

Stefan Sommer¹
 Florian Wessel¹
 Jan Winkelmann¹

¹Goethe-Universität Frankfurt

Neuartige Auseinandersetzung mit Mondphasen im Physikunterricht durch GeoGebra

Die Auseinandersetzung mit den Mondphasen im Physikunterricht erfolgt klassischerweise durch das Arbeiten mit Abbildungen, Modellen oder Zeichnungen, also meist durch analoge und statische Darstellungen. Mithilfe der dynamischen Geometriesoftware GeoGebra entwickelte unsere Arbeitsgruppe im Rahmen des Förderprojekts „Digital gestütztes Lehren und Lernen in Hessen“ (DigLL) verschiedene digitale Modelle zur unterrichtlichen Beschäftigung mit den Mondphasen.

Die entwickelten GeoGebra Dateien bieten die Möglichkeit, dynamische Darstellungen zu verwenden und somit für die Schüler*innen neuartige Aufgaben und Auseinandersetzungen mit den Mondphasen zu ermöglichen. Nach dem SAMR-Modell zur Integration von digitalen Lerntechnologien in den Unterricht findet somit eine Umgestaltung in Form der Neubelegung statt (Puentedura, 2006). Das bedeutet, dass die Behandlung der Mondphasen im Physikunterricht durch die Nutzung digitaler Medien um neuartige Aufgaben ergänzt wird, die zuvor (analog) so nicht möglich waren.

Theoretischer Hintergrund

Digitale Medien

Digitale Medien können in Lehr- und Lernprozesse als Instrument eingebunden werden oder selbst den Lerngegenstand darstellen. Aus didaktischer Sicht stellen sie Lernwerkzeuge dar, die didaktisch überlegt eingesetzt werden müssen. Bezüglich der Vorteile digitaler Medien gibt es vielfältige Überlegungen und Erkenntnisse.

Die meisten Schüler*innen sind mit dem Gebrauch von PCs, Smartphones und Tablets vertraut. Der Einsatz dieser digitalen Endgeräte im Unterricht sorgt bei den Lernenden für einen Alltags- und Lebensweltbezug, der sich positiv auf die Motivation und weitere lernpsychologisch relevante Aspekte auswirkt (Kuhn et al., 2015). Dies resultiert daraus, dass nicht nur die Authentizität des behandelten Themas eine Rolle in der Annahme des Lernprozesses spielt, sondern auch die Authentizität des genutzten Mediums (Kuhn et al., 2015). Zum anderen steigt durch die selbständige Nutzung der digitalen Endgeräte das Autonomieerleben der Schüler*innen. Des Weiteren bieten digitale Medien die Möglichkeit, statt analoger und statischer Momentaufnahmen bestimmter Phänomene, dynamische Darstellungen und Animationen zu verwenden. Diese können besonders bei Prozessen mit einer klaren zeitlichen Sequenzierung und bei dynamisch veränderlichen physikalischen Prozessen unterstützend zum Einsatz kommen (Richtberg & Girwidz, 2013). Phänomene können dabei als Ganzes beobachtet und Vorgänge sowie Veränderungen im Vergleich zu statischen Bildern besonders gut aufgezeigt werden (Girwidz, 2013).

Zur Untersuchung der vielversprechenden Effekte führten Hillmayr et al. (2017) eine Metaanalyse von 80 Primärstudien aus den Jahren von 2000 bis 2016 durch und konnten zeigen, dass der Einsatz digitaler Medien im Mathematik- und Naturwissenschaftsunterricht einen positiven Effekt auf die Lernleistung der Schüler*innen hat. Außerdem steigt dieser Effekt, wenn

die digitalen Medien ergänzend zu traditionellen Unterrichtsmethoden verwendet werden und die Lernenden in Paaren arbeiten. Auch Höffler (2007) berichtet beim Einsatz dynamischer Visualisierungen im naturwissenschaftlichen Unterricht von positiven Effekten auf den Lernprozess. Es zeigte sich unter anderem, dass die Schüler*innen bessere Lernergebnisse erzielen, wenn sie in Lernumgebungen mit dynamischen Animationen arbeiteten, anstatt mit statischen Bildern.

Die Studienergebnisse legen nahe, dass nicht der Einsatz digitaler Medien allgemein, sondern der didaktisch geplante Einsatz zu besseren Lernergebnissen führt. Somit ist besonders der Werkzeugcharakter zu betonen (Girwidz, 2013). Der pädagogische Wert von digitalen Lernobjekten bildet sich erst durch ihre fachdidaktische Einbettung in die Lernumgebung aus (Urban-Woldron, 2013).

SAMR-Modell

Das von Puentedura (2006) entwickelte SAMR-Modell soll Lehrkräfte dabei unterstützen Aufgaben durch den Einsatz digitaler Medien zu bearbeiten und zu gestalten. Mithilfe der vier Stufen **S**ubstitution (Ersetzung), **A**ugmentation (Erweiterung), **M**odification (Änderung) und **R**edefinition (Neubelegung) wird der erwartete Grad der Verbesserung durch den Technologieinsatz beschrieben. Nach dem SAMR-Modell können digitale Medien die bisher genutzten, analogen Arbeitsmittel

- direkt *ersetzen* (substitution), wobei somit keine funktionale Verbesserung entsteht,
- *erweitern* (augmentation) und somit zu einer ersten funktionalen Verbesserung führen,
- *umgestalten* (modification), indem durch die Aufgabenstellung selbst der Einsatz digitaler Medien gefordert und deren Vorteile explizit genutzt werden und
- *neubelegen* (redefinition), um neuartige Auseinandersetzungen wie beispielsweise die Darstellung dynamischer Modelle zu ermöglichen.

Die Mondphasen im Physikunterricht

Die Vermittlung der Mondphasen im Physikunterricht erfolgt meist durch die Nutzung analoger und statischer Darstellungen. Teilweise werden dynamische Modelle des Sonne-Mond-Erde Systems oder Modellexperimente genutzt, z.B. eine Lichtquelle als Sonne, der beobachtende Mensch als Erde und ein umkreisender Ball als Mond. Mithilfe der Modellbildungssoftware GeoGebra wurden auf Grundlage der Literatur und Studien zum Nutzen digitaler dynamischer Modelle zwei digitale Modelle entwickelt. Es folgt eine Darstellung der Modelle.

a) Modell zur Mondumlaufbahn

Dieses Modell widmet sich der maßstabsgetreuen Mondumlaufbahn, um eine Vorstellung für astronomische Größenordnungen zu erhalten. Durch den dynamischen und interaktiven Charakter der Darstellung erhalten die Schüler*innen viele Möglichkeiten der Auseinandersetzung mit dem Modell, die durch analoge und statische Darstellungen nicht realisierbar wären. So ist es den Schüler*innen durch das dynamische Modell möglich, die Entfernungen maßstabsgetreu zu analysieren und die Beziehung zwischen Mond, Erde und Sonne zu beobachten. Die Zoomfunktion ermöglicht eine detaillierte Betrachtung einzelner Elemente und kann eingesetzt werden, um einen genaueren Überblick über die Beziehung der drei Himmelskörper zu geben. Durch die Animationsfunktion des Modells ist es den Schüler*innen möglich die Entfernungen und Umlaufbahnen von Erde und Mond maßstabsgetreu und in bewegter Form zu beobachten. Hierbei haben die Lernenden außerdem die Möglichkeit, die Bewegung in zwei verschiedenen Geschwindigkeitsstufen zu analysieren.

b) Modell zu den Mondphasen

Ein weiteres Modell beschäftigt sich mit den Mondphasen und deren Entstehung. Hierbei ist eine gleichzeitige Untersuchung der Mondumlaufbahn und der zugehörigen Mondphase möglich. Dieses Modell wird den Lernenden von der Lehrkraft mit passenden Beobachtungs- und Arbeitsaufträgen zur Verfügung gestellt.

Durch die Zeitlupenfunktion kann die Bewegung des Mondes auf seiner Umlaufbahn verlangsamt werden. Dies ermöglicht eine detaillierte Betrachtung der einzelnen Mondphasen. Die Lernenden können die Animation durch die integrierte „Stopp“-Taste zu jedem Zeitpunkt anhalten um die Konstellation von Mond, Erde und Sonne mit der dazugehörigen Mondphase zu vergleichen. Somit ist es den Schüler*innen möglich, nach individuellem Interesse und Wissensstand interaktiv in die Datei einzugreifen, zu beobachten und zu analysieren.

In den Modellen werden didaktische Rekonstruktionen vorgenommen. Zum einen sind die Umlaufbahnen von Erde und Mond als Kreisbahnen dargestellt. Zum anderen sind die Modelle zweidimensional. In Modell b) wird zusätzlich durch die nicht maßstabsgetreuen Entfernungen elementarisiert, da hierbei der didaktische Schwerpunkt auf dem Erlernen der Mondbewegung und der dazugehörigen Mondphase liegt.

Diese Elementarisierungen dienen der Vorbeugung kognitiver Überlastung und der didaktischen Lenkung des Fokus der Schüler*innen auf die maßstabsgetreuen Entfernungen und die Entstehung der Mondphasen.

Mögliche neuartige Aufgabenstellungen

Dem SAMR-Modell zur Integration digitaler Medien in den Fachunterricht folgend, besteht der Anspruch, neuartige Aufgabenstellungen zu ermöglichen. Zum Beispiel:

„Untersucht (mithilfe der Zoom-Funktion) die Entfernungen von Mond, Erde und Sonne zueinander. Vergleicht hierbei die jeweiligen Umlaufbahnen hinsichtlich ihrer Größe und Dauer.“ Oder „Beobachtet den Mondumlauf um die Erde und beschreibt die Mondphase, wie sie von der Erde aus gesehen wird. Tipp: Rechts oben verändert sich die Mondphase gleichzeitig zur Umlaufbahn des Mondes.“

Fazit und Ausblick

Die Modelle sind vielseitig einsetzbar. Die Schüler*innen können dazu angeregt werden, die beschriebenen Dateien selbstständig in GeoGebra zu erstellen. Die Lehrkraft dient hier als Lernbegleiter und gibt Hilfestellungen. Des Weiteren kann die Datei den Lernenden zur Verfügung gestellt werden, um ihnen passende Beobachtungs- und Analyseaufträge zu geben oder sie mit dem Modell selbst explorieren zu lassen.

Im weiteren Verlauf des DigLL-Projekts wird zum einen empirisch untersucht, welche Auswirkungen die Nutzung der dynamischen Modelle im Unterricht auf das Autonomieerleben der Lernenden hat und welche Möglichkeiten der Binnendifferenzierung sich bieten.

Zum anderen soll eine detaillierte Aufarbeitung des aktuellen Forschungsstandes zum Einsatz digitaler Medien und digitaler dynamischer Modelle im Astronomieunterricht weitere Grundlagen zur Modellentwicklung liefern.

Die beiden Modelle können bei den Autoren gerne angefragt werden.

Literatur

- Girwidz, R. (2013). Lernen mit bewegten Bildern. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 137, 4-9.
- Hillmayr, D., Reinhold, F., Ziernwald, L. & Reiss, K. (2017). *Digitale Medien im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht der Sekundarstufe. Einsatzmöglichkeiten, Umsetzung und Wirksamkeit*. Münster: Waxmann.
- Höffler, T. (2007). *Lernen mit dynamischen Visualisierungen: Metaanalyse und experimentelle Untersuchungen zu einem naturwissenschaftlichen Lerninhalt*. (Dissertation, Bildungswissenschaften)
- Kuhn, J., Müller, A., Hirth, M., Hochberg, K., Klein, P. & Molz, A. (2015). Experimentieren mit Smartphone und Tablet-PC. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 145, 4-9.
- Puentedura, R. (2006). *Transformation, Technology, and Education*. Abgerufen am 20.10.2020, von <http://www.hippasus.com/resources/tte/>
- Richtberg, S. & Girwidz, R. (2013). Entdeckendes Lernen mit dem Computer. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 137, 14-17.
- Urban-Woldron, H. (2013). Computersimulationen zum Auftrieb. *Naturwissenschaften im Unterricht Physik*, 137, 10-12.