

# Experimente durchführen, protokollieren, auswerten und grafisch darstellen

## Bildungsplan

### 4. Spezifisches Methodenrepertoire der Physik

Klasse 8: Die S. können erste Experimente unter Anleitung ... durchführen, auswerten, grafisch veranschaulichen ...

Klasse 10: Die S. können Experimente unter Anleitung ... durchführen, auswerten, grafisch veranschaulichen ...

Klasse 12: Die S. können Experimente selbstständig ... durchführen, auswerten, grafisch veranschaulichen ...

Um die vom Bildungsplan geforderten Kompetenzen bei den Schülerinnen und Schülern herauszubilden, muss diesen eine Anleitung zum durchführen, auswerten und grafischen veranschaulichen gegeben werden. Eine solche Anleitung kann eine Auswahl der folgenden Punkte in einer schülergerechten Formulierung enthalten und in einem Methodenordner gesammelt werden.

## Durchführen von Experimenten

1. Vergleich der bereitgestellten oder ausgewählten Geräte mit der Skizze der Experimentieranordnung bzw. mit dem Schaltplan, evtl. Geräteliste ergänzen
2. Prüfen der Funktionstüchtigkeit der Geräte
3. Übersichtliches Aufbauen der Experimentieranordnung (Übereinstimmung mit Schaltung oder Skizze, Sichtbarkeit der Messinstrument, zu bedienende Elemente in den Vordergrund, möglichst wenige Überschneidungen von Kabeln, ...)
4. Schwierige Aufbauten und vor allem elektrische Schaltungen stets vor Inbetriebnahme vom Lehrer überprüfen lassen
5. Allgemeine und spezielle Sicherheitsvorkehrungen beachten (Arbeit mit Netzsteckdosen, Standfestigkeit der Geräte, Beschädigung durch Stöße, Berührung mit Wärmequellen oder durch Überlastung infolge zu hoher Spannung bzw. Stromstärke vermeiden)
6. Arbeitsschritte laut formulierter Versuchsdurchführung ausführen (Eingangssetzen, Beobachten, Messen, Bedingungen verändern, ...)
7. Alle Messparameter und Beobachtungen (insbesondere unverstandene, unerwartete) festhalten und aufheben!
8. Messwerte kritisch überprüfen, evtl. Messung wiederholen
9. Messwerte geeignet zusammenstellen (Messwerttabelle)

## Der Umgang mit Geräten

Alle Geräte müssen pfleglich behandelt werden. Bemerkte Mängel oder Schäden müssen dem Lehrer sofort gemeldet werden. Nach Abschluss des Versuches müssen die Geräte auf Vollzähligkeit überprüft, gegebenenfalls gereinigt und auf ihren Platz zurückgebracht werden.

## Besondere Hinweise zum Messen in der Elektrizitätslehre

Hierbei geht es insbesondere um Strom- und Spannungsmessungen. Dazu stehen verschiedene Arten von Messgeräten zur Verfügung: Instrumente mit analoger und digitaler Anzeige.

Bei Ablesen der Messwerte bei einem analogen Zeigerinstrument ist darauf zu achten, dass der Endwert der jeweiligen Skala dem vorab eingestellten Messbereich entspricht und es so zu Umrechnungen des angezeigten Skalenwertes kommen kann, um die tatsächliche Messgröße angeben zu können.

**Beispiel:** Gewählter Messbereich: 0,01 A      Skalenendwert: 10 Skalenteile  
Zeigerstellung: 5 Skalenteile

Hier entspricht der Skalenendwert 10 dem Wert 0,01 A des gewählten Messbereiches. Der gemessene Wert ist damit 0,005 A.

#### Zu beachten ist:

- Strommessgeräte sind stets in Reihe in den Stromkreis einzuschalten, Spannungsmessgeräte sind stets parallel zum Netzgerät oder zu dem elektrischen Gerät, dessen anliegende Spannung gemessen werden soll, zu schalten.
- Vor dem Einschalten einer elektrischen Schaltung sollten alle Messgeräte auf den größten Messbereich eingestellt sein.
- Bei Einzelmessungen gilt: Solange der nächst kleinere Messbereich ausreicht, muss auf ihn heruntergeschaltet werden.
- Bei Untersuchungen von Abhängigkeiten: Alle Messungen erfolgen nach Möglichkeit in ein und demselben Messbereich.

#### Allgemeines Vorgehen:

- Messgröße wählen (U, I)
- Richtige Polung beachten
- Gleich- oder Wechselspannung bzw. -strom auswählen
- Mit großem Messbereich beginnen!
- Bei zu geringem Zeigerausschlag Messbereich schrittweise verringern.

## Protokollieren von Experimenten

Für jedes Experiment sollte von den Schülerinnen und Schülern ein Protokoll angefertigt werden. Das Protokoll muss eine übersichtliche Struktur und eine saubere äußere Form haben. Ein typisches Protokoll könnte die folgende Struktur haben:

<b>Klasse:</b>	<b>Protokoll</b>		<b>Bearbeiter:</b>
<b>Datum:</b>	<b>Thema des Experiments</b>		<b>Mitarbeiter:</b>

**Versuch:**

**Fragestellung:** ...

**Vorbetrachtungen:**

**Geräte:** ...

**Aufbau:**

**Durchführung:**

**Beobachtung bzw. Messwerte:**

„Überschrift“

„Worum geht es in diesem Versuch? Was soll untersucht werden?“

Hier können Vorüberlegungen, die zum Verständnis des Versuches notwendig und hilfreich sind, notiert werden.

Skizze des Versuchsaufbaus

Verbale Erläuterung für den Experimentator, Formulierung von Teilversuchen

Verbal oder in Messwerttabelle:  
A in Abhängigkeit von B: Konstant bleiben C, D, ...

B in ...(Einheit)	0	...	...	...
A in ...(Einheit)	...	...	...	...

**Wichtig!** Alle Messparameter und Beobachtungen (insbesondere unverstandene, unerwartete) festhalten und aufheben!

**Auswertung der Ergebnisse:**

**Resultat:**

**Fehleranalyse:**

Berechnungen, Graphische Darstellungen, ...

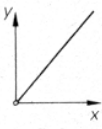
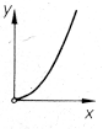


Formulierung im Satz, Bezug zur gestellten Aufgabe

Welche Faktoren können die Messwerte in welcher Weise beeinflusst haben?

Mögliche grobe Abschätzung: Wie stark können diese Faktoren die Messwerte beeinflusst haben?

## Auswerten von Experimenten und grafisches Veranschaulichen

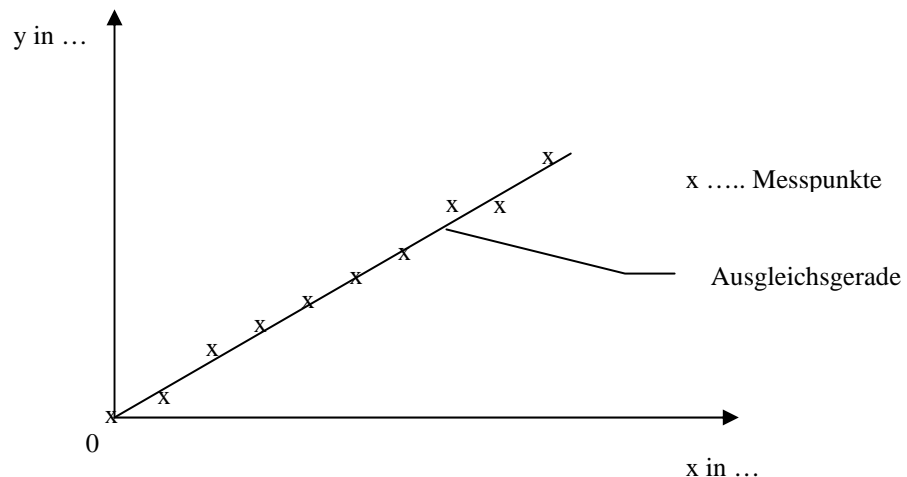
1. Notwendige Berechnungen ausführlich und übersichtlich darstellen. Ergebnisse evtl. in Tabellenform erfassen. Bei sich wiederholenden Rechnungen genügt die Angabe eines ausführlichen Einzelbeispiels.
2. Graphische Darstellungen werden in der Regel auf Millimeterpapier oder mit einem Tabellenkalkulationsprogramm (z.B. Excel) angefertigt.
  - a. Für die Einteilung der Achsen einen geeigneten Maßstab wählen.
  - b. Notieren, zu welchem Bauteil das Diagramm oder das Schaubild gehört. Farben benutzen.
  - c. Zu jedem Diagramm gehört eine Überschrift.
3. Evtl. Einzelmessungen wiederholen, wenn bei der Auswertung Zweifel an der Richtigkeit der Messwerte aufkommen.
4. Das Resultat der experimentellen Aufgabe im Satz formulieren, dabei Bezug zur gestellten Aufgabe nehmen.
5. Bei der Untersuchung von Zusammenhängen zweier physikalischer Größen gilt es häufig, die Abhängigkeit einer physikalischen Größe  $y$  von einer anderen physikalischen Größe  $x$  zu erarbeiten. Die folgende Übersicht zeigt, woran sich wichtige Abhängigkeiten erkennen lassen:

Grafische Darstellung der Abhängigkeit ( $y$ - $x$ -Diagramm)				
Vermutlich vorliegende Proportionalität	$y \sim x$	$y \sim x^2$	$y \sim \frac{1}{x}$	$y \sim \sqrt{x}$
Rechnerische Bestätigung der Proportionalität	$\frac{y}{x} = \text{konstant}$	$\frac{y}{x^2} = \text{konstant}$	$y \cdot x = \text{konstant}$	$\frac{y}{\sqrt{x}} = \text{konstant}$

In den meisten Fällen wird es sich bei dem Zusammenhang um eine einfache Proportionalität handeln:

$y \sim x$ , wenn

- zum zweifachen, dreifachen, ...,  $n$ -fachen Wert von  $x$  der zweifache, dreifache, ...,  $n$ -fache Wert von  $y$  gehört.
- der Quotient  $y/x$  einen konstanten Wert  $k$  ergibt:  $k = y/x$ . Dann folgt  $y = k \cdot x$ .
- im  $y$ - $x$ -Diagramm eine Ursprungsgerade entsteht.

**x-y-Diagramm mit Ursprungsgerade:**

**Bemerkung:** Aufgrund von bei der Messung aufgetretenen Messfehlern streuen i. A. die Messpunkte. Als Messkurve zeichnet man eine Ausgleichskurve (im Spezialfall: Ausgleichsgerade) so, dass im Mittel alle Messpunkte gleichweit „nach oben“ und „nach unten“ um diese Messkurve streuen.

6. Als Resultat wird das experimentelle Ergebnis angegeben und mit der Hypothese verglichen. Dies kann zur Widerlegung und damit zu einer Änderung der Hypothese führen, was u. U. einen neuen Versuch mit veränderter Fragestellung zur Folge haben kann.

**Methodische Analyse – Methodische Varianten**

Die angestrebten Kompetenzen sollten im Unterricht sukzessive erarbeitet werden. Ausgehend von einer engen Führung sollte die Offenheit der Aufgabenstellung und damit der Schwierigkeitsgrad allmählich gesteigert werden. Auch eine Bewertung der Fähigkeiten ist erstrebenswert. Folgende Abstufungen sind denkbar:

**Durchführen von Versuchen**

- [1] Aufbau der Versuchsanordnung und/oder Durchführung in gleicher Front gemeinsam mit dem Lehrer
- [2] Aufbau der Versuchsanordnung und/oder Durchführung wird vom Lehrer vorgemacht, Schülerinnen und Schüler machen es im Anschluss selbst nach
- [3] Aufbau der Versuchsanordnung und/oder Durchführung wird von den Schülerinnen und Schülern selbstverantwortlich übernommen

**Auswerten von Versuchen und grafisches Darstellen**

- [1] Auswertung und grafische Darstellung in gleicher Front gemeinsam mit dem Lehrer, Vorgaben durch den Lehrer
- [2] Gemeinsame Erarbeitung der Art und Weise der Auswertung und der grafischen Darstellung mit dem Lehrer, Schülerinnen und Schüler arbeiten danach selbstständig
- [3] Auswertung und grafische Darstellung übernehmen die Schülerinnen und Schüler in eigener Verantwortung

Bei den Punkten [1] und [2] eignet sich zur gemeinsamen Erarbeitung und Auswahl der möglichen Auswerteverfahren die Think-Pair-Share-Methode („Ich-Du-Wir-Methode“).

Think: Welche Auswertungen müssen vorgenommen werden? Welche Art der grafischen Veranschaulichung ist sinnvoll?

Pair: Einigung mit Partner oder im Team

Share: Präsentation der Überlegungen, Einigung auf gemeinsame Methode im Plenum

## Weitere methodische Hinweise für den Lehrer zur Organisation beim Durchführen von Experimenten

- Im Allgemeinen werden die Schülerexperimente in Teams zu 3-4 Schülern stattfinden. Damit jeder Schüler in der Gruppe Verantwortung übernehmen muss, kann man jedem Schüler des Teams ein Amt zuweisen:
  - **Zeitmanager:**
    - Ist verantwortlich dafür, dass die geplanten Zeiten eingehalten werden.
    - Ist verantwortlich dafür, dass das Team alle in dieser Zeit erforderlichen Aufgaben erledigt.
  - **Experimentierbeauftragter:**
    - Überprüft die Experimentiergeräte zu Beginn auf Vollständigkeit.
    - Ist verantwortlich, dass das Experiment gewissenhaft und sorgfältig durchgeführt wird.
    - Ist verantwortlich dafür, dass die Sicherheitsbestimmungen eingehalten werden.
  - **Materialbeauftragter:**
    - Ist für das Holen des Materials zuständig und damit verantwortlich dafür, dass die Gruppe zügig beginnen kann.
    - Ist verantwortlich dafür, dass die Experimentiergeräte und Materialien sorgfältig behandelt werden und alles wieder zügig und ordentlich aufgeräumt wird.
  - **Protokollbeauftragter:**
    - Ist dafür verantwortlich, dass alle wichtigen und verlangten Aufschriebe von allen Schülern getätigt werden.

Bei Gruppen von drei Schülern kann das Amt des Experimentierbeauftragten mit dem des Materialbeauftragten zusammengelegt werden.

Diese Zuständigkeiten werden vorher geklärt und auch in einer Zuständigkeitstabelle festgehalten. Dies erleichtert dem Lehrer den Überblick über die Zuständigkeitsbereiche und es ist möglich, beim nächsten Experiment die Zuständigkeiten zu ändern.

Ich bin	Experimentierbeauftragte(r)	Zeitmanager(in)	Materialbeauftragte(r)	Protokollbeauftragte(r)
Datum	Name	Name	Name	Name
Datum	Name	Name	Name	Name
Datum	Name	Name	Name	Name
...	...	...	...	...