

Sandra Puddu<sup>1</sup>  
 Brigitte Koliander<sup>2</sup>  
 Jure Purgaj<sup>3</sup>  
 Philipp Spitzer<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universität Wien, PH Wien  
<sup>2</sup>PH Niederösterreich  
<sup>3</sup>PH Wien  
<sup>4</sup>Universität Wien

## **Forschendes Lernen – inklusiv und digital unterstützen**

### **Einleitung**

Forschendes Lernen wird als wichtiger Teil der Laborpraxis gesehen, die Implementierung in der Schule ist nicht einfach (Blanchard et al., 2010). Obwohl nationale Bildungsstandards und auch Lehrpläne die Umsetzung von Forschendem Lernen im Unterricht fordern, wird es kaum umgesetzt. In Österreich etwa setzen nur 25% der Lehrpersonen Forschendes Lernen in ihrem Unterricht ein (Hofer, Lembens & Abels, 2016). Unter den Gründen, warum Forschendes Lernen im Unterricht kaum umgesetzt wird, sind die hohen Anforderungen an die Lernenden und an die Lehrpersonen zu finden. Zwei Umsetzungsschwierigkeiten, die aus der Literatur bekannt sind, sind das Fehlen der Lernbegleitung (vgl. Blanchard et al., 2010; Kirschner, Sweller & Clark, 2006; Mostafa, 2018) und fehlendes Wissen über Forschung und Erkenntnisgewinnung (vgl. Blanchard et al., 2010; Lustick, 2009).

### **Das Projekt INQUIRYsteps**

Das Projekt INQUIRYsteps zielt darauf ab, die Schwierigkeiten und Hürden zu verringern, die einer Einführung von Forschendem Lernen im Wege stehen. Zu diesem Zweck wird eine digitale Lernbegleitung entwickelt, welche sowohl Lernende als auch Lehrende unterstützt. Individuelle Lernbegleitung unter Berücksichtigung der Diversität der Lerngruppen ist eine große Herausforderung. Dieses Projekt entwickelt als Hilfestellung für den Unterricht in Klassen mit hoher Diversität eine individuelle, problemspezifische Lernbegleitung durch eine Website. Zusätzlich zu den aufgabenspezifischen Informationen werden Informationen über Forschung bereitgestellt. Hypermedia bietet hier vielfältige Zugänge zu Information (Arnold, Kilian, Thillosen & Zimmer, 2018). Das Zusammenspiel von realen, selbst durchgeführten Versuchen unterstützt von digitaler Lernbegleitung mit zusätzlicher Unterstützung durch die Lehrperson zeichnet dieses Projekt aus.

Die Lernbegleitung sollte so angelegt sein, dass die Lernenden innerhalb ihrer Zone der nächsten Entwicklung lernen (Vygotsky, 1978). In Klassen mit hoher Diversität soll das Lernen aller unterstützt werden, deshalb sollte die gesamte Bandbreite der Leistungsfähigkeit aktiv angesprochen werden (Sliwka, 2010).

### **Lernbegleitung und Forschendes Lernen**

In der Lernbegleitung kann macro-scaffolding und micro-scaffolding unterschieden werden (Hammond & Gibbons, 2005). Macro-scaffolding beinhaltet die Lernbegleitung, die im Vorfeld geplant und vorbereitet werden kann, während micro-scaffolding die spontane Lernbegleitung in der Klasse beinhaltet, die nicht vorher geplant werden kann. Das Projekt fokussiert auf das macro-scaffolding, welches die Aufgaben, alle Zusatzinformationen und Hilfen umfasst, welche die Aktivitäten der Lernenden unterstützen sollen. Diese Hilfen können von den Lernenden werden verwendet um Versuche aktiv durchführen. Tabelle 1 zeigt eine Übersicht über die Level des Forschenden Lernens. Um die Lernenden nicht zu überfordern, werden nur Level 1 und Level 2 eingesetzt. Bei Level 1 übernehmen die Lernenden nur die Interpretation der Ergebnisse, bei Level 2 wählen die Lernenden die Methode, mit der sie die Fragestellung bearbeiten wollen und werten anschließend die gewonnenen Ergebnisse aus.

	Source of the Question	Data Collection Methods	Interpretation of Results
Level 0: Verification	Given by teacher	Given by teacher	Given by teacher
Level 1: Structured	Given by teacher	Given by teacher	<b>Open to student</b>
Level 2: Guided	Given by teacher	<b>Open to student</b>	<b>Open to student</b>
Level 3: Open	<b>Open to student</b>	<b>Open to student</b>	<b>Open to student</b>

Tab. 1: Die Level Forschenden Lernens (Blanchard et al., 2010)

Aspekte, die bei einer digitalen Lernbegleitung zusätzlich Beachtung finden müssen, sind die Struktur der Website und das farbliche Design, durch das die Lernenden bei der Navigation unterstützt werden. Bei der Formulierung von Texten gelten für die digitale Version die gleichen Richtlinien, die auch für sprachensible Formulierungen in analogen Versionen gelten. Zusätzlich bietet eine digitale Version z. B. die Möglichkeit, die Schriftgröße zu ändern oder sich den Text vorlesen zu lassen.

### Methode

In einem früheren Projekt wurde eine analoge Einheit zum Thema „chemische Reaktionen“ erstellt und getestet (Holzinger, 2018). Die Aufgaben waren so gestaltet, dass die Lernenden auf Level 1 (Tab. 1) selbständig arbeiten konnten. Als erster Schritt im Projekt INQUIRY steps wurden diese Aufgaben überarbeitet und um eine Aufgabe auf Level 2 erweitert. Diese erweiterte Einheit wurde - noch analog - in Schulklassen der 8. und 9. Schulstufe eingesetzt um Schwierigkeiten zu erkennen und mögliche Unterstützungsmaßnahmen zu erforschen um die in der Einleitung genannten Schwierigkeiten zu überwinden. Folgende Forschungsfrage wurde dafür formuliert: „Welche Art von Unterstützung brauchen die Lernenden um Versuche zum Thema „chemische Reaktionen“ erfolgreich abzuschließen?“

Im nächsten Schritt wurde die Lernbegleitung digitalisiert. Diese digitale Form wurde in einer Schulklasse der 8. Schulstufe eingesetzt. Den zeitlichen Rahmen zeigt Tabelle 2.

	Datum	Aktion	Gesammelte Daten, Art der Analyse
analog	Dezember 2018	Einsatz der analogen Materialien 9. Schulstufe, städtische Handelsakademie	Audioaufnahmen
	Februar 2019	Einsatz der analogen Materialien 8. Schulstufe, städtische Mittelschule	Audioaufnahmen, Laborjournale
	März – Mai 2019	Datenanalyse	deduktive Analyse der Audioaufnahmen und der Laborjournale unter Verwendung der Kategorien zur Lernbegleitung (Puddu, 2017; Puddu & Lembens, 2015), ergänzt durch induktive Kategorien (Temper, 2019)
digital	Mai – Juni 2019	Entwicklung der ersten digitalen Website	
	Juni 2019	Einsatz der Einheit 8. Schulstufe, städtische Mittelschule	Audioaufnahmen, digitale Einträge in die Website

			Analyse mit deduktiven und induktiven Kategorien für Weiterentwicklung der Website
	Juli – Oktober 2019	Weiterentwicklung der Website	

Tab. 2: Ablaufplan des Projekts INQUIRYsteps

### Ergebnisse und Ausblick

Die Ergebnisse der Analyse der Audiodateien und der Laborjournale mittels qualitativer Inhaltsanalyse (Kuckartz, 2014) bildeten eine gute Grundlage für die digitale Umsetzung der Unterrichtsmaterialien. Im Folgenden sollen exemplarisch drei Schwierigkeiten dargestellt werden, die bei der Bearbeitung der Materialien durch die Lernenden auftraten, und es wird beschrieben, wie dies in Folge bei der Erstellung der digitalen Begleitung berücksichtigt wurde.

Die Schülerinnen und Schüler erhielten ein Aufgabenheft und ein Laborjournal. Im Laborjournal sollten sie zu jeder Aufgabe ihre Hypothesen, Beobachtungen, Interpretation etc. niederschreiben. Als Überschriften dienten die Aufgabentitel und verkürzte Hinweise auf die Aufgabenstellung. Die meisten Gruppen verwendeten nun ausschließlich dieses Laborjournal bei der praktischen Durchführung und griffen nicht auf die genauere Anleitung im Aufgabenheft zurück. Dies führte zu einigen Unklarheiten und auch zu falschen Durchführungen der Versuche. In der digitalen Umsetzung wurde dieses Problem durch eine Zusammenführung von Aufgabenstellungen und Laborjournal gelöst. Außerdem wurden die Texte durch Videos ergänzt. Diese Videos, die z.B. die Vorbereitung der Materialien zeigen, stoppen nach einigen Handlungsschritten und können durch die SchülerInnen mittels „Weiter“-Button fortgesetzt werden, sobald diese die gezeigten Schritte nachvollzogen haben. Ein weiteres Problem waren die Bezeichnungen der chemischen Laborgeräte, die den SchülerInnen noch unbekannt waren. Bei den analogen Materialien waren Bildkarten beigefügt, die aber von den SchülerInnen kaum verwendet wurden. Bei der digitalen Umsetzung wurde nun ein Spiel an den Anfang gestellt, bei dem die SchülerInnen die Bilder der Geräte den Namen zuordnen müssen. Erst danach beginnt die erste Aufgabenstellung.

Die dritte Schwierigkeit stellte der Unterschied zwischen Mischen und Reagieren dar. Die Aufgaben waren so gestaltet, dass zuerst das Mischen von Stoffen thematisiert wurde, danach zwei chemische Reaktionen eingeführt wurden und in einem weiteren Schritt Mischen und chemische Reaktion gegenübergestellt und der Unterschied diskutiert wurde. Die Überprüfung im Anschluss an die praktischen Aufgaben zeigte, dass die SchülerInnen die Versuche zum Mischen auch als chemische Reaktionen wahrgenommen hatten. In der digitalen Umsetzung wurden deswegen die Mischversuche herausgenommen und die Kennzeichen einer chemischen Reaktion stärker in den Blick genommen.

Die entstandene digitale Website wurde in einer Klasse eingesetzt und erneut Daten erhoben. Diese erhobenen Daten werden momentan ausgewertet und die Analysen zur Weiterentwicklung verwendet.

**Literatur**

- Arnold, P., Kilian, L., Thilloßen, A. & Zimmer, G. (2018). *Handbuch E-Learning [Handbook E-Learning]*. Bielefeld: Bertelsmann Verlag.
- Blanchard, M. R., Southerland, S. A., Osborne, J. W., Sampson, V. D., Annetta, L. A. & Granger, E. M. (2010). Is Inquiry Possible in Light of Accountability?: A Quantitative Comparison of the Relative Effectiveness of Guided Inquiry and Verification Laboratory Instruction. *Science Education*, 94(4), 577-616.
- Hammond, J. & Gibbons, P. (2005). Putting scaffolding to work: The contribution of scaffolding in articulating ESL education. *Prospect*, 20(1), 6-30.
- Hofer, E., Lembens, A. & Abels, S. (2016). Enquiry-based science education in austrian teacher professional development courses. In I. Eilks & B. Ralle (Eds.), *Science education research and practical work* (pp. 271-277). Aachen, Germany: Shaker.
- Holzinger, E. (2018). *Erstellung und Evaluation einer Lernsachtel zum Thema "Chemische Reaktionen"*. (Diplomarbeit), Universität Wien, Wien.
- Kirschner, P. A., Sweller, J. & Clark, R. E. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75-86.
- Kuckartz, U. (2014). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung*. 2. überarbeitete Auflage: Beltz Juventa.
- Lustick, D. (2009). The Failure of Inquiry: Preparing Science Teachers with an Authentic Investigation. *Journal of Science Teacher Education*, 20(6), 583-604.
- Mostafa, T. (2018). How do science teachers teach science - and does it matter? doi:<https://doi.org/10.1787/f3ac3fd6-en>
- Puddu, S. (2017). *Implementing Inquiry-based Learning in a Diverse Classroom: Investigating Strategies of Scaffolding and Students' Views of Scientific Inquiry* (Vol. 247). Berlin: Logos.
- Puddu, S. & Lembens, A. (2015). Scaffolding bei der Einführung Forschenden Lernens. In S. Bernholt (Ed.), *Heterogenität und Diversität - Vielfalt der Voraussetzungen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. Jahrestagung in Bremen 2014* (pp. 85-87). Kiel: IPN.
- Sliwka, A. (2010). From homogeneity to diversity in German education. In OECD (Ed.), *Educating Teachers for Diversity: Meeting the Challenge* (pp. 205-217): OECD Publishing. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1787/9789264079731-12-en>.
- Temper, L. (2019). *Weiterentwicklung und Evaluation von Materialien zum Thema „Chemische Reaktionen“ im Projekt Inquiry Steps*. (Diplomarbeit), Universität Wien, Wien.
- Vygotsky, L. (1978). Interaction between learning and development. *Mind and Society* (pp. 79-91). Cambridge: Harvard University Press.