

## Messgrößen und die passenden Messgeräte

### Mechanik

Zur Bestimmung der Momentangeschwindigkeit verwendet man:

- eine Lichtschranke mit Dunkelzeit-Messung d. h. ein Körper verdunkelt die Lichtschranke
- zwei sehr nahe beieinander liegende Lichtschranken.

Mit beiden Apparaturen wird die Durchschnittsgeschwindigkeit gemessen. Die Abweichung von der Momentangeschwindigkeit ist aber bei kleinen Ausmaßen des Körpers bzw. kleinen Abständen der Lichtschranken vernachlässigbar klein.

Mögliche Versuche: Momentangeschwindigkeit bei Pendel oder freiem Fall (evtl. auch Impuls)

### Astronomie:

Bestimmung der Gravitationskonstante G nach Cavendish:

Siehe Lehrbuch S. 192. Im Gegensatz zum historischen Versuch von Cavendish, der die Kraft direkt über die Torsion eines Drahtes bestimmt hat, wird bei dieser Beschreibung zunächst die Beschleunigung (ohne Berücksichtigung der Torsion !) bestimmt und daraus auf die Gravitationskraft zurückgerechnet. ( $F_{\text{Grav}} = F_a = m \cdot a$ )

Eine qualitative Beschreibung des Aufbaus genügt, die Herleitung über den Drehwinkel  $\varphi$  geht zu sehr ins Detail.

### Elektrisches Feld:

Die Kraftwirkung des elektrischen Feldes einer Punktladung weist man direkt mit einem Aufbau analog zum Versuch von Cavendish nach (Vgl. Buch S. 232). Der Unterschied besteht darin, dass die elektrische Kraft  $F_{\text{el}}$  um einigen Größenordnungen stärker ist, als die Gravitationskraft. Also kann man die Kraft direkt über die Torsion eines Drahtes berechnen und muss nicht, wie bei der Gravitation aus der Beschleunigung auf die Kraft rückschließen.

Die elektrische Feldstärke E wird direkt mit einem Elektromessgerät gemessen.

Kenntnisse über die Wirkungsweise sind nicht erforderlich.

Das elektrische Potential  $\varphi$  wird mit einem statischen Voltmeter an einer Flammsonde gemessen. Die ionisierten Verbrennungsgase ermöglichen den Ladungstransport von bzw. zur Sonde, sodass sich am Ort der Flamme das dort vorliegende Potential einstellen kann.

Die Messung muss statisch, d.h. stromlos erfolgen, weil der Stromfluss durch die Verbrennungsgase für ein übliches Drehspul-Voltmeter nicht ausreicht.

Das Voltmeter misst die Potentialdifferenz gegen Erde (Masse als Bezugsniveau).

Elektrische Ladungen werden über den Strom ermittelt, der beim Entladen zur Erde abfließt.

Mit Hilfe eines Messverstärkers (mit einer integrierten Schaltung, deren Funktionsweise für uns nicht relevant ist) wird über den zeitliche Verlauf des Entladestroms  $I(t)$  integriert.

Dazu muss der geladene Körper vor der Messung von der Spannungsquelle getrennt werden (Vgl. Schaltung zur Kapazitätsbestimmung).

Influenzierte Ladungen werden mit Hilfe eines sog. Influenzplattenpaares gemessen, das im Feld getrennt wird. Die (Flächen)ladung(sdichte) wird außerhalb des Feldes gemessen.

### **Strom und Spannung:**

Die üblichen Drehspulmessgeräte für Strom und Spannung eignen sich für Gleichspannungsmessungen bzw. Messungen, bei denen sich die elektrischen Größen nicht allzu schnell ändern. (Z.B. Gegeninduktionsmessungen im Bereich länger als ca. 10 s)

Bei sinusförmiger Wechselspannung wird das Signal intern gleichgerichtet und es werden die Effektivwerte angezeigt.

Für zeitaufgelöste Größen im Sekundenbereich verwendet man auch einen mechanischen t-y-Schreiber für Spannungen oder ein Computer-Meßsystem.

Benötigt man eine noch höhere Zeitauflösung, so verwendet man ein Oszilloskop.

Es kann grundsätzlich nur Spannungen messen. Für Strommessungen benötigt man einen kleinen Hilfswiderstand R, mit dem sich aus dem Spannungsabfall mit  $I(t) = U(t)/R$  der zeitliche Verlauf des Stromes berechnen lässt.