Überblick

- **Jahrgangsstufe:** Ab Klassenstufe 7
- **Experimentelle Kompetenz:** Elektronischer Versuchsaufbau
- **Thematik:** Elektrizitätslehre: Anschließen von Multimetern in Stromkreisen

Lernziele (Moduldurchführung + ausgelagerte Sicherung)

Die Schülerinnen und Schüler...

… erklären, wie ein Amperemeter in einen Stromkreis integriert wird und führen dies selbst durch.

... erklären, wie ein Voltmeter in einen Stromkreis integriert wird und führen dies selbst durch.

Verortung im Kernlehrplan Physik (methodische Kompetenz)[1]

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung (bis Ende Sekundarstufe I)

Die Schülerinnen und Schüler können…

… Spannungen und Stromstärken messen und elektrische Widerstände ermitteln (E2, E5).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung (bis Ende Einführungsphase)

Die Schülerinnen und Schüler können in Zusammenhängen mit eingegrenzter Komplexität…

… kriteriengeleitet beobachten und messen sowie auch komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden (E2).

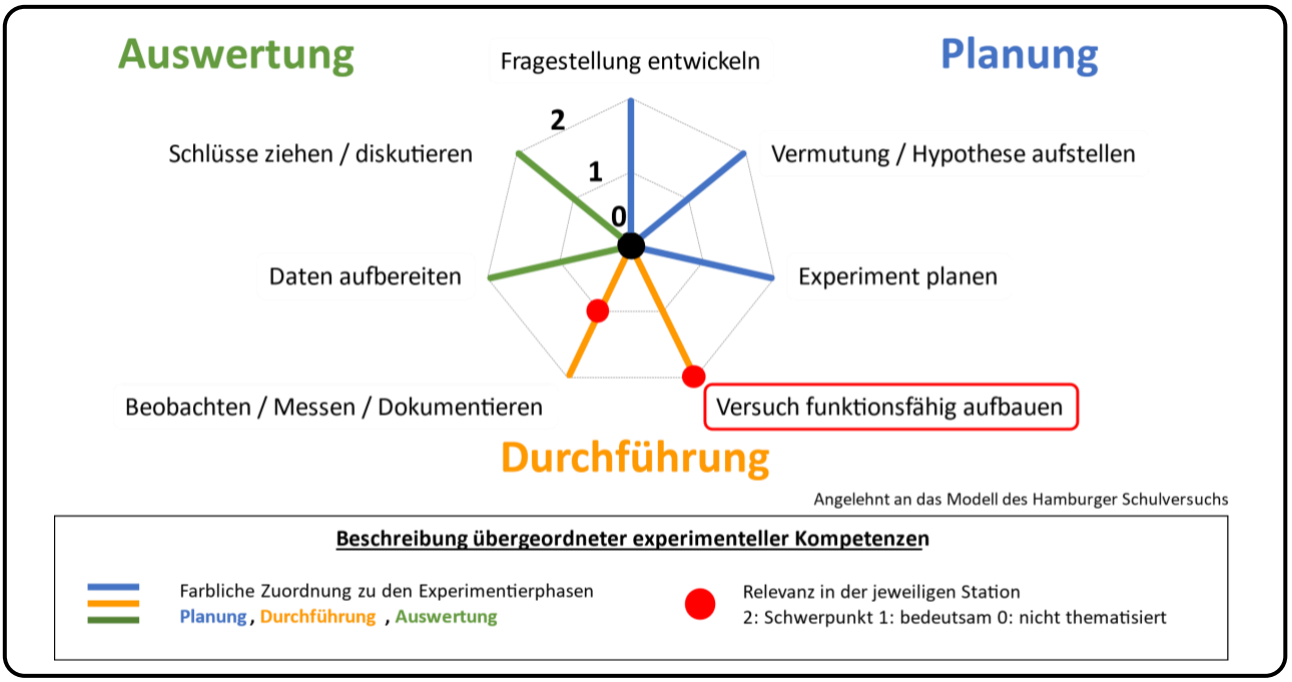
[1] Die Einordnung erfolgt in den Kernlehrplan NRW Physik für die Sekundarstufe I (1. Auflage 2019) und in den Kernlehr-plan NRW Physik für die Sekundarstufe II (1. Auflage 2014).

CC BY SA

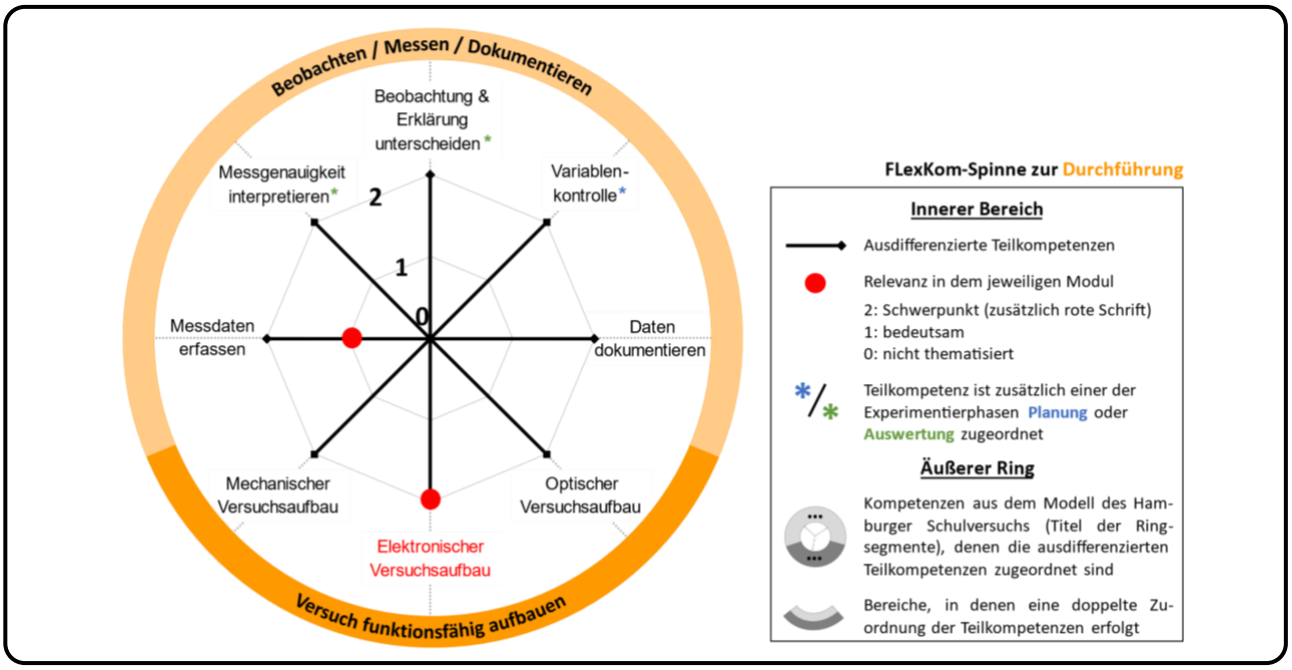
Kurze Beschreibung des Moduls

Dieses Modul soll den Schülerinnen und Schülern (SuS) den sachgerechten Umgang mit Messgeräten vermitteln. Hierzu wird ein Experiment aus dem Bereich der Elektrizitätslehre verwendet, in dem die SuS ein Amperemeter und ein Voltmeter in einen Stromkreis bestehend aus Spannungsquelle und Glühlampe integrieren.

Abgedeckte Kompetenzen



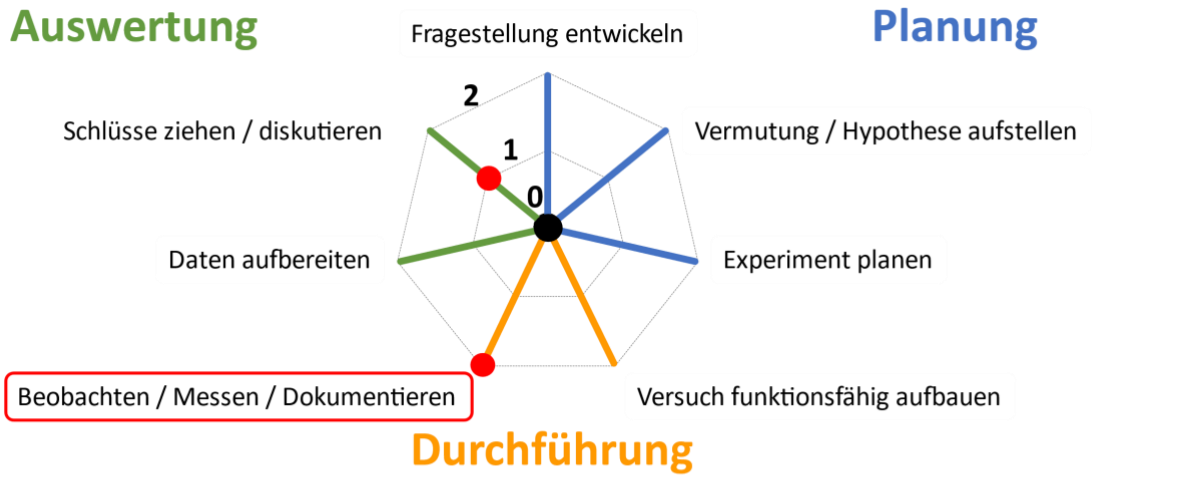
Kompetenzspinne „FLexKom“ (detaillierte Ansicht)



CC BY SA

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).



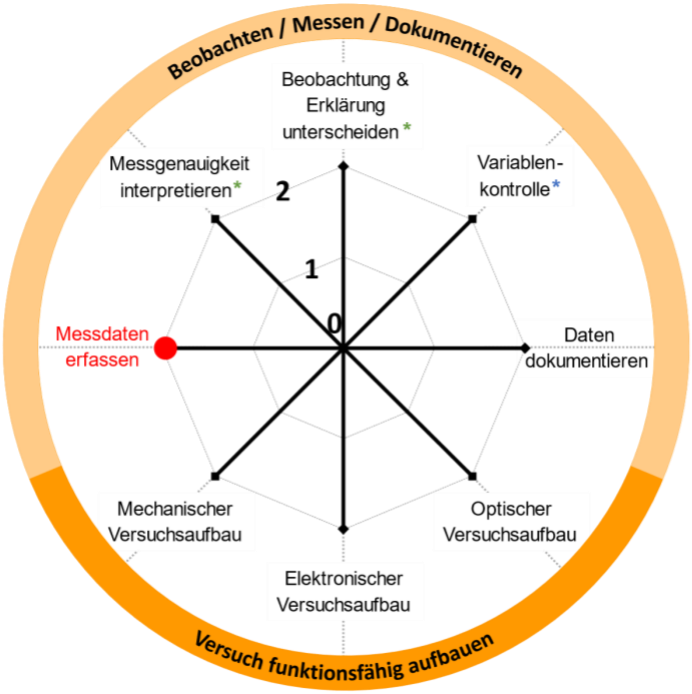
Angelehnt an das Modell des Hamburger Schulversuchs

Beschreibung übergeordneter experimenteller Kompetenzen

Farbliche Zuordnung zu den Experimentierphasen
Planung, Durchführung, Auswertung

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

Betrachtet man die ausdifferenzierte Kompetenzspinne (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

CC BY SA

Zugehörige Dateien:

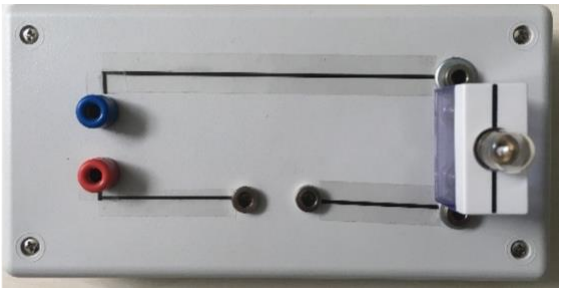
- AB für den Einsatz mit selbstgebautem Steckbrett (9 V-Akku) als pdf- und Word-Datei
- AB für den Einsatz mit einem Netzgerät als pdf- und Word-Datei
- Lehrerhandreichung zum Modul als pdf- und Word-Datei
- Hilfekarten als pdf- und Word-Datei
- Materialliste für das selbstgebaute Steckbrett
- Bauanleitung für das selbstgebaute Steckbrett
- DIN-A4 Druckvorlage zur Umsetzung auf einem normalen Steckbrett

Material:

- Steckbrett mit 9 V-Akku bzw. Netzgerät mit DIN-A4 Steckbrett und zugehöriger Druckvorlage
- 1 Glühlampe (6,2 V; 0,3 A)
- 2 Multimeter
- ggf. Spannungsquelle und Kabel für das Steckbrett zur Nutzung mit einer Spannungsquelle

Aufbau:

Abbildung 1 zeigt den Versuchsaufbau zu diesem Modul. Es wurden speziell für dieses Modul Steckbretter entwickelt, da jene von Lehrmittelherstellern deutlich mehr Anschlüsse haben als benötigt wird. Die Materialliste befindet sich in einer separaten Datei. Es wurden Löcher in aufschraubbare Universalboxen gebohrt, diese mit Buchsen versehen und verlötet, sodass die verwendeten Bauteile wie Glühlampen, Überbrückungsstecker oder Kabel verwendet werden können.
Als Spannungsquelle wird in Abbildung 1 (links) statt auf ein Netzgerät auf einen 9V-Akku zurückgegriffen, der ebenfalls in das Steckbrett zusammen mit einem Gehäuse für den Akku eingebaut wird. Um den permanenten Stromfluss zu verhindern, wird zusätzlich ein Ein-und-Aus-Schalter verbaut. Zur graphischen Unterstützung der Schaltung wurde die Schaltskizze übertragen. Um das Durchbrennen der Glühlampe zu verhindern, werden Vorwiderstände berechnet und diese unter dem Steckbrett verlötet. Da der Akku U = 9 V liefert und die Glühlampen lediglich 6,2 V und 0,3 A nach Angaben auf der Fassung aushalten, wurde ein Vorwiderstand von R = 10 Ω gewählt.



CC BY SA

Abbildung 1: Versuchsaufbau zum Modul „Elektronischer Versuchsaufbau". Links: Batteriebetriebenes Steckbrett mit Ein-und-Aus-Schalter. Rechts: Steckbrett zur Nutzung mit einer Spannungsquelle.

Die für den Versuch relevanten Bauteile befinden sich somit alle auf dem Steckbrett.
Das Modul wird von der Lehrkraft soweit vorbereitet, dass die Glühlampe auf dem Steckbrett platziert wird. Je zwei Kabel für die Multimeter sollten die gleiche Farbe haben, damit die Unterscheidung zwischen Ampere- und Voltmeter hervorgehoben wird (z.B. für das Amperemeter rote und für das Voltmeter blaue Kabel). Die Multimeter werden neben die Steckbretter gelegt. Dabei ist der Drehschalter des Amperemeters auf die Position „10A" und die des Voltmeters auf die Position „20mV" zu stellen.
Darüber hinaus sind die nötigen Kabel bereits an den Buchsen der Multimeter zu stecken, d.h. beim Amperemeter sind die Buchsen „COM" und „10A" sowie beim Voltmeter die Buchsen „COM" und „V" zu verwenden.
Alternativ kann das Modul auch mit einem Netzgerät durchgeführt werden. Auch hierfür wurde ein Steckbrett entwickelt (vgl. Abbildung 1 rechts). Der dazu gewählte Widerstand beträgt R = 150 Ω bei einer Spannung des Netzgerätes von U = 12 V. Da mit Gleichstrom gearbeitet wird, werden rote (Plus-Pol) und blaue Kabel (Minus-Pol) vom bzw. zum Netzgerät hin verwendet. Zudem wird darauf geachtet, dass die Kabel nicht zu lang sind, um so das Überkreuzen der Kabel zu vermeiden.
Darüber hinaus kann als Alternative die Druckvorlage für ein DIN A4 Steckbrett (s. Anhang) ~~verwendet werden. Dazu ist zunächst das Blatt auf dem Steckbrett mit vier Überbrückungssteckern~~ zu befestigen. Anschließend werden von der Lehrkraft die auf der Vorlage stehenden Bauteile an den angegebenen Positionen angebracht.

Durchführung:

Die konkrete Durchführung richtet sich nach den Aufträgen auf dem AB des Moduls:
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 die SuS ein Amperemeter und ein Voltmeter in den Stromkreis integrieren. Der Fokus liegt bei diesem Modul lediglich auf dem korrekten Einbau der Multimeter (in Reihen- oder Parallelschaltung) statt auf dem Auswählen des Messbereichs oder der Buchsen eines Multimeters. In blauen Hilfeboxen wird zur Erinnerung erwähnt, dass die Stromstärke in Reihe und die Spannung parallel zur Glühlampe gemessen wird. Dies kann je nach Ermessen der Lehrkraft durch die editierbare Version des Arbeitsblattes ausgelassen werden.
Die SuS haben die Möglichkeit, auf Hilfekarten zurückzugreifen. Die erste Hilfekarte zeigt ein Schaltbild von einer Spannungsquelle, einer Glühlampe und einem in Reihe zu der Glühlampe geschalteten Amperemeter. Die zweite Karte enthält statt des Amperemeters ein parallel zur Glühlampe geschaltetes Voltmeter.

Im zweiten Arbeitsauftrag sollen die SuS nach Schließen des Stromkreises mit dem Schalter die auf den Displays der Multimeter angezeigten Werte auf dem Arbeitsblatt notieren. Dabei spielt das Vorzeichen in diesem Fall keine Rolle.

Im dritten Arbeitsauftrag ist der Widerstand durch Quotientenbildung $R = \frac{U}{I}$ zu berechnen. Die letzten Arbeitsaufträge dienen dazu, um zu überprüfen, ob die Multimeter an den richtigen Stellen angeschlossen wurden. Falls der sich ergebende Widerstand nicht in dem vorgesehenen Bereich (Messunsicherheiten) liegt, so stimmt die Verschaltung nicht. In diesem Fall wird auf die Hilfekästen beim ersten Arbeitsauftrag verwiesen.
Schließlich soll der Ausgangszustand des Moduls hergestellt werden, indem der Stromkreis unterbrochen wird, die Kabel vom Steckbrett entfernt werden, ggf. die Drehschalter an den Multimetern in die ursprünglichen Positionen gebracht sowie die richtigen Buchsen verwendet werden.

Erwartete Ergebnisse

Erwartet wird, dass die SuS nicht zwischen einer Reihen- und Parallelschaltung unterscheiden und somit versuchen werden, beide Multimeter in Reihe zu schalten, da dies am intuitivsten scheint.

Da mit den Multimetern die Stromstärke und die Spannung gemessen wird, würde dies womöglich einige SuS dazu verleiten, die Anschlüsse „A" und „V" auf dem Multimeter zu verwenden. Um dies vorzubeugen werden die Kabel an den richtigen Stellen eingesteckt.

Bei richtiger Verschaltung der Multimeter ergeben sich folgende Messintervalle für die Messgrößen bei Nutzung des batteriebetriebenen Steckbrettes:

$$I \in [0{,}2; 0{,}3]$$
$$U \in [4{,}8; 5{,}3]$$

Diese Werte können je nach verwendeten Glühlampen und Schutzwiderständen variieren.

Physikalische Hintergrundinformationen

In diesem Modul befassen sich die SuS mit der Frage, wie Multimeter zur Messung der Stromstärke und der Spannung in den Stromkreis integriert werden müssen.
Zur weiteren Erläuterung wird die Schaltskizze (vgl. Abbildung 2) herangezogen.

CC BY SA

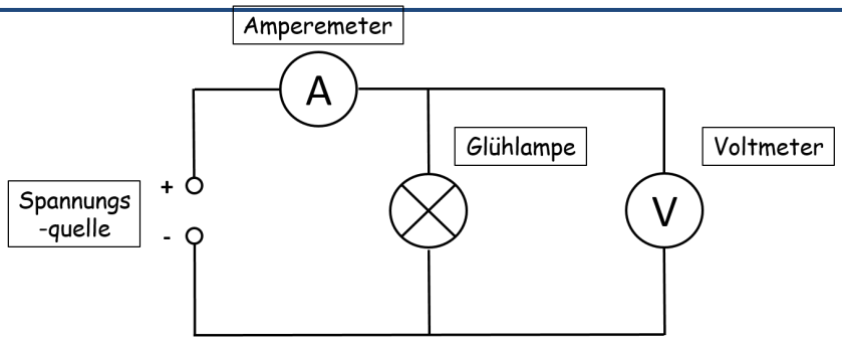


Abbildung 2: Schaltskizze zum Versuchsaufbau des Moduls „Elektronischer Versuchsaufbau". Es ist ein Stromkreis aus einer Glühlampe, einem dazu in Reihe geschalteten Amperemeter und einem zu der Glühlampe parallel geschalteten Voltmeter.

Im Folgenden wird auf Messungen mit digitalen, in der Schule gebräuchlichen, Multimetern eingegangen. Voltmeter dienen dazu, die Spannung zu messen, die an einem Bauteil (bspw. an einem Widerstand) abfällt. Das Voltmeter weist einen sehr hohen Innenwiderstand R_{innen} auf und wird

parallel zu dem zu vermessenen Bauteil angeschlossen. Auf diese Weise liegt auch am Innenwiderstand des Voltmeters die gleiche Spannung an und kann abgelesen werden (vgl. Tipler et al., 2015, S. 827). Geräte, mit denen die Stromstärke gemessen werden kann, werden Amperemeter genannt. Ein Amperemeter besitzt einen Innenwiderstand R_{innen}, welcher sehr klein ist.

Wird das Amperemeter nun in einem Stromkreis mit einem Widerstand in Reihe geschaltet, so fließt derselbe Strom auch durch den Innenwiderstand des Amperemeters und wird auf der Anzeige dargestellt (vgl. Tipler et al., 2015, 827).

Literatur:

Demtröder, W. (2017). *Experimentalphysik 2 - Elektrizität und Optik*. 7. Aufl. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag.

Tipler, P. A. und G. Mosca (2015). *Physik - für Wissenschaftler und Ingenieure*. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag.

CC BY SA