

Experimentiermaterialien und ihr Einfluss auf die Wahrnehmung einer Lernumgebung

Dem Experiment als zentrale Methode naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung wird auf Länder-, Schul- und Unterrichtsebene unbestritten ein hoher Stellenwert zugesprochen. Studien zeigen jedoch, dass die praktische Umsetzbarkeit im regulären Schulalltag häufig nur eingeschränkt möglich ist. Gründe hierfür liegen u.a. in nur ausreichend bis mangelhaft ausgestatteten Chemiesammlungen bei gleichzeitig hohen SchulerInnen-Zahlen und hohem zeitlichen Aufwand (Barth, 2005; Schaffer & Pfeifer, 2011). Um diesen Hürden entgegenzuwirken, entstehen in der naturwissenschaftsdidaktischen Praxis vermehrt sogenannte *Low-Cost*-Experimentiervorschlage. Durch den Rückgriff auf medizintechnische Materialien oder ('recycelte') Alltagsmaterialien bieten diese eine im Vergleich zu klassischem Labormaterial v.a. kostengünstigere Möglichkeit zur Realisierung experimentellen Chemieunterrichts. Exemplarisch zu nennen ist dabei das Experimentieren mit Kunststoffspritzen, Kanülen, Luer-Lock Verbindern o.a. (Obendrauf, 1996) sowie der Einsatz von Mikrobrennern, Tetra-Pak[®]-Kartons, Teelichthullen oder Blisterpackungen statt Reagenz- oder Bechergläsern (z.B. Schwarz & Lutz, 2004). Potentiale und Grenzen solch alternativer Experimentiermaterialien im Vergleich zu klassischem Labormaterial sind aus fachdidaktischer Perspektive bisher nicht untersucht worden. Aus diesem Grund wurde im Rahmen einer experimentellen Studie mit $N = 237$ SchulerInnen der Einfluss des Experimentiermaterials auf theoretische Anforderungen an eine sowohl praktisch als auch motivational gelungene Experimentierumgebung untersucht.

Theoretischer Hintergrund

In einem ersten Schritt wurden Evaluationskriterien festgelegt, anhand derer der Einfluss des Experimentiermaterials sinnvoll untersucht werden kann. Aus der Theorie wurden dazu diejenigen Anforderungen an ein gelungenes Schulexperiment herausgearbeitet, zu denen ein Zusammenhang zum konkreten Experimentiermaterial vermutet werden kann. Neben organisatorischen und experimentellen Aspekten fallen darunter vor allem fachdidaktische Anforderungen. So tragen auch die von Deci und Ryan (1985) formulierten Teildimensionen der Genese intrinsischer Motivation – das Erleben von Interesse/ Vergnügen, Autonomie und eigener Kompetenz, das Gefühl sozialer Eingebundenheit, ein angemessener Herausforderungsgrad sowie die empfundene Anspannung – zur fachdidaktischen Qualität der Experimentiersituation bei (z.B. Schulz, 2011; Bader & Luhken, 2018). Im Sinne des Tagungsthemas fokussiert dieser Beitrag auf einen Vergleich des Kompetenzerlebens von SchulerInnen im Rahmen einer *Low-Cost*- bzw. klassischen Experimentierumgebung. *Kompetenzerleben* ist dabei definiert als das persönliche Empfinden der SchulerInnen sich selbst als im Stande zu sehen, die ihnen vorgegebene Aufgabe, hier das Experiment, eigenständig, effektiv und erwartungsgemäß bewältigen zu können.

Forschungsfrage und Hypothese

Die Studie untersucht folgende, übergeordnete Forschungsfrage:

Forschungsfrage: Wie nehmen Schülerinnen und Schüler eine *Low-Cost*- und eine klassische Experimentierumgebung in Bezug auf motivationale Anforderungen an eine gelungene Experimentierumgebung wahr?

Durch eine vorab durchgeführte Interviewstudie unter $N = 14$ Lehrkräften konnte in Bezug auf das empfundene Kompetenzerleben der SchülerInnen bereits eine Wirkhypothese abgeleitet werden, die in dieser sich anschließenden Untersuchung der SchülerInnen-Perspektive quantitativ überprüft wurde:

Hypothese: Das empfundene Kompetenzerleben der SchülerInnen ist in einer Low-Cost-Experimentierumgebung höher als in einer klassischen Experimentierumgebung.

Als Begründung nennen die befragten Lehrkräfte das als geringer eingestufte Gefahrenpotential von Low-Cost-Experimenten. So werde oftmals mit reduzierten Chemikalienmengen gearbeitet; außerdem sei im Vergleich zu vielen klassischen Labormaterialien das Risiko von Glasbruch deutlich geringer, was das Zutrauen der SchülerInnen in die eigene Kompetenz steigern könne.

Design und Methode

Die experimentelle Felduntersuchung wurde im Rahmen des Chemieunterrichts und eingebettet in den regulären Unterrichtsgang durchgeführt. Insgesamt 14 teilnehmende Schulklassen unterschiedlicher Jahrgangsstufen verteilen sich dabei gleichmäßig auf 5 verschiedene Experimente, um die Generalisierbarkeit der Ergebnisse zu erhöhen. Das Design der Untersuchung sowie die gewählten Methoden sind in Abb. 1 schematisch dargestellt:

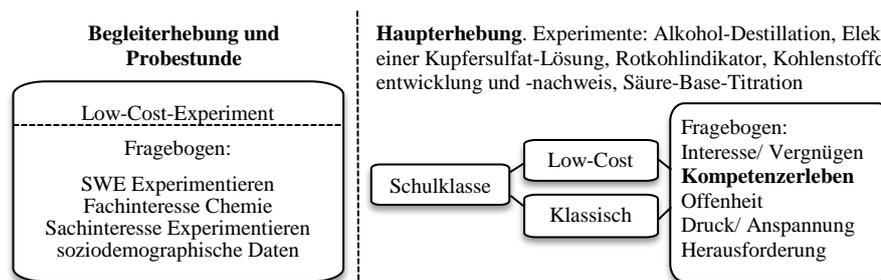


Abb. 1 Design und Methode zur Evaluation der SchülerInnen-Perspektive

Die Unterrichtsstunde unmittelbar vor der Haupterhebung wurde als Probestunde gestaltet, in der alle SchülerInnen zum Kennenlernen der Materialien ein Low-Cost-Experiment durchgeführt haben; es wurde sichergestellt, dass die jeweils klassischen Materialien aus dem bisherigen Unterricht bekannt sind. Mit Hilfe bereits vielfach verwendeter Skalen wurden außerdem Persönlichkeitsmerkmale der SchülerInnen als Kontrollvariablen erhoben, die nachweislich einen Einfluss auf die Wahrnehmung von Unterrichtsqualität haben (z.B. Helmke, 2009); darunter neben soziodemographischen Daten das Interesse am Fach Chemie und am Experimentieren sowie die Selbstwirksamkeitserwartungen (SWE) der SchülerInnen in Bezug auf das Experimentieren (Skalen von: Engeln, 2004; Fechner, 2009; Klos, 2008; Schroedter & Körner, 2012). Für die Haupterhebung wurden die SchülerInnen einer Klasse randomisiert einer Experimentierumgebung zugeteilt, um anschließend das jeweilige Experiment mit Low-Cost- bzw. klassischen Experimentiermaterialien durchzuführen. Bei den für diese Studie evaluierten Experimenten handelt es sich um curricular relevante Experimente, die im Rahmen einer durchschnittlich ausgestatteten Chemiesammlung in beiden Materialvarianten als SchülerInnen-Experiment zu realisieren sind. Die Versuchsanleitungen wurden in beiden Materialvarianten, mit Ausnahme der Skizze und Materialbezeichnungen, identisch gehalten; Kleingruppen à 2-3 Personen erhöhen außerdem die Wahrscheinlichkeit, dass jede Schülerin/ jeder Schüler aktiv experimentiert. Direkt im

Anschluss an die Durchführung des Experiments wurde von allen SchülerInnen ein bereits erprobter Kurzfragebogen ausgefüllt, der u.a. ihr Kompetenzerleben in der Experimentiersituation erhebt (Wilde et al., 2009).

Stichprobe

Die Stichprobe setzt sich aus $N = 237$ SchülerInnen hessischer und rheinlandpfälzischer Gymnasien oder Gesamtschulen zusammen, die sich entsprechend Tab. 1 auf die 5 evaluierten Experimente verteilen. Bezüglich der Persönlichkeitsmerkmale der SchülerInnen ist ein im Mittel eher hohes Fachinteresse an Chemie sowie Sachinteresse am Experimentieren zu erkennen; auch die Selbstwirksamkeitserwartungen bezüglich ihrer experimentellen Fähigkeiten stufen die befragten SchülerInnen als eher hoch ein. Die Leistungen im Fach Chemie sind insgesamt befriedigend bis gut:

	N_{gesamt}	Geschlecht		Alter	Chemie- note	Interesse Chemie*	Interesse Exp.*	SWE Exp.*
		m	w					
Cronbachs α						.77	.69	.87
E1: Destillation	45	22	23	12.7	2.4	3.85	3.75	3.90
E2: Elektrolyse	47	25	22	15.7	2.8	3.72	3.76	3.94
E3: Indikator	56	36	20	14.0	2.0	4.25	3.76	4.01
E4: Gasentw.	42	18	24	13.5	1.9	4.17	3.77	3.87
E5: Titration	47	29	18	15.7	2.8	3.56	3.63	4.05
gesamt	237	130	107	14.3	2.4	3.93	3.74	3.96

Tab.1 Stichprobenbeschreibung. *Für E1-E5 sind Mittelwerte einer 5pt.-Likert-Skala (1-5) angegeben

Ergebnisse

Zur Prüfung der Reliabilität der verwendeten Skalen wurde Cronbachs α berechnet. Mit Ausnahme des Interesses am Experimentieren liegen alle Werte über dem von Schmitt (1996) geforderten Schwellenwert von 0.7 ($\alpha_{\text{Kompetenzerleben}} = .83$). Von den insgesamt $N = 237$ SchülerInnen haben $N = 117$ mit Low-Cost-Materialien und $N = 120$ mit klassischem Labormaterial gearbeitet. Das Ergebnis der Varianzanalyse zeigt auf einem Signifikanzniveau von 10 %, dass Low-Cost-Experimente bei SchülerInnen ein höheres Kompetenzerleben bewirken als Experimente mit klassischem Labormaterial ($M_{\text{Low-Cost}} = 4.40$ und $M_{\text{klassisch}} = 4.25$; $F_{1,227} = 3.53$, $p = .06$). Gleichzeitig konnte jedoch ein Interaktionseffekt mit dem konkret durchgeführten Experiment festgestellt werden ($F_{4,227} = 2.40$, $p = .05$). Auch wenn die Stichprobe auf Experimentebene deutlich kleiner ist, fällt auf, dass lediglich die Experimente 1-3, realisiert mit ('recyceltem') Alltagsmaterial, ein signifikant höheres Kompetenzerleben bewirken ($p_{E1} = .04$; $p_{E2} = .02$; $p_{E3} = .04$). Die Experimente 4 und 5, realisiert mit der Spritzentechnik, zeigen diesen Effekt nicht ($p_{E4} = .65$; $p_{E5} = .41$). Die Eingangshypothese kann für die hier vorliegende Stichprobe und die hier betrachteten Experimente und Materialien folglich nur teilweise bestätigt werden.

Ausblick

Die Ergebnisse zeigen, dass der Einsatz von Low-Cost-Materialien auch über den Kostenvorteil hinaus positive fachdidaktische Auswirkungen auf den experimentellen Chemieunterricht haben kann. Neben dem Kompetenzerleben sind jedoch zahlreiche weitere Anforderungen an eine gelungene Experimentierumgebung zu berücksichtigen, darunter beispielsweise Aspekte der Arbeitssicherheit oder Beobachtbarkeit des Experiments. Anschließende Arbeiten werden daher ganzheitlich den Einfluss des Experimentiermaterials auf die Qualität von Schulexperimenten untersuchen. Dabei weist der beobachtete Interaktionseffekt darauf hin, dass zukünftig eine differenzierte Betrachtung von Low-Cost-Experimenten mit ('recyceltem') Alltagsmaterial und auf der Spritzentechnik basierenden Experimenten sinnvoll ist.

Literatur

- Bader, H. J. & Lühken, A. (2018). Anforderungen an ein Schulexperiment. In K. Sommer, J. Wambach-Laicher & P. Pfeifer (Eds.), *Konkrete Fachdidaktik Chemie*. Seelze: Aulis, 464-467.
- Barth, U. (2005). *Chemischer Experimentalunterricht in der Fächergruppe Physik/ Chemie/ Biologie. Entwicklung, Umsetzung und Evaluation eines Fortbildungskonzeptes für Lehrkräfte an der bayerischen Hauptschule*. Dissertation, Friedrich-Alexander-Universität. Erlangen-Nürnberg.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior*. New York: Springer.
- Engeln, K. (2004). Schülerlabors: authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken. In H. Niedderer, H. Fischler & E. Sumfleth (Eds.), *Studien zum Physik- und Chemielernen*. Berlin: Logos, Bd. 36.
- Fechner, S. (2009). Effects on Context-Oriented Learning on Student Interest and Achievement in Chemistry Education. In H. Niedderer, H. Fischler & E. Sumfleth (Eds.), *Studien zum Physik- und Chemielernen*. Berlin: Logos, Bd. 95.
- Helmke, A. (2009). Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität – Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts. Seelze-Velbert: Kallmeyer/ Klett.
- Klos, S. (2008). Kompetenzförderung im naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht – Der Einfluss eines integrierten Unterrichtskonzepts. In H. Niedderer, H. Fischler & E. Sumfleth (Eds.), *Studien zum Physik- und Chemielernen*. Berlin: Logos, Bd. 89.
- Obendrauf, V. (1996). Experimente mit Gasen im Minimaßstab. *Chemie in unserer Zeit*, 3, 118-125.
- Schaffer, S. & Pfeifer, P. (2011). Ziele von Schülerexperimenten. Von einer Ist-Standanalyse zur Unterrichtsentwicklung. *Unterricht Chemie*, 22 (126), 10-13.
- Schmitt, N. (1996). Uses and abuses of coefficient alpha. *Psychological Assessment* 8 (4), 350-353.
- Schroedter, S. & Körner, H.-D. (2012). Developing a Questionnaire to Measure Student's Self-Efficacy in Conducting Science Experiments. Pittsburgh: Conference of the International Society of Psychology of Science and Technology.
- Schulz, A. (2011). Experimentierspezifische Qualitätsmerkmale im Chemieunterricht. Eine Videostudie. In H. Niedderer, H. Fischler & E. Sumfleth (Eds.), *Studien zum Physik- und Chemielernen*. Berlin: Logos, Bd. 113.
- Schwarz, P. & Lutz, B. (2004). Kreativer Chemieunterricht. Mikrochemische Experimente in der Schule. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 15 (81), 4-9.
- Wilde, M.; Batz, K.; Kovaleva, A. & Urhahne, D. (2009). Überprüfung einer Kurzsкала intrinsischer Motivation (KIM). *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 15, 31-45.