

Aufbau eines Protokolls

Merke: Ein Protokoll sollte so gestaltet sein, dass eine dritte Person damit den Versuch durchführen kann und unter gleichen Bedingungen zu ähnlichen Ergebnissen kommt.

Protokoll

- Aufgabe:** Formulierung der Aufgabenstellung
Untersuche den Zusammenhang (die Abhängigkeit) ...
Bestimme den Wert (z.B. Größe eines Widerstandes, die Schwingungsdauer) ...
- Vorbetrachtungen:** Überlegungen zur Bestimmung von Größen ...
Welche Größe wird mit welchen Messgeräten erfasst?
Wie kann man Größen bestimmen, die sich nicht direkt messen lassen?
(z.B. Wärme einer Kochplatte über $Q=P \cdot t$, also misst man die Zeit, obwohl die Wärme bestimmt werden soll)
- Vermutung:** Welcher Art wird der Zusammenhang zwischen den physikalischen Größen sein?
(Je..., desto; Proportionalität; ...)
Begründung der Vermutung
- Aufbau:** **Versuchsskizze**, eine Darstellung (Zeichnung, Foto) des Versuchsaufbaus. Man muss erkennen können, wie der Versuch aus den Geräten zusammengesetzt wird.
Verwendete Geräte, eine Liste mit der man sich die benötigten Geräte schnell zusammensuchen kann.
- Durchführung:** Man verändert eine Größe und beobachtet, wie sich das auf eine andere auswirkt.
Dabei beachtet man, dass sich sonst nichts ändert. Also:
Ich verändere ...
Ich messe ...
Ich halte konstant ...
Hinweise zum Versuchsablauf (Reihenfolge der Handlungen, Tipps zu Einstellungen, Messgerätewahl)
- Messung:** Tabelle mit Spalten für Messung (Größen und Hilfsgrößen) und Auswertung (Messgrößen, Nachweis von Zusammenhängen).
- Diagramm:** (nur bei Untersuchung von Zusammenhängen)
beschriftete Achsen, Punkte aus den Messwerten, Kurve aus den Punkten, ablesbarer Zusammenhang aus der Kurve
- Auswertung:** Die Auswertung muss auf jeden Fall die Aufgabe beantworten.
Rückschau auf die Vermutung
Erkenntnisse aus dem Diagramm
Erkenntnisse aus der Tabelle (und überprüfen in der Tabelle)

Fehlerbetrachtung: Durch die Fehlerbetrachtung sollen die Grenzen abgesteckt werden, in denen sich die realen Werte im Vergleich zu den Messwerten bewegen.
Wir unterscheiden:

- **grobe Fehler** = vermeidbare Fehler
Fehler durch falschen Aufbau, falsches Ablesen, Verrechnen, defekte Geräte,...
Diese Fehler werden durch sorgfältiges Planen und Experimentieren vermieden und tauchen in der Fehlerbetrachtung nicht auf.
- **systematische Fehler** = Fehler durch Versuchsanordnung oder durch verwendete Messgeräte
 - Fehler durch die Versuchsanordnung
Kein Versuchsaufbau ist perfekt. Ungewollte Einflüsse (wie Reibung, Wärmeabgabe an die Umgebung oder Stromschwankungen) oder Unzulänglichkeiten des Versuchsprinzips (wie Eigengewicht der Schnur bei Versuchen mit Rollen, strom- oder spannungsrichtige Schaltung bei Widerstandsbestimmung) verfälschen das Versuchsergebnis.
 - Fehler durch die verwendeten Messgeräte z.B. Toleranzangaben des Herstellers (Fehlen Herstellerangaben, vernachlässigen wir diesen Wert)
- **zufällige Fehler** = Abweichungen durch die Geschicklichkeit des Experimentators oder veränderliche Umwelteinflüsse wie
 - die eigene Reaktionszeit: Wenn zu einer bestimmten Zeit etwas ausgelöst werden soll oder man eine Zeit stoppen muss.
 - Parallaxe: Wenn ein Abstand zwischen Skale und z.B. Zeiger besteht, so dass je nach Blickwinkel ein etwas anderer Wert abgelesen wird.
 - nicht exakte Handhabung: Wenn beispielsweise ein Lineal zur Entfernungsmessung nicht genau angelegt werden kann.
 - Umgebung: Wenn Erschütterungen, Spannungsschwankungen o.ä. die Ergebnisse beeinflussen.
- **Beispiel 1:** Ein Lineal mit Millimetereinteilung ohne Herstellerangaben zur Toleranz
Der systematische Fehler wird vernachlässigt, der zufällige auf die Hälfte der kleinsten Skaleneinteilung festgelegt.
$$\left. \begin{array}{l} \text{systematischer Fehler} \rightarrow \text{keine Angabe vom Hersteller} \rightarrow 0 \\ \text{zufälliger Fehler} \rightarrow \text{Hälfte vom kleinsten Bereich} \rightarrow 0,5\text{mm} \end{array} \right\} \rightarrow \Delta s = \pm 0,5\text{mm}$$
- **Beispiel 2:** Voltmeter im Messbereich 10V Gleichspannung mit 2% Toleranz laut Hersteller, der kleinste Bereich zwischen zwei Skalenstrichen beträgt 0,2V.
$$\left. \begin{array}{l} \text{systematischer Fehler} \rightarrow 2\% \text{ von } 10\text{V} = 0,2\text{V} \\ \text{zufälliger Fehler} \rightarrow \text{Hälfte von kleinstem Bereich} = 0,1\text{V} \end{array} \right\} \rightarrow \Delta U = \pm 0,3\text{V}$$
- **Beispiel 3:** Digitales Thermometer mit Ziffernanzeige mit einer Nachkommastelle
Als zufälliger Fehler wird eine Einheit der kleinsten Stelle angenommen.
$$\left. \begin{array}{l} \text{systematischer Fehler} \rightarrow \text{keine Angabe} \rightarrow 0 \\ \text{zufälliger Fehler} \rightarrow \text{kleinste Stelle ist erste Nachkommastelle} \rightarrow 0,1^\circ\text{C} \end{array} \right\} \rightarrow \Delta \vartheta = \pm 0,1^\circ\text{C}$$