

## 1 Warum Versuche?

Versuche und Experimente im Physikunterricht können unterschiedliche Funktionen haben:

- Mit Hilfe eines Versuchs kann man neue Erkenntnisse erhalten.

Mit einem Versuch lassen sich Zusammenhänge zwischen physikalischen Größen erforschen. Z. B. lässt sich die Abhängigkeit der Schwingungsdauer eines Pendels von der Pendellänge untersuchen oder die Abhängigkeit des Wirkungsgrades eines Transformators von der Temperatur.

Ebenso lassen sich Materialkonstanten oder sogar Naturkonstanten bestimmen. Z. B. kann man die Gravitationsbeschleunigung mit Hilfe eines Fallversuchs bestimmen oder die Dichte fester Stoffe mittels Volumen- und Gewichtsmessungen.

- Mit einem Experiment kann man einen vermuteten Zusammenhang festigen. Z.B. lassen sich die Newtonschen Axiome experimentell überprüfen; das gleiche gilt für die theoretisch hergeleitete Bewegungsgleichung einer konstant beschleunigten Masse.

Typisch für die Arbeit in den Naturwissenschaften ist es, Hypothesen und Prognosen zu formulieren. Diese Hypothesen können sich aus bereits erfolgten Versuchen oder aus einer theoretischen Überlegung ergeben.

Ob eine solche Hypothese tatsächlich wahr oder doch falsch ist, lässt sich oft zu dem Zeitpunkt der Formulierung noch nicht genau sagen. Ein (weiteres) Experiment kann nun dabei helfen, die Hypothese gezielt zu untersuchen und damit zu bestätigen oder zu widerlegen.

Aber Vorsicht: ein positives Ergebnis unterstützt die Hypothese lediglich; sie reicht aber nicht aus, um tatsächlich deren Gültigkeit zu folgern. Umgekehrt kann ein negatives Ergebnis eines Experiments jedoch geeignet sein, eine Hypothese zu widerlegen.

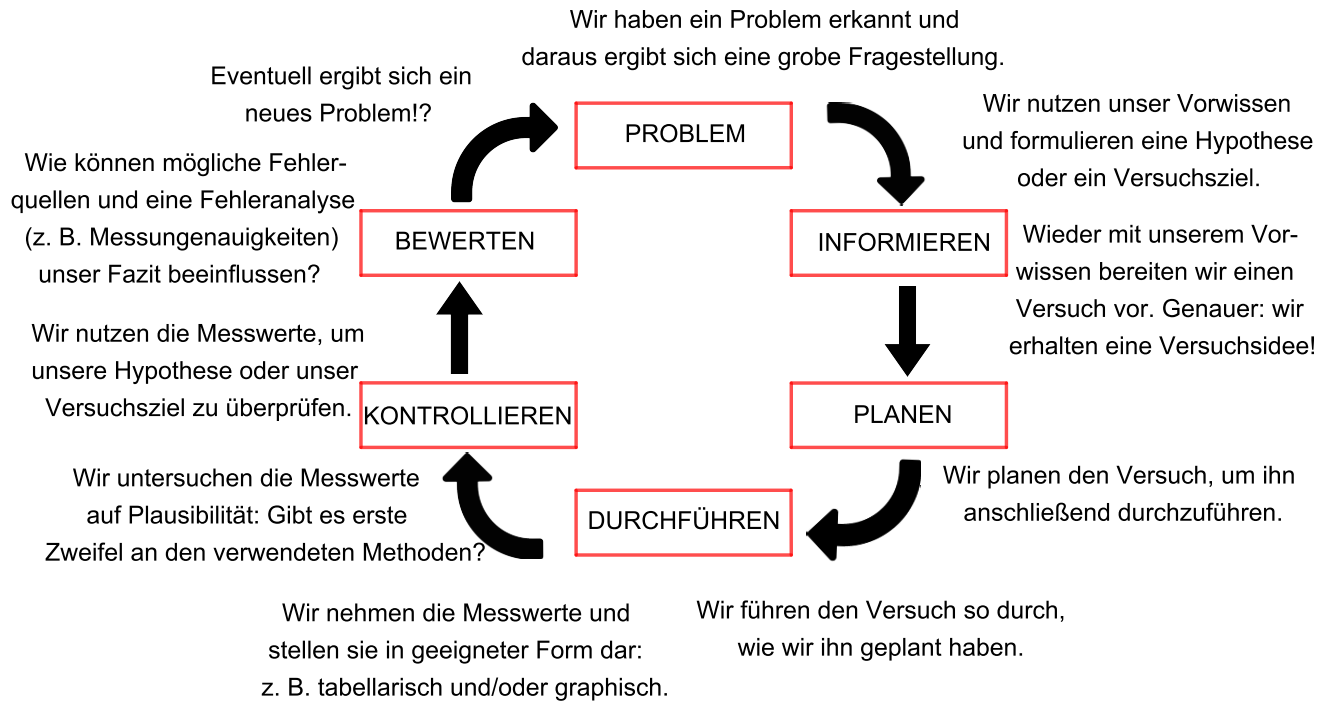
- Mit Hilfe von Versuchen kann man bekannte Ergebnisse anwenden.

Das heißt: sind physikalische Ergebnisse geeignet, um technische Anwendungen zu ermöglichen oder zu verbessern. Z. B.: Ist radioaktive Strahlung geeignet die Knochenstruktur des Körpers bildhaft darzustellen? Kann man mit Hilfe von elektromagnetischen Wellen Informationen über weite Entfernungen übertragen? Kann man mit Magneten Plasmaströme beeinflussen?

## 2 Die grundlegende Herangehensweise beim Experimentieren

Es gibt einen Kreislauf, den man bei fast jedem Versuch zu Grunde legen kann, siehe Abbildung 1.

Abbildung 1: Der Versuchskreislauf



Dass ein Versuch oder ein Experiment die Natur nicht exakt abbilden kann, ergibt sich aus deren Komplexität. Ein Experiment verläuft typischerweise **unter Laborbedingungen** und **reproduzierbar**. Das bedeutet:

- Die Bedingungen, unter denen das Experiment abläuft, werden durch die Versuchsperson bewusst und gezielt gewählt und ermöglicht.
- Die Parameter, die den Versuch beeinflussen, müssen veränderbar und sollen beeinflussbar sein.
- Parameter, die während des Versuchs konstant gehalten werden, müssen messbar und auswertbar sein.
- Das Experiment muss jederzeit unter den gleichen Bedingungen wiederholt werden können.

## 3 Das Versuchsprotokoll

### 3.1 Checkliste für ein Versuchsprotokoll

Die inhaltlichen Schritte des Versuchsprotokolls folgen im Wesentlichen den Schritten beim Durchlaufen des Versuchskreislaufs. Dabei können insbesondere die Punkte 5 und 6 gemeinsam behandelt werden. Ebenso gibt es einen oft fließenden Übergang zwischen den Punkten 4 und 5.

1. Beschreibung der Problemstellung Formulierung einer Hypothese, eines Ziels oder einer Prognose
  - Welche Größen will ich miteinander in Verbindung bringen?  
Zwischen welchen Größen will ich einen Zusammenhang messen?
  - Welches beobachtete Phänomen will ich untersuchen?
  - Welche Gesetzmäßigkeit erwarte ich? (z. B. mittels mathematischer Formeln)  
Welche Zusammenhänge erwarte ich? (z. B. qualitative Abhängigkeiten)  
Was erwarte ich im Experiment zu sehen?  
Welche Größenordnungen in meinen Messungen erwarte ich? (z. B. Abschätzen der abhängigen Messwerte)
2. Versuchsplanung und Versuchsaufbau
  - Welche Größen will ich messen?
  - Wie kann ich die weiteren Einflussgrößen konstant halten?
  - Welche Geräte verwende ich und zu welchem Zweck? (Geräte- und/oder Materialliste)
  - Wie sieht der Versuchsaufbau aus? (auf die wesentlichen Details reduzierte Skizze mit Beschriftung)
  - In welchen Schritten verläuft der Versuch? (Ablaufplan)
3. Versuchsdurchführung
  - Wie habe ich den Versuch im Detail durchgeführt?
  - Bin ich von der Planung abgewichen? Wenn ja, warum?
  - Welche Messwerte und Ergebnisse oder Beobachtungen habe ich erhalten? (Protokollnotizen, Skizzen, Fotos, Videos)
4. Ergebnisse und Beobachtungen
  - Was habe ich gemessen? Dazu wähle ich eine geeignete Darstellung der Messergebnisse, z. B. graphisch und/oder tabellarisch
  - Was habe ich beobachtet?  
Habe ich die Beobachtungen geeignet aufgearbeitet, z. B. durch Skizzen, Bilder, Videos aus der Durchführung ergänzt um Beschriftungen, Kommentare und Notizen.

## 5. Auswertung des Versuches

- Ich diskutiere und interpretiere die erhaltenen Messwerte und Beobachtungen.  
Dazu:
  - Ich werte die erhaltenen Grafiken aus und interpretiere diese.
  - Ich führe Berechnungen durch um einen formelmäßigen Zusammenhang rechnerisch zu überprüfen.
- Kann ich meine Ergebnisse mit Ergebnissen aus der Literatur vergleichen?
- Gibt es Fehlerquellen, die ich in meine Interpretation mit einbeziehen muss?
- Kann ich Fehlerquellen quantifizieren und in meine Messergebnisse integrieren?

## 6. Formulierung eines Fazits

- Ich vergleiche meine Ergebnisse mit der anfangs gestellten Hypothese, dem anfangs gesteckten Ziel und/oder der anfangs formulierten Prognose.
- Ich formuliere ein Fazit.
- Ich überlege gegebenenfalls, wie ich den Versuch modifizieren kann oder wie ein weitergehender Versuch aussehen kann.

## 7. Sonstiges für das Protokoll

- Welche Literatur oder Informationsquellen habe ich verwendet?
- Habe ich alle "Rohdaten" in den Anhang eingefügt?

### **3.2 Formale und inhaltliche Hinweise zum Protokoll**

Folgende, teils selbstverständliche Hinweise gilt es bei der Anfertigung eines Versuchsprotokolls zu beachten. Viele der Punkte betreffen die Nachvollziehbarkeit des Versuchs und seiner Ergebnisse sowie der Reproduzierbarkeit des Versuchs.

- Gliedern Sie ihr Protokoll klar. Eine klare Gliederung umfasst das Inhaltsverzeichnis, eine Seitennummerierung und eine Titelseite, versehen mit dem Titel des Versuchs, Datum des Versuchs sowie Namen der beteiligten Personen.
- Achten Sie auf sprachliche Sorgfalt (grammatikalisch richtige und genaue Ausdrucksweise, keine Umgangssprache) sowie auf eine einheitliche Optik (Formatierung, Schriftart usw.) und saubere Gestaltung.
- Graphische Darstellungen müssen wichtige Details enthalten. Dazu gehören Achsenbeschriftungen sowie aussagekräftige Abbildungs- und Tabellenüberschriften. Bei mehreren Abbildungen und Tabellen bietet sich eine durchgehende Nummerierung an, um im Text darauf verweisen zu können, vgl. Abbildung 1.
- Wählen Sie für ihre Zahlenwerte Ihrer Messungen eine sinnvolle Genauigkeit (statt 2,104538 und 1,901452 reichen in der Regel auch 2,1 und 1,9). Beachten Sie dabei allerdings die verwendeten Einheiten!

- Die physikalischen Grundlagen, die Sie für ihre Auswertung benötigen, sollen Sie nur kurz zusammenfassen und auf das Notwendige beschränken: verweisen Sie lieber auf eine geeignete Quelle.
- Verwendete Formeln müssen im Protokoll nicht hergeleitet werden. Wie Sie abgeleitete Formeln erhalten, muss aber deutlich werden.
- Die Durchführung des Versuchs muss für einen neutralen Leser nachvollziehbar sein. Beachten Sie stets, dass ein Leser üblicherweise nicht am Versuch beteiligt war oder sich mit der Thematik nicht so gut auskennt wie Sie!
  - Untersuchen das fertige Protokoll auf Widersprüche bzw. Interpretationsprobleme. Dabei rächen sich fehlende, scheinbar nebensächliche, aber dann doch wichtige Details in den Messdaten oder eine oberflächliche Versuchs(daten)-protokollierung und mangelnde Beobachtung des Versuchs!
  - Überspringen Sie in der Auswertung keine Zwischenschritte, die Ihnen vielleicht klar sind aber dem neutralen Leser nicht unbedingt.
  - Beschreiben Sie den Versuch nicht zu oberflächlich. Dadurch kann die Reihenfolge der Durchführung des Versuchs und die Reihenfolge des Erlangens der Messwerte oder Erkenntnisse verloren gehen.
- Ohne ein Fazit ist der beste Versuch und sein Protokoll nur halb fertig!  
Damit das Protokoll den Versuch als eine Einheit abbildet, ist das Fazit wichtig. Dort greifen Sie auf den Anfang des Versuchs zurück und schließen den Kreis, indem sie die anfangs gestellten Ziele/Hypothesen/Prognosen mit den Ergebnissen Ihres Versuchs abgleichen.
- Alle "Rohdaten" müssen Sie dem Protokoll beifügen. Nur so erlauben Sie dem Leser, dass er den Versuch und die Auswertung lückenlos nachvollziehen und gegebenenfalls reproduzieren kann.