

Akzeptanz von Worked Examples in der Hochschulphysik

Ausgangslage und Forschungsfrage

Worked Examples (ausgearbeitete Lösungsbeispiele) haben sich in den letzten Jahrzehnten in vielen Studien als lernförderliches Lernmaterial erwiesen (u. a. Rourke and Sweller, 2009; Hübner et al, 2010; Nievelstein et al, 2013; Tropper, 2019). Da sich dieses Vermittlungspotential sowohl auf wissenszentrierte als auch auf prozessbezogene Fähigkeiten bezieht, können Worked Examples nicht zuletzt auch aufgrund ihrer vielseitiger Einsatzmöglichkeiten als vielversprechende Lernunterstützung für die Hochschulphysik angesehen werden, sofern bei deren Konstruktion auf lernrelevante Gestaltungskriterien Rücksicht genommen wird. Konzentriert man sich (angelehnt an einen klassischen Übungsbetrieb in der Studieneingangsphase Physik) auf nicht interaktive, schriftliche Worked Examples, leiten Atkinson et al (2000, S. 186 ff.), Renkl (2014, S. 400 ff.; 2014a, S. 18), van Gog et al (2004, S. 93) und Reiss and Renkl (2002) mehrere Gestaltungsmerkmale ab, welche für den gewinnbringenden Einsatz von Worked Examples berücksichtigt werden müssen¹:

- **Easy-mapping principle:** Visuelle Verknüpfung von zusammengehörenden Informationen.
- **Meaningful-building-blocks:** Hervorheben wichtiger Zwischenschritte und (Zwischen-)Ergebnisse.
- **Variability in surface stories:** Verwenden verschiedenen Aufgabenkontexte bei der Verwendung mehrere Worked Examples.
- **Focus-on-learning-domain principle:** Verwenden eines leicht zugänglichen, beispielbezogenen Lernbereichs (respektive Aufgabenkontext).
- **Self-explanation & comparison:** Aufforderung an die Lernenden sich Inhalte selbst zu erklären und das Vorliegende mit anderen Beispielen zu vergleichen.
- **Model-observatory similarity principle:** Ähnlichkeiten zwischen dem gezeigten Beispiel und (für die Lernenden) bekannten Beispielen.
- **Studying errors:** Erstellen von korrekten und inkorrekten Worked Examples (Lernen am / durch Fehler).
- **How & Why information:** Ergänzen von How (wie) und Why (weshalb wurde etwas gemacht) Informationen (insbesondere für prozessorientierte Worked Examples).
- **Heuristische Prozessbeschreibung:** Beschreibung des Erarbeitungsprozesses aus einer heuristischen Sicht.
- **Avoid redundancy:** Vermeidung von redundanten Informationen.

Sollen die Worked Examples als begleitendes, freiwilliges Lernangebot bereitgestellt werden, muss man sich neben der Frage nach der Eignung als lernwirksames Medium aus empirischer Sicht auch die Frage nach deren wahrgenommener Eignung aus Sicht der Studierenden stellen.

¹ Eine ausführlichere Behandlung findet sich im aktuell eingereichten Manuskript von Neumayer & Rincke (eingereicht bei ZfDN).

So zeichnet sich ein Studium nicht zuletzt durch einen hohen Grad an eigenverantwortlichen Selbstlernphasen aus (Bauer et al, 2022), wodurch die Eignung freiwilliger Lernangebote insbesondere an der Bereitschaft der Studierenden mit diesen zu Arbeit gemessen werden muss. Aus diesem Grund wurde der Frage nachgegangen:

„Welche Gestaltungsmerkmale müssen schriftliche Worked Examples (in der Hochschulphysik) aufweisen, um eine möglichst hohe Akzeptanz (im Sinne einer Bereitschaft diese freiwillig zu verwenden) seitens der Studierenden aufzuweisen?“

Methodik

Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurden mehrere Varianten von Worked Examples erstellt, welche in deren Gestaltung stark variierten. So wurden zu zwei Aufgabenstellungen (angelehnt an vergleichbare Klausur und Übungsaufgaben aus der Mechanik und Elektrodynamik) jeweils bis zu Sieben Gestaltungsvarianten von Worked Examples erstellt, wobei in jeder Variante obige Gestaltungskriterien unterschiedlich stark fokussiert wurden. Diese Worked Examples wurden dann in der Hauptuntersuchung von Studierenden bearbeitet und bewertet. Im Zentrum der Untersuchung stand dabei die Identifikation von Gestaltungsmerkmalen, welchen von den Studierenden bei der Bewertung der Varianten angeführt wurden und inwiefern diese einen positiven oder negativen Einfluss auf die Akzeptanz nahmen.

- **Stichprobe:** Die Stichprobengröße in der Hauptuntersuchung belief sich auf 13 Studierende, in der Voruntersuchung (Pilotierung) auf fünf Studierende. Die Befragten waren alle im 1.–4. Semester des Studiengangs Chemie, Wirtschafts-Chemie oder Lehramt mit Unterrichtsfach Physik. Somit stellte das Fach Physik für alle Interviewten nur ein Neben- oder Teilfach ihres Studiums dar.
- **Datenerhebung:** Zu Beginn des Interviews fand eine kurze stark leitfadengeleitete Befragung zum Lernverhalten der Teilnehmenden statt, um die Personen an die Interviewsituation zu gewöhnen und um Rückschlüsse auf denkbare Zusammenhänge zwischen den geäußerten Bewertungen und dem Lernverhalten der Studierenden zu ermöglichen. Anschließend wurde zur Bearbeitung und Bewertung der Worked Examples Varianten eine wesentlich freiere Interviewmethodik gewählt, um den Befragten möglichst viel Freiraum für ihre Äußerungen und Gedanken zu geben, aber gleichzeitig gezielte Nachfragen auf spezifische Merkmale zu ermöglichen. So stand hierbei die Methode des „Lauten Denkens“ (Klaus, 2020) im Vordergrund, kombiniert mit leitfadengestützten Fragen, ergänzt durch eine Bildschirmaufzeichnungen der Tablets, welche zur Darbietung der Worked Examples verwendet wurden. Letzteres diente dazu die transkribierten Aussagen im Nachgang gezielt den angesprochenen Stellen der Worked Examples zuordnen zu können.
- **Auswertung:** Zur Auswertung wurde eine inhaltlich-strukturierende Qualitative Inhaltsanalyse nach Kuckartz & Rädiker (2022) mit induktiv-deduktiver Kategorienbildung und konsensuellem Codieren (Intercoder-Übereinstimmung: 70% nach Sichtung von 54% des gesamten Materials bei einer Intervall-Toleranz von 95%) verwendet. Das Kategoriensystem umfasste 22 Subkategorien unterteilt in 3 Hauptkategorien.

Ergebnisse

Allgemeine Auffälligkeiten bei der Bewertung der Worked Examples:

- Zum Teil stark polarisierende Äußerungen / Bewertungen der Studierenden von Kriterien wie der verwendete **Sprach- & Schreibstil** oder ob **mögliche Fehlvorstellungen explizit thematisiert** wurden.
- Zum Teil sehr starke Ablehnung (bis zur Tatsache, dass der Text gar nicht erst gelesen wurde), falls dieser **zu lang** oder in einer **Dialogform** verfasst wurde.
- Eine Analyse unter Berücksichtigung der jeweiligen **Lernverhalten** der befragten Personen (wie diese z.B. Übungsaufgaben typischerweise bearbeiten oder ob sie in einer Lerngruppe lernen, etc.) zeigte keine Auffälligkeiten zwischen dem Lernverhalten und der Bewertung der Worked Examples.

Um die Akzeptanz der Worked Examples zu erhöhen, sollte man wenn möglich:

- **Wichtige Informationen** markant **hervorheben**.
- **Thematisch zusammenhängende Textabschnitte** farblich **gleich kennzeichnen**.
- **Strukturgebende Elemente** (wie Pfeile, Kästen und Sprechblasen) **verwenden**.
- Einzelne **Gedankenschritte hervorheben**.
- **Entscheidungsfreiheiten** (in der Art der Bearbeitung, z.B. durch weiterführende, optionale Exkurse) sofern möglich **anbieten**.
- **Optionale Inhalte angeben**, aber deutlich als solche **markieren**.

Bei der Konstruktion der Worked Examples sollte man insbesondere darauf achten:

- Die **Textlänge nicht unnötig in die Länge zu ziehen**.
- Den Text nicht als **Zwiesgespräch / direkte Rede** darzustellen.
- Falls **mögliche Fehler / Fehlvorstellungen** thematisiert werden, diese **sehr deutlich** als solche zu **kennzeichnen**.

In den Äußerungen der Studierenden spielte es eine sehr geringe Rolle, ob:

- Bei direkten Reden **Comic-Figuren** (im Sinne von rein optischen Elementen ohne inhaltlichen Bezug) verwendet wurden.
- Die **Aufmachung möglichst ähnlich zum Skript der Vorlesung** gehalten wurde.
- Die **Anordnung von Text & Bild** als Fließtext, blockweise oder spaltenweise **geschah**.

Limitationen

Eine systematische Vorwissensprüfung wäre aus mehrererlei Hinsicht vielversprechend, allerdings hat ein entsprechender Vorwissenstest in der Pilotierung dazu geführt, dass die Befragten im weiteren Interviewverlauf sichtlich verschlossener waren, weshalb im Rahmen dieser Erhebung darauf verzichtet wurde. Ebenso lassen sich die Ergebnisse nur begrenzt auf höhere Semester übertragen, da sich die Anforderungen im Studienverlauf verändern. Da jedoch Studierende aus den Semestern 1 bis 4 teilnahmen, ist nur eine eingeschränkte Übertragbarkeit über die Studieneingangsphase hinaus möglich.

Fazit

Worked Examples können in der Hochschulphysik eine wertvolle Unterstützung sein, wenn sie gewisse Gestaltungskriterien berücksichtigen. Einzelne Gestaltungskriterien (wie z.B. optionale Zusatzinformationen) können, sofern richtig eingesetzt, die Akzeptanz dieser Lernunterstützungen aus Sicht der Studierenden merklich erhöhen. Ebenso sollten manche Gestaltungsmöglichkeiten nur mit Bedacht gewählt oder gar ganz vermieden werden, um die Akzeptanz für möglichst viele Studierende auf einem zielführenden Niveau zu halten.

Literatur

- Atkinson, R.K., Derry, S.J., Renkl, A. & Wortham, D. (2000) Learning from examples: Instructional principles from the worked examples research. *Review of Educational Research* 70(2), 181–214.
- Bauer, A.B., Woitkowski, D., Reuter, D. & Reinhold, P. (2022) Fachliche und überfachliche Herausforderungen in der Studieneingangsphase Physik. In: U. Fahr, K. Alessandra, H. Angenent & A. Eßer-Lüghausen (Hrsg.), *Hochschullehre erforschen*. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, 339–361. https://doi.org/10.1007/978-3-658-34185-5_19
- van Gog, T., Paas, F. & van Merriënboer, J.J. (2004) Process-oriented worked examples: Improving transfer performance through enhanced understanding. *Instructional Science* 32(1/2), 83–98. <https://doi.org/10.1023/B:TRUC.0000021810.70784.b0>
- Hübner, S., Nückles, M. & Renkl, A. (2010) Writing learning journals: Instructional support to overcome learningstrategy deficits. *Learning and Instruction* 20(1), 18–29. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2008.12.001>,
- Klaus, K. (2020) Lautes Denken. In: G. Mey & K. Mruck (Hrsg.), *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie: Band 2: Designs und Verfahren*, 2nd edn. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, 373–394. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-26887-9>
- Kuckartz, U. & Rädiker, S. (2022) *Qualitative Inhaltsanalyse Methoden, Praxis, Computerunterstützung*, 5th edn. Beltz Juventa, Weinheim.
- Nieselstein, F., Van Gog, T., Van Dijk, G. & Boshuizen, H. P.A. (2013) The worked example and expertise reversal effect in less structured tasks: Learning to reason about legal cases. *Contemporary Educational Psychology* 38(2), 118–125. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2012.12.004>.
- Reiss, K. & Renkl, A. (2002) Learning to prove: The idea of heuristic examples. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik* 34(1), 29–35. <https://doi.org/10.1007/BF02655690>.
- Renkl, A. (2014) The worked examples principle in multimedia learning. In: R. Mayer (Hrsg.) *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*, 2nd edn. Cambridge University Press, Cambridge, 391–412. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.020>
- Rourke, A. & Sweller, J. (2009) The worked-example effect using ill-defined problems: Learning to recognise designers' styles. *Learning and Instruction* 19(2), 185–199. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2008.03.006>
- Tropper, N. (2019) Strategisches Modellieren durch heuristische Lösungsbeispiele: Untersuchungen von Lösungsprozeduren und Strategiewissen zum mathematischen Modellierungsprozess. *Perspektiven der Mathematikdidaktik*, Springer Spektrum, Wiesbaden.