

Experimentieren im Sachunterricht zwischen Wunsch und Wirklichkeit - Eine Längsschnittfallstudie zur Durchführung von Experimenten im Vorbereitungsdienst

Einleitung

Kinder experimentieren gerne und Versuche zu biologischen, physikalischen und chemischen Phänomenen im Sachunterricht erfreuen sich großer Beliebtheit. Mit Experimenten lassen sich die Kinder demgemäß auch gut für naturwissenschaftliche Inhalte motivieren (vgl. Frischknecht-Tobler & Labudde, 2013). Neben der motivationalen Funktion sprechen weitere didaktische und lerntheoretische Argumente für den Einsatz von Experimenten im Sachunterricht: Kinder lernen dabei u.a. Anleitungen zu lesen, gezielt Materialien auszuwählen, Vermutungen zu äußern, genau zu beobachten und zu dokumentieren.

Nach dem Lehrplan für den Sachunterricht für Nordrhein-Westfalen ist die Durchführung von Versuchen auch ausdrücklich gefordert (Ministerium für Schule und Bildung, 2021), doch faktisch wird im Sachunterricht kaum experimentiert: „... elementary teachers tend to avoid science ...“ (Appleton 2007, S. 496). Zudem werden im Sachunterricht eher biologische als physikalische oder chemische Themen behandelt (Möller, 2004) und wenn experimentiert wird, so häufig mit detaillierten Anleitungen als „step by step instructions“ (Harlen, 1997). Freiere Experimentierangebote, die statt angeleitetem Handeln auch eigenständiges Planen, Durchführen und Reflektieren fördern und fördern, also im Sinne eines „hands-on as well as minds-on“ (Reiss et al., 2016) vorgehen, finden im tatsächlichen Unterrichtsgeschehen kaum statt.

Die Ursachen für die Unterrepräsentanz naturwissenschaftlich orientierten Experimentierens im Sachunterricht liegen laut Forschungslage in negativen eigenen Lernbiographien in der naturwissenschaftlichen Domäne (außer Biologie), dem Fehlen von Interesse und Motivation an naturwissenschaftlichen Sachinhalten, einem geringen Fähigkeitsselbstkonzept (academic self-concept) und schwacher Selbstwirksamkeitserwartung (self-efficacy) in der naturwissenschaftlichen Domäne, mangelndem Professionswissen bei Fachwissen und fachdidaktischem Wissen zum Einsatz von Experimenten im Sachunterricht, wie auch im „fach“-fremden Unterrichten im Sachunterricht (Möller, 2004; Schmidt, 2015).

Forschungsfrage und Forschungsdesign

Aus dem dargestellten Zusammenhang und der Zielstellung, zukünftige Lehrpersonen für den Sachunterricht eher in die Lage zu versetzen möglichst eigenständiges Experimentieren in ihren Unterricht zu integrieren, wurde folgende Forschungsfrage entwickelt (Gaffron, 2023): *Kann eine Intervention zum Experimentieren im Sachunterricht am Beispiel Sprudelgas das Interesse, das Fähigkeitsselbstkonzept, die Selbstwirksamkeit und das Professionswissen von Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärtern im Vorbereitungsdienst langfristig stärken?* Zur Klärung der vermuteten Implikationen wurde eine Intervention zum Thema „Experimentieren mit Sprudelgas“ mit Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärtern im Vorbereitungsdienst in Nordrhein-Westfalen geplant und durchgeführt. Deren Wirksamkeit wurde in einer explorativen Studie mit einem Mixed-Methods-Ansatz untersucht. Dazu wurden zunächst die Merkmale Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept, Selbstwirksamkeit und

Professionswissen mit geschlossenen Fragebögen in einem Pre-Post-Design erhoben, der neben der quantitativen Auswertung über die Treatment-Gruppe auch Einzelfallbetrachtungen ermöglichte (Gaffron & Gröger, 2022). Mit einer Follow-up-Befragung und Interviews mit ausgewählten Teilnehmenden nach zwei Jahren sollten zudem Langzeiteffekte erhoben und auch bezogen auf den Einzelfall Potenziale und Grenzen der Intervention identifiziert werden. Die anschließenden fakultativen qualitativen Interviews sollten im Rahmen der Kontextanalyse weiteren Aufschluss über die langfristige Entwicklung der Parameter Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept, Selbstwirksamkeit und Professionswissen bezüglich des Experimentierens sowie generell des Potenzials der Intervention liefern.

Intervention

Hauptziele der Intervention waren, die experimentellen Fähigkeiten (möglichst langfristig) zu stärken und erweitern, die Methoden des Experimentierens im Sachunterricht zu vermitteln und zu reflektieren, das Experimentieren als Motor für Motivation und Interesse von Schülerinnen und Schülern erlebbar zu machen, das Zusammenspiel von Theorie und Empirie beispielhaft zu verdeutlichen und nicht zuletzt die Lehramtsanwärterinnen und Lehramtsanwärter beim eigenen Experimentieren Lernprozesse der Kinder selbst „erleben“ zu lassen.

Es wurden drei Veranstaltungstermine (je zwei Zeitstunden) nach dem *cognitive apprenticeship*-Ansatz (vgl. Collins, Brown & Newman, 1989) geplant und strukturiert. Dabei wurde den Teilnehmenden neben der vertieften fachdidaktischen Reflexion auch die Möglichkeit gegeben, die Rolle von Kindern beim Experimentieren einzunehmen und so in Form dieses pädagogischen Doppeldeckers (vgl. Widulle, 2009) die Perspektiven zu wechseln und ihr Reflexionsvermögen zu stärken.

Inhaltlich ging es bei der Intervention zum Kontext „Sprudelgas“ also um Phänomene bezüglich der Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser, die anhand der experimentellen Lernaufgabe: „Was sprudelt in der Brause?“ bearbeitet wurden. Konkret wurden dazu elf verschiedene Versuchsanleitungen in kindgerechter Sprache für den Einsatz im Sachunterricht der Grundschule inklusive Versuchsanleitungen für die Hand der Lehrkraft konzipiert, wozu bereits bekannte Versuche neu zusammengestellt, überarbeitet und mit Fotos und Texten als Arbeitsmaterial gestaltet wurden (Gaffron, 2023; Gaffron & Gröger, 2020).

Ergebnisse der Fragebogenstudie

Bei der quantitativen Auswertung der Fragebögen bezüglich der Parameter Interesse, Fähigkeitsselbstkonzept, Selbstwirksamkeit und Professionswissen zeigen sich bei fünf Skalen zum Professionswissen und Interesse kaum Effekte. Bei den vier Skalen „Interesse beim Experimentieren“, „Persönliche Herausforderung beim Experimentieren“, „Selbstwirksamkeit bzgl. des Unterrichtens“ und „Selbstwirksamkeit beim Experimentieren“ finden sich signifikante stark positive Effekte (Gaffron & Gröger, 2022). Demnach ergibt sich, dass die Intervention zumindest kurzfristig die Bereiche situationales Interesse beim Experimentieren, Selbstwirksamkeit bezüglich des selbstständigen Experimentierens, sowie bezüglich Planung und Durchführung von Experimentalunterricht sowie das experimentbezogene Fähigkeitsselbstkonzept stärken kann.

Eine weitere Auswertung nach Fällen belegt Gruppen von „Profiteur/-innen“, „Nicht-Profiteur/-innen“ und „Wider-Erwarten-Typen“. Bei der Follow-Up-Befragung nach zwei Jahren zeigt sich diesbezüglich jedoch eine heterogene Datenlage, aus der keine allgemeinen Trends oder Tendenzen mehr abgelesen werden können. Es zeigen sich zwar Langzeiteffekte,

die jedoch keine Aussage zulassen, um bezogen auf den Einzelfall das Potenzial und die Grenzen der Intervention zu identifizieren.

Ergebnisse der Interviewstudie

Mit der Interviewstudie sollten dann als Kontextanalyse weitere Hinweise zum Potenzial und zu den Grenzen der Intervention gewonnen werden. Für die Interviews wurden drei Kandidaten/-innen ausgewählt, deren Daten aus der Follow-up-Studie besondere Auffälligkeiten aufwiesen.

Diese wurden auf Basis ihrer Angaben in den Fragebögen spezifisch zu den benannten Merkmalen befragt. Die Auswertung wurde als strukturierende qualitative Inhaltsanalyse (vgl. Kuckartz & Rädiker, 2022) mit Unterstützung durch die Computersoftware MAXQDA durchgeführt und es wurde deduktiv-induktiv ein Kategoriensystem entwickelt, das beispielhaft bezüglich der Dimension Selbstwirksamkeit als Screenshot aus MAXQDA in Abb. 1 dargestellt ist.

Codesystem	audio_only_1...	audio_only_2...	audio_only_3...
▼ Selbstwirksamkeit (self-efficacy)			
▼ Stärkende Faktoren für Selbstwirksamkeit			
Routine/Erfahrung	5		2
Erfolgsenergebnisse	3	1	6
Arbeit im Team/Überzeugung durch andere	1	4	2
Kollektive Selbstwirksamkeit/stellvertretende Erfahrung	3	2	
Lernerfahrungen im Fachseminar Sachunterricht	6	1	3
Experimentieren nach Anleitung		2	1
Unterrichten ohne Fremdbeobachtung	1		5
Identifikation mit Schule/Schulentwicklung	2		
Fortbildung	4	1	1
▼ Hemmende Faktoren für Selbstwirksamkeit			
alleine planen/machen		6	2
fehlende Erfolgsenergebnisse und Routine		6	2
Gefühl von Überforderung		6	2
Druck im Vorbereitungsdienst			6
Σ SUMME	25	29	32

Abbildung 1: Screenshot aus MAXQDA zu Haupt- und Subkategorien zur Selbstwirksamkeit

Die Auswertung ergibt insgesamt, dass Interesse und die Selbstwirksamkeit demnach (mittelbar) moderierende Variablen sind. Das Fähigkeitsselbstkonzept ist eine deutlich moderierende Variable: Trotz großem Interesse, eher positiver Selbstwirksamkeit und vorhandenem Professionswissen wird Experimentalunterricht zwar als wünschenswert empfunden, aber selten praktiziert, wenn das Fähigkeitsselbstkonzept schwach ausgeprägt ist. Passung von positiver naturwissenschaftlicher Bildungsbiografie, hohem Interesse und vorgefundenem MINT-Schulprofil mit starker kollektiver Selbstwirksamkeit begünstigen einen Experimentalunterricht. Trotz Interesse und Professionswissen wird Experimentalunterricht zwar als wünschenswert gesehen, aber vermieden, wenn kollegiale Unterstützung fehlt und die Schulrealität als belastend angesehen wird. Eigenverantwortlicher Unterricht ohne Ausbildungsdruck, Erfahrungen, Routine und Erfolgsenergebnisse im Schulalltag steigern die Selbstwirksamkeit.

Literatur

- Appleton, K. (2007). The Elementary Science Teacher. In: S. K. Abell & N. G. Lederman (Hrsg.). Handbook of research on science education. Mahwah, N. J: Lawrence Erlbaum Associates, S. 496-499
- Collins, A.; Brown, J. S. & Newman, S. E. (1989). Cognitive apprenticeship. Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In: L. B. Resnick (Hrsg.). Knowing, learning, and instruction. Hillsdale, NJ: Erlbaum, S. 453-494
- Frischknecht-Tobler, U. & Labudde, P. (2013). Beobachten und Experimentieren. In: P. Labudde (Hrsg.). Fachdidaktik Naturwissenschaft. 1.-9. Schuljahr. 2., korrigierte Aufl. Bern: Haupt, S. 133-148
- Gaffron, J. (2023). Experimentieren im Sachunterricht zwischen Wunsch und Wirklichkeit. Eine Längsschnittfallstudie zur Durchführung von Experimenten im Sachunterricht. Dissertation, Universität Siegen
- Gaffron, J. & Gröger, M. (2020). Children like to experiment, many teachers apparently do not. In: Gröger, M., Prust, C. & Flügel, A. (Hrsg.): Cultural Appropriation of Spaces and Things, Siegen: Universi-Verlag, S. 87-97. Verfügbar über: https://dspace.ub.uni-siegen.de/bitstream/ubsi/1711/3/Cultural_appropriation.pdf [Zugriff: 4.10.2024]
- Gaffron, J. & Gröger, M. (2022). Kinder experimentieren gerne, viele Lehrkräfte aber offenbar nicht. Eine Fallstudie zur Durchführung von Experimenten im Sachunterricht. In: Habig, S. (Hrsg.): Unsicherheit als Element von naturwissenschaftsbezogenen Bildungsprozessen, Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Universität Duisburg-Essen, S. 584-587
- Harlen, W. (1997). Primary Teachers' Understanding in Science and its Impact in the Classroom. Research in Science Education 27(3), S. 323-337
- Kuckartz, U. & Rädiker, S. (2022). Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung. 5. Auflage. Weinheim, Basel: Beltz Juventa
- Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2021). Lehrplan für die Primarstufe in Nordrhein-Westfalen. Fach Sachunterricht. Verfügbar über: https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplan/292/ps_lp_su_einzeldatei_2021_08_02.pdf [Zugriff: 4.10.2024]
- Möller, K. (2004). Naturwissenschaftliches Lernen in der Grundschule. Welche Kompetenzen brauchen Grundschullehrkräfte? In: H. Merckens (Hrsg.). Lehrerbildung: IGLU und die Folgen. Wiesbaden: Springer, S. 65-84
- Reiss, K.; Sälzer, Ch.; Schiepe-Tiska, A.; Klieme, E. & Köller, O. (2016) (Hrsg.). PISA 2015. Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation. Münster: Waxman
- Schmidt, M. (2015). Professionswissen von Sachunterrichtslehrkräften. Zusammenhangsanalyse zur Wirkung von Ausbildungshintergrund und Unterrichtserfahrung auf das fachspezifische Professionswissen im Unterrichtsinhalt „Verbrennung“. Berlin: Logos
- Widulle, W. (2009). Handlungsorientiert Lernen im Studium. Arbeitsbuch für soziale und pädagogische Berufe. Wiesbaden: VS Verlag