

Wolfgang Lutz<sup>1</sup>  
 Sebastian Haase<sup>2</sup>  
 Jan-Philipp Burde<sup>3</sup>  
 Thomas Wilhelm<sup>4</sup>  
 Thomas Trefzger<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Julius-Maximilians-Universität Würzburg  
<sup>2</sup>Freie Universität Berlin  
<sup>3</sup>Eberhard-Karls-Universität Tübingen  
<sup>4</sup>Goethe-Universität Frankfurt

## Nutzung digitaler Materialien zum Elektronengasmodell im Homeschooling

### Einbindung digitaler Lernmaterialien in ein Flipped-Classroom-Konzept

Bei der Entwicklung digitaler Unterrichtsmaterialien sind neben inhaltlichen und fachdidaktischen Gesichtspunkten auch mediendidaktische Aspekte zu beachten, die sich unter anderem auf den Einsatz digitaler Medien im Unterrichtsprozess und ihre Rolle für den Lernprozess der Schüler\*innen beziehen (Tulodziecki & Herzig, 2004; Herzig & Aßmann, 2009). Zur Formulierung konkreter Ziele, die durch die Implementierung digitaler Materialien realisiert werden sollen, erscheint deshalb eine Analyse einzelner Unterrichtsstunden zunächst sinnvoll. Allerdings erweist sich eine Generalisierung wesentlicher Merkmale des Unterrichts im Allgemeinen als äußerst schwierig, da die Gestaltung medial, konzeptionell und methodisch sehr unterschiedlich sein kann und stark von der unterrichtenden Lehrkraft geprägt ist. In den Untersuchungen von Prenzel et al. (2002) und Duit & Wodzinski (2010) zeigt sich dennoch der Trend, dass Unterricht häufig stark lehrpersonenzentriert orientiert ist. Selbst bei den Lehrkräften, die großen Wert auf Schülerarbeitsphasen legen, dominiert in diesen Studien der darbietende Physikunterricht mit durchschnittlich zwei Drittel der Unterrichtszeit. Für schüleraktive Phasen verbleiben dann lediglich 15 Minuten in einer Unterrichtsstunde. Zur individuellen Intensivierung der Lerninhalte in Form von Übungsaufgaben oder der Auswertung und Interpretation von Schülerexperimenten nutzt ein großer Teil der Lehrkräfte regelmäßig eine an den Unterricht anschließende Hausaufgabe (z. B. Crossley & Staraschek, 2014). Ein zeitlicher Umfang der Hausaufgaben von ungefähr 15 Minuten erscheint für ein Hauptfach durchaus legitim. Auf diesen Überlegungen aufbauend ist ein Ablaufschema für den "klassischen Unterricht" entstanden (Abb. 1).



Abb. 1 Klassischer Unterricht

Das Lernen muss als ein aktiver und immer komplexer werdender Entwicklungsprozess angesehen werden (Abb. 2). Sollen durch eine Hausaufgabe am Ende einer Unterrichtseinheit die Lerninhalte intensiviert werden, kann dies schnell zur Überforderung der Lernenden führen, da gerade in den schwierigen Phasen die systematische Unterstützung durch die Lehrkraft fehlt. An dieser Stelle kommt die Idee des Flipped Classrooms als „advance organizer“ ins Spiel (Elfeky, Masadeh, & Elbaly, 2020). Die Schüler\*innen erhalten mit der Bereitstellung von Online-Lernvideos und anschließenden interaktiven Online-Aufgaben bereits vor dem Unterricht („in advance“) eine kognitive

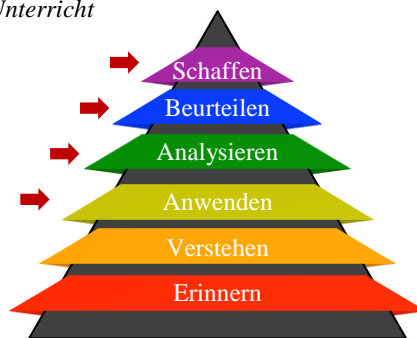


Abb. 2 Lernzieltaxonomie  
 (nach Anderson & Krathwohl,  
 2001; basierend auf Bloom, 1956)

Lernhilfe und können so zuhause eigenständig Konzepte vorstrukturieren („organize“). Dabei ist eine asynchrone und individuelle Nutzung der digitalen Lehrangebote zuhause möglich, da in praktisch allen Familien ein digitales Endgerät sowie eine Internetverbindung zur Verfügung stehen (mpfs, 2020). Im Unterricht werden die Inhalte dann intensiviert, wobei sich die Lernenden bei Problemen und Schwierigkeiten an die Lehrkraft wenden oder sich auch gegenseitig innerhalb ihrer Peer-Group unterstützen können. Die Idee des Flipped Classrooms besteht also darin, die sonst an den Unterricht angrenzende viertelstündige Hausaufgabe zeitlich vor den Unterricht zu setzen (Abb. 3).



Abb. 3 Flipped Classroom

Zu Beginn des Unterrichts werden den Lernenden gezielte Fragen zum Video gestellt, die in einer Think-Pair-Share-Phase (Lyman, 1981) und einem Klassengespräch beantwortet werden. Darüber hinaus bietet sich den Lernenden die Möglichkeit, ihre Fragen und Probleme bei der Vorbereitung anzusprechen und darüber zu diskutieren. Die Rolle der Lehrkraft wechselt in diesem Zusammenhang von der erklärenden hin zur moderierenden Funktion. Nach dieser Einstiegsphase beginnt direkt die schüleraktive Phase mit der Bearbeitung von Übungsaufgaben oder der Durchführung und Auswertung von Schülerexperimenten. Im Unterricht verschiebt sich so der Schwerpunkt von der Wissensvermittlung auf die Anwendung und Vertiefung der Lerninhalte und es bleibt mehr Zeit für Nachfragen, für Diskussionen und die Intensivierung.

Insgesamt wurden im Bereich der Elektrizitätslehre zwölf Unterrichtseinheiten, basierend auf dem Unterrichtskonzept zum Elektronengasmodell nach Burde (2018), im Sinne eines Flipped Classrooms konzipiert und auf der interaktiven Lehr- und Lernplattform tet.folio der Freien Universität Berlin (Haase, Kirstein & Nordmeier, 2016) zur Verfügung gestellt. Detailliertere Einblicke in die Unterrichtskonzeption finden sich bei Lutz et al. (2020).

### Nutzung digitaler Materialien im Homeschooling

Die Plattform tet.folio wurde gewählt, da es hier möglich ist, den Lehrkräften und den Schüler\*innen durch einen pseudonymisierten Code Zugriff auf die digitalen Lernmaterialien zu gewähren. Möchten Schüler\*innen nicht an der pseudonymisierten Erfassung der Daten teilnehmen, werden die erhobenen Daten nicht gespeichert und somit entsteht ihnen selbstverständlich kein Nachteil. Die Datenerfassung ist mit den Datenschutzbeauftragten der Universität Würzburg und dem Kultusministerium abgesprochen.

Im Schuljahr 2019/20 wurde auf diese Weise das Nutzungsverhalten der zwölf entwickelten Unterrichtseinheiten in insgesamt 13 Klassen mit  $n = 296$  Schüler\*innen eruiert. Der Schwerpunkt der Untersuchung lag auf der Nutzung und Beurteilung der Lernvideos und der interaktiven Quizaufgaben bei der häuslichen Vorbereitung. Während der Erhebung reduzierte sich die Quote der Schüler\*innen, die ihre häusliche Vorbereitung erledigten, von anfangs ca. 75 % ( $n = 220$ ) auf ca. 50 % ( $n = 150$ ) am Ende des Schuljahres.

Für Lernvideos im Internet wird eine Länge von 2 bis 5 Minuten empfohlen, wobei dies stark vom Inhalt abhängt (Schön & Ebner, 2013). Je kürzer ein Video ist, desto größer ist die Gefahr, die Inhalte zu oberflächlich zu thematisieren. Zu lange Videos können dazu führen, dass die Schüler\*innen sie nicht vollständig ansehen. Aus diesem Grund wurde die Akzeptanz der Länge der Lernvideos mit einer dreistufigen Likert-Skala erfasst. Es zeigte sich eine hohe Akzeptanz bei den Lernenden (durchschnittliche Bewertung: zu kurz 3 %, genau richtig 76 %, zu lang 21 %). Aus der Korrelation zwischen Videolänge und der Bewertung der

Länge durch die Schüler\*innen (Abb. 4) lässt sich ableiten, dass die Schüler\*innen tendenziell lieber kürzere Videos sehen (nach Pearson:  $|r| = 0.23$ ,  $p < 0.01$ ). Alle Diagramme zeigen die Mittelwerte mit ihren Standardfehlern. Die beste Akzeptanz erhalten Videos mit einer Länge von fünf bis sechs Minuten. Da die Effektstärke allerdings nur klein ist, können auch die längeren Videos mit bis zu acht Minuten als geeignet angesehen werden.

Die wahrgenommene Verständlichkeit der Lernvideos wurde über eine vierstufige Likert-Skala erfasst (durchschnittliche Bewertung der Schüler\*innen: gar nicht 1 %, nur teilweise 17 %, die meisten 53 %, alle 29 %). Bis auf Einheit 9 (Parallelschaltung) wurden die Lernvideos als sehr verständlich wahrgenommen (Abb. 5). Deshalb wird die Komplexität dieser Einheit reduziert, indem künftig die mathematische Herleitung des Ersatzwiderstandes in ein separates Video für interessierte Schüler\*innen ausgelagert wird. Zwischen der Einschätzung der Länge und dem Verständnis der Lernvideos treten keine Korrelationseffekte auf (nach Pearson:  $|r| = 0.06$ ,  $p < 0.01$ ), was für die Eignung aller Lernvideos spricht.

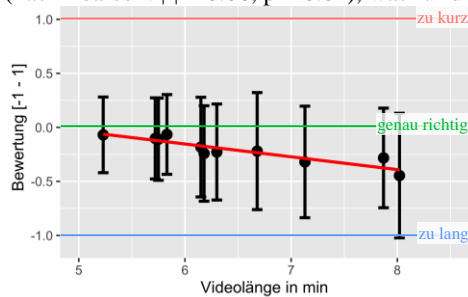


Abb. 4 Länge der Lernvideos

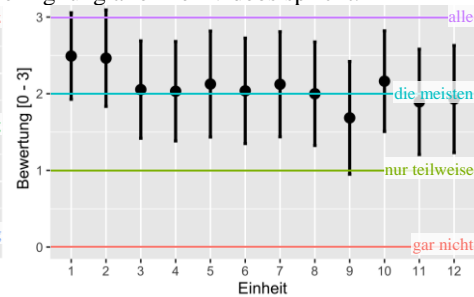


Abb. 5 Verständnis der Lernvideos

Mit einer adaptierten Kurzskaala nach Habig (2017) bestehend aus sechs Items wurde unmittelbar nach jedem der zwölf Lernvideos das aktuelle Interesse der Schüler\*innen erfasst (mittlere Reliabilität:  $\alpha = 0.83$ ,  $SD = 0.03$ ). Über die zwölf Einheiten hinweg zeigte sich eine leichte Abnahme des Interesses (nach Pearson:  $|r| = 0.17$ ,  $p < 0.01$ ). Der Verlauf des aktuellen Interesses lässt sich durch eine exponentielle Trendlinie fitten und zeigt so die Stabilisierung des Interesses gegen Ende der zwölf Einheiten (Abb. 6). Eine mögliche Erklärung für diesen Verlauf könnte in der Abnahme des Neuigkeitseffekts liegen (Theyßen, 2014).

Die Bewertung der Quizaufgaben erfolgte über eine vierstufige Likert-Skala und zeigt, dass die Schüler\*innen durchschnittlich mit den Aufgaben zurechtgekommen sind, bei der ein oder anderen Aufgabe aber auch gefordert wurden (durchschnittliche Bewertung: gar nicht 3 %, nur teilweise 23 %, mit den meisten 57 %, mit allen 17 %). Demnach kann der Schwierigkeitsgrad der Aufgaben als angemessen beurteilt werden.

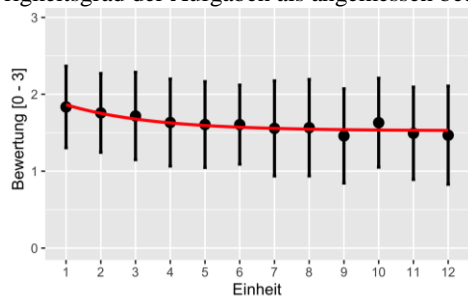


Abb. 6 Verlauf des aktuellen Interesses

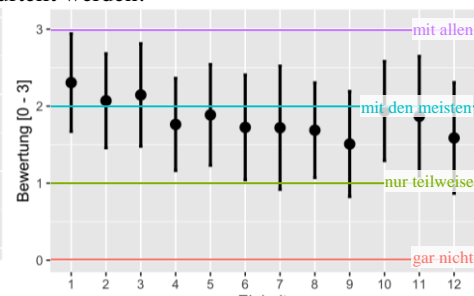


Abb. 7 Bewertung der Quizaufgaben

In einer weiteren Erhebung werden die entwickelten Materialien im Rahmen einer Vergleichsstudie zwischen dem klassischen Unterricht und dem Flipped Classroom mit dem Ziel der Entwicklung von experimenteller Kompetenz und von konzeptionellem Verständnis eingesetzt. Details zum Studiendesign finden sich bei Lutz et al. (2020).

### Literatur

- Anderson, L.W. & Krathwohl, D. (2001), *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing. A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. Addison Wesley.
- Burde, J.-P. (2018): *Eine Einführung in die Elektrizitätslehre mit Potenzial*. Frankfurt am Main: Institut für Didaktik der Physik der Goethe-Universität. URL: <https://www.einfache-elehre.de>
- Bloom, B.S., Englehart, M.D., Furst, E.J., Hill, W.H., & Krathwohl, D.R. (1956). *Taxonomy of educational objectives. The classification of educational goals, Handbook 1: Cognitive Domain*. New York: Longmans, Green, Co.
- Crossley, A. & Staraschek, E. (2014). *Unterstützen internetgestützte Hausaufgaben das Physiklernen?* In S. Bernholt (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung zwischen Science- und Fachunterricht*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in München 2013. Kiel: IPN.
- Duit, R. & Wodzinski, C.T. (2010). PiKo-Brief 4: Merkmale „guten“ Physikunterrichts. In: Duit R, Mikelskis-Seifert S (Hrsg) *Physik im Kontext. Konzepte, Ideen, Materialien für effizienten Physikunterricht*. Sonderband Unterricht Physik, Friedrich Seelze
- Elfeky, A. I. M., Masadeh, T. S. Y., & Elbyaly, M. Y. H. (2020). *Advance organizers in flipped classroom via e-learning management system and the promotion of integrated science process skills*. *Thinking Skills and Creativity*, 35, 100622.
- Haase, S.; Kirstein, J. & Nordmeier, V. (2016): *tet.folio: Neue Ansätze zur digitalen Unterstützung individualisierten Lernens. Didaktik der Physik. Frühjahrstagung Hannover 2016*. <http://www.phydid.de/index.php/phydid-b/article/view/737/871>
- Habig, S. (2017). *Systematisch variierte Kontextaufgaben und ihr Einfluss auf kognitive und affektive Schülerfaktoren*. Berlin: Logos.
- Herzig, B. & Aßmann, S. (2009). „Mediendidaktik“. *Handbuch der Erziehungswissenschaft. Band III: Familie, Kindheit, Jugend, Gender, Umwelten*. Hrsg. Gerhard Mertens, Ursula Frost, Winfried Böhm und Volker Ladenthin. Paderborn 2009. 893–912.
- Lutz, W., Burde, J.P., Wilhelm, T. & Trefzger, T. (2020). *Digitale Unterrichtsmaterialien zum Elektronengasmodell*. In: *PhyDid B*.
- Lyman, F. (1981). *The Responsive Classroom Discussion*. In A. S. Anderson (Ed.), *Mainstreaming Digest* (pp. 109-113). College Park, MD: University of Maryland College of Education.
- Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (mpfs) (2020): *JIM-Studie 2019. Jugend, Information, (Multi-) Media*. Stuttgart. URL: [https://www.mpfs.de/fileadmin/files/Studien/JIM/2019/JIM\\_2019.pdf](https://www.mpfs.de/fileadmin/files/Studien/JIM/2019/JIM_2019.pdf) (letzter Aufruf: 21.9.2020)
- Mikelskis-Seifert S, Duit R (2010) PiKo-Brief 6: *Das Experiment im Physikunterricht*. In: Duit R, Mikelskis-Seifert S (Hrsg) *Physik im Kontext. Konzepte, Ideen, Materialien für effizienten Physikunterricht*. Sonderband Unterricht Physik, Friedrich Seelze
- Prenzel et al. (2002). *Lehr-Lernprozesse im Physikunterricht - eine Videostudie*. In: Prenzel, Manfred [Hrsg.]; Doll, Jörg [Hrsg.]: *Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen*. Weinheim : Beltz 2002, S. 139-156. - (Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft; 45)
- Schön, S. & Ebner, M. (2013). *Gute Lernvideos ... so gelingen Web-Videos zum Lernen!* Online zugänglich unter: <http://bimsev.de/>
- Theyßen, H. (2014). *Methodik von Vergleichsstudien zur Wirkung von Unterrichtsmedien*. In Krüger, D., Parchmann, I., Schecker, H. (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. Heidelberg: Springer Verlag, S. 67-79.
- Tulodziecki, G., und Herzig, B. (2004). *Mediendidaktik. Medienverwendung in Lehr- und Lernprozessen*. Stuttgart 2004.