

# Lernende von Schule bis Hochschule treffen beim Arbeiten mit dem Dioden-Kennlinien-Remote-Labor auf gleiche inhaltliche Lernbarrieren.

## Dioden-Kennlinien-Remote-Labor für Schule und Studium

**Thomas B. Steinmetz, Christian Kreiter, Thomas Klinger, Ingrid Krumphals**

### AUSGANGSPUNKT

Remote-Laboratorien (kurz: Remote Labs) lassen es zu, unter anderem auch arbeitsaufwändige und „gefährliche“ Experimente in einer realen Umgebung umzusetzen (Schlichting et al., 2016; Pester & Klinger, 2020). Im Rahmen des von der FFG geförderten Projekts **OnLabEdu** (Online Labore für naturwissenschaftliche Aus- und Weiterbildung) werden Remote Labs für Schulen entwickelt (Kreiter et al., in Druck). Um den Einsatz dieser Remote Labs zu fördern, scheint es naheliegend geeignete begleitende **Lehr- und Lernmaterialien** für Lehrende bereitzustellen. So steht neben der Hard- und Softwareentwicklung auch die Entwicklung von Lernarrangements. Vor dem Hintergrund des Forschungsparadigmas des **Design-Based Research** (Barab & Squire, 2004, Haagen-Schützenhöfer & Hopf, 2020) und dem **Modell der didaktischen Rekonstruktion** (Kattmann et al. 1997) werden entsprechende Materialien entwickelt. Derzeit ist ein Labor (**Dioden-Kennlinien-Remote-Labor**) hinsichtlich Hard- und Softwareentwicklung abgeschlossen. Weitere Labore befinden sich derzeit in Bau (Klinger et al., in Druck). Für das Dioden-Kennlinien Remote Lab wurde vorerst ein Lernarrangement, mit dem Fokus auf das **Thema Leuchtdioden (LED) für die Sekundarstufe II** entwickelt. Dieses befindet sich nun im zweiten Entwicklungszyklus (Details zu Zyklus 1 siehe: Krumphals et al., in Druck).

### METHODE

Auf Basis der Ergebnisse des ersten Design-Zyklus (Krumphals et al., in Druck) wurde das Lernarrangement überarbeitet und in weiteren Akzeptanzbefragungen (Jung, 1992; Wiener et al., 2018) erprobt. Der Fokus lag auf der Breite der Einsetzbarkeit hinsichtlich des Ausbildungsniveaus. Insgesamt wurden **neun Akzeptanzbefragungen** mit jeweils drei Lernenden aus **Sekundarstufe II, Physik-Lehramtsstudium** und **fachfremden Lehramtsstudien** (Bachelor) befragt.

### ERGEBNISSE

„[Zeigt auf die y-Achse mit der Stromstärke] Das ist die Durchlassspannung?“



„Habe ich das richtig verstanden, sobald das hier [die Werte auf der y-Achse] positiv wird, fängt es an zu leiten?“



„Damit das Licht scheint, brauch ich ja noch etwas anderes, also damit die Durchlassspannung entsteht brauch ich ja noch Spannung.“



### Kernergebnisse:

- Lernbarrieren hinsichtlich der Verknüpfung von Durchlassspannung, Energie der emittierten Lichtfarbe der LED und des Halbleitermaterials wurden identifiziert.
- Stromstärke und Spannung werden verwechselt sowie deren Größenordnung bezüglich LEDs.
- Durchlassspannung wird als etwas Aktives interpretiert.

### AUSBLICK

Dies ist nun schon der zweite Überarbeitungszyklus, der zu weiteren Optimierung der Materialien hinsichtlich unterschiedlicher Niveaus führen wird. Im Weiteren sind Interviews mit Lehrkräften geplant, um unter anderem auch Hinweise zu entsprechenden Begleitmaterialien zu erhalten. Danach ist der breite Einsatz des Dioden-Kennlinien-Remote-Labors in Schulklassen und tertiärer Lehre geplant, wobei Begleitforschung sowohl auf Seiten der Lernenden als auch Lehrenden stattfinden soll.

### Überblick der Lernumgebung

**Halbleitertechnik mit der Verknüpfung von emittiertem Licht und Durchlassspannung**

7.– 8. Klasse (11. – 12. Schulstufe)  
Dauer: ca. 1 Stunde



**Grundideen (Auswahl)**

- Inhaltliche Verknüpfung von Energie, Wellenlänge und Frequenz
- Die vom Material abhängige Durchlassspannung ist ausschlaggebend für die emittierte Lichtfarbe
- Die Höhe der Durchlassspannung lässt auf die Position des emittierten Lichts im elektromagnetischen Spektrum schließen



**Ziele (Auswahl)**

- Lernende können eigene Hypothesen aufstellen und überprüfen
- Lernende können eine Verknüpfung zwischen Energie, Durchlassspannung und emittierter Lichtfarbe herstellen

### Dioden-Kennlinien-Remote-Labor



Abb.1: Dioden-Kennlinien-Remote-Labor – Screenshot  
<https://onlabedu.net/gdcp2023/curve/>



### Materialanpassung

*Ursprüngliche Fassung:*

Erarbeite eine begründete Hypothese, wie oder ob sich die **Durchlassspannungen der einzelnen Farben** unterscheiden können und warum das so ist.

*Angepasste Fassung:*

Erarbeite eine begründete Hypothese, wie oder ob sich die Durchlassspannung unterscheidet, wenn **unterschiedliche Lichtfarben emittiert werden** (nicht gleichzeitig) und warum das so ist.

**Weiterentwicklung der Materialien:**

Die den Aufgabenstellungen vorangestellten Informationen werden kontinuierlich angepasst und verbessert, um die Verständlichkeit zu erhöhen. Einige Beispiele:

- Inhaltliche Bezugnahme auf die Bilder und ergänzende Beschreibungen.
- Verbesserte Anleitung zur Verwendung des Dioden-Kennlinien-Remote-Labors.

### Literatur

Barab, S. & Squire, K. (2004). Design-Based Research: Putting a Stake in the Ground. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 1–14. [https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301\\_1](https://doi.org/10.1207/s15327809jls1301_1)

Haagen-Schützenhöfer, C. & Hopf, M. (2020). Design-based research as a model for systematic curriculum development: The example of a curriculum for introductory optics. *Physical Review Physics Education Research*, 16(2). <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEduRes.16.020152>

Jung, W. (1992). Probing acceptance, a technique for investigation learning difficulties. In R. Duit, F. Goldberg & H. Niedderer (Hrsg.), *Research in Physics Learning - Theoretical Issues and Empirical Studies, Proceedings of an International Workshop held at the University of Bremen* (S. 278–295). IPN.

Klinger, T., Kreiter, C., Klinger, J., Steinmetz, T., Krumphals, I. (in Druck). A Remote Lab for School Students that explores the Function of the Human Eye.

Kreiter, C., Krumphals, I., Steinmetz, T., Perera, M.R.T. (in Druck). The OnLabEdu Project – Preliminary Results and Outlook.

Krumphals, I., Steinmetz, T., Kreiter, C. & Klinger, T. (in Druck). The Development of a Learning Arrangement in a Characteristic Curve Remote Laboratory.

Pester, A. & Klinger, T. (2020). Distributed Experiments and Distributed Learning. *International Journal of Online and Biomedical Engineering (IJOE)*, 16(06), 19–33. <https://doi.org/10.3991/ijoe.v16i06.13661>

Schlichting, L. C. M., S. Ferreira, G. de Bona, D. D. de Faveri, F. de, Anderson, J. A. & Alves, G. R. (2016). Remote laboratory: Application and usability. In *2016 Technologies Applied to Electronics Teaching (TAEET)* (S. 1–7). IEEE. <https://doi.org/10.1109/TAEET.2016.7528355>

Wiener, G. J., Schmeling, S. M. & Hopf, M. (2018). The technique of probing acceptance as a tool for teachers' professional development: A PCK study. *Journal of Research in Science Teaching*, 55(6), 849–875. <https://doi.org/10.1002/tea.21442>

Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H. & Komorek, M. (1997). Das Modell der didaktischen Rekonstruktion: Ein Rahmen für naturwissenschaftsdidaktische Forschung und Entwicklung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3(3), 3–18.

### Kontakt

Thomas Steinmetz, FH Kärnten/Pädagogische Hochschule Steiermark  
✉ [thomas.steinmetz@edu.uni-graz.at](mailto:thomas.steinmetz@edu.uni-graz.at)

Ingrid Krumphals, Pädagogische Hochschule Steiermark  
✉ [ingrid.krumphals@phst.at](mailto:ingrid.krumphals@phst.at)