

Desiree Heine
 Andreas Trautmann
 Ann-Kathrin Müller
 Alexander Kauertz

Universität Koblenz-Landau

Analyse der fachlichen Adäquatheit beim Experimentieren

Hintergrund

In verschiedenen Studien zeigt sich, dass auf Seiten des Lernangebots (z. B. Helmke, 2006; Oser & Baeriswyl, 2001; Klahr & Dunbar, 1988; Lunetta, 2003) Strukturiertheit, kognitive Aktiviertheit und fachliche Adäquatheit wichtige Prädiktoren für Lernerfolg sind. Diese Prädiktoren müssten auch in einem forschend-entdeckenden Unterricht (inquiry based learning) gewährleistet sein, wie er in der Grundschule üblich und im Sinne einer höheren Autonomie und Verantwortung für das Lernen gewünscht ist. Für die Studie wird eine entsprechende experimentelle Lernumgebung zum Thema „Das Fliegen“ entwickelt und in der dritten und vierten Jahrgangsstufe eingesetzt. Es werden folgende Forschungsfragen untersucht:

- Wie strukturiert arbeiten die Schülerinnen und Schüler an Lernstationen der experimentellen Lernumgebung?
- Wie kognitiv aktiviert sind die Schülerinnen und Schüler während der Bearbeitung der experimentellen Lernumgebung?
- Wie fachlich adäquat sind Schüleraussagen beim Arbeiten an den Lernstationen der experimentellen Lernumgebung?

Bisherige Ergebnisse zu „Strukturiertheit“ und „kognitiver Aktiviertheit“

Zur Untersuchung der ersten und zweiten Forschungsfrage werden Videoaufnahmen ($N_{\text{Videos}} = 149$; Dauer Videos: $M = 11.1$ min; $SD = 6.3$ min) von Schülerinnen und Schüler aus 49 Klassen der dritten und vierten Jahrgangsstufe ($N_{\text{Schüler}} = 307$) genutzt. Es werden vier der 16 Lernstationen videografiert.

Forschungsfrage 1: Strukturiertheit: Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass die meisten Schülerinnen und Schüler fähig sind, strukturiert an den Lernstationen zu arbeiten (höchst strukturierter Prozess: 15,6 %; weitgehend strukturiert: 44,3 %; mäßig strukturiert: 22,8 %; gering strukturiert: 17,3 %) Hierbei bedeutet ein strukturierter Prozess, dass ein Voranschreiten im Prozess erkennbar ist und die einzelnen aufeinander folgenden Elemente des naturwissenschaftlichen Problemlöseprozesses auch zu dem vorhergehenden Element passend sind (vgl. Heine, Trautmann & Kauertz, 2014).

Forschungsfrage 2: Kognitive Aktiviertheit: Die einzelnen Prozessschritte (Prozesselemente) erfordern von den Lernenden eine unterschiedliche kognitive Aktivität. Die Ergebnisse zeigen, dass die Mehrheit der Schülerinnen und Schüler sich intensiv kognitiv mit dem Problemlösen und Experimentieren beschäftigt (55,7 %). Dabei zeigt sich, dass die typischen Elemente des Problemlösens (Hypothese bilden, Variablen ändern, Daten erheben, Schlussfolgern) zu beobachten sind. Bei etwa 33,6 % der Prozesse wird keine Schlussfolgerung gezogen oder sogar keine systematische Variation von Variablen vorgenommen (10,7 %), so dass von einer eher geringen kognitiven Aktiviertheit ausgegangen werden kann (Trautmann, Heine & Kauertz, in diesem Band).

Obwohl sich daher insgesamt die Prädiktoren Strukturiertheit und kognitive Aktiviertheit der Lernenden im Lernarrangement sicherstellen lassen, gibt es deutliche Unterschiede zwischen den Lernstationen. Kindern gelingt ein eher strukturiertes und kognitiv aktiviertes Arbeiten bei der weniger komplexen Lernstation „Zeppelin“. Eher unstrukturiert und weniger kognitiv aktiviert sind Schülerinnen und Schüler an der komplexen Lernstation „Schräger Flügel“. Der dritte Prädiktor „fachliche Adäquatheit“ muss, anders als Strukturiertheit und kognitive

Aktiviertheit, aufgrund der verschiedenen Inhalte für jede Station einzeln operationalisiert werden. Ein naturwissenschaftlicher Problemlöseprozess ist fachlich adäquat, wenn zentrale Begriffe und Zusammenhänge der physikalischen Struktur des Problems im Laufe der Bearbeitung des Problems (ggf. an verschiedenen Stellen des Problemlöseprozesses) in (bezüglich des Vorwissens der Lernenden) angemessener Fachsprache geäußert werden.

Operationalisierung der fachlichen Adäquatheit

Auf dieser Grundlage wird jedes Video als Gesamteinschätzung hinsichtlich der fachlichen Adäquatheit des Problemlöseprozesses eingeschätzt. Da vier unterschiedliche Lernstationen videografiert werden, ist eine lernstationspezifische Betrachtung notwendig. Deshalb wird für jede videografierte Lernstation eine Sachstruktur in Schülersprache mit Hilfe von Transkripten der Kinder erstellt, die in Form einer Kodierer-Map dargestellt wird (Abb. 1).

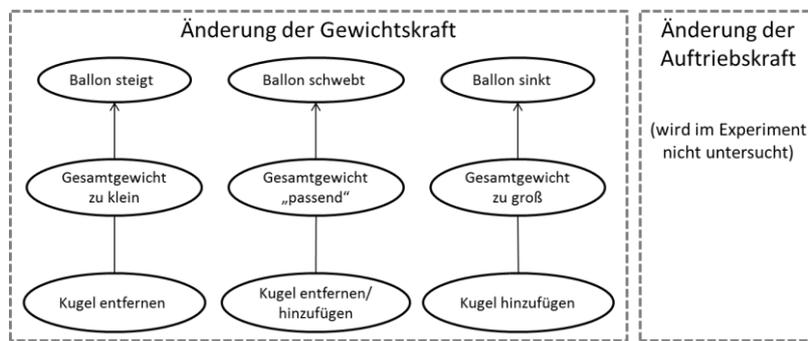


Abb. 1. Kodierer-Map zu der Lernstation „Zeppelin“ (Jacob, 2014).

Für jedes Video wird eine Schüler-Map erstellt, die durch einen Abgleich mit der Kodierer-Map bewertet wird. Hierzu wird das Komplexitätsschema nach Bernholt, Parchmann und Commons (2009) adaptiert, um die Schüleraussagen hinsichtlich der Niveaustufe zu bewerten (siehe Tab. 1).

Tab. 1: Adaptiertes Komplexitätsschema nach Bernholt (2009).

Stufe 1 Unreflektiertes Erfahrungswissen	Stufe 2 Fakten	Stufe 3 Prozessbeschreibungen	Stufe 4 Lineare Kausalität	Stufe 5 Multivariate Interdependenz
keine Eintragung	Ballon sinkt	Ballon sinkt Kugel hinzufügen	Ballon sinkt Gesamtgewicht zu groß Kugel hinzufügen	Ballon sinkt Gesamtgewicht zu groß Kugel hinzufügen Gas einfüllen

Stufe 1: Wissensbestände, die nicht im Unterricht erworben wurden, sondern beispielsweise im Alltag (Bsp.: „Der Ballon ist pink“).

Stufe 2: Nennung von isolierten Begriffen, Fakten und Gesetzmäßigkeiten. Es werden keine Zusammenhänge erläutert, Erklärungen oder Argumentationen formuliert (Bsp.: „Jetzt steigt der Ballon“).

Stufe 3: Beschreibung von Vorgängen, mit zeitlichem Verlauf. „Wenn-dann“ Beziehungen (Bsp.: „Ich habe noch eine Kugel hinzugefügt und der Ballon sinkt“).

Stufe 4: Erfassung und Beschreibung von linearen Ursache-Wirkungs-Zusammenhängen. Begründung des Zusammenhangs ist von zentraler Bedeutung (Bsp.: „Der Ballon wird durch die Kugeln zu schwer, sodass er nicht mehr hochfliegen kann“).

Stufe 5: Begründungen, die über eindimensionale Zusammenhänge hinausgehen. Verschiedene lineare Beziehungen zwischen der Verbindung der Änderung der Gewichtskraft und der Änderung der Auftriebskraft (Bsp.: „Wenn mehr Gas im Ballon ist, brauche ich mehr Gewichte“).

Ergebnisse zu „fachlicher Adäquatheit“

Eine vorläufige Analyse der fachlichen Adäquatheit (fA) bei der Lernstation „Zeppelin“ bei einer kleinen Teilstichprobe ($n_{\text{Schüler}} = 16$) zeigt, dass es vielen Schülerinnen und Schülern gelingt, fachlich adäquat an dieser Lernstation zu arbeiten ($Median_{fA} = 11$; $1 \leq fA \leq 16$). Weitere Analysen zeigen einen deutlichen Zusammenhang zwischen den drei Prädiktoren:

- Strukturiertheit und fachliche Adäquatheit: $\rho = .44$; $p = .091$
- kognitive Aktiviertheit und fachliche Adäquatheit: $\rho = .46$; $p = .073$
- Strukturiertheit und kognitive Aktiviertheit: $\rho = .67$; $p = .005$

Dies gibt einen Hinweis darauf, dass Schülerinnen und Schüler, die strukturiert und kognitiv aktiv arbeiten, auch fachlich adäquat arbeiten. Es deutet sich jedoch an, dass die in dieser Studie gewählten Operationalisierungen die genannten Prädiktoren für Lernerfolg nicht trennscharf beschreiben. Der starke Zusammenhang zwischen Strukturiertheit und kognitiver Adäquatheit ist zum Teil auch durch die Operationalisierung bedingt: Je mehr verschiedene Prozesselemente in einem Prozess vorkommen, desto höher ist die kognitive Aktiviertheit, desto höher ist aber auch die Chance für eine hohe Strukturiertheit.

Ausblick

Dieses Maß zur Messung der fachlichen Adäquatheit wird im nächsten Schritt auf empirische Güte geprüft. Des Weiteren wird die fachliche Adäquatheit auf Zusammenhang mit Personen-Parametern (Vorwissen, Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept) und Merkmale einer Lehrunterstützung (Art und Dauer der Lehrerintervention) untersucht. Gibt es bei diesen Analysen Hinweise auf Zusammenhänge, so wird das Maß der Erhebung der fachlichen Adäquatheit auch auf die anderen Lernstationen angewendet. Perspektivisch soll der Zusammenhang der drei Prozessmaße (Strukturiertheit, kognitive Aktiviertheit und fachliche Adäquatheit) mit Lernzuwachs berechnet werden.

Literatur

- Bernholt, S., Parchmann, I. & Commons, M. L. (2009). Kompetenzmodellierung zwischen Forschung und Unterrichtspraxis. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, 217-243.
- Heine, D., Trautmann, A. & Kauertz, A. (2014). Naturwissenschaftliche Lernprozesse von Grundschulern. In S. Bernholt (Eds.), *Naturwissenschaftliche Bildung zwischen Science- und Fachunterricht*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in München 2013 (S. 267-269). Kiel: Lit Verlag.
- Helmke, A. (2006). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität*. Seelze: Kallmeyer.
- Jacob, J. (2014). *Fachliche Adäquatheit zum Thema „statischer Auftrieb“*. Bachelorarbeit an der Universität Koblenz-Landau.
- Klahr, D. & Dunbar, K. (1988). Dual Space Discovery During Scientific Reasoning. *Cognitive Science*, 12, 1-48.
- Lunetta, V.N. (2003). The School Science Laboratory: Historical Perspectives and Contexts for Contemporary Teaching. In B.J. Fraser & K.G. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education*. Special Paperback Edition (S. 249-262). Dordrecht, Boston, London: Kluwer.
- Oser, F. & Baeriswyl, F. (2001). Choreographies of teachings. Bridging Instruction to Learning. In: V. Richardson (Eds.): *Handbook of Research on Teaching* (4. Auflage) (S. 1031-1065). Washington: American Educational Research Association.