

Sven Sachtleber¹
Jan Winkelmann¹

¹Goethe-Universität Frankfurt

Digitale Lerngelegenheiten in der Astronomie mit Universe Sandbox

In den Schulcurricula der Physik kommt der Astronomie eine untergeordnete Rolle zu (Mirna, 2012). Gleichzeitig ist eine Auseinandersetzung mit astronomischen Themen bei Schüler*innen häufig mit großem Interesse verbunden (Holstermann & Bögeholz, 2007). Dieses allgemeine Grundinteresse an Phänomenen der Astronomie soll hier genutzt werden, um Schüler*innen für eine vertiefende Betrachtung von Phänomenen der Mechanik, genauer der Kreisbewegungen, zu begeistern. Innerhalb des Förderrahmens „Digital gestütztes Lehren und Lernen in Hessen“ (DigLL) liegt ein zweiter Schwerpunkt des vorgestellten Projekts auf der gewinnbringenden Einbindung digitaler Medien in den Physikunterricht anhand des SAMR-Modells (Puentedura, 2006). Als digitales Medium dient im Folgenden die Simulation „Universe Sandbox“, deren didaktischer Mehrwert von uns in der dynamischen Modellierung (astronomischer) Kreisbewegungen gesehen wird.

Theoretischer Hintergrund

Im Allgemeinen gilt die Physik unter Schüler*innen als unbeliebtes Fach (Benneth & Hogarth, 2009; Strömmer & Winkelmann, 2020). Als ein wesentlicher Grund hierfür wird der hohe Schwierigkeitsgrad angenommen, dessen Erzeugung sich Studien zufolge (z.B. Merzyn, 2008) durch vier wesentliche Bereiche erklären lässt: Die Notwendigkeit von Fachsprache, Mathematisierung, Modellierung, sowie einem häufig fehlenden Alltagsbezug. Ganz im Gegensatz zur Physik als Schulfach im Ganzen erfreut sich der Themenbereich der Astronomie bei Schüler*innen eines großen allgemeinen Grundinteresses (Holstermann & Bögeholz, 2007). Es erscheint daher naheliegend, die Astronomie als interessanten Kontext für andere Bereiche der Physik, etwa der Mechanik, heranzuziehen. Als weiteres Instrument zur Förderung des Interesses am Physikunterricht soll die Einbindung digitaler Medien verwendet werden. Für die zielgerichtete und sinnvolle Integration digitaler Medien in den Fachunterricht entwickelte Puentedura (2006) ein Stufenschema, das sogenannte SAMR-Modell. SAMR ist ein Akronym und steht für vier Stufen der Integration digitaler Medien in den Fachunterricht. S steht dabei für Substitution (Ersetzen), was die unterste Stufe der Nützlichkeit darstellt. A steht für Augmentation (Erweiterung). M steht für Modification (Änderung) und R für Redefinition (Neubelegung). Insgesamt entwickelt sich entlang des Schemas die Nützlichkeit digitalen Medieneinsatzes von einer Verbesserung vorhandener Medien hin zu einer vollständigen Umgestaltung von Lerngelegenheiten. Komplexe Simulationen sollten durch deren dynamische Modellierung (Kircher & Girwitz, 2010) entsprechend des SAMR-Modells einen hohen Nutzen durch die Integration digitaler Medien im Unterricht ermöglichen, da Schüler*innen hier eigenständig ausprobieren, erkunden und entdecken können. Es werden neuartige Auseinandersetzungen mit dem Lerngegenstand realisiert, die mit analogen Medien so bisher nicht möglich waren.

Eine Unterrichtseinheit mit „Universe Sandbox“

Die Unterrichtseinheit wurde für Schüler*innen der Sekundarstufe I entworfen, besonders für den Bereich der Haupt- und Realschule. Der Einsatz empfiehlt sich, wenn Vorkenntnisse im

Bereich der Mechanik hinsichtlich eines adäquaten Kraftkonzepts, verbunden mit den Wirkungen von Kräften, sowie allgemeiner Bewegungsbeschreibungen vorhanden sind. Die Unterrichtseinheit soll drei zentrale Schwerpunkte zusammenführen. Zum einen ist dies der Kontext Astronomie. Des Weiteren soll sie zur Beschäftigung mit vertiefenden Themen der klassischen Mechanik als Lerngegenstand anregen. Hier sollen insbesondere das zweite Newtonsche Axiom sowie Kreisbewegungen im Fokus stehen. Der dritte Schwerpunkt ist die Verwendung des digitalen Mediums Universe Sandbox, welches als dynamische Modellierung das eigenständige Entdecken fördern soll, und entsprechend dem SAMR Modell eine neuartige Auseinandersetzung mit den Gesetzen der Physik ermöglichen soll. Nachfolgend wird der in der Auseinandersetzung mit der Simulation Universe Sandbox stattfindende Teil der Unterrichtsreihe skizziert.

Zunächst sollen die Schüler*innen Universe Sandbox kennen lernen und sich langsam mit der Benutzerumgebung vertraut machen. Das Programm bietet dazu ein vorinstalliertes Tutorial an, welches in die wesentlichen Funktionen einführt. Zudem werden die Variationsmöglichkeiten innerhalb der Simulation durch die Anwender*innen anhand spektakulärer Versuche aufgezeigt, wie beispielsweise einem Crash des Mondes mit der Erde, wenn die Anziehungskraft der Erde durch Erhöhung ihrer Masse verändert wird. Diese Art der Interaktion mit der Lernumgebung wird erst durch die dynamische Modellierung innerhalb der Simulation ermöglicht und stellt einen entscheidenden Vorteil gegenüber der Verwendung klassischer Unterrichtsmedien dar.

Darauf folgend sollen Zusammenhänge zwischen den Größen Kraft, Masse und Beschleunigung von den Schüler*innen durch angeleitetes Experimentieren in Universe Sandbox eigenständig entdeckt werden. Im Zentrum dieses angeleiteten Experimentierens steht eine spielerische Auseinandersetzung unter dem Motto „Asteroiden fangen leicht gemacht!“. Bei diesem Spiel sollen Schüler*innen im pair-programming, also als Zweierteam, einen Asteroiden oder Mond, so in Richtung der Erde, Sonne, oder eines anderen größeren Himmelskörpers abfeuern, dass dieser in dessen Umlaufbahn eintritt. Die Simulation kann nach dem „Abfeuern“ des Asteroiden oder Mondes jederzeit angehalten werden und die Masse oder Geschwindigkeit des bewegten Himmelskörpers verändert werden. Die Änderungen werden nach Wiederaufnahme der Simulation sofort anhand einer berechneten Linie angezeigt, die die Bewegung des Körpers aufgrund seiner aktuellen Trajektorie prognostiziert. Um den Asteroiden schließlich in eine Umlaufbahn zu bringen, ist einige Feinarbeit von Nöten. Diese hoch dynamische Interaktion mit der simulierten Realität und dem jeweils unmittelbaren Feedback zur vorgenommenen Änderung durch das Programm ermöglicht eine Lerngelegenheit, die mit klassischen Unterrichtsmedien nicht möglich wäre. Wünschenswert ist die Entstehung eines Wettkampfcharakters zur kognitiven Aktivierung, der die Schüler*innen intrinsisch motiviert, die „time on task“ hochzuhalten. Die Durchführung im pair-programming soll als Aspekt kooperativen Arbeitens ebenfalls motivationsfördernd wirken, da jeder Schüler und jede Schülerin Verantwortung für seinen/ihren Partner trägt. Am Ende werden vermutlich verschiedene Teams unterschiedliche Himmelskörper in unterschiedliche Umlaufbahnen gebracht haben. Die Schüler*innen sollen ihre Ergebnisse im Plenum vergleichen. Ggf. wird durch die Lehrkraft darauf hingewiesen werden, dass die Ergebnisse sehr unterschiedlich sind, so dass zu klären ist, welches Ergebnis „richtig“ ist. Die jeweiligen Beobachtungen werden in einer Tabelle als Klassenergebnis notiert und stellen den Ausgangspunkt für den nächsten Abschnitt dar, in dem es darum geht, mithilfe der

identifizierten Kreisbahnen Phänomene wie die Dauer eines Monats, das Zustandekommen von Mondphasen oder auch die Entstehung von Jahreszeiten näher zu untersuchen.

Ausblick

Unter der Hypothese, dass sich dynamische Modellierungen besonders gut zur Integration digitaler Medien in den Physikunterricht eignen, soll die Unterrichtseinheit weiterentwickelt und in Schulklassen der Sekundarstufe I erprobt werden. Die Wirkung des Unterrichts soll anhand verschiedener Variablen getestet werden (Entwicklung fachlicher Konzepte der Mechanik, Interesse und Motivation an Physik). Zudem sollen Einflüsse des als interessant vermuteten Kontextes Astronomie auf das Lernen von Mechanik untersucht werden.

Literatur

- Angell, C., Guttersrud, Ø., Henriksen, E. K., & Isnes, A. (2004). Physics: Frightful, But Fun. Pupils' and Teachers' Views of Physics and Physics Teaching. *Wiley Periodicals Sci Ed*, 88, 683-706
- Bennett, J. & Hogarth, S. (2009). Would YOU Want to Talk to a Scientist at a Party? High School Students' Attitudes to School Science and to Science. *Science Education*, 31, 1975-1998
- Holstermann, N. & Bögeholz, S. (2007). Interesse von Jungen und Mädchen an naturwissenschaftlichen Themen am Ende der Sekundarstufe I. *ZfDN* (13), S. 71-86
- Kircher & Girwidz (2010). *Physikdidaktik: Theorie und Praxis*, Berlin, Heidelberg: Springer
- Merzlyn, G. (2008). Naturwissenschaften, Mathematik, Technik – immer unbeliebter? Die Konkurrenz von Schulfächern um das Interesse der Jugend im Spiegel vielfältiger Untersuchungen. *Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren*, 5–96.
- Mirna, S. (2012). *Astronomie als Unterrichtsgegenstand*. Diplomarbeit: Universität Wien
- Puentedura, R. R. (2006). *Transformation, Technology, and Education*. Abgerufen von <http://www.hippasus.com/resources/tte/>
- Strömmer, T. & Winkelmann, J. (2020). Charakteristische Merkmale von Physikunterricht – Wirkung auf (Un-)Beliebtheit, Interesse und Schwierigkeit. In H. Grötzebauch & V. Nordmeier (Hrsg.), *PhyDid B – Didaktik der Physik, Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung des Fachverbands Didaktik der Physik in Bonn 2020*. S. 219-226.