

Vom Messen zum Messergebnis

(1) WAS MESSE ICH?	(2) WER ERHALTE ICH?	(3) WOHER KOMMT DIE UNSICHERHEIT?
MESSGRÖßE Was genau soll unter welchen Bedingungen mit welchem Verfahren bestimmt werden?	MESSWERT ein einzelner Wert mit Einheit BESTWERT beste Schätzung aus einem oder mehreren Messwerten MESSERGEBNIS _____ ± _____	TYP A aus _____ _____ TYP B aus _____ _____

Vom Messergebnis zur Aussage

(4) WIE QUANTIFIZIERE ICH?	(5) WAS DARF ICH SCHLIESSEN?	(6) WIE VERBESSERE ICH DIE MESSUNG?
SCHULISCHE PROGRESSION 1 Maximalabstand 2 Extremwerte ausschließen 3 mittlere 50 % 4 mittlere absolute Abweichung (MAD) 5 Standardabweichung	DATEN ALS ILLUSTRATION Sie zeigen / plausibilisieren z.B. _____ DATEN ALS EVIDENZ Aus ihnen soll gefolgert werden z.B. _____ Datenqualität entscheidend!	UNSICHERHEITSQUELLEN ERFRAGEN: Was dominiert? Was lässt sich verändern? Wird die Aussage dadurch eindeutig(er)?

Begriffe auseinanderhalten können!

Begriff	Kernidee	Beispiel / Stichwort
MESSUNSICHERHEIT	beschreibt die Variabilität und damit die Präzision des Messergebnisses	
MESSABWEICHUNG	Differenz zwischen Bestwert und Referenzwert	
SYSTEMATISCHER EFFEKT	Einfluss der Versuchsbedingungen, der eine Messabweichung hervorruft; bekannte Effekte können korrigiert werden	
MESSFEHLER	vermeidbares Fehlverhalten, z. B. falsche Bedienung oder falsche Notiz	
REFERENZWERT	vereinbarter Vergleichswert, z. B. Literaturwert	
Klassische Begriffe vs. GUM-orientierung		
	Alt: "zufälliger Fehler"	Neu: als Unsicherheit / Streuung behandeln
	Alt: "systematischer Fehler"	Neu: Messabweichung bzw. systematischer Effekt
Typ A und Typ B bezeichnen die Art der Unsicherheitsbestimmung - nicht zwei Fehlerarten.		

Wann brauche ich Messunsicherheiten?

Funktion der Messdaten	Beispiele	Konsequenz
qualitativ / illustrativ	Phänomen zeigen; Trend sichtbar machen; bekannten Zusammenhang plausibilisieren	quantitative Bestimmung nicht zwingend - Rolle der Daten transparent machen
quantitativ / Evidenz	Wert bestimmen; Werte vergleichen; Hypothese prüfen; funktionalen Zusammenhang beurteilen	Unsicherheit berücksichtigen - sie begrenzt die Tragweite der Schlussfolgerung

Wie Messunsicherheiten praktisch berechnen?

Für einen harmonischen Schwinger sind die folgende Messreihe gegeben: 30,39s 30,24s 30,28s 30,26s 30,15s 30,24s 30,09s 30,26s	
Auftrag: Berechnen Sie:	Rechnung / Ergebnis
1. Mittelwert als Bestwert	
2. _____ als Unsicherheitsmaß	
3. Messergebnis $T = (\text{Bestwert} \pm \text{Unsicherheit}) \text{ s}$	

Wie verschiedene Messergebnisse interpretieren?

Zwei Messergebnisse	Auftrag
$\rho_1 = (7,8 \pm 0,3) \text{ g/cm}^3$ $\rho_2 = (7,5 \pm 0,9) \text{ g/cm}^3$	Sind die Ergebnisse miteinander verträglich? Begründen Sie über die Unsicherheitsintervalle. _____ _____

Prüfen Sie sich selbst...

Kurz Begriffe aufräumen – Bitte verbinden Sie.

Situation	Fachsprachlich eher...
Ich lese versehentlich die falsche Skala ab.	Messunsicherheit; Typ-A-Bestimmung möglich
Meine fünf Reaktionszeiten streuen.	Typ-B-Information zur Messunsicherheit
Das Datenblatt begrenzt die Genauigkeit des Geräts.	Messfehler
Ein Sensor zeigt wegen eines Nullpunktversatzes stets zu viel an.	Messabweichung
Ich bilde die Differenz meines Bestwerts zum Literaturwert.	Systematischer Effekt; ggf. Korrektur im Messmodell
Ein vollständiges Messergebnis enthält einen Bestwert UND eine Messunsicherheit.	

Fünf Niveaus, fünf Stärken, fünf Schwächen – Ordnen Sie zu.

Didaktische Stärke	Verfahren	Methodische Grenzen
robuster gegen Ausreißer; auf größere Messreihen übertragbar	Maximalabstand	mathematisch und interpretativ anspruchsvoller; Verteilungsannahmen verstehen
sehr transparent; einfacher Einstieg in „Abstand vom Bestwert“	Extremwerte ausschließen	stark ausreißerempfindlich; überschätzt die Streuung häufig
alle Werte gehen ein; verteilungsbezogen und wissenschaftlich etabliert	mittlere 50 %	Ausschluss muss begründet werden; feste Zahl ausgeschlossener Werte ist willkürlich
macht den Einfluss von Ausreißern diskutierbar; reduziert Extremwertdominanz	MAD	ein großer Teil der Daten wird verworfen; 50 % sind eine Setzung
alle Werte gehen ein; anschaulich: mittlerer Abstand vom Mittelwert; Brücke zur SD	Standardabweichung	weniger etablierter Standard als die Standardabweichung

Tools für Sie und Ihren Unterricht!

Reaktionszeit Messen	Daten teilen	Messdaten-Werkbank
		
lern.physik.hu-berlin.de/tipp_gruen/	lern.physik.hu-berlin.de/daten_teilen/show_graph.php	lukasmientus.github.io/messunsicherheiten/start.html



Wer misst, misst Mist?
Messunsicherheiten im Physikunterricht

Workshopheft – gerne während des Vortrags ausfüllen, danach als Unterrichtsübersicht nutzen

Drei Leitfragen

- (1) Was bedeutet es, eine physikalische Größe zu messen?
- (2) Wann sind Messunsicherheiten für eine Schlussfolgerung entscheidend?
- (3) Wie kann ich das Thema auf unterschiedlichen Niveaus in meinen Unterricht integrieren?

Startposition: Wie sehr stimmen Sie mit den folgenden Aussagen überein?

Aussage	Gar nicht	Eher nicht	Teils/ teils	eher	absolut
Eine gute Messung nähert sich immer weiter dem einen "wahren Wert" an.	☐	☐	☐	☐	☐
Wenn Messwerte streuen, wurde schlecht gemessen.	☐	☐	☐	☐	☐
"Zufälliger Fehler" und "systematischer Fehler" sind die passenden Fachbegriffe.	☐	☐	☐	☐	☐
Messunsicherheiten sollte man bei jedem Schulexperiment quantitativ bestimmen.	☐	☐	☐	☐	☐



Dieses Heft finden Sie unter:
physikdidaktik.ovgu.de/Tools+f%C3%BCr+die+Lehre/Messunsicherheiten.html