

# 1 Messen

## 1.1 Grundlagen, Definitionen

### Definitionen

Definition: Eine Messung ist das Ausführen von geplanten Tätigkeiten zu einer quantitativen Aussage über die Messgröße durch Vergleich mit einer Einheit.

Dabei ist die Messgröße jene physikalische Größe, der die Messung gilt. Die Einheit wird zur Verdeutlichung oft Maßeinheit genannt. Die Bezeichnungen für die Messtechnik werden in der Norm DIN 1319 definiert.

### Messung im Sinne der Messtechnik

Ziel einer Messung ist es, ein Messergebnis als verlässliche Aussage zu erhalten über eine unbekannte Größe eines Objekts. „Die Tätigkeiten des Messens sind überwiegend praktischer (experimenteller) Art, schließen jedoch theoretische Überlegungen und Berechnungen ein.“

Das Ergebnis der Messung ist im ersten Schritt ein Messwert, der aber eine Messabweichung enthält und von seinem wahren Wert abweicht. Aus dem Messwert sind bekannte systematische Abweichungen herauszurechnen. Ein vollständiges Messergebnis ist ein aus Messungen gewonnener Schätzwert für den wahren Wert der Messgröße mit quantitativen Aussagen zur Genauigkeit der Messung. „Die Auswertung von Messwerten der Messgröße bis zum angestrebten Ergebnis ist Teil der Messaufgabe und wird zur Messung der Messgröße gerechnet.“ Die weitere Verwertung des Messwertes oder Messergebnisses gehört nicht zur Messung, z. B.

- v das Prüfen, ob eine Bedingung eingehalten wird,
- v das Regeln, damit die Messgröße sich einer Führungsgröße annähert.

Die zu messende Größe kann fast jede physikalische Größe sein. Die meisten physikalischen Größen können nicht direkt gemessen werden, sondern müssen unter Verwendung physikalischer Modelle und daraus abgeleiteter Formeln aus anderen gemessenen Daten berechnet werden. Ein Beispiel ist die Messung der Geschwindigkeit eines Gegenstandes durch Messung seiner Position zu zwei verschiedenen Zeitpunkten und Berechnung des Quotienten aus zurückgelegter Strecke und der benötigten Dauer.

Ein Messwert oder Messergebnis wird durch ein Produkt aus Zahlenwert und (Maß-)Einheit ausgedrückt (auch gemäß DIN 1313).

Beginnend mit der internationalen Meterkonvention von 1875 ist unter Führung der Generalkonferenz für Maß und Gewicht das SI-Einheitensystem (Système International d'Unités) entstanden. Es umfasst sieben Basiseinheiten: Meter, Kilogramm, Sekunde, Ampere, Kelvin, Mol, Candela, sowie abgeleitete SI-Einheiten, z. B. Volt. Außerdem gibt es allgemein anwendbare Einheiten außerhalb des SI, z. B. Stunde. Die SI-Einheiten sind international vereinbarte, national gesetzlich festgelegte und in die Normung aufgenommene Werte von physikalischen Größen mit dem Zweck, dass alle anderen Werte dieser Größe als Vielfaches der Einheit anzugeben sind. (Festlegung in Deutschland im Einheitengesetz und in DIN 1301-1.)

### Schritte zur Messung

Zum Messen gehören:

1. Eindeutige Definition der Messaufgabe (Messproblem) und der Messgröße:  
Die Aufgabe, das Messobjekt und die physikalische Messgröße sind festzulegen.
2. Festlegung der Maßeinheit für das Ergebnis:  
Die Einheit und ihr Einheitenzeichen sind in der Regel gemäß dem SI festgelegt, wählbar sind Vorsätze für Zehnerpotenzen (ebenfalls gemäß DIN 1301-1).  
Beispiel für die Länge: mm, cm, m, km.  
Beispiel für die Geschwindigkeit: m/s oder außerhalb des SI km/h oder für spezielle Anwendungsbereiche Knoten (DIN 1301-2).  
Es gibt auch dimensionslose Größen, z. B. Winkel, Brechzahl, Anzahl, deren Werte ohne Einheit angegeben werden.
3. Zusammenstellen der Randbedingungen:  
Als Randbedingungen sind z. B. Eigenschaften des Messobjektes (Werkstoff, Oberflächenbeschaffenheit) und der Umgebung (Temperatur, Schwingungen) zu beachten.
4. Wahl einer Messeinrichtung oder eines Messgerätes:  
Ausgehend vom Messprinzip und der Messmethode wird ein Messverfahren entwickelt, das in einer Messeinrichtung verwirklicht wird. Vielfach steht bereits ein fertiges Messgerät für die Messaufgabe zur Verfügung. (Definitionen der Begriffe siehe unten)
5. Kalibrieren von Messeinrichtung/Messgerät:  
DIN EN ISO 9000 ff fordert die Rückführbarkeit aller Messungen auf

nationale Normale. Dieses wird durch das Verfahren der Messmittelüberwachung gesichert. Dazu soll ein Messgerät in regelmäßigen Abständen kalibriert (eingemessen) werden. Dabei ermittelt man den Messwert (Ausgangsgröße) bei einem als richtig anzusehenden Wert der Messgröße (Eingangsgröße). Falls der Messwert nicht mit dem Wert der Messgröße innerhalb vorgegebener Fehlergrenzen übereinstimmt, ist das Gerät vorerst neu zu justieren (einzustellen).

6. Durchführen der Messung und Ermitteln des Messergebnisses:  
Es können eine Messung oder auch mehrere unter denselben Bedingungen gewonnene Messungen derselben Größe (Vergleichs-/Wiederholungsmessungen) durchgeführt werden. Dann sind Mittelwert und Standardabweichung zu berechnen.  
Ferner können Messungen verschiedener Größen erforderlich sein, aus denen der Messwert der gesuchten Größe nach festgelegten mathematischen Beziehungen zu berechnen ist.
7. Berücksichtigung der Auswirkungen von Einflussgrößen:  
Korrektur von systematischen Messabweichungen.
8. Ermitteln des vollständigen Messergebnisses:  
Ein vollständiges Messergebnis besteht aus dem Messwert (gegebenenfalls Mittelwert aus einer oder mehreren Messreihen oder dem berechneten Wert aufgrund anderer Messungen), ergänzt durch quantitative Aussagen zur Messunsicherheit; als letztere dienen Fehlergrenzen, die mit den Mitteln der Fehlerrechnung oder der Fehlerfortpflanzung zu bestimmen sind.

### Weitere Begriffe zur Messung

- v Messprinzip  
z. B. die Lorentzkraft als Grundlage einer Messung der elektrischen Stromstärke.
- v Messmethode  
Spezielle, vom Messprinzip unabhängige Art des Vorgehens bei der Messung, z. B. Ausschlags-Messmethode, Nullabgleichs-Messmethode, Differenzmethode.
- v Messverfahren  
Praktische Anwendung eines Messprinzips und einer Messmethode, z. B. Masseermittlung mit einer Balkenwaage und Gewichtsstücken nach der Nullabgleichs-Messmethode.
- v Einflussgröße  
Größe, die nicht Gegenstand der Messung ist, jedoch die Messgröße oder die von der Messeinrichtung gelieferte Information über den Messwert

beeinflusst, z. B. Umgebungstemperatur, elektromagnetische Feldstärke.

### v Messgerät, Messeinrichtung, Messwerk

Ein Messgerät wird definiert als Gerät, das allein oder in Verbindung mit anderen Einrichtungen für die Messung einer Messgröße vorgesehen ist. Häufig ist ein Messgerät Bestandteil einer Messeinrichtung, die definiert wird als „Gesamtheit aller Messgeräte und zusätzlicher Einrichtungen zur Erzielung eines Messergebnisses“. Das Messwerk ist in einem mechanischen Messgerät der aktive Teil. Zum Messwerk gehören das bewegliche Organ mit Zeiger und für die Wirkungsweise wichtigen Teile, z. B. Dauermagnet, Spule.

### v Messobjekt

„Träger der Messgröße“ – „Messobjekte können Körper, Vorgänge oder Zustände sein.“, z. B.

die Messgröße „Volumen eines vorliegenden Gefäßes“ ist Eigenschaft eines Messobjektes „Gefäß“

die Messgröße „Flussdichte eines vorliegenden magnetischen Feldes“ ist Eigenschaft eines Messobjektes (Zustandes) „magnetisches Feld“.

### v Messbarkeit

Messbar ist eine Größe, wenn es ein Messprinzip gibt, nach der sie sich messen lässt, wenn sie also innerhalb physikalischer Betrachtungsweise sinnvoll definiert werden kann, und daher insbesondere quantifizierbar ist. Dies umfasst auch alle Ansprüche der Reproduzierbarkeit des Messergebnisses.

Messbar sind physikalische Größen. Manche nicht physikalische Größen lassen sich auf physikalische Größen zurückführen wie Lautstärke auf Schalldruck, Farbwahrnehmungen auf die Verteilung im Lichtspektrum. Die Ermittlung von nicht physikalischen Größen, wie beispielsweise die mit statistischen Methoden gewonnene Inflationsrate, der Intelligenzquotient oder die Kundenzufriedenheit, wird teilweise auch als Messung bezeichnet. Dies wird in der Regel bestritten.

Ein nur subjektiv beurteilbares Merkmal wie z. B. Schönheit (etwa einer Farbe) oder Schlaueit ist nicht allgemein anerkannt definiert und allein schon dadurch auch nicht quantitativ angebbar. Werte, die zu klein sind, um mit heutigen Methoden gemessen werden zu können, werden zwar zuweilen als „unmessbar“ bezeichnet, sind aber lediglich „nicht erfassbar“.

### v Direkte und indirekte Messung

Unter direkten Messungen versteht man solche, deren Ergebnis unmittelbar am Messmittel ablesbar ist, beispielsweise Messungen mit Lineal, Winkelmesser oder Maßband.

Bei indirekten Messmethoden liegt das Resultat erst nach einigen Zwischenstufen vor (siehe Messeinrichtung), z. B.

Temperatur-Bestimmung von Sternen aus deren elektromagnetischem Spektrum.

### v Analoge und digitale Messung

Bei einer analogen Messung wird der Messwert durch eine stufenlose Verarbeitung des Messsignals ermittelt, bei einer digitalen Messung durch eine stufenweise Verarbeitung.

Bei einer analogen Messung wird häufig eine Zwischengröße Strecke oder Winkel erzeugt, so dass der Messwert an einer Skale mit angepasster Skalenteilung abgelesen werden kann.

Bei einer digitalen Messung wird häufig eine schrittweise einstellbare oder durch Zählung bestimmbare Zwischengröße erzeugt, so dass der Messwert aufgrund der Schrittposition oder des Zählerstandes an einer Ziffernanzeige abgelesen werden kann.

### v Grenzen für Messungen

In der Kopenhagener Deutung der Quantenmechanik nimmt die Messung einen entscheidenden Platz ein. Anders als in der klassischen Mechanik kann eine Größe in der Quantenmechanik nicht gemessen werden, ohne das System zu beeinflussen. So wird im atomaren Bereich jede Messung durch das Messsystem, das ja auch aus Atomen besteht, beeinflusst.

Aber auch in der klassischen Messtechnik kommt aus der Elektrotechnik ein bekanntes Beispiel der Beeinflussung des Messobjektes durch die Messung selbst, siehe Rückwirkungsabweichung. Diese bewirkt, dass die Leerlaufspannung einer realen Spannungsquelle mit realen Messgeräten nicht exakt messbar ist.

Ferner ist zu bedenken, dass die Lichtgeschwindigkeit eine endliche Größe aufweist, so dass man nie wissen wird, was im exakten Zeitpunkt der Gegenwart gesehen oder wahrgenommen wird. Die Information braucht durch die nicht unendliche Lichtgeschwindigkeit Zeit, um vom Objekt zum Subjekt (Beobachter) zu gelangen. Daher sieht man immer ein Bild der Vergangenheit. Nicht einmal der Begriff „Gegenwart“ muss für zwei Subjekte derselbe sein, da sie sich darüber nicht austauschen können. (Wann genau ist „jetzt“? Wenn jemand ein Signal sendet, ist es für einen anderen beim Empfang schon Vergangenheit).

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.  
This page will not be added after purchasing Win2PDF.