, Verknüpfungen zu Internetseiten, Vorlagen etc. anzulegen (vgl. Beitrag von [Steinmüller](#), S. 114). In Programmen wie zum Beispiel ActivInspire und SMART Notebook können diese Ressourcen mit Hilfe von Ordnern und Unterordnern organisiert und mit Schlüsselwörtern versehen werden, sodass sie schnell auffindbar sind. Per Drag-and-drop zieht man die entsprechenden Elemente aus der Ressourcenbibliothek auf die Flipchart-Seite und kann sie dort gegebenenfalls weiter bearbeiten. So kann zum Beispiel eine elektrische Schaltung zusammen mit den Schülern erarbeitet und diskutiert werden, indem der Ressourcenbibliothek entsprechende Schaltzeichen entnommen und im Tafelbild angeordnet werden. Eigens erstellte Abbildungen o. Ä. (z. B. die modellhafte Darstellung eines Wagens an einem Hang) können mittels Drag-

and-drop ebenso in die jeweiligen Ordner der Ressourcensammlung integriert werden und stehen somit für eine weitere Verwendung zur Verfügung.

Das erforderliche Vorwissen kann mit Hilfe von Verlinkungen zu Tafelbildern vorangegangener Unterrichtsinhalte reaktiviert werden.

Auf diese Weise lassen sich zum Beispiel auch Screenshots während der Darbietung von Videos (aus externen Quellen oder mit einer eigenen Kamera aufgenommen) oder Applets erstellen, beschriften und speichern, die anschließend den Schülern für ihre Aufzeichnungen zur Verfügung gestellt werden können.

Eine kostenfreie Bildersammlung von Experimentiergeräten und Schaltzeichen wurde am Institut für Didaktik der Physik der Technischen Universität Dresden erstellt und steht auf der dortigen Homepage zum Download zur Verfügung.

EXPERIMENTIEREN

Im Physikunterricht hat das Experimentieren einen hohen Stellenwert. Die fachdidaktische Forschung zeigt allerdings, dass dies nur lernwirksam ist, wenn ein Experiment in den Unterricht eingebettet ist und mit einer Vorbereitung und Nachbereitung einhergeht (Hopf et al., 2011). Dabei kann der Einsatz interaktiver Tafelbilder unterstützend wirken. Zur Verdeutlichung dieses Einsatzes bei Planung, Durchführung und Auswertung eines Schulexperiments dienen die folgenden Beispiele (vgl. Obst, 2013).

Planung

Vorüberlegungen zum Aufbau von Experimenten und zur Formulierung von Hypothesen zum Ergebnis der Experimente können mit den Schülern entwickelt und an der interaktiven Tafel dargestellt und bearbeitet werden. Durch einfaches Verschieben von Text- oder Bildelementen lassen sich mögliche Versuchsaufbauten vergleichen und Ideen organisieren. Das erforderliche Vorwissen kann mit Hilfe von Verlinkungen zu Tafelbildern vorangegangener Un-

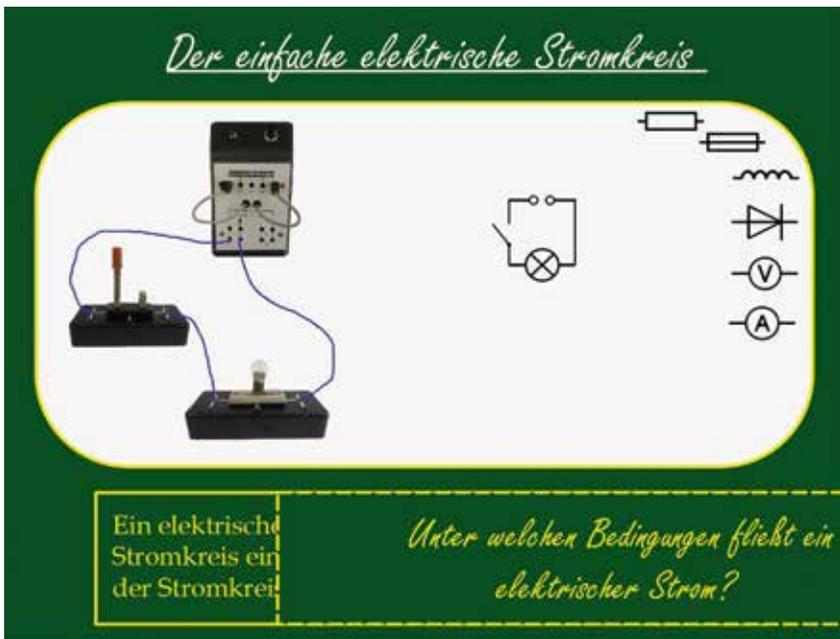


Abb. 1: Interaktives Tafelbild zur Visualisierung einer elektrischen Schaltung (Wenzel, 2011)

terrichtsinhalte reaktiviert werden. Beispielsweise kann im Anfangsunterricht im Bereich Elektrizitätslehre die schrittweise Abstrahierung einer realen Schaltung über deren Visualisierung bis hin zum Schaltbild durch den Einsatz eines interaktiven Tafelbildes unterstützt werden (vgl. Abb. 1).

Durchführung

Durch Projektion der Durchführung eines Experiments, die mit einer interaktiven Tafel und der Verwendung einer (ggf. Hochgeschwindigkeits-)Kamera gegeben ist, können visuell schwierig zu erfassende Ereignisse für die gesamte Lerngruppe sichtbar gemacht und erneut abgespielt werden. So lässt sich beispielsweise das Modell der magnetischen Feldlinien mit Hilfe von Eisen-

feilspänen veranschaulichen und präsentieren. Durch die Wahl der Kameraeinstellung oder anschließende Bearbeitung eines aufgezeichneten Videos ist es möglich, bestimmte Aspekte des Experiments zu fokussieren. Dieses Vorgehen eignet sich nicht nur für eine Vielzahl von Experimenten, die im Unterricht durchgeführt werden, sondern auch für Heimexperimente, die von Schülern durchgeführt werden, wie z. B. ein Zeitrafferfilm eines in Wasser gegebenen Tintentropfens. Mit der Präsentation einer Aufnahme des Experiments und einer vom Schüler vorbereiteten Auswertung können diese problemlos in den Unterricht integriert werden.

Systeme, die mit dem Computer einer interaktiven Tafel verbunden sind, ermöglichen eine elektronisch unterstützte Messwerterfassung (z. B. Messwerterfassungssysteme wie *Cassy*). Als Ergänzung zum Realexperiment (oder als Ersatz, falls sich das Realexperiment im Klassenraum nicht durchführen lässt) können interaktive Experimente (vgl. z. B. Beitrag von [Lindlahr](#), S. 90) in den Physikunterricht einbezogen und in das Tafelbild eingebettet werden.

Auswertung

Um die Auswertung eines Experiments zu strukturieren, kann das interaktive Tafelbild in Anlehnung an ein Protokoll vorbereitet werden. In diesem werden Beobachtungen und aufgenommene Messwerte aus der Durchführung des Experiments dokumentiert und stehen für die Auswertung und Ergebnis-sicherung zur Verfügung.

Videoanalyseprogramme (z. B. *Viana*) oder Programme zur rechnerischen und grafischen Auswertung von Experimenten (z. B. *Microsoft Excel*) können an einer interaktiven Tafel zum Einsatz kommen und durch entsprechende Verlinkungen im Tafelbild aufgerufen werden.

Vor allem bei der Verwendung eines Tabellenkalkulationsprogramms (vgl. Abb. 2 auf der folgenden Seite) kann es sich möglicherweise, je nach Lernziel, anbieten, Vorlagen zu erstellen. Nach Eintragung der Messwerte durch Lehrer oder Schüler übernimmt das Programm das Berechnen von Größen und stellt die Messpunkte in einem Diagramm dar. Das theoretische Vorgehen muss den Schülern natürlich bekannt sein, auch wenn es in diesem Fall vom Programm ausgeführt wird.

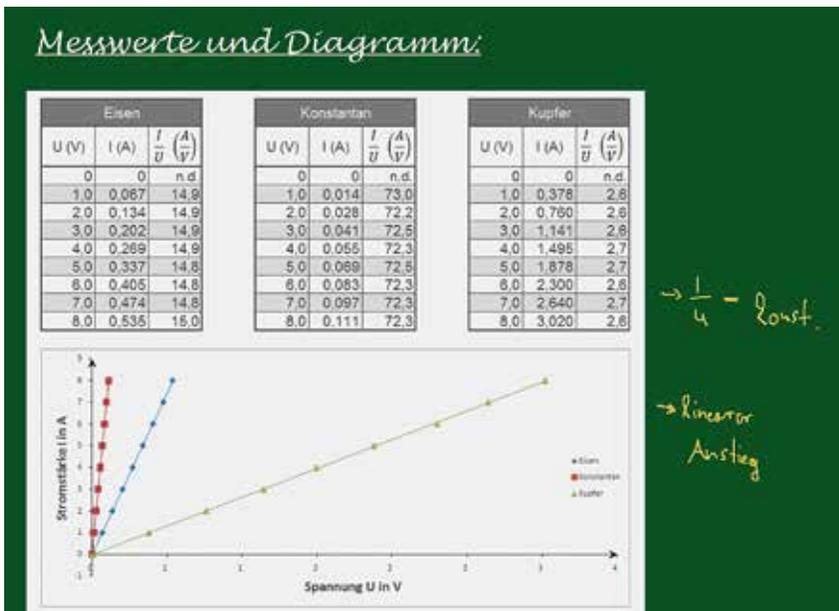


Abb. 2: Interaktives Tafelbild zur Erarbeitung des Ohm'schen Gesetzes (Wenzel, 2011)

Mit Hilfe einer interaktiven Tafel können Ergebnisse zu verschiedenen Teilexperimenten übersichtlich und zeitsparend einander gegenübergestellt und anschließend verglichen werden (vgl. Abb. 2). Die Speicherung aller Messwerte und Ergebnisse hat zudem den Vorteil, dass diese den Schülern für eine gemeinsame oder arbeitsteilige Auswertung eines Experiments zur Verfügung stehen.

Die mit einer interaktiven Tafel zur Verfügung stehenden Möglichkeiten der Mediennutzung sollen ein reales Schulexperiment nicht ersetzen, sondern dessen sinnvolle Einbettung in den Unterricht unterstützen.

WEITERE INFORMATIONEN



Bildersammlung von Experimentiergeräten und Schaltzeichen:
https://tu-dresden.de/die_tu_dresden/fakultaeten/fakultaet_mathematik_und_naturwissenschaften/fachrichtung_physik/didaktik/dateien/Med%20IAT

LITERATUR

- Hopf, M., Schecker, H. & Wiesner, H. (2011). *Physikdidaktik kompakt*. Köln: Aulis Verlag.
- Obst, D. (2013). *Interaktive Tafeln im Physikunterricht. Entwickeln und Evaluation einer Lehrerfortbildung*. Berlin: Logos Verlag.
- Wenzel, R. (2011). *Nutzung des Interaktiven Whiteboards im Physikunterricht*. Wissenschaftliche Abschlussarbeit, Technische Universität Dresden, Dresden.

ÜBER DIE AUTOREN



Marie-Annette Geyer ist Lehrerin für Physik, Mathematik und Astronomie. Derzeit arbeitet und forscht sie als Doktorandin an der Professur für Didaktik der Physik der Technischen Universität Dresden. Sie hält Lehrveranstaltungen und Fortbildungen zum Einsatz interaktiver Tafeln.



Dr. **David Obst** hat an der Technischen Universität Dresden zum Einsatz interaktiver Tafeln im Physikunterricht promoviert. Zurzeit ist er Studienreferendar für Mathematik und Physik am Ferdinand-Sauerbruch-Gymnasium Großröhrsdorf.

Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht (2014), J. Maxton-Küchenmeister & J. Meßinger-Koppelt (Hrsg.), Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag

LEIFiPhysik – MATERIAL FÜR DEN PHYSIKUNTERRICHT VON KLASSE 5 BIS ZUM ABITUR

Thomas Unkelbach & Jenny Meßinger-Koppelt

Jede Lehrkraft erstellt im Zuge ihres Arbeitsalltags Materialien für den Einsatz in ihrem Unterricht bzw. für Schüler zur Vor- und Nachbereitung desselben. Ebenso üblich ist es, die Unterrichtsmaterialien an Kollegen weiterzugeben und sich auszutauschen – sei es auf direktem Wege in der Schule, bei Weiterbildungen oder digital auf Plattformen wie Lehrer-Online oder tecnopedia (vgl. Beiträge Netz, S. 287, und Bayatloo, S. 294). Mit der Intention, die eigenen Materialien auch Dritten zugänglich zu machen, riefen die Physiklehrer Ernst Leitner und Ulrich Finckh im Jahr 2001 das Portal www.leifiphysik.de ins Leben, auf dem Unterrichtsstoff für das Fach Physik von der Klasse 5 bis zum Abitur aufbereitet ist. LEIFiPhysik wurde 2011 von der Joachim Herz Stiftung übernommen und bietet heute Grundwissen, Versuche, passende Aufgaben, geschichtliche Hintergründe sowie Ausblicke und weiterführende Links.

VON DER KARTEIKARTENSAMMLUNG ZUM BEKANNTESTEN PHYSIK-SCHULPORTAL DEUTSCHLANDS

Die Erfolgsgeschichte von LEIFiPhysik begann im Jahr 1996 an einem Münchener Gymnasium, als die beiden Lehrer Leitner und Finckh physikalische Aufgaben für ihre Schüler auf Karteikarten aufbereiteten. Im Jahr 2000 wurde dann die Idee an sie herangetragen, Teile der inzwischen stark gewachsenen Materialsammlung ins Internet zu stellen und auf diesem Weg noch mehr Schülern und auch Lehrkräften zur Verfügung zu stellen. Im Januar 2001 ging www.leifiphysik.de mit Material online, das den gesamten bayerischen Physiklehrplan für das Gymnasium abdeckte. Mehr als zehn Jahre lang arbeiteten die beiden Lehrer ehrenamtlich an dem Portal: ergänzten, verbesserten und bereiteten im Zuge der Einführung des G8 in Bayern das vorhandene Material

zusätzlich entsprechend der neuen Lehrpläne auf. Als Leitner und Finckh für ihr herausragendes Engagement im Jahr 2011 mit dem Georg-Kerschensteiner-Preis der Deutschen Physikalischen Gesellschaft ausgezeichnet wurden und LEIFIphysik von der Joachim Herz Stiftung übernommen wurde, war das Portal längst über die Grenzen Bayerns bekannt. In den Jahren 2012/13 folgte eine komplette technische und optische Überarbeitung, verbunden mit der Aufbereitung der Inhalte auf Basis der Lehrpläne der anderen 15 Bundesländer. Inzwischen greifen monatlich bis zu 400 000 Nutzer aus dem gesamten deutschsprachigen Raum auf das Portal zu, Tendenz weiter steigend. Die Bekanntheit des Portals bestätigte auch [Crossley 1](#) im Rahmen seiner Studien zur Internetnutzung von Schülern für den Physikunterricht (vgl. S. 70).

KNAPP 100 THEMENBEREICHE FÜR VERSCHIEDENE ALTERSSTUFEN

LEIFIphysik deckt den Physik-Schulstoff von Klasse 5 bis zur Oberstufe ab. In insgesamt zwölf Teilgebieten mit knapp 100 Bereichen werden klassische Themen der Mechanik vom Schweredruck bis zur beschleunigten Bewegung ebenso behandelt wie moderne Quanten- und Teilchenphysik. Letztgenannte wurde 2014 in Kooperation mit dem Netzwerk Teilchenwelt¹ vollständig überarbeitet. Monatlich kommen neue Seiten hinzu. Dabei finden neue Inhalte ebenso Eingang wie die Vorstellung von Experimenten mit neuen Medien, wie sie bspw. im Beitrag von [Hirth, Klein, Kuhn & Müller](#) (vgl. S. 145) gezeigt werden. Über den Menüpunkt »Neu bei LEIFIphysik« können sich die Nutzer dazu einen Überblick verschaffen.

Die Themenbereiche sind stets gleich strukturiert und bestehen aus sieben »Reitern«. Während der Reiter »Grundwissen« Grundlagen zum aktuell ausgewählten Thema zeigt, werden unter »Versuche« passende Experimente vorgestellt. Der Nutzer kann beim Reiter »Aufgaben« sein Wissen anhand von Muster- und Zusatzaufgaben, aber auch mittels Multiple-Choice-Tests über-

1 Netzwerk Teilchenwelt ist ein Netzwerk aus 24 (Astro-)Teilchenphysik-Forschungsinstituten in Deutschland und dem CERN, das bundesweit aktuelle (Astro-)Teilchenphysik an Jugendliche und Lehrkräfte vermittelt. In Projekttagen, Fortbildungen und Workshops am CERN erleben ca. 4000 Teilnehmer pro Jahr hautnah hochaktuelle Forschung.

prüfen. Der Reiter »Geschichte« gibt zusätzliche Einblicke in die Historie des Gebietes. Darüber hinaus steht unter »Ausblicke« und »Links« Material für besonders interessierte Nutzer zur Verfügung. Auf diese Reiter wird an späterer Stelle noch einmal vertieft eingegangen.

Seit Kurzem gibt es zudem den Reiter »Downloads«. Hier können die Nutzer Animationen von LEIFiPhysik kostenfrei für den Unterricht herunterladen. Zudem sollen zukünftig in Kooperation mit der Technischen Universität Dresden interaktive Tafelbilder für Whiteboards zur Verfügung gestellt werden (vgl. Beitrag [Geyer & Obst](#), S. 167). Die Einrichtung solcher Download-Möglichkeiten erscheint in Zeiten allgegenwärtiger Internetanschlüsse vielleicht unnötig, jedoch ist eine stabil laufende Internetverbindung in Klassenräumen zumindest aktuell noch keine Selbstverständlichkeit, wie die Ergebnisse einer im Oktober 2013 auf LEIFiPhysik durchgeführten Nutzerumfrage zeigen (Joachim Herz Stiftung, 2013).

LEIFiPhysik zeichnet sich durch eine Vielzahl an Besonderheiten aus: So werden nicht nur Demonstrationsexperimente vorgestellt, sondern auch Heimversuche, die den Nutzer zum Nachmachen und Ausprobieren animieren sollen. In mehr als 1000 Animationen werden physikalische Sachverhalte veranschaulicht, ein Angebot, das insbesondere Lehrkräfte sehr schätzen und gern in ihren Unterricht einbinden (vgl. unten). Zudem hat der Nutzer verschiedene Navigationsmöglichkeiten auf LEIFiPhysik. Laut der Umfrage wählen vor allem Schüler zunächst ihr Bundesland und dann ihre entsprechende Klassenstufe aus, um so zu den für sie relevanten Inhalten zu gelangen. Nutzer mit größeren physikalischen Vorkenntnissen verwenden dagegen lieber den Einstieg über die Teilgebiete und Themenbereiche.

LEIFiPhysik: LEHRER- ODER SCHÜLERPORTAL?

Im Herbst 2013 führte die Joachim Herz Stiftung eine Online-Befragung der Nutzer durch, an der insgesamt 6278 Personen teilnahmen. Hauptanliegen war es, herauszufinden, wer LEIFiPhysik mit welchem Interesse nutzt, um zielgruppenorientierte Inhalte anbieten zu können. Im Ergebnis zeigt sich, dass sowohl Lehrkräfte als auch Schüler das Portal nutzen (vgl. Abb. 1).

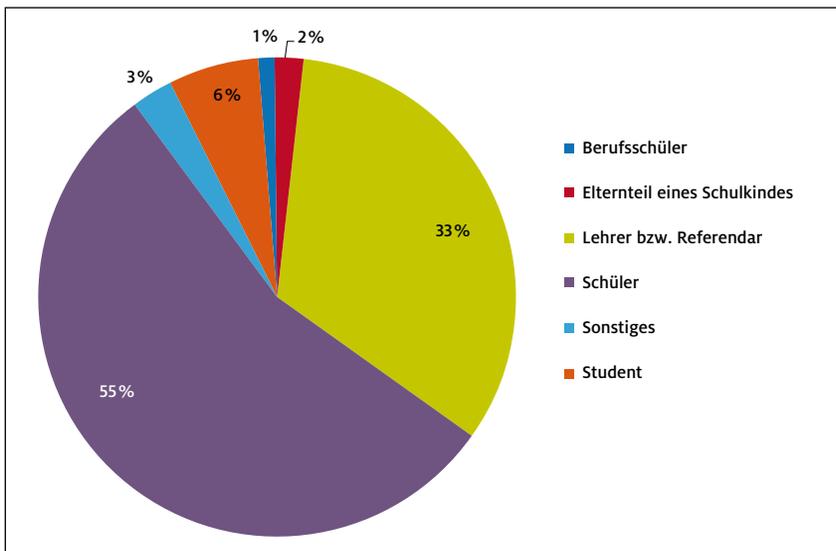


Abb. 1: Nutzergruppen von LEIFIphysik und ihre Häufigkeiten (alle Angaben in %)

Der Anteil an Schülern variiert von Bundesland zu Bundesland: So waren 83% der Nutzer aus Berlin Schüler, in Sachsen-Anhalt dagegen nur 13%. Die beiden Nutzergruppen unterscheiden sich in den genutzten Inhalten. Während Schüler LEIFIphysik für Hausaufgaben, Recherchen für Referate, zum Lernen oder um kurz etwas nachzuschlagen nutzen, verwenden Lehrkräfte das Portal vor allem zur Unterrichtsvorbereitung, für den direkten Einsatz im Unterricht (hier vor allem die Animationen) bzw. um Anregungen für Versuche zu bekommen. Crossley erhielt in seinen Untersuchungen zum Einsatz des Internets beim Physiklernen vergleichbare Ergebnisse (vgl. Beitrag [Crossley \(1\)](#), S. 70). Entsprechend zeigen sich auch Unterschiede in den verwendeten Formaten von LEIFIphysik. Schüler nutzen vorwiegend die Grundwissensseiten und die Multiple-Choice-Tests (»LEIFI-Tests«); Lehrkräfte dagegen die Animationen, Musteraufgaben und Versuche (siehe Abb. 2).

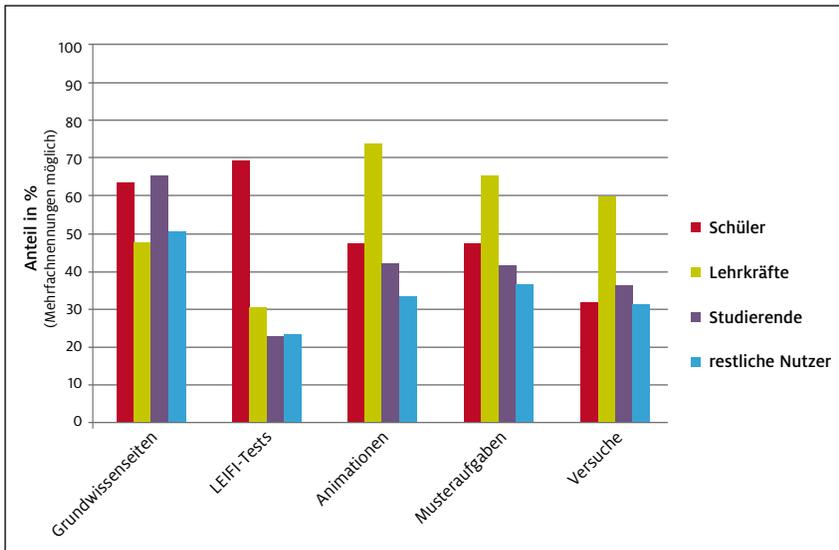


Abb. 2: Verwendete Formate in Abhängigkeit von der Nutzergruppe

VORTEILE VON INTERNETPORTALEN GEGENÜBER DEM KLASSISCHEN SCHULBUCH

Nach der ursprünglichen Intention der beiden Begründer ist LEIFiPhysik als Ergänzung zum Physikunterricht gedacht. LEIFiPhysik bietet Schülern hauptsächlich die Möglichkeit, die Inhalte ihres Unterrichts zu Hause nachzuarbeiten, sich gezielt auf Prüfungen vorzubereiten und sich bei besonderem Interesse an der Physik intensiver in die Materie einzuarbeiten. Das Portal stellt somit eine Alternative zum klassischen Schulbuch mit einer ähnlichen Intention dar, hat aber aus unserer Sicht als digitales Medium entscheidende Vorteile, die wir hier kurz darlegen wollen.

Stärkere Individualisierung: Führt das klassische Schulbuch – wie meist auch der klassische Physikunterricht – vorwiegend linear vom Experiment ausgehend über dessen Auswertung und die Erklärung des physikalischen Zusammen-

menhangs zu Aufgaben und von dort gegebenenfalls zu technischen oder Alltagsanwendungen, so bietet die netzartige Struktur von LEIFIphysik dem Lernenden die Möglichkeit, sich einem Thema individueller zu nähern. Versteht man ein Buch als eine gut ausgebaute Straße, die zu einem konkreten Ziel führt, ist LEIFIphysik mehr wie eine Landschaft, in der man sich ungezwungen auf selbst zu wählenden Pfaden bewegt. Lernziele werden nach dem Motto »Der Weg ist das Ziel« erreicht. Lernende können abhängig von ihren persönlichen Neigungen und Fähigkeiten über verschiedene mögliche Einstiege ein Thema angehen: Beginnt ein »konservativer« Nutzer vielleicht mit dem Durcharbeiten des Reiters »Grundwissen« oder der Simulation eines zentralen Experiments, so steigt ein anderer Nutzer vielleicht über den Reiter »Geschichte« oder verschiedene technische Anwendungen im Reiter »Ausblicke« in das Thema ein. Aber auch wer sich ein Thema besser durch Nachvollziehen von Aufgaben und deren Lösung aneignet, hat auf LEIFIphysik aufgrund der großen Anzahl von Aufgaben mit ausführlichen Musterlösungen dazu Gelegenheit.

Stärkere Interaktivität: Ein modernes Schulbuch bietet heute zwar neben Texten eine Vielzahl von Abbildungen, die Lernende nicht nur motivieren, sondern auch informieren und so Zusammenhänge verständlich machen sollen. Diese Abbildungen müssen sich aber naturgemäß auf statische Bilder oder kleine Bildsequenzen beschränken, was stets nur eine Annäherung an die dynamischen Prozesse eines Versuchs oder eines physikalischen Effektes sein kann. Ein digitales Medium wie LEIFIphysik dagegen kann mit vielfältigen Techniken wie animierten Bildern, Bildergalerien, Videosequenzen, interaktiven Bildschirmexperimenten (IBEs) sowie Flash-, JAVA- oder HTML5-Simulationen physikalische Vorgänge in ihren zeitlichen und räumlichen Dimensionen verdeutlichen. Schon ein einziges animiertes Bild als Einstieg in die Seite stellt oft einen Sachverhalt prägnanter dar, als dies einem Schulbuch möglich wäre. Darüber hinaus kann der Nutzer in einer selbst gesteuerten Simulation ganz gezielt einzelne Situationen oder Ansichten betrachten, Parameter verändern und deren Einfluss auf das physikalische System direkt beobachten. Die aktuellen Möglichkeiten gehen so weit, dass Schüler Messungen aus dem Unterricht zu Hause an simulierten Experimenten nachvollziehen oder sogar eigene »Messreihen« interaktiv erstellen können. Auf

LEIFIPhysik lassen sich zudem die Inhalte einzelner Seiten durch Ein- und Ausblenden von Bildern und Aufgabenlösungen interaktiv verändern, Flash- und JAVA-Animationen sind durch Steuerknöpfe beeinflussbar. Hyperlinks regen zur intensiveren Beschäftigung mit Fragestellungen an, die über den normalen Schulstoff hinausgehen. Die Kontrolle des eigenen Lernerfolgs ermöglichen Online-Tests – gegebenenfalls in Partnerarbeit durchgeführt – und Aufgaben mit Lösungen, ohne dass der Lehrer Kenntnis über den momentanen Leistungsstand des Nutzers erhält, was für viele Schüler motivierend ist.

Individuellere Förderung: Während es bei einem Schulbuch schwierig ist, verschiedene Anforderungsniveaus parallel anzubieten, kann LEIFIPhysik durch seinen Aufbau sowohl leistungsstärkeren als auch leistungsschwächeren Schülern eher gerecht werden. Dazu werden beispielsweise zu einem bestimmten Thema im Reiter »Grundwissen« zuerst nur die unbedingt notwendigen Inhalte vorgestellt. Über Hyperlinks können sich besonders interessierte Lernende hierzu z. B. eine mathematische Herleitung oder die vollständige Auswertung eines Versuchs einblenden lassen. Der Reiter »Ausblicke« verweist auf weiterführende Informationen. Wer nur an Basiswissen interessiert ist, kann diese Links unbeachtet lassen, ohne das Gefühl haben zu müssen, relevante Inhalte zu übersehen. Im Reiter »Aufgaben« wiederum können Lernende aus einer Vielzahl an Aufgaben mit unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden wählen, sie bearbeiten und gegebenenfalls nach erfolgreicher Lösung mit gesteigertem Selbstvertrauen Aufgaben eines höheren Niveaus bewältigen.

Selbstkontrolle des Lernerfolgs: In Zeiten outputorientierter Lehrpläne kommt der Überprüfung von zu erlangenden Kompetenzen der Lernenden eine immer größere Rolle zu. Die gleichzeitige Forderung nach stärkerer Individualisierung des Lernens erfordert, dem Lernenden möglichst oft Gelegenheit zur Überprüfung des Lernfortschritts zu geben. Die meisten Schulbücher beschränken sich darauf, am Ende eines Abschnitts Verständnisfragen und Rechenaufgaben anzubieten. Dabei werden oft nur zu einzelnen Musteraufgaben Lösungswege vorgestellt, die Lösungen aller anderen Aufgaben bleiben die Bücher schuldig. Ein größerer Fundus an Aufgaben oder aber völlig andere Aufgabenformate bleiben dem klassischen Schulbuch technisch bedingt verwehrt.

Im Gegensatz dazu streut LEIFIphysik sowohl bei der Vorstellung und Auswertung von Versuchen als auch bei den Erklärungen im Reiter »Grundwissen« regelmäßig Lernerfolgskontrollen in Gestalt kurzer Fragen oder Rechenaufgaben ein, deren Antworten bzw. Lösungen eingeblendet werden können. Zudem bietet LEIFIphysik viele Multiple-Choice-Tests (LEIFI-Tests) mit Verständnisfragen und kleinen Rechenaufgaben an, wobei hier ebenfalls die korrekte Lösung erklärt wird. Darüber hinaus werden die oben erwähnten Musteraufgaben mit ausführlichen Lösungen auf jedem Themenbereich angeboten. Diese Vielfalt ermöglicht es den Lernenden, auf individuellem Niveau bislang erworbene Kompetenzen zu erproben, individuelle Lernfortschritte zu überprüfen und sich so gezielt auf Prüfungen vorzubereiten.

Größere Aktualität: Die Zeitspannen zwischen zwei Auflagen eines Schulbuches sind heute zwar kürzer geworden, aber es dauert doch häufig mehrere Jahre, bis ein Schulbuch überarbeitet wird. Bis dahin bleiben nicht nur Druck-

fehler erhalten, auch aktuelle wissenschaftliche oder technische Forschungsergebnisse können bis zur Neuauflage nicht berücksichtigt werden. Ein prominentes aktuelles Beispiel ist die Entdeckung des Higgs-Teilchens am CERN im Juli 2012 und die daraus resultierende Verleihung des Nobelpreises für Physik im Jahr 2013 an François Englert und Peter Higgs: Vor diesem Zeitpunkt veröffentlichte Schulbücher können auf diese durch die Präsenz in den Medien für viele Schüler hoch-

Dazu hat LEIFIphysik den Vorteil, auf Rückmeldungen der Nutzer umgehend eingehen und damit die Qualität des Materials zeitnah erhöhen zu können.

interessante und motivierende Entdeckung nicht eingehen. Auf LEIFIphysik findet sich im Themenbereich Kern- und Teilchenphysik hingegen bereits heute ein Artikel über die Entdeckung des Higgs-Teilchens und das BEH-Feld. Darüber hinaus hat LEIFIphysik den Vorteil, auf Rückmeldungen der Nutzer umgehend eingehen und damit die Qualität des Materials zeitnah weiter erhöhen zu können. Die Redaktion von LEIFIphysik erhält monatlich mehr als 100 Feedback-Meldungen, deren Bearbeitung und Auswertung umgehend zu inhaltlichen Veränderungen der Seite führt. Diese Veränderungen reichen von der Optimierung von Abbildungen und Animationen über die Verbesserung von erklärenden Texten, Aufgabenstellungen und -lösungen bis hin zur Erweiterung von Linklisten im Reiter »Links«.

Direkte Kommunikation mit dem Nutzer: Muss ein Schulbuchverlag hoffen, dass die Nutzer eines Buches über Umfragen, meist speziell bei Lehrern, oder aber über Leserzuschriften Rückmeldungen zum Lehrwerk geben, so findet der Nutzer von LEIFIPhysik auf jeder Seite ein Feedback-Formular. Diese schnelle und formlose Kommunikation ermöglicht es, individuell auf die Bedürfnisse und Vorschläge der Nutzer einzugehen und die Seite zeitnah zu verändern. Gleichzeitig bekommen die Nutzer durch schnelle Antworten das Gefühl, konkret an deren Qualitätsentwicklung teilzuhaben, was wiederum zu einer erhöhten Akzeptanz und Identifikation mit LEIFIPhysik führt.

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Die bisherige Entwicklung von LEIFIPhysik zeigt, welchem Wandel Unterrichts- und Lernmaterialien unterliegen. Von Karteikarten bis hin zum kostenfreien und für jeden zugänglichen Internetportal – LEIFIPhysik hat viele große Veränderungen durchlaufen, um für Schüler und Lehrkräfte interessant zu bleiben. Die nächsten Erweiterungen stehen bereits an: Materialien für interaktive Tafeln und Anpassungen für mobile Endgeräte sind in Planung.

WEITERE INFORMATIONEN



www.leifiphysik.de

www.facebook.com/leifiphysik

LITERATUR

Joachim Herz Stiftung (2013). *LEIFiPhysik Nutzerbefragung*. Verfügbar unter http://www.leifiphysik.de/sites/default/files/medien/leifi_ergebnisse_umfrage2014.pdf [28.07.2014]

ÜBER DIE AUTOREN



Thomas Unkelbach ist Lehrer für Mathematik und Physik am Friedrich-Wilhelm-Gymnasium in Köln. Er hat mehr als 20 Jahre Erfahrung mit der Nutzung neuer Medien im Unterricht, sein Hauptaugenmerk liegt dabei auf dem selbstständigen Lernen von Schülern mit Hilfe internetbasierter Lernplattformen.



Jenny Meßinger-Koppelt studierte Angewandte Naturwissenschaften an der TU Bergakademie Freiberg. Nach mehrjähriger Tätigkeit an der Humboldt-Universität zu Berlin und Promotion im Bereich der Chemiedidaktik ist sie seit 2012 Projektmanagerin im Programmbereich Naturwissenschaften der Joachim Herz Stiftung. Neben LEIFiPhysik ist sie für weitere Stiftungsprojekte im Bereich »MINT digital« zuständig.

Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht (2014), J. Maxton-Küchenmeister & J. Meßinger-Koppelt (Hrsg.), Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag

ELEKTRONEN IM ELEKTRISCHEN UND MAGNETISCHEN FELD: EINE DIGITALE LERNUMGEBUNG

Stefan Richtberg & Raimund Girwidz

Grundlegend für das Verständnis von elektrischen und magnetischen Feldern sind ihre Wirkungen auf geladene Teilchen. Beschleunigung und Ablenkung von Elektronen in Feldern sind daher ein wichtiger Inhalt der Oberstufenphysik. Allerdings bleiben die Experimentiermöglichkeiten für Schüler in diesem Themenfeld stark eingeschränkt, da hier teure Elektronenröhren und häufig auch hohe Spannungen verwendet werden müssen. Der Einsatz von digitalen Experimenten am Computer ist eine Alternative, um diesen Mangel an Schülerexperimenten zu reduzieren. Sie lassen sich zudem in ganze Lernumgebungen einbetten, die für jeden Nutzer individuelle Hilfen und individuelles Feedback bieten. Die Nutzung des digitalen Mediums ermöglicht es, darüber hinaus verschiedene Visualisierungen anzubieten und diese dynamisch zu gestalten. Dies ist insbesondere bei der Behandlung von elektrischen und magnetischen Feldern sinnvoll, da so unsichtbare Abläufe veranschaulicht und visuelle Analogien bereitgestellt werden können. Weiter erlaubt der Einsatz des Computers bei quantitativen Analysen eines Experiments zunächst die Reduktion der mathematischen Anforderungen. Somit können bestimmte experimentelle Kompetenzen schrittweise erlernt werden. All diese Ansatzpunkte haben zur Entwicklung der nachfolgend beschriebenen Lernumgebung geführt.

DIE LERNUMGEBUNG

Die Lernumgebung behandelt zwei große Anwendungsbereiche: zum einen die Bewegung von Elektronen im elektrischen Querfeld, zum anderen die Bewegung im homogenen Magnetfeld eines Helmholtz-Spulenpaares. Beide Teile enthalten jeweils einen Abschnitt zur Elektronenkanone, der den Auf-

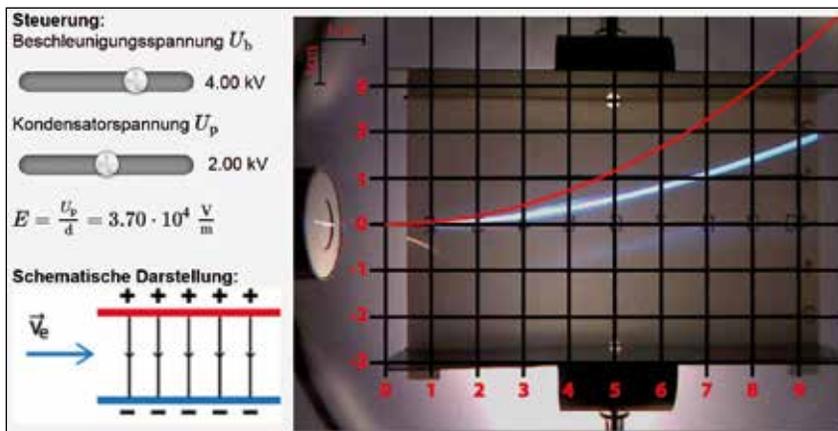


Abb. 1: Das digitale Experiment zur Ablenkung von Elektronen im elektrischen Feld mit überlagertem Plot einer Funktionsgleichung

bau, die Funktionsweise, eine Simulation und Hinweise zur relativistischen Betrachtung beinhaltet. Daher können die beiden Teile unabhängig voneinander genutzt werden.

Aufbau und Simulation einer Elektronenkanone: Dieser Bereich beginnt mit dem grundlegenden technischen Aufbau einer Elektronenkanone. Dabei werden die einzelnen Bauteile und ihre Funktion erläutert. Anschließend erfolgt die mathematische Betrachtung der Beschleunigung im Längsfeld mit einer erläuterten Herleitung der Formel für die Endgeschwindigkeit der Elektronen. Die nachfolgende Simulation visualisiert den entsprechenden Einfluss der Beschleunigungsspannung auf die Elektronengeschwindigkeit. Ebenso werden die Wirkungsweise der Glühwendel und der Einfluss der Heizspannung visualisiert. Abschließend folgen die relativistische Berechnung der Elektronengeschwindigkeit, ein Vergleich von klassischer und relativistischer Rechnung sowie eine Wiederholungsübung zum Aufbau der Elektronenkanone.

Elektronenbahnen im elektrischen Querfeld: Dieser Abschnitt startet mit der Präsentation des Versuchsaufbaus und der Aufgabe, Hypothesen zum Einfluss

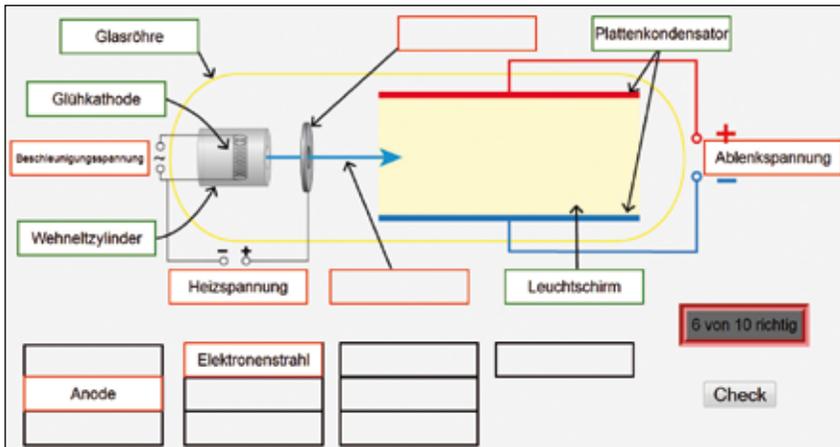


Abb. 2: Zuordnungsaufgabe von Fachbegriffen mit visuellem Feedback

einzelner Parameter auf die Flugbahn der Elektronen aufzustellen. Im Folgenden müssen diese Hypothesen überprüft und bewertet werden. Dabei steht den Schülern das digitale Experiment zur Verfügung (vgl. Abb. 1). Eine Einführung in das Experiment erfolgt mittels Animation. Über Schieberegler können die Beschleunigungsspannung und die Kondensatorspannung reguliert werden. In der Lernumgebung erscheint ein den getroffenen Einstellungen entsprechendes Videobild des realen Experiments mit der Elektronenablenkvorrichtung. Im weiteren Verlauf wird schrittweise eine erste mathematische Beschreibung der Elektronenflugbahn mit Hilfe von Formelbausteinen entwickelt. Dabei wird der Plot der ausgewählten Funktionsgleichung direkt über dem Bild des Realexperiments angezeigt. Dies bietet ein direktes visuelles Feedback und liefert Informationen über die Korrektheit der mathematischen Beschreibung oder etwaige Fehler.

Ausgehend von der Frage nach den Kräften, die auf die Elektronen in x- und y-Richtung wirken, entwickelt der Nutzer anschließend aus den entsprechenden Bewegungsgleichungen wieder eine mathematische Beschreibung der Flugbahn. Der Plot über dem Realexperiment gibt den Schülern hierbei ebenfalls ein Feedback über ihren Erfolg. Nach einer erläuterten Herleitung folgen verschiedene Übungen zum Versuchsaufbau (vgl. Abb. 2) und zur Berechnung

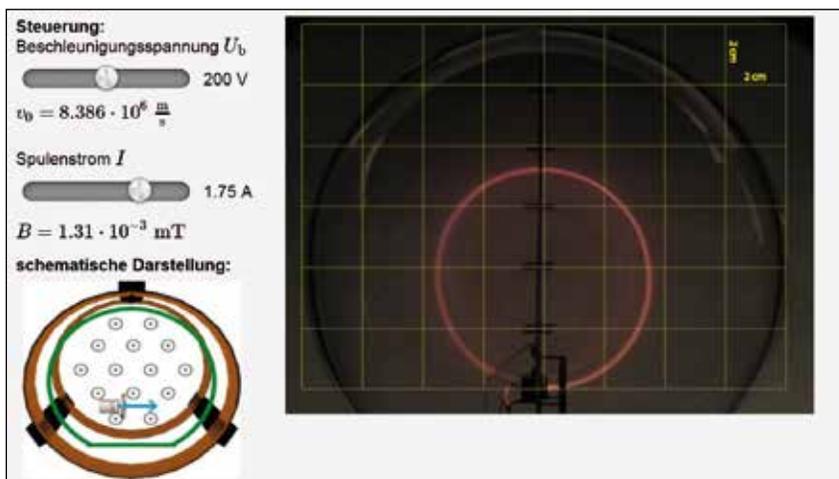


Abb. 3: Digitales Experiment zur Bestimmung der spezifischen Elektronenladung $\frac{e^-}{m_e}$

von fehlenden Werten mit Hilfe der gewonnenen Funktionsgleichung. Abschließend werden die Elektronenbewegung im elektrischen Querfeld und der waagerechte Wurf schrittweise miteinander verglichen, um die Analogien herauszustellen.

Elektronenbahnen im homogenen Magnetfeld: Dieser Teil beginnt mit der Berechnung des Magnetfeldes einer Helmholtz-Spule und macht den proportionalen Zusammenhang zwischen Magnetfeldstärke und Spulenstrom deutlich. Anschließend müssen die Schüler wiederum Hypothesen bezüglich des Einflusses einzelner Parameter aufstellen und mit Hilfe des Experiments prüfen und bewerten. Hierzu steht ein weiteres digitales Experiment zur Verfügung, bei dem die Beschleunigungsspannung der Elektronenkanone und die Stromstärke durch die Helmholtz-Spule variiert werden können (vgl. Abb. 3). Die Lernumgebung präsentiert immer das den Einstellungen entsprechende Bild des Realexperiments. Nach einer Erläuterung der auf die Elektronen wirkenden Kräfte müssen die Schüler durch Gleichsetzen von Lorentz- und Zentripetalkraft eine Formel zur Berechnung des Kreisbahnradius entwickeln. Die hieraus berechnete Bahnkurve wird wieder über dem Bild des Realexperi-

ments angezeigt und liefert ein Feedback und Hinweise auf mögliche Fehler. Nach einer kommentierten Auswertung wird auf den historischen Aspekt des Versuchs eingegangen und die Bestimmung der spezifischen Elektronenladung $\frac{e}{m_e}$ motiviert. Ermittelt werden kann die spezifische Elektronenladung selbstständig mit Hilfe des Experiments. Beim Ablesen des Kreisbahnradius hilft ein Gitternetz über dem Bild des Realexperiments, beim Berechnen des gesuchten Wertes aus Beschleunigungsspannung, Spulenstrom und Bahnradius unterstützt eine interaktive Tabelle die Schüler und reduziert die rein algebraischen Anforderungen.

EINSATZMÖGLICHKEITEN IM UNTERRICHT

Technische Voraussetzungen: Die Lernumgebung ist browserbasiert und kann so auf verschiedensten Endgeräten wie PC, Tablet-PC oder Smartphone eingesetzt und ebenso auf dem interaktiven Whiteboard genutzt werden. Das Betriebssystem spielt dabei keine Rolle, die Lernumgebung ist sowohl unter iOS als auch unter Windows, Android und Linux lauffähig. Einzige Voraussetzungen sind ein Internetzugang und ein aktueller Internetbrowser, bei dem JavaScript aktiviert ist (Standardeinstellung). Es muss kein Programm und kein zusätzliches Plug-in wie etwa Java installiert werden; die Lernumgebung kann direkt über Eingabe der URL gestartet und genutzt werden.

Lernziele: Nach dem Bearbeiten des Abschnitts zur Elektronenkanone sollen Schüler den grundlegenden Aufbau sowie die Funktionsweise der Elektronenkanone erläutern können. Hilfreich ist hierbei, dass eine Simulation diese Prozesse visualisiert. Darüber hinaus können die Schüler die Formel zur Berechnung der Elektronengeschwindigkeit nennen und wissen, dass unter Umständen eine relativistische Rechnung nötig sein kann. Ansonsten liegt der Fokus der Lernumgebung vor allem auf einer Verknüpfung von Experiment, physikalischer Theorie und mathematischer Beschreibung. Es gilt, den Einfluss einzelner Parameter auf das Experiment zu erkennen und zu analysieren. Hierbei werden Fähigkeiten aus dem Bereich der experimentellen Kompetenz, nämlich das sinnvolle Variieren von Parametern und das Hypothesenprüfen,

ausgebaut. Weiter ermöglicht die Lernumgebung den Schülern, die Ergebnisse des Experiments selbstständig und Schritt für Schritt zu mathematisieren. Ziele sind hier ein vertieftes Verständnis der physikalischen Zusammenhänge in Verbindung mit der mathematischen Beschreibung sowie eine gesteigerte kognitive Flexibilität durch den Einsatz multipler Repräsentationen (Realexperiment, Plot, Funktionsgleichung, schematische Darstellung). Individuelle Unterstützung bei diesem anspruchsvollen Prozess bietet die Lernumgebung durch das grafische Feedback und anwählbare, gestufte Hilfen.

Einzel- oder Partnerarbeit: Die gesamte Lernumgebung ist so konzipiert, dass die Schüler alle Bereiche selbstständig bearbeiten sowie alle Experimente eigenständig durchführen und auswerten können. Dabei werden sie von der

vorgegebenen Struktur der Umgebung, den eingebetteten Aufgaben und dem Feedback auf ihre Antworten durch den Lernprozess geleitet. Es ist jederzeit möglich, Schritte zu wiederholen oder Hilfen in der Lernumgebung anzufordern, sodass bei diesem Einsatzszenario individuelle Lernwege möglich sind. Damit auch leistungsschwächere Nutzer nicht zurückfallen, bietet sich an, nach jeweils einem Abschnitt die zentralen Inhalte im Klassengespräch zu wiederholen und zu sichern.

Es ist jederzeit möglich, Schritte zu wiederholen oder Hilfen in der Lernumgebung anzufordern, sodass bei diesem Einsatzszenario individuelle Lernwege möglich sind.

Vor- oder Nachbereitung mit der Lernumgebung: Die Lernumgebung eignet sich ebenso zur Vor- oder Nachbereitung eines entsprechenden Realexperiments. Da in der Umgebung kaum Vorwissen vorausgesetzt wird, kann die Bearbeitung einiger Bereiche als vorbereitende Hausaufgabe für quantitative Betrachtungen genutzt werden. Auf diese Weise haben alle Schüler die Möglichkeit, selbst zu experimentieren und sich Wissen anzueignen, das in der Folgestunde aufgegriffen, vertieft und erweitert wird. Beim Einsatz im Rahmen einer Nachbereitung ist das implementierte Feedback der Lernumgebung besonders hilfreich. Es bestätigt und festigt korrekt gelernte Inhalte und regt an, über fehlerhafte Antworten nochmals nachzudenken.

Demonstration einzelner Teile: Natürlich können im Unterricht auch nur einzelne Seiten der Lernumgebung genutzt werden. So bietet die Simulation der

Elektronenkanone eine anschauliche Darstellung der stattfindenden Vorgänge an, die auf andere Art und Weise nicht sichtbar werden. Der Plot einer beliebigen Funktionsgleichung über dem Bild des Realexperiments kann genutzt werden, um Funktionsgleichungen, die im Klassengespräch entwickelt wurden, schnell und eindrücklich zu überprüfen. Die Bestimmung der spezifischen Elektronenladung ist im klassischen Unterricht stark von mathematischen Arbeiten geprägt. Die entsprechende Seite der Lernumgebung reduziert diesen Aufwand und lenkt so den Fokus verstärkt auf den physikalischen Inhalt. Auch die Übungen zu den Fachbegriffen können gut im Klassengespräch bearbeitet werden, wobei die Bearbeitung an einem interaktiven Whiteboard besonders eindrucksvoll ist.

Erfahrung aus dem Unterrichtseinsatz: Der Einsatz der Lernumgebung in Form von Einzelarbeit hat gezeigt, dass die Schüler die Möglichkeiten zum Experimentieren intensiv nutzen. Auch wenn zunächst fehlerhafte Vorstellungen über den Einfluss einzelner Parameter vorliegen, können nahezu alle Nutzer nach Bearbeitung der Lernumgebung die Auswirkungen von wichtigen Einflussgrößen richtig beschreiben und grafisch wiedergeben. Die Übungen zu den Fachtermini scheinen besonders motivierend zu sein, da Fehler hierbei nicht zum Abbruch der Bearbeitung führen, sondern Nutzer ihre Eingaben bis zur richtigen Lösung überarbeiten. Der Mathematisierungsprozess bereitete schwächeren Schülern bisher an einigen Stellen trotz Feedback und Hilfen noch Probleme. Eine neu entwickelte und inzwischen implementierte, kleinschrittigere Strukturierung sowie eine übersichtlichere Darstellung insbesondere von Funktionen und Gleichungen sollten diese Schwierigkeiten jedoch reduzieren. Auf klassischem Wege vertieft werden muss noch die Arbeit mit den Funktionsgleichungen. Weitere Aufgaben zum Berechnen fehlender Werte oder Aufgaben mit Anwendungskontexten wie dem Geschwindigkeitsfilter, Iontriebwerk oder Elektronenbeschleuniger sind nötig, um die Schüler ausreichend auf Klausuren und Abiturprüfungen vorzubereiten. Die Umgebungen bieten hierfür eine Reihe beispielhafter Aufgaben. Insgesamt erweitert die Lernumgebung die didaktischen Möglichkeiten, die Bewegung von Elektronen in Feldern zu behandeln, und erschließt innovative und attraktive Lernmöglichkeiten.

WEITERE INFORMATIONEN



Lernumgebung: <http://www.didaktik.physik.uni-muenchen.de/elektronenbahnen/>

Elektronen im elektrischen Querfeld: <http://www.didaktik.physik.uni-muenchen.de/elektronenbahnen/e-feld/hypothesen/Versuchsaufbau.php>

Bewegung im homogenen Magnetfeld eines Helmholtzspulenpaares: <http://www.didaktik.physik.uni-muenchen.de/elektronenbahnen/b-feld/B-Feld/Helmholtzspulenpaar.php>

Simulation zum Experiment: <http://www.didaktik.physik.uni-muenchen.de/elektronenbahnen/b-feld/Elektronenkanone/Simulation.php>

ÜBER DIE AUTOREN



Stefan Richtberg ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Didaktik der Physik der Ludwig-Maximilians-Universität München. Er hat die vorgestellte Lernumgebung entwickelt und untersucht ihren Einsatz im Unterricht. Schwerpunkte sind dabei Fragen nach experimentellen Kompetenzen, unterschiedlichen Lernwegen und geeignetem Feedback.



Raimund Girwidz ist Professor für Didaktik der Physik an der Ludwig-Maximilians-Universität München. Ein Schwerpunkt seiner Forschungen ist die Unterstützung des Physiklernens durch den Einsatz von Multimedia.

Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht (2014), J. Maxton-Küchenmeister & J. Meßinger-Koppelt (Hrsg.), Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag

DIGITALE SCHALLPEGELMESSUNG UND SCHALL-ANALYSE MIT COMPUTER ODER SMARTPHONE

Markus Ziegler

Der »Spaichinger Schallpegelmesser« ist eine Schallanalyse-Software, die speziell für die Bedürfnisse des naturwissenschaftlichen Unterrichts, insbesondere des Physikunterrichts, entwickelt wurde. Die Nutzung dieser Software ist als Freeware für private Anwender, Schulen und Hochschulen kostenlos. Der Spaichinger Schallpegelmesser zeichnet sich insbesondere durch die sehr einfache Bedienung und die Echtzeitanzeige von Schallpegeln, Frequenzspektrum, Grundfrequenz und Zeit-Schalldruck-Diagramm aus. Die Messwerte können sowohl während der Messung in Echtzeit betrachtet wie auch nach der Messung mit Hilfe der Playback-Funktion oder des manuellen Schiebereglers ausführlich analysiert werden. Diese Software hat sich seit einigen Jahren im Physik- und NwT-Unterricht ab Klasse 7 gut bewährt.

Um Schallmessungen mit dieser Software durchführen zu können, werden ein PC oder ein Notebook (Windows-Basis) und ein beliebiges Computermikrofon benötigt. Falls das Notebook ein eingebautes Mikrofon besitzt, kann dieses Mikrofon verwendet werden. Seit September 2014 wird der Spaichinger Schallpegelmesser unter dem Namen Schallanalysator zusätzlich als App für Smartphones und Tablets (Android und iOS) angeboten. Versionen für die Betriebssysteme Linux und OS X sind geplant.

Folgende Messungen sind mit der Software möglich: Schalldruckpegel (in dB), bewerteter Schalldruckpegel (in dB(A)), mittlerer bewerteter Schalldruckpegel (in dB(A)), Maximum bewerteter Schalldruckpegel (in dB(A)), Schallintensität (in W/m^2), effektiver Schalldruck (in Pa), Grundfrequenz (in Hz), Frequenzspektrum (Schaubild), Verlauf des Schalldrucks in Abhängigkeit von der Zeit (Speicheroszilloskop).

Die Messgrößen können sowohl in Werten als auch in Form von Balkendiagrammen dargestellt werden. Auch werden die Messwerte und die Mittelwerte in einer Tabelle gesammelt, die als Excel- oder Text-Datei abgespeichert wer-

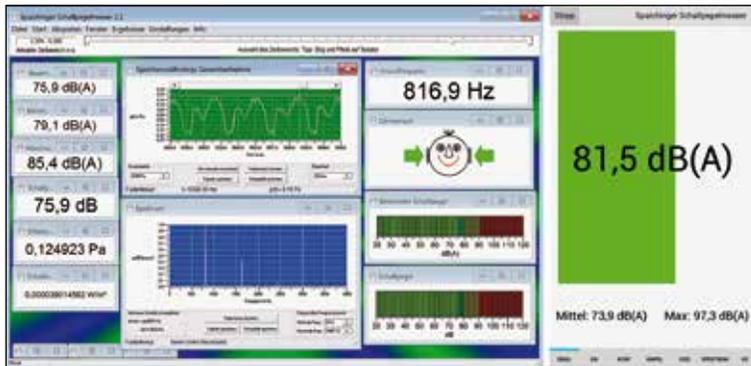


Abb. 1: Spaichinger Schallpegelmesser (links) für PCs und (rechts) für Smartphones und Tablets

den kann. Dadurch können Langzeitmessungen an Straßen und Arbeitsplätzen durchgeführt und später ausgewertet werden.

Der Schalldruck (in Abhängigkeit von der Zeit) und das Spektrum können ebenfalls in Form von Tabellen (Excel- oder Text-Dateien) gespeichert werden. Dies ist zum Beispiel nützlich, um das Spektrum von verschiedenen Musikinstrumenten oder Stimmen miteinander zu vergleichen. Zum Analysieren oder Stimmen von Musikinstrumenten ist zusätzlich die von der Software bestimmte Grundfrequenz eines Klanges hilfreich.

Die Schaubilder können einfach grafisch angepasst und zur weiteren Verwendung in Präsentationen, Protokollen oder Klassenarbeiten als Bild-Dateien (JPEG oder BITMAP) gespeichert werden.

Auch können Wave-Dateien in CD-Qualität aufgenommen und abgespielt werden. Bei der Aufnahme und beim Abspielen werden alle Messwerte und Schaubilder in Echtzeit ausgegeben. So können früher gemachte Aufnahmen auch später ausführlich analysiert werden. Zusätzlich kann mit Hilfe eines Schiebereglers die aufgenommene Wave-Datei manuell analysiert werden, d.h., mit dem Schieberegler kann der aktuell angezeigte Zeitbereich beliebig gewählt werden, die dazugehörigen Messwerte und Schaubilder werden dann automatisch angezeigt. Darüber hinaus können MP3-Dateien geöffnet und analysiert werden.

Der Spaichinger Schallpegelmessers kann auch als optische Lärmampel verwendet werden (siehe Abb. 1). Die Software kann dabei so eingestellt werden, dass bei Erreichen des roten Bereichs wahlweise ein Signalton oder eine selbst erstellte Aufnahme abgespielt wird. Der rote und der gelbe Bereich können vom Anwender beliebig eingestellt werden. Die Software muss nicht installiert werden, sondern kann z. B. auch von jedem USB-Stick aus betrieben werden (portable Software).

VIELFÄLTIGER EINSATZ IM PHYSIKUNTERRICHT

Wie in Abbildung 2 exemplarisch dargestellt, ermöglicht der Spaichinger Schallpegelmessers eine Vielzahl an Experimenten und Projekten aus den Bereichen Akustik, Hörempfinden und Gesundheitsprävention für die Klassenstufen 7 bis 13. Für viele der Experimente stehen kostenlose, mehrfach erprobte Experimentier- und Projektanleitungen im PDF- und Word-Format online zur Verfügung.

1. Zusammenhang zwischen Frequenz und Tonhöhe
2. Zusammenhang zwischen Amplitude und Lautstärkeempfinden
3. Messung der Schallgeschwindigkeit in Stahl (stehende Wellen) und Luft (durch Reflexion)
4. Schwebungen erzeugen und analysieren
5. Stehende Schallwellen erzeugen und ausmessen
6. Doppelspaltinterferenz durch zwei Lautsprecher erzeugen und vermessen
7. Einfache Musikinstrumente bauen und stimmen
8. Musikinstrumente analysieren
9. Dopplereffekt am Fahrrad mit Piezosummer (4000 Hz)
10. Schallpegel und Abstand: Messungen zur Schallpegelabnahme in Abhängigkeit vom Abstand im Freien und in einem Raum
11. Schallpegelmessung zu Hause: die alltägliche Lärmbelastung
12. Stimmumfang und Sprache: Frequenzumfang und Schallpegel der Sing- und Sprachstimme; Funktionsweise der Stimme (Resonanzraum, schwingendes Blättchen)
13. Zentrale Größen: Schallpegel, Schallintensitäten und Hörempfinden (s. u.)

14. Die Hörschwelle des Menschen
15. Der Gehörgang als Resonator
16. Messungen am MP3-Player: Lautstärkestufe und Schallpegelmessung (dB(A))
17. Digitalisierung von Musik: Audioformate (Wave und MP3) und Unterschiede in der Musikqualität (insbesondere: Obertöne)
18. Verkehrslärm, Lärm am Arbeitsplatz, Lärm in der Schule: Schallpegelmessungen, gesetzliche Bestimmungen, Experimente zur Dämpfung

Abb. 2: Mögliche Experimente und Projekte mit dem Spaichinger Schallpegelmesser

SCHALLPEGEL, SCHALLINTENSITÄT UND HÖREMPFINDEN: ASPEKTE DER GESUNDHEITSPRÄVENTION

Der Spaichinger Schallpegelmesser eignet sich insbesondere auch für Projekte, die den Schülern ein Gefühl für die gesundheitsrelevanten Schallgrößen, Zusammenhänge und Grenzwerte vermitteln. Dieser wichtige Aspekt der Gesundheitsprävention wird im naturwissenschaftlichen Unterricht meist nur ungenügend behandelt, obwohl eine Vielzahl von Kindern und Jugendlichen durch eine langfristige Beschallung durch laute Musik (MP3-Player, Disco, Konzerte) einen irreparablen Hörschaden riskiert, ohne dies zu wissen. Die vom Bayerischen Ministerium für Umwelt und Gesundheit in Auftrag gegebene Ohrkan-Studie aus dem Jahre 2012 zeigt, dass ca. 22 % der Jugendlichen in Bayern zu dieser Risikogruppe gehören.

Wichtig ist, den Schülern die Zusammenhänge zwischen dem Hörempfinden, der Lautstärke und den zentralen gesundheitsrelevanten Schallgrößen sowie ihre zumeist nicht linearen Zusammenhänge zu verdeutlichen. Das wird dadurch verkompliziert, dass es eine Reihe von Schallgrößen gibt, die zudem in der Akustik und im Alltagsgebrauch nicht immer einheitlich verwendet werden.

Schall bezeichnet allgemein ein Geräusch, einen Klang, einen Ton, einen Knall. Der Schall ist physikalisch gesehen eine Welle und damit zunächst einmal ein Energieträger, der Energie von einer Schallquelle (Sender) zu einem Empfänger (z. B. Ohr) transportiert. Die Schallintensität gibt an, wie groß die

Energiestromstärke (Leistung) des Schalls ist, die durch eine (gedachte) Fläche von 1 m^2 hindurchströmt. Je größer die Energiemenge ist, die täglich durch den Schall auf unser Gehör übertragen wird, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit für irreparable Hörschäden.

Gebräuchlich ist die Angabe der Schallintensität als Schallintensitätspegel in Dezibel (dB). Der Schallintensitätspegel hängt logarithmisch von der Schallintensität ab (Schallintensität mal 10 entspricht Schallintensitätspegel plus 10, Schallintensität mal 100 entspricht Schallintensitätspegel plus 20).

Wichtig für die Messung der Stärke eines Schallereignisses, also der Lautstärke, ist der Schalldruckpegel, etwas irreführend gegenüber dem Schallintensitätspegel gerne auch einfach kurz als Schallpegel bezeichnet (L_p), gemessen wiederum in Dezibel (dB). Für die Lautstärkewahrnehmung des Menschen geht es zudem nicht nur um die rein physikalische Messgröße, sondern auch um ihre spezifische physiologische Wahrnehmung, weshalb neben dem Schall(druck)pegel noch unter Berücksichtigung von Eigenschaften des menschlichen Gehörs der »bewertete Schalldruckpegel« eingeführt wurde, angegeben in dem im Alltag immer wieder anzutreffenden dB(A). Wichtig ist, dass so eben auch das Lautstärkeempfinden zur Schallintensität bzw. zum Schallpegel logarithmisch abhängig ist (A-bewerteter Schallpegel plus 10 dB(A) entspricht Lautstärke mal 2, A-bewerteter Schallpegel plus 20 dB(A) entspricht Lautstärke mal 4).

Die Wahrscheinlichkeit eines Hörschadens hängt von der Gesamtenergie des Schalls ab, der täglich von unserem Gehör aufgenommen wird. Je größer die Schallintensität ist, desto kürzer ist daher die erlaubte Einwirkdauer:

- Schall mit 85 dB(A) maximal für 8 Stunden pro Tag
- Schall mit 95 dB(A) maximal für 0,8 Stunden pro Tag
- Schall mit 105 dB(A) maximal für 0,08 Stunden pro Tag

Obwohl sich Musik mit 95 dB(A) nur doppelt so laut anhört wie Musik mit 85 dB(A), erhält man mit großer Wahrscheinlichkeit einen irreparablen Hörschaden schon bei nur einem Zehntel der Einwirkdauer, also schon bei weniger als einer Stunde lautem Musikhören am Tag. Die meisten MP3-Player erreichen Schallpegel von 105 dB(A) oder höher!

Wie weit die verschiedenen Schallgrößen im Unterricht behandelt werden, kann an dieser Stelle nicht umfassend diskutiert werden, und so sollen die

weiteren physikalischen Details den einschlägigen Physiklehrbüchern oder Internetseiten überlassen bleiben. Wie oben ausgeführt, sind die verschiedenen wichtigen Schallgrößen mit dem Spaichinger Schallpegelmesser direkt auslesbar, und die Software kann gut genutzt werden, um die Bezüge zwischen diesen Messgrößen zu erschließen.

WEITERE INFORMATIONEN



Der Spaichinger Schallpegelmesser, eine ausführliche Bedienungsanleitung sowie zahlreiche Versuchsanleitungen (Adobe.pdf und MsWord.doc) stehen unter www.spaichinger-schallpegelmesser.de kostenfrei zum Download bereit.

LITERATUR

Bayerisches Ministerium für Umwelt und Gesundheit (2012). *Monitoring von Hörschwellenverschiebungen bei Jugendlichen in Bayern im Rahmen einer Kohortenstudie*. Verfügbar unter http://www.lgl.bayern.de/downloads/gesundheitsarbeitsplatz_umwelt/doc/ergebnisse_ohrkan.pdf [21.04.2014]

ÜBER DEN AUTOR



Dr. **Markus Ziegler** unterrichtet Physik, NwT (Naturwissenschaft und Technik) und Mathematik am Gymnasium Spaichingen. Darüber hinaus ist er Fachberater und Fachreferent für Physik am Regierungspräsidium Freiburg. 2008 erhielt er sowohl den Klaus-von-Klitzing-Preis als auch den Lehrpreis der Helmholtz Gemeinschaft.

Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht (2014), J. Maxton-Küchenmeister & J. Meßinger-Koppelt (Hrsg.), Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag

ChiLe – CHEMIE INTERAKTIV LERNEN: EINE ONLINE-MATERIALSAMMLUNG FÜR DEN CHEMIEUNTERRICHT

Verena Pietzner

Computer haben in unserer Gesellschaft eine grundlegende Bedeutung erlangt. Ob im privaten Umfeld oder im Berufsleben: Ohne eine profunde Computerkenntnis besteht in beiden Bereichen schnell ein Nachteil gegenüber Konkurrenten. Eine Konsequenz daraus ist, dass Computer einen festen Platz im Unterricht der allgemeinbildenden Schulen haben müssten. Jugendliche sollten nach Beendigung der Schullaufbahn eine solide Bildungsbasis für den weiteren Lebensweg besitzen. Dies bedeutet, dass alle Fächer ihren individuellen Beitrag für eine breit gefächerte Computerbildung beisteuern sollten.

Trotz der großen Bedeutung von Computerkenntnissen für den Lebensweg haben Computer bisher nicht den ihnen eigentlich zukommenden Status eines selbstverständlichen Mediums erreicht. Bezogen auf den naturwissenschaftlichen Unterricht stellt sich heraus (Pietzner, 2007), dass es nicht so sehr an der Ausstattung, sondern manchmal einfach an Ideen fehlt, was mit Computern im Chemieunterricht erarbeitet werden kann.

In diesem Beitrag wird das Projekt »ChiLe – Chemie interaktiv Lernen« vorgestellt, das Materialien für den Chemieunterricht bereitstellt. Das Ziel ist keinesfalls, das Experiment aus dem Chemieunterricht zu verdrängen, sondern vielmehr, dieses sinnvoll zu ergänzen. Durch die Einbindung des Computers in die Visualisierung der Molekülebene konnten die am Projekt beteiligten Lehrer viele positive Erfahrungen sammeln, die hier am Beispiel von Animationen und Molekülmodellen skizziert werden sollen.

DIE MATERIALIEN VON ChiLe

Animationen: Animationen sind letztendlich nichts anderes als kleine Trickfilme, die mit einer Navigationsmöglichkeit versehen sind. Diese ermöglicht z.B. das Vor- und Zurückspulen zwischen den einzelnen Abschnitten der Animation sowie das Anhalten und das Stoppen dieser. Im Gegensatz zu einer Simulation ist es bei einer Animation nicht möglich, in den Ablauf einzugreifen. ChiLe stellt hier zwei verschiedene Varianten zur Verfügung: Animationen zu Mechanismen der organischen Chemie sowie Animationen zu Schülerexperimenten. Bei den Animationen zur organischen Chemie wird der Mechanismus Schritt für Schritt entwickelt. Die Teilschritte werden nacheinander animiert, wobei der vorangegangene Teilschritt immer sichtbar bleibt und nicht überschrieben wird. Ist die Animation bis zum Ende durchgelaufen, ist auf dem Bildschirm der gesamte Mechanismus zu sehen, wie er auch in einem Buch der organischen Chemie stehen könnte (Pietzner, Veters & Schwab, 2010). Die Animationen zu den Schülerexperimenten haben als Basis eine Skizze des Experiments; hier wird jedoch die atomare Ebene visualisiert und damit eine Deutung des Experiments auf submikroskopischer Ebene erleichtert (Pietzner & Meyer, 2005). Des Weiteren können Schüler mit Hilfe dieser Animationen selbstständig chemische Phänomene auf atomarer Ebene erarbeiten (Pietzner, 2007).

Molekülmodelle: Molekülmodelle auf dem PC können dazu dienen, deren Modellcharakter an sich zu thematisieren und den Schülern bewusst zu machen. Molekülbaukästen stellen Atome und Bindungen auf jeweils nur eine bestimmte Art und Weise dar, die sich nicht ändern lässt. Bei computerbasierten Molekülmodellen hingegen kann man je nach Fragestellung zwischen unterschiedlichen Darstellungen wählen. So sind sie in der Lage, die Atome eines Moleküls in unterschiedlichen Größen darzustellen und verschiedene Darstellungsmodelle zu visualisieren (z.B. Stabmodell, Kugelstabmodell, Kalottenmodell). Bei Proteinen, die in konventionellen Modellen wie ein undurchdringliches Knäuel von Bindungen und Atomen wirken, können verschiedene vereinfachende Visualisierungen wie *Backbone* (die Seitenketten werden weggelassen), *Structure* (Tertiärstruktur wird visualisiert) oder *Chain* (die Quartärstruktur wird durch Einfärben der Proteinketten angezeigt) ge-

wählt werden, um den Aufbau des Proteins durchschaubar zu machen (Pietzner, 2005; 2010).

Weitere Materialien: Neben Animationen und Molekülmodellen stehen ebenfalls Lerneinheiten und zwei WebQuests zum Download zur Verfügung. Auch diese Materialien wurden größtenteils im Unterricht erprobt und im Anschluss optimiert. Thematisch umfassen die Lerneinheiten eher überfachliche Themen wie Antioxidantien, Nahrungsbausteine oder Licht und Farbe. Die WebQuests, strukturierte Internetrecherchen, greifen gesellschaftliche Themen mit chemischem Hintergrund auf. Für die Sekundarstufe I wurde ein WebQuest zu Sonnenbrand und Sonnenschutz (Pietzner, Witteck & Eilks, 2008) entwickelt und erprobt; für die Sekundarstufe II steht ein WebQuest zu Biodiesel zur Verfügung (Pietzner, Vettters & Schwab, 2010).

PRAXISBEISPIELE

Die nun folgenden erprobten Unterrichtsbeispiele sind in enger Zusammenarbeit mit der Bertolt-Brecht-Gesamtschule (BBG) in Löhne/Westfalen entstanden. Grundlage für die zwei hier vorgestellten Reihen ist immer ein experimentell ausgerichteter Unterricht. Die Animationen oder Molekülmodelle wurden im Anschluss an ein Experiment genutzt, um die im Experiment beobachteten Phänomene auf atomarer Ebene leichter deuten zu können.

Elektrochemie in der Sekundarstufe I: Die Einführung in die Elektrochemie ist ein Schwerpunkt der BBG in der Jahrgangsstufe 9 (Vettters & Pietzner, 2005). Im Rahmen einer Neukonzeptionierung der Unterrichtsreihe für den gesamten Jahrgang wurde gemeinsam mit den Chemielehrkräften der BBG eine Reihe entwickelt und erprobt, die experimentelles mit computergestütztem Arbeiten verbindet. Die Reihe beginnt bei den grundlegenden Tauchversuchen, um anschließend in die galvanischen Elemente sowie die Elektrolyse einzuführen. Typische elektrochemische Anwendungen wie Bleiakku und Brennstoffzellen bilden den Abschluss der Reihe. Für die Reihe wurden vier Animationen entwickelt: *Verhalten von Zink in Kupfersulfat*, das *Daniell-Element*, die *Elektro-*

lyse von Kupferchlorid sowie der Bleiakкумуляtor. Die Schüler führen die Experimente in Kleingruppen selbstständig durch und erarbeiten zur Deutung des Experiments mit Hilfe der Animation die Vorgänge auf atomarer Ebene. Dazu erhalten sie konkrete Arbeitsaufträge, die mit Hilfe der Animation zu bearbeiten sind und sie damit zu einer korrekten Deutung leiten.

Die Reihe wurde mit einer in Zeitumfang und Inhalt identischen Reihe ohne Computerunterstützung verglichen. Der Vergleich ergab, dass diejenigen Klassen, deren Reihe computergestützte Elemente enthielt, bessere Ergebnisse beim Langzeitwissenstest erzielen konnten.

Organische Reaktionsmechanismen: In der Sekundarstufe II werden in der Regel zentrale Mechanismen der organischen Chemie erarbeitet. In den Richtlinien der gymnasialen Oberstufe in Nordrhein-Westfalen ist vorgesehen, dass

die Kurse ein technisch wichtiges organisches Produkt ausgehend vom Rohstoff behandeln; so entstand die Reihe »Vom Raps zum Biodiesel« (Pietzner, Vettters & Schwab, 2010). Bei der Erarbeitung der fachlichen Inhalte werden Animationen zur Veresterung, Verseifung und Umesterung eingesetzt, welche die Schüler nach der Durchführung der entsprechenden Experimente zur Verdeutlichung des jeweiligen Mechanismus nutzen. Dabei müssen sie auf einem Arbeitsblatt die Einzelschritte des Mechanismus nachzeichnen sowie mit eigenen Worten die Vorgänge des Teilschrittes erklären. Auf diese Weise wird gewährleistet, dass die Schüler sowohl organische Verbindungen zeichnen als auch chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache zu beschreiben üben. Am Ende der Reihe wird ein WebQuest eingesetzt, um die gesellschaftlichen Aspekte des Themas aufzugreifen. Die Schüler erarbeiten zunächst ökologische und ökonomische Aspekte der Biodieselherstellung. Dabei sollen verschiedene Kleingruppen die Position eines bestimmten Akteurs aus Umweltschutz oder Industrie einnehmen und ein die jeweilige Position darlegendes Poster gestalten. Im Anschluss wird eine Posterausstellung durchgeführt, um die Positionen miteinander zu vergleichen und zu diskutieren.

Ein gut geplanter Computereinsatz kann also gleichzeitig die Computer Literacy der Jugendlichen fördern und eine intensive Auseinandersetzung mit den Fachinhalten gewährleisten.

ABSCHLIESSENDE BEMERKUNG

Computer können, wie hier an zwei Beispielen gezeigt, eine Bereicherung für den Chemieunterricht sein. Voraussetzung dabei ist – wie beim Medieneinsatz allgemein –, dass die Arbeitsphasen am Computer gut vor- und nachbereitet und mit Arbeitsaufträgen begleitet werden; letztere unterstützen eine intensive Auseinandersetzung mit den eingesetzten Materialien. Ein gut geplanter Computereinsatz kann also gleichzeitig die Computer Literacy der Jugendlichen fördern und eine intensive Auseinandersetzung mit den Fachinhalten gewährleisten.

WEITERE INFORMATIONEN



ChiLe Homepage: www.chemieunterricht-interaktiv.de

Lerneinheiten: www.chemieunterricht-interaktiv.de/lerneinheiten.html

WebQuests: www.chemieunterricht-interaktiv.de/vermishtes.html

Animationen *Verhalten von Zink in Kupfersulfat, das Daniell-Element, die Elektrolyse von Kupferchlorid* sowie der *Bleiakkumulator*: www.chemieunterricht-interaktiv.de/seiten/animationen/weitere_animationen.html

Animationen zur Veresterung, Verseifung und Umesterung: www.chemieunterricht-interaktiv.de/seiten/animationen/animationen_2d.html

LITERATUR

- Pietzner, V. (2010). *Computer im Chemieunterricht – eine praxisorientierte Einführung*. 2. Auflage. Halbergmoos: Aulis.
- Pietzner, V., Witteck, T. & Eilks, I. (2008). WebQuests im Chemieunterricht – ein Beispiel zu Sonnenschutz und Sonnencremes. *Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule*, 57(4), 33–35.
- Pietzner, V. (2007). Computerunterstütztes Problemlösen im Chemieunterricht. *Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht*, 60, 52–58.
- Pietzner, V. & Meyer, H. (2005). Der interaktive Bleiakku im Chemieunterricht: Eine Untersuchung im Rahmen von ChiLe – Chemie interaktiv Lernen. *Chemie konkret*, 12(2), 75–80.
- Pietzner, V., Vettors, R. & Schwab, T. (2010). Interaktiv und experimentell vom Raps zum Biodiesel. *Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule*, 59(1), 30–33.
- Pietzner, V. (2005). Räumliche Moleküldarstellungen im Chemieunterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht – Chemie*, 16(90), 35–37.
- Vettors, R. & Pietzner, V. (2005). Strom – nicht nur aus der Steckdose. *Naturwissenschaften im Unterricht – Chemie*, 16(90), 20–23.

ÜBER DIE AUTORIN



Verena Pietzner studierte die Fächer Chemie und Mathematik für das Lehramt (Sekundarstufe I und II) an der Universität Bielefeld und absolvierte das Referendariat. Es folgten die Promotion im Projekt »Vernetztes Studium – Chemie«, heute bekannt unter dem Namen Chemgapedia, und die Habilitation an der TU Braunschweig. Seit April 2009 ist sie Professorin für Didaktik der Chemie: zunächst in Landau und Hildesheim, seit März 2014 an der Universität Oldenburg.

INTERAKTIVE WHITEBOARDS IM NATURWISSENSCHAFTLICHEN UNTERRICHT (iWnat)

Ein Lehrerfortbildungskonzept zum Einsatz interaktiver Whiteboards im Chemieunterricht

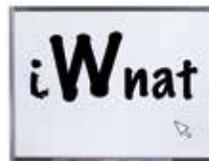
Bernhard Sieve & Sascha Schanze

»Endlich einmal eine Fortbildung, die mir wirklich etwas für meinen Chemieunterricht gebracht hat. Jetzt weiß ich viel besser, wie ich das Smartboard nutzen kann.«

Diese Aussage einer Chemielehrerin, die an unserer Fortbildung zur Nutzung interaktiver Whiteboards (IWBs) teilgenommen hat, erfüllt uns mit Stolz, da es uns zeigt, dass wir mit unserem Fortbildungskonzept die Lehrkräfte erreichen und sie adressatengerecht unterstützen können. Was unser Konzept so anders macht als bisherige IWB-Lehrerfortbildungen, das möchten wir Ihnen in diesem Beitrag näherbringen.

DER ANLASS FÜR DAS PROJEKT iWnat

In den letzten Jahren sind zahlreiche naturwissenschaftliche Fachräume mit IWBs ausgestattet worden. Derzeit kann man davon ausgehen, dass in 36 % der NaWi-Fachräume diese Technologie installiert ist (Initiative D21, 2011). Damit gelangt ein digitales Medium in den Unterricht, aus dem sich zahlreiche neue Potenziale für den Unterricht ergeben. Gerade in den MINT-Fächern werden im Unterricht über Messwerterfassungssysteme, grafikfähige Taschenrechner, Simulationen und Animationen digitale Daten erzeugt, die über das IWB in einer Klasse kommuniziert und visualisiert werden können. Das IWB stellt somit die Schaltstelle für die Nutzung digitaler Werkzeuge dar.



Die derzeitige Unterrichtspraxis zeigt jedoch, dass viele Lehrkräfte mit dieser Technologie überfordert sind und das IWB meist Ersatz für die herkömmliche Kreidetafel bleibt oder als bloße Präsentationsfläche für Filme o.Ä. eingesetzt wird (vgl. Beitrag [Steinmüller](#), S. 114). Erschwerend kommt hinzu, dass die Kenntnisse und Fähigkeiten der Lehrkräfte im Umgang mit dem Computer und digitalen Medien allgemein und speziell mit dem IWB sehr heterogen sind und zudem Ideen fehlen, wie man dieses Werkzeug mit Mehrwert einsetzen kann. Somit bleibt es bei der vorwiegend spontanen und wenig geplanten Nutzung des IWB im Unterricht (Sieve, Ulrich & Schanze, 2014). Fortbildungen sind daher dringend notwendig, doch darin liegt das Problem. Bisherige IWB-Fortbildungen zeigen oft nur auf, was die Technologie im Allgemeinen alles kann, vermitteln jedoch kaum Ideen für den konkreten Einsatz im Fachunterricht. Zudem orientieren sie sich zu wenig an den konkreten Kenntnissen, Erfahrungen und Bedürfnissen der Lehrkräfte, sind also wenig adressatengerecht gestaltet. Und genau an diesen Desideraten setzt unser Fortbildungskonzept an.

Es fehlen Ideen, wie man dieses Werkzeug mit Mehrwert einsetzen kann.

DIE ECKPFEILER UNSERES FORTBILDUNGSKONZEPTS

Fachspezifisch schulen: Es werden grundlegende und erweiterte Funktionen des IWB an konkreten Unterrichtsszenarien aus dem Chemieunterricht vermittelt und somit gleichzeitig die Nutzungsmöglichkeiten, aber auch die Grenzen dieser Technologie aufgezeigt (siehe Abb. 1). Schwerpunkte bilden dabei die Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten sowie die Modellierung chemischer Phänomene auf der Teilchenebene. Die im Chemieunterricht erprobten Unterrichtsbausteine zeigen weitere Einsatzszenarien für die Nutzung des IWB im Unterricht auf und dienen als Ideenpool für die Lehrkräfte (Pennig, 2005). Handreichungen geben didaktisch-methodische Hinweise zu den Unterrichtsbausteinen und unterstützen zusätzlich.

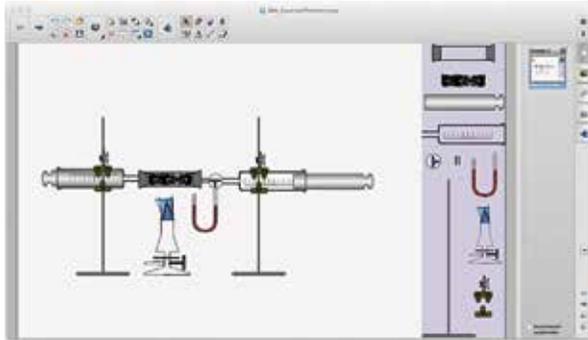


Abb. 1: Beispiel für das Entwickeln einer Versuchsapparatur: erstellt mit SMART Notebook™; Gerätesymbole nach Maisenbacher (2007)

Modularität und Selbsttätigkeit: Es gibt drei Niveaustufen (Grundlagen-, Aufbau- und Expertenschulung), jeweils mit verschiedenen Modulen. Alle Module werden in Gruppen mit maximal drei Lehrkräften selbstständig bearbeitet, wobei die Lehrkräfte durch ein Fortbildungsskript, die Fortbildner sowie Video-Tutorials unterstützt werden. Für jede Niveaustufe ist ein zeitlicher Rahmen von etwa drei bis vier Stunden angesetzt, damit möglichst viel Praxiserfahrung gesammelt werden kann.

Den Bedürfnissen angepasst: Jede Lehrkraft wird vor der Fortbildung hinsichtlich ihrer jeweiligen IWB-spezifischen Erfahrungen, Kenntnisse und Bedürfnisse per Fragebogen befragt. Die Auswertung liefert ein individuelles Schulungsprofil, auf dem die Zuordnungen der Lehrkräfte zu den Niveaustufen sowie die Empfehlungen der zu behandelnden Module beruhen. Auf diese Weise kann die Fortbildung adressatengerecht gestaltet werden (Lipowsky, 2004).

Gemeinsam lernen – Kooperation fördern: Die Fortbildung steht vornehmlich ganzen Fachgruppen aus den Bereichen Chemie bzw. NaWi offen, wodurch einerseits die technischen Rahmenbedingungen vor Ort berücksichtigt werden können. Andererseits fördert die Kombination von handlungs- und erfahrungsbasiertem Lernen mit kooperativen Elementen im sozialen Kontext der

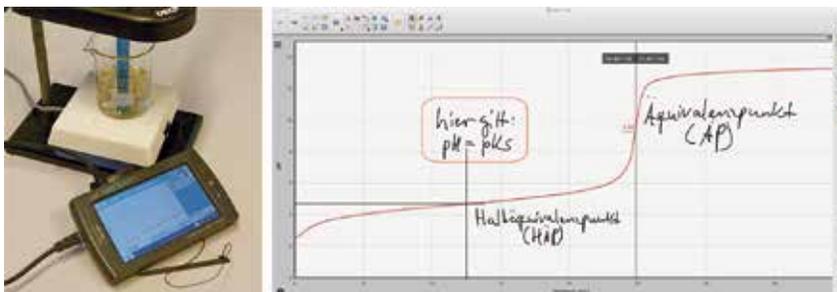


Abb. 2: Eine per Messwert erfassungssystem erzeugte Titrationskurve der Titration von Haushaltsessig mit Natronlauge. Die Auswertung der Titrationskurve erfolgte im Overlaymodus mit den Stift- und Zeichenwerkzeugen (erstellt mit SMART Notebook™ und Vernier LabQuest 2).

Fachgruppe die Kooperation innerhalb der Fachgruppe, was ein entscheidender Faktor einer erfolgreichen Implementation ist (Gräsel & Parchmann, 2004; Lindner, 2008). Kooperation und Materialaustausch werden zudem durch eine Online-Plattform unterstützt.

Fit für den digitalen Fachraum: Die Aufbau- und Expertenschulung beinhaltet die Einbindung weiterer digitaler Werkzeuge bzw. Medien (digitale Messwert erfassung, Dokumentenkameras, Animationen, Filme, vgl. Abb. 2) und bindet auch die digitalen Endgeräte der Schüler mit ein (z. B. über die Kamerafunktion, Schülerfeedback-Systeme). Dadurch wird der Weg vom Werkzeug für Lehrkräfte hin zum IWB als Lernwerkzeug für Schüler eröffnet.

ERPROBUNG UND EVALUATION DER FORTBILDUNG

Das hier vorliegende chemiespezifische und an den individuellen Bedürfnissen und Fähigkeiten der Lehrkräfte ansetzende Fortbildungskonzept wurde mittlerweile an über 30 Schulen und in verschiedenen Chemielehrerfortbildungszentren bundesweit erprobt, evaluiert und optimiert. Konzeption und Evaluation wurden im Rahmen des Projekts iWnat wissenschaftlich begleitet.

tet. Die Evaluationsergebnisse sind bezüglich des Transfers in den Unterricht sehr positiv, was sich einerseits an positiven und stärker wirkungsbezogenen Einstellungen der Lehrkräfte gegenüber dem IWB und andererseits an der Zunahme an technischen und vor allem didaktisch-methodischen Kompetenzen im Umgang mit dem IWB im eigenen Unterricht manifestiert. Die fachspezifische und an die individuellen Bedürfnisse der Lehrkräfte angepasste Konzeption hat sich daher bewährt. Die Beispiele guter Praxis werden dabei als Ideengeber für die konkrete Umsetzung im Unterricht besonders positiv hervorgehoben.

WEITERE INFORMATIONEN



Überblick über das Projekt iWnat:

<http://www.chemiedidaktik.uni-hannover.de/iwnat.html>

Weitere Informationen zur Fortbildung und Materialien zum Einsatz des IWB im Chemieunterricht:

http://www.chemiedidaktik.uni-hannover.de/digitale_medien.html

LITERATUR

- Gräsel, C. & Parchmann, I. (2004). Implementationsforschung – oder: der steinige Weg, Unterricht zu verändern. *Unterrichtswissenschaft*, 32(3), 196 – 214.
- Initiative D21. (2011). *Initiative D21 e.V.* (M. Falenski, Hrsg.), http://www.initiatived21.de/wp-content/uploads/2011/05/NOA_Bildungsstudie_140211.pdf [20.04.2014]
- Lindner, M. (2008). Lehrerfortbildung heute – Sind Lehrkräfte fortbildungsresistent? *MNU*, 61(3), 164 – 168.
- Lipowsky, F. (2004). Was macht Fortbildungen für Lehrkräfte erfolgreich? Befunde aus der Forschung und mögliche Konsequenzen für die Praxis. *Die Deutsche Schule*, 4, 462 – 479.
- Maisenbacher, P. (2007): www.rs-bw.rv.schule-bw.de/dateien/SV2.doc [20.04.2014]
- Pennig, D. (2005). *Entwicklung, Erprobung und Evaluation eines Konzepts zur Lehrerfortbildung und Lehrerausbildung*. Dissertation, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Jena.
- Sieve, B. & Schanze, S. (2013). Was denken MINT-Lehrer über ihren Umgang mit dem interaktiven Whiteboard? In S. Bernhold, *Inquiry based learning – Forschendes Lernen; Tagungsband GDGP – Hannover 2012* (S. 449 – 451). Berlin: Lit-Verlag.

Sieve, B., Ulrich, N. & Schanze, S. (2014). Vom Lehrerwerkzeug zum Werkzeug für Lernende – Wie bekommen Lehrer Perspektiven für die Nutzung interaktiver Whiteboards? *Computer und Unterricht*, 93, 52 – 53.

ÜBER DIE AUTOREN



Bernhard Sieve ist Oberstudienrat für die Fächer Chemie und Biologie sowie wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Didaktik der Naturwissenschaften der Leibniz Universität Hannover. Er leitet das Projekt iWnat.



Prof. Dr. **Sascha Schanze** ist Leiter des Fachgebiets Chemiedidaktik am Institut für Didaktik der Naturwissenschaften der Leibniz Universität Hannover.

LERNWEGE MIT PREZI MODERN GESTALTEN – BEISPIELE ZUM TEILCHENKONZEPT

Moritz Krause & Ingo Eilks

Mit fortschreitender Entwicklung moderner Computertechnologie unterliegen auch Präsentationswerkzeuge und Darstellungen im Internet einem kontinuierlichen Wandel. Herrschten in beiden Fällen anfangs noch eher starre Formen vor, so wurden diese in den letzten Jahren immer dynamischer. Dies hängt nicht zuletzt mit der rasanten Entwicklung und Verbreitung von Smartphones und Tablet-PCs zusammen, deren Bedienung sich zunehmend weiter von starren Eingabe-, Bedienungs- und Darstellungselementen löst. Entsprechend den generellen Veränderungen bei Computern und dem Internet sollten auch Lernumgebungen für den naturwissenschaftlichen Unterricht diese Entwicklungen aufgreifen. Somit stellt sich die Frage, wie Lernumgebungen auch für den naturwissenschaftlichen Unterricht mit einem modernen Erscheinungsbild gestaltet werden können, damit sie von den Lernenden nicht als antiquiert empfunden werden. Eine Software, die eine solche Darstellung erlaubt, ist PREZI. Mit PREZI können weniger geübte Computernutzer dynamisch erscheinende Lernumgebungen gestalten, ohne dass fortgeschrittene Software- oder Programmierkenntnisse erforderlich sind.

LERNUMGEBUNGEN MIT PREZI GESTALTEN

PREZI ist ein Präsentationsprogramm, das ab 2007 von dem ungarischen Künstler Adam Somlai-Fischer und dem Informatiker Peter Halacsy entwickelt und 2009 der Öffentlichkeit vorgestellt wurde. PREZI kann als eine weiterentwickelte Form klassischer Präsentationsprogramme, etwa Microsoft PowerPoint, verstanden werden. Im Gegensatz zu PowerPoint bietet PREZI deutlich mehr Möglichkeiten, Inhalte stärker vernetzt und mit dem Eindruck einer dynamischen Verbindung darzustellen.

Das Konzept von PREZI basiert auf einer großen Arbeitsfläche, auf der einzelne Folien mit Inhalten erstellt werden. Auf jeder Folie können Texte, Links, Bilder, Videos oder Zusatzmaterialien eingebettet und direkt aus diesen Folien heraus aufgerufen werden. Diese Folien können frei auf der Arbeitsfläche arrangiert werden. Dabei werden sie verschiedenen Ebenen zugewiesen, sodass die Folien nicht nur nacheinander verbunden werden können, sondern quasi überall auf der Oberfläche in die verschiedenen Ebenen hineingezoomt werden kann und auf diese Weise Inhalte in mehreren Dimensionen miteinander verbunden sind.

Die Folien können aber auch einer Reihenfolge zugeordnet werden, sodass sie im Präsentationsmodus nacheinander aufgerufen werden. Diese Abfolge ist jedoch nicht zwingend. Der Nutzer kann die Arbeitsfläche frei nutzen, zwischen den Inhalten springen und diese durch Zoomen sichtbar machen. So entsteht die Möglichkeit, dass Lernende sowohl einem vorgeschlagenen Lernweg folgen, diesen bei Bedarf jedoch verlassen und gegebenenfalls auf diesen zurückkehren können. So entsteht ein hohes Maß an Steuerungsinteraktivität, das individuelle Lernwege und entdeckendes Lernen ermöglicht.

Der Präsentationsmodus von PREZI erweckt den Eindruck einer offenen und dynamischen Verbindung der Inhalte. Dieser Eindruck entsteht, da die einzelnen Folien in der Übersicht stets sichtbar bleiben und nicht nacheinander eingeblendet werden. Dadurch erhält der Zuschauer einen Überblick über das gesamte Thema und kann Zusammenhänge besser verstehen. Beim Wechsel zwischen den Folien erzeugt PREZI den Eindruck, dass hinein- und herausgezoomt und der Weg zwischen den einzelnen Folien quasi abgefahren wird. Durch diese Darstellung, durch das Springen, Zoomen und den dynamisch erscheinenden Wechsel zwischen den Folien, entsteht ein Eindruck, wie er im digitalen Zeitalter alltäglich im Gebrauch ist, etwa bei Smartphones und Tablet-PCs. PREZI unterscheidet sich damit deutlich von vielen eher statischen Darstellungen auf der Basis von HTML.

PREZI-LERNUMGEBUNGEN ZUM TEILCHENKONZEPT

Wie eine solche Gestaltung von Lernumgebungen aussehen kann, soll an einem Beispiel zum Teilchenkonzept illustriert werden. Ab dem Jahr 1999 wurde von Eilks und anderen das Projekt »Neue Wege zum Teilchenkonzept« vorgestellt (Eilks & Möllering, 2001a). Ziel des Projekts war, einen in sich konsistenten und widerspruchsfreien curricularen Gang durch die verschiedenen Inhalte des Stoff-Teilchen-Konzepts zu strukturieren. In einem Zeitraum von etwa fünf Jahren wurde dieses Vorhaben umgesetzt, in einer Vielzahl von Unterrichtseinheiten gestaltet und in zahlreichen Publikationen beschrieben. Eine Übersicht gibt Eilks (2002, 2007). Erste Schritte zum Teilchenkonzept, etwa über die Rastertunnelmikroskopie, wurden durch multimediale Lernumgebungen auf der Basis von HTML umgesetzt. Diese Lernumgebungen, geschrieben in den Jahren 1999–2002, waren zu dem Zeitpunkt ihrer Erstellung durchaus modern. Videos wurden aufgenommen und eingebunden; animierte Darstellungen der Teilchenebene wurden erstellt und den Lernenden zur Verfügung gestellt (Eilks & Möllering, 2001b). Begleitet wurde dies durch Arbeitsblätter und Vorschläge für den Einsatz in kooperativen Lernformen. Bei den verfügbaren Unterrichtsmodulen handelt es sich u. a. um die Rastertunnelmikroskopie, Aggregatzustände, Stoffe / Gemische / Lösungen oder die chemische Reaktion.

Erstellt wurden die ursprünglichen Lernumgebungen auf der Basis von HTML. Die Inhalte wurden auf einzelne Seiten aufgeteilt, die über Links miteinander verbunden waren. Bilder, Videos und Animationen wurden passend zu den Inhalten eingebunden. Eine Übersicht und das direkte Ansteuern bestimmter Seiten war allerdings nicht verfügbar. Auch führten technische Veränderungen im Laufe der Jahre zu Funktionseinschränkungen, da bestimmte Player für einzelne Medienelemente nicht mehr verfügbar waren. So konnten z. B. einige Videos nicht mehr angeschaut werden, da ein bestimmter Video-Player benötigt wurde, der nur noch über Umwege zu bekommen war. Zudem entsprach das Layout immer weniger dem Stand der Zeit und den außerschulischen Mediengewohnheiten der Lernenden. Für den damaligen Stand der Technik war die Gestaltung zeitgerecht und innovativ, heute ist diese Lernumgebung in den Augen der Lernenden hoffnungslos veraltet und unattraktiv.

Mit PREZI wurden die Lernumgebungen zum Teilchenkonzept nun völlig

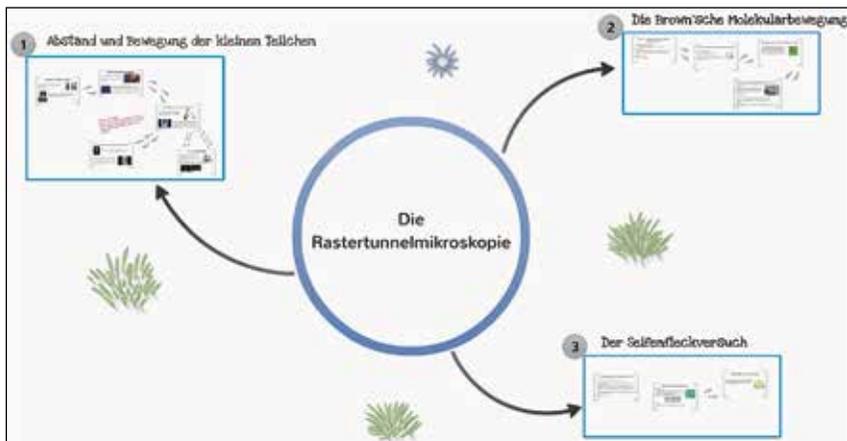


Abb. 1: Lernumgebung zur Rastertunnelmikroskopie

neu gestaltet. Die ursprünglichen Inhalte und Medienelemente werden nun anders dargestellt, miteinander verbunden und multimedial illustriert. Abbildung 1 zeigt die mit PREZI neu gestaltete Lernumgebung, ausgehend vom ursprünglichen Entwurf zur Rastertunnelmikroskopie (Eilks, Möllering, Leerhoff & Ralle, 2001). Die Inhalte sind in drei Teilbereiche unterteilt, die sofort in der Übersicht erkennbar sind: 1. Abstand und Bewegung der kleinen Teilchen, 2. Die Brown'sche Molekularbewegung und 3. Der Seifenfleckversuch. So erhalten die Lernenden als Erstes eine Übersicht über die gesamte Lernumgebung. Die Lernenden können einen vorgeschlagenen Lernweg abschreiten. Auf den Folien finden sie Videos und Animationen, die direkt in das Medium eingebettet sind, auf den Folien angeschaut werden können und so keinen zusätzlichen Player benötigen. Die Folien enthalten zudem Vertiefungsangebote, die angelaufen werden können, oder vertiefende »Umwege«. Durch Hineinzoomen zeigen sich weitere Details, durch Herauszoomen wieder die Übersicht, der eigene Standort und der Zusammenhang der Lerninhalte.

Eine weitere Neuerung im Vergleich zur ursprünglichen Lernumgebung ist die Integration von differenzierenden Aufgaben. An bestimmten Stellen in der Lernumgebung können die Schüler Aufgaben zur Vertiefung oder Wieder-

holung des Gelernten bearbeiten. Dabei wird jede Aufgabe in drei verschiedenen Schwierigkeitsniveaus angeboten. Die Lernenden entscheiden selbst, welche Schwierigkeitsstufe sie bearbeiten möchten. Die Niveaustufe 1 ist die leichteste und bietet z. B. bei der Beschriftung einer Abbildung passende Begriffe an, in der Niveaustufe 2 fehlen die Begriffe zur Beschriftung, und in der Niveaustufe 3 sollen die Lernenden selbst eine Abbildung zeichnen und diese beschriften. Zusätzlich wurden differenzierte Arbeitsblätter entwickelt. Diese arbeiten ebenfalls auf drei Differenzierungsniveaus: »Orientieren und Verstehen«, »Verstehen« und »Verstehen und Vertiefen«. Die Arbeitsblätter sollen beim Bearbeiten der Lernumgebung Orientierung geben, das Lernen an das Lernniveau der Lernenden anpassen und der Sicherung dienen. Dabei unterscheiden sich die Arbeitsblätter im Schwierigkeitsgrad der Aufgaben, aber auch in deren Anzahl und Umfang.

ERFAHRUNGEN

Die Nutzung von PREZI als Basis für multimediale Lernumgebungen findet bei den Schülern eine sehr positive Resonanz. Es zeigt sich, dass die Lernenden gut mit PREZI zurechtkommen und ihnen die Bedienung intuitiv leichtfällt. Die Mehrzahl der Schüler gibt an, dass ihnen die Mischung aus Animationen, Videos, Bildern und Texten gefällt und Lernumgebungen auf der Basis von PREZI zeitgemäß wirken (Krause et al., 2014). Außerdem schätzen sie besonders die Möglichkeit, in ihrem eigenen Lerntempo zu arbeiten, ihren individuellen Weg durch die Inhalte zu finden und sich mit den Inhalten einzeln oder in kleinen Gruppen zu beschäftigen.

Insgesamt sind durch die Nutzung von PREZI alte Lernumgebungen in einem neuen Gewand möglich geworden. Diese bieten Möglichkeiten zum individualisierten, differenzierten und kooperativen Lernen. So werden nun in der Folge auch die anderen Lernumgebungen zum Teilchenkonzept auf PREZI umgestellt und neue Module etwa zu den chemischen Bindungstypen entwickelt. Die Lernumgebung und die begleitenden Materialien stehen interessierten Lehrkräften und Lernenden kostenlos zur Verfügung.

WEITERE INFORMATIONEN



www.prezi.com

www.chemiedidaktik.uni-bremen.de/multimedia

LITERATUR

- Eilks, I. (2002). Von der Rastertunnelmikroskopie zur Struktur des Wassermoleküls – Ein anderer Weg durch das Teilchenkonzept in der Sekundarstufe I. *Chemie und Schule (Salzbg.)*, 17(3), 7–12 und 17(4), 2–6.
- Eilks, I. (2007). Neue Wege zum Teilchenkonzept – Wie man Basiskonzepte forschungs- und praxisorientiert entwickeln kann. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 18(100/101), 23–27.
- Eilks, I. & Möllering, J. (2001a). Neue Wege zu einem fächerübergreifenden Verständnis des Teilchenkonzepts. *Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht*, 54, 240–247.
- Eilks, I. & Möllering, J. (2001b). Die Lernumgebung ›Teilchen‹ – Ein multimediales didaktisches Netzwerk. *Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule*, 50(7), 28–31.
- Eilks, I., Möllering, J., Leerhoff, G. & Ralle, B. (2001). Teilchenmodell oder Teilchenkonzept? – Oder: Rastertunnelmikroskopie im Anfangsunterricht. *ChemKon*, 8(2), 81–85.
- Krause, M., Ostersehl, D., Mehrwald, T., Runden, H.-J., Mroske, S. & Eilks, I. (2014). Using PREZI-technology to promote inquiry-based learning on ›bionics‹. In C. Bolte, J. Holbrook, R. Mamlok-Naaman & F. Rauch (Hrsg.), *Science teachers' continuous professional development in Europe* (141–150). Berlin: FU Berlin.

ÜBER DIE AUTOREN



Moritz Krause, MEd, studierte Chemie und Biologie für das Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen in Bremen. Derzeit arbeitet er als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Didaktik der Naturwissenschaften der Universität Bremen.



Prof. Dr. **Ingo Eilks** studierte Chemie und Mathematik für das Lehramt an Gymnasien. Seit 2004 ist er Professor für Chemiedidaktik an der Universität Bremen.

NATURWISSENSCHAFTLICHEN UNTERRICHT VORBEREITEN UND KREATIV GESTALTEN

Thomas Seilnacht

Das Internetportal www.seilnacht.com bietet Material für den naturwissenschaftlichen Unterricht (vgl. Abb. 1). Auf den Seiten finden sich neben theoretischen Hintergründen, Experimenten und Filmen auch Arbeitsblätter und ganze Unterrichtseinheiten insbesondere für den Chemieunterricht, aber auch zur Biologie und fächerübergreifenden Themen. Die Internetseiten werden seit vielen Jahren vom Autor selbst betreut und regelmäßig aktualisiert. Hierbei fließen eigene Unterrichtserfahrungen ebenso ein wie Rückmeldungen der Nutzer. Zum Erreichen eines hohen Qualitätsstandards in didaktisch orientierten, digitalen Medien müssen Unterrichtseinheiten und Experimente ausprobiert, möglichst weitgehend selbst entwickelt und modifiziert werden. Diesen Anspruch erhebt das Werk. Es zeigt pädagogisch-didaktische Möglichkeiten auf, wie Arbeitsmaterial für den eigenen Unterricht kreativ entwickelt und der Schüler zum naturwissenschaftlichen Arbeiten kompetenzorientiert hingeführt werden kann. Die Materialien werden kostenfrei zur Verfügung gestellt, für den Einsatz durch Lehrkräfte im Unterricht ist zusätzlich eine CD-ROM erhältlich. Die Inhalte und Texte sind im Internet aber fast komplett verfügbar, sodass gezielte Arbeitsaufträge an Lernende möglich sind. Nachfolgend sollen einige Inhalte des Portals an fünf Beispielen vorgestellt werden.

Beispiel 1: Das Farbenprojekt. Das Farbenprojekt entstand ursprünglich aus der Idee, im Chemieunterricht Farben selbst herzustellen und im bildnerischen Gestalten künstlerisch zu verarbeiten. In der Schule können praktisch alle Farben wie Kreide, Pastell-, Aquarell-, Öl- oder Wachsmalfarben relativ leicht selbst hergestellt werden. Dazu finden sich entsprechende Anleitungen. Es werden zwölf Bausteine des Farbenprojekts vorgestellt, die einzeln oder in verschiedenen Kombinationen unterrichtet werden können. Es wäre denkbar, dass die Schüler mehrere Themen aus dem Angebot selbst auswählen, beispielsweise die Höhlenmalerei und die Kreideherstellung, die Caseinmalerei

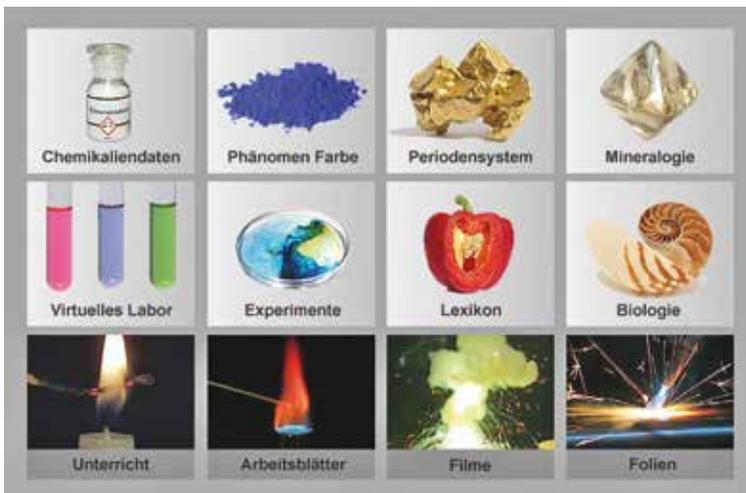


Abb. 1: Startseite und Inhaltsübersicht von www.seilnacht.com

und das Projekt Blau, die Herstellung von Tinte oder das Färben von Wolle und Seide mit Naturfarbstoffen. Zu jedem der Themenbausteine liegen umfangreiche Text- und Bildinformationen in Form eines Farbenlexikons vor. Der Autor ist in der ganzen Welt herumgereist auf der Suche nach seltenen Fotos, sein besonderer Ehrgeiz ist es, Fotos und Filme selbst anzufertigen und nur in Ausnahmefällen für die Internetseite einzukaufen. So war es zum Beispiel besonders schwierig, Textilstücke zu bekommen, die mit echtem Purpur gefärbt sind. 8000 Purpurschnecken sind notwendig, um ein Gramm des kostbaren Farbstoffs zu gewinnen. Nur der römische Kaiser durfte früher ein komplett mit Purpur gefärbtes Gewand tragen, die Senatoren mussten sich mit einem purpurnen Streifen an ihrer Toga begnügen. Noch heute kostet ein Gramm des Farbstoffs mehr als 1000 Euro. Auf www.seilnacht.com sind noch viele solcher Geschichten aus der Kulturgeschichte der Farben vorhanden. Diese machen das Thema interessant. Wenn die Schüler aus selbst hergestellten Farben ein eigenes Kunstwerk gestalten, dann werden die Farben für sie erlebbar.

Beispiel 2: Chemische Experimente planen und sicher durchführen. Im naturwissenschaftlichen Unterricht spielt das Ausprobieren und Entwickeln von

Experimenten durch Schüler zunehmend eine bedeutende Rolle. Die Unterscheidung in »Demonstrationsexperiment«, »Schülerübung« und »echtes Experiment« ist sinnvoll. Die Internetseite zeigt zu jeder dieser drei Vorgehensweisen Beispiele auf, wie das in der Praxis gefahrlos umgesetzt werden kann. In der Chemikaliendatenbank finden sich ausführliche Porträts der Stoffe und Gefahrstoffe. Aufgrund der Hochschultätigkeit des Autors ist gewährleistet, dass die neuesten, rechtlich relevanten Bestimmungen nach der Gefahrstoffverordnung und nach GHS berücksichtigt sind. Zu den gefährlicheren Experimenten wie zum Thermitversuch liegen beispielhaft ausgearbeitete Gefährdungsbeurteilungen vor, außerdem eine Schablone und Hilfen, wie eine eigene Gefährdungsbeurteilung vorgenommen werden kann. Eine komplett beschriebene Unterrichtseinheit zum Thema Gefahrstoffe eignet sich hervorragend zum Einstieg in den Chemieunterricht. Chemisch-physikalische Grundoperationen werden ausführlich mit Bild und Text beschrieben. Diese Grundkompetenz ist notwendig, damit Schüler selbstständig Experimente entwickeln und ausprobieren können.

Beispiel 3: Periodensystem und Mineralogie. Das Periodensystem auf www.seilnacht.com stellt eine Entwicklungsarbeit aus mehreren Jahrzehnten dar. Zu jedem Element gibt es ein ausführliches Porträt mit Eigenschaften, Toxikologie, Geschichte, Herstellung und Verwendung sowie einen Kurzfilm. Es werden auch ganz seltene Objekte gezeigt, beispielsweise schwarzer und violetter Phosphor oder bläulich glänzende Osmiumkristalle. Die Welt der Mineralogie auf www.seilnacht.com ist nicht nur für Lehrkräfte interessant, sondern auch für Mineraliensammler, die sich über Mineralien, Edelsteine und Erze informieren möchten. Themen wie die Gesteinskunde oder die Kristallografie werden so dargestellt, dass sie gut verständlich sind.

Beispiel 4: Digitale Medien wie Folien und Filme sinnvoll einsetzen. Über den Menüpunkt »Biologie« gelangt der Nutzer auf www.digitalefolien.de. Hier sind Fotos oder Grafiken hinterlegt, die bildschirmfüllend mit Hilfe eines Beamers oder eines Whiteboards präsentiert werden können. Die Medien zum Biologieunterricht können die Realbegegnung mit der Natur zwar nicht ersetzen, sie ermöglichen aber die Gestaltung einer Lernumgebung für einen kompetenzorientierten Unterricht (vgl. Beitrag [Unterbruner](#), S. 247). Sie lassen einen

vielfältigen Einsatz zu, beispielsweise das Präsentieren, das Herstellen von Arbeitsblättern, Lern- und Bestimmungskarten und Spielen, das Beobachten von Verhaltensweisen der Tiere im Film, und sie ermöglichen Schülern das Erstellen von Referaten und Plakaten. Alle Grafik- und Foto-Dateien sind durch Text- oder Grafik-Software einlesbar. Die Inhalte sind für die Primarstufe und für die Sekundarstufe 1 aufbereitet.

Beispiel 5: Arbeitsaufgaben an Lernende stellen. Das Angebot im Internet ist inzwischen so groß, dass der Überblick oft verloren geht. Daher ist es von Bedeutung, Schüler gezielt auf geeignete Internetseiten zu leiten und konkrete Arbeitsaufträge zu stellen (vgl. Beitrag [Crossley \(2\)](#), S. 257). Es geht nicht darum, fertiges Material wie Texte und Fotos für Referatsvorbereitungen zu kopieren und zu übernehmen. Die Eigenarbeit der Schüler soll im Vordergrund stehen. Didaktisch und pädagogisch gut aufbereitete Seiten stellen nicht nur Informationen zur Verfügung, sondern sie bieten auch Anregungen und Ideen, wie man ein Referat, eine Präsentation oder ein Plakat ansprechend und kreativ gestaltet. Abbildung 2 zeigt Beispiele, wie die Inhalte der Seiten im naturwissenschaftlichen Unterricht eingesetzt werden können.

- Gefahrenpotenzial eines Stoffes ermitteln oder eine Gefährdungsbeurteilung zu einem chemischen Experiment selbst erstellen.
- Eine Untersuchungsreihe oder ein Experiment selbst entwickeln.
- Chemische Arbeitsweisen simulieren oder üben, zum Beispiel im virtuellen Labor.
- Nach Antworten zu Phänomenen oder Fragen suchen, zum Beispiel: »Warum haben wir zwei Augen?« bei www.digitalefolien.de.
- Ein Referat oder eine Präsentation zu einem Thema vorbereiten, zum Beispiel »Vögel fliegen so gut, weil ...«
- Eine konkrete Betrachtungs- oder Beobachtungsaufgabe für ein bestimmtes Bild oder einen bestimmten Film stellen.
- Was muss man beim Bau eines Planktonaquariums oder einer Kräuterspirale beachten? Wie wird das gebaut?
- Eine geführte Exkursion vorbereiten: Welche Infos gebe ich den Teilnehmern?
- Ein Spiel entwickeln, ein Plakat gestalten, eine PowerPoint-Präsentation zusammenstellen. Es gilt die oben beschriebene Regel, dass Schüler möglichst selbst zeichnen oder fotografieren.

Abb. 2: Einsatzmöglichkeiten von www.seilnacht.com im naturwissenschaftlichen Unterricht

Nach den Lizenzbestimmungen der Internetseiten auf www.digitalefolien.de und www.seilnacht.com dürfen Schüler auch ohne spezielle Nachfrage bis zu fünf Fotos oder Grafiken gemäß der dort genannten Lizenzbestimmungen im Unterricht pro Referat oder Aufgabe nutzen. Darauf können sich die Schüler beziehen, eine spezielle Mailanfrage ist dafür nicht notwendig. Diese Einschränkung wurde bewusst gewählt, damit die Eigenarbeit nicht zu kurz kommt. Das Nutzungsrecht gilt aber nicht für eine Verwendung auf Internetseiten oder für Veröffentlichungen. Das Werk des Autors wird übrigens nicht nur von Lehrkräften und Schülern genutzt. Etwa die Hälfte der Besucher von Seilnachts Internetseiten sind Erwachsene, die das Interesse an den Naturwissenschaften wieder neu entdecken.

WEITERE INFORMATIONEN



www.seilnacht.com

www.digitalefolien.de

ÜBER DEN AUTOR



Thomas Seilnacht ist Lehrbeauftragter im Fachbereich Chemie der Pädagogischen Hochschule Heidelberg und Dozent an der PH Luzern. Außerdem ist er als freischaffender Autor und Künstler tätig. Davon unterrichtete Thomas Seilnacht neun Jahre lang an der Realschule Mühlheim Donau. Die Internetseite www.seilnacht.com ist das Ergebnis der Praxiserfahrungen mit Schülern und Studenten, sie besteht seit 17 Jahren und wird regelmäßig betreut.

Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht (2014), J. Maxton-Küchenmeister & J. Meßinger-Koppelt (Hrsg.), Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag

HOBOS – HONEY BEE ONLINE STUDIES – EIN VIRTUELLES LABOR

Christoph Bauer

In seinem Bestseller »1984« beschreibt George Orwell eine Gesellschaft, in der jedes Mitglied mittels Kameras und Messinstrumenten ständig überwacht wird. Damals war diese Idee Science-Fiction, heute kann sie die Realität beschreiben.

Zumindest ist es die Realität für einen Bienenstock, den Prof. Dr. Jürgen Tautz an der Universität Würzburg installiert hat. Dieses Bienenvolk wird im Rahmen des HONEY-BEE-ONLINE-STUDIES-Projekts (HOBOS) mit Hilfe von verschiedenen Kameras und mannigfachen Sensoren gänzlich überwacht. Im folgenden Beitrag sollen die Motivation und Intention, die zur Installation des HOBOS-Bienenvolkes geführt haben, beschrieben werden. Es soll aufgezeigt werden, welche technische Ausstattung das HOBOS-Bienenvolk hat, wie die HOBOS-Daten aufbereitet werden und auch, wie man mit Hilfe der HOBOS-Lernplattform Schulunterricht im digitalen Zeitalter gestalten kann.

Prof. Tautz, der Urvater des HOBOS-Volkes, hat sich innerhalb seiner Forschung vor allem mit der Biologie der Honigbiene beschäftigt. Ein Problem, das sich dabei ergab, war, dass Bienen innerhalb eines Stocks, einer Höhle, eines Baumstamms oder eines anderen Hohlraums leben und somit nicht in ihrem natürlichen Lebensraum beobachtet werden können. Mit dem Öffnen des Bienenstocks greift der Biologe oder Imker massiv in den Lebensraum der Honigbiene ein, weshalb sich das Verhalten der Bienen ändert und diese nicht unter »natürlichen« Bedingungen beobachtet werden können. Selbst ein Fenster in der Bienenstockwand würde das Verhalten der Honigbiene aufgrund des Lichteinfalls beeinflussen, da es im Bienenstock normalerweise immer dunkel ist.

Ziel war es, den Bienenstock mit den Möglichkeiten, die eine technisierte, digitale Welt liefert, zu überwachen. Daneben sollte es möglich sein, im Rahmen des HOBOS-Projekts die Reaktion der Bienen auf Veränderung der Umwelteinflüsse zu untersuchen. Hierfür wurde der HOBOS-Bienenstock in-

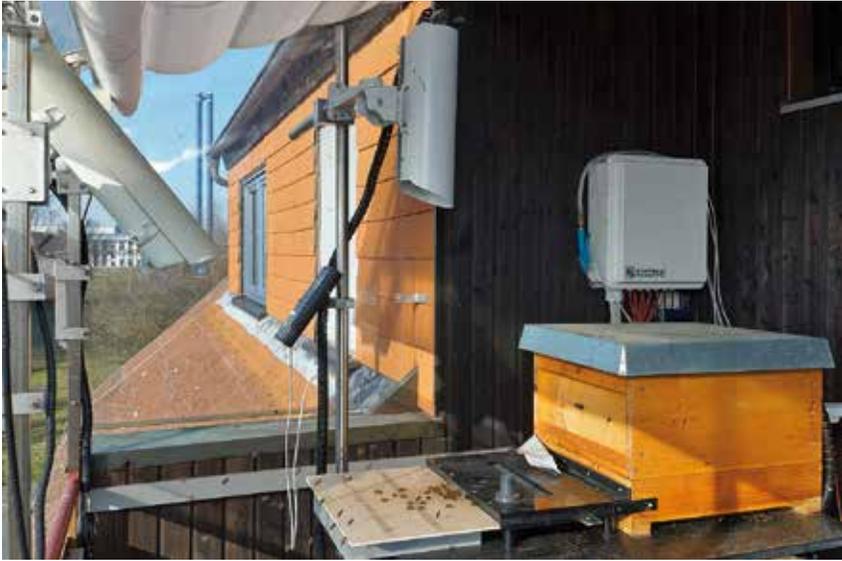


Abb. 1: HOBOS-Bienenstock an der Universität Würzburg (Bild: Martin Ottersen)

klusive einer Wetterstation von Prof. Tautz und seinem Team an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg entwickelt.

Der HOBOS-Bienenstock ist mit verschiedenen Kameras versehen, mit Hilfe derer die Bienen rund um die Uhr auf der Internetplattform www.hobos.de betrachtet werden können. Dabei handelt es sich zum einen um Infrarotkameras, die Einblicke in den Bienenstock liefern. Dies ist möglich, da infrarotes Licht außerhalb des für die Biene sichtbaren Bereichs liegt. Zum anderen ist am Flugloch eine Wärmebildkamera angebracht. Eine weitere normale Kamera am Stockeingang zeigt die Aktivität der Bienen im Jahresverlauf, und mit Hilfe einer Wetterkamera können Schüler die Vorgänge im und am Bienenstock auf die Wettersituation beziehen.

Zusätzlich ist der HOBOS-Bienenstock mit verschiedenen Sensoren ausgestattet. Mit ihnen wird die Temperatur innerhalb und außerhalb des Bienenstocks aufgezeichnet, der Kohlenstoffdioxidgehalt und die Luftfeuchtigkeit im Bienenstock werden gemessen. Das Gewicht des Bienenstocks wird jede

Minute bestimmt, die einfliegenden und die ausfliegenden Bienen werden gezählt. Außerhalb des Bienenstocks werden u. a. die elektrische Feldstärke, die natürliche Radioaktivität, die Helligkeit etc. gemessen. All dies führt dazu, dass neben dem Videomaterial monatlich ca. 460 000 Messwerte erhoben werden.

Dieser Datenreichtum, die Streams und die Live-Streams ermöglichen es, mit HOBOS einen digital ausgerichteten Unterricht zu gestalten.

An drei Beispielen soll dieser »HOBOS-Unterricht« aufgezeigt werden. Im ersten Beispiel wird ein möglicher digitaler Online-Unterricht erläutert, im zweiten Beispiel wird auf die Möglichkeit, Arbeitsaufträge direkt von der HOBOS-Homepage herunterzuladen und diese in den Fachunterricht zu integrieren, aufgezeigt, und schließlich wird anhand des dritten Beispiels dargestellt, wie Schüler mit Hilfe von HOBOS projektorientiert arbeiten können.

Mit dem virtuellen HOBOS-Labor kann naturwissenschaftlichen Fragestellungen online auf den Grund gegangen werden.

Beispiel 1 zeigt, wie mit dem virtuellen HOBOS-Labor naturwissenschaftlichen Fragestellungen online auf den Grund gegangen werden kann: Wann beginnt die Brutsaison im HOBOS-Bienenstock?

Müssten die Jugendlichen hierzu eine Vermutung formulieren, würde ein Großteil sicherlich sagen, dass Bienen im Frühling und im Sommer brüten und im Herbst und Winter nicht. Doch ist diese Antwort nicht wirklich zufriedenstellend.

Um diese Frage treffend beantworten zu können, müssen die Schüler herausfinden, anhand welcher Daten man darauf schließen kann, wann die Bienen brüten und wann nicht. Bienenlarven brauchen für ihre Entwicklung eine konstante Temperatur von ca. 35 °C, daher ist es ratsam, mit Hilfe der HOBOS-Messwerte im Jahresverlauf zu überprüfen, wann diese Temperatur erreicht und konstant gehalten wird. Auf der HOBOS-Homepage wird daher die Stocktemperatur (hier Wabengasse 6) mit der Außentemperatur für den Zeitraum der ersten Jahreshälfte verglichen. Für die erste Jahreshälfte 2012 erhält man den in Abbildung 2 dargestellten Graphen.

Der grüne Graph stellt die Temperatur im Bienenstock, der rote Graph die Lufttemperatur der Umgebung des Bienenstocks dar. Es ist ersichtlich, dass die »HOBOS-Bienen« im Jahr 2012 in etwa Mitte März mit der Aufzucht ihrer

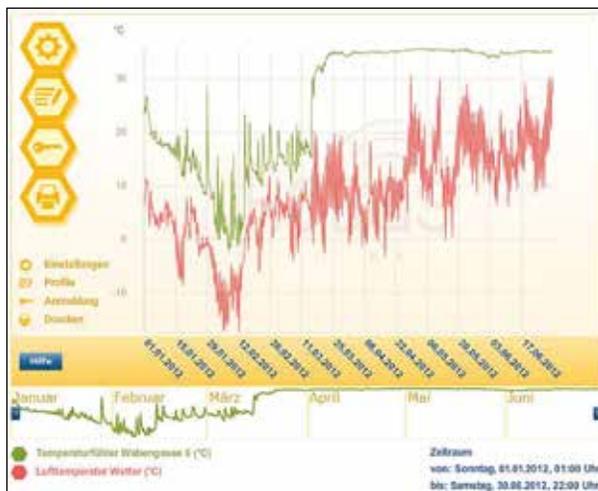


Abb. 2: Temperaturverlauf im HOBOS-Bienenstock im Jahr 2012

Larven beginnen, da ab diesem Zeitpunkt die Stocktemperatur konstant gehalten wird. Aus diesem Ergebnis können sich weitere Fragen entwickeln. Beginnen die Bienen immer Mitte März zu brüten? Von welchen Umweltfaktoren (Tageslänge, Temperatur etc.) hängt der Brutbeginn ab? Wann endet die Brutsaison? Wovon hängt das Ende der Brutsaison ab?

Betrachten wir den analogen Graphen für 2013 (Abb. 3): Es ist ersichtlich, dass die Temperatur erst ab Mitte April im Bienenstock konstant ist. Aufgrund des kalten Winters 2013 hat sich der Startpunkt für den Brutbeginn nach hinten geschoben. Die »HOBOS-Bienen« starten im Vergleich zum Jahr 2012 einen Monat später mit der Larvenaufzucht. Offensichtlich ist für den Brutbeginn die Außentemperatur und nicht die Tageslänge entscheidend.

Die Online-Arbeit kann natürlich ausgeweitet werden, weit komplexere Fragestellungen können betrachtet und mit Hilfe des HOBOS-Labors bearbeitet und beantwortet werden, soweit sie sich auf die hochspannende und äußerst komplexe Bienenwelt beziehen.

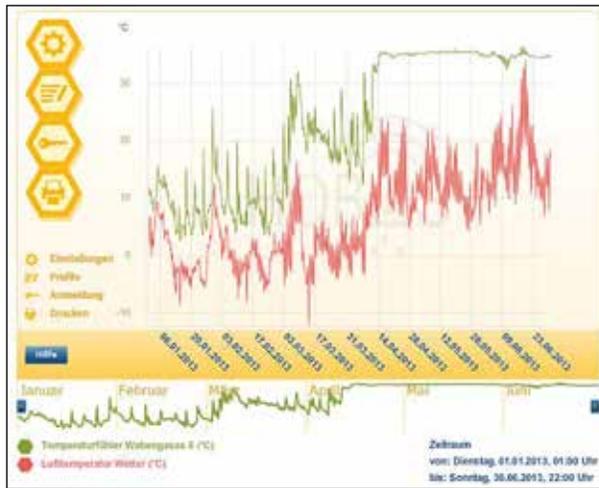


Abb. 3: Temperaturverlauf für den HOBOS-Bienenstock im Jahr 2013

Im **Beispiel 2** werden exemplarisch Arbeitsblätter erläutert, auf die über die HOBOS-Homepage zugegriffen werden kann: die Varroamilbe, ein Ektoparasit der Biene. Im Rahmen der Ökologie werden die wechselseitigen Beziehungen, die Organismen innerhalb eines Ökosystems haben können, unterrichtet. Die Biene geht einerseits eine Symbiose mit Pflanzen ein, wird andererseits selbst von der Varroamilbe parasitiert. Dabei werden die Bienenlarven während ihrer Entwicklungsphase von den Milben befallen und geschädigt. Hier liegt die Ursache für das heute vielerorts beobachtete große Bienensterben. Daher bietet es sich in diesem Kontext an, die Varroamilbe in den Biologieunterricht zu integrieren. Für die Vermittlung fachtypischer Arbeitsweisen kann diese Arbeitseinheit damit eingeleitet werden, dass die Schüler Dauerpräparate der Varroamilbe herstellen. Hierfür muss die Lehrkraft Varroamilben besorgen (z. B. von einem Imker). Eine Anleitung zur Herstellung der Dauerpräparate findet sich auf der Online-Plattform. Im Anschluss an die Herstellung der Dauerpräparate soll mit diesen weiter gearbeitet werden. Die Lernenden sollen die Milben mit einem Binokular untersuchen, sie zeichnen und strukturelle

Unterschiede und Gemeinsamkeiten zum Holzbock, der normalerweise als »Protoektoparasit« unterrichtet wird, aufzeigen. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen mit Hilfe der Basiskonzepte der Biologie in das Wissen der Schüler integriert werden.

Der zweite Teil dieser Unterrichtseinheit setzt sich mit ökologischen Untersuchungen und kontextorientierten Betrachtungen auseinander. Auf der HOBOS-Plattform finden sich Bilder von acht Stockböden, die von acht unterschiedlichen Bienenvölkern stammen und die jeweils eine Woche im Bienenstock belassen wurden. Auf diese Stockböden fallen unter anderem Varroamilben. Je mehr Varroamilben im Bienenstock sind, desto mehr finden sich auf den Stockböden. Die Schüler sollen mit einem Zeichenprogramm die Bilder der Stockböden untersuchen und auswerten. Dazu zählen sie in einem ersten Schritt, wie viele Varroamilben sich auf jedem Stockboden befinden. Dies können sie, da sie in der ersten Unterrichtseinheit die Varroamilben betrachtet und gezeichnet haben und so die Milben auf den Böden erkennen können. Nach dem Auszählen können die Schüler berechnen, wie viele Milben sich durchschnittlich im Bienenstock befinden müssten. Die Schüler entscheiden nun kontextorientiert, mit Hilfe eines Diagramms, ob ein Imker sein Bienenvolk gegen den Befall durch die Varroamilbe behandeln muss oder nicht. Neben der Behandlung mit Ameisen- oder Oxalsäure können Imker Vorsorge für den Milbenbefall treffen, indem sie die Drohnenbrut aus dem Bienenstock entfernen. Drohnen (männliche Bienen) haben eine längere Entwicklungszeit, und somit können sich die Milben an den Drohnenlarven besser entwickeln. Auch diese Erkenntnis soll durch die Auswertung eines Diagramms gewonnen werden. Die dadurch gewonnene Diagrammkompetenz kann Grundlage für viele verschiedene naturwissenschaftliche Unterrichtseinheiten sein.

Wie eingangs beschrieben, liefert der HOBOS-Bienenstock eine große Anzahl von Daten. Diese Daten können Anregung zum eigenen und weiteren Forschen von Schülern sein und, wie im **Beispiel 3** beschrieben, zum selbst organisierten Lernen anleiten. Oft wird dieses Niveau jedoch erst in den höheren Jahrgangsstufen erreicht. Voraussetzung für ein solches wissenschaftliches Arbeiten ist, dass die Lernenden bereits Erfahrungen im Umgang mit der digitalen Plattform gesammelt haben. Mit dieser Erfahrung entwickeln sie eigene Fragestellungen wie: »Wann starten die ersten Bienen, und wovon hängt dies

ab?«, »Sind Bienen wetterfühlig?« oder »Wie hängt das Flugverhalten der Bienen von der Außentemperatur ab?«. Es lassen sich zahlreiche Fragestellungen formulieren, denen mit Hilfe des Datenmaterials des HOBOS-Bienenstocks auf den Grund gegangen werden kann.

Einige Schüler hatten die Idee, für die eigene Schule und für die eigene Bienengruppe eine sogenannte BeeBox (Bienenkiste) zu bauen. Ziel war es, einen einfachen Bienenstock, der wenig Messdaten liefert, jedoch an möglichst verschiedenen Standorten aufgestellt werden kann, zu bauen. Das Projekt begann im September 2013 und wird bis in den Februar 2015 fortgeführt. Dabei decken die Schüler beim Bau der BeeBox fächerübergreifend alle MINT-Bereiche ab. Die Kosten müssen kalkuliert werden, die Datenbank zum Einspielen der verschiedenen Datensätze aus möglichst allen BeeBoxes muss aufgesetzt werden. Da das Projekt länderübergreifend angelegt werden soll, muss untersucht werden, welche Bienenunterart sich für die BeeBox am besten eignet. Wie die BeeBox beschaffen sein muss, interessiert nicht nur die Biologen, sondern auch die Techniker, denn sie müssen entsprechend ihre Sensoren an der Bienenkiste anbringen und die Schnittstellen für die Hardware, auf die die Datenbank aufgespielt wird, schaffen. Zudem müssen sie die Messbereiche ihrer Sensoren abklären, eine passende Wetterstation muss errichtet und getestet werden. Die Geographen müssen das Klima der einzelnen Standorte berücksichtigen und die BeeBoxes entsprechend wetterfest bauen.

Diese BeeBoxes werden das virtuelle HOBOS-Labor weiter entscheidend voranbringen. Im Idealfall kann das Verhalten der Bienen europaweit an unterschiedlichen Standorten untersucht werden. Die Schüler würden sich weiter angeregt mit den MINT-Fächern auseinandersetzen. Es gibt noch viel zu entdecken ...

Häufig sind MINT-Fächer für viele Schülergruppen noch ein böhmisches Dorf, eine Materie, die nur »Freaks« verstehen. Mit Hilfe der Biene als Sympathieträger, als Lebewesen, das in der Lebenswelt der meisten Schüler präsent ist, kann diese »Einstiegshürde« hin zu den MINT-Fächern abgebaut werden. Arbeiten Schüler mit Hilfe der HOBOS-Plattform an naturwissenschaftlichen Fragen, lassen sie sich per se auf Naturwissenschaften ein und entdecken dabei oft, dass es Spaß machen kann, naturwissenschaftlich zu arbeiten. Mit der Biene als Einstieg können sich Jugendliche anderen naturwissenschaft-

lichen Themenschwerpunkten zuwenden. So kann HOBOS einen Beitrag dazu leisten, junge Menschen an MINT-Fächer heranzuführen und sie für diese zu begeistern.

WEITERE INFORMATIONEN



www.hobos.de

ÜBER DEN AUTOR



Christoph Bauer studierte in Würzburg Biologie und Chemie auf Lehramt, absolvierte das Referendariat und arbeitete im Anschluss am Deutschhaus Gymnasium (Würzburg). Seit 2011 nutzt er HOBOS für den fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht und konnte zusammen mit Prof. Tautz verschiedene Schulpreise gewinnen. 2014 wurde ihm die Aufgabe des Seminarlehrers Chemie am Friedrich-Koenig-Gymnasium (Würzburg) übertragen.

DIGITALE MEDIEN IN DER OUTDOOR-EDUCATION

Martin Lindner

Digitale Medien außerhalb des Klassenzimmers? Das scheint doch zunächst einmal ein Widerspruch zu sein: Außerhalb des Klassenzimmers sollen die Schüler doch die Natur kennenlernen, eine Begegnung mit Lebewesen haben und nicht von einem Smartphone, Tablet oder Laptop abgelenkt werden, das vielleicht ohnehin einen Großteil der Freizeit bindet?

In diesem Artikel soll anhand mehrerer Beispiele aufgezeigt werden, welche Möglichkeiten es gibt, digitale Medien außerhalb des Klassenzimmers so einzusetzen, dass Schüler mehr lernen als ohne ihren Einsatz. Zudem berichtet der Artikel über Ergebnisse von Forschungen an Lernenden, die digitale Medien auf Exkursionen verwenden.

Zunächst einige technische Bemerkungen: auf Smartphones oder Tablet-Computern laufen drei verschiedene Betriebssysteme: iOS von Apple, Android und Windows, daneben auch das auf dem offenen Linux-System basierende OS2. Diese Betriebssysteme werden durch spezifische Ergänzungsprogramme, sogenannte Apps (vgl. Beitrag »[Apps und Tools für den Unterricht](#)«, S. 300), in ihren Möglichkeiten erweitert. Diese können gegen eine Gebühr heruntergeladen werden – einige sind auch kostenfrei. Leider sind die Apps nicht mit allen Betriebssystemen kompatibel. Die Geräte selbst sind je nach Betriebssystem und technischer Spezifikation unterschiedlich kostspielig. Selbstverständlich können auch Laptops für die Outdoor-Education zum Einsatz kommen, sie haben aber eine meist kürzere Akkulaufzeit.

Entscheidend für den Einsatz außerhalb des Klassenzimmers ist jedoch nicht nur die Stromversorgung, sondern auch die Verbindung mit dem Internet. Viele Smartphones haben eine Internet-Flatrate, ebenso Tablet-Computer. Bei Laptops muss meist ein Surfstick angeschlossen werden. Empfehlenswert ist der Kauf von Prepaid-Karten. Wenn Smartphones von Schülern verwendet werden, muss die Einwilligung der Eltern eingeholt werden, um eine Kostenübernahme sicherzustellen.

BEISPIEL 1 – iKOSMOS: SOFTWARE ZUR BESTIMMUNG VON BÄUMEN UND STRÄUCHERN ODER AUCH MUSCHELN UND SCHNECKEN

Vorstellung: Die Software iKosmos ist sicher der »Mercedes« unter den Bestimmungstools. Sie läuft als App auf Apple-Endgeräten und lässt die Bestimmung von Bäumen und Sträuchern sowie in einer anderen App von Muscheln und Schnecken zu. Sind die Apps heruntergeladen, können sie offline genutzt werden. Mit der »Gehölze-App« können 338 Arten, mit der »Weichtiere-App« 170 Arten bestimmt werden.

Bei der Entwicklung der App wurde ein völlig neuer Bestimmungsschlüssel erarbeitet. So muss kein sich immer weiter verzweigender Weg bis zu der Art durchgearbeitet werden, wie das bei klassischen Bestimmungshilfen der Fall ist. Die App sammelt hingegen Daten aus den Antworten des Benutzers, die dann den Suchraum, in dem das Programm sucht, immer weiter einschränken. Für die Entscheidungen bei der Bestimmung werden vor allem Skizzen mit den charakteristischen Merkmalen angeboten. An kritischen Stellen bietet die Software Bestimmungshilfen in Form von kurzen Videos an. Die Entscheidungen werden dadurch erleichtert, dass nicht nur eine Entscheidung zwischen zwei, sondern zwischen mehreren Möglichkeiten denkbar ist.

Einsatz im Gelände: Wir haben die Gehölzbestimmung im Gelände mehrfach mit größeren Schüler- und Studierendengruppen getestet und sie mit einem Bestimmungsschlüssel auf Papier oder auch in Bestimmungsbüchern verglichen. Zunächst einmal fällt auf, dass vor allem Schüler anfangs sehr positiv auf die Verwendung von iPads im Freiland reagieren, Schülerinnen hingegen zeigen ein gemischtes Bild. Bei diesen Ergebnissen sollte berücksichtigt werden, dass diese durch Nebeneffekte wie den Neuigkeitseffekt oder auch die schlichte Neugier auf eine neue Methode beeinflusst wurden.

Der Umgang mit den Geräten ist recht einfach, auch wenn durch Herabfallen Schäden entstehen können. Zu bedenken ist zudem, dass die Geräte sehr wasserempfindlich sind. Durch Spiegelungen ist die Erkennbarkeit der glänzenden Oberflächen etwas herabgesetzt, hier können Schutzfolien helfen. Die Eingewöhnung an die Software ist generell als einfach zu bezeichnen, allerdings sollte im schulischen Gebrauch eine intensive Einführung in diese

erfolgen. Dies ist vor allem durch die vielen Optionen der Software nötig. So müssen die Schüler am Ende zwischen mehreren Ergebnissen auswählen oder aber Kenntnisse über die diversen Hilfoptionen (z. B. Erklärungsvideos) erhalten, da diese Optionen oft von Schülern übersehen werden.

Bei den Bestimmungsergebnissen zeigen sich ähnlich große Probleme wie beim Einsatz herkömmlicher Bestimmungsmethoden. Dies mag zum einen daran liegen, dass Schüler Hilfoptionen wie z. B. Erklärungsvideos nicht nutzen, aber auch daran, dass eine Variabilität von einzelnen Merkmalen am Naturobjekt vorliegt. So ist nach wie vor das richtige Messen von Blattgrößen schwierig. Dies wird zum einen durch das Erkennen des richtigen Blatttyps (zusammengesetzt oder gefiedert), aber auch durch den Standort (Schatten- oder Kronenblatt) stark beeinflusst.

Fazit: Bei iKosmos handelt es sich um eine sehr professionelle Software, die offline läuft. Sie verfügt über hervorragende Abbildungen, gute Bestimmungswege und viele sinnvolle Hilfoptionen. Aber ohne Begleitung ist sie kaum besser als Papierschlüssel oder Bestimmungsbücher. Zudem ist sie an Apple-Produkte gebunden und nicht kostenlos.

BEISPIEL 2: VOGELSTIMMEN MIT SMARTPHONE ODER LAPTOP ERKENNEN

Vorstellung: Für die Bestimmung von Vogelstimmen bieten sich mehrere Webseiten an, die sehr übersichtlich und klar gegliedert sind. Im Gegensatz zur Bestimmungsliteratur nach visuellen Merkmalen gibt es jedoch keinen Schlüssel nach akustischen Merkmalen. Es muss sich also zunächst an Abbildungen oder an Lebensräumen orientiert und eine Vorauswahl erstellt werden. Die Internetseite www.deutsche-vogelstimmen.de bietet eine gute Übersicht.

Denkbar ist es auch, Lernende aufzufordern, Vogelstimmen bei YouTube anzuhören und evtl. auf dem Laptop oder Tablet zu speichern. Diese Sammlung ist nicht so professionell wie die Kataloge aus dem Internet, läuft aber offline und bringt durch den hohen Anteil an Eigenleistung eine stärkere Iden-

tifikation mit der selbst erstellten Liste. Auch bieten sich immer wieder Erweiterungsmöglichkeiten durch Hinzuladen neuer Gesangsbeispiele weiterer Arten an.

Einsatz im Gelände: Das Erkennen von Vogelstimmen (im Prinzip auch weiterer Tierstimmen wie die von Froschlurchen oder Heuschrecken und Grillen) bietet einen anderen Zugang zur Natur. Das Hineinhören in die Stimmen erfordert eine große Aufmerksamkeit, ermöglicht aber ein umfassenderes Erlebnis als das bloße Schauen auf einen Bestimmungsschlüssel. Da unser akustisches Gedächtnis anders als das visuelle funktioniert und auch gegenüber dem visuellen bei Schülern noch nicht so gut trainiert ist, ist für die Bestimmung von Tierstimmen eine stärkere Unterstützung durch Experten nötig.

Wir haben Vogelstimmen auf Tablet-Computern bisher nur sporadisch auf Exkursionen mit Studierenden eingesetzt. Die Bestimmung wurde auf ausgewählte und sicher anzutreffende Arten beschränkt. Besonders interessant ist hierbei, dass durch das Abspielen der Gesänge bestimmte Arten angelockt werden können, die sich dann mit dem vermeintlichen, aber nur elektronisch vorhandenen Rivalen ein akustisches Duell liefern.

Fazit: Die Bestimmung von Vogelstimmen im Gelände mit Computerunterstützung ist zur Erweiterung der Naturerfahrung sehr sinnvoll, jedoch meist nur online verwendbar und nur mit stärkerer Unterstützung zielführend.

BEISPIEL 3: ORIENTIERUNG IM GELÄNDE MIT TABLET-COMPUTERN

Vorstellung: Nachdem Orientierungsläufe im Gelände durch die Verwendung von GPS-Geräten als Geo-Caching eine weite Verbreitung gefunden haben, ist die Verwendung von Tablets oder Smartphones mit ihrer Kartensoftware heute etwas einfacher und bietet eine umfassendere Geländeinformation. Neben den vergleichsweise abstrakten Geo-Caches haben die interaktiven Karten auf dem Smartphone eine viel höhere Relevanz für den Lernenden.

Die Verschneidung der Karten, die das Smartphone oder der Tablet-PC

standardmäßig aufweist (z. B. Google Maps), mit georeferenzierten Daten gelingt mit entsprechenden Apps, die passend für das jeweilige Betriebssystem installiert werden müssen.

Einsatz im Gelände: Die Konstruktion, aber auch das Ablaufen von Geo-Caches ist eine spannende Aufgabe, die in vielen Fächern sinnvoll ist. Sie erlaubt, Informationen aus der jeweiligen Gegend mit Unterrichtsinhalten zu verschneiden und in Form eines interessanten Orientierungsganges zu präsentieren. Neben geografischen, ökologischen und historischen Daten können das sprachbezogene, mit Literatur oder Musik oder auch mit Sport zusammenhängende Aufgaben sein. Unsere Erfahrungen mit Studierenden und Schülern sind überwiegend sehr positiv. Interessant ist das Abrufen von Daten zu den jeweiligen Standorten mit den mobilen Computern. Diese werden im Geo-Caching erst dann freigegeben, wenn die am Ort gewonnenen speziellen Informationen eingefügt werden. So können beispielsweise Webseiten verschlüsselt werden, die mit dem vor Ort aus den lokalen Gegebenheiten ermittelten Kennwort geöffnet werden können.

Fazit: Die Konstruktion von Geo-Caches ist eine herausfordernde Outdoor-Aktivität, die die Möglichkeiten des Nutzens von Tablet-Computern stark erweitert. Die anderen in diesem Artikel geschilderten Aktivitäten können eingebunden werden.

BEISPIEL 4: MESSWERTERFASSUNG MIT COMPUTERN

Vorstellung: Ebenso wie im Labor lassen sich auch im Gelände chemische und physikalische Daten mit Hilfe eines mobilen Computers aufnehmen. Die Messung von Temperatur und pH-Wert, Windgeschwindigkeit, Luftdruck und Luftfeuchtigkeit sind mit einfach zu bedienenden Messgeräten vorzunehmen. Auch die Messung der Lichtstärke an verschiedenen Vegetationspunkten ist sinnvoll.

Die Messung erfolgt mit Geräten, auf die eine Software im Computer abgestimmt sein muss. Am einfachsten gelingt dies mit Geräten von Ausrüs-

tern von Schullaboren (z. B. Phywe). Erfahrene PC-Nutzer können jedoch auch deutlich kostengünstigere Lösungen aus Einzelkomponenten aufbauen (etwa von der Firma Conrad).

Einsatz im Gelände: Die Messung von Umweltparametern im Gelände ist eine klassische Methode auf Exkursionen und während Geländepraktika. Die Messung mit Computerunterstützung unterscheidet sich zunächst nicht von den analogen Messungen. Sie macht jedoch die Verwendung des Computers über die den Schülern sonst vertrauten Anwendungen (Spiel, Kommunikation, Informationsbeschaffung) hinaus bekannt und hat auch eine gewisse berufspädagogische Bedeutung. Außerdem lassen sich Messwerte speichern, versenden und mit anderen Quellen vergleichen. Ebenso ist der Motivationseffekt nicht zu unterschätzen.

Fazit: Die Messwernerfassung mit Computern ist eine nicht besonders kostengünstige, aber motivierende und gegenüber analogen Messungen weiterführende Erweiterung von Exkursionsaktivitäten.

ÜBER DEN AUTOR



Martin Lindner studierte Biologie und Chemie für das höhere Lehramt. Neben seiner Tätigkeit als Studienrat an einem Gymnasium war er unter anderem für das IPN in Kiel sowie als Landeskoordinator des SINUS-Programms in Schleswig-Holstein tätig. Seit 2010 ist er Professor für Didaktik der Biologie an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

VERWENDUNG INTERAKTIVER TAFELN IM BIOLOGIE-UNTERRICHT

Mitosephasen und Replikation mit dem interaktiven Whiteboard

Stephanie Dojani

Der naturwissenschaftliche Unterricht bedingt häufig einen Perspektivwechsel. Es werden Beobachtungen gemacht, die anschließend auf einer anderen Abstraktionsebene erklärt werden, wobei sich wiederum neue Zusammenhänge ergeben. Modelle erleichtern diesen Abstraktionsprozess, wenngleich die Evaluierung eines Modells unabdingbar zur Vermeidung von Fehlvorstellungen ist. Mit dem interaktiven Whiteboard können Modelle leicht erstellt und verändert werden. Darüber hinaus profitieren die Schüler von differenzierbaren interaktiven Tafelbildern und Präsentationen.

Die hier vorgestellte Unterrichtseinheit zeigt den Einsatz eines interaktiven Whiteboards am Beispiel von Mitose und Replikation, konzipiert für einen Leistungskurs im Fach Biologie der Klasse 12.

Zunächst werden Möglichkeiten beschrieben, das interaktive Whiteboard als Präsentationsmedium zu nutzen und unterschiedliche Tafelbilder damit zu gestalten. Zum Thema Replikation wird anschließend ein interaktives Modell vorgestellt, das an unterschiedliche Schwerpunktlegung angepasst werden kann.

Wie bei der gängigen Software für Präsentationen werden mit der Whiteboard-Software Folien angelegt, zwischen denen gewechselt werden kann. Arbeitet man mit gruppierten Objekten, die gemeinsam verschoben werden sollen, ist die sog. »Schüttelfunktion« des Whiteboards von Nachteil und sollte ausgeschaltet werden. Diese Funktion bewirkt, dass gruppierte Objekte durch schnelles Hin- und Herbewegen »degruppiert«, also wieder voneinander getrennt werden.

Hier besonders genutzte Vorteile des interaktiven Whiteboards:

- Differenzierung durch farbige Objekte, die Lösungen oder Hinweise verdeckeln und »gelüftet« werden

- Einfügen, Bewegen, Verändern, Kopieren und Klonen von Abbildungen, Zeichnungen sowie Textfeldern
- Übereinanderlegen verschiedener Ebenen, Gruppieren und Fixieren von Objekten, um sie gegen Verschieben zu schützen
- Die Verwendung der zweiseitigen Ansicht, womit zwei Folien nebeneinander angezeigt werden

PRÄSENTATION UND GESTALTUNG INTERAKTIVER, DIFFERENZIERBARER TAFELBILDER AM BEISPIEL DER MITOSEPHASEN

Die Thematisierung von Wachstum durch Zellteilungen regt einen Wechsel zwischen verschiedenen Abstraktionsniveaus an und gewährleistet eine Anknüpfung an Alltagserfahrungen. Die Grundlage der Unterrichtsreihe bildet die Beobachtung einer keimenden Knoblauchzehe, wodurch sich Fragen wie »Wie kommt es zur Zellteilung?«, »Wie kommt es, dass jede Körperzelle desselben Organismus die identische DNA enthält?« ergeben. Das interaktive Whiteboard ermöglicht, als Alternative zur wiederholten Beobachtung der keimenden Pflanze, die Präsentation von Fotos verschiedener Keimungsstadien oder des gesamten Keimungsvorgangs als Film im Zeitraffer. Genauso einfach kann, ergänzend zur Mikroskopie des Teilungsgewebes als fachwissenschaftliche Methodik zur Klärung zytologischer Zusammenhänge, ein Ebenenwechsel erfolgen, indem ein mikroskopisches Foto des mit Karminrot gefärbten Zellinhalts präsentiert wird. Eine Vielzahl von Werkzeugen zur Bearbeitung von Abbildungen ermöglicht das Hervorheben, Ausschneiden, Vervielfältigen und Bearbeiten von Bildbereichen auf den Folien. Bei entsprechender Ausstattung kann ein von Schülern aufgenommenes Digitalfoto oder eine Schülerzeichnung durch eine anschließbare Präsentationskamera am Whiteboard gezeigt werden. Die Verwendung von Filmen oder Videos aus dem Internet erfolgt, indem ein entsprechender Weblink in die Whiteboard-Datei eingebettet wird. Da sämtliche Folien ständig verfügbar sind, können Unterrichtseinstiege entwickelt werden, die mehr oder weniger stark an der vorangegangenen Stunde anknüpfen und die Schülerleistungen der vorangegangenen Stunden ins Gedächtnis rufen.

Der Ablauf der Mitosephasen erschließt sich den Schülern z. B. anhand von Arbeitsblättern, die Textfragmente, Schemaabbildungen und mikroskopische Aufnahmen zeigen. Gesichert wird am interaktiven Whiteboard: Auf einer »Materialfolie« befinden sich die Abbildungen des Schülermaterials oder leicht veränderte Abbildungen sowie Pfeile und Linien, die zur Erstellung eines Tafelbildes benötigt werden. Alle Objekte liegen durch die Funktion »Endloskloner« mehrfach vor. Eine zweite Folie, die »Tafelbildfolie«, enthält lediglich die Überschrift. Durch die »zweiseitige Ansicht« werden zwei aufeinander folgende Folien gleichzeitig nebeneinander dargestellt. Die Objekte der »Materialfolie« werden nun von Hand auf die »Tafelbildfolie« gezogen, dort angeordnet und angepasst, sodass z. B. arbeitsteilig ein beschriftetes Fließschema zum Ablauf der Zellteilung entsteht.

Differenzierung: Die Materialfolie enthält Textfragmente, die von farbigen Kästchen oder einem damit gruppierten Symbol verdeckt und bei Bedarf von Schülern »gelüftet« werden. Alternativ werden Textfelder mit nebenstehenden Symbolen gruppiert und über den Folienrand hinaus geschoben, sodass lediglich das Symbol, nicht aber der Text sichtbar ist. Bei Bedarf wird das Symbol verschoben, und der Text erscheint.

Auch die Darstellung eines Karyogramms kann mit Hilfe dieser Vorgehensweise erfolgen, ebenso wie das Vervollständigen von Tabellen oder das Ausfüllen von Lückentexten, die von den Schülern selbst kontrolliert werden können. Für den fragend-entwickelnden Unterricht können Folien vorbereitet werden, die mit versteckten Impulsen versehen sind. Hierzu werden Impulse als Abbildungen oder Texte vorbereitet und mit Objekten verdeckt.

DAS ERSTELLEN VON MODELLEN

Nachdem der Vorgang der Zellteilung auf mikroskopischer Ebene beleuchtet wurde, wirft z. B. ein interaktives Tafelbild, das den Verlauf der Zellteilung als sich ständig wiederholenden Prozess zeigt und mit diversen Impulsen versehen ist, Fragen auf, die die Notwendigkeit der Verdopplung des Erbguts vor einer erneuten Teilung hervorheben. Um diese zu klären, wird der Verdopp-

lungsvorgang aus molekularbiologischer Sicht beleuchtet. Es bietet sich an, zunächst den prinzipiellen Charakter der Verdopplung des Erbguts unter Bezugnahme auf das Experiment von Meselson und Stahl zu klären. Bei der Veranschaulichung der möglichen Hypothesen (konservativ, semikonservativ, dispers) hilft eine vorbereitete Tabelle mit abgestuften und verdeckten Hinweisen und mit interaktiven Gestaltungsmöglichkeiten durch das Hin- und Herziehen der vorbereiteten oder im Verlauf des Unterrichts erstellten und »endlosgeklonten« »Einzelstrang-Modelle«. Da hier üblicherweise eine stark vereinfachte, modellhafte Darstellung der DNA verwendet wird, ist eine entsprechende Legende nötig.

Die molekularbiologischen Vorgänge bei der Replikation werden mit Hilfe von Texten und Abbildungen erarbeitet, wobei der biochemische Mechanismus der Verknüpfung der Bausteine in der Schule nicht detailliert thematisiert werden kann. Aus fachdidaktischer Sicht ist es sinnvoll, die Vorgänge der kontinuierlichen Synthese des DNA-Strangs vor der diskontinuierlichen Synthese zu beleuchten. Hierzu wird im Folgenden ein interaktives Modell vorgestellt, welches eine unterschiedliche Schwerpunktlegung erlaubt.

Die prinzipielle Arbeitsweise der DNA-Polymerase III wird verdeutlicht, indem einzelne Nukleosidtriphosphate, oder vereinfacht Nukleotide, komplementär zum Matrizenstrang angeordnet werden, wobei die spezifische Zuordnung der Basen hervorgehoben wird (Abb. 1). Am Whiteboard kann der untere Strang rechts vom oberen Strang abgelöst, gedreht und verschoben werden, wobei die gemeinsam zu bewegendes Objekte gruppiert wurden. Wird in die zweiseitige Ansicht gewechselt, können Nukleotide und beteiligte Enzyme von der rechten Folie auf die linke Folie geschoben werden, die rechte Folie bleibt als zu beschriftende Legende bestehen.

Differenzierung: Die rautenförmigen Symbole wurden mit Textbausteinen der Legende gruppiert und können in die Folienmitte gezogen werden. Je nach didaktischer Reduktion können die Vorgänge durch zusätzliche Beschriftungen und Ergänzungen mehr oder weniger umfangreich visualisiert werden.

Das Einfügen und Drehen der passenden Nukleotide erfordert Übung im Umgang mit dem Whiteboard. Soll der Gesamtprozess verdeutlicht werden, bietet sich eine Modifikation des Modells an.

Im nächsten Schritt tritt die Synthese des »neuen« Stranges zugunsten des

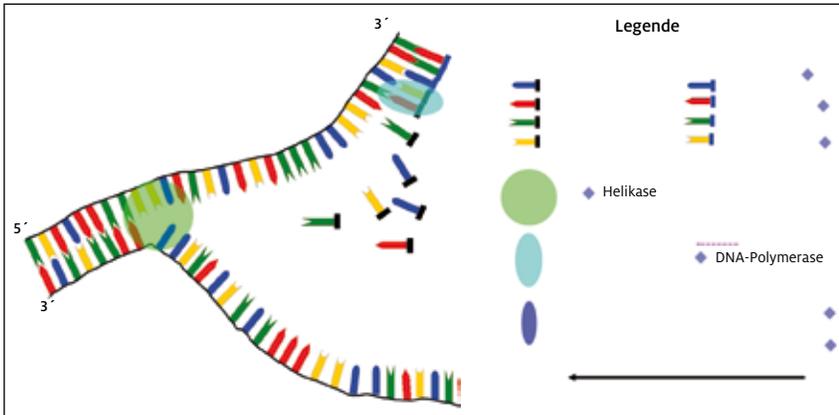


Abb. 1: Zweiseitige Ansicht, alle Objekte können verschoben und angeordnet werden. Beim Ziehen der Rauten der Legende in die Richtung des rosa Pfeils kommen die Bezeichnungen zum Vorschein.

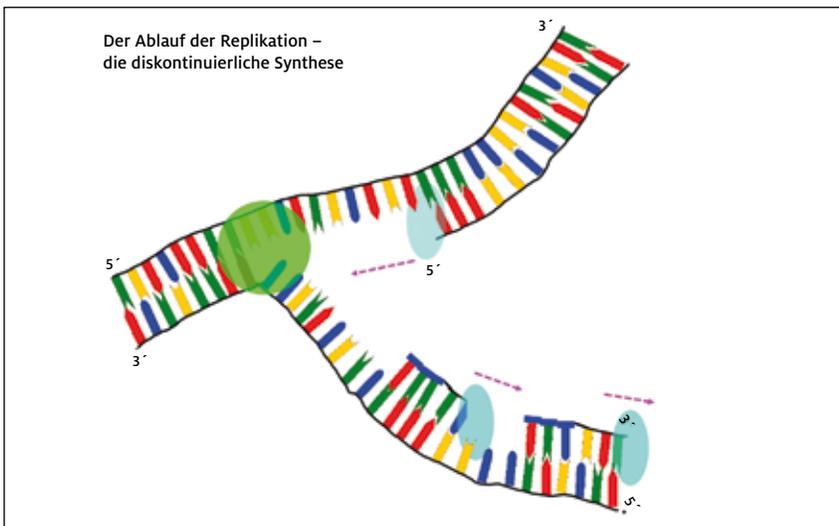


Abb. 2: Vereinfachtes Modell. Werden die Polymerase-Symbole in Richtung der rosa Pfeile gezogen, kommen die »neuen« Stränge zum Vorschein.

Gesamtüberblicks in den Hintergrund. Die Nukleotide werden nicht mehr nacheinander »von Hand« ergänzt, sondern der »neue« Strang erscheint beim »Vorangleiten« der Polymerase III quasi »von selbst«. Hierzu wird der »alte« Strang gegen Verschieben fixiert und in den Vordergrund gelegt. Der »neue« Strang befindet sich, von einem weißen Objekt verdeckt, an welches das Symbol der Polymerase III gruppiert wurde, im Hintergrund. Wird nun die Polymerase am »alten« Strang entlang verschoben, so verschiebt sich auch das weiße Objekt, und der »neue« Strang erscheint.

Ebenso wie beim Ablauf der kontinuierlichen Synthese lassen sich durch das vereinfachte Modell die Vorgänge der diskontinuierlichen Synthese zeigen. Die Herstellung kleiner DNA-Stücke, der Okazaki-Fragmente, rückt in den Fokus (Abb. 2 auf der vorherigen Seite). Durch das Gruppieren und gezielte Übereinanderlegen der Objekte können nach und nach einzelne Okazaki-Fragmente »freigelegt« werden. Für den Betrachter erscheint es wie eine Neusynthese des zweiten Strangs. Aufgrund der unterschiedlichen Fokussierung desselben Modells bieten sich vielfältige Möglichkeiten zur Modellkritik. Die starke Vereinfachung des Modells und die dadurch entstehenden fachwissenschaftlichen Reduktionen sollten analysiert werden, um Fehlvorstellungen zu vermeiden.

ÜBER DIE AUTORIN



Stephanie Dojani absolvierte ihr Biologiestudium, welches sie mit der Promotion abschloss, an der Technischen Universität Kaiserslautern. Derzeit ist sie Studienrätin an der IGS Thaleischweiler-Fröschen. Da ihr die Verknüpfung von Wissenschaft und Schule am Herzen liegt, koordiniert sie die Aktivitäten der Schule im MINT-Bereich. Neben ihrem Interesse an der Arbeit mit dem interaktiven Whiteboard engagiert sie sich bei der Durchführung von Freiland-Projekten, wie z. B. zum »Tag der Artenvielfalt« der Zeitschrift »GEO«.

Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht (2014), J. Maxton-Küchenmeister & J. Meßinger-Koppelt (Hrsg.), Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag

TABLET-EINSATZ IN DER OBERSTUFE: EIN AUSSTELLUNGSPROJEKT IM PROFILKURS BIOLOGIE

Sarah Ewerlin

Neue Medien sind in jeder Schule präsent, dennoch hinkt die dortige technische Ausstattung den Fähigkeiten der Schüler meist hinterher. So besitzen alle Schüler meines Profilkurses Biologie in der Oberstufe ein Smartphone und nutzen dieses sehr häufig. Da die Bedienoberfläche bei Android oder iOS stark an jene eines Tablets erinnert, sind die Schüler mit dessen Funktionen meist schon vertraut, auch wenn sie noch nie ein Tablet in der Hand gehalten haben.

Die Omnipräsenz technisch hochwertiger animierter Bilder im Alltag führt dazu, dass junge Menschen der heutigen Zeit nicht mehr mit stillen Schwarz-Weiß-Bildern zu beeindrucken sind. Schließlich bietet der Gebrauch neuer Medien ihnen die Gelegenheit, ihre Ausdrucksmöglichkeiten sowohl sprachlich als auch schriftlich und gestalterisch zu erweitern. Damit der Unterricht aktuell bleibt und nicht veraltetes Wissen gelehrt wird, ist es nötig, den Schülern die neuesten technischen Geräte an die Hand zu geben. Bei aller Technikbegeisterung sollte jedoch nicht versäumt werden, das kritische Bewusstsein der Schüler weiterzuentwickeln, indem der Lehrer z.B. thematisiert, dass Informationen aus dem Internet problematisch sein können (vgl. Beitrag [Crossley \(2\)](#), S. 257) und nicht zuletzt bei ethischen Fragen oft keine objektiven Antworten bieten. Dieser Aspekt war gerade für das von mir initiierte Projekt im Profilkurs Biologie von Bedeutung, da die Schüler über die Arbeit mit den Tablets einen neuen, eigenen Zugang zum Thema Gen-Ethik erhalten sollten.

Kann man Menschen einfach verdoppeln? Warum haben die Menschen Angst vor Genmais? Kann man Krebs bekämpfen? Macht man aus Stammzellen eigentlich nur Bäume? Über diese und ähnliche Fragen sollten die Schüler nachdenken. Sicherlich hätte man sich diesem Ziel auch einfach mit Hilfe von Arbeitsblättern im Unterricht nähern können, aber das Konzept meines Projekts sah einen anderen Ansatz vor: Die Schüler sollten mit den Fragen an die Öffentlichkeit gehen, um ihre Mitmenschen direkt damit zu bewegen. Dieses Vorgehen steht ganz im Einklang mit der Zielsetzung der gymnasialen Oberstufe, dass

die Schüler lernen sollen, über bewertende Fragen zu diskutieren und ihre Meinung zu vertreten. Genau diese Gelegenheit sollte im Rahmen einer Ausstellung geschaffen werden, um die Schüler die authentische Situation einer öffentlichen Diskussion erleben zu lassen.

In der Vorbereitung dieser Ausstellung sollten die Lernenden frei und selbst organisiert arbeiten können. Der Lehrer erfüllt in dieser Phase lediglich die Rolle eines Lernbegleiters und Beraters. Neben den inhaltlichen Lernzielen stehen bei dieser Methode vor allem der Ausbau von Kompetenzen wie Selbstorganisation und Teamfähigkeit im Vordergrund – Lernziele also, die die individuelle Entwicklung der Schüler betreffen. Didaktisch orientierte sich unsere Arbeitsform an der Projektmethode nach Frey, welche ebenfalls eine weitestgehend selbstständige und vom Lehrer unbeeinflusste Arbeitszeit vorsieht. Die hierbei entstehenden Problemsituationen lernen die Schüler eigenständig zu meistern, was ihnen die Chance gibt, an dieser Erfahrung zu wachsen.

Der Auftakt zu unserem Projekt war von Vorfreude auf die technische Ausstattung geprägt. Diese hatte der Profilkurs Biologie des Gymnasiums Oldenfelde bei einem Wettbewerb gewonnen. Sechs Wochen lang stand uns nun eine komplette Ausrüstung mit Tablets, einem riesigen Display, Router und Notebook zur Verfügung. Die 30 Tablets der Marke Samsung waren vom Modell Galaxy Note 10.1 und liefen auf Android-Basis. In unserem Falle waren bereits einige Programme vorinstalliert, was normalerweise allerdings nicht der Fall ist.

Ein Raunen ging durch den Raum, als der riesige Koffer mit dem großen Bildschirm hineingerollt wurde. Gespannt warteten die Schüler auf das Austeilen der Tablets. Anschließend genügte es, die Grundfunktionen kurz gemeinsam zu besprechen, da die meisten dieses oder ein ähnliches Betriebssystem bereits von ihrem Handy kannten und so die Tablets problemlos bedienen konnten. Praktisch waren dabei die Hüllen, die es erlaubten, die Tablets direkt aufzustellen. Vor der Bearbeitung der Projektaufgaben lernten die Schüler einige Apps kennen, die für die Recherche und Präsentation genutzt werden sollten.

Schließlich konnten die Aufgaben verteilt und direkt bearbeitet werden. Dazu bildeten die Schüler Gruppen, recherchierten im Internet zu ihren Themen und hielten ihre Ergebnisse auf dem Tablet fest. Bedauerlich war jedoch, dass nur sieben Schüler Zugang zum Internet bekamen, die übrigen konnten

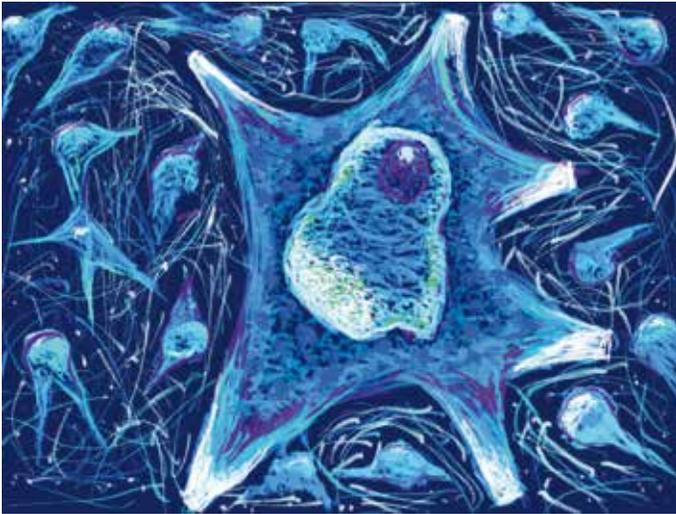


Abb. 1: Schülerzeichnung einer Stammzelle, erstellt mit einem Tablet

sich nicht anmelden. Zudem war die Geschwindigkeit des Internets sehr langsam, sodass die Recherche nur schleppend voranging. Da wir den Fehler leider nicht finden konnten, mussten wir uns recht schnell damit abfinden, ab jetzt nur noch Rechercheaufträge für Gruppen zu vergeben oder die Schüler abwechselnd im Internet arbeiten zu lassen. Auch sonst wäre es für mich als Lehrende des Öfteren von Vorteil gewesen, Informatik als Unterrichtsfach zu haben, der Umgang mit dem Inhalt des Rollkoffers erwies sich anfangs durchaus als etwas kompliziert. Zwar ging der Einsatz des AllShareCasts und des Laptops nach einigem Üben schon leicht von der Hand, wirklich störend aber wirkte sich ein fehlendes Office auf dem Laptop aus.

Die ersten Aufgaben bestanden darin, einerseits Definitionen für ethische Begriffe zu finden und andererseits eine Mindmap zum jeweiligen Thema zu erstellen. Dies geschah in allen Gruppen digital, wobei die Schüler ihre Begeisterung bezüglich der hohen Flexibilität lautstark zum Ausdruck brachten. Die Ergebnisse sollten zum einen in Form eines Plakats optisch attraktiv präsentiert werden, zum anderen lautete der Auftrag, zwei Medienbeiträge zu erstellen, um potenzielle Besucher einer geplanten Ausstellung anzusprechen,

wobei die Schüler die Form frei wählen konnten. Dabei wurden beispielsweise Abläufe mit FlipaClip veranschaulicht, Videos wurden von den Schülern selbst gezeichnet. Andere Programme dienten dem Zusammenschneiden von Interviews. Auch Bilder für die Plakate konnten direkt auf dem Tablett entworfen werden, so zeichnete beispielsweise ein Schüler eine Stammzelle (Abb. 1 auf der vorherigen Seite).

Die Herausforderung bestand insgesamt darin, den Umfang des komplizierten und abstrakten Unterrichtsstoffes so zu komprimieren, dass er in einem kurzen Video darstellbar wurde. Diese gedankliche Leistung verlangte von den Schülern eine tiefe Durchdringung der Inhalte.

Ihre Zwischenprodukte konnten die Lernenden einander über eine Internetplattform zugänglich machen und kommentieren. Dieser Umweg war nötig, da der Austausch nicht direkt über die Tablets funktionierte. Da diese Art und Weise recht umständlich war, kam ein wirklicher Austausch in dieser Phase nicht zustande. Erst als nicht digitale Arbeitsergebnisse vorlagen, begutachteten die Schüler die Produkte der anderen, gaben sich gegenseitig Tipps und nutzten die Gelegenheit natürlich auch zur »Spionage« bei anderen Gruppen.

Am Unterrichtsende hat mich besonders die Spiegelung des Lehrer-Tablets auf dem Display begeistert. Diese Übertragung erlaubte es mir, durch den Raum zu gehen und währenddessen problemlos Zeichnungen zu erläutern oder meine Antworten auf Schülerfragen mit optischen Hilfsmitteln zu visualisieren. Dies lässt sich schneller und dezentraler bewerkstelligen als an einer Tafel oder einem Smartboard. Die Individualisierung des Unterrichts gelingt leichter, da jeder Schüler in seinem eigenen Tempo an Texten arbeiten konnte, die er sich gesucht hatte.

Nach Fertigstellung der Projektarbeiten fanden insgesamt zwei Pausenausstellungen in der Schule statt (Abb. 2), mit denen hauptsächlich die Schülerschaft des Gymnasiums Oldenfelde in Hamburg angesprochen werden sollte. Beide Veranstaltungen waren ein großer Erfolg, auch wenn die Teilnehmer des Kurses zunächst Zweifel hatten, ob sich überhaupt jemand für ihre Ausstellung interessieren würde. Diese Ängste waren unbegründet, vor allem die Tablets erwiesen sich als wahre Publikumsmagneten. Viele durch die Videos und Aktionen angelockten Schüler interessierten sich für die Themen und begannen, sich Gedanken über Genmais und Klonierung zu machen.



Abb. 2: Tablets als Publikumsmagnet bei der Projektpräsentation in der Schule

Die beiden kleinen Veranstaltungen bildeten nur den Auftakt zu einer weit- aus größeren Veranstaltung, die am Tag der offenen Tür des Gymnasiums von- stattenging. Zu diesem Termin kamen rund 500 Besucher, die sich vor allem aus Viertklässlern der umliegenden Schulen und deren Eltern rekrutierten. Die Schüler hatten ihre Ausstellung daher bewusst so vorbereitet, dass sie Grundschüler und Erwachsene gleichermaßen ansprach. Mit Erfolg. Eine Lehr- erin war so begeistert von den Ergebnissen, dass diese nun zunächst in ihren Religionsunterricht ausgeliehen werden. Was die Oberstufenschüler aller- dings traurig stimmte, war die Tatsache, dass sie ihre medialen Ergebnisse nicht dauerhaft mit ausstellen konnten.

Was die Qualität der Arbeitsprodukte anbelangt, ist festzustellen, dass sich die digitalen Projektergebnisse, die mit Hilfe von FlipaClip erstellt wurden, teilweise nicht auf hohem Niveau befinden. Die Technik, auf dem Tablet selbst zu zeichnen und damit so etwas wie ein Daumenkino zu erstellen, ist zu neu, als dass die Schüler sie schon gut beherrschen könnten. Zudem erfordert es zeichnerische Fähigkeiten, die nicht allen meiner naturwissenschaftlich ori- entierten Schüler gleichermaßen gegeben sind. Die Video-Zusammenschnit- te hingegen wirkten professioneller. Ein Grund dafür ist sicherlich, dass die Schüler hier durch YouTube bereits anregende Beispiele gesehen hatten und auch von vornherein eine gewisse Übung im Erstellen von Videos besaßen.

Als Fazit nehme ich aus dem Projekt zum Tableteinsatz im Profilkurs Biologie an der Oberstufe die Erfahrung mit, dass nicht nur das Endprodukt zählt. Vielmehr scheint der gesamte Prozess vom Start des Projekts über die Erarbeitung bis hin zum Ergebnis das Wesentliche bei der Arbeit mit den neuen Medien zu sein. Bereichernd war vor allem, dass die Schüler ihren individuellen Weg bei der Beantwortung selbst gestellter Fragen gehen konnten. Einzig und allein die Oberthemen waren vorgegeben, sodass die Schüler eigene Schwerpunkte setzen und sich dementsprechend eigenes Material besorgen konnten. Die Lösungswege der Schüler waren dabei ebenso individuell wie die Produkte selbst und für mich daher noch kostbarer.

Gerade sonst eher schwächere Schüler waren sehr engagiert bei der Sache und zeigten gute Leistungen.

Während des gesamten Projektverlaufs wirkten sich die technischen Geräte stark motivationsfördernd aus. So ließ sich feststellen, dass gerade sonst eher schwächere Schüler sehr engagiert bei der Sache waren und gute Leistungen gezeigt haben. Zudem war die Gruppendynamik sicher förderlich für die Projektergebnisse, denn die Schüler halfen sich bei Problemen oft gegenseitig. Natürlich wäre es von Vorteil, ein Projekt mit Tablets eher langfristig anzulegen. Insgesamt besteht bei dem Tablet-Projekt sicherlich eine große Herausforderung darin, im Bereich der Technik mit den Schülern zusammenzuwachsen und sie medial nicht aus der eigenen Unerfahrenheit heraus in ihrer Kreativität zu beschränken.

ÜBER DIE AUTORIN



Sarah Ewerlin arbeitet zurzeit am Gymnasium Oldenfelde in Hamburg als Lehrerin für Natur und Technik, Biologie und Chemie. Sie ist dort Fachleiterin für Chemie und bietet am Landesinstitut für Lehrerbildung Fortbildungen über den Einsatz digitaler Medien im Chemieunterricht an. Sie selbst setzt das Tablet seit einem Jahr im Unterricht ein.

Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht (2014), J. Maxton-Küchenmeister & J. Meßinger-Koppelt (Hrsg.), Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag

MULTIMEDIA-LERNSOFTWARE UND OUTDOOR IM BIOLOGIEUNTERRICHT – EIN WIDERSPRUCH?

Ulrike Unterbruner

»Wie soll ich denn wissen, wie eine Blattlaus aussieht!«, seufzt Lena und zeichnet ein kugeliges Etwas auf das vor ihr liegende Blatt. Die Lehrerin hat der Klasse die Aufgabe gestellt, eine Blattlaus zu zeichnen. Anschließend bearbeiten die Schüler das Kapitel »Naturgarten« der Lernsoftware »Bienen, Blattläuse & Co« (Unterbruner, Unterbruner, Seibt & Kattmann, 2009), in dem Blattläuse auf attraktiven Fotos dargestellt und ihr Lebenszyklus im Jahresverlauf beschrieben wird. »Wow, die sieht aber cool aus«, sagt Lena zu ihrer Banknachbarin. »Schau, was die für Fühler hat! Hast du die gezeichnet?«, und es entwickelt sich ein angeregtes Gespräch zwischen den beiden Mädchen über die bislang kaum beachteten Tiere. Anschließend geht die Klasse in den Schulhof auf Erkundungstour. Ausgerüstet mit Becherlupen und Pinseln, sollen die 12-jährigen Blattläuse suchen. Die Lehrerin weiß, dass sie an den Holunderbüschen genügend Tiere finden werden. Wieder zurück im Klassenzimmer, erlauben ein paar Stereolupen den Schülern einen abschließenden, auch diesmal von begeisterten Kommentaren begleiteten Blick auf die Blattläuse.

Dieser kurze Ausschnitt aus einem gelungenen Biologieunterricht zeigt, dass neue Medien und Outdoor-Aktivitäten kein Widerspruch sein müssen. Ganz im Gegenteil: Neue Medien können reale Naturbegegnungen unterstützen, und mit einer gut geplanten Verzahnung beider Lernangebote kann entdeckendes und selbst gesteuertes Lernen in der Natur angeregt und gefördert werden. Es stellt sich die Frage, worin die jeweiligen Stärken von Lernsoftware einerseits und Freilandaktivität andererseits liegen und wie diese optimal miteinander zu verbinden sind.

Wie diese Verzahnung realisiert werden kann und warum sie Lernen effektiver machen kann, wird im Folgenden anhand einer multimedialen Lernsoft-

Neue Medien können reale Naturbegegnungen unterstützen, und mit einer gut geplanten Verzahnung beider Lernangebote kann entdeckendes und selbst gesteuertes Lernen in der Natur angeregt und gefördert werden.

ware für 9- bis 13-Jährige gezeigt, die zu den Themen »Abenteuer Wald« und »Abenteuer Insekten/Kleine Tiere« im Sinne des moderaten Konstruktivismus und der Problemorientierung wie auch der Theorie für Multimedialernen nach Mayer (2001) konzipiert worden ist. Dem selbstständigen Wissenserwerb der Kinder und Jugendlichen wird dabei in dieser Lernsoftware mittels aktivierender Informationsdarbietung viel Raum gegeben. Sie kann im Biologie- und Sachunterricht vielfältig eingesetzt werden – zur Vor- und Nachbereitung von Lehrausgängen und Exkursionen, zum Stationenlernen, zum individuellen Arbeiten im Computerraum, für Gruppenarbeiten oder auch zur Präsentation mittels Beamer durch die Lehrkraft.

Was für eine Verzahnung von Lernsoftware und Freilandaktivitäten spricht, soll mit den folgenden Beispielen skizziert werden.

ARTENKENNTNIS FÖRDERN

Kommen wir nochmals zurück zum eingangs skizzierten Unterricht! Kindern und Jugendlichen Grundkenntnisse über wichtige Organismengruppen zu vermitteln, ist ein wichtiges Ziel des Biologieunterrichts, aber keine einfache Sache. Denn das Erwerben von Artenkenntnis ist ein komplexer Prozess, der kognitive Aktivitäten wie Abstraktion, Generalisation, Diskrimination und Transfer umfasst. Es müssen Prototypen gebildet werden – von Blättern und Blüten, Käfern, Libellen, Spinnen ... – und in der Begegnung mit den jeweiligen Organismen erkannt werden, welchem Prototyp diese entsprechen oder nicht. Eine Stärke von Lernsoftware liegt darin, eben diese Prototypen zu präsentieren. Die präzisen Formen können optimal mit Fotos, Zeichnungen oder 3-D-Animationen aufgezeigt und mit aussagekräftigen Symbolen oder Vergleichen ergänzt werden. Wie zum Beispiel zwei Vertreter des Insektenreichs, nämlich Käfer und Wanzen, zu unterscheiden sind, zeigt Abbildung 1. Hier werden die Körperformen und der Bau der Flügeldecken als charakteristische Merkmale vorgestellt und ihr Erkennen mittels konkreter Aufgaben trainiert.

Die Natur hingegen konfrontiert uns mit einer Fülle an Phänomenen und Lebensformen. Die Lernprozesse beim Bestimmen oder Erkennen von Organismen bestehen daher vor allem aus dem Abgleichen der vielfältigen Variationen

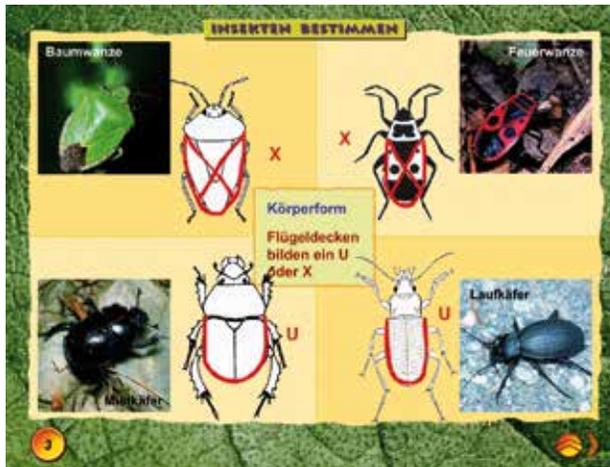


Abb. 1: Screenshot aus *Bienen, Blattläuse & Co. Abenteuer Kleine Tiere 2* (Unterbruner et al., 2009)

mit dem jeweiligen Prototyp. Die Erkennung z. B. des »X« der Flügeldecken erleichtert die Klassifikation der verschiedenen Vertreter dieser Tiergruppe wie Baum-, Leder-, Feuer- oder Weichwanzen als »Wanzen« deutlich.

DEN BLICK SCHÄRFEN

Wissen beeinflusst unsere Wahrnehmung, und was wir nicht kennen, entdecken wir häufig gar nicht erst. Eine wichtige Aufgabe von Lernsoftware ist es daher, Kindern und Jugendlichen Interessantes zu zeigen – in einer aktivierenden Form der Informationsdarbietung. Wenn sie sich beispielsweise mittels Lernsoftware kundig gemacht haben, mit welchen Tricks Blüten Insekten anlocken, wie etwa durch Zeichnungen auf den Blütenblättern, die wie »Landbahnen« aussehen, oder durch Blütenstände, die aus zahlreichen kleinen Blüten zusammengesetzt sind und daher wie eine große Blüte wirken, steigt die Chance, dass sie diese Beobachtungen auch selbst in der Natur machen,

dass sie neugierig werden und noch mehr entdecken wollen. Ein Unterricht, der bewusst die Verzahnung zwischen virtuellen und realen Zugängen zur Natur beabsichtigt, greift diese Details aus dem Lernprogramm im Freiland nochmals auf und führt sie weiter.

Unter einer übergeordneten Perspektive betrachtet, dienen das Schärfen des Blicks und das Erwerben von Artenkenntnis der sog. »Biodiversity Education«. Die Erhaltung der Biodiversität (Vielfalt an Arten, Ökosystemen und Genen) ist ein Thema von weltweiter Bedeutung (vgl. UNCED, Agenda 21) und ebenso ein Bildungsauftrag an unsere Schulen. Der Artenreichtum auf der Erde ist vielen Menschen aber eher durch Berichte über dessen Bedrohung durch Expansion von Siedlungsraum oder Klimawandel in den Medien geläufig als durch sichtbare und erlebbare Vielfalt von Pflanzen und Tieren.

UNSICHTBARES SICHTBAR MACHEN

Lernsoftware kann jahreszeitliche Abläufe wie Vegetationsphasen und Entwicklungszyklen demonstrieren, sie kann Tiere aus unmittelbarer Nähe zeigen oder auch einen virtuellen Blick in Wurzelspitzen oder Vogelkörper ermöglichen. Dies zeigen naturwissenschaftliche Filme zwar ebenso, aber in interaktiven Multimedia-Lernprogrammen können die User Informationen selbstständig, in der eigenen (Lese-)Geschwindigkeit erarbeiten und beliebig oft wiederholen. Das unterstützt die individuelle Wissenskonstruktion. So zeigte sich in wissenschaftlichen Begleituntersuchungen, dass interaktive Programmgestaltung, aktivierende Informationsdarbietung und Segmentierung der Informationen im Gegensatz zu durchlaufenden Videosequenzen einen signifikanten Lernzuwachs bringen (Unterbruner & Unterbruner, 2002; 2005).

Ein weiteres Beispiel: Ein großer Ameisenhaufen auf einer Waldlichtung ist umringt von einer Schulklasse. Die Kinder haben Gefallen am emsigen Treiben, beobachten, wie Ameisen eine Raupe abschleppen, erleben den Duft des Waldbodens und vielleicht auch den der Ameisensäure. Sie erleben die Natur mit allen Sinnen, eine Erfahrung, deren Bedeutung nicht hoch genug eingeschätzt werden kann (vgl. Gebhard, 2013; Louv, 2011).

Häufig stehen solche ganzheitlichen Zugänge zur Natur aber wie Monolithe in der Unterrichtslandschaft. Sie werden unzureichend mit dem im Klassenraum stattfindenden Unterricht verbunden. Hier kann eine entsprechende Lernsoftware eine Brücke schlagen: Was die Schüler in der Natur *nicht* erkunden können, ist das Leben im Ameisenhaufen, seine Struktur, die Arbeitsteilung im Ameisenstaat oder die Art und Weise, wie Ameisen ihr Futter finden (vgl. Unterbruner, Unterbruner & Seibt, 2004).

Die Schüler können im Wissen um den Ameisenstaat beim nächsten Waldspaziergang von sich aus eine »Brücke« schlagen. Sie können einen Ameisenhaufen noch interessierter und gezielter beobachten. Vielleicht suchen sie nach Ameisenstraßen, vielleicht legen sie den Ameisen Beutestückchen aus und beobachten, ob das, was das virtuelle Experiment in der Lernsoftware gezeigt hat, in der Realität auch wirklich passiert. Vielleicht weckt dies ihren Forschergeist, und sie generieren neue Fragen, die ihr Interesse an der Natur steigern.

Ein effektives Unterrichtsdesign lässt reale und virtuelle Zugänge wie Zahnräder geschickt ineinandergreifen und nutzt somit das Potenzial von Lernsoftware und unmittelbarem Naturkontakt, um den Schülern Tiere, Pflanzen und Lebensräume näherzubringen.

WEITERE INFORMATIONEN



<http://www.multimedialernen.at>

LITERATUR

- Gebhard, U. (2013). *Kind und Natur. Die Bedeutung der Natur für die psychische Entwicklung*. Wiesbaden: VS-Verlag.
- Louv, R. (2011). *Das letzte Kind im Wald?: Geben wir unseren Kindern die Natur zurück!* Weinheim: Beltz.
- Mayer, R. E. (2001). *Multimedia Learning*. Cambridge: University Press.
- UNCED-Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung (1992). *Agenda 21*. Verfügbar unter http://www.un.org/Depts/german/conf/agenda21/agenda_21.pdf [08.10.2014]
- Unterbruner, U. & Unterbruner, G. (2002). Multimedia im Ökologieunterricht: Lernprozesse und Programmgestaltung. In R. Klee & H. Bayrhuber (Hrsg.), *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik. Band 1* (S. 187 – 198). Innsbruck: Studien Verlag.
- Unterbruner, U. & Unterbruner, G. (2005). Wirkung verarbeitungsfördernder multimediale Programmgestaltung auf den Lernprozess von 10 - bis 12-Jährigen. In R. Klee, A. Sandmann & H. Vogt (Hrsg.), *Lehr- und Lernforschung in der Biologiedidaktik. Band 2* (S. 181 – 194). Innsbruck: StudienVerlag.
- Unterbruner, U., Unterbruner, G. & Seibt, M. (2004). *Eichhörnchen, Wolf & Co. Abenteuer Wald 2*. Linz: Veritas, Salzburg: IML (CD-ROM).
- Unterbruner, U., Unterbruner, G., Seibt, M. & Kattmann, U. (2008). *Schmetterlinge, Käfer & Co. Abenteuer Kleine Tiere 1*. Seelze: Friedrich Verlag, Salzburg: IML (CD-ROM).
- Unterbruner, U., Unterbruner, G., Seibt, M. & Kattmann, U. (2009). *Bienen, Blattläuse & Co. Abenteuer Kleine Tiere 2*. Seelze: Friedrich Verlag, Salzburg: IML (CD-ROM).

ÜBER DIE AUTORIN



Ulrike Unterbruner ist Professorin für Biologiedidaktik an der School of Education der Universität Salzburg. Ihre Schwerpunkte in Forschung und Lehre sind Umweltbildung, Entwicklung und Evaluation von Multimedia-Lernsoftware, ganzheitliches Lehren und Lernen, Lehrerbildung.

Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht (2014), J. Maxton-Küchenmeister & J. Meßinger-Koppelt (Hrsg.), Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag

NEUROBIOLOGISCHES WISSEN SPANNEND UND LEICHT VERSTÄNDLICH AUF WWW.DASGEHIRN.INFO

Katja Naie

Das gemeinnützige Informationsportal www.dasGehirn.info bietet kostenfreie, geprüfte Wissenstexte, interaktive Grafiken und Erklärfilme als herunterladbare Unterrichtsmaterialien über Neurobiologie und Hirnforschung.

Von Aktionspotenzialen bis Zapfen – neurobiologisches Wissen ist oft abstrakt und schwer vermittelbar. Hier können ansprechend gestaltete Grafiken und Animationen zu praktischen Helfern im Biologieunterricht werden. Passende Inhalte bietet das Informationsportal www.dasGehirn.info. Um das Wissen zu transportieren, setzt das Portal auch auf multimediale Aufbereitung. Einander ergänzende Videos, Grafiken sowie Texte erklären Schritt für Schritt hochkomplexe Sachverhalte und eignen sich sowohl für den Frontalunterricht als auch zur kreativen Gruppenarbeit oder zum Eigenstudium.

Doch wie gelingt dies bei eher schwer verständlichen Themen wie etwa bei der Informationsverarbeitung im Gehirn? Begriffe wie postsynaptische Signale, Ruhepotenzial und Neurotransmitter lassen Schülerköpfe eher schwirren. Deshalb teilt www.dasGehirn.info die teilweise »schwere Kost« in leicht verdauliche »Wissenshappen«. So erklärt der dreiminütige Animationsfilm »Elektrische Potenziale: Die Sprache der Neurone« anschaulich, wie Nervenzellen die Informationen über den synaptischen Spalt weiterleiten. Vertiefend dazu finden sich unterhaltsame Wissenstexte sowie Grafiken, die beispielsweise den Blick auf eine Synapse durch ein Elektronenmikroskop ermöglichen. Durch einen abwechslungsreichen Medieneinsatz können Schüler sich den Lerninhalten aus unterschiedlichen Blickwinkeln nähern. Dadurch kommt auch der Spaß am Lernen nicht zu kurz: Wer freut sich nicht über einen kurzweiligen Film, der komplizierte Erläuterungen ergänzt und auf eine andere Art und Weise veranschaulicht.

www.dasGehirn.info wurde 2011 von der Gemeinnützigen Hertie-Stiftung und der Neurowissenschaftlichen Gesellschaft in Zusammenarbeit mit dem



Abb. 1: Das zoombare 3-D-Modell veranschaulicht die Neuroanatomie.

Zentrum für Kunst und Medientechnologie Karlsruhe ins Leben gerufen. Das Portal versteht sich als Brückenbauer zwischen Hirnforschung und der interessierten Öffentlichkeit. Als »Übersetzer« schreiben erfahrene Wissenschaftsjournalisten die Beiträge, deren fachliche Korrektheit von Experten geprüft wird. Die Inhalte mit Creative-Commons-Lizenzen sind in der Regel frei verwendbar, etwa als Unterrichtsmaterialien oder für Referate und Hausarbeiten.

Sämtliche Schwerpunktthemen finden sich unter den Navigationspunkten »Wahrnehmen«, »Denken«, »Handeln« und »Entdecken«. Die ersten Themengebiete folgen dem Bogen Informationsaufnahme und -verarbeitung sowie Verhalten. »Entdecken« bietet eine Spielwiese für weit gefasste Themen. Speziell für Lehrer und Schüler ordnet eine Übersichtsseite relevante Inhalte nach Lehrplanthemen.

PRAKTISCHE TOOLS VON WWW.DASGEHIRN.INFO

Freier Download der Inhalte: Das Portal erlaubt seinen Nutzern, nahezu alle Texte, Grafiken, Podcasts und Filme herunterzuladen. Zudem ist eine kostenfreie Verwendung möglich, sofern www.dasGehirn.info als Urheber genannt wird und die Beiträge nicht kommerziell genutzt werden, wie zum Beispiel in der Schule.

3-D-Gehirnmodell: Wie sind Auge und Ohr aufgebaut? Wo befinden sich die Basalganglien oder der Cortex? Um die Hirnanatomie besser zu verstehen, gibt es ein drehbares 3-D-Modell. Es ermöglicht ein Zoomen über kleinste Hirnareale bis auf die Zellebene. Zudem ist jedes Hirnareal mit weiterführenden Informationen verknüpft.

Glossar: Auf einen Blick werden wichtige Begriffe kurz erklärt und mit den entsprechenden Inhalten des Themenportals verlinkt.

Relevantes Schulwissen mit Lesemappen teilen: Wie wäre es, prüfungsrelevante Materialien mit nur wenigen Klicks für Schüler bereitzustellen? Dafür gibt es im Themenportal sogenannte »Lesemappen«. Registrierte Nutzer können sich eigene Lesemappen mit Beiträgen von www.dasGehirn.info anlegen. Nach dem Log-in sammelt man ausgesuchte Inhalte in seiner persönlichen Lesemappe. Wer sie als öffentlich markiert, kann die Beiträge mit anderen teilen.

Lehrer-Newsletter: Um über Monatsthemen und über relevante Inhalte für den neurobiologischen Unterricht auf dem Laufenden zu bleiben, stellt www.dasGehirn.info regelmäßig einen kostenlosen Lehrernewsletter bereit. Um diesen zu abonnieren, senden Sie einfach eine E-Mail an info@dasGehirn.info mit dem Stichwort »Lehrernewsletter«.

Kostenlose E-Books: Inzwischen stehen drei frei zugängliche E-Books für iPad-Nutzer zur Verfügung, und zwar zu den Themenkomplexen Gedächtnis, Empathie – »Im Kopf der Anderen« und Morbus Alzheimer.

WEITERE INFORMATIONEN



www.dasGehirn.info

<https://www.facebook.com/dasGehirn.info>

Abiturvorbereitung »Graue Zellen«:

<http://dasgehirn.info/entdecken/diverses/abitur-vorbereitung-legales-doping-fuer-die-grauen-zellen-9933/>

Unterrichtseinheit »Gedächtnis«:

<http://dasgehirn.info/denken/gedaechtnis/resolveuid/962d5f75f5ad41d1919e8492113510b5>

ÜBER DIE AUTORIN



Dr. **Katja Naie** wurde in Dinslaken geboren, hat Biologie studiert, in Neurowissenschaften promoviert und ist heute Mitarbeiterin der Gemeinnützigen Hertie-Stiftung und Mit-Initiatorin und -Leiterin des Informationsportals www.dasGehirn.info.

EINE ALTERNATIVE ZUR INTERNETRECHERCHE: WEBLINKSAMMLUNGEN

Antony Crossley

Das Internet hat sich als Informationsquelle etabliert. Sowohl aus Lehrer- wie auch aus Schülersicht wird es als Bereicherung für den Unterricht angesehen (vgl. Institut für Demoskopie Allensbach, 2013 bzw. Beitrag von [Hanekamp](#), S. 21). Informationen sind schnell, nahezu überall und jederzeit verfügbar. Inzwischen hat sich das World Wide Web zu einer Art Universallexikon entwickelt. Es gibt kaum Themenbereiche, für die es keine Texte, Bilder oder Videos zur Verfügung stellt. Von diesem Angebot machen Lehrende und Lernende gleichermaßen Gebrauch. Mehr als zwei Drittel der Lehrer verwenden das Internet regelmäßig zur Unterrichtsvorbereitung (vgl. Michel, 2008; Institut für Demoskopie Allensbach, 2013; Joachim Herz Stiftung, 2013). Neun von zehn Jugendlichen im Sekundarstufenalter nutzen es täglich oder mehrmals in der Woche auch für außerschulische Lernaktivitäten (vgl. Beitrag [Crossley \(1\)](#), S. 70).

Empirische Studien belegen, dass die Recherche nach Information zu den am häufigsten ausgeführten Tätigkeiten gehört, wenn Schüler das Internet zum Lernen einsetzen (vgl. Feierabend, Karg & Rathgeb, 2013). Zu Hause bei der Vorbereitung auf Klassenarbeiten, bei der Erstellung von Referaten und Präsentationen, zur Bearbeitung von Hausaufgaben oder im Schulunterricht. Die Suche nach benötigten Informationen beginnt in der Regel mit der Auswahl einer Suchmaschine, gefolgt von der Eingabe eines oder mehrerer Suchbegriffe. Anschließend werden aus der Ergebnisliste Informationsquellen ausgewählt und weiterverarbeitet. Dieser einfache Vorgang beinhaltet für Lernende unter Umständen einige Hürden, die oftmals nicht bedacht werden, wenn als Arbeitsauftrag eine *Internetrecherche* erteilt wird. Denn ob das Suchergebnis zielführende Internetverweise (sogenannte *Links*) enthält, ist z. B. von der Eingabe geeigneter Stichworte bzw. von

Die resultierende Informationsflut kann Schüler schlicht überfordern.

der geschickten Kombination mehrerer Suchbegriffe abhängig. Ferner kann die resultierende Informationsflut Schüler schlicht überfordern. Dies resultiert nicht selten in einer unreflektierten Weiterverarbeitung der gefundenen Informationen. Es werden die Internetverweise angeklickt, die in der angebotenen Liste oben stehen. Inhalte werden übernommen, ohne diese auf ihre Gültigkeit bzw. auf ihre fachliche Richtigkeit hin zu überprüfen oder diese zumindest in Frage zu stellen. Zu bedenken ist, dass es für Lernende, die nur über ein begrenztes Vorwissen verfügen, oft schwierig oder auch schlicht nicht möglich ist, fachlich Falsches als solches zu erkennen. Dies ist eine der Schwachstellen des Arbeitsauftrags *Internetrecherche*. Allerdings lässt sich der Lernprozess an dieser Stelle optimieren, indem den Schülern Weblinksammlungen zur Verfügung gestellt werden. Diese enthalten zielgerichtete Internetverweise, die bei der Bearbeitung der gestellten Aufgabe verwendet werden können. Durch die Bereitstellung der Weblinksammlung wird eine Vorstrukturierung der Informationen vorgenommen. Dieses Vorgehen beinhaltet im Vergleich zur selbstständigen Internetrecherche einige Vorteile, sofern fachliche Lernziele im Vordergrund stehen und nicht etwa das *Recherchieren-Lernen*:

1. Es wird gewährleistet, dass die Lernenden Informationen verwenden, die fachlich richtig sind.
2. Informationsquellen können nicht allein unter fachlichen Zielen, sondern unter didaktischen Aspekten ausgewählt werden.
3. Der Schwierigkeitsgrad der Aufgabenstellung kann über die Weblinksammlung variiert werden. Lernende mit geringem Vorwissen können z. B. Internetverweise zu einem ›direkten‹ Lösungsweg erhalten. Ist hingegen bereits ein hohes Maß an Vorwissen vorhanden, werden ›indirekte‹ Lösungshinweise angeboten. Dadurch lassen sich Schüler in Abhängigkeit von ihrem individuellen Leistungsstand differenziert fördern.
4. Die Informationen der Internetverweise können vorab sortiert werden, sodass die Inhalte aufeinander aufbauen. Dadurch kann beispielsweise verhindert werden, dass zu detaillierte Informationen am Anfang aufgerufen werden. Insbesondere leistungsschwache Lernende können davon profitieren, da sie unter Umständen zu Beginn einer Aufgabenbearbeitung von zu komplexen Inhalten abgeschreckt werden oder diese eine Überforderung darstellen.

Die Erstellung von Weblinksammlungen ist ohne großen zeitlichen Aufwand möglich, berücksichtigt man, dass die meisten Lehrkräfte das World Wide Web zur Unterrichtsvorbereitung einsetzen. Sie können eigenständig oder als Ergänzung zu anderen Informationsquellen verwendet werden. Als Alternative zur eigenen Erstellung von Weblinksammlungen können Schüler durchaus in diesen Prozess einbezogen werden. Allerdings muss im Vorfeld der kritische Umgang mit den aufgefundenen Informationen kommuniziert und klar als Teil des Arbeitsauftrags formuliert werden.

Bei der Verwendung von Weblinksammlungen muss allerdings berücksichtigt werden, dass sich Inhalte des World Wide Web verändern können, ganze Webseiten gelöscht oder umstrukturiert werden. Einmal erstellte Sammlungen haben keine unbegrenzte Gültigkeit. Vor dem wiederholten Einsatz bereits erstellter Sammlungen sollten die Internetverweise daher überprüft und gegebenenfalls aktualisiert werden. Dennoch bietet die Verwendung von Weblinksammlungen viele Einsatzmöglichkeiten, die mit klassischen Medien, z. B. einem Schulbuch, nicht zu realisieren sind.

LITERATUR

- Feierabend, S., Karg, U. & Rathgeb, T. (2013). *Die JIM-Studie 2013 – Jugend, Information, (Multi-)Media*. Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (Hrsg.), Stuttgart. Verfügbar unter <http://www.mpfs.de/?id=613> [4/2014]
- Institut für Demoskopie Allensbach (2013). *Digitale Medien im Unterricht – Die Sicht von Lehrkräften und Schülern*. Verfügbar unter http://www.telekom-stiftung.de/dts-cms/sites/default/files/core-library/files/impulse/zeit-konferenzen/Allensbach-Studie_Web-PDF.pdf [4/2014]
- Joachim Herz Stiftung (Hrsg.) (2013). *LEIFIphysik Nutzerbefragung*. Verfügbar unter http://www.leifiphysik.de/sites/default/files/medien/leifi_ergebnisse_umfrage2014.pdf [4/2014]
- Michel, L. P. (2008). *Digitale Schule – Wie Lehrer Angebote im Internet nutzen*. Technischer Bericht, Institut für Medien- und Kompetenzforschung, Essen. Verfügbar unter http://www.dlr.de/pt/Portaldata/45/Resources/dokumente/bildungsforschung/MMB_Veroeffentlichung_Lehrer_Online_20080505_final.pdf [4/2014]

ÜBER DEN AUTOR



Crossley, Antony, Dr. phil., ist wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachbereich Physik und ihre Didaktik an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg. Seine Arbeitsschwerpunkte sind empirische Forschung zu Hausaufgaben im Physikunterricht, digitale Technologien und neue Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht.

DER EINSATZ VIRTUELLER EXKURSIONEN IM NATURWISSENSCHAFTLICHEN UNTERRICHT

Anne-Kathrin Lindau

EINLEITUNG

Exkursionen stellen seit jeher eine wesentliche Lernform innerhalb des naturwissenschaftlichen Unterrichts dar. Aufgrund der Authentizität sowie der Realität von natürlichen Phänomenen außerhalb des schulischen Kontextes bieten sich Erkundungen in jedem Unterrichtsfach sowie in jeder Jahrgangsstufe an. Da eine reale Exkursion aufgrund räumlicher Entfernungen und organisatorischer Probleme nicht immer zu realisieren ist, bietet sich die Nutzung von virtuellen Exkursionen im naturwissenschaftlichen Unterricht an. Durch die Einbindung von interaktiven multimedialen Lernumgebungen, die eine Landschaft virtuell nachgestalten, können biologische, chemische, physikalische, geographische und technische Erscheinungen analysiert werden. Weiterhin bieten virtuelle Exkursionen die Möglichkeit, Phänomene, die in der Natur nicht direkt beobachtbar sind, darzustellen, um sie dann während einer realen Erkundung als ergänzendes Medium einzusetzen.

In den folgenden Ausführungen werden der Begriff und die Merkmale der virtuellen Exkursion sowie deren Einsatzmöglichkeiten für den naturwissenschaftlichen Unterricht vorgestellt.

DER BEGRIFF DER VIRTUELLEN EXKURSION

Der Begriff der virtuellen Exkursion wird in der Literatur sehr vielfältig verwendet und hat sich im Laufe der Zeit, bedingt durch den technologischen Fortschritt, stark gewandelt. Aus didaktischer Sicht gibt es keine eindeutige Begriffsdefinition. So beschreibt Schleicher (2004) eine virtuelle Exkursion als simulierte Konstruktion des realen Raums, die online und offline ange-

boten wird. Dabei stellt die virtuelle Exkursion eine didaktisch strukturierte und aufbereitete Lehr- und Lernumgebung dar, welche die Möglichkeit bietet, Räume unter natur- oder kulturwissenschaftlichen Aspekten zu erkunden (Lindau, 2011).

Im englischsprachigen Raum wird eine virtuelle Exkursion in England (Stainfield, Fischer, Ford & Solem, 2000; Spicer & Stratford, 2001) und Amerika (Tuthill & Klemm, 2002; Harrington, 2009) als »virtual field trip« bezeichnet. Hier wird die virtuelle Exkursion als Möglichkeit verstanden, Eindrücke und Prozesse aus fernen, aber auch nahen Räumen über ein multimediales Medium (z. B. Computer) virtuell im Klassenraum zu präsentieren.

Der Begriff der virtuellen Exkursion wird in dem vorliegenden Artikel als Bezeichnung für einen nachgebildeten, inszenierten Raum gebraucht, der auf verschiedenen Maßstabsebenen und nach unterschiedlicher Abgrenzung virtuell zu erkunden bzw. zu analysieren ist. Die virtuelle Exkursion stellt dabei ein interaktives multimediales Lernmodul zur Analyse von Räumen dar, worin unterschiedliche Medien (wie z. B. Karten, Videos, Bilder) in einem Verbundmedium integriert und miteinander kombiniert werden (Schmidt, Lindau & Finger, 2013).

MERKMALE VIRTUELLER EXKURSIONEN

Im folgenden Abschnitt werden die Merkmale virtueller Exkursionen für den naturwissenschaftlichen Unterricht erläutert.

Problemorientierte Fragestellung (Leitfrage): Ein wesentliches Merkmal der virtuellen Exkursion ist eine problemorientierte Fragestellung (Leitfrage) für das gesamte interaktive Angebot, die am Ende der Erkundungstour durch Bearbeitung der verschiedenen aufbereiteten Stationen beantwortet werden kann. Mögliche Leitfragen sind: »Wer lebt im Bach?«, »Wildnis in der Stadt?«, »Tropischer Regenwald – im Spannungsfeld von Ökologie und Ökonomie?« oder »Kann ich mit meinem Lebensstil nachhaltig handeln?«.

Kompetenzorientierung: Die Kompetenzorientierung spielt neben der fachlich-inhaltlichen Ausrichtung innerhalb einer virtuellen Exkursion eine wesentliche Rolle, denn die virtuelle Exkursion spricht durch die selbstständige Analyse eines virtuellen Raums eine Vielzahl von Bildungsstandards sowie Kompetenzbereichen innerhalb des naturwissenschaftlichen Unterrichts an (KMK, 2004 a; KMK, 2004 b; KMK, 2004 c; DGfG, 2012). Durch den ganzheitlichen Ansatz einer virtuellen Exkursion können die Kompetenzbereiche Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation sowie Bewerten/Beurteilen gefördert werden. Für den naturwissenschaftlichen Bereich des Unterrichtsfachs Geographie kommen noch die Kompetenzbereiche »Räumliche Orientierung« und »Handlung« hinzu (DGfG, 2012).

Einbindung naturwissenschaftlicher Basiskonzepte: Der Vielfalt der naturwissenschaftlichen Phänomene und Sachverhalte liegen Basiskonzepte zugrunde, die Zugänge und Strukturierungsvarianten zu den Themenbereichen beschreiben. Die Basiskonzepte für den naturwissenschaftlichen Fächerkanon können mit Struktur, Funktion, Prozess und System beschrieben werden und sollten die Basis für die Konzeption von virtuellen Exkursionen darstellen (DGfG, 2012). So kann die strukturelle Anpassung von Pflanzen an die klimatischen Bedingungen im Mittelmeerraum (wie z. B. Lederhaut und Dornen) die Grundlage für die Frage nach der Funktion der Pflanzenausstattung bilden. Anschließend können auf einem höheren Anforderungsniveau Fragen nach Prozessen (Verdunstung) und deren Einordnung im Ökosystem (Wasserhaushalt, Subtropen) sowie die menschliche Nutzung und deren Folgen eingebunden werden.

Um den Gedanken einer Exkursion als Erkundung im Gelände in den virtuellen Raum übertragen zu können, ist als ein weiteres wesentliches Merkmal der virtuellen Exkursionen die Verbindung des darzustellenden naturwissenschaftlichen Phänomens mit einem real existierenden Standort, z. B. einer Ruderalfläche im Park Gleisdreieck in Berlin, zu beachten. Bei der Auswahl der naturwissenschaftlichen Phänomene ist zwingend eine Verbindung zur Lebenswelt der Schüler und damit zum menschlichen Leben herzustellen.

Räumliche Orientierung: Um den regionalen Bezug zu gewährleisten, wird bei der virtuellen Exkursion eine Stationsroute in Anlehnung an eine reale Exkur-



Abb. 1: Screenshot der Menüseite der virtuellen Exkursion »Ein Leben im Karstgebiet Südharz – Chancen oder Risiko?« (Hempowicz, 2010)

sion angelegt. Die einzelnen Standorte können durch die Nutzer in einer festgelegten oder freien Reihenfolge virtuell erkundet werden. In der vorliegenden Abbildung aus einer virtuellen Exkursion zum Thema Karst wird ein Menü in Form einer interaktiven Karte zu verschiedenen Teilthemen angeboten (Abb. 1), die eine Lokalisierung der einzelnen Standorte ermöglicht. In der Regel werden in eine virtuelle Exkursion real existierende Standorte integriert.

Exkursionsstandorte: Nach der räumlichen Einordnung der Region werden die Exkursionsstandorte themenorientiert innerhalb der virtuellen Exkursion angeboten. In der Regel umfassen die Stationen eine Einführung mit Problem- und Zielstellung sowie einer Leitfrage, ein Informationsangebot sowie eine Form der Ergebnissicherung. Dadurch wird eine fachliche Basis geschaffen, auf deren Grundlage sich die Nutzer mit Hilfe von methoden- und aufgabenorientierten Benutzeroberflächen aktiv mit der Problematik auseinandersetzen können. Zum Abschluss der einzelnen virtuellen Stationen kann ein interaktiver Test zu Selbstüberprüfung angeboten werden.

Die virtuelle Exkursion endet mit einer Zusammenfassung der Stationen sowie einem Rückbezug zur Zielstellung bzw. Leitfrage, die zu Beginn formuliert wurde. Eine abschließende Handlungsaufforderung regt zu einem konkreten Beitrag zum Erkunden des jeweiligen Lebensraums (Nahraum) an.

Multimedialität und Interaktivität: Die multimediale und interaktive Gestaltung stellt neben Kompetenzorientierung, inhaltlicher und didaktischer Strukturiertheit sowie Standortbezogenheit ein weiteres wesentliches Merkmal einer virtuellen Exkursion dar.

Multimedialität beschreibt die interaktive Kombination unterschiedlicher Einzelmedien (Issing & Klimsa, 2002). In einer virtuellen Exkursion werden Texte, Bilder, Videos, Animationen, Simulationen, Grafiken, Hörtexte sowie eine Leitfigur, die durch die virtuelle Exkursion führt, miteinander kombiniert. Zusätzlich können weitere Materialien (z. B. Arbeitsblätter) und externe Links mit weiteren Informationen zur Verfügung gestellt werden (Schmidt et al., 2013).

Als interaktiv werden virtuelle Exkursionen bezeichnet, die den Nutzern verschiedene Eingriffs- und Steuerungsmöglichkeiten erlauben, wie z. B. die Einbindung von interaktiven Tests, um den Lernerfolg zu bestimmen (Schaumburg & Issing, 2004).

EINSATZMÖGLICHKEITEN VON VIRTUELLEN EXKURSIONEN

Die Studie zur Interessenforschung von Hemmer und Hemmer (2010) weist ein außerordentlich hohes Interesse von Schülern an Exkursionen sowie an digitalen Medien am Beispiel des Geographieunterrichts nach. Diese Feststellung kann sicherlich auch auf andere naturwissenschaftliche Unterrichtsfächer bezogen werden.

Hinsichtlich des privaten Nutzungsverhaltens von digitalen Medien zeigt die JIM-Studie (2012), dass in Deutschland 100 % der befragten Jugendlichen Zugang zu einem Computer und 98 % Zugang zum Internet besitzen, von denen 68 % der Befragten das Internet täglich nutzen.

Die dargelegten Studien lassen unter dem Aspekt des hohen Interesses an

Exkursionen sowie der Bedeutsamkeit von digitalen Medien im Alltag der Lernenden vermuten, dass der Einsatz virtueller Exkursionen im naturwissenschaftlichen Unterricht positive Effekte hinsichtlich Interesse und Lernerfolg hervorrufen können.

Grundsätzlich können drei Einsatzmöglichkeiten von virtuellen Exkursionen unter dem Aspekt des Blended Learning unterschieden werden:

I. Virtuelle Exkursion als eigenständige Lehr- und Lernumgebung

Die virtuelle Exkursion wird als eigenständige Lehr- und Lernumgebung für die Analyse eines naturwissenschaftlichen Phänomens eingebunden. Diese Form bietet sich besonders bei der Thematisierung von nicht zugänglichen (z. B. Flussbett oder Baumkrone) oder weit entfernten Räumen (z. B. Xerophyten in der Wüste Sahara) an. Weiterhin ist dieser virtuelle Ansatz geeignet, Modelle mit Raumbezug darzustellen (z. B. Ökosystem des tropischen Regenwaldes in Brasilien).

II. Kombination von virtueller und realer Exkursion

Die virtuelle Exkursion wird in Kombination mit einer realen Exkursion genutzt, indem sie

- a. als Vorbereitung für eine Realexkursion,
- b. während einer Realexkursion oder
- c. als Nachbereitung einer Realexkursion eingesetzt wird (Lindau, 2011).

Der Einsatz der virtuellen Exkursion in der Einstiegsphase einer Lehr- und Lerneinheit kann erfolgen, um Schüler thematisch und methodisch auf eine real stattfindende Exkursion vorzubereiten (a). Daneben kann sie zur Festigung, Wiederholung und Systematisierung einer Realexkursion genutzt werden (c) (Harrington, 2009; Spicer & Stratford, 2001). Zusätzlich zur eigenen Beobachtung können hierbei die Strukturen, Funktionen und Prozesse des zuvor erkundeten Raums, z. B. mit Hilfe von Animationen und Simulationen, veranschaulicht werden.



Abb. 2: Nutzung einer virtuellen Exkursion im Gelände (Foto: Lindau)

Einen weiteren Aspekt stellt der Einsatz einer virtuellen Exkursion während einer realen Exkursion dar (b). Hierbei können sich beide Exkursionsformen ergänzen. Aus Sicht der Realexkursion ermöglicht das Erkunden vor Ort durch die originäre Raumbegegnung ein eigenständiges Erleben von naturwissenschaftlichen Strukturen und Prozessen in der Realität. Um den Raum jedoch gleichzeitig als komplexes System zu analysieren und nicht direkt beobachtbare Phänomene (z. B. Photosynthese) zu visualisieren, ist der Einsatz der virtuellen Exkursion während der Geländeerkundung eine sinnvolle Ergänzung (Abb. 2).

III. Entwicklung einer virtuellen Exkursion

Die höchste Form der Kompetenzentwicklung stellt die selbstständige Entwicklung einer virtuellen Exkursion dar, beispielsweise als mögliche Ergebnisform einer realen Exkursion. Durch die Visualisierung der subjektiven Raumwahrnehmung können die Schüler dazu angeregt werden, über die virtuelle Inszenierung eines Raums zu reflektieren. Die Anforderungen an die Lernenden sind hoch, da eine thematische Informationsauswahl und -strukturierung vorgenommen sowie diese in einem ansprechenden Mediendesign zielgruppenspezifisch visualisiert werden muss.

Werden Exkursionen im naturwissenschaftlichen Unterricht angeboten, erfolgt der Abschluss häufig mit einem klassischen Exkursionsbericht, der in der Regel bewertet wird. Eine Alternative stellt die Entwicklung einer virtuellen Exkursion dar, da hierdurch die Inhalte der Realexkursion in eine andere Präsentationsform überführt und damit abgesichert werden. Unter Berücksichtigung der Zielgruppe können die Anforderungen der Bildungsstandards für Biologie, Chemie, Physik und Geographie in allen Kompetenzbereichen, wie z. B. das Formulieren von klaren Fragestellungen, das Auswählen und Strukturieren von fachlichen Inhalten sowie das Wählen der methodischen Vorgehensweise, gefördert werden (KMK, 2004 a; KMK, 2004 b; KMK, 2004 c; DGfG, 2012). Durch die eigene Erstellung einer virtuellen Exkursion wird innerhalb des Modells der Medienkompetenz die Dimension der Mediengestaltung angesprochen.

Zusammenfassend weist die virtuelle Exkursion ein großes Potenzial für den Einsatz innerhalb des naturwissenschaftlichen Unterrichts auf, indem die interaktive Lernumgebung als eigene Lerneinheit im Unterricht oder in Kombination mit einer realen Exkursion eingesetzt werden kann. Dabei macht eine virtuelle Exkursion naturwissenschaftliche Phänomene sowie komplexe Zusammenhänge durch die Kombination von unterschiedlichen Einzelmedien »sichtbar«. Weiterhin ermöglicht die Erstellung einer virtuellen Exkursion durch die Schüler eine Ergebnissicherung nach einer realen Exkursion im Sinne eines ganzheitlichen Medienprojekts.

LITERATUR

- DGfG (Deutsche Gesellschaft für Geographie) (Hrsg.) (2012): *Bildungsstandards im Fach Geographie für den Mittleren Schulabschluss*. Bonn.
- Harrington, M. C. R. (2009): An Ethnographic Comparison of Real and Virtual Reality Field Trips to Trillium Trail: The Salamander Find as a Salient Event. *Children, Youth and Environments*, 19(1), 1–28. Verfügbar unter <http://www.colorado.edu/journals/cye> [10.05.2014]
- Hemmer, I. & Hemmer, M. (Hrsg.) (2010): *Schülerinteresse an Themen, Regionen und Arbeitsweisen des Geographieunterrichts. Ergebnisse der empirischen Forschung und deren Konsequenzen für die Unterrichtspraxis*. Weingarten: Hochschulverband für Geographie und ihre Didaktik e.V.
- Hempowicz, J. (2010): *Virtuelle Exkursion. Ein Leben im Karstgebiet Südharz – Chancen oder Risiko?* Nicht veröffentlicht, Halle.
- Issing, L. & Klimsa, P. (Hrsg.) (2002): *Informationen und Lernen mit Multimedia und Internet – Lehrbuch für Studium und Praxis*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- KMK (Kultusministerkonferenz) (2004 a): *Bildungsstandards im Fach Biologie*. Bonn.
- KMK (Kultusministerkonferenz) (2004 b): *Bildungsstandards im Fach Chemie*. Bonn.
- KMK (Kultusministerkonferenz) (2004 c): *Bildungsstandards im Fach Physik*. Bonn.
- Lindau, A.-K. (2011): PRONAS im Unterricht – die Methode der realen und virtuellen Exkursion. In K. Ulbrich, A.-K. Lindau, C. Hörning, J. Settele (Hrsg.) (2009), *Lebensräume von Tieren und Pflanzen simulieren – Zukunftsszenarien zum Einfluss des Klimawandels. Handreichungen zur Lernsoftware PRONAS für Schule und Umweltbildung*. Sofia: Pensoft Publishers.
- Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (2012): *JIM 2011*. Verfügbar unter <http://www.mpfs.de/index.php?id=244> [10.05.2014]
- Schaumburg, H. & Issing, L. J. (2004): Interaktives Lernen mit Multimedia. In Mangold, R. & Vorderer, P. (Hrsg.), *Lehrbuch der Medienpsychologie* (S. 717–742). Göttingen: Hogrefe.
- Schleicher, Y. (Hrsg.) (2004): *Computer, Internet & Co. im Erdkundeunterricht*. Berlin: Cornelsen Scriptor.
- Schmidt, D., Lindau, A.-K. & Finger, A. (2013): Die virtuelle Exkursion als Lehr- und Lernumgebung in Schule und Hochschule. In *Hallesches Jahrbuch für Geowissenschaften* 35 (S. 145–157). Verfügbar unter <http://public.bibliothek.uni-halle.de/index.php/hjg/article/view/418> [10.05.2014]
- Southworth, J. H. & Klemm, E. B. (1985): Increasing global understanding through telecommunications. *NASSP Bulletin*, 69(480), 39–44.
- Spicer, J. I. & Stratford, J. (2001): Student perceptions of a virtual field trip to replace a real field trip. *Journal of Computer Assisted Learning*, 17, 345–354.
- Stainfield, J., Fischer, P., Ford, B. & Solem, M. (2000): International Virtual Field Trips: a new direction? *Journal of Geography in Higher Education*, 24(2), 255–262.

Tuthill, G. & Klemm, E. B. (2002): Virtual field trips: Alternatives to actual field trips. *International Journal of Instructional Media*, 29(4), 453 – 468.

ÜBER DIE AUTORIN



Anne-Kathrin Lindau studierte Geographie und Deutsch für das Lehramt an Gymnasien in Halle. Nach dem Referendariat und langjähriger Tätigkeit als Lehrerin an einem Gymnasium promovierte sie 2004 zum Dr. päd. Seit 2005 ist Anne-Kathrin Lindau Lehrkraft für besondere Aufgaben in der Didaktik der Geographie an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht (2014), J. Maxton-Küchenmeister & J. Meßinger-Koppelt (Hrsg.), Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag

SCHULKONTEXT – LEBENSWELT UND UNTERRICHT MOBIL VERBUNDEN

Arne Oberländer

»Unterricht sollte so interessant und relevant sein, dass sich Schüler mit der Familie und Freunden in der Freizeit darüber unterhalten«: Dieses Ideal eines erfolgreichen Unterrichts, das vielen Lehramtskandidaten in ihrer Ausbildung vermittelt wird, ist das Leitbild dieses Projekts. Hierfür wendet das Team von *Schulkontext* (Lehrerin, Developer/Admin und Produktentwickler) ein ganzes Spektrum von Schulpraxis- und Projekterfahrungen an, um neuartige Konzepte für den Schulunterricht zu entwickeln. Neben eigenen Unterrichtserfahrungen fließen dabei Kenntnisse aus jahrelanger fachdidaktischer (Medien-)Forschung sowie einer Reihe von Web- und E-Learning-Projekten ein.

Die Gesellschaft bietet anscheinend jedwedes Wissen und medial attraktive Informationen für jeden zugänglich und aktuell an. Schulthemen haben dagegen einen längeren, didaktisch berechtigten und eine Basis schaffenden Vorlauf. Sie haben vom Ansatz her nur einen grundlegenden Bezug zur Lebenswelt. Interesse im Unterricht konkurrenzfähig zu wecken ist also schwierig; Kontexte zur Lebenswelt flexibel zu gestalten bleibt der Kreativität der Lehrkräfte überlassen.

Schulkontext tritt dazu an, dieses Interesse durch die Beantwortung einer Frage zu wecken: »Was hat ein Unterrichtsthema X mit der (aktuellen) Lebenswelt zu tun?«

Als eine logische Konsequenz der gesellschaftlichen Entwicklung wird von der Schule immer mehr gefordert, auch mobile Geräte wie Smartphones und Tablets in den Unterricht zu integrieren, da diese inzwischen auch zum Lebensalltag von Schülern gehören (Feierabend, Karg & Rathgeb, 2013). Außer den medienpädagogischen Erwägungen, Schülern generelle Chancen und Gefahren derartiger Medien aufzuzeigen, können und müssen sie unserer Überzeugung nach in den Regelfächern bisherige nicht mediale Probleme lösen helfen, um den Anwendungsaufwand im Unterricht wert zu sein. Im *Schulkontext* sind die Konzepte auf eine zeitnahe Umsetzung ausgerichtet, die eher eine

evolutionäre Entwicklung unterstützt, als dass sie mit »Revolutionen« oder »Paradigmenwechsel« intuitive Befürchtungen und damit Ablehnung weckt. Ein exemplarisches Beispiel ist der Gebrauch herkömmlicher Schulbücher in einer von uns neu konzipierten, mediengestützten Lernumgebung. Wir sehen Schulbücher als eine redaktionell gut an den Rahmenplan angepasste und gewohnte mediale »Schnittstelle« des Unterrichts an. Aus Sicht der Usability ist das sehr positiv. Solange sich dies in der Praxis als nützlich erweist, gibt es keine Rechtfertigung für ihre Abschaffung, und wir bauen sie in unser technologisches Konzept ein. Wir entwickeln, im Kontrast zu anderen Projekten, nicht das Schulbuch der Zukunft, sondern zeigen auf, wie Schulbücher im Rahmen neuer Technologien anwendbar bleiben.

In diesem Artikel werden einige Möglichkeiten, die die modularen Konzepte von *Schulkontext* beinhalten, dargestellt.

PROBLEMFELDER UND IHRE LÖSUNGSANSÄTZE IM PROJEKT SCHULKONTEXT

Auf der Basis unserer Kenntnisse konzentrieren wir uns auf Lösungen für die in nachfolgender Abbildung genannten Problemfelder.

Problemfelder	Schulkontext.de
Schulische Lerninhalte werden im Vergleich zur Lebenswelt als irrelevant, da nicht anknüpfend wahrgenommen.	Lebens- und Bildungswelt werden mittels eines speziell entwickelten Service mit Hilfe der (mobilen) Technik thematisch, situationsadäquat und hochwertig verbunden.
Unterrichtsvorbereitung, die (tages)aktuelle Aspekte der Lebenswelt aufgreift, ist nahezu unrealistisch aufwendig; gesammelte Links veralten, kurzfristige Recherchen sind zeitraubend.	
Von der Gesellschaft nach wie vor geforderte Bewertungen der Lernenden fallen im mediengestützten Unterricht schwer.	Unterrichtssituationen, neuartige Bewertungskriterien, Visualisierungen (»ActivityClocks«, SKAC) und Software, um Lernaktivitäten im mediengestützten Unterricht zu moderieren und zu bewerten.

Problemfelder	Schulkontext.de
Inklusion im (naturwissenschaftlichen) Unterricht an Regelschulen ist organisatorisch schwierig.	Apps tragen im Verbund mit speziellen Medienformaten für elektronische Tafeln zu einer Erleichterung der Integration bei. Gleichzeitig ist eine Bewertung mit »ActivityClocks« möglich.
Ein vollständiger Ersatz des Leitmediums »Schulbuch« ist u. a. aus finanziellen Gründen und aufgrund der Altersstruktur der Lehrerkollegien in den nächsten Jahren nicht vorstellbar.	Herkömmliche Bücher werden ebenso wie z. B. <i>Digitale Schulbücher</i> lebendig: Mit Hilfe von Apps werden zusätzliche Medien und Hinweise in mobilen Geräten der Schüler sichtbar. Die Unterrichtsvorbereitung kann sich dabei womöglich auf die Bedienung einer Foto-App beschränken.

Abb. 1: Problemfelder im Unterricht und bei Schulkontext.de vorgeschlagene Lösungsansätze

DER SCHULKONTEXT

Die grundsätzliche Idee, Lebenswelt und Unterrichtsthemen durch Technik zu verbinden, wird durch *Schulkontext* wesentlich durch ein bestimmtes Modul, den SKCore, implementiert. Für die Entwicklung dieses Moduls wendet das Schulkontext-Team Erfahrungen aus Projekten wie Meducase (2006) und Centuplico (Schulkontext, 2013) im Bereich der semantischen Technologien an. In Meducase wurde mit Erfolg eine fallbasierte Lernumgebung für Medizinstudenten implementiert, die zur inhaltlich hochwertigen und automatischen Verlinkung von Informationen semantische Technologie nutzte. Ein Datendienst wie dieser kann in der mediengestützten Bildung bewirken, dass inhaltliche Zusammenhänge in hoher Qualität ohne den sonst üblichen hohen Personalaufwand zur Verfügung stehen. Von diesem Erfolg im Bereich der mediengestützten Bildung geprägt, entwickelt Schulkontext SKCore – wenn auch mit anderen Mitteln.

SKCore dient der Beantwortung von Fragen wie:

- »Was hat Nachricht ›...‹ mit einem der nächsten Unterrichtsthemen zu tun?«,

- »Welche aktuellen Nachrichten, Veranstaltungen, externe Materialien gibt es zum Unterrichtsthema ›...‹?«,
- »Was haben Begriffe und Fundstücke der Lebenswelt mit Themen und Fächern der Schule zu tun?«.

Viele Situationen und Beteiligte der Bildung können von der Beantwortung dieser Fragen profitieren: Schüler während und außerhalb des Unterrichts, Lehrende und Vertretende während des Unterrichts und in seiner Vorbereitung, externe Bildungsanbieter, auch aus der Industrie, die ihre speziellen Themen an die Erfordernisse des Schulunterrichts anpassen möchten.

SCHULBUCH UND APP ALS TOR ZUR WELT

Augmented Reality (»AR«) ist zauberhaft. Man betrachtet die Realität durch Kameraobjektive und Displays von Webcams, Smartphones und Tablets hindurch, und schon sieht man, ausgelöst durch seinen Aufenthaltsort und / oder durch erkannte Bildmuster, Dinge, die dort eigentlich nicht sind: Filme, 3-D-Objekte, Hinweise / Links usw. Noch benötigt man dafür Smartphones, Tablets oder PCs, in nicht allzu ferner Zukunft einfach Brillen, die wahrscheinlich später einmal zu Kontaktlinsen schrumpfen. Es macht Spaß, damit »spielerisch zu entdecken«; es verleiht dem Benutzer eine neuartige, interaktive Macht. In den naturwissenschaftlichen Fächern sind naheliegenderweise Modelle und Abbildungen im Mikro- und Makrobereich sinnvoll. Inzwischen gibt es Beispiele dafür, AR in den Regelunterricht der Schulen zu integrieren (Herber & Nosko, 2012).

Derartige Lösungen gehören schon länger zum Portfolio des Schulkontext-Teams (Beispiel: Abb. 2 auf der folgenden Seite). Daher haben wir auch eine genaue Vorstellung davon, wie dieses Medium in den gewohnten Schulalltag praxistauglich einzubauen ist. Eine herkömmliche Augmented-Reality-App, wie sie derzeit in den App-Stores herunterzuladen ist, kann im Unterricht ein interessantes Gimmick sein; für die tägliche Unterrichtsvorbereitung ist sie nicht ausreichend!



Abb. 2: Beispiel eines per AR angezeigten Films zur Schulbuchseite

Die Zuordnung von Daten (Bildtriggern) zu anzuzeigenden Medien bleibt – auch wenn dies einfach gestaltet wird – eine Art von Datenverwaltung, die eben nicht für alle Lehrkräfte sofort umsetzbar ist.

Hier schafft das Schulkontext-Team die Voraussetzungen für eine bessere Lösung. Unser Kernelement »SKCore« (s. o.) ist in unserem Konzept dafür vorgesehen, die notwendige thematische Zuordnung in einer automatisierenden Weise bereitzustellen.

Wurde diese Hürde genommen, kann in Kombination mit einer mobilen AR-App jedes auch noch so alte Schulbuch, ein Bild auf einem interaktiven Whiteboard oder Bilder in der Lebenswelt für Schüler ein thematisch gut sortiertes »Fenster zur Lebenswelt« darstellen.

BEWERTUNG VON LERNAKTIVITÄTEN IM MEDIENGESTÜTZTEN UNTERRICHT (MODUL SKAC)

Ob in Form von Noten, indikatorenorientiert oder verbal formuliert, die Gesellschaft erwartet von der Schule eine Leistungsbewertung der Schüler. *Schulkontext* entwickelt Konzepte, wie diese Anforderung im durch mobile Medien gestützten Unterricht umgesetzt werden kann. Das Lernen mit Hilfe von Tablets und Smartphones ist – von sozialer, webbasierter Kommunikation abgesehen – ein eher abgeschlossen individueller Prozess, der von Lehrkräften nur peripher beobachtbar ist.

Daher entwickelt *Schulkontext* Lehrmethoden und Applikationen, die es er-



Abb. 3: »ActivityClocks«, Stand 2007

möglichen, didaktisch relevante Informationen über die Lernhandlungen der Schüler zu sammeln, ohne Unmengen von aufgezeichneten Benutzerdaten mit statistischen Methoden auswerten zu müssen.

Dafür greifen wir auf ein bereits im Jahr 2007 bzw. 2008 vorgestelltes Instrument namens »ActivityClocks« zurück (siehe Abb. 3). »ActivityClocks« (Oberländer & Nordmeier, 2007) sollen es Lehrkräften mittels interaktiver visueller Datenexploration ermöglichen, aufgezeichnete Benutzerdaten der Lernenden zu analysieren. Visuelle Datenexploration ist eine Methode im Bereich des Data Mining, mit Hilfe interaktiver visueller Diagramme die Fähigkeiten von Menschen zu nutzen, durch Kreativität und Mustererkennung Zusammenhänge zu erarbeiten. Ein weiterer Bestandteil dieses Instruments sind speziell erarbeitete Datenkategorisierungen, die die Beurteilung der Daten im didaktischen Kontext weiter vereinfachen. Das Ergebnis sind gut zu dokumentierende Tendenzen und Ergebnisse von individuellen Lernvorgängen.

Schulkontext entwickelt auf Basis der vormals entwickelten Desktop-Datenvisualisierungssoftware neue, auf mobilen Geräten verwendbare Lösungen, die visuelle Datenexploration der (Live-)Daten der Lernprozesse von Schülern auf mobilen Geräten der Lehrenden ermöglichen (Modul SKAC). Die Daten stammen dabei im Wesentlichen aus der Verwendung einer Notiz/Laborbuch-Anwendung (Modul SKNote) sowie aus den Laufzeit-Daten anderer von uns entwickelter Apps.

Dies ermöglicht nicht nur die Liveübersicht der Vorgänge im Unterricht, sondern auch die Analyse von Aspekten wie Kreativität, Weiterentwicklung und inhaltlicher Aktivität. Auch diese Anwendung greift auf die Möglichkeiten des SKCore zurück.

INKLUSION IM NATURWISSENSCHAFTLICHEN UNTERRICHT (MODUL SKInkl)

Im Jahr 2012 haben wir im Rahmen der DPG-Frühjahrstagung des Fachverbands Didaktik der Physik technische Lösungen (Apps) zur Verbesserung der Situation von inklusivem Unterricht in den Naturwissenschaften vorgestellt. Im Wesentlichen handelt es sich dabei um eine technische Lösung, die es Schülern mit Einschränkungen des Bewegungsapparats oder der Sehfähigkeit ermöglichen soll, in Räumen mit interaktiven Whiteboards aktiv am Unterricht von ihrem Platz aus teilzunehmen. Dazu wird im Prototyp nicht nur eine spezielle Datenverbindung zu Whiteboard-Software verwendet, sondern auch eine anpassbare Sprachsteuerung mit entsprechendem akustischem Feedback. Zur persönlichen Vorführung hat *Schulkontext* spezielle Interaktive Bildschirm Experimente (IBE, vgl. Beitrag [Kirstein & Nordmeier](#), S. 83) entwickelt. Die gleiche Technologie ist allerdings auch für andere Medienformen am Whiteboard einsetzbar.

LERNER STORIES

Durch die Modularität unseres Gesamtkonzepts ist ein großes Spektrum von Lehr-Lern-Szenarios möglich, sodass es sinnvoll erscheint, diese Ergebnisse unserer Arbeit exemplarisch darzustellen. Auf unserer Website gibt es dazu eine wachsende Anzahl von »Lrrrnja Stories« (Schulkontext, 2013). Dabei handelt es sich um illustrierte User Stories aus dem Schulalltag, die wir intern in erweiterter Form für unsere modularisierten Konzepte nutzen. In neuen Präsentationen dienen sie auch zur Diskussion mit Menschen aus der Schulpraxis.

Dazu ein paar Beispiele:

»Karl kann nicht gut sehen. Er ist clever und möchte gerne selbst am interaktiven Whiteboard mitarbeiten ...« (User Story zu den Modulen der Inklusion)

»Selin und Jassin gehen gerne raus zum Entdecken. Oft würden sie davon gerne

am nächsten Tag im dazu passenden Fach in der Schule erzählen ...« (User Story zu den Modulen SKCore, SKNote und SKAR)

»Dina findet Schulbücher öde. Was haben die mit dem Leben da draußen zu tun? Warum geht es nie um wirklich Aktuelles? ...«

(User Story zu den Modulen SKCore und SKAR in Verbindung mit herkömmlichen Schulbüchern)

»Frau Mai setzt prinzipiell gerne auch neue Elemente im Unterricht ein. Aber wie soll sie das Lernen mit mobilen Geräten moderieren? Wie soll sie es bewerten? ...«

(User Story zu den Modulen SKConnect, SKNote und SKAC)

»Herr März soll im Auftrag von ›NetterStrom‹ Bildungsmaterial für die Schule zum Thema Erneuerbare Energien erstellen. Wie müssen diese aber aussehen, damit sie von Lehrkräften begeistert verwendet werden? Was passt wann inhaltlich am besten? ...«

(User Story zu den Modulen SKCore und SKAC)

»Herr August und Frau Juni arbeiten engagiert für das Nachmittagsangebot eines Schulbuchverlags. Sie hätten gerne mehr Nutzer – auch Lehrkräfte –, die auf ihre ausgefeilten Materialien aufmerksam werden. Wie kann das über die übliche Werbung hinaus passieren? ...«

(User Story zu den Modulen SKCore [sowie womöglich SKAR und SKAC])

STAND DER ENTWICKLUNG UND AUSBLICK

Schulkontext ist selbst finanziert, daher unabhängig, und arbeitet enthusiastisch daran, seine aufeinander abgestimmten Module prototypisch vorzuführen und in der Praxis zu testen. In diesem Artikel ist naturgemäß nur ein Teilbild unserer jetzt schon jahrelang gereiften Konzepte und Prototypen zu vermitteln. In Modulen wie Augmented Reality (SKAR) und Mustererkennung (SKAC) haben wir vorhandene Lösungen für unsere Anwendungsfälle getestet und daraus Erfahrungen und Konzepte für eigene Entwicklungen abgeleitet. Wir sind offen für Kooperationen, um unsere bisherigen Ergebnisse perspektivisch zu marktfähigen Produkten weiterzuentwickeln.

WEITERE INFORMATIONEN



<http://www.schulkontext.de/>

LITERATUR

- Feierabend, S., Karg, U. & Rathgeb, T. (2013). *JIM 2013 Jugend, Information, (Multi-)Media*. Verfügbar unter <http://www.mpfs.de/index.php?id=613> [22.04.2014]
- Herber, E. & Nosko, C. (2012). Totgesagte leben länger – Das Schulbuch der Zukunft. In E. Blaschitz, G. Brandhofer, C. Nosko & G. Schwed (Hrsg.), »Zukunft des Lernens«. Glückstadt: Verlag Werner Hülsbusch.
- Meducase (2006). Verfügbar unter <http://www.meducase.de> [22.04.2014]
- Oberländer, A. & Nordmeier V. (2007). Visualisierungen von Handlungsmustern am Beispiel des Explorierens mit direktmanipulativen Medien. In V. Nordmeier, A. Oberländer (Hrsg.), »CD zur Frühjahrstagung des Fachverbandes Didaktik der Physik in der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Physikertagung Regensburg 2007«.
- Schulkontext (2013). *Lrrrnja Stories*. Verfügbar unter <http://www.schulkontext.de/category/schulkontext/user-story/> [22.04.2014]
- Schulkontext (2013). *Referenz: Centuplico (2010 – 2011)*. Verfügbar unter <http://www.schulkontext.de/referenz-centuplico-2010-2011/> [22.04.2014]

ÜBER DEN AUTOR



Der Diplom-Physiker **Arne Oberländer** entdeckte früh seine Leidenschaft für interaktive Medien. Als Physikdidaktiker, Entwickler und Konzepter in Projekten unterschiedlicher inhaltlicher Domänen fühlt er sich vor allem der Beantwortung der Fragestellung verbunden, wie Medien den Schulalltag erleichtern können, ohne neue Schwierigkeiten zu schaffen.

Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht (2014), J. Maxton-Küchenmeister & J. Meßinger-Koppelt (Hrsg.), Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag

DAS MEDIENPORTAL DER SIEMENS STIFTUNG

4800 Unterrichtsmaterialien für pädagogische Fachkräfte
zum kostenlosen Download

Maria Schumm-Tschauder

Das Verständnis von naturwissenschaftlichen und technischen Zusammenhängen ist eine wichtige Grundlage, um die Chancen, die eine technisierte Welt bietet, verantwortungsvoll ergreifen zu können. Die Siemens Stiftung engagiert sich für eine Stärkung der naturwissenschaftlich-technischen Bildung entlang der gesamten Bildungskette. Eine wichtige Rolle nimmt hier das Medienportal ein, ein Online-Portal für Unterrichtsmedien.

Mit dem Medienportal bieten wir pädagogischen Fachkräften über alle Schularten und Schulstufen hinweg über 4800 aktuelle Unterrichtsmaterialien zum kostenlosen Download an, davon rund 2300 in deutscher, 1700 in englischer und 800 in spanischer Sprache. Gerade in den naturwissenschaftlichen Fächern helfen digitale Medien, komplexe Themenfelder zu veranschaulichen und begreiflich zu machen (s. Abb. 1). Mit ihnen lässt sich Unterricht interaktiv und lebensnah gestalten. Nahezu alle Medien eignen sich zur Weitergabe an die Schüler. Die Medien sind zudem binnendifferenziert aufgebaut, d. h., die Lehrkräfte können jeden Lernenden individuell gemäß seinen Fähigkeiten und seinem Leistungsniveau fördern. Die Schüler werden motiviert, beginnen ihre Kreativität zu entfalten und sind aufgeschlossen für komplexe Gedankengänge. Darüber hinaus entwickeln sie durch die Auseinandersetzung mit gesellschaftsrelevanten Fragen Maßstäbe, mit deren Hilfe sie ihr Leben selbstbewusst und urteilssicher meistern können.

Für die didaktische Qualität der Materialien steht unser pädagogischer Partner Lokando mit seinen Fachexperten und Lehrkräften; neben der Erstellung der Materialien prüfen diese regelmäßig die Bildungspläne sowie die Bedürfnisse der Lehrkräfte und stellen damit die Qualität und Verwendbarkeit der Materialien im Unterricht sicher. Eine externe Qualitätsprüfung erfolgt etwa durch Beurteilungen beim Materialkompass Verbraucherbildung oder



Abb. 1: Wie funktioniert eine Kläranlage? Eine interaktive Grafik veranschaulicht das Prinzip.

durch die Geschäftsstelle Medienbegutachtung am Landesmedienzentrum Baden-Württemberg. Die Siemens Stiftung sorgt zudem für klare und weitreichende Nutzungsrechte.

Die Nutzer können über das Medienportal unter www.medienportal.siemens-stiftung.org direkt auf die Materialien zugreifen. In derzeit sieben Bundesländern finden sie zudem die Materialien im Medienbestand ihrer jeweiligen Medienzentren. Bilaterale Kooperationen zwischen Siemens Stiftung und den Bundesländern machen dies möglich.

BEST PRACTICE

Auf dem Medienportal finden Lehrkräfte didaktisch gut aufbereitete und geprüfte Materialien, die sich an aktuellen Themen sowie Lehr- und Bildungsplänen orientieren. Sie liegen in verschiedenen Formaten vor, angefangen von Arbeitsblättern und Sachtexten zum Ausdrucken über Fotos und Grafiken bis hin zu Videos, Ton-Dateien und Animationen. Hinzu kommt eine Fülle von interaktiven Materialien wie Übungen oder beschriftbare Grafiken. Ob in elektronischer oder ausgedruckter Form – die Medien sind für jede Unterrichtssituation geeignet. Sie können vervielfältigt und auf internen Lernplattformen der jeweiligen Bildungseinrichtung gespeichert und verteilt werden.

Neben den Einzelmedien bietet das Portal vorgefertigte Themeneinheiten wie interaktive Tafelbilder und Medienpakete. Handreichungen geben den Pädagogen zusätzliche didaktische und methodische Impulse.

So vielfältig die Medienarten sind, so vielfältig sind auch die Aufbereitung der Inhalte und deren Einsatzmethoden. Die Lernenden werden in allen Stufen des Lernprozesses begleitet: Es gibt Medien zum Präsentieren, zum eigenständigen Erarbeiten von Lerninhalten, zum Experimentieren, zum Üben, zur Lernkontrolle und zum Anwenden. Es werden verschiedene Sozialformen wie Gruppen- oder Projektarbeit unterstützt, die dem geforderten Methodenwechsel eines modernen Unterrichts Rechnung tragen.

Zeitgemäß und lebensnah unterrichten mit digitalen Medien: Digitale Medien fördern nicht nur die von den Bildungsplänen geforderte Medienkompetenz der Lernenden, sondern steigern auch nachweislich deren Lernmotivation (Bialecki, 2014) und sind das Mittel der Wahl, um aktuelle Bezüge zur Lebenswelt der Lernenden herzustellen (Verband Bildungsmedien e.V., 2013).

Die Medien des Medienportals sind multiperspektivisch aufbereitet, d. h., neben naturwissenschaftlichen Grundlagen werden technische Anwendungsbeispiele gezeigt sowie soziale und gesellschaftliche Auswirkungen thematisiert. Ausgehend von dem Fach, für das ein Medium primär konzipiert ist, werden nach Möglichkeit Aspekte aus anderen Fächern eingebracht, um so den fächerverbindenden Unterricht zu erleichtern.

Interaktive Tafelbilder: Wie die Allensbach-Studie von 2013 zeigt (vgl. Beitrag [Hanekamp](#), S. 21), wird in Deutschland an ca. einem Drittel der befragten Schulen mit interaktiven Whiteboards gearbeitet (vgl. Beitrag [Steinmüller](#), S. 114). Seit 2011 bietet das Medienportal interaktive Tafelbilder zu ausgewählten Themen an: Hier sind Einzelmedien thematisch und didaktisch sinnvoll zusammengestellt, die für das Unterrichten mit Whiteboards geeignet sind. Sie sind in einen sogenannten Tafelbildrahmen (eine einfache und intuitiv zu bedienende Software) eingebunden, der einen zentralen Überblick und Zugriff (Menüseite oder Navigationsleiste) auf alle zum Tafelbild gehörigen Medien ermöglicht. Die interaktiven Tafelbilder funktionieren unabhängig von jeder Whiteboard-Software und sind somit barrierefrei nutzbar, sowohl online im Browser als auch nach dem Download. Da die Tafelbilder plattformunabhängig sind, sind sie auch ohne Whiteboard, z. B. mit PC und Beamer, nutzbar.

Multimedial experimentieren: Eigenständig oder gemeinsam in der Gruppe mit Hilfe von Experimenten naturwissenschaftliche Phänomene zu entdecken, sie zu erklären und zu verstehen macht den Lernenden Spaß, vermittelt ein Gefühl von Kompetenz und Autonomie und schafft nachhaltiges Wissen. Dazu hat die Siemens Stiftung das Bildungsprogramm Experimento entwickelt, das Fortbildungen und Experimentiermaterialien für Lehrkräfte anbietet. Im Medienportal finden sich alle Experimentieranleitungen sowie weitere Medien, anhand derer die Lernenden ihre Erfahrungen aus dem Experimentieren reflektieren, üben und vertiefen sowie Alltags- und Technikbezüge herstellen können. Für visuelle und auditive Lerntypen sind die Medien eine wertvolle Ergänzung zu ihren haptischen Erfahrungen. Lernende mit körperlichen Einschränkungen, denen das Durchführen von Experimenten nicht möglich ist, profitieren ebenfalls von einer digitalen Darstellung der Experimente und interaktiven Zusatzangeboten. Zudem können sich Lehrkräfte über Sachinformationen und Handreichungen mit adäquatem Hintergrundwissen versorgen.

Best Practice: Mit Hilfe der Schüleranleitung »A1 Elektrischer Strom aus Solarzellen – Wir bauen eine Farbstoffzelle« aus Experimento | 10+ können Lernende eine einfache Farbstoffzelle herstellen und daran Messungen durchführen. Die Anleitung eignet sich für den Physik- und Chemieunterricht. Da die Anleitung auch in editierbarer Form angeboten wird, kann die Lehrkraft sie an die Bedürfnisse der Klasse anpassen. Ergänzend demonstriert die interaktive Grafik »Photovoltaik – Grundprinzip«, was man im Experiment nicht sieht: die Vorgänge innerhalb der Solarzelle in Betrieb. Die interaktive Grafik »Energie aus Licht – Pflanze und Solarzelle« vergleicht Prozesse in Pflanze und Solarzelle und schafft die Verbindung zum Fach Biologie. Ein Datenblatt mit den wichtigsten Kenngrößen und Typen von Solarzellen stellt den Bezug zur Technik her.

Kompetenzen fördern: Mit Einführung der neuen Bildungspläne in Deutschland wurde der Erwerb von Kompetenzen (Sachkompetenz, personale, soziale und methodische Kompetenzen) in den Vordergrund gestellt. Dem Erwerb dieser Kompetenzen sind fachliche Inhalte zugeordnet. Auf welche Weise die Materialien des Medienportals den kompetenzorientierten Unterricht fördern, zeigen wir anhand des Beispiels »Sprachkompetenzen«.

Pädagogische Fachkräfte stehen zunehmend vor der Herausforderung, dass sie Kinder und Jugendliche mit unterschiedlichen Sprachniveaus innerhalb einer Klasse unterrichten. Damit die Sprache keine Barriere für den Zugang zu naturwissenschaftlichen Inhalten bildet, wird im sprachsensiblen Fachunterricht ebenso das Sprachverständnis der Lernenden gefördert.

Best Practice: Bei Experimento | 10+ werden zu jedem Experiment mehrere Arbeitsblätter für den sprachsensiblen Fachunterricht in Deutsch und Englisch angeboten. Diese Arbeitsblätter verwenden die Methoden-Werkzeuge nach Josef Leisen und Heinz Klippert. Beispielsweise vertiefen die Lernenden im Arbeitsblatt »A1 Elektrischer Strom aus Solarzellen (DFU-Arbeitsblatt 14)« die fachlich korrekten Bezeichnungen der im Experiment verwendeten Materialien, indem sie Fotos der Materialien mit den korrekten Bezeichnungen beschriften.

Speziell für Grundschulkinder, die die Unterrichtssprache weniger gut beherrschen, wurde die interaktive Sprach-Lern-Software KIKUS digital für Deutsch, Englisch und Spanisch entwickelt. Sie ist im Medienportal online und offline als Windows-Applikation verfügbar und bietet spielerische Übungen zu Wortschatz, Grammatik und sprachlichen Handlungsmustern. Der Einsatz digitaler Bildkarten erlaubt eine systematische Sprachförderung jedes einzelnen

Kindes, das so trotz Sprachdefiziten aktiv mitmachen und Lernerfolge erzielen kann. KIKUS digital ist ein Gemeinschaftsprojekt der Siemens Stiftung und des Zentrums für kindliche Mehrsprachigkeit e.V. (zkm).

AUSBLICK

Das Medienportal ermöglicht bereits heute weltweit und jederzeit den Zugriff auf die Medien. Trotz weitreichender Nutzungsbedingungen unterliegen die Medien noch gewissen Einschränkungen, so bei der Veränderung und der Veröffentlichung. Der Bedarf an freien, uneingeschränkt nutzbaren Bildungsmaterialien steigt stetig. Die UNESCO fordert in ihrer 2012 veröffentlichten »Pariser Erklärung zu Open Educational Resources (OER)«, dass Urheber von Bildungsmaterialien diese unter einer offenen Lizenz zur Verfügung stellen, sodass Veränderung, Veröffentlichung und Weitergabe ausdrücklich erlaubt werden. Es soll eines der wichtigsten Ziele der UNESCO erreicht werden: die Teilhabe aller Menschen an qualitativ hochwertiger Bildung. Die Siemens Stiftung unterstützt diese Forderung nach offenen Bildungsressourcen und hat entschieden, gemeinsam mit »Gleichgesinnten« diesen Weg zu beschreiten. Das Medienportal wird sich weiter öffnen, und in Zukunft werden vermehrt Medien unter Creative-Commons-Lizenzen freigegeben, ohne dabei auf die bisherigen Qualitätsstandards zu verzichten. Denn die Siemens Stiftung möchte auch in Zukunft pädagogische Fachkräfte optimal in ihrem Bildungsauftrag unterstützen.

WEITERE INFORMATIONEN



Hier gelangen Sie zum Medienportal mit der Langversion des Artikels und weiteren Best-Practice-Beispielen:
<https://medienportal.siemens-stiftung.org/examples>

LITERATUR

- Allensbach-Studie (2013). *Digitale Medien im Unterricht*. Verfügbar unter http://www.telekom-stiftung.de/dts-cms/sites/default/files/core-library/files/impulse/zeit-konferenzen/Allensbach-Studie_Web-PDF.pdf [08.04.2014]
- Bialecki, D. (2014). *Lernmotivation steigern. Aktuelle Erkenntnisse und Tipps aus Forschung und Praxis für das Lernen in der Schule und Zuhause*. Verfügbar unter <http://www-de.scoyo.com/goto/whitepaper-lernmotivation> [08.04.2014]
- Geschäftsstelle Medienbegutachtung am Landesmedienzentrum Baden-Württemberg. Verfügbar unter <https://www.lmz-bw.de/bildungsmedien/service/medienbegutachtung.html> [08.04.2014]
- Materialkompass (2013). *Bewertung der Unterrichtsmaterialien »Der gläserne Mensch« der Siemens Stiftung*. Verfügbar unter <http://www.verbraucherbildung.de/materialkompass/unterrichtsmaterial/der-glaeserne-mensch> [08.04.2014]
- UNESCO (2012). *Pariser Erklärung zu Open Educational Resources (OER)*. Verfügbar unter http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/CI/CI/pdf/Events/oer_declaration_german_rev.pdf [08.04.2014]
- Verband Bildungsmedien e.V. (2013). *Forschungsprojekt »Bildungsmedien online«*. Verfügbar unter <http://www.bildungsmedien.de/presse/pressedownloads/forschungsprojektaugsburg/> (Abstract IV) [08.04.2014]

ÜBER DIE AUTORIN



Maria Schumm-Tschauder arbeitet als Projektleiterin im Bildungsbereich der Siemens Stiftung und ist für das Medienportal verantwortlich. Zuvor war sie rund 20 Jahre bei der Siemens AG tätig und betreute u. a. in der zentralen Unternehmenskommunikation internationale Schulprojekte. Maria Schumm-Tschauder studierte Geschichte und Französisch an den Universitäten Würzburg und Heidelberg und absolvierte eine Ausbildung als Gymnasiallehrerin.

Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht (2014), J. Maxton-Küchenmeister & J. Meßinger-Koppelt (Hrsg.), Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag

LEHRER-ONLINE – NATURWISSENSCHAFTEN UNTERRICHTEN MIT DIGITALEN MEDIEN

Gabi Netz

Was macht der Computer im Physiksaal? Kann eine Animation auf dem Handy das Chemieexperiment ersetzen? Und wie lassen sich die Gesetze der Genetik auch ohne Erbsenzüchtung darstellen? Wie dieses Buch anschaulich zeigt, kommen in deutschen Schulen digitale Medien immer häufiger auch im Fachunterricht zum Einsatz – und das mit Erfolg! Computer, Internet und Smartphones helfen dabei, naturwissenschaftliche Themen schülergerecht darzustellen. Das Internetportal Lehrer-Online bündelt solche guten Ideen und regt zum Nachmachen an.

WAS IST LEHRER-ONLINE?

Lehrer-Online ist das Service- und Informationsportal für den Unterricht mit digitalen Medien: www.lehrer-online.de. Es unterstützt angehende und in der Schule tätige Lehrer mit Informationen rund um den Einsatz digitaler Medien im Unterricht und in anderen schulischen Kontexten. Im Mittelpunkt stehen dabei Unterrichtseinheiten aus der Schulpraxis der verschiedenen Schulformen und -stufen sowie Internet-Tools, die pädagogisch sinnvoll und ohne größere Vorbereitungen im Unterricht eingesetzt werden können.

Lehrer-Online bietet auf der Website kostenlos und frei verfügbar:

- mehr als 2500 Unterrichtseinheiten für alle Fächer der Primar- und Sekundarstufen sowie für den Berufsbildenden Bereich
- etwa 1000 Rezensionen und Fachartikel
- durch Lehrkräfte erstellte Inhalte mit hilfreichen Kommentaren aus der Praxis

- redaktionell geprüftes Material vom Arbeitsblatt bis zur komplexen Projektbeschreibung
- tagesaktuelle Nachrichten sowie einen wöchentlichen kostenlosen Newsletter mit stets neuen und aktuellen Beiträgen

Die bei Lehrer-Online veröffentlichten Beiträge wurden von Lehrern erstellt. Die Bearbeitung durch ein erfahrenes Redaktionsteam garantiert die Qualität der vorgestellten Unterrichtseinheiten und sichert die Praxistauglichkeit der Fachartikel, Rezensionen und Linksammlungen. Aufgebaut mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF), unterstützt Lehrer-Online inzwischen bereits seit mehr als 15 Jahren Lehrende mit diesem qualitativ hochwertigen, kostenfreien und ohne Registrierung nutzbaren Internet-Service rund um den schulischen Einsatz digitaler Medien.

Alle Unterrichtseinheiten und -anregungen, die bei Lehrer-Online zu finden sind, weisen eine einheitliche Struktur auf. Durch den standardisierten Aufbau der unterrichtsrelevanten Materialien ist sichergestellt, dass sich alle Nutzer leicht im Angebot der verschiedenen Fächer – von der Grundschule über den Bereich der Sekundarstufen I und II bis in die Berufliche Bildung hinein – problemlos zurechtfinden.

Alle Unterrichtseinheiten, die Lehrer-Online bietet, sind im Bereich »Unterricht« nach Schulstufe, Fächergruppen und Unterrichtsfächern sortiert zu finden: <http://www.lehrer-online.de/unterricht.php>

NATURWISSENSCHAFTEN, MATHEMATIK, GEOGRAPHIE UND INFORMATIK

Die Naturwissenschaften Astronomie, Biologie, Chemie und Physik sowie Mathematik, Geographie und Informatik bilden bei Lehrer-Online eine Fächergruppe. Im Mathematik- und Geographie-Portal finden sich insbesondere Materialien zum Einsatz spezifischer digitaler Werkzeuge, die die unterrichtliche Arbeit bereichern und erleichtern. Der Computereinsatz unterstützt darüber hinaus reale Experimente und Beobachtungen sowie traditionelle Arbeitsmittel. Digitale Materialien regen zum Weiterforschen an und ermög-

lichen durch dynamische Visualisierungen ein besseres Verständnis von Zusammenhängen. Im Folgenden lesen sie mehr über didaktisch-methodische Hintergründe und finden Beispiele für konkrete Umsetzungsvorschläge.

COMPUTEREINSATZ IM NATURWISSENSCHAFTLICHEN UNTERRICHT

Besonders eindrucksvoll ist der Mehrwert des Computereinsatzes immer dann, wenn die Beschäftigung mit dem Lerngegenstand auf eine andere Art und Weise nicht so gut oder gar nicht möglich wäre. Viele Realexperimente – zum Beispiel aus der Atom- und Kernphysik oder der Molekularbiologie – sind aufgrund fehlender apparativer Ausstattung oder aus Kostengründen an Schulen nicht durchführbar. Animationen, Simulationen oder auch ferngesteuerte Web-Experimente, ob am Monitor oder durch Beamer-Präsentation im Fachraum, ermöglichen eine Veranschaulichung theoretischer Inhalte und sind somit sinnvolle Ergänzung.

Besonders eindrucksvoll ist der Mehrwert des Computereinsatzes immer dann, wenn die Beschäftigung mit dem Lerngegenstand auf eine andere Art und Weise nicht so gut oder gar nicht möglich wäre.

Beispiele für Unterrichtseinheiten mit Experimenten, die ohne Interneteinsatz nicht umzusetzen wären:

- tagsüber Sterne betrachten:
<http://www.lehrer-online.de/orientierung-am-himmel.php>
- Entdeckung des Atomkerns:
<http://www.lehrer-online.de/rutherfordscher-streueversuch.php>

Der Medieneinsatz steht also keineswegs in einem »Konkurrenzverhältnis« zu experimentellen Übungen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Aber auch die Klassiker können mit dem Medieneinsatz schöne Symbiosen bilden. So kann der Computer als Zeichen- und Rechenknecht bei der Auswertung von Versuchen Routineaufgaben übernehmen, wertvolle Unterrichtszeit einsparen oder Prozesse visualisieren, die mit klassischer Messtechnik nicht erfassbar sind.

Beispiele für Unterrichtseinheiten, in denen der Computer hilft, viel Zeit zu sparen:

- Diagramme erstellen und auswerten:
<http://www.lehrer-online.de/diagramme-geogebra.php>
- Erhebung und Auswertung von demografischen Daten:
<http://www.lehrer-online.de/demografie.php>

Viele biologische, chemische und physikalische Vorgänge sind dynamisch. Computeranimationen und Simulationen ermöglichen entsprechende Visualisierungen und eröffnen individuelle und experimentell-entdeckende Lernwege, die mit traditionellen Unterrichtsmaterialien nicht möglich sind. Gut durchdachte digitale dynamische Materialien sorgen für ein hohes Maß an Anschaulichkeit, was einer Klassengemeinschaft aus verschiedenen Lern-typen zugutekommt und ein großes Potenzial für inklusive Bildung birgt.

Beispiele für Unterrichtseinheiten, die Visualisierungen ermöglichen:

- Visualisierung der Vorgänge bei einer Redox-Reaktion:
<http://www.lehrer-online.de/eisen-kupferionen.php>
- Visualisierung globaler Windsysteme:
<http://www.lehrer-online.de/globale-windsysteme.php>

Durch die Nutzung digitaler Medien kann bei der Behandlung vieler Themen neben einer erweiterten Interaktivität die gleichzeitige Ansprache unterschiedlicher Sinneskanäle (die sogenannte Multimodalität) und eine Multicodierung, also die Beschreibung eines Sachverhalts in unterschiedlichen Darstellungsformen, erreicht werden. Dies kann mit konventionellen Unterrichtsmitteln nicht oder nur schwierig erzielt werden. Beispielhaft sei auf dynamische Arbeitsblätter verwiesen, z.B. HTML-Seiten mit Animationen, Simulationen, Texten, Fotos und Grafiken, an denen die Schüler selbst aufgestellte Hypothesen überprüfen und ihr Lerntempo selbst bestimmen können.

Beispiele für Unterrichtseinheiten, in denen dynamische Arbeitsblätter zum Einsatz kommen:

- dynamische Arbeitsblätter zur Veranschaulichung der Addition:
<http://www.lehrer-online.de/addition.php>

- Exponentialfunktionen interaktiv entdecken:
<http://www.lehrer-online.de/e-funktion.php>

Lehrer-Online – Inhalte für den Unterricht mit digitalen Medien

Unterrichtseinheiten

Die Unterrichtseinheiten von Lehrer-Online sind praxiserprobt und lassen sich leicht für die individuellen Bedürfnisse aufbereiten. Der Aufbau aller vorgestellten Unterrichtseinheiten folgt einem einheitlichen Muster. So sind Kompetenzbereiche, Zielgruppe sowie Zeit- und Medienbedarf der jeweiligen Einheit auf einen Blick nachvollziehbar.

Fachartikel

Lehrkräfte und Didaktikprofis geben in diesen Beiträgen grundsätzliche Anregungen und Hintergrundinformationen zum Unterrichten mit digitalen Medien. Die meisten dieser Artikel sind mit passenden Unterrichtseinheiten verknüpft. So können didaktisch-methodische Konzepte am konkreten Beispiel nachvollzogen und im eigenen Unterricht umgesetzt werden.

Fachmedien

Das Angebot an Lernsoftware ist groß. Lehrer-Online empfiehlt aus der reichhaltigen Palette ausgewählte Produkte für den schulischen Einsatz. Die Rezensionen stammen von Lehrern, die die Software für den Unterricht und bereits mit ihren Klassen und Kursen getestet haben.

Linksammlungen

Hinweise auf wichtige Internetquellen wie Zeitschriften, Bibliotheken, Datenbanken und verschiedene Unterrichtsmaterialien zu einzelnen Fächern geben weitere Hilfestellung und Anregung für den Unterricht.

Aktuelles

Stets aktuelle Informationen zu Bildungsthemen und Medien im Newsletter und auf der Website www.lehrer-online.de sowie bei Twitter, Facebook und Google+

Abb. 1: Angebote des Internetportals Lehrer-Online

NATURWISSENSCHAFTEN, MATHE, GEOGRAPHIE UND INFORMATIK DIGITAL UNTERSTÜTZT UNTERRICHTEN

Welche Formen des Computereinsatzes im naturwissenschaftlichen Unterricht gibt es? Wann ist der Rechneinsatz sinnvoll? Welche Vorteile kann eine Simulation gegenüber einem Realexperiment haben? Was ist bei der Auswahl einer Software zu beachten? Im Folgenden werden einige Beispiele für metho-

dische Vorgehensweisen aufgezeigt und um konkrete Anwendungsszenarien, die bei Lehrer-Online dargestellt werden, ergänzt.

WebQuests – internetbasierte Lernabenteuer: Das Internet ist ein riesiger Informationsspeicher, der nicht als strukturierte Lernumgebung angelegt ist. Um das Netz im Unterricht dennoch sinnvoll nutzen zu können, bedarf es einer spezifischen Strukturierung. Eine solche bietet das WebQuest-Konzept, das 1995 von Bernie Dodge erstmals als »inquiry-oriented activity« vorgestellt wurde. Es gewährleistet eine didaktische Reduktion der gigantischen Informationsmenge, die das Internet zu jedem beliebigen Thema bereithält, und unterstützt den handlungsorientierten Unterricht, der die Lerngruppe in eigenverantwortlichem, problemorientiertem und kreativem Denken und Handeln fördert.

Bei Lehrer-Online gibt es einen weiterführenden Artikel zu WebQuests in den Naturwissenschaften sowie eine Liste mit direkt einsetzbaren Beispielen: <http://www.lehrer-online.de/webquest-naturwissenschaften.php>.

Biologieunterricht interaktiv: Sogenannte Molekülbetrachter dienen der Visualisierung von Molekülstrukturen und -eigenschaften, die in ihrer Anschaulichkeit und Dynamik mit traditionellen Materialien nicht realisierbar sind. Die Einbettung von 3-D-Molekülen in sogenannte dynamische Arbeitsblätter eröffnet zudem neue Wege des Lehrens und Lernens. Selbstständiges und experimentell-entdeckendes Lernen wird dabei gefordert und gefördert.

Die unter dem folgenden Link vorgestellten Arbeitsblätter enthalten Moleküldarstellungen, die es Schülern ermöglichen, aktiv mit einem 3-D-DNA-Modell zu arbeiten, an dem sie verschiedene Strukturelemente ein- und ausblenden sowie das Molekül beliebig drehen und wenden können:

<http://www.lehrer-online.de/3d-dna.php>.

Chemieunterricht macht Spaß: Im Rahmen der naturwissenschaftlichen Grundbildung fordern Bildungsstandards und Kernlehrpläne auch die Vermittlung von Wegen der Erkenntnisgewinnung, der Fähigkeit zur Kommunikation und zur Bewertung von Informationen. Offene Unterrichtsformen wie zum Beispiel Freiarbeiten, Lernzirkel, Teamknobeln, kreative Experimente oder Gruppenpuzzle eignen sich sehr gut für die Umsetzung dieser Ziele und

sorgen für eine willkommene Abwechslung im Chemieunterricht. Der Einsatz digitaler Medien unterstützt die methodische Vielfalt. Durch die so geschaffene Varianz und abwechslungsreiche Stundengestaltungen werden die Schüler besser erreicht, die sich manchmal etwas schwertun, Begeisterung für spezifische Fachinhalte zu zeigen.

Die methodische Vielfalt der Möglichkeiten, wie die digitalen Medien den Chemieunterricht bereichern können, wird im folgenden Beitrag vorgestellt: <http://www.lehrer-online.de/chemie-macht-spasp.php>.

WEITERE INFORMATIONEN



www.lehrer-online.de

ÜBER DIE AUTORIN



Gabi Netz ist Redaktionsleiterin bei Lehrer-Online. Nach dem Staatsexamen für das Lehramt in Sek. I und II in Spanisch und Französisch sowie dem Magisterabschluss in Romanistik und Sprachlehrforschung gilt ihr beruflicher Schwerpunkt dem Einsatz digitaler Medien in unterrichtlichen Kontexten.

TECNOPIEDIA – PRAXISNAH FÜR SCHULEN

Annabel Bayatloo

Ephraim Kishon soll einmal gesagt haben: »Wenn man einen Deutschen mit ein paar Konservendosen in den Urwald jagt, kommt er mit einer Lokomotive wieder heraus.« Davon entfernen wir uns mehr und mehr, denn immer weniger Jugendliche wählen eine Berufslaufbahn im naturwissenschaftlichen, technischen oder ingenieurwissenschaftlichen Bereich. Dabei sind die Berufsperspektiven heute so vielversprechend wie nie.

Für einen praxisnahen und damit spannenden Unterricht in den naturwissenschaftlich-technischen Fächern setzen sich die Industrie- und Handelskammern (IHKs) in Deutschland ein. Ihr Internetportal www.ihk-tecnopedia.de richtet sich an Lehrkräfte aller Schularten und Klassenstufen in Deutschland, die sich über Bildungsangebote von Unternehmen aus ihrer Region informieren möchten oder Experimente und Lehrmaterialien für einen praxisnahen und abwechslungsreichen Unterricht in Naturwissenschaften und Technik suchen.



Abb. 1: Technik macht Schule mit tecnopedia

ALLES STEHT UND FÄLLT MIT EINEM PRAXISORIENTIERTEN UNTERRICHT

Der Fachkräftemangel beginnt schon in der Schule. Nicht nur die Wirtschaft hat Schwierigkeiten, gute Ingenieure und Techniker zu bekommen. Auch in den Schulen fehlen Lehrkräfte, besonders für die MINT-Fächer (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik). Nicht selten werden diese fachfremd unterrichtet oder fallen zum Teil aus. Es entsteht ein Teufelskreis: Wenn der Unterricht nur sporadisch erteilt werden kann, lässt sich die Begeisterung für Naturwissenschaften kaum entfachen und aufrechterhalten. Jugendliche aber, die Naturwissenschaften und Technik nicht als spannend erleben, werden viel seltener einen Beruf in diesem Bereich wählen. Dabei müssen die Weichen für ein entsprechendes Studium oder eine Ausbildung früh gestellt werden. Das Interesse wird oft im Kindergarten geweckt und muss dann wach gehalten und gefördert werden.

TRANSPARENZ UND VERNETZUNG

In vielen Regionen besteht bereits ein breites Spektrum an Angeboten zur MINT-Förderung, welche Schulen als Ergänzung ihres Unterrichts nutzen können: Science Center, Technikmuseen, Schülerlabore, Schülerforschungszentren, Berufsorientierungstage der Unternehmen zu technischen Berufen und mehr. Die Plattform tecnopedia möchte die Vielzahl dieser MINT-Angebote bündeln und transparent machen, sodass Lehrkräfte über regionale Angebote und engagierte Unternehmen informiert sind. Dabei können alle MINT-Anbieter (Unternehmen, Institutionen, Initiativen, Verbände und andere) sich selbst und ihre Angebote auf tecnopedia kostenfrei präsentieren.

DAS ANGEBOT AUF WWW.IHK-TECNOPIEDIA.DE

Seit fünf Jahren bieten die Industrie- und Handelskammern tecnopedia, die Plattform für MINT-Einrichtungen, MINT-Projekte, Unterrichtsmaterialien etc., mit folgenden Inhalten an:

- Praxisorientiertes Unterrichtsmaterial zu Naturwissenschaften und Technik vom Kindergarten bis zur Oberstufe für alle Schularten: Die Experimente und Lehrmaterialien greifen oft Alltagsphänomene auf oder stehen im direkten Bezug zur Unternehmenspraxis: Warum platzt die Wurst der Länge nach auf und nie quer? Oder: Lüften mit Wärmerückgewinnung.
- Angebote von Unternehmen und anderen MINT-Anbietern, vom Unternehmensbesuch, der Lehrkräftefortbildung bis zum Schülerforschungszentrum: Sie suchen eine Lehrerfortbildung zum Thema MINT oder ein Science Center in Ihrer Nähe? Wann und wo ist der nächste Schülerwettbewerb? Dies und vieles mehr findet sich bei den MINT-Angeboten und Aktionen – regional und deutschlandweit.
- Informationen zu Karrieren in naturwissenschaftlichen und technischen Berufen: Welche Berufe gibt es im MINT-Bereich? Und wie verläuft eigentlich der Weg von der Ausbildung bis zur Karriere in MINT? Allgemeine Berufsbeschreibungen und Unternehmergegeschichten zeigen Schülern die verschiedenen Wege.
- Unternehmensprofile aus der Region: Lehrkräfte können Unternehmen und andere MINT-Einrichtungen in ihrer Region finden und diese auf eine Kooperation oder gemeinsame Projekte ansprechen.
- tecnopedia-Specials – Alles auf einen Blick: tecnopedia bietet in den Specials auf einen Blick Infos aus Unternehmen und Berufen, Forschung und Gesellschaft – ein schneller Themeneinstieg zur Vorbereitung des Unterrichts. Specials gibt es zu den Themen Astronomie, Flugphysik, Energie, Evolution und Gesundheit.

- Papermint – Publizierst du schon oder forschst du noch? tecnopedia veröffentlicht »Papermint«, die Online-Zeitschrift für junge Forscher. Diese stellen in »Papermint« ihre Arbeiten dem breiten Publikum und der wissenschaftlichen Fachwelt vor, ein wichtiger Schritt in der Welt der Wissenschaftler.
- tecnopedia-Praxisempfehlungen: In Fachtagungen zu innovativen Ideen entwickelt tecnopedia Handreichungen für deren praktische Umsetzung, beispielsweise zum Aufbau von regionalen Schülerforschungszentren.

Darüber hinaus haben Lehrkräfte die Möglichkeit, ihre Erfahrungen einzubringen und auf tecnopedia selbst Experimente und praxisnahe Unterrichtsmaterialien zu veröffentlichen.

WEITERE INFORMATIONEN



www.ihk-tecnopedia.de

ÜBER DIE AUTORIN



Annabel Bayatloo studierte Wissenschaftsjournalismus in Darmstadt und arbeitet seit 2003 in der Online-Redaktion von tecnopedia bei der IHK Darmstadt. Dabei betreut sie unter anderem die tecnopedia-Specials und die Praxisempfehlungen.

DER MINT-NAVIGATOR, EINE BUNDESWEITE MINT-SUCHMASCHINE

Benjamin Gesing

Die MINT-Landschaft hat sich in den letzten Jahren im Rahmen der Sicherung des Fachkräftenachwuchses stark vergrößert. Um möglichst umfassend Informationen rund um diese MINT-Projekte zugänglich zu machen, hat die Initiative »MINT Zukunft schaffen« den MINT-Navigator als digitalen Multiplikator und »Suchmaschine für MINT« entwickelt.

Der MINT-Navigator ist eine bundesweit einheitliche Suchmaschine, die MINT-Initiativen und MINT-Angebote aus dem Internet sichtbar macht und miteinander vernetzt. Unterrichtsmaterialien, Schüler-Camps, Schüler-Labore, Informationen über Karrieren in naturwissenschaftlich-technischen Berufen oder Kontakte zu Unternehmen werden damit für Lehrkräfte, Jugendliche, Studierende und Eltern übersichtlich und transparent gebündelt.

Der Navigator vereint alle wichtigen Funktionen, die große Suchportale auszeichnen. Er ist jedoch bei spezifischen MINT-Anfragen deutlich zielsicherer und genauer als die bekannten Suchmaschinen. Dafür wurde er mit exklusiven MINT-spezifischen Filtermechanismen und Features ausgestattet. Die Kombination der Google-Custom-Search-Engine (CSE) mit einer lokalen Datenbank erlaubt es, beliebige Inhalte mit Metadaten (Schlagworten, Kategorisierungen, regionaler Zuordnung) zu verknüpfen. Unterrichtsmaterialien, Technik-Videos, MINT-Veranstaltungstermine, Links und vieles mehr lassen sich mit dem MINT-Navigator User-spezifisch verwalten, darstellen und finden – und zudem mit einbettbaren Widgets nutzen.

Die Leistungsfähigkeit liegt in der Definition und Festlegung der über 80 Suchkriterien und Filter, die eine hohe, zielgruppenspezifische Trefferqualität sichern und über alle MINT-relevanten Websites suchen. In einem Zeitraum von über fünf Jahre hat das Team von »MINT Zukunft schaffen« zusammen mit Experten, u. a. den Kuratoriumsmitgliedern EsPresto, Deutsche Telekom Stiftung und anderen MINT-Initiativen, intensiv an der Umsetzung gearbeitet und dabei das Projekt an die rasant fortschreitende Technik ange-

passt. Es finden sich mehr als 15 000 Treffer zum Thema MINT. Dies immer mit Quellennachweis und Angabe des Urhebers. Dieser Navigator ist mittlerweile bundesweit die größte MINT-Informationsplattform.

Das Konzept des Navigators hat die Industrie und Handelskammern (IHK) und die Initiative Komm-mach-MINT überzeugt. Die IHKs betreiben gemeinsam das MINT-Bildungsportal *tecnopedia* (vgl. Beitrag [Bayatloo](#), S. 294) und werden gemeinsam mit der Initiative Komm-mach-MINT jetzt Startpartner für die Nutzung der neuen Technologie des MINT-Navigators. Auf beiden Portalen, www.ihk-tecnopedia.de und www.komm-mach-mint.de, ist der MINT-Navigator integriert. Über die gemeinsame Suchfunktion werden bei einer Volltextsuche also drei Portale ausgelesen sowie eine zusätzliche Abfrage über alle Treffer der Internet-Suchmaschine Google gestartet und angezeigt. Die Suchmaschine kann für Einträge von Initiativen, Schulen und Organisationen genutzt werden.

WEITERE INFORMATIONEN



<http://www.mintzukunftschaefen.de/mintnavigator/>

ÜBER DEN AUTOR



Von 2004 bis 2007 leitete **Benjamin Gesing** die Servicestelle Jugendbeteiligung, ein Modellprojekt des BMFSFJ zur Förderung der Beteiligung junger Menschen auf Bundesebene, und den Beteiligungsbereich im inhaltlichen Begleitprogramm des Ganztagschulprogramms IZBB. Seit 2008 ist er unter anderem als Leiter der Jugendprogramme für die Initiative »MINT Zukunft schaffen« tätig.

APPS UND TOOLS FÜR DEN UNTERRICHT

zusammengestellt von Nils Behm & Henning Kirchberg

In der nachfolgenden Übersicht (Stand Juli 2014) werden beispielhaft einige Apps für den naturwissenschaftlichen und allgemein für den Unterricht vorgestellt, in erster Linie gemeint als Anregung zum eigenen Stöbern und Ausprobieren. Bei über 1,2 Millionen Apps allein im Apple iTunes-Store ist diese Aufstellung selbstverständlich nicht vollständig. Auch die Richtigkeit der Angaben kann nicht garantiert werden, da sich in der schnelllebigen digitalen Welt z. B. Angebot und Preis für die Apps schon in den Wochen zwischen Endredaktion und Drucklegung wieder ändern können.

AUFZEICHNUNG UND ANALYSE VON BEWEGUNGSABLÄUFEN

Beispiele zur Analyse von Bewegungsabläufen im Unterricht finden sich in den Beiträgen von [Kruse](#) (S. 162) sowie [Hirth, Klein, Kuhn & Müller](#) (S. 145).



Sports-Tracker

Fach: Physik

Sports-Tracker wurde ursprünglich für die Analyse des individuellen Laufverhaltens entwickelt. Für den Physikunterricht bietet diese App die Möglichkeit, Bewegungsabläufe aufzuzeichnen, indem sie über Satelliten den aktuellen Ort bestimmt und dessen zeitlichen Verlauf misst. Zudem können zu jedem Ort die Höhenmeter verzeichnet werden, sodass am Ende der Aufzeichnung Geschwindigkeit-Zeit-Höhenmeter-Informationen zur Verfügung stehen.

Plattform: Android, iOS (alle kostenfrei)

URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.stt.android&hl=de>

Alternativen: MyTracks (iOS), Meine Tracks (Android)



Vernier Video Physics

Fach: Physik

Mit dieser App lassen sich Bewegungen von Körpern filmen und anschließend deren örtlicher und zeitlicher Verlauf analysieren. Neben Weg-Zeit-Diagrammen lassen sich auch Geschwindigkeit-Zeit-Diagramme für die Bewegung der Körper bestimmen.

Plattform: iOS (4,49 €)

URL: <https://itunes.apple.com/de/app/vernier-video-physics/id389784247>



Accellogger

Fach: Physik

Accellogger bietet die Möglichkeit, Beschleunigungen in alle drei Raumrichtungen in Abhängigkeit von der Zeit zu messen. Die Daten können ausgewertet und analysiert werden.

Plattform: Android (kostenfrei)

URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=jp.daikiko>.

Accellogger&hl=de

DARSTELLUNG UND ANALYSE VON AUDIOSIGNALEN

Beispiele zur Darstellung und Analyse von Audiosignalen im Unterricht finden sich in den Beiträgen von [Hirth, Klein, Kuhn & Müller](#) (S. 145), [Kuhn & Vogt](#) (S. 46) sowie [Mähler & Pallack](#) (S. 119).



Audio Kit

Fach: Physik

Audio Kit ist eine App, mit der sich Geräusche und Töne analysieren lassen. Sie bietet auch die Möglichkeit einer Fast Fourier Transformation der einzelnen Aufzeichnungen.

Weiterhin können Töne, wie z. B. Sinus-Töne und deren Überlagerungen, generiert werden.

Plattform: iOS (5,99 €)

URL: <https://itunes.apple.com/de/app/audio-kit/id376965050?mt=8>



Oszilloskop

Fach: Physik

Mit Oszilloskop lassen sich zum einen Audiosignale darstellen und analysieren, zum anderen können Töne von Sinus- oder Sägezahnform bis 22 kHz generiert werden. Hilfreich sind dabei Standardbedienelemente eines Oszilloskops, wie z. B. Triggerung und die Cursorfunktionen.

Plattform: iOS (8,99 €)

URL: <https://itunes.apple.com/de/app/oszilloskop/id388636804?mt=8>



Signalgenerator

Fach: Physik

Mit dieser App können Sinus-, Cosinus-, Rechteck-, Dreieck- oder Sägezahnschwingungen in einem Frequenzbereich von 2 bis 20 000 Hz erzeugt werden.

Plattform: iOS (0,89 €)

URL: <https://itunes.apple.com/de/app/signalgenerator/id409241018?mt=8>

Alternative: Signal Generator (Android)



Decibel Ultra

Fach: Physik

Beschreibung: Mit der App Decibel Ultra können Lautstärke und Schalldruckpegel gemessen werden.

Plattform: iOS (kostenfrei)

URL: <https://itunes.apple.com/de/app/decibel-ultra/id410139517?mt=8>



Acoustic Ruler

Fach: Physik

Die App Acoustic Ruler misst Entfernungen bis zu 25 m mittels Schallmessungen. Eine Kalibrierung über die Temperatur ist möglich.

Plattform: iOS (1,79 €)

URL: <https://itunes.apple.com/de/app/acoustic-ruler-pro/id475081963?mt=8>

DAS SMARTPHONE ALS MESSGERÄT

**SPARKvue****Fach:** Physik

Über einen externen Sensor lassen sich Informationen wie Beschleunigungen, Geschwindigkeiten, Temperaturen oder Luftdruck messen und über Bluetooth an das Smartphone oder Tablet senden. Das Programm bietet zudem die Möglichkeit, die gemessenen Daten zu analysieren und grafisch darzustellen.

Plattform: iOS, Android (kostenfrei)**URL:** <http://www.pasco.com/sparkvue/>**iHandy Wasserwaage****Fach:** Physik

Die virtuelle Wasserwaage kann beispielweise zum Ausrichten und Feinjustieren von Versuchsaapparaturen und Geräten im Unterricht verwendet werden. Zusätzlich wird der Neigungswinkel angezeigt.

Plattform: iOS (kostenfrei)**URL:** <https://itunes.apple.com/de/app/ihandy-wasserwaage-kostenlos/id299852753?mt=8>**Free HD Compass****Fach:** Physik, Biologie

Die App Free HD Compass liefert Informationen über Breiten- und Längengrade.

Plattform: iOS (kostenfrei)**URL:** <https://itunes.apple.com/de/app/free-hd-compass/id378697811?mt=8>



Sensor Kinetics

Fach: Physik

Mit der App Sensor Kinetics können verschiedene physikalische Kräfte wie z. B. Schwerkraft, Beschleunigung, Rotation und Magnetismus gemessen werden.

Plattform: iOS, Android (kostenfrei)

URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.innoventions.sensorkinetics&hl=de> (Android); <https://itunes.apple.com/us/app/sensor-kinetics/id579040333?mt=8> (iOS)



Android Sensor Box

Fach: Physik

Mit Hilfe dieser App können Druck, Temperatur, Beschleunigung, magnetische Feldstärke und Lichtstärke bestimmt werden.

Plattform: Android (kostenfrei)

URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=imoblife.androidsensorbox&hl=de>

ELEKTRIZITÄTSLEHRE UND MAGNETISMUS



Circuit Lab

Fach: Physik

Mit diesem Tool kann ein Schaltkreis aus verschiedenen Elementen entworfen und anschließend auf Richtigkeit und Funktionalität geprüft werden.

Plattform: iOS (5,49 €), Android (kostenfrei)

URL: <https://www.circuitlab.com>



Tesla Field Meter

Fach: Physik

Mit dieser App kann die magnetische Feldstärke in der Einheit Tesla gemessen werden. Zudem besteht die Möglichkeit, das Magnetfeld über die Zeit zu betrachten. Dieser zeitliche Verlauf lässt sich grafisch darstellen.

Plattform: iOS (0,89 €)

URL: <https://itunes.apple.com/de/app/tesla-field-meter/id351080302?mt=8>

BESTIMMUNG UND BEOBACHTUNG

Beispiele zur Verwendung der App iKosmos im Unterricht finden sich im Beitrag von [Lindner](#) (S. 229).



iKosmos

Fach: Biologie

iKosmos ist eine Bestimmungs-App von NABU und KOSMOS. Aktuell werden Versionen für die Bestimmung von »Bäumen und Sträuchern« sowie »Muscheln und Schnecken« angeboten.

Plattform: iOS (9,99 €)

URL: <http://www.ikosmos.org/>



Baumbestimmung

Fach: Biologie

Die App kann zur Bestimmung der am häufigsten in Deutschland vorkommenden Laub- und Nadelbäume eingesetzt werden.

Plattform: iOS (0,89 €)

URL: <https://itunes.apple.com/de/app/baumbestimmung/id321404225?mt=8&am%3Buo=2&affid=2137673>



AudioHimmelsführungen

Fach: Physik, Astronomie

Eine geführte Himmelsbeobachtung bietet diese App des Physiklehrers Lutz Claußnitzer. Für Anwendungen in Schule und Studium stehen zudem passende Arbeitsblätter bereit.

Plattform: Android (kostenfrei), iOS (kostenfrei)

URL: <http://www.lutz-clausnitzer.de/AudioGuideSky/audioguidesky.html>



P.M. Planetarium

Fach: Physik, Astronomie

Bei P.M. Planetarium handelt es sich um eine Planetariums-App, mit der am Nachthimmel Objekte und deren Position identifiziert werden können.

Plattform: iOS (nur iPad, kostenfrei)

URL: <http://www.pm-magazin.de/a/pm-planetarium>

VIRTUELLE EXPERIMENTE



Wind Tunnel

Fach: Physik

Die App Wind Tunnel bietet die Möglichkeit, selbst entworfene Gegenstände in einem virtuellen Windkanal zu untersuchen. Hierbei werden die Stromlinien und Verwirbelungen sichtbar.

Plattform: iOS (1,79 €)

Plattform: iOS (1,79 €)

URL: <https://itunes.apple.com/de/app/wind-tunnel/id381971296?mt=8&%3Buo=2&affid=2137673>



Monster Physics

Fach: Physik

Diese App bietet eine spielerische Herangehensweise an die Physik. Es können virtuelle Autos, Flugzeuge, Raketen oder andere Maschinen gebaut und unter realistischen Bedingungen getestet werden.

Plattform: iOS (0,89 €)

URL: <https://itunes.apple.com/de/app/monster-physics/id505046678?mt=8&mp%3Buo=2&affId=2137673>

WISSENS-APPS

Beispiele zur Verwendung der Apps Merck PSE HD und Tricks of Science im Unterricht finden sich im Beitrag von [Krause & Eilks](#) (S. 64).



Merck PSE HD

Fach: Physik, Chemie

PSE ist ein interaktives Periodensystem der Elemente, das umfassend und interaktiv über die auf unserem Planeten vorkommenden Elemente mit ihren physikalischen und chemischen Eigenschaften informiert.

Plattform: Android, iOS (alle kostenfrei)

URL: <https://itunes.apple.com/de/app/merck-pse-hd/id375734631?mt=8&ign-mpt=uo%3D4> (iOS); <https://play.google.com/store/apps/details?id=de.merck.pte> (Android)



Die Elemente – Bausteine unserer Welt

Fach: Chemie, Physik

Diese App bietet ein interaktives Periodensystem. Jedes Element wird hierbei mit einem beispielhaften Foto illustriert, und durch Anklicken erscheint eine Vielzahl an Informationen über das jeweilige Element. Neben den klassischen physikalischen Angaben finden sich Anwendungsbeispiele in der Technik oder die jeweilige Entdeckungsgeschichte.

Plattform: iOS (12,99 €)

URL: <https://itunes.apple.com/de/app/die-elemente-bausteine-unserer-id364147847?mt=8>



Tricks of Science

Fach: Physik, Chemie

Einige sehr spannende Experimente sind über diese App als Video-Dateien abrufbar. Diese sind nach Themenschwerpunkten sortiert. Das Experiment kann mehrfach abgespielt, während des Schauens gestoppt oder zurückgespult werden.

Plattform: iOS (1,79 €)

URL: <https://itunes.apple.com/de/app/tricks-of-science/id511302050?ls=1&mt=8>



Wissenschaft – Mikrouniversum 3D

Fach: Physik, Chemie, Biologie

Diese App bietet eine maßstabsgetreue Einsicht in die Welt kleinster Teilchen. Es lassen sich Viren, Bakterien, Zellen, Moleküle, Atome oder auch Neutronen und Quarks virtuell bestaunen. Die Skala reicht von 10^{-1} m bis 10^{-21} m und liefert animierte 3-D-Modelle aus verschiedenen Bereichen der Physik, Chemie und Biologie.

Plattform: Android, iOS (beide kostenfrei)

URL: <https://itunes.apple.com/de/app/science-microcosm-3d-hd-free/id594444445?mt=8> (iOS); <https://play.google.com/store/apps/details?id=air.OSC.scale.micro&hl=de> (Android)



3D Cell Simulation and Stain-Tool

Fach: Biologie

In dieser App sind über 250 verschiedene Zellarten verzeichnet und in einer 360°-Ansicht zu betrachten. Es besteht die Möglichkeit, die einzelnen Zellbestandteile zu vergrößern und in ihrer Struktur kennenzulernen.

Plattform: iOS (kostenfrei)

URL: <https://itunes.apple.com/de/app/3d-cell-simulation-stain-tool/id381129413?mt=8>



3D Brain

Fach: Biologie

In dieser App wird das menschliche Gehirn in einer 3-D-Animation präsentiert. Es besteht die Möglichkeit, die verschiedenen Areale zu vergrößern. Ein Text gibt jeweils wichtige Informationen über die betrachteten Gehirnbereiche.

Plattform: iOS (kostenfrei)

URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=org.dnalc.threedbrain&hl=en>



Neuropsychologie by F. Willet

Fach: Biologie

Diese App liefert neuropsychologische Erklärungen für verschiedene Verhaltensweisen oder Gefühle und beschreibt die ablaufenden Prozesse mit vielen Details.

Plattform: Android (kostenfrei)

URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=md.pr.kackbip.emotions&hl=de/>



iDarwin

Fach: Biologie

In einem fiktiven Dialog zwischen Darwin und einer heutigen Molekularbiologin werden verschiedene Aspekte der Evolutionstheorie besprochen und anhand von sieben beispielhaften Gehegen des Heimat-Tierparks Bielefeld-Olderdissen verdeutlicht.

Plattform: iOS (kostenfrei)

URL: <https://itunes.apple.com/de/app/idarwin/id319343363?mt=8>

ERSTELLUNG VON PRÄSENTATIONEN UND MINDMAPS

Beispiele zum Einsatz der nachfolgenden Tools im Unterricht finden sich in den Beiträgen von [Spang](#) (S. 101) sowie [Krause & Eilks](#) (S. 64).



Keynote

Keynote ist ein Programm zur Erstellung von Präsentationen, das mit einer simplen Bedienung, zahlreichen Animationen und Vorlagen aufwartet. Zwischen Mac und iOS-Geräten kann einfach gewechselt werden.

Plattform: iOS (8,99 €), Mac OS X (17,99 €)

URL: <https://itunes.apple.com/de/app/keynote/id361285480?mt=8>

Alternativen: Microsoft Powerpoint (Windows), LibreOffice (Windows, Mac OS X, Linux), Haiku Deck (iOS)



Haiku Deck

Haiku Deck ist eine App zur Erstellung von einfachen Präsentationen, die sich auf das Wesentliche konzentrieren: ein Bild und ein Text pro Folie.

Plattform: iOS (kostenlos), webbasiert im Browser

URL: <http://www.haikudeck.com>



Prezi

Die andere Art, Präsentationen zu erstellen: Statt Folien wird ein einziges großes interaktives Blatt verwendet, in dem Bilder, Texte oder Videos platziert werden können. Insbesondere für interaktive Whiteboards bietet sich diese Form der Präsentation an. Spezielle Versionen für Schulen werden angeboten.

Plattform: webbasierte Basisversion (kostenlos), Windows, Mac OS X, iOS

URL: <http://www.prezi.com>

Alternativen: emaze (webbasiert)



Popplet

Mit Popplet lassen sich Mindmaps in fast jeder Form und Größe erstellen. In einem einzelnen namensgebenden Popplet, einer Art Blase, lässt sich schreiben, zeichnen oder ein Bild einfügen. Die Popplets lassen sich miteinander verknüpfen.

Plattform: iOS (4,99 €), webbasiert (kostenlos)

URL: <http://www.popplet.com>

Alternativen: mindmeister (iOS, Android), Idea Sketch (Windows, iOS, Windows Phone), SimpleMind+ (iOS, Android, Windows, Mac OSX)

ERSTELLUNG VON VIDEOS, ANIMATIONEN UND TONAUFNAHMEN

Beispiele zum Einsatz der nachfolgenden Tools im Unterricht finden sich u. a. im Beitrag von [Spang](#) (S. 101).



iMovie

Einfaches Programm zum Erstellen, Schneiden, Bearbeiten und Verwalten von Videos.

Plattform: Mac OS X (mitgeliefert), iOS (4,49 €)

URL: <http://www.apple.com/de/mac/imovie/>; <https://itunes.apple.com/de/app/imovie/id377298193?mt=8> (iOS)

Alternativen: Windows Movie Maker (Windows), Adobe Premiere Pro CC (Windows, Mac OS X)



Vine

Mit Vine lassen sich Filme und Animationen von maximal sieben Sekunden Länge erstellen. Das fertige Ergebnis kann dann über die Website von Vine oder Twitter geteilt werden.

Plattform: iOS, Android, Windows Phone (kostenlos)

URL: <https://play.google.com/store/apps/details?id=co.vine.android&hl=de>
<https://itunes.apple.com/de/app/vine/id592447445?mt=8>

Alternativen: Instagram (iOS, Android), Viddy (iOS, Android), Keek (iOS, Android, Windows Phone)



AudioBoo

Mit AudioBoo lassen sich bis zu zehn Minuten lange Tonspuren aufnehmen, teilen und anhören.

Plattform: iOS, Android, Blackberry 10, webbasiert (alle kostenlos)

URL: <http://www.audioboo.fm>

Alternativen: ipadio (iOS, Android)

DAS TABLET ALS INTERAKTIVES WHITEBOARD

Beispiele zum Einsatz der nachfolgenden Tools im Unterricht finden sich u. a. in den Beiträgen von [Spang](#) (S. 101) sowie [Krause & Eilks](#) (S. 64).



Educreations

Educreations macht aus dem iPad ein interaktives Whiteboard. Es können Bilder gezeigt, Texte geschrieben und die Erklärungen über Mikrofon aufgezeichnet werden, sodass am Ende der Vortrag mit Ton geteilt werden kann.

Plattform: iOS (kostenlos)

URL: <http://www.educreations.com>

Alternativen: BaiBoard (Mac OS X, iOS), Explain Everything (Windows, iOS, Android)



BaiBoard

Mit BaiBoard lässt sich wie auf einem interaktiven Whiteboard schreiben und zeichnen. Die Zuhörer können das, was gezeichnet wird, gleichzeitig auf ihrem eigenen Gerät mitverfolgen oder später noch einmal in Ruhe betrachten.

Plattform: Mac OS X, iOS (kostenlos), Android (geplant)

URL: <http://www.baiboard.com>

Alternativen: Educreations (iOS), Explain Everything (Windows, iOS, Android)



Explain Everything

Mit Explain Everything werden Tablet und Computer zum interaktiven Whiteboard. In Präsentationen kann geschrieben werden, Bilder, Videos etc. lassen sich einfügen. Die gesamte Präsentation kann zudem als Video mit anderen Nutzern geteilt werden.

Plattform: Android (2,65 €), iOS (2,69 €), Windows (2,99 €)

URL: <http://www.morriscooke.com/?p=134>

Alternativen: BaiBoard (Mac OS X, iOS), Educreations (iOS)

ERSTELLUNG VON E-BOOKS

Beispiele zur Erstellung von E-Books finden sich im Beitrag von [Spang](#) (S. 101).



Creative Book Builder

Mit dem Creative Book Builder lassen sich auf dem Smartphone oder Tablet in einfachen Schritten E-Books erstellen und veröffentlichen.

Plattform: Android (2,91 €), iOS (3,59 €)

URL: <http://getcreativebookbuilder.blogspot.de>

Alternativen: iBooks Author (Mac OS X), Book Creator (iOS, Android)



Book Creator

Der Book Creator ermöglicht das Erstellen von E-Books auf dem eigenen Tablet. Innerhalb von Minuten lassen sich Ergebnisse erzielen und veröffentlichen.

Plattform: Android (2,50 €), iOS (4,49 €)

URL: <http://www.redjumper.net/bookcreator/>

Alternativen: iBooks Author (Mac OS X), Creative Book Builder (iOS, Android)



iBooks Author

iBooks Author ist ein leicht zu bedienender Editor zum Erstellen von E-Books auf dem Mac. Mit wenigen Klicks ist durch zahlreiche Vorlagen ein erstes E-Book erstellt. Das Programm hilft zudem dabei, ein fertiges E-Book in Apples iBook Store zu veröffentlichen.

Plattform: Mac OS X (kostenlos)

URL: <https://www.apple.com/de/ibooks-author/>

Alternativen: Creative Book Builder (iOS, Android), Book Creator (iOS, Android)

ZEICHNEN UND NOTIZEN

Beispiele zum Einsatz der nachfolgenden Tools im Unterricht finden sich u. a. in den Beiträgen von [Mähler & Pallack](#) (S. 119) sowie [Mähler](#) (S. 134).



Adobe Ideas

Mit Adobe Ideas erhält man einen digitalen Zeichenblock. Statt Stift und Pinsel zeichnet man mit dem Finger auf einer großen Arbeitsfläche und kann dort auf fast alle erdenklichen Arten kreativ werden.

Plattform: iOS (kostenlos)

URL: <https://creative.adobe.com/de/products/ideas>



Paper

Mit dieser App lassen sich schnell und einfach Dinge zeichnen. Hierzu stehen verschiedene Stifte und Pinsel zur Verfügung.

Plattform: iOS (kostenlos)

URL: <https://www.fiftythree.com/paper>



Penultimate

Penultimate ist ein digitaler Notizblock. Texte lassen sich mit der Hand schreiben, genauso aber auch über die Tastatur eingeben. Zeichnungen lassen sich ebenso einfach erstellen.

Plattform: iOS (kostenlos)

URL: <https://evernote.com/intl/de/penultimate/>



123D Creature

Mit 123D Creature lassen sich auf dem iPad 3-D-Figuren designen. Mit nur wenigen Werkzeugen lassen sich mit dem Finger einfache, aber auch höchst komplexe Figuren modellieren, designen und bemalen.

Plattform: iOS (kostenlos)

URL: <http://www.123dapp.com/creature>

Alternativen: Blender (Windows, Mac OS X, Linux)



GoodReader

Die App GoodReader bietet eine Bearbeitungsmaske für verschiedene Dateiformate. Markierungen vornehmen und Kommentare hinzufügen ist mit dieser App ebenso möglich wie unterstreichen, durchstreichen und Text einrahmen. Mit einem Stift für das Display können Notizen am Rand gemacht werden. Eine Suchfunktion dient dem schnellen Auffinden von Schlagwörtern im Text. Neben PDF und TXT liest die App auch DOC-, XLS-, PPT- sowie HTML-Dateien und diverse Bildformate.

Plattform: Android (kostenfrei), iOS (4,49 €)

URL: <https://itunes.apple.com/de/app/goodreader-for-ipad/id363448914?mt=8;>
<http://en.softonic.com/s/good-reader-app:android>



Notability

Mit der App Notability können z. B. Ideen skizziert, Dokumente kommentiert oder Arbeitsblätter ausgefüllt werden. Zudem bietet eine Suchfunktion die Möglichkeit, Schlagwörter schnell aufzufinden, und durch das Erstellen einer Bibliothek können Dokumente in verschiedenen Formaten themenbezogen gespeichert werden.

Plattform: iOS (4,49 €)

URL: <https://itunes.apple.com/de/app/notability/id360593530?mt=8>



UPad

Mit der App UPad besteht die Möglichkeit, handschriftliche Notizen anzufertigen, PDFs auszufüllen bzw. zu kommentieren und Fotos zu verzieren.

Plattform: iOS (4,49 €)

URL: <https://itunes.apple.com/de/app/upad/id401643317?mt=8>

KOMBINATION VERSCHIEDENER DIGITALER MEDIEN

Beispiele zum Einsatz der nachfolgenden Tools im Unterricht finden sich u. a. im Beitrag von [Krause & Eilks](#) (S. 64).



Airserver

Mit Airserver lässt sich der eigene Bildschirminhalt vom iPad, iPhone oder Mac kabellos auf diverse Geräte übertragen.

Plattform: Mac OS X, Microsoft Windows, iOS (Preis je nach

Lizenz 7,99 \$ – 19,99 \$)

URL: <http://www.airserver.com/>



Reflecto

Mit Reflecto lässt sich der Bildschirminhalt eines Geräts kabellos auf viele andere Geräte übertragen.

Plattform: Android (6,99 \$), Mac OS X (12,99 \$), Windows (12,99 \$)

URL: <http://www.airsquirrels.com/reflecto/>



Airplay

Mit Airplay lassen sich zwischen iPhone, iPad oder Mac Bildschirminhalte oder Musik auf andere Apple-Geräte wie das Apple TV übertragen. Ganz ohne Kabel wird der Bildschirminhalt gespiegelt oder der eigene Bildschirm erweitert.

Plattform: iOS, Mac OS X, Apple TV (jeweils integriert)

URL: <https://www.apple.com/de/airplay/>

ÜBER DIE AUTOREN



Nils Behm ist seit 2011 Student für Physik an der Universität Hamburg. Seit 2012 ist er bei der Joachim Herz Stiftung im Programmbereich Naturwissenschaften als studentische Hilfskraft u. a. für das Internetportal LEIFIphysik beschäftigt. Seine Bachelorarbeit hat er im Jahr 2014 zum Thema »Physikalische Charakterisierung von KV-Bilddetektoren in der Strahlentherapie« verfasst.



Seit 2010 studiert **Henning Kirchberg** an der Universität Hamburg den Studiengang Lehramt an Gymnasien mit den Lehrfächern Physik und Französisch. Im Sommer 2013 verfasste er seine Bachelorarbeit zum Thema »Quantenmechanische Kreisprozesse in biomolekularen Lichtsammelkomplexen«. Seit 2012 ist er als studentische Hilfskraft bei der Joachim Herz Stiftung im Programmbereich Naturwissenschaften u. a. für das Lernportal LEIFIphysik tätig.

Digitale Medien im naturwissenschaftlichen Unterricht (2014), J. Maxton-Küchenmeister & J. Meßinger-Koppelt (Hrsg.), Hamburg: Joachim Herz Stiftung Verlag

Joachim Herz Stiftung Verlag

Seit 2013 publiziert die Joachim Herz Stiftung im eigenen Verlag. Mit Sach- und Fachbüchern wollen wir die gesellschaftlichen und fachlichen Diskurse um die Perspektiven ausgewiesener Experten bereichern und Handreichungen für Lehre und Unterricht geben. Studien erschließen neue Forschungsfelder und liefern Impulse für die Stiftungsarbeit und gesellschaftliche Entwicklungen. Unsere Publikationen aus den Programmbereichen Naturwissenschaften, Persönlichkeitsbildung und Wirtschaft begleiten die operative Arbeit der Stiftung, fassen Ergebnisse der Projektarbeit zusammen oder bilden Tagungen und Unterrichtsmaterialien ab.

Die Joachim Herz Stiftung

Seit ihrer Gründung 2008 stellt die Joachim Herz Stiftung Jugendliche und junge Erwachsene in den Mittelpunkt ihrer Arbeit, die sich in Schule, Ausbildung oder Studium befinden oder erste Schritte im Berufsleben gehen. Unsere Vision: Junge Menschen sollen ihr Leben eigenverantwortlich und selbstbestimmt gestalten und damit zu einer leistungsfähigen und toleranten Gesellschaft beitragen können – unabhängig von Herkunft oder sozialem Status. Deshalb eröffnen wir Bildungschancen und bieten Zugang zu unterschiedlichen Kulturen und Lebenswelten. Außerdem unterstützen wir den wissenschaftlichen Nachwuchs sowie exzellente Wissenschaft und Forschung. Unsere Ziele verwirklichen wir in eigenen operativen Projekten und in Kooperationen mit unseren Partnern.

Der Stifter

Für Joachim Herz waren Eigenverantwortung, Eigeninitiative und der unbedingte Wille, sich selbst weiterzuentwickeln, die Grundvoraussetzungen für ein demokratisches Gemeinwesen. Er war überzeugt, dass erst das aktive Leben dieser Werte den Menschen befähigt, seine individuelle Freiheit verantwortlich zum Nutzen unserer Gesellschaft einzusetzen. Am 24. Juli 2008 wurde die Joachim Herz Stiftung als 1100. Hamburger Stiftung anerkannt, seitdem führt seine Ehefrau Petra Herz die Stiftung als Vorstandsvorsitzende.