

Valerie Vogt Amacker¹
 Dorothee Brovelli¹
 Markus Wilhelm²

¹Pädagogische Hochschule Luzern
²Pädagogische Hochschule Heidelberg

Präsentationsmodi bei Versuchsanleitungen

Ausgangslage

Im Naturwissenschaftsunterricht kommen neben dem Experiment mit Hypothesenbildung, Planung, Durchführung und Interpretation der Ergebnisse oft auch kleinere Versuche zum Einsatz, die Schülerinnen und Schüler eigenständig in einem kurzen Setting erarbeiten können. Dabei werden entweder Anleitungen mündlich durch die Lehrperson oder schriftlich auf einem Arbeitsblatt abgegeben. Immer mehr finden auch YouTube-Tutorials Einzug in den Unterricht. Da für einfache Versuche nur begrenzt Zeit zur Verfügung steht, stellt sich die Frage, wie eine Versuchsanleitung aufgebaut sein muss, damit Lernende möglichst schnell, selbständig und korrekt einen Versuch nachbauen können, um sich vor allem auf die kognitive Auseinandersetzung mit dem Phänomen und seiner Deutung und nicht primär auf den Versuchsaufbau konzentrieren zu können. Unter Berücksichtigung von empirischen Befunden zur Lehrmittelentwicklung und der Cognitive Load Theorie werden im vorliegenden Forschungsprojekt drei Anleitungsvarianten untersucht: *Bild-Text-Anleitungen*, ähnlich einem Arbeitsblatt, *Bild-Instruktions-Anleitungen*, entsprechend dem klassischen Frontalunterricht, und *YouTube-Erklärvideos*, angelehnt an die Erfahrungswelt der Jugendlichen.

Theoretischer Rahmen

Watzka und Girwidz (2015) belegen positive Auswirkungen von bildbasierten Darstellungen in Übungsaufgaben auf die Einschätzung der eigenen Lernaktivität und auf die Lernleistung. Auch bei Versuchsanleitungen spielt das Bild meist eine zentrale Rolle. Zudem sind die einzelnen Arbeitsschritte einer Versuchsanleitung üblicherweise mit Texten, entweder schriftlich oder auditiv, versehen. Ein wesentlicher Nachteil bei den Bild-Text- und Bild-Instruktions-Anleitungen ist, dass die Bilder statisch sind und somit nur einen Ausschnitt der Tätigkeit aufzeigen können. Videoanleitungen können hingegen auch Zwischenhandlungen sichtbar machen, wodurch Videos bei diversen Aufgaben im Vorteil gegenüber statischen Bildern sind, was Höffler und Leutner (2007) in ihrer Meta-Analyse aufzeigen konnten. Nach Mayer (2009) erfolgt die Informationsaufnahme über den visuellen und den akustischen Sinneskanal. Für die Informationsverarbeitung können die wahrgenommenen Reize entweder im entsprechenden Kanal verarbeitet oder durch kognitive Prozesse in den jeweils anderen Kanal überführt werden.

Nach der Cognitive Load Theory ergeben sich aus der Kapazitätsbeschränkung des Arbeitsgedächtnisses instruktionale Konsequenzen (Sweller, 1988). Damit Schülerinnen und Schüler genügend Kapazitäten in ihrem Arbeitsgedächtnis frei haben, um sich auf das Phänomen und seine Deutung zu konzentrieren, müssen geeignete Versuchsanleitungen das selbständigen Durchführen von Versuchen ermöglichen. Sweller (2010) unterscheidet drei Kategorien der kognitiven Belastung. Die intrinsische kognitive Belastung (Intrinsic Cognitive Load, ICL) resultiert aus der inhaltlichen Komplexität des Sachverhaltes. Die extrinsische kognitive Belastung (Extraneous Cognitive Load, ECL) ergibt sich aus der Darstellung des Lernmaterials und der Lernumgebung. Die lernbezogene resultierende kognitive Belastung (Germane Cognitive Load, GCL) ergibt sich aus dem Zusammenspiel von ICL und ECL. Wird der ECL bei den Schülerinnen und Schülern reduziert, haben sie mehr Ressourcen für den ICL. Ein hoher ECL führt zu einer geringeren Verarbeitungskapazität für den ICL.

Schließlich spielt auch die Selbstwirksamkeitserwartung der Schülerinnen und Schüler eine wichtige Rolle für die erfolgreiche Versuchsdurchführung. Eine niedrige Selbstwirksamkeitserwartung führt dazu, dass Lernende ihre Leistungsfähigkeit unterschätzen und sich schnell von der eigentlichen Aufgabe ablenken lassen. Dagegen glauben Lernende mit einer hohen Selbstwirksamkeitserwartung daran, die vorliegende Anforderungssituation erfolgreich bestehen zu können (Breker, 2015).

Forschungsfragen und Hypothesen

Im vorliegenden Dissertationsprojekt werden die folgenden drei Forschungsfragen bearbeitet, zu denen Hypothesen aus den skizzierten Forschungsergebnissen abgeleitet wurden:

Frage 1: Wie muss eine Anleitung aufgebaut sein, damit eine Schülerin bzw. ein Schüler selbständig und erfolgreich einen simplen Versuch durchführen kann?

Hypothese 1: Da der visuelle wie auch der akustische Kanal ein begrenztes Fassungsvermögen aufweisen und die aktive Verarbeitung der Lerninhalte entscheidend für effektives Lernen ist, werden Bild-Instruktions- und Video-Anleitungen von den Lernenden besser umgesetzt als Bild-Text-Anleitungen.

Frage 2: Mit welcher Anleitungsvariante können die Lernenden die extrinsische kognitive Belastung möglichst niedrig halten?

Hypothese 2: Wird die extrinsische kognitive Belastung mit der entsprechenden Anleitungsvariante möglichst niedrig gehalten, haben die Lernenden mehr Ressourcen für die Auseinandersetzung mit dem Phänomen, wodurch die Lernleistung steigt.

Frage 3: Kann mit der gemessenen Selbstwirksamkeitserwartung eines Lernenden auf eine geeignete Anleitungsvariante rückgeschlossen werden?

Hypothese 3.1: Bei Lernenden mit einer hohen Selbstwirksamkeitserwartung führen alle drei Anleitungsvarianten zu einer erfolgreichen Versuchsdurchführung.

Hypothese 3.2: Video-Anleitungen sind für Lernende mit niedriger Selbstwirksamkeitserwartung am erfolgversprechendsten, da die einzelnen Handlungen Schritt für Schritt nachgeahmt werden können.

Untersuchungsrahmen

Das Swiss Science Center Technorama bietet einen geeigneten Untersuchungsrahmen für die Beforschung der verschiedenen Präsentationsmodi von Versuchsanleitungen. Neben der Ausstellung mit über 500 Experimentierstationen, an denen die Besucherinnen und Besucher eigenständig tätig sein dürfen, werden auch Workshops zwischen 45 und 90 Minuten in den Fachbereichen Chemie, Physik und Biologie für Schulklassen angeboten.

Für das Forschungsprojekt wurde ein bestehender Workshop aus dem Physiklabor zum Thema „Infrarotstrahlung“ neu konzipiert, angelehnt an die Theorie der Basismodelle des Lernens und Lehrens von Oser und Baeriswyl (2001). Die Schülerinnen und Schüler erarbeiten während 90 Minuten in fünf Handlungskettenschritten zum Basismodell „Konzeptbildung“ diverse Versuche zum sichtbaren Licht und zum Infrarotlicht. Krabbe, Zander und Fischer (2015) konnten in einer Studie über eine Lehrerfortbildung zur lernprozessorientierten Gestaltung des Unterrichts nachweisen, dass ein Basismodell in 90 Minuten gut durchführbar ist und sich positiv auf die Lernleistung der Schülerinnen und Schüler auswirkt. Durch die Einbettung der Versuche in inhaltliche Zusammenhänge sowie eine methodisch-didaktische Aufarbeitung der Thematik wird ein grundlegendes Verständnis zum Phänomen aufgebaut (Scholz, Dönges, Echant & Endres, 2016). Ein 45 Minuten dauernder Workshop scheint hierzu wiederum kurz zu sein (Wackermann & Hater, 2015).

Workshoptwicklung

Der bestehende Workshop wurde grundlegend überarbeitet und die eingebetteten Versuche mit drei Anleitungsvarianten erstellt: Bild-Text-Anleitungen, Bild-Instruktions-Anleitungen

und Erklärvideos im YouTube-Stil. In allen drei Varianten sind die gleichen Bilder zu sehen. Dabei sind alle relevanten Informationen des jeweiligen Handlungsschritts im Bild festgehalten.

Der Workshop zum Thema „Infrarotstrahlung: (Unsichtbares) Licht – mit dem Smartphone entdeckt“ wurde nach dem Basismodell „Konzeptbildung“ von Oser und Baeriswyl (2001) entwickelt: Zu Beginn des Workshops untersuchen die Lernenden die Sensoren eines Smartphones auf deren Funktionen, unter anderem den Näherungssensor, durch den sich das Display automatisch ausschalten kann, wenn man das Smartphone ans Ohr hält. Mit einer ersten Versuchsreihe zum sichtbaren Licht machen sich die Schülerinnen und Schüler ihr Vorwissen bewusst, je nach Interventionsgruppe mit einer anderen Anleitungsvariante. Die Durcharbeitung eines Prototyps (Oser & Baeriswyl, 2001) erfolgt mit der Einführung einer Infrarotkamera anhand konkreter Beispiele im Klassenunterricht. Im Anschluss folgt eine zweite Versuchsreihe in den drei Anleitungsvarianten, dieses Mal zum unsichtbaren Licht bzw. zur Infrarotstrahlung, mit Hilfe einer Flir One-Wärmebildkamera auf dem Smartphone. Die neu gewonnenen Erkenntnisse werden in einem Demonstrationsexperiment zur Bündelung von Licht und Infrarotstrahlen zusammengetragen. An diesem Punkt sollten die Lernenden die Zusammenhänge zwischen Durchlässigkeit und Reflexion bei sichtbarem Licht und Infrarotstrahlung einbringen und dem Demonstrationsexperiment folgen können. Sie gehen dabei aktiv mit dem neuen Konzept um, indem sie das Gelernte aus dem Prototypen abwandeln und auf die neue Situation durch Vergleichen und Abgrenzen mit bestehenden Konzepten übertragen. Am Ende des Workshops ziehen sie die neuen Konzepte zur Erklärung der Funktionsweise des Näherungssensors am Smartphone heran. Dieser sendet im nahen Infrarotbereich Signale aus, die von einer Oberfläche zurückreflektiert werden, wodurch der Abstand zwischen Gegenstand und Display ermittelt wird.

Die Vorpilotierung des Workshops mit sechs Klassen ergab Verbesserungsmöglichkeiten im Workshopablauf und erste Hinweise auf die Wirksamkeit der Bild-Text-Anleitungen.

Studiendesign

Anhand einer Pre-/Post/Follow-up Erhebung werden Motivation, Selbst- und Lernwirksamkeit getestet.

Im Pre-Test wird die allgemeine Selbstwirksamkeit mit der Allgemeinen Selbstwirksamkeit Kurzsкала ASKU (Beierlein, Kovaleva, Kemper & Rammstedt, 2012) und die Selbstwirksamkeitserwartung beim Experimentieren (Schroedter & Körner, 2012) sowie das physikalische Selbstkonzept (Schmitz, 2006) erhoben. Ein Vorwissens- und Präkonzepttest zur geometrischen Optik erlaubt den Wissenstand der Schülerinnen und Schüler zur Thematik abzufragen.

Während der Experimentierphase wird mit drei Items nach jedem einzelnen Schülerversuch der Cognitive Load abgefragt. Dieser wird anschließend im Post-Test mit der Skala nach Klepsch, Schmitz und Seufert (2017) nochmals abgefragt, wodurch eine Differenzierung zwischen ICL, ECL und GCL möglich wird. Ebenfalls im Post-Test enthalten ist die Kurzsкала Intrinsische Motivation (Wilde, Bätz, Kovaleva & Urhahne, 2009), ein Leistungstest zur Messung der Behaltens- und Verständnisleistung sowie die erneute Messung der Selbstwirksamkeitserwartung.

Zusätzlich zum quantitativen Messverfahren wird eine qualitative Erhebung durch die Evaluation von Videodateien durchgeführt. Während der Versuchsreihen werden jeweils zwei Dreiergruppen beim Experimentieren und Umsetzen der Versuchsanleitungen gefilmt.

Die Durchführung der Pilotstudie erfolgt im November/Dezember 2018 mit zwölf Klassen der Jahrgangsstufen 7 bis 9. Dabei erhalten vier Klassen die Bild-Text-Anleitungen, vier Klassen die Bild-Instruktions-Anleitungen und weitere vier Klassen die YouTube-Erklärvideos. Die Hauptstudie wird mit 60 Klassen zwischen Mai 2019 und Mai 2020 durchgeführt.

Literatur

- Beierlein, C., Kovaleva, A., Kemper, C. J. & Rammstedt, B. (2012). Ein Messinstrument zur Erfassung subjektiver Kompetenzerwartungen. Allgemeine Selbstwirksamkeit Kurzsкала (ASKU). Mannheim: GESIS.
- Breker, T. (2015). Fähigkeitsselbstkonzept, Selbstwirksamkeit & Mindset – Wie können Lehrkräfte Erkenntnisse aus der Sozial-Kognitiven-Psychologie nutzen, um die Potenzialentfaltung von Schülerinnen und Schülern zu fördern? Dissertation, Europa-Universität Viadrina. Frankfurt.
- Höffler, T. N. & Leutner, D. (2007). Instructional animation versus static pictures. A meta-analysis. *Learning and Instruction*, 17 (6), 722-738.
- Klepsch, M., Schmitz, F. & Seufert, T. (2017). Development and Validation of Two Instruments Measuring Intrinsic, Extraneous, and Germane Cognitive Load. In *Frontiers in Psychology*.
- Krabbe, H., Zander, S. & Fischer, H. E. (2015). Lernprozessorientierte Gestaltung von Physikunterricht. Materialien zur Lehrerfortbildung. Münster: Waxmann (Ganz In).
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Oser, F. & Baeriswyl, F. (2001). Choreographies of Teaching. Bridging Instruction to Learning. In: Richardson, V. (Hrsg.): *Handbook of research on teaching* (4. Auflage). Washington, DC: American Educational Research Assoc.
- Schmitz, A. (2006). Interessen- und Wissensentwicklung bei Schülerinnen und Schülern der Sek II in außerschulischer Lernumgebung am Beispiel von NaT-Working „Meeresforschung“. Dissertation, Christian-Albrecht-Universität, Kiel.
- Scholz, M., Dönges, C., Dechant, C. & Endres, A. (2016). Theoretische und konzeptionelle Überlegungen zur Vermeidung von Lesebarrieren bei naturwissenschaftlichen Schülerexperimenten. In *Zeitschrift für Heilpädagogik*, 67 (10), 454-464.
- Schroedter, S. & Körner, H.-D. (2012). Entwicklung eines Fragebogens zur Selbstwirksamkeitserwartung beim Experimentieren (SWE_EX). In S. Bernholt (Hrsg.), *Konzepte fachdidaktischer Strukturierung für den Unterricht*. Münster: Lit-Verlag, 164-166.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12, 257–285.
- Sweller, J. (2010). Element Interactivity and Intrinsic, Extraneous, and Germane Cognitive Load. *Educational Psychology Review*, 22 (2), 123–138.
- Wackermann R. & Hater J. (2016). Der Einfluss der Stundenlänge (45 vs. 60 Minuten) auf ausgewählte Aspekte der Unterrichtsqualität im Physikunterricht am Gymnasium. *Perspectives in Science* 10 (C). DOI: 10.1016/j.pisc.2015.12.009
- Watzka, B. & Girwidz, R. (2015). Einfluss der Kontextorientierung und des Präsentationsmodus von Aufgaben auf den Wissenserwerb und die Transferleistung physikalischer Inhalte. In *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 21 (1), 187–206.
- Wilde, M, Bätz, K., Kovaleva, A. & Urhahne, D. (2009). Überprüfung einer Kurzsкала intrinsischer Motivation (KIM). In *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, 31–45.