

TSL: Technology SUPPORTed Labs
Multimediale Unterstützung naturwissenschaftlicher Hochschulpraktika

Daniel Rehfeldt, Tobias Gutzler & Volkhard Nordmeier

Freie Universität Berlin, Fachbereich Physik, Arnimallee 14, 14195-Berlin

daniel.rehfeldt@fu-berlin.de | tobias.gutzler@fu-berlin.de | volkhard.nordmeier@fu-berlin.de**Kurzfassung**

Das Projekt Technology SUPPORTed Labs hat die Unterstützung naturwissenschaftlicher Experimentalpraktika mit multimedialen Elementen zum Ziel. Da außerhalb des Studiengangs Medizin für physikalische Nebenfachpraktika kaum empirischen Befunde vorliegen, sollen in einem ersten Schritt in einer groß angelegten multimethodischen Problemanalyse Missstände des Praktikums erforscht, verortet und quantifiziert werden. Das Projekt folgt dem Design-Based-Research-Ansatz und hat nachhaltige Innovationen im Praktikum zum Ziel. Multimediale Anwendungen haben hierfür durch ihre Möglichkeiten der Multimodalität und Multicodierung großes Potential, Praktika zu verbessern. Besonders Interaktive Bildschirmexperimente können einen wichtigen Beitrag, etwa in der Vorbereitung der Versuche, leisten. Die konkreten Interventionen des Projekts sind allerdings nicht a priori festgelegt, sondern folgen in ihrer Konzeption, Gestaltung und Verortung den Ergebnissen der bereits angelaufenen Problemanalyse.

1. Einleitung: Das Projekt TSL

TSL ist ein Teilprojekt des Programms SUPPORT zur Verbesserung der Lehre an der Freien Universität Berlin. Ziel von TSL ist es, innerhalb von vier Jahren eine nachhaltige Unterstützung und Verbesserung naturwissenschaftlicher Experimentalpraktika zu leisten.

Es sollen dazu im Zeitalter von Blended Learning und Web 2.0 multimediale und interaktive Tools entwickelt werden, die passgenau auf spezifische Probleme in Praktika ausgerichtet sind. Erreicht werden soll dies über ein umfassendes Evaluationskonzept nach dem Ansatz des Design-Based-Research, kurz DBR [1], basierend auf einer eingangs durchgeführten Problemanalyse. Daran anknüpfend soll eine umfassende Gesamtintervention mit multimedialen Elementen erfolgen, die direkt an die Situation und Struktur der Praktika vor Ort anknüpft, aber auch eine generelle Übertragbarkeit auf andere Praktika ermöglicht.

2. Didaktischer Hintergrund**2.1. Stand der Forschung: Physikalische Experimentalpraktika**

Inzwischen liegen zahlreiche Befunde zu physikalischen Praktika vor: Einerseits findet häufig eine Überschätzung des studentischen Vorwissens statt ([2] bis [4]). Andererseits mangelt es an Bedingungen, die für ein konstruktivistisches Lernen erforderlich sind, wie der Bezug zu Vorerfahrungen oder zu einem (physikalischen oder naturwissenschaftlichen) Kontext ([2], [4]). Praktika enthalten selten Phasen des selbstständigen Erarbeitens neuer Themen [5],

und eine Offenheit in Bezug auf Planung und Umsetzung [6] ist selten gegeben.

Für Studierende, die beispielsweise neben dem Studium arbeiten (müssen) oder familiäre Verpflichtungen haben, gewinnt die zeitliche und räumliche Flexibilität des Lernangebots im Studium zunehmend an Bedeutung [7].

Erschwert wird eine Flexibilisierung von Praktikumsangeboten aber z.B. durch die organisatorische Problematik von hohen Studierendenzahlen, etwa bei Nebenfachpraktika [8]. Studien zeigen zudem, dass die traditionellen Praktika (Definition bei [9]) zumeist einen geringen Lernzuwachs bei den Studierenden generieren ([3], [4], [6]).

2.1.1. Stand der Forschung: Physikalische Nebenfachpraktika

Bezüglich der Forschungsergebnisse zu physikalischen Nebenfachpraktika¹ fällt auf, dass vor allem bei Praktika für Medizinstudierende zahlreiche Erkenntnisse vorliegen. Es wird z.B. wiederholt das Problem genannt, dass zu viele quantitative Versuche durchgeführt würden, obwohl Experten der Medizin mehr ein qualitatives Verständnis fordern (vgl. [4], S. 45, [10], S. 8). Zudem fehle fast immer der notwendige Bezug zur Medizin (vgl. [4], S. 4–5, [10], S. 62–64) und somit auch das Interesse am Praktikum (vgl. [4], S. 5). Auch das geringe bzw. stark heterogene Vorwissen in Physik wurde wiederholt festgestellt (vgl. [4], S. 5, 51, [10], S. 62–

¹ Def. des Autors: Physikalische Nebenfachpraktika sind solche, die in Ihrem Aufbau und Organisation Westphal (1937, [9]) entsprechen und Studierende anderer Naturwissenschaften (Chemie, Biologie, Biochemie, Geowissenschaften etc.), Medizin oder Pharmazie als Zielgruppe haben.

64). Zusätzlich sei der Anteil der Beschäftigung mit Fragen zur Technik oder Geräten so hoch, dass nur geringe Lerneffekte und kaum Medizin-Physik-Transfer stattfinden (vgl. [4], S. 5, 68, [10], S. 4, 6, 62).

Ähnliche Befunde ergaben sich für Biologiestudierende. Haake & Müller [11] berichten über geringe Bezüge zum eigenen Studienfach und ein geringes Praktikumsinteresse (S. 541), Kissmann et al. [12] über ein geringes Vorwissen.

Problemanalysen bezüglich der Studiengänge Chemie, Biochemie oder Geowissenschaften liegen dagegen nur eingeschränkt vor. Es wird auch hier davon ausgegangen, dass das physikalische Vorwissen unzureichend ist (vgl. [13], S. 1) und eine allgemeine Unzufriedenheit der TeilnehmerInnen geäußert (vgl. [8], S. 1). Insgesamt sind aber keine empirisch gesicherten Befunde für diese Zielgruppe vorhanden.

Viele dieser Missstände können auf organisatorischer, struktureller oder didaktischer Ebene diskutiert und optimiert werden. Im Folgenden Abschnitt wird dafür herausgearbeitet, welchen Beitrag der Einsatz von Multimedia-Elementen leisten kann.

2.2. Potential von Multimedia in der Hochschullehre

Der Einsatz multimedialer Elemente in der Hochschullehre besitzt viel Potential, die Missstände in Praktika zu beheben. Gemäß dem Paradigma des DBR müssen hierfür allerdings nicht nur die Potentiale abgerufen, sondern auch nachhaltig implementiert werden. So fordert Reinmann-Rothmeier [14] für didaktische Innovationen im Hochschulkontext, dass eine Neuerung in organisatorischen, inhaltlichen oder methodischen Ebenen stattfindet, die nicht nur die Wissensvermittlung selbst positiv reguliert, sondern auch einen Wandel der vom Lehrenden intendierten Lernprozesse zur Folge hat.

Reinmann-Rothmeier sieht dabei vor allem in dem Einsatz neuer Medien hohe Potentiale und grenzt hierzu drei relevante Felder ein:

- Erstes Feld ist die Möglichkeit zur hypermedialen Darstellung von Lerninhalten. Diese können mit höherer Anschaulichkeit und Motivation realisiert werden, als dies in klassischen Medien möglich ist. Betont wird die Möglichkeit der direkten Interaktion mit dem Gegenstand, die nach konstruktivistischer Lernsicht einen positiven Beitrag zum Wissenserwerb leistet. Es kann hinzugefügt werden, dass auch die enthaltene Realisierung von Multicodierung und Multimodalität (vgl. dazu [15]) sich positiv auf das Lernen auswirken (kognitivistische Lernsicht).
- Zweites Feld ist das selbstgesteuerte Lernen. Hierbei liefern die neuen Medien nie dagewesene Möglichkeiten zur Flexibilisierung des Ler-

nens und zur Entkopplung mit dem Lernort – das Lernen kann deutlich besser auch informell geschehen, ein wichtiger Beitrag zum lebenslangen Lernprozess.

- Das dritte Feld sieht Reinmann-Rothmeier im kooperativen Lernen, dass vor allem durch neue Kommunikationsformen des Internets ermöglicht wird. Kooperationen von Studierenden über Online-Dienste wie Google Drive, Skype oder Dropbox sind längst Realität und bewegen sich häufig abseits der Regulation und des Interesses der Hochschule.

Besonders für das erste Feld der hypermedialen Darstellung seien an dieser Stelle die Potentiale von Interaktiven Bildschirmexperimenten (IBE) [16] hervorgehoben. IBE können durch ihre realitätsgerechte, interaktive Darstellungs- und Bedienform mit der gleichzeitigen Möglichkeit der Einbettung in fast jedes Soft- oder Hardwaresystem einen großen Beitrag zur Multimodalität und -codierung von neuen Lernformen vor allem im Bereich Praktika leisten. An der FU Berlin werden seit über einem Jahrzehnt die Konzeption von IBE immer weiter entwickelt und diese häufig eingesetzt [17]. Das Lernen mit IBE ist hierbei breit erforscht, einen guten Überblick geben Kirstein und Nordmeier (ebd.). IBE ermöglichen demnach gleiche Lernerfolge bei höherer Flexibilität und Schnelligkeit und sind zudem familienfreundlich einsetzbar. Auch im Kontext von Praktika wurden IBE bereits mehrfach erprobt ([4], [18] bis [20]).

Neben den IBE gibt es weitere multimediale Elemente, denen ein hohes Innovations- und Verbesserungspotential zugeschrieben wird. So wiesen etwa Hucke [6] und Sander [21] positive Effekte von graphischen Modellbildungssystemen am PC nach, Nagel [3] konnte selbstbestimmteres Lernen durch die Etablierung von eSkripten und Webtools erreichen, und Kreiten [2] erreichte eine deutliche Verbesserung der fachlichen Vorbereitung durch onlinebasierte, textbegleitende Aufgaben in einem Lernmanagementsystem.

3. Projektansatz

Der Projektansatz von TSL nach dem DBR-Ansatz hat eine nachhaltige Innovation des Praktikums zum Hauptziel (vgl. [1], S. 8). Als praktischer Output wird hierbei eine Verbesserung des Praktikums angestrebt, einhergehend mit dem theoretischen Output, der sich aus den Designprozessen selbst ergibt. Unter *Design* bzw. *Design Mode* versteht Reinmann (ebd., S. 6) den praxisorientierten Umgang mit neuen Ideen. Es wird stets nach Kontext, Anwendung und Verbesserung gesucht, statt nach Überprüfung, Veri- und Falsifizierung wie in der klassischen Forschung. Die Überzeugung der Autorin und anderer Vertreter des DBR ist, dass der Ge-

staltungsprozess von Interventionen² selbst Wissenschaft ist und als solches auch der iterative Verbesserungsprozess einer jeden Maßnahme. Dies geht auch mit anderen Gütekriterien wie Nützlichkeit und Nachhaltigkeit einher, während die klassischen Gütekriterien weiterhin beachtet werden (ebd., S. 10). Dadurch, dass beim DBR die Praxis als Keim und stetige Rückmeldung für wissenschaftliches Handeln dient, ist dieses Paradigma als »innovationstauglich« (ebd., S. 12) zu bezeichnen. Für den Erhalt nachhaltiger und praxisnaher Lösungen ist zudem der kooperative Interventionscharakter des DBR (ebd., S. 8) hervorzuheben. So soll im Zuge der Entwicklungen zur Verbesserung der Praktika stets mit den jeweils Betroffenen, also den Leitenden, Betreuenden und Teilnehmenden, zusammen gearbeitet werden, sei es in der Phase der Problemanalyse, der Intervention oder der Evaluation.

Beim DBR beginnt jede Innovation mit einer dezierten Problemanalyse, die auch als erster Schritt dieses Projektes durchgeführt wird. Es wird hierbei eine multimethodische Problemanalyse [22] angestrebt, die sich organisatorisch an der Evaluationsforschung und methodisch an der qualitativen wie quantitativen Sozialforschung orientiert.

Darauf aufbauend wurde im Projekt TSL bereits ein erster Evaluationsplan erstellt, der die im gesamten Projektverlauf angedachten Erhebungen darstellt (vgl. Abb. 1).

4. Aktueller Stand

Für den ersten Schritt der Problemanalyse wurde ein neues Verfahren entwickelt, mit dem sich die Verlaufsstruktur und die Probleme von Praktika systematisch erfassen lassen. Es bedient sich dabei der in der Technik bewährten GRAFCET-Struktur (DIN EN 60848) und ermöglicht es den Autoren, eine genaue Analyse des Verlaufsprozesses jedes Praktikumstermins vorzunehmen.

Vorteile dieses Herangehens bestehen einerseits in der prinzipiellen Erfassung der Verlaufsstruktur, die auch Außenstehenden einen guten Einblick in die Struktur des Praktikums bietet und somit Vergleichbarkeit mit anderen Praktika an diversen Hochschulstandorten gewährleisten kann. Andererseits bietet diese Verlaufsstruktur auch den Lehrenden eine Reflexionsgrundlage, auf der Probleme und Veränderungen gut sichtbar dargestellt werden können, da davon ausgegangen werden kann, dass viele Abläufe durch die jahrelange Tradition [9] nicht mehr reflektiert werden. Der plantypische Verlauf wurde mit den Praktikumsleitenden vor Ort, die für die Organisation verantwortlich und demnach ExpertInnen sind, zu vier physikalischen Experimentalpraktika erfolgreich entwickelt. Auf dieser Grundlage wurde nun eine Problemdiskussion aufgebaut. In einem

ersten Schritt wurden dazu die PraktikumsleiterInnen erneut mit Ihrer entwickelten Verlaufsstruktur konfrontiert, diesmal mit dem Auftrag, typische Abweichungen und auch Probleme in der Visualisierung zu verorten und zu beschreiben (Bsp. bezüglich des Schrittes *Vorgespräch*: »Studierende sind teilweise unzureichend vorbereitet und motiviert«). In einem zweiten Schritt wurde mittels der Fokusgruppenmethode eine Problemanalyse mit den Betreuenden durchgeführt. Konform mit der Methode wurde der GRAFCET erläutert und als gemeinsamer Diskussionsinput gegeben. Daraufhin wurde an Hand festgelegter Leitfragen zunächst in Einzelarbeit, dann gemeinsam an einem GRAFCET-Poster gearbeitet, über Probleme diskutiert und der gemeinsame Konsens festgehalten. Eine gleich geartete Analyse mit den TeilnehmerInnen des NP steht noch aus (siehe Ausblick).

Das gesamte qualitative Verfahren mitsamt der Ergebnisse wird genauer bei Gutzler, Rehfeldt & Nordmeier ([23], in Druck) vorgestellt.

5. Ausblick

Ein methodisch gleicher Workshop mit den Teilnehmenden des Praktikums wurde Mitte 2013 durchgeführt (Analyse liegt noch nicht abschließend vor), um alle Perspektiven in der Problemanalyse zu berücksichtigen.

Methodenkonform soll daraufhin eine quantitative Messung im gesamten Praktikum folgen, die Aufschluss über das Vorliegen der Probleme in der gesamten Stichprobe geben kann und auch Schlüsse für andere Praktika mit vergleichbarer Struktur und Teilnehmerschaft zulässt (externe Validität). Inhaltliche Grundlage für das Erhebungsinstrument werden die Ergebnisse der beschriebenen qualitativen Erhebung sein (multimethodische, induktiv-rationale Testkonstruktion, vgl. [25], S. 47ff.).

Der Fragebogen wird dabei gemäß der Forderungen von Hucke [6] und Kreiten [2] mittels der Erhebung affektiver Variablen wie Motivation [26], Selbstkonzept, Arbeitsbelastung und -druck sowie Teamfähigkeit angereichert, um zu erforschen, welche Rolle diese für die Problemwahrnehmung und den Wissenserwerb im Praktikum spielen. Veröffentlicht werden die ersten Ergebnisse in [27].

Das Projekt TSL wird im Rahmen des Programms SUPPORT der Freien Universität Berlin durch das BMBF gefördert.

² Iterativer Prozess von Gestaltung, Durchführung, Analyse und Re-Design ([1], S. 9).

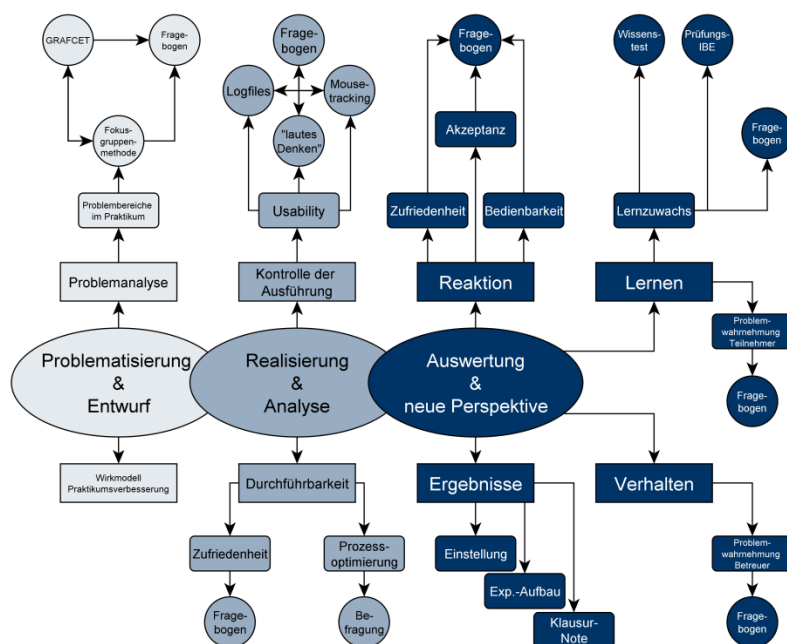


Abb. 1: Inhaltliche & methodische Projektplanung nach dem DBR-Ansatz (zur Struktur vgl. [24])

6. Literatur

- [1] Reinmann, G. (2005). Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für den Design-Based Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung. In: Unterrichtswissenschaft, Bd. 33, Nr. 1, S. 52–69.
- [2] Kreiten, M. (2012). Chancen und Potenziale web-basierter Aufgaben im physikalischen Praktikum. Universität zu Köln.
- [3] Nagel, C. (2009). eLearning im Physikalischen Anfängerpraktikum. Logos Verlag Berlin.
- [4] Theyßen, H. (2000). Ein Physikpraktikum für Studierende der Medizin. Darstellung der Entwicklung und Evaluation eines adressatenspezifischen Praktikums nach dem Modell der Didaktischen Rekonstruktion. Logos Verlag Berlin.
- [5] Ruickoldt, G. (1996). Ergebnisse einer Umfrage zum Physikalischen Praktikum. In: Phys. Bl., Bd. 10, Nr. 52, S. 1022–1024.
- [6] Hucke, L. (1999). Handlungsregulation und Wissenserwerb in traditionellen und computer-gestützten Experimenten des physikalischen Praktikums. Logos Verlag Berlin.
- [7] Hatherly, P. A.; Jordan, S. E. & Cayless, A. (2009). Interactive screen experiments—innovative virtual laboratories for distance learners. In: Eur. J. Phys., Bd. 30, Nr. 4, S. 751–762.
- [8] Borawski, H. & Heinke, H. (2005). Entwicklung eines Physikpraktikums für Studierende der Biologie. In: Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung.
- [9] Westphal, W. (1937). Die physikalischen Übungen an der Technischen Hochschule Berlin. In: Z. Für Den Phys. Chem. Unterr., Bd. 4, S. 147.
- [10] Plomer, M. (2011). Physik physiologisch passend Praktiziert: Eine Studie zur Lernwirksamkeit von traditionellen und adressatenspezifischen Physikpraktika für die Physiologie. Logos Verlag Berlin.
- [11] Haake, F. & Müller, R. (2011). Physikpraktikum für Studierende der Biologie. In: Naturwissenschaftliche Bildung als Beitrag zur Gestaltung partizipativer Demokratie: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Münster.
- [12] Kissmann, F.; Müller, R.; Schumacher, D. & Theyßen, H. (2010). Brauchen Studierende der Biologie ein Physikpraktikum? In: Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung, Hannover.
- [13] Fricke, A.; Schecker, H. & Rückmann, I. (2011). Hypermedia in der Vorbereitung auf das Physikalische Praktikum In: Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung, Münster.
- [14] Reinmann-Rothmeier, G. (2003). Didaktische Innovationen durch Blended Learning. Verlag Hans Huber Bern.
- [15] Kircher, E. (2006). Physikdidaktik: Theorie und Praxis. Springer Verlag Berlin.
- [16] Kirstein, J. & Rass, R. (1998). Interaktive Bildschirmexperimente zum Lehren und Lernen von Physik. In: Vorträge / Physikertagung, Deutsche Physikalische Gesellschaft, Fachausschuss

- Didaktik der Physik - Tagung 1997, Berlin, S. 458–463.
- [17] Kirstein, J. & Nordmeier, V. (2011). Technology Enhanced Textbook - Ein fachdidaktisches Forschungsprojekt. In: Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung, Münster.
- [18] Zastrow, M. U. (2001). Interaktive Experimentieranleitungen. Entwicklung und Evaluation eines Konzeptes zur Vorbereitung auf das Experimentieren mit Messgeräten im Physikalischen Praktikum. Logos Verlag Berlin.
- [19] Brell, C. (2008). Lernmedien und Lernerfolg - reale und virtuelle Materialien im Physikunterricht. Empirische Untersuchungen in achten Klassen an Gymnasien (Laborstudie) um Computereinsatz mit Simulation und IBE. Logos Verlag Berlin.
- [20] Fricke, A. & Schecker, H. (2011). Hypermediale Vorbereitung auf das Physikalische Praktikum. In: Konzepte fachdidaktischer Strukturierung für den Unterricht: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Oldenburg 2011. S. 295–297.
- [21] Sander, F. (2000). Verbindung von Theorie und Experiment im physikalischen Praktikum – Eine empirische Untersuchung zum handlungsbezogenen Vorverständnis und dem Einsatz grafikorientierter Modellbildung im Praktikum. Logos Verlag Berlin.
- [22] Gollwitzer, M. & Jäger, R. S. (2009). Evaluation kompakt. Beltz Verlag.
- [23] Gutzler, T.; Rehfeldt, D. & Nordmeier, V. (in Druck). TSL: Bedarfsanalyse in Praktika: Ein ‚neues‘ Werkzeug zur Strukturierung In: Naturwissenschaftliche Bildung zwischen Science- und Fachunterricht: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in München 2013, Münster.
- [24] Reinmann, G. & Sesink, W. (2011). Entwicklungsorientierte Bildungsforschung (Diskussionspapier).
- [25] Bühner, M. (2006). Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion. Pearson Studium.
- [26] Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. In: Contemp. Educ. Psychol., Bd. 25, Nr. 1, S. 54–67.
- [27] Rehfeldt, D.; Gutzler, T. & Nordmeier, V. (in Druck). TSL: Quantitative Problemanalyse im Nebenfachpraktikum. In: Naturwissenschaftliche Bildung zwischen Science- und Fachunterricht: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in München 2013.