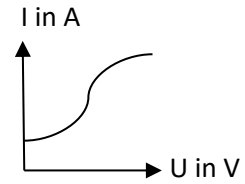


Überblick



- **Jahrgangsstufe:** Ab Klassenstufe 7
- **Experimentelle Kompetenz:** Daten graphisch darstellen
- **Thematik:** Elektrizitätslehre: Kennlinie einer LED und Glühlampe

Lernziele (Moduldurchführung + ausgelagerte Sicherung)

Die Schülerinnen und Schüler...

... nennen wichtige Bestandteile eines Diagramms.

... zeichnen ein Diagramm aus gegebenen Daten.

Verortung im Kernlehrplan Physik (methodische Kompetenz)¹

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung/Kommunikation (bis Ende Erprobungs- bzw. Sekundarstufe I)

Die Schülerinnen und Schüler können...

... das Vorgehen und wesentliche Ergebnisse bei Untersuchungen und Experimenten in vorgegebenen Formaten (Protokolle, Tabellen, Skizzen, Diagramme) dokumentieren (K1).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung (bis Ende Einführungsphase)

Die Schülerinnen und Schüler können ...

... stellen Daten in Tabellen und sinnvoll skalierten Diagrammen (u. a. t-s- und t-v-Diagramme, Vektordiagramme) von Hand und mit digitalen Werkzeugen angemessen präzise dar (K1, K3).

... erläutern die Erzeugung elektromagnetischer Schwingungen, erstellen aussagekräftige Diagramme und werten diese aus (E2, E4, E5, B1).

... erstellen, bei Variation mehrerer Parameter, Tabellen und Diagramme zur Darstellung von Messwerten aus dem Bereich der Elektrizitätslehre (K1, K3, UF3).

¹ Die Einordnung erfolgt in den Kernlehrplan NRW Physik für die Sekundarstufe I (1. Auflage 2019) und in den Kernlehrplan NRW Physik für die Sekundarstufe II (1. Auflage 2014).

Lehrerhandreichung zum Modul: „Daten graphisch darstellen“

Kurze Beschreibung des Moduls

Dieses Modul soll den Schülerinnen und Schülern (SuS) vermitteln, aus welchen Bestandteilen sich ein Diagramm zusammensetzt. Hierzu sollen Messdatenpaare zur Strom-Spannungskennlinie einer LED bzw. einer Glühlampe graphisch aufgetragen werden. Außerdem soll geprüft werden, ob diese Graphen einer proportionalen Zuordnung entsprechen.

Abgedeckte Kompetenzen

Auswertung

Schlüsse ziehen / diskutieren

Daten aufbereiten

Beobachten / Messen / Dokumentieren

Durchführung

Versuch funktionsfähig aufbauen

Planung

Vermutung / Hypothese aufstellen

Experiment planen

Fragestellung entwickeln

2

1

0

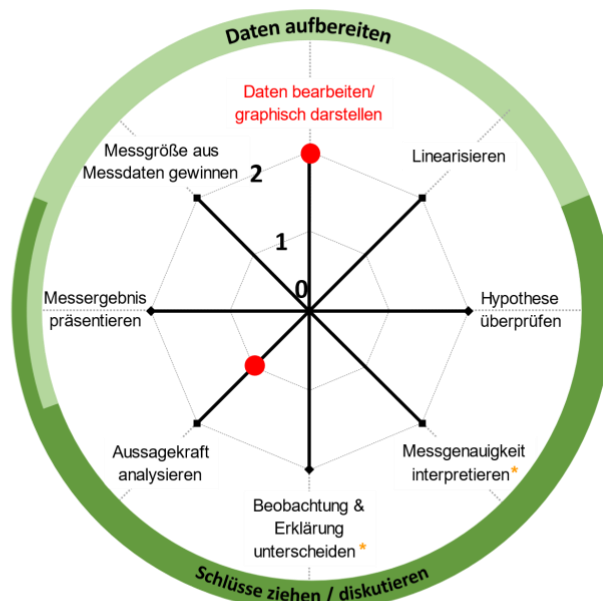
Angelehnt an das Modell des Hamburger Schulversuchs

Beschreibung übergeordneter experimenteller Kompetenzen

Farbliche Zuordnung zu den Experimentierphasen
Planung, Durchführung, Auswertung

Relevanz in der jeweiligen Station
2: Schwerpunkt 1: bedeutsam 0: nicht thematisiert

Kompetenzspinne „FLexKom“ (detaillierte Ansicht)



FLexKom-Spinne zur Auswertung

Innerer Bereich

- Ausdifferenzierte Teilkompetenzen
- Relevanz in dem jeweiligen Modul
2: Schwerpunkt (zusätzlich rote Schrift)
1: bedeutsam
0: nicht thematisiert
- * Teilkompetenz ist zusätzlich der Experimentierphase Durchführung zugeordnet

Äußerer Ring

- ... Kompetenzen aus dem Modell des Hamburger Schulversuchs (Titel der Ringsegmente), denen die ausdifferenzierten Teilkompetenzen zugeordnet sind
- ... Bereiche, in denen eine doppelte Zuordnung der Teilkompetenzen erfolgt

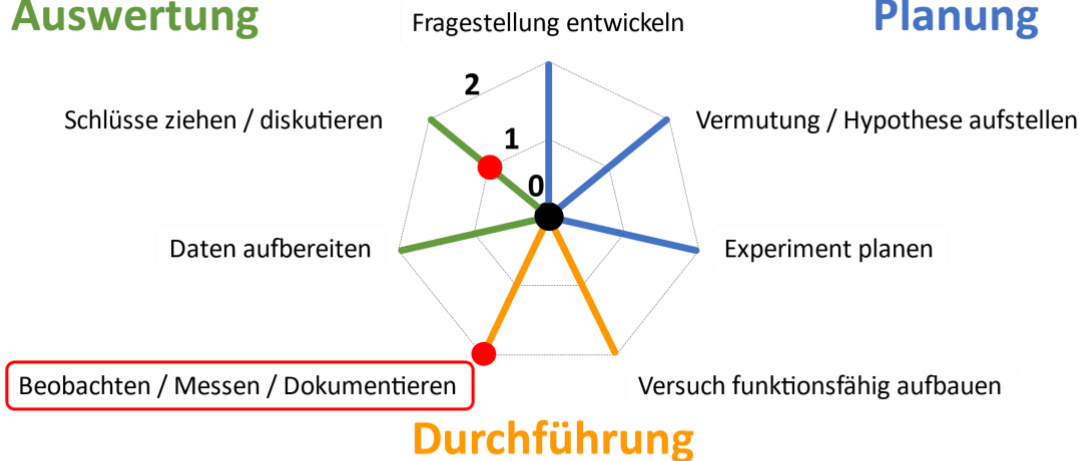
Lehrerhandreichung zum Modul: „Daten graphisch darstellen“

Erklärung der Kompetenzspinnen an einem Beispiel:

In diesem Beispielmodul wird schwerpunktmäßig der Kompetenzbereich „Beobachten / Messen / Dokumentieren“ (roter Punkt, Stufe 2) behandelt, der der Experimentierphase „Durchführung“ zugeordnet ist. Bedeutsam ist ebenfalls der Bereich „Schlüsse ziehen/ diskutieren“ (roter Punkt, Stufe 1).

Auswertung

Planung

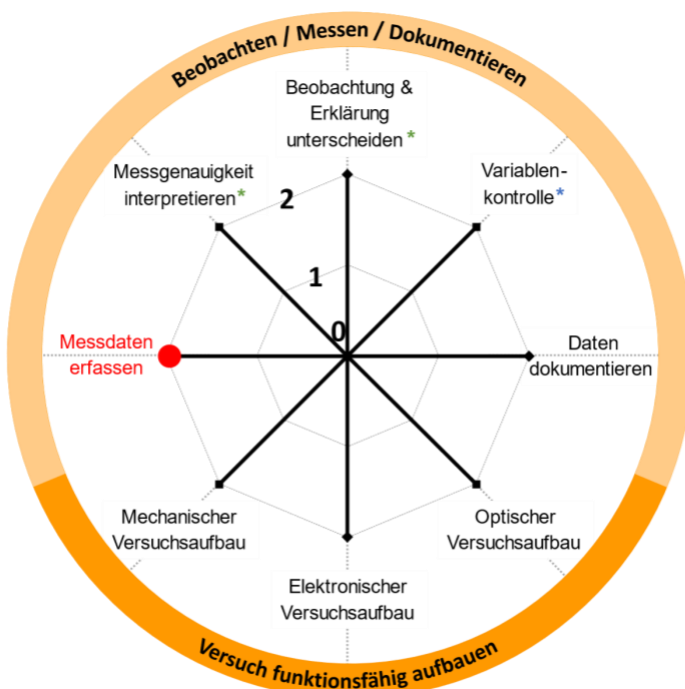


Angelehnt an das Modell des Hamburger Schulversuchs

Beschreibung übergeordneter experimenteller Kompetenzen

- Farbliche Zuordnung zu den Experimentierphasen
- Relevanz in der jeweiligen Station
- 2: Schwerpunkt 1: bedeutsam 0: nicht thematisiert

Betrachtet man die ausdifferenzierte Kompetenzspinn (für die Durchführung), so erkennt man, dass ausgehend von dem übergeordneten Kompetenzbereich „Beobachten / Messen / Dokumentieren“ in diesem Beispielmodul die Kompetenz „Messdaten festlegen“ gefördert werden soll (roter Punkt, Stufe 2).



FlexKom-Spinne zur Durchführung

Innerer Bereich

- Ausdifferenzierte Teilkompetenzen
- Relevanz in dem jeweiligen Modul
- 2: Schwerpunkt (zusätzlich rote Schrift)
- 1: bedeutsam
- 0: nicht thematisiert

- Teilkompetenz ist zusätzlich einer der Experimentierphasen Planung oder Auswertung zugeordnet

Äußerer Ring

- Kompetenzen aus dem Modell des Hamburger Schulversuchs (Titel der Ringsegmente), denen die ausdifferenzierten Teilkompetenzen zugeordnet sind
- Bereiche, in denen eine doppelte Zuordnung der Teilkompetenzen erfolgt

Lehrerhandreichung zum Modul: „Daten graphisch darstellen“

Zugehörige Dateien:

- AB zum Modul als pdf- und Word-Datei
- Lehrerhandreichung zum Modul als pdf- und Word-Datei
- Hilfekarte als pdf- und Word-Datei

Aufbau:

Dieses Modul benötigt außer dem Arbeitsblatt keine weiteren Materialien, sodass kein Experimentieraufbau notwendig ist.

Durchführung:

Die konkrete Durchführung richtet sich nach den Aufträgen auf dem AB des Moduls:

Es ist anzumerken, dass in diesem Modul kein Experiment durchgeführt wird und dementsprechend kein Material benötigt wird.

Nach einer inhaltlichen Orientierung in Form einer Beschreibung des Themenfeldes im Alltag und der zu erwerbenden bzw. fördernden Kompetenzen folgt die Erarbeitung anhand des Arbeitsblattes.

Der erste Arbeitsauftrag bildet den Schwerpunkt dieses Moduls. In diesem sollen SuS Strom- und Spannungswerte einer LED graphisch in dem dazu vorgesehenen karierten Bereich auftragen. Der Arbeitsauftrag wird so formuliert, dass die Daten von dem Versuchsleiter Ferdinand aufgenommen wurden. Dadurch wird eine Identifikation mit dem Versuchsleiter angestrebt.

Zu dieser Aufgabe stehen zwei Hilfekarten zur Verfügung. Diese stellen stufenweise dar, wie ein Diagramm aufzubauen, zu skalieren und zu beschriften ist. Die erste Hilfekarte liefert eine Beschreibung, wie die Werte aus der Tabelle in ein Diagramm einzutragen sind. Die erste Spalte der Tabelle ist im Regelfall die unabhängige Variable und wird auf die horizontale Achse aufgetragen, die zweite auf die vertikale. Die zweite Hilfekarte fokussiert sich auf die Beschriftung und Skalierung. Es wird erwähnt, dass ein Titel, Achsenbeschriftungen inklusive Einheiten und passende Achsenskalierungen notwendig sind. Außerdem werden diese Aspekte beispielhaft graphisch dargestellt.

In der ersten Teilaufgabe des zweiten Arbeitsauftrags ist eine Definition einer proportionalen Zuordnung zu lesen. In der zweiten Teilaufgabe ist zu prüfen, ob es sich bei den vorliegenden Daten um eine solche Zuordnung handelt. Zur Hilfe liegt erneut eine Hilfekarte bereit, auf welcher ein möglicher Graph einer proportionalen Zuordnung zu sehen ist. Dieser stellt eine Gerade dar, die durch den Ursprung verläuft. Das Beschreiben des Verhaltens der Kennlinie entspricht dem Arbeitsauftrag 3.

Als Zusatzaufgabe können die SuS die Kennlinie einer Glühlampe auf Grundlage von vorhandenen Daten in dasselbe Diagramm mit einer anderen Farbe einzeichnen. Mit diesen Arbeitsaufträgen soll den SuS deutlich gemacht werden, dass nicht alles im Alltag proportional ist und manchmal Zuordnungen, die als proportional bezeichnet werden, idealisiert sind.

Erwartete Ergebnisse

Damit die SuS erfahren, woraus ein Diagramm besteht, wird in dem ersten Arbeitsauftrag bewusst erwähnt, dass das Diagramm ausreichend beschriftet werden soll.

Es wird vermutet, dass die Beschriftung sonst in Vergessenheit geraten wird. Aufbauend auf Schülervorstellungsforschungen wird ebenfalls erwartet, dass Diagramme meist keinen Titel erhalten sowie Probleme bei der Skalierung aufkommen werden. Dazu gehören ungleichmäßige Abstände der Einteilungsstriche oder die ungleichmäßige Beschriftung dieser. Möglicherweise wird auch jeder Einteilungsstrich beschriftet, was zwar keinen fachlichen Fehler darstellt, jedoch viel Zeit kostet (Prediger et al., 2017).

Ein weiterer typischer Fehler ist, dass eingetragene Messwerte entweder willkürlich, je zwei Punkte linear oder alle Messwerte linear verbunden werden (Roth, o.D.).

Eine mögliche Lösung des ersten Arbeitsauftrages und der Zusatzaufgabe ist in Abbildung 1 dargestellt.

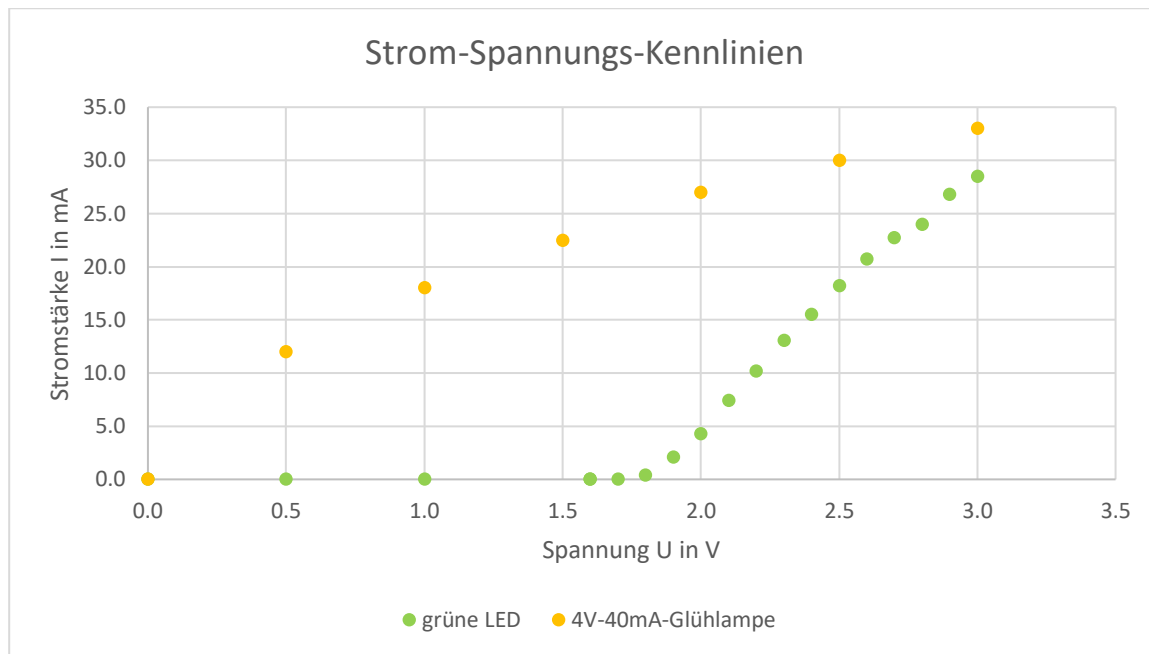


Abbildung 1: Mögliche Lösung zum ersten Arbeitsauftrag (grün) und der Zusatzaufgabe (gelb).

Beide Graphen stellen keine proportionale Zuordnung dar. Es wird erwartet, dass SuS erkennen, dass es beim ersten Arbeitsauftrag kein proportionaler Zusammenhang besteht, während eine proportionale Zuordnung bei der Zusatzaufgabe naheliegen wird, da sich eine lineare Funktion ergibt.

Physikalische Hintergrundinformationen

Eine LED (Licht emittierende Diode) besteht aus zwei Halbleitern. Halbleiter weisen ein vollständig mit Elektronen besetztes Valenzband und ein leeres Leitungsband auf. Die Differenz zwischen der Unterkante des Leitungsbandes und der Oberkante des Valenzbandes wird als Energielücke E_g bezeichnet.

Neben der Überführung von Elektronen aus dem Valenz- ins Leitungsband kann die Leitfähigkeit auch durch Dotierung beeinflusst werden. Unter einer Dotierung wird das Hinzufügen von Fremdatomen in das Grundmaterial verstanden. Dabei wird zwischen n-Dotierungen und p-Dotierungen unterschieden.

Werden ein p-dotierter und ein n-dotierter Halbleiter in Kontakt gebracht, so spricht man von einem p-n-Übergang oder von einer Diode.

Werden Elektronen vom Valenzband ins Leitungsband angeregt, so wird bei der Relaxation Energie in Form von elektromagnetischer Strahlung (Licht) frei. Die freiwerdende Energie und damit die Wellenlänge des Lichts ist von der Bandlücke E_g abhängig. Je nach verwendeten Materialien ist das Licht für das menschliche Auge sichtbar oder nicht sichtbar.

Die Strom-Spannungs-Kennlinie einer LED ist in Abbildung 2 dargestellt. Für den weiteren Verlauf wird auf den umkreisten Bereich in der Abbildung näher eingegangen. Die Stromstärke beträgt bis zu einer Durchlassspannung U_D null, ab welcher sie dann exponentiell ansteigt mit der äußeren Spannung ansteigt, aber später in eine Sättigung kommt. Dies liegt daran, dass alle vorhandenen freien Ladungsträger am Stromtransport beteiligt sind.

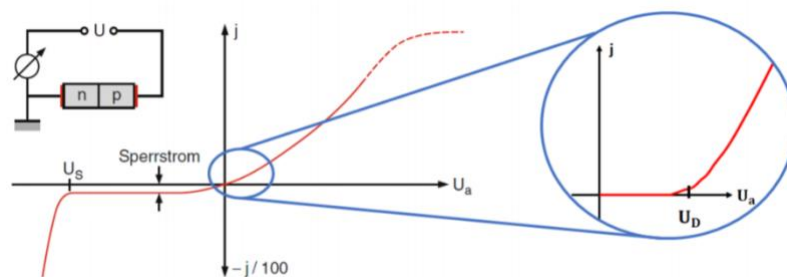


Abbildung 2: Strom-Spannungs-Kennlinie einer p-n-Diode. Es ist die Stromstärke j in Abhängigkeit von der angelegten äußeren Spannung U_a aufgetragen. Die negative j -Achse ist 100-fach gespreizt dargestellt. Nach einem exponentiellen Anstieg ab einer Durchlassspannung U_D tritt eine Sättigung ein. Bis zu einer Spannung von U_S fließt ein sehr geringer Strom. Bei großen negativen Strömen ist erneut ein stark ansteigender Strom messbar (vgl. Goertz, 2018, S. 56).

Lehrerhandreichung zum Modul: „Daten graphisch darstellen“

Literatur:

- Demtröder, W. (2017). Experimentalphysik 2 - Elektrizität und Optik. 7. Aufl. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag.
- Goertz, S. (2018). „Konzeption der Plattform FlexKom zur Erstellung von modularen Lernzirkeln zur Förderung experimenteller Kompetenzen“. Masterarbeit. Aachen: I. Physikalisches Institut A der RWTH Aachen University
- Prediger, S., C. Selter, S. Hußmann und M. Nührenbörger (2017). Mathe sicher können. Cornelsen.
- Roth, J. (o.D.). Didaktik der Algebra. Modul 5. Abgerufen: 02.06.2019. http://www.dms.uni-landau.de/roth/lehre/skripte/did_algebra/did_algebra_3_funktionen.pdf.
- Tipler, P. A. und G. Mosca (2015). Physik - für Wissenschaftler und Ingenieure. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag.