

Experimente planen

Bildungsplan

4. Spezifisches Methodenrepertoire der Physik

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

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

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

Versuchsvarianten

Die Planung eines Experiments ist ein komplexer Prozess. Dazu gehört die Planung der zu verwendenden Geräte, des Versuchsaufbaus, der Durchführung, des Messwerteprotokolls und evtl. auch schon der Auswertung und grafischen Darstellung.

Es lassen sich drei Arten von Versuchen unterscheiden, die ein unterschiedliches Vorgehen zur Folge haben:

- (A) Experimente, die eine bekannte oder deduktiv abgeleitete Gesetzmäßigkeit überprüfen
- (B) Experimente, die induktiv zu einer noch unbekannte Gesetzmäßigkeit führen
- (C) Experimente, die eine bekannte Gesetzmäßigkeit anwenden

Sachanalyse - Teilkompetenzen

Die komplexe Kompetenz „Planung eines Experiments“ lässt sich je nach Art des Experiments in einzelne Teilkompetenzen aufschlüsseln.

Ausgangspunkt ist eine möglichst offene Fragestellung.

	(A) Gesetzmäßigkeit überprüfen	(B) Gesetzmäßigkeit entdecken	(C) Gesetzmäßigkeit anwenden
{1}	Frage: „Wie ... überprüfen?“	Zunehmend offene Fragestellung	
{2}		Hypothesenbildung <ul style="list-style-type: none"> - Wovon hängt die zu untersuchende Größe ab? - Wie hängt sie davon ab? - Schriftliche Formulierung der Teilhypothesen. 	Geeignete Gesetzmäßigkeit finden <ul style="list-style-type: none"> - Welche Gleichungen stehen zur Verfügung - Auswahl der geeigneten Gleichung (unter Berücksichtigung des nächsten Punktes)
{3}	Vorüberlegungen zur Durchführung <ul style="list-style-type: none"> - Welche Größen sind zu messen? - Mit welchen Messgeräten? - Wie sind die Messgeräte anzuschließen? 		
{4}	Planung von Aufbau und Durchführung <ul style="list-style-type: none"> - Skizze des Versuchsaufbaus - Verbale Beschreibung der Durchführung 		
{5}	Vorbereitung des Messwerteprotokolls <ul style="list-style-type: none"> - Formulierung der Teilversuche - Welche Teilabhängigkeit wird untersucht? - Platz für Messparameter, die konstant gehalten werden sollen - Vorbereitung der Messwerttabellen 		Vorbereitung des Messwerteprotokolls <ul style="list-style-type: none"> - Formulierung der Teilversuche - Platz für Messparameter - Vorbereitung der Wertetabellen

Experimente des Typs (A) sind die leichtesten, da hier von vornherein klar ist, welche Gesetzmäßigkeit untersucht werden soll, gefolgt von (C) und (B). Der Schwierigkeitsgrad von (C) und (B) hängt davon ab, wie offen die Fragestellung gewählt wird. Steht bei (C) nur eine Gesetzmäßigkeit zur Verfügung, ist sie leichter, als wenn unter mehreren Möglichkeiten ausgewählt werden kann. Die Fragestellung zu (B) und (C) sollte man zunehmend offener formulieren. Aus ihr muss eine experimentell untersuchbare Aufgabenstellung formuliert werden.

Um die Kompetenz allmählich zu festigen und zu verbessern, wird man den Schwierigkeitsgrad über die Schuljahre hinweg allmählich erhöhen.

Anleitungen zur Planung eines Experiments

Experimente „unter Anleitung planen“ beinhaltet den methodischen Hinweis, den Schülern geeignete Anleitungen zur Verfügung zu stellen. Es empfiehlt sich, solche Anleitungen in einem speziellen „Methodenordner“ sammeln zu lassen.

(A) Gesetzmäßigkeit überprüfen	(B) Gesetzmäßigkeit entdecken	(C) Gesetzmäßigkeit anwenden
<ul style="list-style-type: none"> Welche Gleichung soll überprüft werden? (1) 	<ul style="list-style-type: none"> Formuliere Hypothesen (1), (2) <ul style="list-style-type: none"> - Wovon hängt die zu untersuchende Größe ab? - Wie hängt sie davon ab? 	<ul style="list-style-type: none"> Welche Gleichungen stehen zur Verfügung? (1), (2)
<ul style="list-style-type: none"> Welche Größen sind zu messen? (3) Mit welchen Messgeräten, wie? Skizziere den Versuchsaufbau. Beschreibe verbal die Durchführung. 	<ul style="list-style-type: none"> Welche Größen sind zu messen? (3) Mit welchen Messgeräten, wie? Skizziere den Versuchsaufbau. Beschreibe verbal die Durchführung. 	<ul style="list-style-type: none"> Welche Größen sind zu messen? (3) Mit welchen Messgeräten, wie? Skizziere den Versuchsaufbau. Beschreibe verbal die Durchführung.
<ul style="list-style-type: none"> Bereite das Messprotokoll vor: (4) <ul style="list-style-type: none"> - formuliere Teilversuche, - halte Platz für Messparameter, - bereite Messwerttabellen vor. 	<ul style="list-style-type: none"> Bereite das Messprotokoll vor: (4) <ul style="list-style-type: none"> - formuliere Teilversuche, - halte Platz für Messparameter, - bereite Messwerttabellen vor. 	<ul style="list-style-type: none"> Bereite das Messprotokoll vor: (4) <ul style="list-style-type: none"> - formuliere Teilversuche - halte Platz für Messparameter, - bereite Messwerttabellen vor.

- (1) Aus einer gegebenen Problemstellung muss eine experimentell überprüfbare Fragestellung entwickelt werden.
- (2) Es müssen Vermutungen darüber aufgestellt werden, in welcher Weise die zu untersuchenden Größen voneinander abhängen. Damit können Hypothesen in Form von halbquantitativen Aussagen („Je-desto-Sätze“) aufgestellt werden.

Vermutungen:

A hängt ab von B.

Je größer B, desto ... A.

A hängt ab von C.

Je größer C, desto ... A.

A hängt ab von D.

Je größer D, desto ... A.

- (3) Es muss ein Versuch entwickelt werden, in dem jeweils eine Abhängigkeit untersucht wird und alle anderen gleich (konstant) bleiben.
- (4) Ein typisches Messprotokoll wird im Skript „Experimente durchführen, protokollieren, auswerten und grafisch veranschaulichen“ dargestellt.

Methodische Analyse – Methodische Varianten

Die angestrebte Kompetenz sollte 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:

- [1] **Vorgegebener Demonstrationsversuch** (Der Versuch ist vorgegeben, fertig aufgebaut, der Aufbau ist erläutert.)
 - Im **L-S-Gespräch**¹ die letzten beiden Punkte 4 und 5 planen, schriftlich fixieren, dann erst durchführen, Messwerte in vorgefertigte Tabellen eintragen, ...
 - **Ich – du – wir**² : Planung und Fixierung der Punkte {4} und {5}, dann durchführen, ...
 - **Hausaufgabe – Besprechung (Ha-Be)**: Planung der Punkte {4} und {5}, dann durchführen
- [2] **Vorgegebene Geräte** Geräte für den Versuch sind vorgegeben und bereitgestellt, der Demonstrationsversuch / Schülerversuch ist noch nicht aufgebaut oder verborgen
 - Arbeitsblatt mit konkreten Anweisungen zur Planung eines Experiments austeilen!
 - **Ich – du – wir** :
 Ich: Planung aller Punkte des Versuchs auf Konzeptblatt
 Du: Einigung auf einen Plan im Team
 Wir: Präsentation der Überlegungen, Einigung auf gemeinsame Planung, Fixierung der Punkte {4} und {5}, Aufbau und Durchführung des Versuchs
 - **Ha-Be** :
 HA: Planung des Versuchs und schriftliche Fixierung
 Be: Präsentation der Überlegungen, Einigung auf gemeinsame Planung, Fixierung, Durchführung
 - **Praktikum**
 Vorbereitung zu Hause: Planung des Versuchs und schriftliche Fixierung (Bewertung der Planung)
 Praktikum: Durchführung
 - **Klassenarbeit**
 Planung des Versuchs als KA-Aufgabe
- [3] **Freie Gerätewahl** für den Versuch
 - Arbeitsblatt mit konkreten Anweisungen zur Planung eines Experiments austeilen!
 - **Ich – du – wir** :
 Ich: Planung der Punkte {1} bis {3} auf Konzeptblatt
 Du: Einigung auf einen Plan im Team
 Wir: Präsentation und Diskussion der Überlegungen
 Lehrer: Präsentation des vom Lehrer vorbereiteten Experiments, Durchführung, Auswertung
 - **Praktikum**
 Vorbereitung zu Hause: Planung des Versuchs und schriftliche Fixierung (Bewertung der Planung)
 Praktikum: Durchführung des vorgegebenen Versuchs
 - **GFS**
 Schüler: Planung der Punkte {1} bis {3} auf Konzeptblatt
 Diskussion zur Durchführbarkeit der Versuche mit den Lehrer
 Selbständige Planung des Versuchs, Organisation der Geräte, Durchführung
 - **Klassenarbeit**
 Planung des Versuchs als KA-Aufgabe

Überlässt man im Vorfeld die Planung des Experiments den Schülern um sie danach im Praktikum oder im Schülerversuch das Experiment durchführen zu lassen, so sind Inkongruenzen zwischen den Vorüberlegungen der Schüler und dem vom Lehrer vorbereiteten Experiment unvermeidlich. Bei Experimenten zur E-Lehre stellt sich das Problem weniger, da die mögliche Auswahl der Geräte durch die Aufgabenstellung eingeschränkt ist und die benötigten Geräte in der Regel vorhanden sind. Keine Probleme hat man im Rahmen einer GFS.

¹ L-S-Gespräch: Fragend-entwickelndes Lehrer-Schüler-Gespräch

² „ich-du-wir“: Methodische Abfolge, auch als „Think-Pair-Share“-Methode bekannt

ich: Im ersten Schritt beschäftigt sich jeder Schüler mit der Aufgabenstellung allein

du: Austausch der Gedanken mit Mitschülern, Banknachbar, Bank, Gruppe

wir: Diskussion im Plenum

Umsetzungsmöglichkeiten

Klasse 7/8

Optik

Vorbereitung durch „Optik-Führerschein“

- SV³: Licht und Schatten mit Optik – Kasten (B)
- SV: Reflexionsgesetz (B)
- SV: Brechungsgesetz (B)
- SV: Totalreflexion, Grenzwinkel (B)

Mechanik

- SV: Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit (B), (C)
- SV: Dichte eines Steins (C)
- SV: Dichte von Wasser (C)
- DV: Dichte von Luft (C)

E-Lehre

- GFS/SV: Wärmewirkung des el. Stromes (B)
- SV: Ohmsches Gesetz (B)
- SV/GFS: Widerstand von Drähten, Temperaturabhängigkeit (C)

Klasse 9/10

E-Lehre

- GFS/SV: Leistung el. Geräte (C)
- SV/GFS: Wirkungsgrad von Elektromotoren (C)
- GFS: Eigenschaften von Energiesparlampen (C)
- SV: Gesetze der Parallel- und Reihenschaltung (A), (B)
- SV: Spannungsverhältnisse am Transformator (A), (B)

Elektronik

- SV: Kennlinie einer Diode, Solarzelle, ... (B)
- GFS: Eigenschaften von Solarzellen (C)
- GFS/SV: Anwendungen (Transistor als Schalter)
Dämmerungsschalter, Alarmanlage, Temperatursteuering (C)
- GFS/SV: Sensoren (C)

Mechanik

- SV: Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit (A)
- SV: Bewegung mit konstanter Beschleunigung (A)
- SV/DV: $F = m \cdot a$ (A)

³ SV: Schülerversuch; DV: Demonstrationsversuch; GFS: Gleichwertige Feststellung von Schülerleistungen

- SV: Experimente zum EES (A)
- SV: Experimente zum IS (A)

Wärmelehre

- SV: $Q = cm \Delta\theta$ (B)
- SV/GFS: Spezifische Wärmekapazitäten (C)
- SV/GFS: k-Wert, Wärmedämmung (B), (C)
- SV/GFS: Wirkungsgrad eines selbstgebaute Tauchsieders, von Wärmekraftmaschinen, ... (C)

Radioaktivität

- SV/GFS: Untersuchungen zur natürlichen Radioaktivität (C)