
Hinweise zum praktischen Messen

Digital-Messinstrumente

(Instrumente mit Ziffernanzeigen) sind relativ problemlos zu bedienen. Man muss nur bestimmte Umgebungsbedingungen - Temperatur, Feuchtigkeit, Magnetfeldfreiheit - einhalten und bei der Auswertung die in der Bedienungsanleitung angegebenen Fehlerschranken beachten. Der Messbereich muss immer so gewählt werden, dass die zu messende Größe durch möglichst viele Ziffern angezeigt wird; so minimiert man den Messfehler.

Analog-Messinstrumente

(Instrumente mit Strichskala) sind etwas schwieriger zu handhaben. Zusätzlich zu den bei den Digital-Instrumenten erwähnten Bedingungen ist hier noch folgendes zu beachten:

- a) Bei vielen Instrumenten ist konstruktiv kein Massenausgleich (mit kleinem Gegengewicht) für die Masse des Zeigers vorgenommen worden; ihre Anzeige ist deshalb lageabhängig. Die vorgeschriebene Gebrauchslage wird in solchen Fällen durch das Zeichen „ Π “ für waagrecht, „ \perp “ für senkrecht bzw. „ \sphericalangle “ für schräg auf dem Instrument angegeben.
- b) Ebenfalls auf dem Instrument wird meist die Genauigkeit angegeben. Eine Zahl - z.B. 1,5 - gibt in Prozent des Skalenendwertes den maximal möglichen Messfehler an. (Steht die Zahl in einem Kreis, so bezieht sich die prozentuale Fehlerangabe auf den Messwert).
- c) Weitere Zeichen: Für Gleichstrom wird das Zeichen „=“ oder die Buchstaben „DC“, für Wechselstrom das Zeichen „~“ oder die Buchstaben „AC“ verwendet. Bei Spannungsmessenden Geräten (Voltmeter oder Oszilloskop) ist zuweilen der Eingangswiderstand „ Ω “ (Ohm) sowie die parallel geschaltete Kapazität in „F“ (Farad) angegeben.
- d) Durch falsches, z.B. schiefes Ablesen eines Zeigerausschlages über einer Skala entsteht ein Messfehler (Parallaxenfehler), der durch richtiges, senkrecht ablesen vermieden wird. Senkrecht ablesen wird erleichtert durch die bei manchen Skalen vorhandenen Spiegelstreifen. Kriterium für senkrecht: der Zeiger muss mit seinem eigenen Spiegelbild zu Deckung gebracht werden.
- e) Der Messbereich muss immer so gewählt werden, dass die zu messende Größe durch einen möglichst großen Zeigerausschlag oder - beim Oszilloskop - durch eine möglichst große Elektronenstrahlablenkung angezeigt wird; andernfalls entsteht ein unnötig großer Messfehler.
Da über den zu erwartenden Betrag der zu messenden elektrischen Größe (Strom oder Spannung) meist Unklarheit besteht, schaltet man, um eine Überlastung des Messgerätes zu vermeiden, zunächst auf den größten Messbereich - der zugleich der Bereich der niedrigsten Empfindlichkeit ist - um dann nach dem Einschalten der Stromversorgung stufenweise den richtigen Messbereich aufzusuchen.
- f) Bei Analog-Messungen mit Zeigerinstrumenten oder Oszilloskopen oder an Skalen mechanischer Geräte (Längen- bzw. Abstands- und Winkelmessungen) müssen immer die Zehntelbruchteile zwischen zwei Teilstrichen geschätzt und als letzte Dezimalstelle des Messwertes mit in das Messprotokoll aufgenommen werden.
Eine einfache Überlegung, die Sie selbst anstellen können, zeigt, dass selbst eine mit Schätzfehlern behaftete Zehntelschätzung immer noch wesentlich genauer ist als eine primitive Auf- oder Abrundung auf ganze Teilstriche. Auch eine Fehlerrechnung ist nur sinnvoll, wenn nicht durch unzulässige Auf- oder Abrundung schon bei der Ablesung die natürliche Streuung der Messwerte verfälscht oder sogar beseitigt wurde. Ein Weglassen von überflüssigen Dezimalstellen mit Auf- oder Abrundung ist grundsätzlich erst beim Endergebnis und nach einer kritischen Bewertung des Ergebnisses durch eine sorgfältig durchgeführte Fehlerrechnung oder Fehlerabschätzung erlaubt und angebracht.
Das Vorhandensein eines Nonius entbindet von der Notwendigkeit der Zehntelschätzung. Über die Funktionsweise eines Nonius können Sie sich z.B. in den folgenden Büchern informieren: Walcher:

Praktikum der Physik; W.H. Westphal: Physikalisches Praktikum. Ein großes Noniusmodell steht in unserem Praktikum zur Verfügung. Bitte fragen Sie danach!

Sowohl für Digital- als auch für Analoginstrumente gilt noch das Folgende:

a) Vermeiden Sie bitte, ein Messgerät, welches nicht ausdrücklich dafür konstruiert ist, längere Zeit dem vollen Sonnenlicht auszusetzen. Bitte vermeiden Sie auch, im Betrieb befindliche Geräte als Ablage für Hefte und Bücher zu verwenden, weil hierdurch die Luftkonvektion und Wärmeabstrahlung behindert werden. In beiden Fällen kann eine Überhitzung des Gerätes eintreten.

b) Die bereits erwähnte Magnetfeldfreiheit bei elektrischen Messinstrumenten wird leicht erreicht, wenn man darauf verzichtet, ein Messgerät auf ein anderes elektrisches Gerät zu stellen, dessen Netztransformator vielleicht schlecht abgeschirmt ist und dessen Magnetfeld in das Messgerät hineingreifen und eine Störspannung induzieren könnte.

c) Das Aufeinanderstapeln von elektrischen Geräten ist noch aus einem anderen Grund nicht uneingeschränkt empfehlenswert: die Verlustleistung des unteren Gerätes, die als Wärmeentwicklung in Erscheinung tritt, könnte - wenn sie zu groß ist - dem darauf stehenden Gerät schaden. Manche Geräte sind für einen solchen Stapelbetrieb geeignet, andere wieder nicht. Bitte vermeiden sie deshalb das Übereinanderstapeln von elektrischen Geräten, wenn Sie sich der Unschädlichkeit einer solchen Aufstellung nicht absolut sicher sind.

d) Amperemeter haben - im Gegensatz zum Voltmeter - einen möglichst kleinen Innenwiderstand. Volt- und Amperemeter werden oft zu einem kombinierten Instrument - dem sogenannten *Multimeter* - zusammengefasst, wobei mit einem Umschalter zwischen Spannungs- und Strommessung gewählt werden kann. Dabei ist jedoch auch ein Umstecken des Messgerätes notwendig, d.h., das Messgerät muss im Stromlaufplan (Schaltplan) anders geschaltet werden. Diese unterschiedliche Schaltung von Volt- und Amperemetern finden Sie in den Lehrbüchern näher erläutert.

Achtung: Der direkte Anschluss eines Amperemeters an eine leistungsfähige Stromquelle - also ohne In-Serie-Schaltung mit einem anderen Bauelement - ist fast immer ein Fehler: der kleine Innenwiderstand des Amperemeters ruft einen extrem großen Kurzschlussstrom hervor, der das Messgerät schlagartig zerstören kann!

e) Die Anwendung von spannungsmessenden Geräten (Voltmeter; Oszilloskop) kann bei Nichtbeachtung der Innenwiderstände der beteiligten Geräte zu schweren Messfehlern führen.

Spannungsmessende Geräte werden stets so konstruiert, dass sie einen möglichst großen Innenwiderstand besitzen. Es gilt der Grundsatz: Der Innenwiderstand des Voltmeter- bzw. Oszilloskopeingangs muss sehr viel größer sein als der Innenwiderstand der Spannungsquelle. Ist dies nicht der Fall, so wird die Spannung der Spannungsquelle verringert um den Spannungsabfall, der als innere Gegenspannung durch den Messstrom am Innenwiderstand der Spannungsquelle erzeugt wird. Es tritt dann ein Messfehler auf: das Messgerät zeigt einen falschen - zu niedrigen - Messwert an.

Bei Wechselstromquellen mit hoher Frequenz kann auch die dem Innenwiderstand des Messgerätes (Voltmeter; Oszilloskop) parallel geschaltete Kapazität C - also ein frequenzabhängiger Widerstand - einen großen Messfehler hervorrufen. Man schaltet in solchen Fällen dem Messinstrument einen Teiler-Messkopf - auch Tastkopf genannt - vor, der eine niedrigere Eingangskapazität hat als das Messgerät selbst.