

Lena Lenz¹, Jan-Philipp Burde² & Tobias Ludwig¹

¹ Pädagogische Hochschule Karlsruhe; ² Eberhard Karls Universität Tübingen

THEORETISCHER HINTERGRUND

- Lernen von Elektrizitätslehre geprägt von abstrakten Konzepten, z. B. „Strom“, „Spannung“, „Widerstand“
- Nutzung von Analogien und Modellen didaktisch sinnvoll und notwendig (Burde, 2018)
- Starke Evidenz für die Lernwirksamkeit des Elektronengasmodells (Burde, 2018)
- Lernaufgaben häufig textbasiert, ohne digitale Ergänzung, dabei bietet insb. digitales Messen für den Physikunterricht Möglichkeiten Phänomene aufzudecken, die mit analogen Messmethoden nicht zu beobachten sind, da a) über einen längeren Zeitraum, b) schnell und c) mehrere Variablen gleichzeitig gemessen werden können (Benz, et al., 2022).
- Im Gegensatz zu gängigen Praktiken in der Fachphysik ist der Technologieeinsatz zur Förderung des wissenschaftlichen Lernens durch Argumentation eine relativ neue Praxis in der Schulphysik (Henderson & Osborne, 2019).

ZIEL DES PROJEKTS

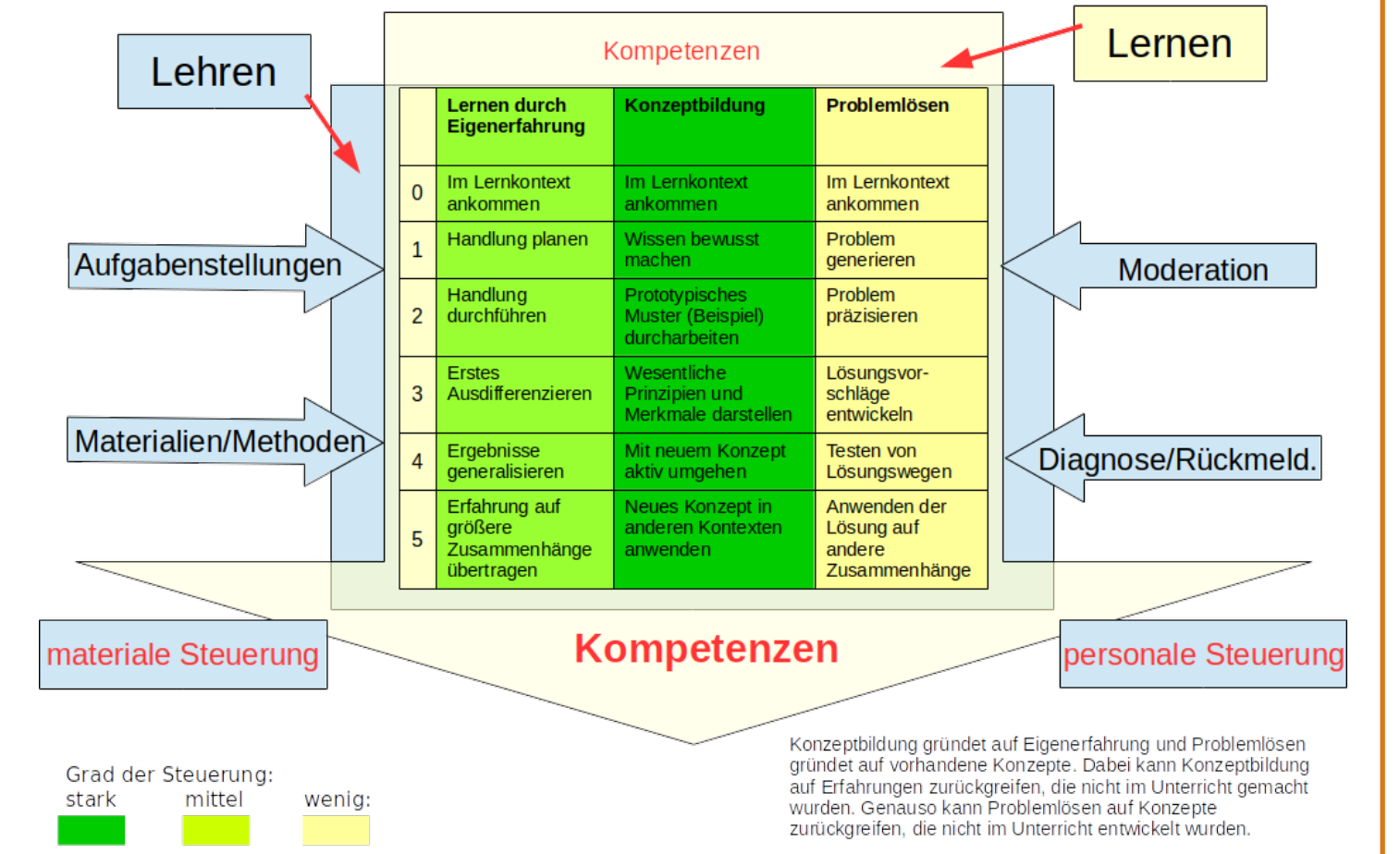
- Entwicklung von Lern- und Experimentieraufgaben zum Unterrichtskonzept „Eine Einführung in die Elektrizitätslehre mit Potenzial“
- Besonderer Fokus auf
 - ... den Umgang mit digitalen Messwerterfassungssystemen (Benz & Ludwig, 2023).
 - ... digital gestütztes Auswerten von Daten aus Experimenten.
 - ... naturwissenschaftliches Argumentieren anhand dieser Daten (Lenz & Ludwig, 2023).

Untersuchung, inwiefern es gelingen kann, prozessbezogene Kompetenzen beim Physiklernen mit digital gestützten Lernaufgaben zu adressieren (Henderson & Osborne, 2019)

PROTOTYPISCHE ENTWICKLUNG ERSTER DIGITALER LERNAUFGABEN

- Fünf Studierende (Mareike Cramme, Tobias Huber, Eric Hund, Noah Kohm, Lion Riha) entwickelten im Rahmen eines Seminars digitalgestützte Lernaufgaben basierend auf der Unterrichtskonzeption „Elektrizitätslehre mit Potenzial“ und erprobten diese mit einer Klasse im Lehr-Lern-Labor.
- Theoretischer Rahmen der Lernaufgabenentwicklung auf Grundlage des Lehr-Lern-Prozess-Modells nach dem Lehr-Lernmodell von Leisen und den Basismodellen nach Oser (Theis & Wackermann, 2020).
- Umsetzung: Worksheet als Miro-Board, Integration von digitalen Messwerterfassungssystemen in die Versuchsdurchführung Integration von weiteren digitalen Tools (z. B.: Videos, phet-Simulation, ...)

Modell des Lehr-Lernprozesses auf Grundlage von Leisen und Oser



EXEMPLARISCHE LERNAUFGABE

Beschreibung der Lernaufgabe

Basismodell: Konzeptbildung

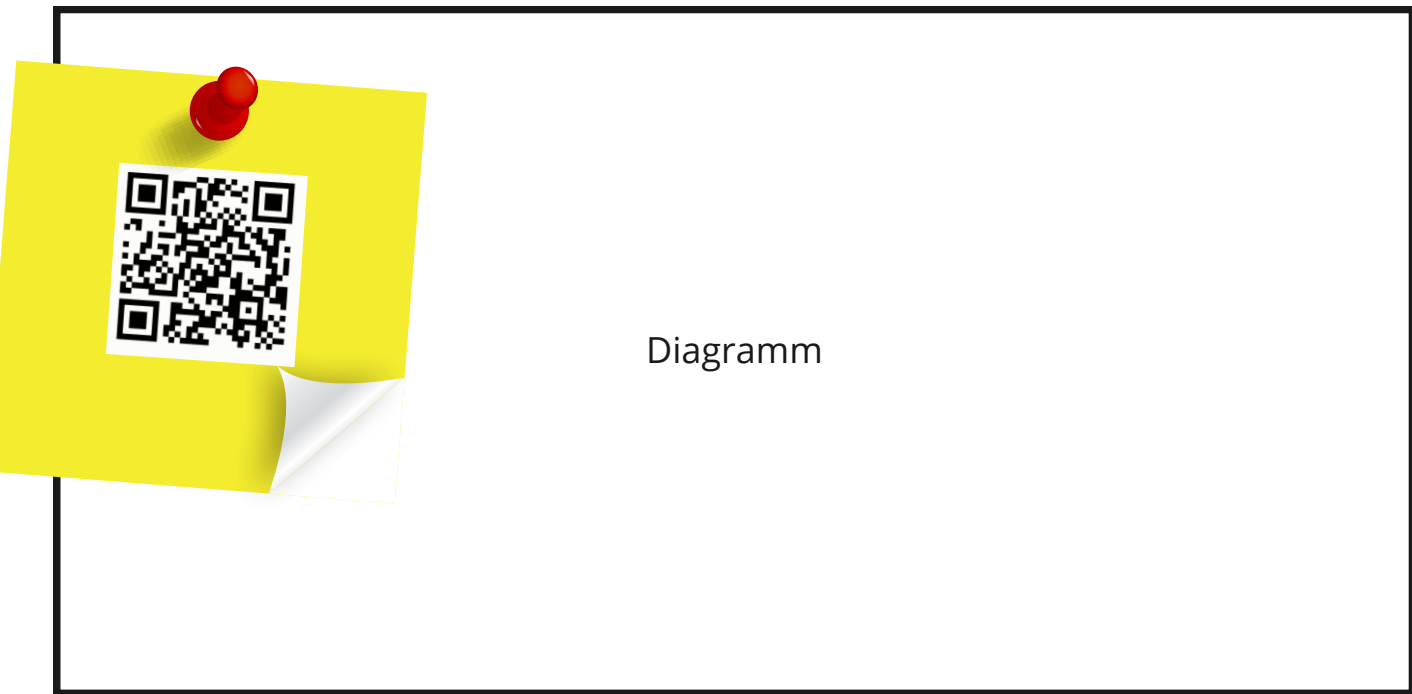
Lernziel: Die Schüler*innen erarbeiten sich das Konzept von Luftströmungen in Folge von Druckunterschieden und erschließen sich die Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Druckzuständen (Überdruck, Normaldruck, Unterdruck). Ein grundlegendes Verständnis hierfür ist die Voraussetzung für das Erlernen der E-Lehre anhand des Unterrichtskonzepts von Burde (2018).

Adressierte Kompetenzen: Sachkompetenz (S1: Modelle und Theorien zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen; S2: Verfahren und Experimente zur Bearbeitung von Aufgaben und Problemen nutzen), Erkenntnisgewinnungskompetenz (E3: Ergebnisse interpretieren und Erkenntnisprozesse reflektieren), Kommunikationskompetenz (K 1: Informationen erschließen)

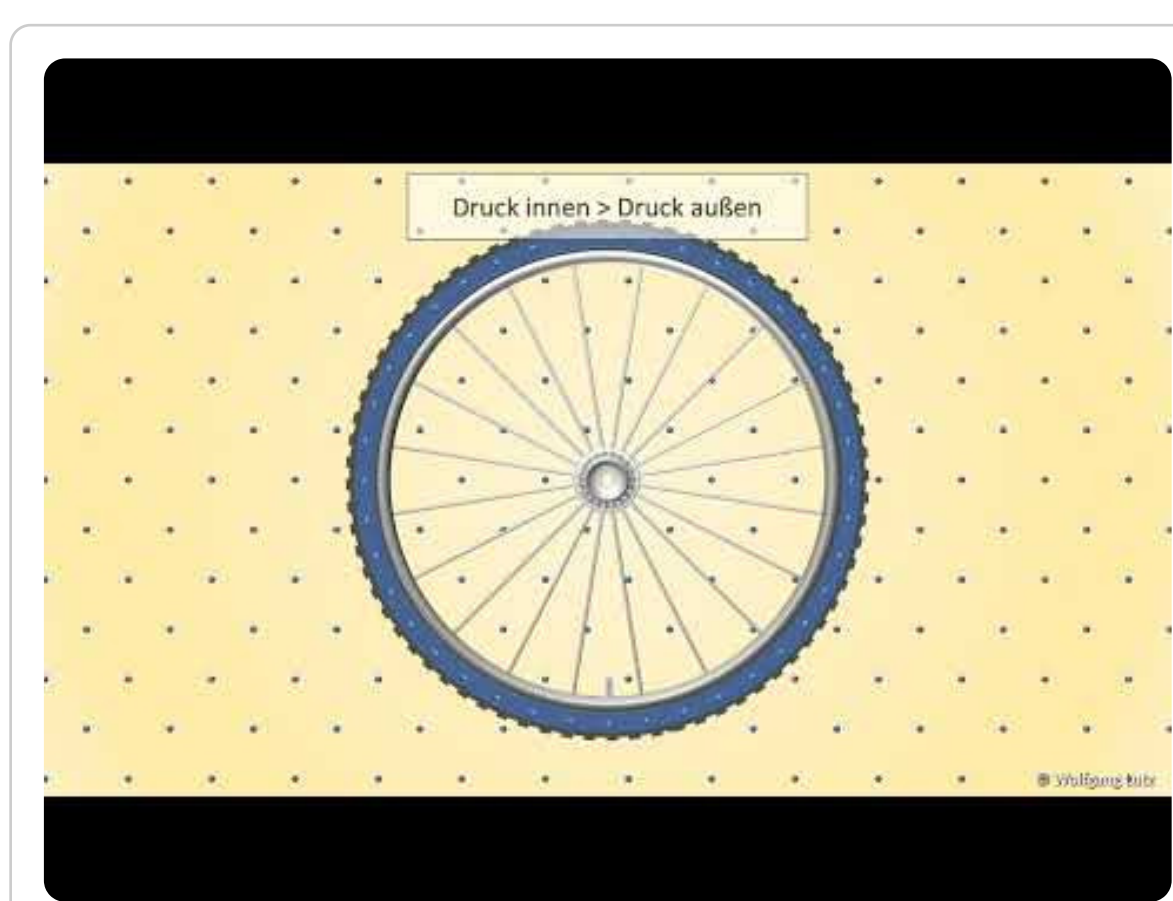
Ausschnitt und Verlinkung der Lernaufgabe

LUFTSTRÖMUNG IN FOLGE VON DRUCKUNTERSCHIEDEN

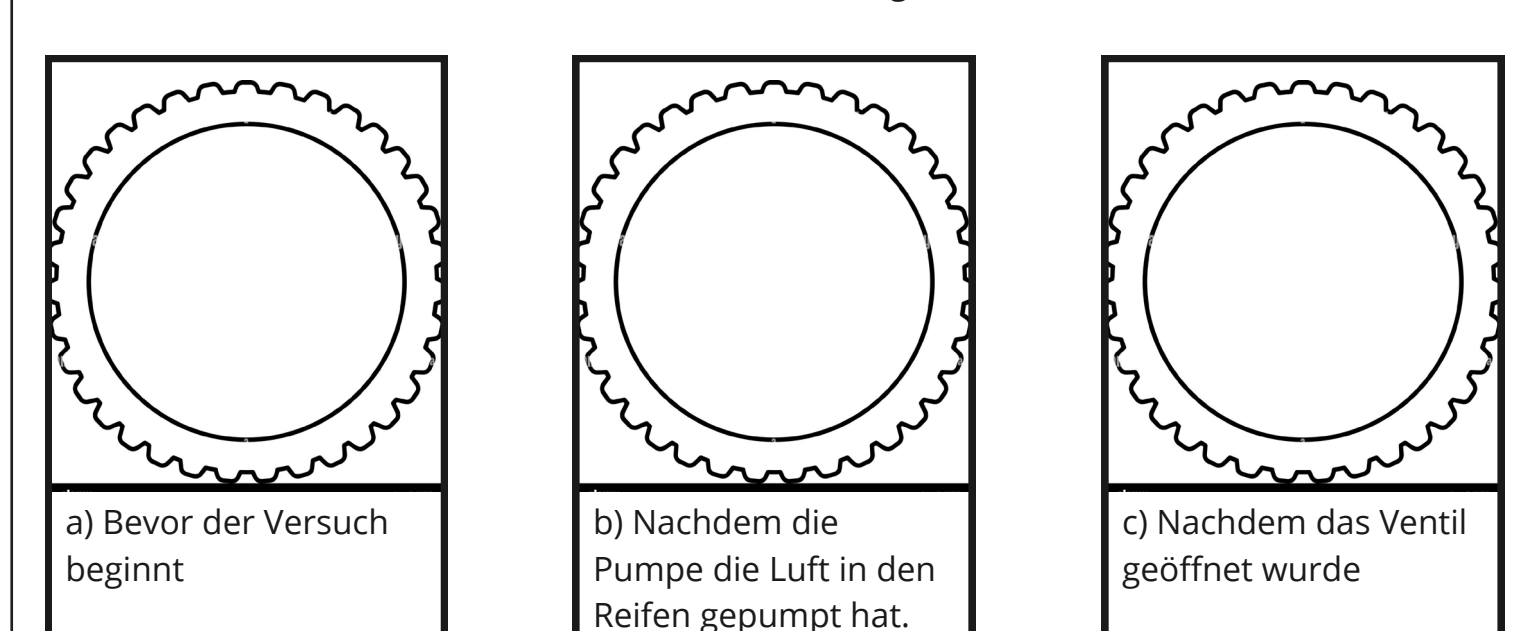
Beobachtung: Erstelle einen Screenshot deines Diagrammes und füge ihn hier ein. Notiere anschließend deine Beobachtung.



Auswertung: Was das Aufpumpen des Fahrradreifens und das Drehen des Windrades mit Teilchenbewegungen zu tun hat, erfährst du in dem folgenden Video. Schau es dir in Ruhe an und mache dir Notizen.



Anwendungsaufgabe 1: Zeichne in den Abbildungen die jeweiligen Luftteilchen innerhalb und außerhalb des Reifens während den verschiedenen Phasen des Versuchs. Färbe zusätzlich das Innere des Reifens und die Umgebung in den Farben blau, rot und gelb, je nachdem, ob sich dort ein Über-/Unter- oder Normaldruck befindet. In welche Richtung strömt die Luft?



Anwendungsaufgabe 2: Zeichne in den Abbildungen die jeweiligen Luftteilchen innerhalb und außerhalb der Vakuumkammer während den verschiedenen Phasen der Versuche. Färbe zusätzlich das

In die Lernaufgaben werden die Ergebnisse der digital gemessenen Versuche über Screenshots integriert. Ein (Ab-)Zeichnen der Diagramme ist somit nicht mehr notwendig (Abb. links). Außerdem werden Videos in das Worksheet eingebettet (Abb. rechts).

AUSSCHNITTE AUS EINZELNEN LERNAUFGABEN

DER ELEKTRISCHE DRUCKUNTERSCHIED

1 Voltmeter einschalten und mit Measure-App auf ein iPad Pro Gruppe verbinden.

2 Baue den links abgebildeten Schaltplan auf der Steckplatte auf.

3 Färbe die Leiterstücke mit den Farbplättchen entsprechend dem elektrischen Druck und markiere die Messpunkte (A, B, C, D).

4 Nehme das Voltmeter und stecke ein Messkabel in den ersten Punkt und das andere Messkabel in den zweiten Punkt.

5 Miß die Spannung zwischen den Punkten.

A und B: _____ B und C: _____
C und D: _____ D und A: _____

6 Achte darauf, dass jeder in der Gruppe die Ergebnisse hat.

Die Übungsaufgaben wurden durch Experimente ergänzt, die den Schüler*innen ein Erarbeiten der Lerninhalte ermöglichen. Zur Differenzierung werden Hilfen angeboten wie z. B. die farbliche Anpassung der Materialien zur Erkennung von Über- und Unterdruck im Stromkreis.

DIE PARALLELSCHALTUNG

Aufbauaufgabe: Baue die Schaltungen nach unten auf und miß jeweils die Druckunterschiede mit dem Voltmeter an den entsprechenden Punkten. Öffne das iPad und speichere die Screenshots ab und speichere die Screenshots per Bluetooth mit der App verbunden. Hab die Screenshots dann verlinken und füge sie nach unten ein.

Beachte: Der Druckunterschied (U) wird immer zwischen 2 Punkten gemessen (Parallel). Die Elektronenflussrichtung (I) immer an einem Punkt (im Reihenschalt).

U: 1-2: _____
I: 1: _____ 2: _____

U: 1-2: _____ 2-3: _____
I: 1-4: _____ 3-4: _____

U: 1-2: _____ 2-3: _____
I: 1-4: _____ 3-4: _____

Die Schüler*innen erarbeiten sich im Rahmen von Versuchen selbstständig die Lerninhalte und haben durch das digitale Worksheet die Möglichkeit, ihren Versuchsaufbau zu fotografieren und in das Arbeitsblatt zu integrieren.

DIE REIHENSCHALTUNG

8) Die Reihenschaltung in elektrischen Stromkreisen...

Wir übertragen es auf den elektrischen Schaltkreis

Wir brauchen:

- Stromquelle
- Widerstände
- Voltmeter
- Testkabel
- Steckplatte

Wir spielen ein Spiel

1. Die Schüler*innen bilden in Gruppen von 3-4 Personen.

2. Ein Spieler beschreiben die Schaltung, die anderen erraten.

3. Die Schüler*innen tauschen Rollen.

4. Die Schüler*innen beschreiben die Schaltung, die anderen erraten.

5. Die Schüler*innen beschreiben die Schaltung, die anderen erraten.

Beobachtung: Was können wir feststellen?

Was ist die Reihenfolge der Bauteile?

Merken! In einer Reihenschaltung fließt ein Strom durch _____ Bauteile.

In den Lernaufgaben finden Wechsel der Sozialformen statt. Die Schüler*innen beginnen mit einem „Wettbewerb“ die Lerninhalte zu erarbeiten und erfahren dadurch den Einfluss der Größe der Widerstände auf die Stromstärke in einer Reihenschaltung.

DAS OHM'SCHE GESETZ

Widerstände sind in allen Stromkreisläufen zu finden und sehen ganz verschieden aus. Wir haben schon kennengelernt, dass Lampen Widerstände sein können. Es gibt aber ganz verschiedene Arten von Widerständen.

Diskutiert in eurer Gruppe darüber, wo bei euch im Alltag Widerstände zu finden sind und wie diese aussehen.

Das haben wir diskutiert:

Durch welche Faktoren können Widerstandswerte beeinflusst werden?

In das Worksheet dieser Lernaufgabe sind digitale Aufgaben verlinkt, in deren Rahmen sich die Schüler*innen Lerngegenstände selbstständig erarbeiten und durch eine formative Assessmentfunktion direkt Feedback erhalten.

DISKUSSION & AUSBLICK

- Die Studierenden haben im Rahmen des Lehr-Lern-Labors ihre eigenständig entwickelten Lernaufgaben mit einer Schulklasse durchgeführt. Jeweils fünf Schüler*innen haben eine der Aufgaben bearbeitet.
- Die Studierenden haben anschließend ihre Aufgaben reflektiert und Überarbeitungsvorschläge bereitgestellt. Dahingehend werden diese fünf Lernaufgaben überarbeitet.
- Für die übrigen Themen aus der Unterrichtskonzeption werden weitere Lernaufgaben entwickelt.
- Für weitere Themen aus dem Bereich der E-Lehre werden Lernaufgaben entwickelt
- aktuell: Masterarbeit: Entwicklung einer Lernaufgabe zur magnetischen Wirkung von Strom

Bisheriges Fazit:

- Erstellung der Lernaufgaben nach den Konzepten von Leisen (2010) und Oser und Baeriswyl (2001) umsetzbar
- ein breites Spektrum an digitalen Tools möglich
- dennoch aktuell noch häufig „reine Substitution“ herkömmlicher Arbeitsblätter in digitale Worksheets
- beim Durchführen mehr selbstständiges Arbeiten der Schüler*innen fördern

Literatur

Benz, G., Buhlinger, C., & Ludwig, T. (2022). 'Big data' in physics education: Discovering the stick-slip effect through a high sample rate. *Physics Education*, 57(4), 045004. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ac59cb>

Benz, G., & Ludwig, T. (2023). Going beyond general competencies in teachers' technological knowledge: Describing and assessing pre-service physics teachers' competencies regarding the use of digital data acquisition systems and their relation to general technological knowledge. *Frontiers in Education*, 8. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/educ.2023.1180973>

Burde, J.-P. (2018). *Konzeption und Evaluation eines Unterrichtskonzepts zu einfachen Stromkreisen auf Basis des Elektronengasmodells*. Logos Verlag Berlin. <https://doi.org/10.30819/4726>

Henderson, J. B., & Osborne, J. F. (2019). Utilizing Computer Technology to Support the Teaching and Learning of Argumentation in Chemistry. In S. Erduran (Hrsg.), *Advances in Chemistry Education Series* (S. 79–105). Royal Society of Chemistry. <https://doi.org/10.1039/9781788012645-00079>

Leisen, J. (2010). Lernprozesse mithilfe von Lernaufgaben strukturieren. *Unterricht Physik*, 117/118.

Lenz, L. & Ludwig, T. (2023). Schwierigkeiten Lernender beim datenbasierten Begründen von Hypothesen. Paper presented at the GDCP Jahrestagung 2023, Hamburg.

Lutz, W. (2023). Phytet. phytet - technology enhanced physics teaching. <https://phytet.tetfolio.de/1687551>

Oser, F.K. & Baeriswyl, F.J. (2001). *Choreographies of Teaching: Bridging Instruction of Learning*. In V. Richardson (Hrsg.), *Handbook of research on teaching* (4. Aufl., S. 1031–1065). Washington: American Educational Research Association.

Theis, S., & Wackermann, R. (2020). Leitfaden zur Erstellung von Lernaufgaben.