

GDCP 2021

Energieübertragung in elektrischen Systemen

Louisa Morris, Martin Hopf

1

Aus der fachdidaktischen Forschung ist bekannt, dass viele Schüler*innen selbst nach dem Elektrizitätslehreunterricht an **beständigen Lernendenvorstellungen** zu diesem Thema festhalten. Vor allem verfügen viele Schüler*innen vor und nach dem Physikunterricht über unvollständige oder fachlich unzureichende Vorstellungen zur Energieübertragung in elektrischen Systemen [1-9]. Aus diesem Grund soll ein **neues Unterrichtskonzept** entwickelt werden, das die **Energieübertragung anhand von elektromagnetischen (EM) Feldern in alltagsnahen Kontexten** (z. B. beim Betrieb eines elektrischen Föhns oder dem kabellosen Aufladevorgang beim Smartphone) erklären soll (Abb. 1).

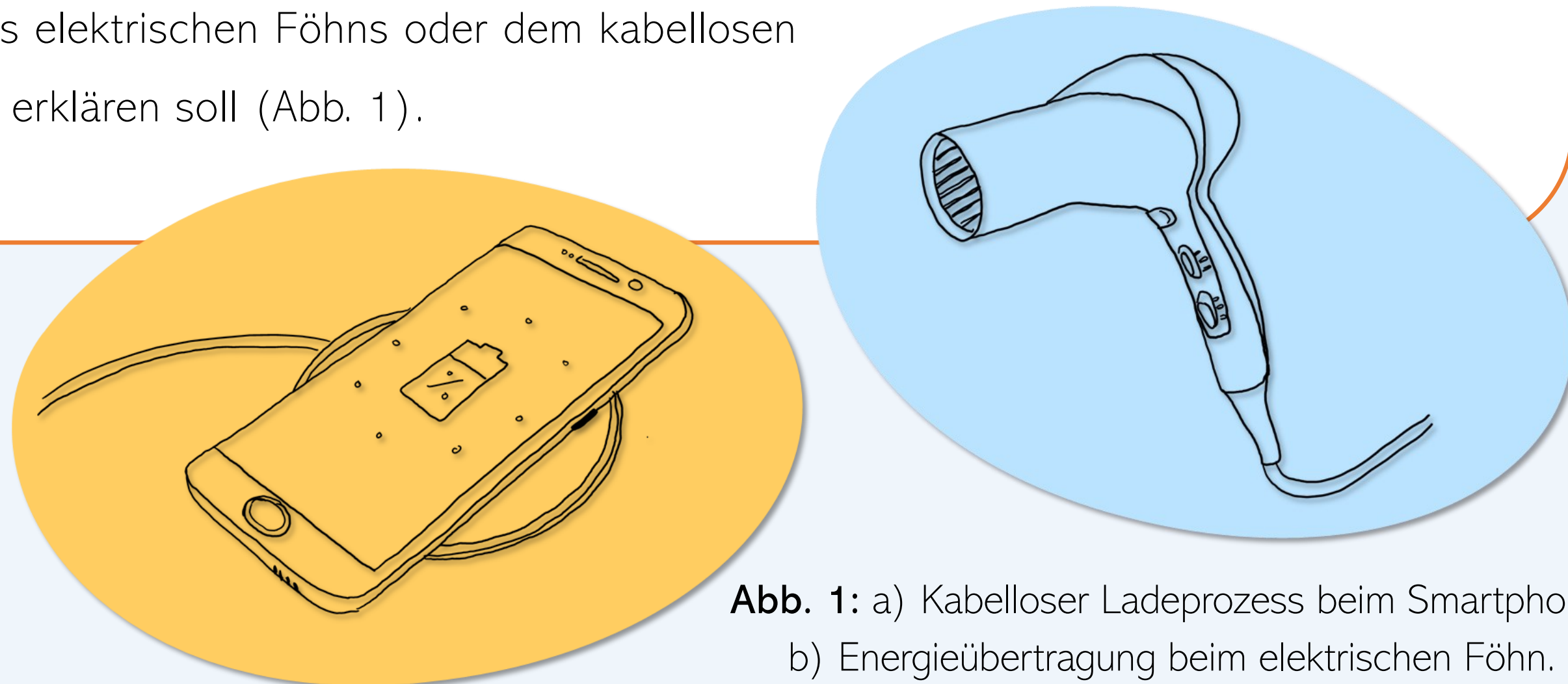


Abb. 1: a) Kabelloser Ladevorgang beim Smartphone.
b) Energieübertragung beim elektrischen Föhn.

2

Theoretischer Hintergrund

Forschungsziel und -fragen

Dieses Projekt verfolgt das Ziel, einen neuen Unterrichtsansatz für die Sekundarstufe II zu entwickeln, um die Energieübertragung in elektrischen Systemen für Schüler*innen der Sekundarstufe II (10. – 11. Schulstufe) verständlich zu machen. Dabei soll insbesondere ein **Erklärungsansatzes mithilfe von elektromagnetischen Feldern** untersucht werden.

Daraus leiten sich die folgenden **Forschungsfragen** ab:

- F1.** Wie sieht ein Unterrichtsansatz zur Energieübertragung in elektrischen Systemen mithilfe von elektromagnetischen Feldern aus, der Schüler*innen der Sek. II bei der Entwicklung fachlich adäquater Vorstellungen unterstützt?
- F2.** Inwiefern unterscheiden sich die Vorstellungen von Schüler*innen, die mit dem neuen Unterrichtsansatz unterrichtet wurden im Vergleich zu den in der Literatur beschriebenen Konzepten?

Methoden

Die Entwicklung des neuen Unterrichtskonzepts zur Energieübertragung mithilfe von EM Feldern soll nach dem **Design-Based-Research-Modell** [10] erfolgen.

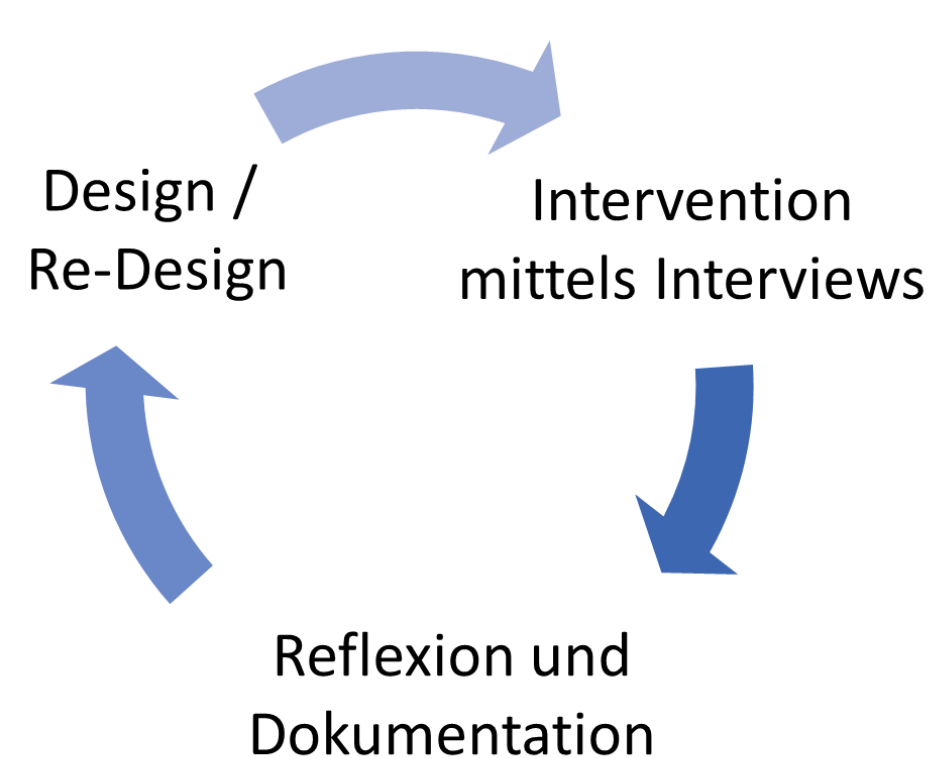
Im ersten Schritt wurden dazu anhand einer Literaturrecherche elementare Grundideen, sogenannte **Key Ideas**, nach dem Modell der **Didaktischen Rekonstruktion** [11] formuliert.

Diese wurden in einem nächsten Schritt dazu verwendet, einen **Interviewleitfaden** zu erstellen, der für **Akzeptanzbefragungen** herangezogen wird [siehe Box 3].

Die Ergebnisse der Akzeptanzbefragungen werden transkribiert und analysiert. Anschließend wird der Interviewleitfaden für die nächste Interviewrunde überarbeitet.

Dieser **zyklische Prozess** (Abb. 2) des Designs und Re-Designs wiederholt sich mehrmals, wobei in jeder Runde neue Schlüsse über die Akzeptanz des Erklärungsmodells gezogen werden können.

Abb. 2: zyklischer Ablauf beim Design-Based Research Modell.

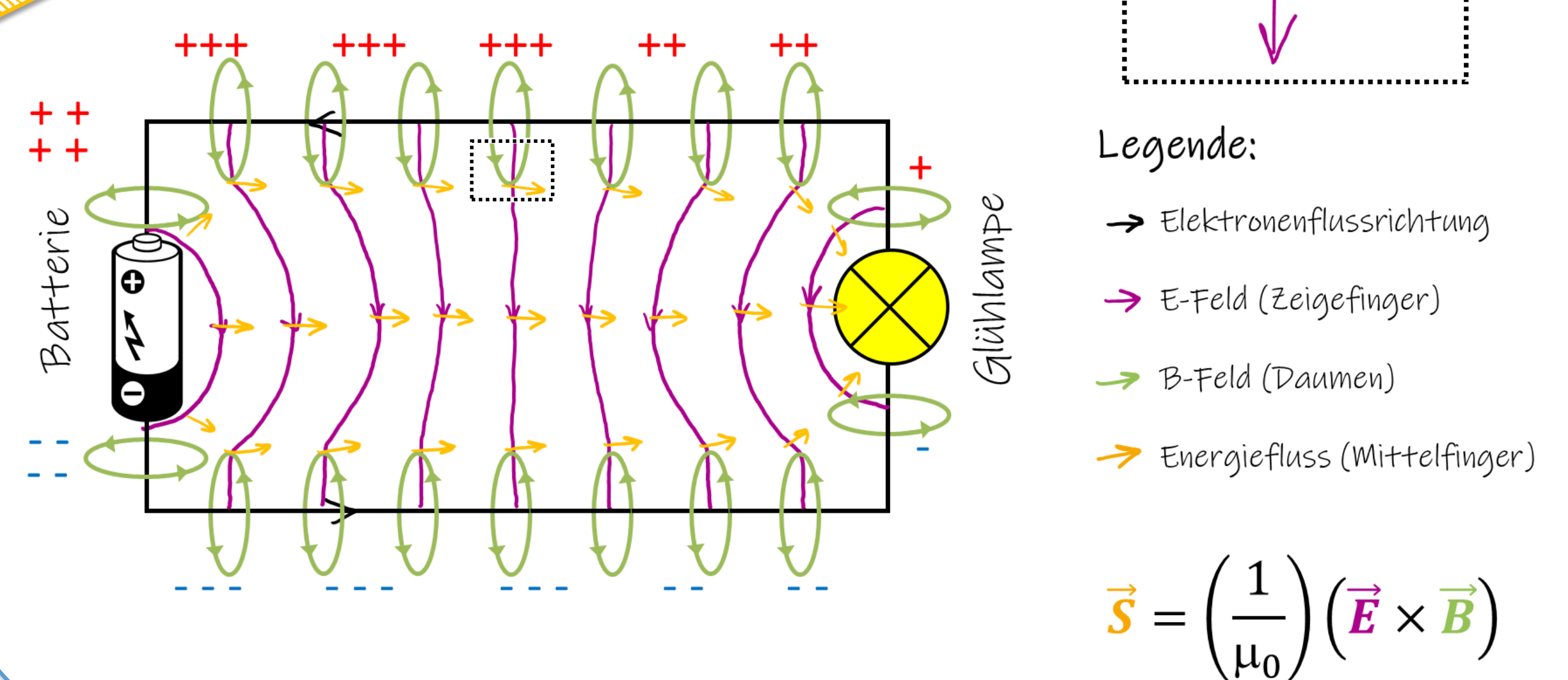


4

Energieübertragung mit EM Feldern erklären

Mithilfe der Experimente (Abb. 3-4) kann nachgewiesen werden, dass es ein elektrisches Feld aufgrund der Oberflächenladungen gibt, das zum Stromfluss im Inneren des Leiters beiträgt. Der Stromfluss erzeugt wiederum ein Magnetfeld um den Leiter. Der Energiefluss kann nun näherungsweise mithilfe der Linken-Hand-Regel hergeleitet werden (Abb. 5). Es wird deutlich: In einem elektrischen System wird Energie durch ein EM Feld von der Energiequelle zum Energiewandler übertragen.

Abb. 5: Darstellung der Energieübertragung mit elektromagnetischen Feldern mithilfe von Feldlinien gemäß Poynting [8].



Legende:

- Elektronenflussrichtung
- E-Feld (Zeigefinger)
- B-Feld (Daumen)
- Energiefluss (Mittelfinger)

$$\vec{S} = \left(\frac{1}{\mu_0} \right) (\vec{E} \times \vec{B})$$

5

Erste Ergebnisse und Ausblick

(n = 7, 11. Schulstufe AHS, Dauer: ca. 30-60' pro Interview)

Das Konzept wurde insgesamt gut aufgenommen. Eine detaillierte Auswertung ist derzeit in Arbeit.

Die folgenden Überarbeitungsvorschläge ergeben sich aus der ersten Analyse der Interviews:

- Ergänzung einer 3D Darstellung der Energieübertragung in elektrischen Systemen
- Einbau einer Hilfestellung bei der Unterscheidung des magnetischen und elektrischen Feldes
- Genauere Besprechung von Oberflächenladungen in offenen Stromkreisen

Akzeptanzbefragung

Bei einer Akzeptanzbefragung [12] handelt es sich um ein Interview, das dem Ablauf eines Vier-Schrittes folgt:

- 1. Erklärung:** Zunächst wird eine Erklärung präsentiert, die sich auf eine Key Idea oder einen Versuch beziehen kann (siehe Abb. 3 und 4).
- 2. Akzeptanz:** Anschließend wird nach der Akzeptanz des Erklärungsmodells gefragt („War das für dich verständlich?“).
- 3. Paraphrase:** Dann wird die oder der Interviewpartner*in gebeten, die Erklärung selbst zu wiederholen. Dabei wird darauf geachtet, welche Begriffe verwendet werden.
- 4. Aufgabe:** Zuletzt werden eine oder mehrere Aufgaben gestellt, die sich auf den Erklärungsansatz beziehen, um das tiefere Verständnis zu hinterfragen.



Abb. 3: Versuch mit einer Strommesszange. Darstellung der Magnetfeldlinien in grün.

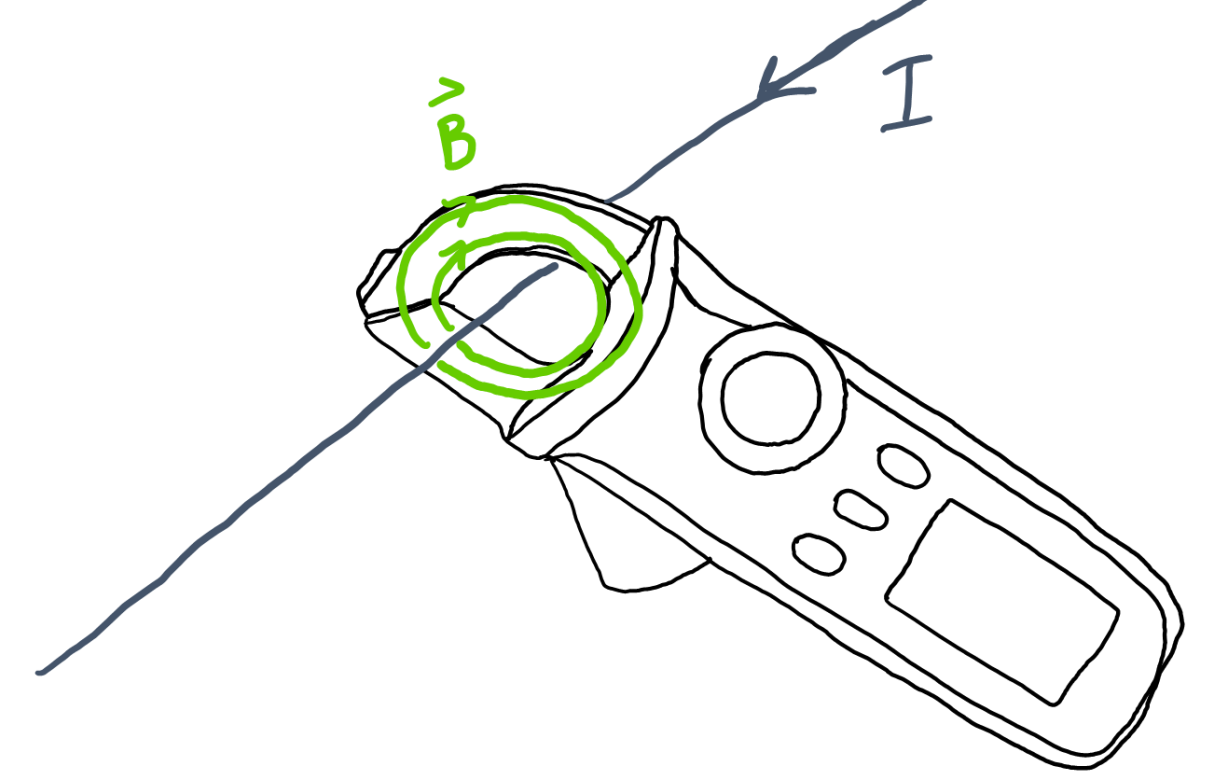
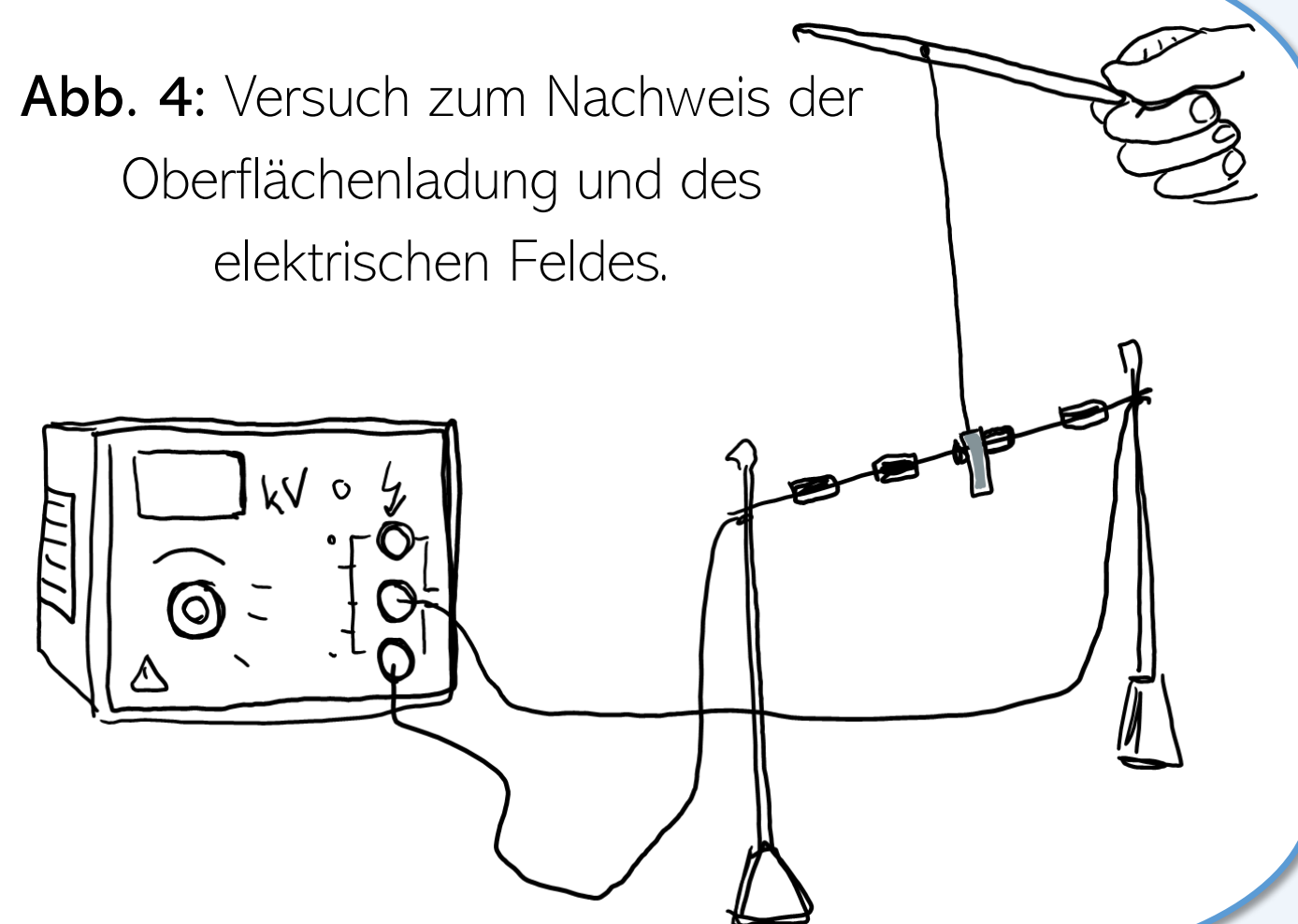


Abb. 4: Versuch zum Nachweis der Oberflächenladung und des elektrischen Feldes.



Literatur

- [1] Trumper, R. & Gorsky, P. (1993). Learning about energy: The influence of alternative frameworks, cognitive levels, and closed-mindedness. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(7), 637-648.
- [2] McDermott, L. C. & Van Zee, E. H. (1985). Identifying and Addressing Student Difficulties with Electric Circuits. In R. Duit, C. v. Rhoneck & W. Jung (Hrsg.), *IPN-Arbeitsberichte*: Bd. 59, Aspects of understanding electricity. *Proceedings of an international workshop* (S. 39-48). Schmidt und Klauing.
- [3] Backhaus, U. (1987). Der Energietransport durch elektrische Ströme und elektromagnetische Felder. *Praxis der Naturwissenschaften Physik*, 36(3), 30.
- [4] Aschauer, W. (2017). Elektrische und magnetische Felder [Dissertation, Logos Verlag Berlin GmbH]. GBV Gemeinsamer Bibliotheksverbund.
- [5] Burde, J.-P. (2018). Konzeption und Evaluation eines Unterrichtskonzepts zu einfachen Stromkreisen auf Basis des Elektronengasmodells [Dissertation, Logos Verlag Berlin GmbH]. GBV Gemeinsamer Bibliotheksverbund.
- [6] Engelhardt, P. V. & Bechner, R. J. (2004). Students' understanding of direct current resistive electrical circuits. *American Journal of Physics*, 72(1), 98-115.
- [7] Schecker, H., Wilhelm, T., Hopf, M. & Duit, R. (Hg.). (2018). *Schüler*innen Vorstellungen und Physikunterricht: Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis*. Springer Berlin Heidelberg.
- [8] Sefton, J. M. (2002). Understanding Electricity and Circuits: What the Text Books Don't Tell You. *Proceedings of the 9th Science Teachers Workshop*. Science Foundation for Physics, Sydney.
- [9] Rückl, E. (1991). Feldenergie: Ein neues didaktisches Konzept. Teilw. zugl.: Hannover, Univ., Habil.-Schr., 1989 u.d.T.: Rückl, Eckhard: Zur Feldenergie im Physikunterricht. BI-Wiss.-Verl.
- [10] Haagen-Schützenhöfer, C. & Hopf, M. (2020). Design-based research as a model for systematic curriculum development: The example of a curriculum for introductory optics. *Phys. Rev. Phys. Educ. Res.*, 16(2), 20152.
- [11] Kattmann, U., Duit, R., Gropengieser, H. & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion - Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. *3*, 3-18.
- [12] Jung, W. (1992). Probing acceptance, a technique for investigating learning difficulties. In R. Duit, F. Goldberg & H. Niedderer (Hrsg.), *Research in physics learning: Theoretical issues and empirical studies*. Kiel: IPN.

Mag. Louisa Morris

Zentrum für LehrerInnenbildung, AECC Physik

Universität Wien

louisa.morris@univie.ac.at

