

## **Auswirkungen virtueller physikalischer Experimente auf das Flow-Erleben**

### **Einleitung**

Das Weltbild der Physik als Teilbereich der Naturwissenschaften und die damit verbundene Rolle und Gestaltung des physikalischen Experiments unterliegt dem ständigen geschichtlichen Wandel und dem jeweiligen Forschungsstand. Moderne physikalische Experimente sind - im Gegensatz zur Antike, in der noch die Beobachterrolle präferiert wurde (vgl. Heidelberger, 1997; Heisenberg, 1973) - vorwiegend durch geplante laborgesteuerte Abläufe geprägt (Scobel, Lindström & Langkau, 2002; Maisyenko, 2014; Heisenberg, 1973). So ist auch die pädagogische Sichtweise von geschichtlichen Prädiktoren geprägt und wird nach Rieß, Wirtz, Barzel und Schulz (2012) sogar durch „ein terminologisches Wirrwarr in der Verwendung des Begriffs ‚(Unterrichts-) Experiment‘ sowohl in der wissenschaftlichen Fachliteratur als auch in unterrichtspraktischen Veröffentlichungen“ identifiziert. Rieß et al. orten das Problem darin, dass der Terminus Experiment gerade im fachdidaktischen Umfeld mit verwandten Begriffen wie Unterrichtsexperiment, Schülerinnen- und Schülerversuch oder Lehrerinnen- und Lehrerversuch gleichgesetzt wird. Nach Lechte (2008) hat das physikalische Experiment im Unterricht das didaktische Potenzial, abstrakt gelernte Dinge erlebbar zu machen und den Brückenschlag in die Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler zu gewährleisten. Im Gegensatz zu universitären Experimenten, die den Fokus auf die Exploration physikalischer Phänomene legen, ist für die Schülerinnen und Schüler der „Nachweis für die Realbedeutsamkeit“ (ebd.) in den Vordergrund zu stellen, da gerade durch das Herstellen des Bezugs zum Alltag kognitive Konflikte forciert werden, was wiederum die intrinsische Motivation steigert (Barzel, Reinhoffer, B. & Schrenk M. (2012).

Neben dieser grundsätzlichen Komponente nimmt auch die mediale Entwicklung der letzten Jahrzehnte großen Einfluss auf den naturwissenschaftlichen Unterricht speziell den Physikunterricht. Obwohl der Überbegriff „Neue Medien“ nach Girwidz (2015) relativ unscharf gebraucht wird und er aus Gründen der Abgrenzung den Terminus „digitale Medien“ präferiert, steht es außer Frage, dass die modernen Technologien im Bereich Neuer Medien nachhaltig rasante Veränderungen bewirken. Neuartige Methoden, wie „Übungsprogramme, Selbstlerneinheiten und tutorielle Programme, Computerwerkzeuge, Simulations- und Modellierungsprogramme sowie Messwerterfassungssysteme“ (Girwidz, 2015, 402f) verändern die Unterrichtsmethoden im Physikunterricht gewaltig (Riegler, 2015). Leider zeigt sich aktuell das Bild, dass Physik noch immer zu den unbeliebtesten Schulfächern zählt (Müller, Magdans & Borowski, 2018). Mit dem Einsatz Neuer Medien spricht moderner, digitaler, internetbasierter Unterrichtsmittel kann diesem Problem erfolgreich entgegengewirkt werden (ebd.) Die Studien von Künsting, Thillmann, Wirth, Fischer & Leutner (2008) und Nistor, Schnurer & Mandl (2005) zeigen, dass computerbasierte Schülerinnen- und Schülerexperimente und interaktive Simulationen einen positiven Einfluss auf Motivation und Lernerfolg haben. Eine Weiterentwicklung dieser computergestützten Unterrichtsmittel ist das virtuelle Experiment.

Da bislang der Zusammenhang von virtuellen Experimenten und Flow-Erleben (Selbstwirksamkeitserleben) im Physikunterricht nur mangelhaft beforscht ist (Duit, Tesch & Mikelskis-Seifert, 2010), wird in diesem Beitrag der Forschungsfrage „Welche Auswirkungen hat der Einsatz von virtuell durchgeführten physikalischen Experimenten im Sekundarstufenbereich I auf das Flow-Erleben?“ nachgegangen.

### Forschungsdesign

Der Untersuchung liegt die switching replications-Methode zugrunde, welche aus drei Phasen besteht. In Phase eins wurde der aktuelle Motivationsstatus in Bezug auf das Flow-Erleben im Gegenstand Physik in der Sekundarstufe I (sechste, siebente und achte Schulstufe) erhoben. Bei der zweiten Messung war die Klasse A die Experimentalgruppe und in der dritten Phase dieselbe Klasse die Kontrollgruppe. Gegengleich bildete die Klasse B zuerst die Kontrollgruppe und danach die Experimentalgruppe.

Insgesamt nahmen 407 Schülerinnen und Schüler an dieser Studie teil. Während der drei Durchgänge wurden insgesamt 4.884 Einzeldaten erhoben.

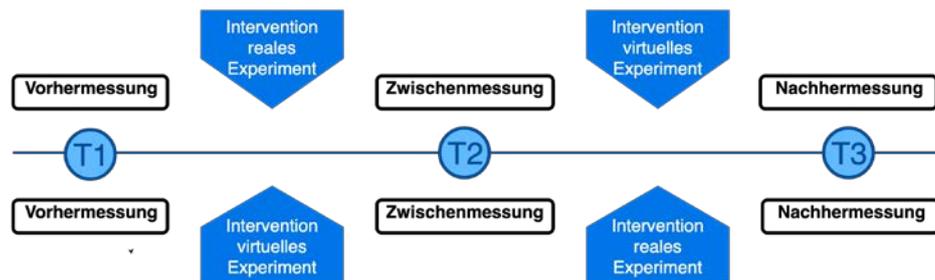


Abb. 1: Cross-Over-Studie; nach Zufall war die Schülerin / der Schüler der oberen (erste Intervention – reales Experiment) oder der unteren Gruppe (erste Intervention – virtuelles Experiment) zugeordnet.

Zum Messzeitpunkt T1 (Vorhermessung) wurde der aktuelle Flow-Zustand (Selbstwirksamkeitserleben) im Gegenstand Physik erhoben – während dieser Phase gab es weder Kontroll- noch Experimentalgruppe. Nach zirka einem Monat (stundenplanbedingt) wurde die zweite Testung abgehalten und je nach Gruppeneinteilung erfolgte die Intervention „realer“ oder „virtueller Schülerversuch“. Bei der unmittelbar danach stattfindenden Online-Testung T2 wurden die relevanten Daten des Flow-Erlebens nochmals erhoben.

Um die Durchführungs- und die Auswertungsobjektivität (Anweisungen konnten auch schriftlich gegeben werden) zu erhöhen, wurde die Testform des Online-Fragebogens gewählt (Rammstedt, 2004). Nach pädagogischen und didaktischen Gesichtspunkten wurde in einem Zeitkorridor von einer Woche bis zu einigen Monaten jeweils das entgegengesetzte Treatment durchgeführt. Im Anschluss (Testzeitpunkt T3) erfolgte die abschließende Befragung. In den Phasen T2 und T3 wurde stets von themengleichen Szenarien (gleicher Inhalt bei Realversuch und virtuellem Versuch) ausgegangen.

Folgende Items wurden zur Erhebung des Flow-Erlebens herangezogen (Rheinberg, Vollmeyer & Burns, 2001): Ich fühlte mich heute optimal beansprucht./ Ich merkte gar nicht, wie die Zeit verging./ Ich hatte keine Mühe, mich zu konzentrieren./ Mein Kopf war völlig klar./ Ich war ganz in meine Versuche vertieft.

Basierend auf der fünfstufigen Likert-Skala, ähnlich der fünfgliedrigen österreichischen Notengebung, standen beim Online-Fragebogen folgende Antwortmöglichkeiten zur Wahl: eindeutig zutreffend (1), zutreffend (2), weder zutreffend noch nicht zutreffend (3), nicht zutreffend (4) oder eindeutig nicht zutreffend (5). Weiters gab es auch die Möglichkeit, auf den Button „kann / will ich nicht beantworten“ zu klicken. Um die wertvolle Unterrichtszeit und die damit einhergehenden begrenzten Ressourcen der Schülerinnen und Schüler optimal zu nutzen (Brell, 2007), wurde für diese Erhebung eine eigene Homepage (<http://www.mr-berger.at>) entwickelt. Neben der Online-Befragung waren hier auch die virtuellen

Experimente nach Schulstufen geordnet, sowie ein Kontaktformular und ein Gästebuch zu finden.

### Ergebnisse und Diskussion

Bei allen drei Testungen weisen die weiblichen Teilnehmerinnen hochsignifikant geringere Werte für das „Flow-Erleben“ auf als die männlichen Probanden (Ersterhebung -  $F(1,364) = 21.255$ ,  $p = .001$ ,  $\eta^2 = .030$ , Realversuch -  $F(1,395) = 4,977$ ,  $p = .026$ ,  $\eta^2 = .012$ , virtuelles Experiment -  $F(1,386) = 9.459$ ,  $p = .002$ ,  $\eta^2 = .024$ ). Wie bereits aus den zahlenmäßigen Angaben ersichtlich, treten diese Werte jedoch nur mit geringer Effektstärke auf. Leider wurde durch diesen Test bestätigt, dass das Flow-Erleben mit jedem Schuljahr der Sekundarstufe I drastisch sinkt. Vergleicht man die Jahrgangsstufen untereinander, so zeigt sich, dass in jeder Schulstufe das virtuelle Experiment durchschnittlich zwar höhere Mittelwerte aufweist, jedoch der Unterschied zum Realversuch nicht signifikant wird (2. Klasse:  $p = .119$ ; 3. Klasse:  $p = .092$ ; 4. Klasse:  $p = .268$ ).

Umso interessanter zeigt sich dann die Testung über die ganze Sekundarstufe I hinweg, denn hier werden die gesamten Mittelwertunterschiede schlagend.

Das Flow-Erleben des virtuellen Versuchs weist im Vergleich zur Ersterhebung höchst signifikant ( $p < .001$ ) und im Vergleich zum Realversuch hochsignifikant ( $p = .001$ ) höhere Werte auf.



Abb. 2 Flow-Erleben nach Schulklassen (2. Klasse  $\hat{=}$  6. Schulstufe...)

### Ausblick

Digitale Medien haben längst Einzug in unseren Alltag und in jenen der Schülerinnen und Schüler gehalten und sind „wesentliche[] Treiber des aktuellen Wertewandels und sozialer Transformationsprozesse.“ (Calmbach et al. ,2016, S. 172) Auch in der Schule ist „webbasiertes E-Learning, mobiles Lernen und die Nutzung von Web-2.0-Technologien“ (Eickelmann, 2010, S. 28) nicht mehr wegzudenken. In den nächsten Jahren wird verstärkt mit dem Einsatz von Animationen und sogar virtuellen Realitäten gerechnet (Eickelmann, 2010; Grimm, 2015). Daher ist auf diesem Gebiet vermehrter Forschungsbedarf gegeben.

### Literatur

- Barzel, B., Reinhoffer, B. & Schrenk, M. (2012). Das Experimentieren im Unterricht. In W. Rieß, M. Wirtz, B. Barzel & A. Schulz (Hrsg.), Experimentieren im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. Schüler lernen wissenschaftlich denken und arbeiten (S. 103-127). Münster: Waxmann.
- Brell, C. (2008). Lernmedien und Lernerfolg – reale und virtuelle Materialien im Physikunterricht: empirische Untersuchungen in achten Klassen an Gymnasien (Laborstudie) zum Computereinsatz mit Simulation und IBE. Berlin: Logos-Verlag.
- Calmbach, M., Borgstedt, S., Borchard, I., Thomas, P. M., Flaig, B. (2016). Wie ticken Jugendliche 2016? Lebenswelten von Jugendlichen im Alter von 14 bis 17 Jahren in Deutschland. Wiesbaden: Springer.
- Duit, R., Tesch, M & Mikelskis-Seifert, S. (2010). Piko-Brief Nr. 6. Das Experiment im Physikunterricht. <http://www.ipn.uni-kiel.de/de/das-ipn/abteilungen/didaktik-der-physik/piko/pikobriefe032010.pdf> (Letzter Zugriff: 09.03.2018)
- Eickelmann, B. (2010). Digitale Medien in Schule und Unterricht erfolgreich implementieren: eine empirische Analyse aus Sicht der Schulentwicklungsforschung. Göttingen: Waxmann Verlag.
- Girwidz, R. (2015). Neue Medien und Multimedia. In E. Kircher, R. Girwidz, P. Häußler (Hrsg.) Physikdidaktik (dritte Auflage). 401 - 427. Berlin: Springer.
- Grimm, N. (2015). E-Learning in der Personalentwicklung: Untersuchung des Einsatzes und Erfolgs von E-Learning-Konzepten in Unternehmen. Hamburg: Diplomica Verlag.
- Heidelberger, M. (1997). Die Erweiterung der Wirklichkeit im Experiment. In M. Heidelberger & F. Steinle (Hrsg.), Experimental Essays – Versuche zum Experiment (S. 71-92). Baden-Baden: Nomos.
- Heisenberg, W. (1973). Das Naturgesetz und die Struktur der Materie. In W. Heisenberg (Hrsg.), Schritte über Grenzen (S. 223-242). München: Piper.
- Künsting, J., Thillmann, H., Wirth, J., Fischer, H. E. & Leutner, D. (2008). Strategisches Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht. Psychologie in Erziehung und Unterricht, 55, 1-15.
- Lechte, M.-A. (2008). Sinnbezüge, Interesse und Physik: eine empirische Untersuchung zum Erleben von Physik aus Sicht von Schülerinnen und Schülern. Opladen: Barbara Budrich.
- Maiseyenko, V. (2014). Modellbasiertes Experimentieren im Unterricht: Praxistauglichkeit und Lernwirkungen. Berlin: Logos.
- Müller, F., Hanfstingl, B. & Andreitz, I. (2007). Skalen zur motivationalen Regulation beim Lernen von Schülerinnen und Schülern. Adaptierte und ergänzte Version des Academic Self-Regulation Questionnaire (SRQ-A) nach Ryan & Connell. Klagenfurt: Alpen-Adria Universität.
- Müller, J., Magdans, U., & Borowski, A. (2018). FELS – Forschend-Entdeckendes Lernen mit dem Smartphone. MedienPädagogik: Zeitschrift für Theorie und Praxis der Medienbildung, 31, 214-238
- Nistor, N., Schnurer, K. & Mandl, H. (2005). Akzeptanz, Lernprozess und Lernerfolg in virtuellen Seminaren- Wirkungsanalyse eines problemorientierten Seminarkonzepts. (Forschungsbericht Nr. 174). München: Ludwig-Maximilians-Universität.
- Rammstedt, B. (2004). Zur Bestimmung der Güte von Multi-Item-Skalen: Eine Einführung (ZUMA How-to-Reihe Nr. 12). Mannheim: Zentrum für Umfragen.
- Rheinberg, F., Vollmeyer, R. & Burns, B. D. (2001). FAM. Ein Fragebogen zur Erfassung aktueller Motivation in Lern- und Leistungssituationen. Diagnostica 2, 57-66.
- Riegler, H. (2015). Reflexion der LehrerInnenrolle im projektbasierten, kollaborativen Tablet-Unterricht in der Sekundarstufe I. Donau-Universität Krems Department für Interaktive Medien und Bildungstechnologien Zentrum für Mediengestütztes und Individualisiertes Lernen. [http://onlinecampus.virtuelle-ph.at/pluginfile.php/73336/mod\\_glossary/entry/5632/riegler\\_heidemarie\\_master%20thesis.pdf](http://onlinecampus.virtuelle-ph.at/pluginfile.php/73336/mod_glossary/entry/5632/riegler_heidemarie_master%20thesis.pdf) (Letzter Zugriff: 25.08.2018)
- Rieß, W., Wirtz M., Barzel B. & Schulz, A. (2012). Experimentieren im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. Einleitung. In W. Rieß, M. Wirtz, B. Barzel & A. Schulz (Hrsg.), Experimentieren im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. Schüler lernen wissenschaftlich denken und arbeiten (S. 7-14). Münster: Waxmann.
- Scobel, W., Lindström, G. & Langkau, R. (2002). Physik kompakt. Berlin: Springer.