

Unterricht zum Energiekonzept mit Beispielaufgaben

Matylda Dudzinska*, Gunnar Friege*

*Leibniz Universität Hannover, IDMP – AG Physikdidaktik, Welfengarten 1a, 30167 Hannover
dudzinska@idmp.uni-hannover.de, friege@idmp.uni-hannover.de

Kurzfassung

Energie ist ein zentraler Begriff der Physik und eines der Basiskonzepte im Physikunterricht. Ein angemessenes Verständnis des Energiekonzepts stellt aber nach wie vor eine Herausforderung für den Physikunterricht dar. In diesem Zusammenhang erscheinen Beispielaufgaben interessant, denn zahlreiche Studien zeigen, dass diese Lernmethode eine wirkungsvolle Möglichkeit bietet, Problemlösestrategien, wissenschaftliche Konzepte und Fachinhalte zu vermitteln. Trotzdem wird das Lernen mit Beispielaufgaben bislang kaum im Physikunterricht genutzt. Zum einen fehlt es an altersgerechten Materialien und zum anderen wurde die Lernwirksamkeit dieser Lernmethode im Unterricht mit jüngeren Schülerinnen und Schülern noch kaum untersucht. Um diese Lücke zu schließen führen wir eine Feldstudie durch, in der wir die Lernwirksamkeit von Beispielaufgaben zum Thema Energie untersuchen. Im Folgendem berichten wir über die Materialentwicklung, das Studiendesign und erste Forschungsergebnisse (N=131, Gymnasium Niedersachsen, Klasse 9).

1. Einleitung

Energie ist ein zentraler Begriff der Physik und damit auch eines der Basiskonzepte im Physikunterricht. Ein angemessenes Verständnis des Energiekonzepts bzw. dessen Vermittlung, stellt aber nach wie vor eine Herausforderung dar. Viele Studien zeigen, dass das Erlernen eines tiefergehenden Verständnisses des Energiebegriffs im Physikunterricht schwierig und von vielen Fehlvorstellungen durchsetzt ist (z.B. [1]). Studien, die die Entwicklung physikalischer Kompetenz im Bereich Energie untersucht haben, zeigen zudem, dass sich vier unterschiedliche Kompetenzniveaus identifizieren lassen, die sich unterschiedlichen Aspekten des Energiebegriffs zuordnen lassen (z.B. [2]). Als besonders anspruchsvoll zeigt sich dabei der Aspekt der Energieerhaltung.

In diesem Zusammenhang erscheinen Beispielaufgaben interessant, denn zahlreiche Studien in unterschiedlichen Domänen legen nahe, dass diese Lernmethode eine wirkungsvolle Möglichkeit bietet, sowohl Problemlösestrategien, wissenschaftliche Konzepte als auch Fachinhalte zu vermitteln (z.B. [3] oder [4]). Weitere Studien zeigen, dass die Effektivität dieser Lernmethode von der Qualität und Quantität von Selbsterklärungen abhängt [5]. Insbesondere bedeutsam ist in diesem Zusammenhang die Erkenntnis, dass sich sowohl die Quantität als auch die Qualität der Selbsterklärungen durch vorwissensangepasste Lernimpulse fördern lässt [6]. Trotzdem wird das Lernen mit Beispielaufgaben bislang kaum im regulären Physikunterricht genutzt [7]. So fehlt es bspw. an altersgerechten Materialien. Darüber hinaus wurde die Lernwirksamkeit dieser Lernmethode im regulären Physikunterricht noch nicht untersucht.

2. Forschungsfragen

Im Rahmen einer Feldstudie wollen wir die Auswirkung des Lernens mit Beispielaufgaben auf den Lernerfolg bezogen auf Energie untersuchen und dadurch die oben skizzierte Forschungslücke schließen. Dabei liegt unser Fokus im Besonderen auf Lernern mittleren Vorwissens. Konkret sollen u.a. folgende Forschungsfragen untersucht werden:

- Welchen Effekt haben unterschiedliche (an das Vorwissen angepasste, nicht angepasste) Lernimpulse auf den Lernerfolg von Schülerinnen und Schülern?
- Wie beurteilen Schülerinnen und Schüler das Lernen mit Beispielaufgaben über einen längeren Zeitraum?
- Lässt sich eine computergestützte Lernumgebung, die auf Beispielaufgaben basiert, lernwirksam im Physikunterricht einsetzen?

3. Materialentwicklung

Um die Forschungsfragen zu beantworten, musste zunächst passendes Material entwickelt werden. Dazu haben wir eine Sequenz von sechs Beispielaufgaben zum Thema Energie quantitativ ausgearbeitet. Die Beispielaufgaben richten sich an Schülerinnen und Schülern der Jahrgänge neun und zehn am Gymnasium in Niedersachsen. Die Aufgaben haben das Ziel ein Verständnis für den Aspekt der Energieerhaltung und Bilanzierung zu fördern und sollen die Lerner befähigen Probleme im Kontext der Energieerhaltung quantitativ zu lösen. Da im Fach Physik und auch im Themenfeld Energie das experimentelle Vorgehen von zentraler Bedeutung ist, wurden insgesamt drei

Experimente in die Beispielaufgabensequenz integriert (zwei Realexperimente und eine Simulation).

Zusätzlich zu dieser Sequenz wurden zwei Sets von Lernimpulsen entwickelt: ein Set mit novizenhaften Lernimpulsen, die überwiegend paraphrasierenden Charakter haben und ein Set mit expertenhaften Lernimpulsen, die überwiegend antizipierenden Charakter haben (vgl. [6]). Im Resultat gibt es also zwei inhaltsgleiche Sequenzen der Beispielaufgaben, die sich jeweils durch die Art der Lernimpulse unterscheiden. Beide Sequenzen wurden anschließend in ein Lernprogramm eingebettet, das die Lerner auf Tablet Computern durch die Aufgaben führt. Durch die Lernimpulse werden die Schülerinnen und Schüler dazu angehalten ihre Gedanken durch Eingaben in Textfelder, zeichnen von Energieflussdiagrammen und Energiekonten zu verschriftlichen.

4. Studiendesign und Forschungsmethoden

Die Lernumgebung wird im regulären Physikunterricht der 9./10. Klassen (Gymnasium, Niedersachsen) über einen Zeitraum von ca. sechs Wochen eingesetzt und evaluiert.

Sämtliche Eingaben der Schülerinnen und Schüler als auch der zeitliche Verlauf der Aufgabenbearbeitung werden dabei erfasst.

Um den Lernerfolg zu messen, haben wir einen Energietest, der auf unsere Lernumgebung zugeschnitten ist, entwickelt und in einer separaten Studie evaluiert. Auf dieser Grundlage wurden Testitems für einen Vor- und Nachtest für die Hauptuntersuchung erstellt. Für die Auswertung nutzen wir die Raschanalyse (Winsteps 3.92.1).

Zusätzlich setzen wir Fragebögen ein, um zu erheben, wie die Schülerinnen und Schüler das Lernen mit Beispielaufgaben beurteilen.

Einen Überblick über die verwendeten Erhebungsinstrumente gibt Tabelle 1. Der Ablauf der einzelnen Interventionen ist in Abbildung 1 dargestellt.

5. Erste Ergebnisse

Von Februar 2015 bis November 2016 wurde die Lernumgebung bereits in acht 9ten Klassen eingesetzt. Der vorläufigen Auswertung liegen sechs dieser Klassen mit $N=131$, davon 74 Jungen und 57 Mädchen, zu Grunde.

Die Cronbach's Alpha Werte sind für den Vortest mäßig für den Nachtest zufriedenstellend ($\alpha_{\text{Vor}}=.67$, $\alpha_{\text{Nach}}=.76$). Abbildung 2 zeigt die vorläufige Auswertung von Vor- und Nachtest im Vergleich. Dargestellt ist hier jeweils die Personenfähigkeit der Schülerinnen und Schüler (WML-Schätzer). Im Mittel ist ein Ansteigen der Personenfähigkeiten zwischen den beiden Messzeitpunkten zu verzeichnen. Bislang lernten 64 Schülerinnen und Schüler mit novizenhaften und 67 Schülerinnen und Schüler mit expertenhaften Lernimpulsen. Abbildung 3 zeigt zum einen, dass die Personenfähigkeit auf beide Untersuchungsgruppen gleichmäßig verteilt ist, zum anderen ist in beiden

Gruppen im Mittel ein Ansteigen der Personenfähigkeiten zu erkennen.

Die Auswertung ausgewählter Items aus der Fragebogenerhebung ist in den Abbildungen 4 bis 6 dargestellt. Man sieht, dass der Schwierigkeitsgrad und die Verständlichkeit überwiegend angemessen waren. Der überwiegende Teil der Schülerinnen und Schüler konnte eigenständig und im selbstgewählten Tempo mit den Aufgaben lernen. Bedeutsam ist in diesem Zusammenhang allerdings die Tatsache, dass es offensichtlich viele Schülerinnen und Schüler als anstrengend empfinden über einen längeren Zeitraum alleine – ohne Rücksprache mit dem Lehrer - zu arbeiten. Auch die Lernimpulse werden von dem überwiegenden Teil der Lerner als lernförderlich wahrgenommen. Als besonders hilfreich wird dabei die Darstellung von Energiebilanzen durch das Energiekontomodell empfunden.

6. Fazit und Ausblick

Die ersten Ergebnisse lassen den Schluss zu, dass sich Beispielaufgaben auch über einen längeren Zeitraum lernwirksam im Physikunterricht einsetzen lassen. Dies lässt sich bspw. in Form einer computergestützten Lernumgebung realisieren. In diesem Zusammenhang ist die Tendenz, dass Lernimpulse den Lernprozess unabhängig von der Impulsart unterstützen, hervorzuheben.

Die Ergebnisse zeigen aber auch, dass eigenständiges Lernen über einen längeren Zeitraum von den Schülerinnen und Schülern als anstrengend empfunden wird.

Dies impliziert weiterführende Untersuchungen. So muss noch tiefergehender geprüft werden, wie sich Unterschiede im Vorwissen auf das Lernen mit den unterschiedlichen Lernimpulsen auswirken. Des Weiteren wollen wir untersuchen, wie sich Feedback auf das Lernen mit Beispielaufgaben auswirkt. Lassen sich bspw. nicht an das Vorwissen angepasste Lernimpulse durch Feedback kompensieren? In diesem Zusammenhang stellt sich auch die Frage, ob eigenständiges Lernen mit Beispielaufgaben in Kombination mit Feedback als weniger anstrengend von den Schülerinnen und Schülern empfunden wird.

7. Literatur:

- [1] Duit, R. (2014): Teaching and Learning the Physics Energy Concept. In: Chen, R.F. et al. (2014): Teaching and Learning of Energy in K-12 Education (67–85). London: Springer .
- [2] Viering, T. (2012): Entwicklung physikalischer Kompetenz in der Sekundarstufe I. Berlin: Logos. Bevor Sie die Beitragsdatei zur online Zeitschrift hochladen, beachten Sie folgende Hinweise
- [3] Stark (1999): Lernen mit Lösungsbeispielen: Einfluß unvollständiger Lösungsbeispiele auf Beispielelaboration, Lernerfolg und Motivation, Göttingen Hogrefe.

- [4] Atkinson, R.K. et al. (2000): Learning from examples. *Review of Educational Research*, 70, 181–214.
- [5] Lind, G. et al. (2004): Beispiellernen und Problemlösen, *ZfDN*, 10, 29–49.
- [6] Mackensen-Friedrichs, I. (2009): Die Rolle von Selbsterklärungen aufgrund vorwissensangepasster domänenspezifischer Lernimpulse. *ZfDN*, 15, 155–172.
- [7] Hilbert, T. S. et al. (2008): Learning to teach with worked-out examples: a computer-based learning environment for teachers. In: *Journal of Computer Assisted Learning* 24 (4), S. 316–332.
- [8] Engeln, K. (2004): Schülerlabors. Authentische, aktivierende Lernumgebungen als Möglichkeit, Interesse an Naturwissenschaften und Technik zu wecken. Berlin: Logos.
- [9] Seidel, T. (2003): Technischer Bericht zur Videostudie "Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht"; BIQUA. Kiel: IPN.

8. Anhang

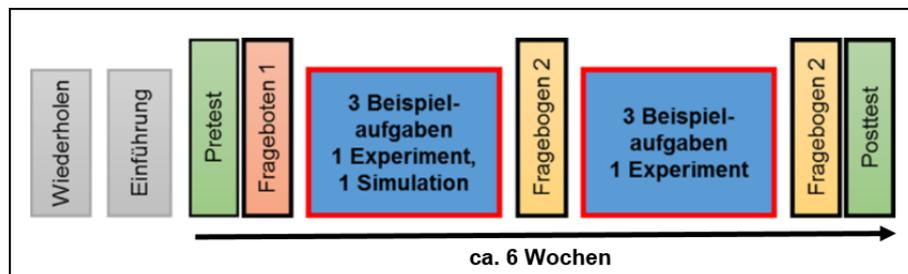


Abb. 1: Verlauf der Intervention

Vortest	Energie-Test (21 Items)
Fragebogen 1	Selbstkonzept und Interesse am Fach Physik (in Anlehnung an [8])
Fragebogen 2	u.a. Verständlichkeit, Interesse, Selbstständigkeit (in Anlehnung an [9])
Nachtest	Energie-Test (21 Items, 16 Ankeritems)

Tab. 1: Eingesetzte Tests und Fragebögen

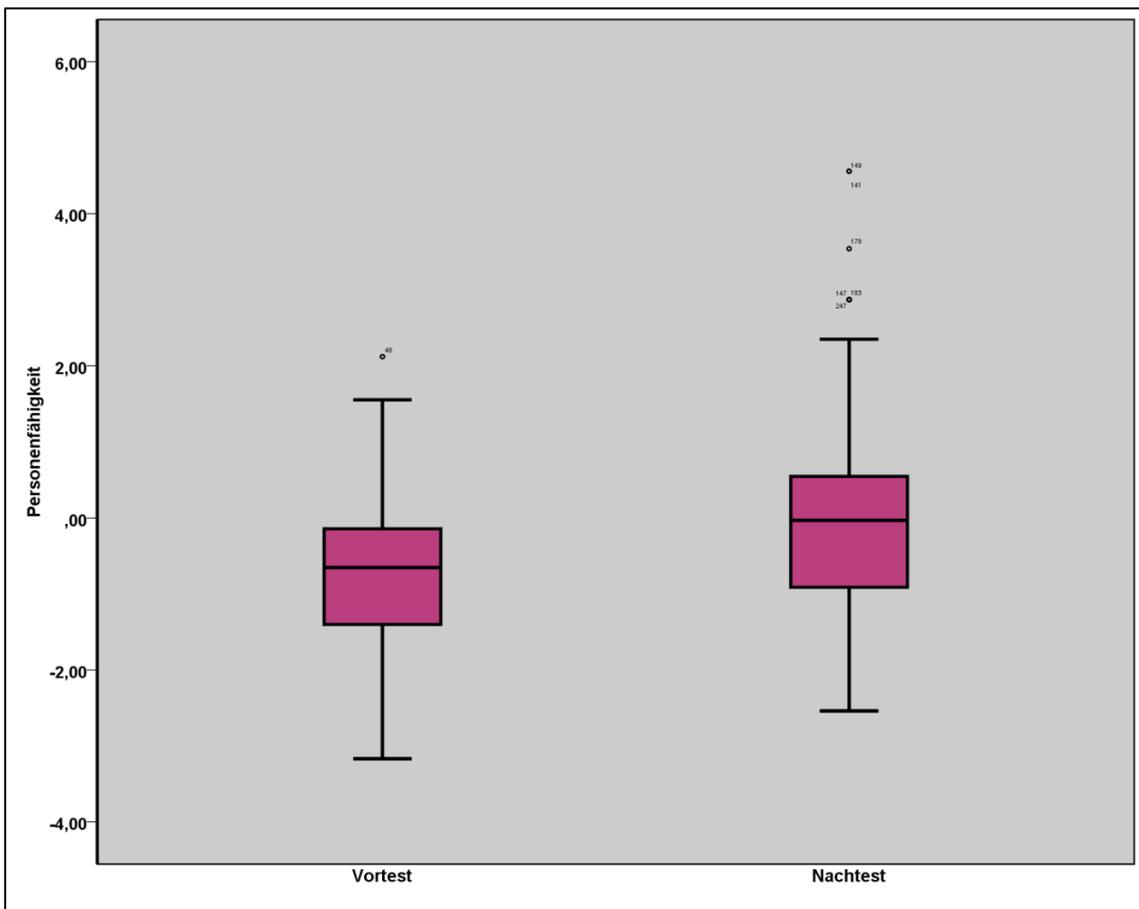


Abb. 2: Personenfähigkeiten in Vor- und Nachttest (Winsteps 3.92.1 – Raschanalyse)

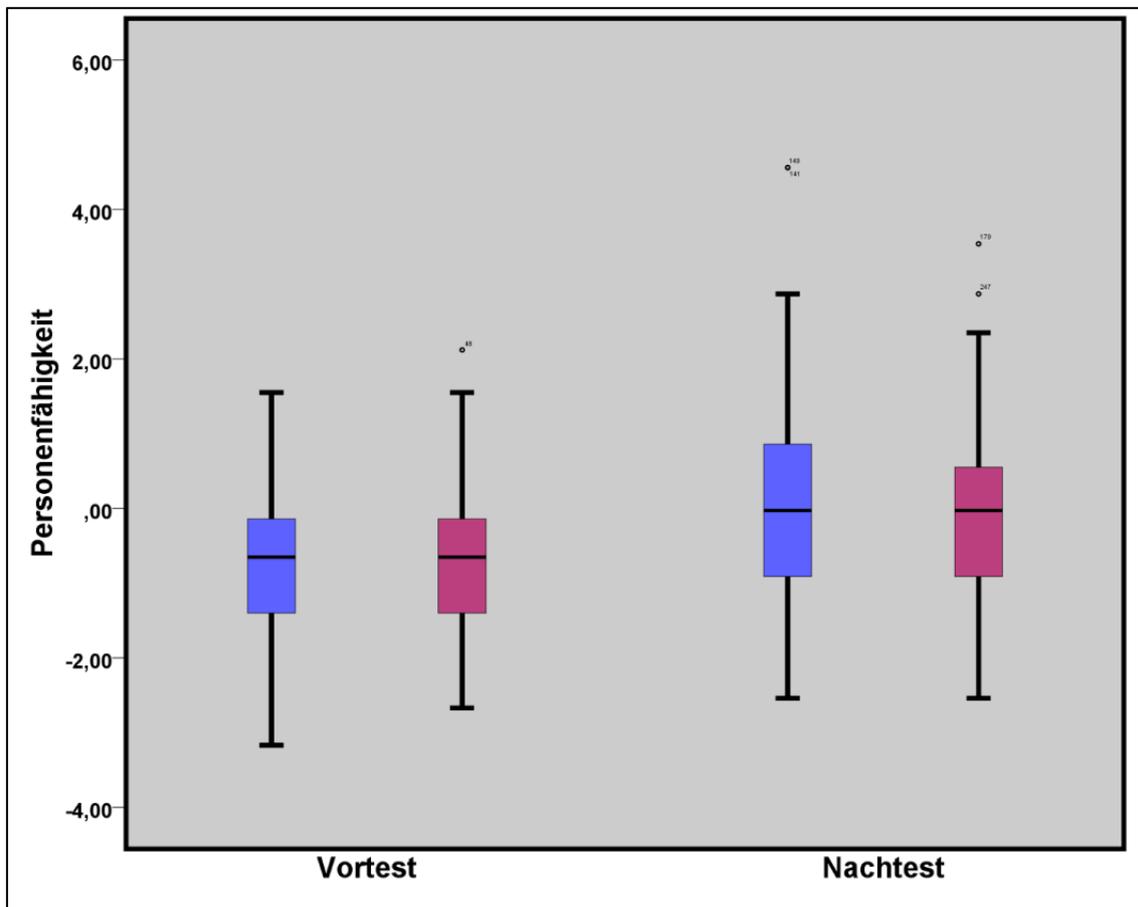


Abb. 3: Personenfähigkeiten (Winsteps 3.92.1 – Raschanalyse) nach Lernimpulsen gruppiert, mit denen die Schülerinnen und Schüler gelernt haben.

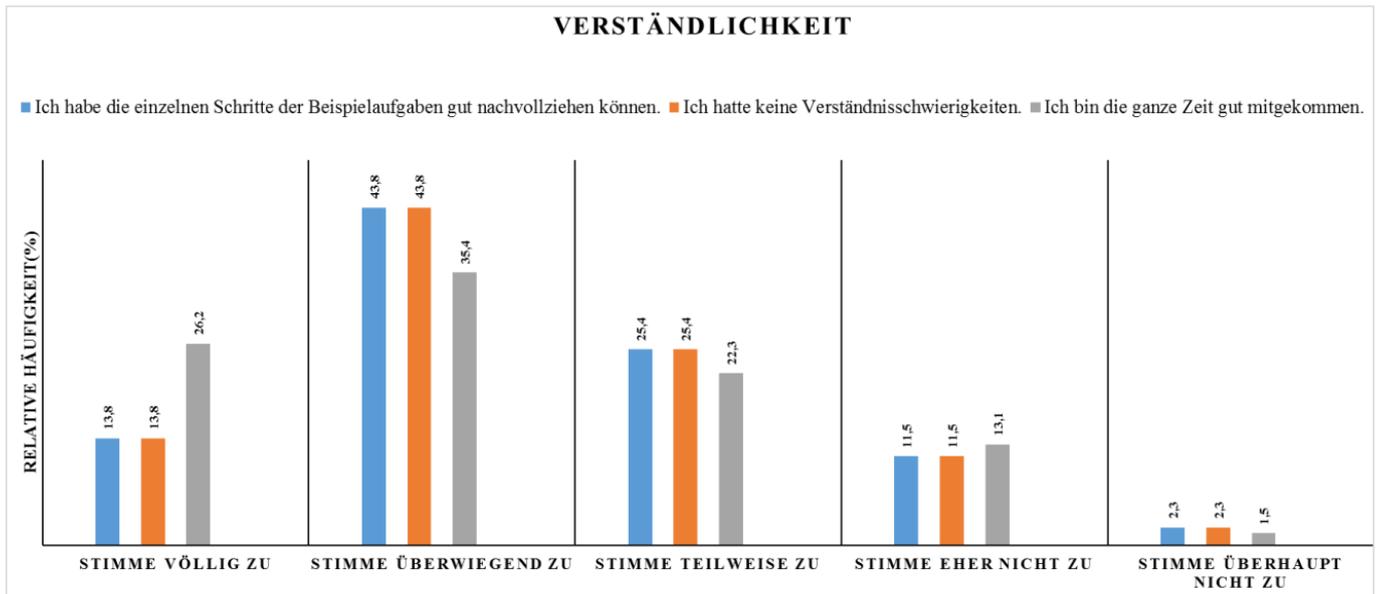


Abb. 4: Evaluation der Lernumgebung - Verständlichkeit

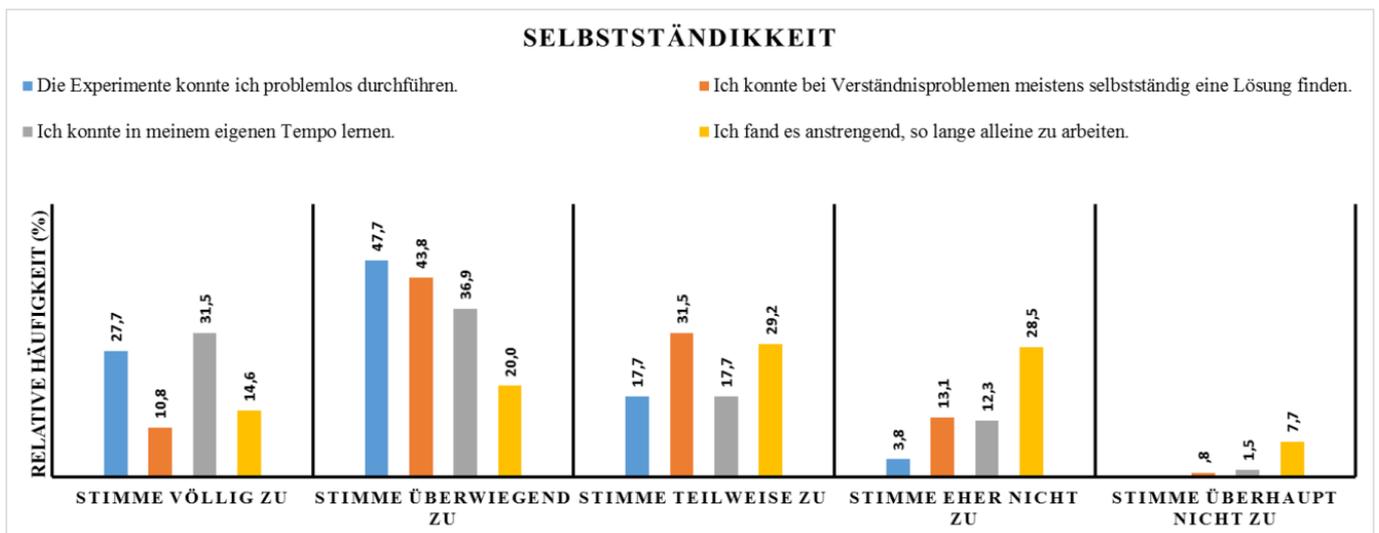


Abb. 5: Evaluation der Lernumgebung - Selbstständigkeit

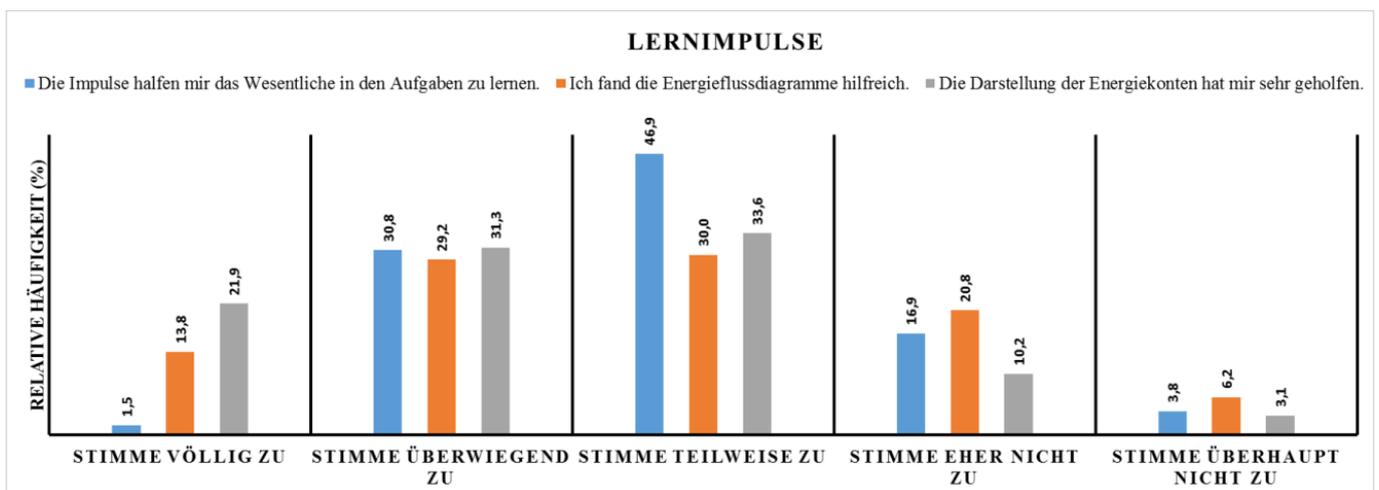


Abb. 6: Evaluation der Lernumgebung - Lernimpulse