

Nina Peltzer¹
Daniel Römer¹
Jan Winkelmann¹

¹Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd

Wahrnehmung physikalischer Erklärungen - eine Eye-Tracking Studie

Ausgangslage

Idealisierungen sind in der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung omnipräsente (Winkelmann, 2023) bewusst getroffene falsche Annahmen zur Erfüllung eines bestimmten Zweckes (Cassini & Redmond, 2021). Sie können als Optimierungen einer Erklärung verstanden werden (Hüttemann, 1997) und dienen der Annäherung an die komplexe Wirklichkeit (Potochnik, 2020; Ramme & Winkelmann, 2022). Um diese verstehen zu können, werden einzelne Eigenschaften vernachlässigt oder verfälscht. So kann das im Fokus stehende Phänomen mithilfe von, als relevant erachteter Merkmale erklärt werden (Portides, 2018; Strevens, 2017). Im Kontext der vorliegenden Studie werden Idealisierungen als eine Praxis aus dem Bereich der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung, und nicht als eine Methode der didaktischen Reduktion verstanden. Im Physikunterricht liegen Idealisierungen den thematisierten Inhalten zugrunde, werden jedoch meist nur implizit thematisiert (Ramme & Winkelmann, 2022). Bisher ist weitgehend unklar, welchen Beitrag eine explizite Thematisierung von Idealisierungen zu einem im Physikunterricht angestrebten konzeptionellen Verständnis von Physik leisten kann.

Zielsetzung

Ziel war das Aufzeigen möglicher Unterschiede in der Auseinandersetzung mit physikalischen Erklärungen anhand von Eye-Tracking Daten. Die Erklärungen thematisieren Idealisierungen explizit beziehungsweise implizit. Somit sollte eine Grundlage für mögliche weitere Untersuchungen zum Beitrag expliziter Thematisierung von Idealisierungen zur Förderung konzeptionellen Verständnisses im Physikunterricht gelegt werden.

Methodik

Es wurden zwei digitale Erklärungsversionen gewählt, welche sich nur anhand der Art der Thematisierung der zugrundeliegenden Idealisierungen (Winkelmann & Römer, 2023) unterscheiden. Der grundlegende Aufbau beider Versionen besteht aus einem Einstieg zur naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung (Seite 1), der Konstruktion von außerordentlichen Lichtwegen und der Mittelebene an einem beispielhaften Modell zur dünnen Linse (Seite 2), der Erklärung des beispielhaften Modells zur Vorhersage des Abbildungsprozesses (Seite 3) sowie einer abschließenden Erklärung des Phänomens des Abbildungsprozesses an der teilweise abgedeckten Linse (Seite 4). Um Unterschiede in der Auseinandersetzung mit den beiden Erklärungsumgebungen zu erfassen, wurde eine qualitative Eye-Tracking Studie (n= 10, 50% weiblich) mit Siebtklässler*innen mit dem Tobii Pro Fusion screenbased eyetracker durchgeführt. Die Methode des Eye-Trackings wurde gewählt, da sie die Visualisierung und Messung von kognitiven Prozessen und Aufmerksamkeit ermöglicht (Bera *u. a.*, 2019). Die Abfolge der Versionen wurde abwechselnd manuell zugeteilt, die Erklärungsumgebungen wurden somit in quasi-randomisierter Reihenfolge präsentiert. Für die Auswertung der Blickbewegungsdaten wurden verschiedene Bereiche auf den Seiten der Erklärungen, sogenannte Areas of Interest (AOIs),

definiert. Die Auswertung der Daten erfolgte anhand der AOI-Metriken number of fixations und total duration of fixations.

Zentrale Ergebnisse

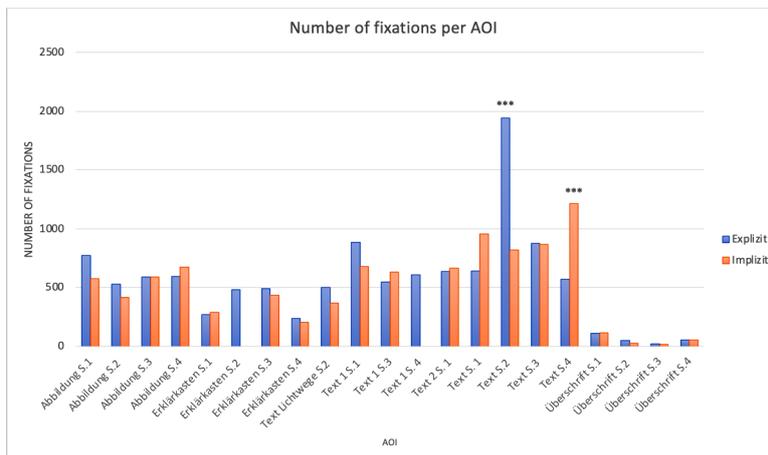


Abbildung 2 Vergleich der Mittelwerte der Fixationsanzahl für die einzelnen AOIs

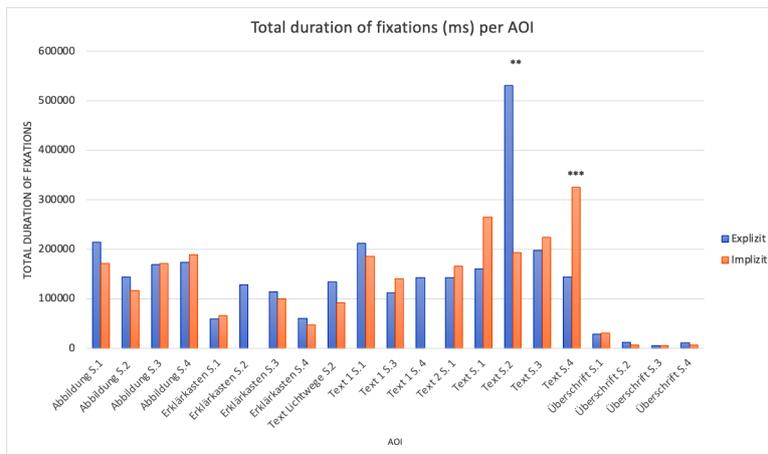


Abbildung 1 Vergleich der Mittelwerte der Gesamtdauer der Fixationen für die einzelnen AOIs

Im Vergleich der AOI-Metriken der beiden Erklärungsumgebungen können signifikante Unterschiede für die Seiten 2 und 4 festgestellt werden. Es ergeben sich hierbei eine besonders lange Fixationsdauer und eine besonders hohe Fixationsanzahl für den Text auf Seite 2 der expliziten Version und den Text auf Seite 4 der impliziten Version. Insgesamt werden Texte länger und häufiger fixiert als Abbildungen. Überschriften hingegen weisen besonders seltene und kurze Fixationen auf. Im Gesamtvergleich zwischen den beiden Erklärungsversionen fällt auf, dass sich keine AOI-übergreifenden Unterschiede ergeben.

Diskussion

Bei der Auseinandersetzung mit den beiden Erklärungsversionen werden Texte insgesamt länger und häufiger fixiert als Abbildungen. Dies ist ein erwartbares Ergebnis und deckt sich mit Erkenntnissen aus der Blickbewegungsforschung zu Multimedia-Leseverhalten (Johnson & Mayer, 2012). Die Überschriften werden in beiden Erklärungsumgebungen besonders selten und kurz fixiert. Dies gibt keinen Hinweis auf eine unterschiedliche Auseinandersetzung mit den Erklärungen, kann jedoch für zukünftige Untersuchungen, welche sich auf das Verständnis der Lernenden fokussieren, eine relevante Erkenntnis sein. So könnte es hilfreich sein, Informationen aus den Überschriften noch einmal im Text aufzugreifen, um sicherzustellen, dass diese von den Lernenden wahrgenommen werden. Bezüglich einzelner Abschnitte der Erklärungsversionen ergeben sich Unterschiede, welche hinsichtlich der Struktur der Erklärungen erwartbar waren. So ergeben sich mit Seite 2 der expliziten Version und Seite 4 der impliziten Version Unterschiede bezüglich einzelner Areas of Interest. Auf Seite 2 der expliziten Version wird eine neue Thematik vorgestellt: die Idealisierung der Mittelebene. Auf Seite 4 beider Versionen wird mit der abgedeckten Linse ebenfalls eine für die Lernenden neue Thematik präsentiert. Eine höhere Fixationsanzahl und längere Fixationsdauer in der impliziten Version lassen darauf schließen, dass der Text auf Seite 4 der impliziten Version länger kognitiv verarbeitet wurde als in der expliziten Version. Um verstehen zu können, warum auch bei einer teilweise abgedeckten Linse dasselbe Modell zur Vorhersage der Abbildung verwendet werden kann, wie ohne Abdeckung, ist ein Verständnis für die Idealisierung der Mittelebene, beziehungsweise die außerordentlichen Lichtwege, notwendig. In der impliziten Version wird bis zu diesem Punkt darauf hingewiesen, dass die außerordentlichen Lichtwege nicht mit realem Licht verwechselt werden dürfen, jedoch wird nicht tiefer auf die zugrundeliegenden Idealisierungen eingegangen. Daher ist es möglich, dass in der impliziten Version auf Seite 4 bei den Lernenden noch kein grundlegendes Verständnis oder Wissen darüber vorhanden ist, dass die außerordentlichen Lichtwege nicht durch die Linse verlaufen müssen, um im Modell zur Vorhersage der Abbildung verwendet werden zu können. Dies könnte eine Erklärung für die längere Fixationsdauer und höhere Fixationsanzahl für den Text auf Seite 4 der impliziten Version sein.

Bezüglich der Interpretation von Fixationsdauer und -häufigkeit ergeben sich einige Limitationen. Lange oder häufige Fixationen sind ohne weitere Angaben schwierig zu deuten. Es kann ohne weitere Untersuchungen, wie beispielsweise Interviews mit den Teilnehmenden im Anschluss an die Eye-Tracking Erhebung, nicht abschließend geklärt werden, ob lange und häufige Fixationen durch eine erhöhte Schwierigkeit des Inhalts der Erklärung oder durch ein erhöhtes Interesse am vermittelten Inhalt begründet werden können (Bera *u. a.*, 2019; Fu *u. a.*, 2016; Mayer, 2010). Im Rahmen der vorliegenden Studie wurden Nachbefragungen im Anschluss an die Erhebung mit dem Eyetracker durchgeführt, diese fokussierten sich allerdings nicht speziell auf die identifizierten Stellen, sondern eher auf die allgemeine Akzeptanz der Erklärungen. Aufgrund des Designs der Erklärungsumgebungen in dieser Studie ist es naheliegend, dass Unterschiede in den Blickbewegungsdaten auf die Art der Erklärungen und ihre Verständlichkeit zurückzuführen sind, da sich die beiden Versionen allein in der Art und Weise, wie die zugrundeliegenden Idealisierungen thematisiert werden unterscheiden und der Inhalt ansonsten identisch ist. AOI-übergreifend konnten keine Unterschiede in der Auseinandersetzung zwischen expliziter und impliziter Version festgestellt werden. Dies spricht für eine grundsätzlich ähnliche Auseinandersetzung mit beiden Erklärungsumgebungen.

Literatur

- Bera, P., Soffer, P. und Parsons, J. (2019), „Using Eye Tracking to Expose Cognitive Processes in Understanding Conceptual Models“, *MIS Q.*, Vol. 43.
- Cassini, A. und Redmond, J. (2021), „Introduction: Theories, Models, and Scientific Representations“, in Cassini, A. und Redmond, J. (Hrsg.), *Models and Idealizations in Science*, Bd. 50, Springer International Publishing, Cham, S. 1–50, doi: 10.1007/978-3-030-65802-1_1.
- Fu, B., Noy, N.F. und Storey, M.-A. (2016), „Eye tracking the user experience – An evaluation of ontology visualization techniques“, herausgegeben von Dadzie, A.-S., Pietriga, E., Dadzie, A.-S. und Pietriga, E. *Semantic Web*, Vol. 8 No. 1, S. 23–41, doi: 10.3233/SW-140163.
- Hüttemann, A. (1997), *Idealisierungen und das Ziel der Physik: eine Untersuchung zum Realismus, Empirismus und Konstruktivismus in der Wissenschaftstheorie*, W. de Gruyter, Berlin ; New York.
- Johnson, C.I. und Mayer, R.E. (2012), „An eye movement analysis of the spatial contiguity effect in multimedia learning.“, *Journal of Experimental Psychology: Applied*, Vol. 18 No. 2, S. 178–191, doi: 10.1037/a0026923.
- Mayer, R.E. (2010), „Unique contributions of eye-tracking research to the study of learning with graphics“, *Learning and Instruction*, Vol. 20 No. 2, S. 167–171, doi: 10.1016/j.learninstruc.2009.02.012.
- Portides, D. (2018), „Idealization and abstraction in scientific modeling“, *Synthese*, Vol. 198 No. S24, S. 5873–5895, doi: 10.1007/s11229-018-01919-7.
- Potochnik, A. (2020), *Idealization and the Aims of Science*, Paperback edition., The University of Chicago Press, Chicago.
- Ramme, F. und Winkelmann, J. (2022), „Auseinandersetzung mit Idealisierungen im Physikunterricht“, gehalten auf der Didaktik der Physik: Frühjahrstagung -, virtuell.
- Strevens, M. (2017), „How Idealizations Provide Understanding“, in Grimm, S., Baumberger, C. und Ammon, S. (Hrsg.), *Explaining Understanding: New Essays in Epistemology and the Philosophy of Science*, Routledge.
- Winkelmann, J. (2023), „On Idealizations and Models in Science Education“, *Science & Education*, Vol. 32 No. 1, S. 277–295, doi: 10.1007/s11191-021-00291-2.
- Winkelmann, J. und Römer, D. (2023), „The ‘thin lens’ in the light of idealisations“, *Physics Education*, Vol. 58 No. 6, S. 065024, doi: 10.1088/1361-6552/acf828.