

Katrin Hochberg¹
 Jochen Kuhn¹
 Andreas Müller²

¹TU Kaiserslautern
²Université de Genève

iMechanics: Untersuchung der Lernwirkung von Smartphones in der Sek. 2

Einleitung

Mit den integrierten Beschleunigungssensoren von alltäglichen technischen Geräten wie Smartphones oder Tablet-PCs lassen sich zahlreiche physikalische Experimente im Bereich der Mechanik durchführen. An verschiedenen Stellen wurden bereits Beispiele dafür, auch für die Einbindung in die Unterrichtspraxis, vorgestellt (z. B. Lück & Wilhelm, 2011; Vogt, Kuhn & Gareis, 2011; Kuhn, Vogt & Wild, 2012; Übersicht über bisherige Publikationen zu Smartphone-Experimenten im englischen Sprachraum: Kuhn, 2014). Die empirische Untersuchung der Wirkung des Einsatzes alltäglicher technischer Geräte als Experimentiermittel fällt dahinter allerdings noch weit zurück: Bis auf eine Pilotstudie zum Smartphone-Einsatz im Bereich der Akustik (Kuhn & Vogt, 2013) hat dieses Thema bisher in der fachdidaktischen Forschung keine Beachtung gefunden. In diesem Beitrag wird eine Studie vorgestellt, die den Einsatz von Smartphones im Bereich der Mechanik in der Sekundarstufe II hinsichtlich des Lerneffekts und der Motivation untersucht.

Forschungshypothesen und theoretische Grundlagen

Wir erwarten, dass sowohl die Motivation, als auch der Lernzuwachs durch die Verwendung von Smartphones als Experimentiermittel im Vergleich zum Einsatz inhaltsgleicher Experimente aus dem traditionellen Physikunterricht gesteigert werden. Diese Annahmen basieren zum einen auf dem theoretischen Rahmen des kontextbasierten Lernens, nach dem der Alltagsbezug eines Experimentiermittels die Motivation positiv beeinflusst (materiale Situierung, vgl. Kuhn & Vogt, 2013). Zum anderen fördert außer der erhöhten Motivation auch die automatische Anzeige von Graphen selbst aufgenommener Daten in Echtzeit das Lernen. Diese Annahme gründet sich auf verschiedene theoretische Arbeiten zur Kognition: die „Cognitive Affective Theory of Learning with Media“ (Moreno, 2005), die „Conceptual Change Theory“ (Posner et al., 1982), der theoretische Rahmen multipler externer Repräsentationen (Ainsworth, 2006) des kooperativen Lernens (Bell & Winn, 2000) und des kontextbasierten Lernens (Bennet, Lubben & Hogarth, 2007). Zusammengefasst lauten die Hypothesen: Die kognitive Belastung des Zeichnens von Graphen kann durch den Smartphone-Einsatz vermieden und so die kognitive Kapazität voll für die Interpretation aufgewendet werden. Die Kommunikation wird durch die Bereitstellung externer Repräsentationen vereinfacht, was das Lernen in der Gruppe effektiver macht, und die Prüfung bestehender und neuer Konzepte wird durch direkte Rückmeldung gefördert, so dass eine Überwindung von Fehlvorstellungen leichter möglich wird.

Intervention und Studienablauf

Die Studie wird mit Schülerinnen und Schülern von sechs verschiedenen Gymnasien aus Rheinland-Pfalz in einem Experimental-Kontrollgruppen-Design als Längsschnittuntersuchung (Messwiederholung Prä-Post-Follow-up) durchgeführt. Bis zur Entstehung dieses Artikels konnten bereits die Prä- und Posttestdaten von 11 der 15 teilnehmenden Klassen und Kurse gesammelt und ausgewertet werden ($N_{ges} = 118$, $N_{TG} = 86$, $N_{KG} = 32$, 47% weiblich, 52 % männlich).

Die Studie findet eingebettet in den Regelunterricht zu mechanischen Schwingungen statt. Im Vorfeld haben alle Schülerinnen und Schüler mit ihren Fachlehrkräften den harmonischen Oszillator besprochen und die Schwingungsdauerformeln für Feder- und

Fadenpendel kennen gelernt. In der Intervention wird dann mit Versuchen zu Feder- und Fadenpendel dieses Vorwissen angewendet und vertieft. Als neuer Lerninhalt kommt die qualitative Betrachtung eines gekoppelten Pendels hinzu (Aufbauten siehe Abb.1). Die Schülerinnen und Schüler experimentieren selbstständig mit Hilfe von Arbeitsblättern in Zweier- oder Dreiergruppen. Die Versuchsaufbauten sind bei beiden Gruppen prinzipiell gleich, der einzige Unterschied besteht in der verwendeten Pendelmasse: Das Smartphone wird in der Kontroll-Gruppe (KG) durch Schrauben ersetzt. Die Arbeitsblätter sind ebenfalls bis auf wenige Abweichungen gleich: Die Treatment-Gruppe (TG) betrachtet in eigenen Versuchen mit der App selbst erstellte Graphen auf dem Smartphone und vergleicht sie miteinander und mit vorgegeben Graphen auf dem Arbeitsblatt. Für quantitative Messungen der Auswirkungen verschiedener Variablen auf die Periodendauer kann zusätzlich zum Smartphone eine Stoppuhr benutzt werden. Die KG betrachtet nur die Graphen auf dem Arbeitsblatt und untersucht die Periodendauern ausschließlich mit der Stoppuhr.

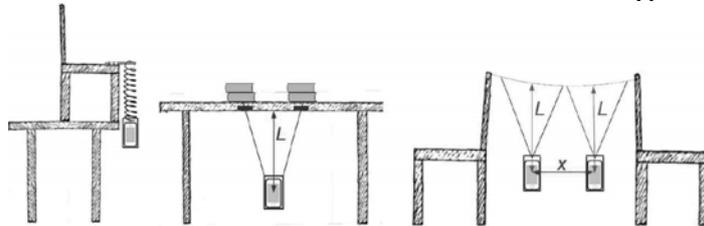


Abb.1: Aufbauten der Experimente: Federpendel, Fadenpendel, gekoppelte Pendel

Im Vorfeld (t_0) werden zunächst die räumliche Vorstellungskraft und die visuelle Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler getestet. In der letzten Fachstunde vor der Intervention (t_1) werden Prätests zur Motivation (in Anlehnung an Kuhn, 2010) und zum Vorwissen (selbst erstellter Konzepttest zu mechanischen Schwingungen mit der Angabe der Sicherheit bei der Aufgabenbeantwortung) durchgeführt. Außerdem werden personenbezogene Daten (Alter, Geschlecht, Schulnoten in Physik, Mathematik und Deutsch), Daten zur experimentellen Vorerfahrung, zu mobilen Endgeräten (Besitz, Nutzung, Einstellung zu und Sicherheit im Umgang mit Smartphones) und zur allgemeinen Neugier erhoben. Anschließend findet die Intervention über vier Schulstunden statt. In der nächsten Fachstunde nach der Intervention (t_2) werden die Schülerinnen und Schüler nach ihrer Einschätzung der Schwierigkeit der Experimentierphase und der durch die Intervention geweckte Neugier befragt. Nach sechs oder 16 Wochen Unterricht beim Fachlehrer (t_3 , Unterschied in der Zeitspanne bedingt durch die Sommerferien) wird dann ein Follow up-Test zu Motivation und Leistung durchgeführt (siehe Abb.2).

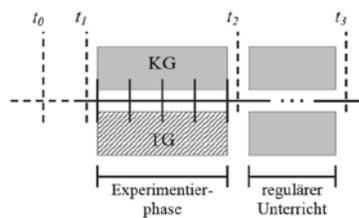


Abb.2: Studiendesign

Ergebnisse

Da die Datensammlung noch nicht abgeschlossen ist, wurde noch keine umfassende Analyse der Daten durchgeführt. Dies soll nach Abschluss der Erhebung mittels einer multivariaten Regressionsanalyse geschehen. Erste Vergleiche der Gruppenmittelwerte im Prä- und Posttest zeigen bisher weder bei der Leistung noch bei der Motivation einen signifikanten

Unterschied zwischen den Gruppen. Es wurde allerdings bei der durch das Treatment erweckten Neugier im Bezug auf physikalische Phänomene bei der TG ein signifikant höherer Wert gemessen als bei der KG ($F(1, 116) = 4,3; p = 0,04; d = 0,37$).

Episodisches Gedächtnis

Zusätzlich zu Leistung und Motivation wird im Follow-up-Test das fachbezogene episodische Gedächtnis untersucht. Im Gegensatz zum semantischen Gedächtnis, in dem allgemeines Wissen gespeichert ist (z. B. die Schwingungsdauerformel für das Fadenpendel), werden im episodischen Gedächtnis persönliche Erinnerungen an Details der Lernsituation abgelegt (unter welchen Umständen man selbst diese Formel gelernt hat: z. B. wann, wo, von wem, mit wem zusammen,...). Das episodische Gedächtnis spielt dabei eine wichtige Rolle für das Lernen, da durch Abstraktion und Reduktion der Details aus episodischen Erinnerungen semantisches Wissen entstehen kann (Conway, 2009) und weil es bei der Bildung mentaler Modelle hilft (Moreno, 2005). Affektive Komponenten der Lernsituation und ein regelmäßiger Abruf der Erinnerung fördern ein intensives und leicht zugängliches episodisches Gedächtnis. Dies ist bei der Interventionsgruppe durch die zumeist positive Einstellung gegenüber Smartphones und die häufige Konfrontation mit diesem Lernmedium in anderen Kontexten gegeben, weshalb sich ein Unterschied zwischen den Interventions- und Kontrollgruppe vermuten lässt. Die Untersuchung des episodischen Gedächtnisses in instruktionalen Kontexten ist allerdings kaum verbreitet, sodass zu diesem Zweck ein eigenes Testinstrument entwickelt werden musste. Dieses kombiniert verschiedene Formate wie die Wiedererkennung von Bildern oder die verbale Wiedergabe von Details der Lernsituation und verschiedene Offenheitsgrade und wird in der laufenden Studie erprobt.

Danksagung

Katrin Hochberg dankt der Wilfried-und-Ingrid-Kuhn Stiftung für Physikdidaktik für die finanzielle Förderung.

Literatur

- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A Conceptual Framework For Considering Learning with Multiple Representations. In A Framework For Learning with Multiple Representations, 1-23.
- Bell, P. & Winn, W. (2000). Distributed Cognitions, by Nature and by Design. In D. H. Jonassen & S. M. Land (Eds.), *Theoretical Foundations of Learning Environments*, 123-146.
- 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.
- Conway, M. (2009). Episodic Memories. *Neuropsychologie* 47, 2305-2313.
- Kuhn, J. (2014). Relevant information about using a mobile phone acceleration sensor in physics experiments. *Am. J. Phys.* 81 (paper accepted).
- 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., Vogt, P. & Wild, M. (2012). Experimente mit Smartphones – grundlegende Mechanik. *RAAbits Physik* 28 (8), 1-30.
- Kuhn, J. & Vogt, P. (2013). Smartphone & Co. in Physics Education: Effects of Learning with New Media Experimental Tools in Acoustics. In A. Kauertz, H. Ludwig, A. Müller, J. Pretsch & W. Schnotz (Eds.), *Multiple Perspectives on Teaching and Learning* (accepted).
- Lück, S. & Wilhelm, T. (2011). Beschleunigungspfeile mit dem iPhone. *Praxis der Naturwissenschaften – Physik in der Schule* 60 (7), 27-29.
- Moreno, R. (2005). Instructional Technology – Promise and Pitfalls. In *Technology based education: bringing researchers and practitioners together*, 1-19.
- Posner, G.J, Strike, K.A., Hewson, P.W. & Gertzog, W.A. (1982). Accomodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education* 66, 211-227.
- Vogt, P., Kuhn, J. & Gareis, S. (2011). Beschleunigungssensoren von Smartphones – Beispielexperimente zum Einsatz im Physikunterricht. *PdN PHYSIK in der Schule* 60 (7), 15-23.