

Das Zeichnen als Erkenntnismethode im naturwissenschaftlichen Unterricht

In der Geschichte der Naturwissenschaften spielen Skizzen und Abbildungen eine entscheidende Rolle - sei es, dokumentierend, um Aufbauten oder Anordnungen festzuhalten, kommunizierend, um Prozesse zu beschreiben, Modelle darzustellen oder epistemisch, um sich neue Inhalte zu erschließen. In diesem Projekt soll genauer untersucht werden, wie die Methode des Zeichnens das Lernen und Behalten im naturwissenschaftlichen Unterricht unterstützen kann. Dabei werden neben personenbezogenen Merkmalen der Lernenden, wie ihre Kreativität oder ihre eigene Selbsteinschätzung zum Zeichnen, Untersuchungen zur Lernförderlichkeit von unterschiedlichen Varianten des Zeichnens im Unterrichtskontext durchgeführt. Ziel ist es herauszufinden, inwiefern das Zeichnen eine Unterstützung im Lernprozess darstellen kann. In diesem Beitrag werden erste Tendenzen aus mehreren Pilotstudien mit Lernenden (N=452) vorgestellt.

Motivation

Mit der zunehmenden Digitalisierung hören Lehrkräfte im Unterricht immer öfter die Frage: „Müssen wir das abzeichnen oder können wir einfach ein Foto machen?“. Die Digitalisierung bietet die Möglichkeit Tafelbilder oder Experimentieraufbauten einfach und schnell festzuhalten und beispielsweise in die digitale Mitschrift einzubetten. Aber ist dies überhaupt didaktisch sinnvoll? Und hat dies dieselbe Wirkung in Bezug auf das Lernen und Behalten wie eine eigene Zeichnung, die natürlich zeitaufwändig ist?

Gerade der Physikunterricht kommen unterschiedliche visuelle Repräsentationsformen zur Anwendung, die in den verwendeten Medien z.B. an der Tafel, auf dem Arbeitsblatt oder im Buch genutzt werden. Dabei werden reale Phänomene meist durch Fotos oder Zeichnungen abgebildet (z.B. das Foto eines Regenbogens). Formale, mathematische oder symbolische Zusammenhänge werden in Form von Formeln oder Diagrammen dargestellt. Des Weiteren werden schematische Visualisierungen für die Darstellung von Kräften oder Modellen (z.B. Magnetfeldlinien oder Atommodelle) verwendet. Neben diesen Reinformen finden sich ebenso Mischformen aus mehreren Darstellungsvarianten (z.B. Fotos mit eingezeichneten Kraftpfeilen). Diese Graphiken enthalten dabei ungebundene und ebenso gebundene Anteile, d.h. konventionelle Symbolsprache, beispielsweise Kraftpfeile oder Schaltsymbole.

Theoretischer Hintergrund

Es lassen sich zwei Arten der Verwendung von Abbildungen im Unterricht unterscheiden: die Rezeption und die Produktion. Im Bereich der Rezeption ist u.a. bereits bekannt, dass der Lernerfolg höher ausfallen kann, wenn der Text in angemessener Weise von Grafiken begleitet wird („Multimedia Learning effect“, Mayer, 2014). In diesem Zusammenhang verweist Mayer (2014) mit seinen Überlegungen zu Cognitive Theory oder Multimedia Learning darauf, dass für eine Optimierung des Lernerfolges genaue Prinzipien bei der Abstimmung zwischen Text und Bildmaterial beachtet werden müssen und dass der Lernerfolg nicht bei allen Lernenden gleich ausfällt (Mayer, 2014; Schnotz, 2014). Auch Studien von van Meter (2013 und 2005) unterstützen die Aussage, dass die Verknüpfung von textlichen und nicht-textlichen Inhalten lernförderlich ist und das Verständnis unterstützt. So kann insgesamt ein positiver Einfluss auf den Lernerfolg durch die Rezeption von Visualisierungen im Gegensatz zu reinem Text festgehalten werden. In Eye-Tracking-Studien zeigt sich außerdem eine starke Text oder Bild Fokussierung und eine geringe spontane Integration dieser verbalen und figuralen

Darstellungsformen (Renkl & Scheiter, 2017; Schnotz & Wagner, 2018). Zudem kann das Vorhandensein und Betrachten von Abbildungen zur Illusion führen, den Inhalt verstanden zu haben und so beim Lernenden die metakognitive Beurteilung des Lernens behindern (Peeck, 1993; Wiley, 2019). Das bloße Verwenden von Abbildungen ist somit nicht unmittelbar lernförderlich, sondern bedarf stets einer Beachtung von Gestaltungsprinzipien und dem Wissensstand der Lernenden.

Im Vergleich zur Rezeption sind Lernende bei der Produktion eigener Visualisierungen aus Texten deutlich intensiver gefordert. Das Anfertigen von Zeichnungen ist oftmals kognitiv anspruchsvoll und zeitaufwändig (Hellenbrand et al., 2019; Leutner et al., 2009). Neben dem Lesen des Textes müssen Vorwissen aktiviert und die Inhalte in eine graphische Form übersetzt werden, um so durch eine aktive multimodale Verarbeitung ein tieferes Verständnis und den Wissenstransfer zu fördern (Leutner & Schmeck, 2014; Stern et al., 2003; Zhang & Fiorella, 2019). Gerade bei Lernanfänger besteht daher die Gefahr der Überforderung durch diese Fülle an kognitiven Aktivitäten (Seufert, 2003, 2019; Skuballa et al., 2018).

Zugleich kann der Zeichenprozess den Lernenden, Hinweise auf Konflikte oder Ungenauigkeiten zu vorhandenen mentalen Modellen oder sich gerade entwickelnden gedanklichen Konstrukten geben (van Meter, 2001). Auch kann die Lehrkraft aus Zeichnungen der Lernenden Erkenntnisse über deren Wissensstand ziehen. Zhang und Fiorella (2021) verweisen darauf, dass die Zeichenqualität eine direkte Auswirkung auf die Genauigkeit der mentalen Modelle haben, die die Lernenden während des Verstehensprozesses entwickeln (Zhang & Fiorella, 2021). Die Zeichenqualität ist dabei häufig ohne eine adäquate didaktische Unterstützung gering, was wiederum zu ungenauen mentalen Modellen führen kann (Fiorella & Zhang, 2018; Peeck, 1993; Zhang & Fiorella, 2019, 2021).

Somit lässt sich festhalten, dass beim Lernen mit Zeichnungen Vor- und Nachteile auftreten können. Es zeigt sich das Potential mithilfe von Zeichnungen die Bildung mentaler Modelle der Lernenden zu unterstützen. Dies wird in den im Folgenden beschriebenen Pilotstudien genauer untersucht.

Forschungsfragen

Im Fokus der Studie stehen lern- und personenbezogene Voraussetzungen der Lernenden, und ihre möglichen Zusammenhänge zur Lernwirksamkeit des Zeichnens als Lern- und Behaltensmethode. Auf dieser Grundlage werden Textbearbeitungsmethoden mit unterschiedlichen zeichenbezogenen Anteilen miteinander verglichen und dabei im Besonderen die Lernförderlichkeit dieser in Bezug zu den erhobenen (personenbezogenen) Voraussetzungen gesetzt. Insgesamt lassen sich die folgenden Forschungsfragen ableiten:

1. Welche Einstellungen, Interessen und Kompetenzen u.a. in Bezug auf das Zeichnen bringen Lernende im Unterrichtskontext mit?
2. Lassen sich auf Basis der personenbezogene Merkmale insbesondere zum Zeichnen unterschiedliche Gruppen / Profile von Lernenden erkennen?
3. Sind Zusammenhänge zwischen diesen Profilen, dem Vorwissen der Lernenden und der Lernförderlichkeit der Methode des Zeichnens zu erkennen?

Auswahl der Erhebungsinstrumente

Mit Blick auf die Forschungsfrage 1 wurden unterschiedliche Skalen für die Erhebung der Voraussetzungen, die die Lernenden mitbringen, ausgewählt: Neben den demographischen Daten (Alter, Geschlecht, Schulform und Klasse) wurde die Selbstwirksamkeitserwartung zur Kreativität mithilfe der „Short Scale of Creative Self“ (Karwowski, 2012) erhoben. Um den Fokus mehr auf das Zeichnen zu legen wurde ein Testinstrument zur „Selbstwirksamkeitserwartung zum Zeichnen“ („SWEZ“, Eigenentwicklung) entwickelt. Die „SWEZ“ befasst sich im Besonderen damit, welche Rolle das Zeichnen für den Probanden spielt (Motivation), in

welchen Situationen das Zeichnen genutzt wird (Anwendung) und welcher Fokus auf das Aussehen und den Detailgrad der Zeichnungen gelegt wird (Optimierung). Des Weiteren wurde das Interesse an elf Schulfächer mit einer Likert-4 Skala abgefragt und das generelle Interesse hinsichtlich der Verwendung von Zeichnungen im Unterricht. Zusätzlich wurde der Brain Type (Welberg et al., 2023) erhoben, der zwischen systematisierende und empathisierende Denkweisen unterscheidet. Es liegt die Vermutung nahe, dass Zusammenhänge zwischen den Brain Typs und strukturellen Elementen beim zeichengestützten Lernen bestehen.

Erste Ergebnisse zu den personenbezogenen Merkmalen

Zur Planung der Hauptstudie wurden im Sommer 2023 Pilotstudien zur Erhebung der personenbezogenen Merkmale durchgeführt. Dabei wurden 452 Lernende von drei Gymnasien (60%) und zwei Realschulen (40%) in unterschiedlichen Schulfächern befragt. Folgend werden beispielhaft Ergebnisse dargestellt, die für die weitere Konzeption der Studie genutzt werden sollen. Bei der Einstellung der Probanden zur Kreativität zeigte sich insgesamt ein positives Bild (vgl. Abb. 1). Der Großteil der Lernenden schätzt sich selbst als kreativ ein und misst der Kreativität gleichzeitig einen hohen persönlichen Stellenwert zu. Ebenso sieht es bei der Verwendung von Zeichnungen im Unterricht aus (vgl. Abb. 2). Die Befragten zeigen eine positive Einstellung gegenüber der Verwendung von Zeichnungen im Unterricht und den Wunsch das Arbeiten mit Abbildungen im Unterricht zu intensivieren (vgl. Abb. 2). Nur 5 bis 7,1 % der Befragten äußern geringe kreative Selbsteinschätzungen oder geringes Interesse an Auseinandersetzungen mit Zeichnungen im Unterricht. Die Tendenzen der Skalen „SSCS“ und „ZIU“ zeigen eine positive Einstellung gegenüber der Methode des Zeichnens.

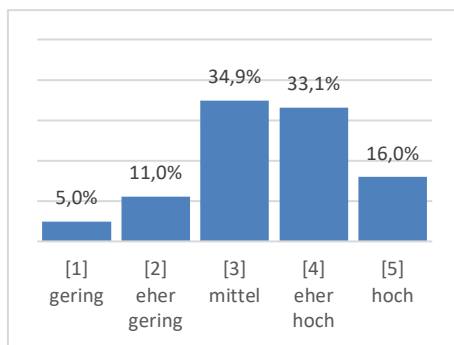


Abb. 1 Relevanz von Kreativität bzw. eigene Kreativitätseinschätzung der befragten Lernenden (N=452)

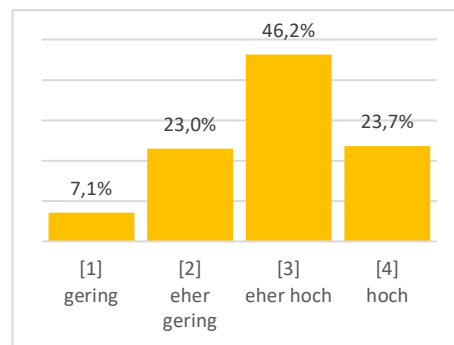


Abb. 2 Interesse und Motivation der befragten Lernenden an der Verwendung von Zeichnungen im Unterricht (N=452)

Ausblick

Die bislang erhobenen Ergebnisse der Pilotstudien lassen eine positive Einstellung der Lernenden gegenüber ihrer eigenen Kreativität und dem Zeichnen allgemein, sowie im Unterricht vermuten. In der Hauptstudie werden verschiedene Sachtexte zum Einsatz kommen, zu denen die Lernenden mit jeweils unterschiedlichen Umfängen eigenständiger Produktion Zeichnungen anfertigen. Die Lern- und Behaltensleistung wird anhand eines Post-Follow up-Designs erhoben und ihre Korrelation zu den o.g. personenbezogenen Merkmalen und dem Vorwissen der Lernenden (Pre-Test) analysiert. Hieraus können sich Informationen darüber ergeben, für welche Lernendengruppen welche Variante der eigenständigen Produktion sich am günstigsten für ein nachhaltiges Lernen erweist.

Literatur

- Fiorella, L. & Mayer, R. E. (2016). Eight Ways to Promote Generative Learning. *Educational Psychology Review*, 28(4), 717–741. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9348-9>
- Fiorella, L. & Zhang, Q. (2018). Drawing Boundary Conditions for Learning by Drawing. *Educational Psychology Review*, 30(3), 1115–1137. <https://doi.org/10.1007/s10648-018-9444-8>
- Hellenbrand, J., Mayer, R. E., Opfermann, M., Schmeck, A. & Leutner, D. (2019). How generative drawing affects the learning process: An eye-tracking analysis. *Applied Cognitive Psychology*, 33(6), 1147–1164. <https://doi.org/10.1002/acp.3559>
- Karwowski, M. (2012). Did Curiosity Kill the Cat? Relationship Between Trait Curiosity, Creative Self-Efficacy and Creative Personal Identity. *Europe's Journal of Psychology*, 8(4). <https://doi.org/10.5964/ejop.v8i4.513>
- Leutner, D., Leopold, C. & Sumfleth, E. (2009). Cognitive load and science text comprehension: Effects of drawing and mentally imagining text content. *Computers in Human Behavior*, 25(2), 284–289. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2008.12.010>
- Leutner, D. & Schmeck, A. (2014). The Generative Drawing Principle in Multimedia Learning. In R. E. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (S. 433–448). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.022>
- Mayer, R. E. (Hrsg.). (2014). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369>
- Peeck, J. (1993). Increasing picture effects in learning from illustrated text. *Learning and Instruction*, 3(3), 227–238. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(93\)90006-L](https://doi.org/10.1016/0959-4752(93)90006-L)
- Renkl, A. & Scheiter, K. (2017). Studying Visual Displays: How to Instructionally Support Learning. *Educational Psychology Review*, 29(3), 599–621. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9340-4>
- Schmidgall, S. P., Eitel, A. & Scheiter, K. (2019). Why do learners who draw perform well? Investigating the role of visualization, generation and externalization in learner-generated drawing. *Learning and Instruction*, 60, 138–153. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.01.006>
- Schnotz, W. (2014). Integrated Model of Text and Picture Comprehension. In R. E. Mayer (Hrsg.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (S. 72–103). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.006>
- Schnotz, W. & Wagner, I. (2018). Construction and elaboration of mental models through strategic conjoint processing of text and pictures. *Journal of Educational Psychology*, 110(6), 850–863.
- Seufert, T. (2003). Supporting coherence formation in learning from multiple representations. *Learning and Instruction*, 13(2), 227–237. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(02\)00022-1](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(02)00022-1)
- Seufert, T. (2019). Training for Coherence Formation When Learning From Text and Picture and the Interplay With Learners' Prior Knowledge. *Frontiers in psychology*, 10, 193. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.00193>
- Skuballa, I. T., Dammert, A. & Renkl, A. (2018). Two kinds of meaningful multimedia learning: Is cognitive activity alone as good as combined behavioral and cognitive activity? *Learning and Instruction*, 54, 35–46. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.02.001>
- Stern, E., Aprea, C. & Ebner, H. G. (2003). Improving cross-content transfer in text processing by means of active graphical representation. *Learning and Instruction*, 13(2), 191–203. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(02\)00020-8](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(02)00020-8)
- van Meter, P. (2001). Drawing construction as a strategy for learning from text. *Journal of Educational Psychology*, 93(1), 129–140. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.93.1.129>
- van Meter, P. & Firetto, C. M. (Hrsg.). (2013). *Cognitive model of drawing construction: Learning through the construction of drawings*. IAP Information Age Publishing. <https://psycnet.apa.org/record/2014-01969-010>
- van Meter, P. & Garner, J. (2005). The Promise and Practice of Learner-Generated Drawing: Literature Review and Synthesis. *Educational Psychology Review*, 17(4), 285–325. <https://doi.org/10.1007/s10648-005-8136-3>
- Welberg, J., Laumann, D. & Heinicke, S. (2023). Measuring Empathizing and Systemizing in Children and Adolescents: Development of a German Short Version of Empathizing and Systemizing Quotient for Children and Adolescents. In *Bearbeitung*.
- Wiley, J. (2019). Picture this! Effects of photographs, diagrams, animations, and sketching on learning and beliefs about learning from a geoscience text. *Applied Cognitive Psychology*, 33(1), 9–19. <https://doi.org/10.1002/acp.3495>
- Zhang, Q. & Fiorella, L. (2019). Role of generated and provided visuals in supporting learning from scientific text. *Contemporary Educational Psychology*, 59, 101808. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.101808>
- Zhang, Q. & Fiorella, L. (2021). Learning by drawing: When is it worth the time and effort? *Contemporary Educational Psychology*, 66, 101990. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2021.101990>