

1 Allgemeines

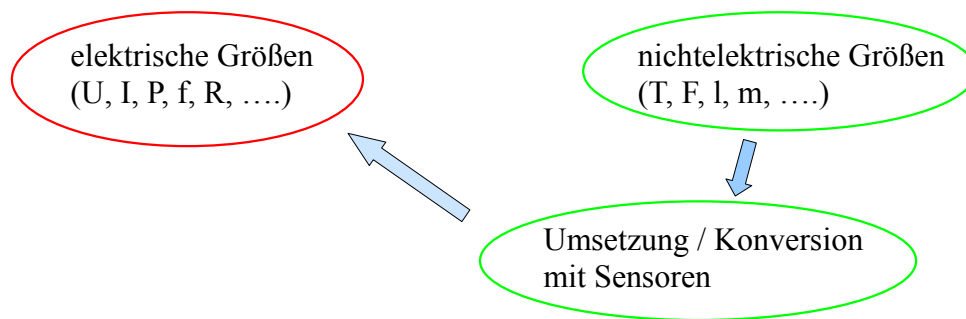
Der Gegenstand Messtechnik befasst sich mit dem Messen **physikalischer** Größen in deren zugeordneter Einheit. Nichtphysikalische Größen wie z.B. IQ, Gefühlsstärken etc. sind meist nicht objektivierbar und daher nicht in der Messtechnik erfasst.

Messwerte werden immer mit Maßzahl und Einheit angegeben. Der eigentliche Messvorgang betrifft die Ermittlung der Maßzahl. Die Einheit ergibt sich aus der zu messenden Größe. Diese legt auch das Messverfahren fest.

$$\text{Messwert} = \text{Maßzahl} * \text{Einheit}$$

Zur Maßzahl gehört dabei auch ein eventueller Multiplikator (Zehnerfaktor, technische Vorsilbe).

Man unterscheidet:



Nichtelektrische Größen müssen vor der Messung mit Sensoren auf elektrische Werte umgesetzt werden.

2 Darstellung von elektrischen Messwerten

Der elektrische Strom kann durch menschliche Sinne messtechnisch nicht erfasst werden. Ein Messgerät muss daher den elektrischen Wert auf ein wahrnehmbares Signal umsetzen.

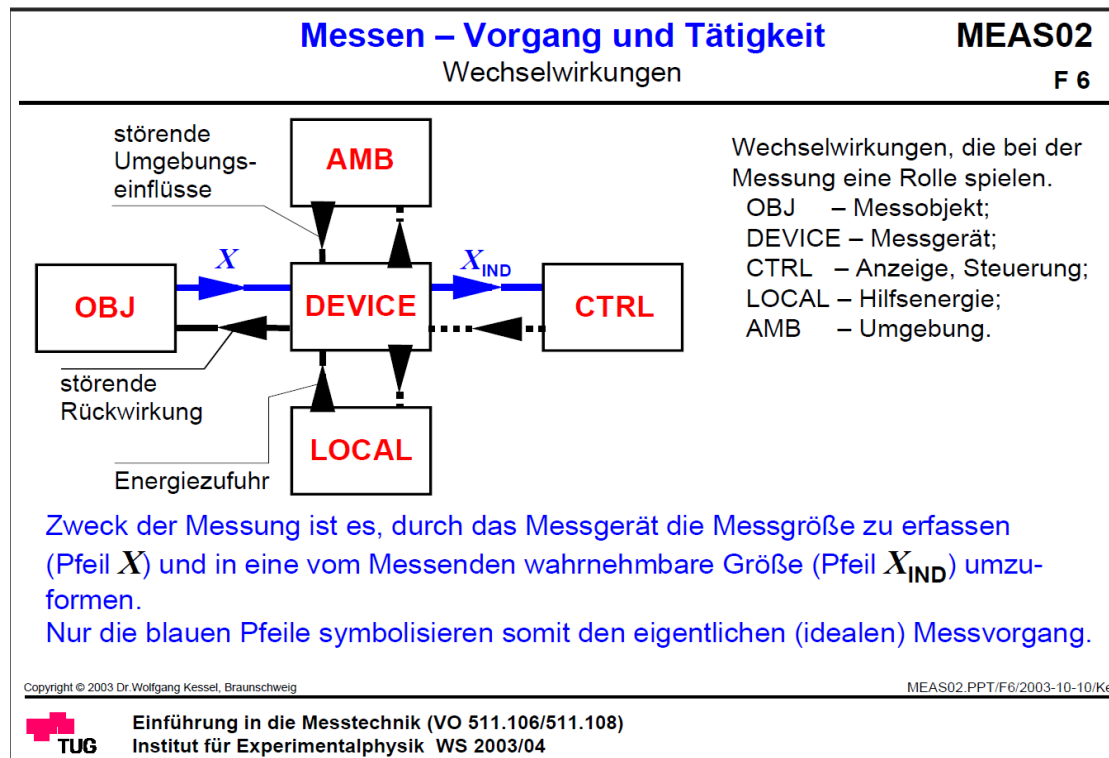
Akustisch: hörbare Töne
z. B. Durchgangsprüfer, Alarmgeber bei Grenzwertüberwachungen

Optisch: sichtbare Zeichen und Darstellungen:

- Zeigerausschlag über Skala, z.B. analoge Messgeräte
- Ziffernanzeige, z.B. Digitalmessgeräte
- Bilddarstellung, z.B. Oszilloskop, PC- gesteuerte Messgeräte, grafische Darstellung von Messkurven, Kurvenschreiber

In modernen Messgeräten erfolgt die Messwertdarstellung in einer maschinenlesbaren Form (digital). Die Weiterverarbeitung mit Rechnern zur Aufbereitung der Messwertdarstellung in einer für den Menschen geeigneten Form ist notwendig.

3 Wechselwirkungen Messobjekt – Messgerät



Der Messwertbildung liegt eine Wechselwirkung zwischen Messgerät und Messobjekt (= DUT Device Under Test) zugrunde. Meist entzieht es dem Messobjekt Energie und verändert dadurch den Wert der Messgröße (Rückwirkung). Aufgabe der Messtechnik ist es auch, diese Rückwirkung so gering wie möglich oder zumindest berechenbar zu halten.

Wird dem Messobjekt keine Leistung entnommen, so erfolgt die Messung leistungslos. Messgeräte für Hochfrequenz erfordern immer eine Anpassung und messen daher selten leistungslos.

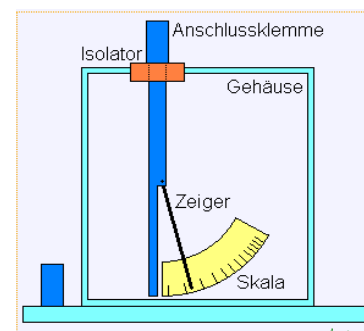
4 Verwendete Stromwirkungen

Alle Messgeräte verwenden bestimmte Wirkungen des elektrischen Stromes zur Umsetzung der elektrischen Größe auf eine darstellbare, für den Menschen erfassbare Symbolik. Dabei kommen nur solche Wirkungen in Frage, die eine umkehrbar eindeutige Zuordnung zwischen Ursache und messtechnisch erfasster Wirkung ermöglichen.

4.1 Elektrostatische Kraftwirkung

Über das elektrische Feld zwischen geladenen Körpern wird eine Anziehungs- oder Abstoßkraft bewirkt und damit eine mechanische Bewegung ausgelöst. Diese Kraftwirkung ist sehr schwach und daher nur begrenzt anwendbar. Es können die **Spannung** oder **das elektrische Feld direkt gemessen** werden.

Das **Elektroskop** dient zur Messung sehr hoher Spannungen ohne Leistungsbedarf (Prinzip Abstoßung gleichnamiger Ladungen, Prinzipdarstellung Quelle wikipedia).



Elektronenstrahl- Oszilloskop: Kurvenschreiben auf einem Leuchtschirm mit einem Elektronenstrahl im Vakuum, der durch elektrostatische Kräfte abgelenkt wird.

4.2 Elektromagnetische Wirkung

Jeder Stromfluss hat ein Magnetfeld zur Folge, dessen Kraftwirkung, Feldstärke oder Induktionswirkung zur **direkten Messung des Stromes** verwendet werden kann. Da der Stromfluss in den Magnetfeld erzeugenden Spulen meist eine Verlustleistung verursacht, ist diese Art der Messung üblicherweise nicht leistungslos.

Zeigerinstrumente (Drehspule, Dreheisen, ...)

Stromzange (Berührungslose, praktisch auch leistungslose Strommessung über das magnetische Streufeld einer Leitung)

Induktionswirkung: Drehrichtungsprüfer, Energiezähler (Ferrariszähler), ...

4.3 Wärmewirkung

Der Stromdurchgang durch einen Leiter führt zu dessen Erwärmung, wobei die elektrische Leistung maßgeblich für dessen Temperaturerhöhung ist. Die auf diesem Prinzip beruhenden Hitzdrahtinstrumente sind kaum mehr in Verwendung, waren aber eine Möglichkeit, Hochfrequenzleistung durch eine Temperaturmessung zu messen. Einige moderne elektronische Messgeräte und Messsensoren (z.B. Luftmassensensor) wenden dieses Prinzip jedoch an.

4.4 Elektronische Messgeräte

Die heute üblichen Messgeräte mit elektronischer Messwerterfassung entnehmen dem Messobjekt eine sehr geringe Leistung, die zur Auswertung nachverstärkt wird. Die Leistung für die Anzeige des Messwertes wird üblicherweise aus einer separaten Quelle zugeführt. Normalerweise erfolgt die Darstellung des Messwertes in digitaler Form. Teurere Messgeräte ermöglichen oft eine Bilddarstellung des Messwertes oder einer Serie von Messwerten.

5 Einteilung und Auswahl von Messgeräten

Die Vielzahl von elektrischen Messgeräten kann auf vielfältige Art systematisiert werden. Hier kann nur eine Auswahl aus den wichtigsten Eigenschaften der Messgeräte geboten werden, die aber für die praktische Messgeräteauswahl von Nutzen und als Ideenpool für die Praxis zu verstehen ist.

Im Bereich der Elektroinstallationstechnik (Netzspannung) und bei Messaufgaben bei denen gefährliche Spannungen auftreten können, ist die Sicherheit gegen elektrischen Schlag besonders zu beachten. Hier ist bei der Auswahl von Messgeräten eine besondere Umsicht und technische Abklärung von erforderlichen Normen und Prüfzeichen notwendig.

5.1 Art der Messwertdarstellung

Analog	Digital
Mechanische Zeigerinstrumente: Drehspulmesswerk Dreheisenmesswerk Elektrodynamisches Messwerk	Mechanische Ziffernanzeige Impulszähler Energiezähler
Elektronenstrahloszilloskop	Elektronische Ziffernanzeige: alle digitalen Messgeräte
Kurvenschreiber (z.B. EKG)	Digitale Oszilloskope
U n t e r s c h i e d e	
Beliebige Zahlenwerte als Messergebnis möglich;	Messwerte nur entsprechend der darstellbaren Ziffern möglich;
Grobe Messablesung durch Lagebeurteilung der Zeigerstellung auch aus großer Distanz rasch möglich;	Messwerte müssen immer gelesen werden (Mehraufwand an Ablesezeit);
Veränderungen des Messwertes (Schwankungen, Trend) leicht erkennbar;	Schwankungen und Trends schwer zu erkennen (Ziffernsprung bei Zehnerwechsel), daher Analogbalken in Digitalanzeigen.
Ablesegenauigkeit durch Gerät und Techniker bestimmt.	Ziffernablesung eindeutig;
Keine direkte EDV- Erfassung der Messwerte.	direkte EDV- Erfassung und Weiterverarbeitung der Messwerte möglich.

5.2 Anzahl der Messgrößen

Einfachmessgeräte

Es kann nur eine Messgröße, meist auch nur in einem einzigen Messbereich, gemessen werden. Diese Geräte werden als Betriebsanzeigeinstrumente in Elektrogeräten und Schalttafeln eingesetzt. Spannungsprüfer, Durchgangsprüfer, Drehfeldanzeiger u.v.a.m. gehören hierher.

Mehrfachmessgeräte (Multimeter)

Es kann zwischen verschiedenen Funktionen, Messgrößen und Messbereichen umgeschaltet werden. Diese Geräte werden üblicherweise in Labors und Entwicklungsabteilungen eingesetzt. Es sind heute viele Geräteausführungen kostengünstig erhältlich.

5.3 Art des Messeinsatzortes

Je nach Art des Betriebs- oder Einsatzortes werden an die Messgeräte unterschiedliche Anforderungen gestellt:

örtlich:	in Labors, in Fabrikbereichen, im Freien ...
zeitlich:	Einsatz bei Tag oder Umgebungslicht, Nachteinsatz (Leuchtziffern!)
Umwelt:	Temperaturbereich, Betauung, Explosionsschutz, Korrosion, ...

5.4 Energieversorgung des Messgerätes

Jedes Messgerät benötigt zur Anzeige des Messwertes Energie, die aus einer Quelle zugeführt werden muss.

Energieversorgung aus dem Messobjekt:

- keine zusätzlichen Stromversorgungen erforderlich
- Wartungsfreiheit bzw. Wartungsarmut
- meist nur analoge Messwerke verfügbar
- das Messobjekt wird durch das Messgerät belastet
- es entsteht ein systematischer Messfehler (kann rechnerisch korrigiert werden)
- geringe Fehler nur wenn genügend Energie aus dem Messobjekt bezogen werden kann (z.B. Spannungsprüfer in der Elektroinstallation)

Energieversorgung aus zusätzlichen Quellen:

- Messobjekt wird nur sehr wenig belastet
- geringe systematische Messfehler
- Messung kleinster Größen durch Einsatz empfindlicher Messgeräte möglich
- externe Stromversorgung notwendig (Batterie, Akku, Netzgerät,...)
- Wartung von chemischen Quellen erforderlich
- analoge und digitale Geräte verfügbar

5.5 Sicherheitsniveau - Spannungsfestigkeit

Da der Messtechniker durch die unmittelbare Betätigung und Verwendung der Messgeräte in einen Gefahrenbereich gerät, ist auf die Sicherheit gegen elektrischen Schlag besonderes Augenmerk zu lenken. Dazu ist die jeweilige Spannungsfestigkeit oder Überlastfähigkeit zu prüfen. Der Schutz gegen Fehlbedienungen durch das Messpersonal ist ebenfalls zu beachten.

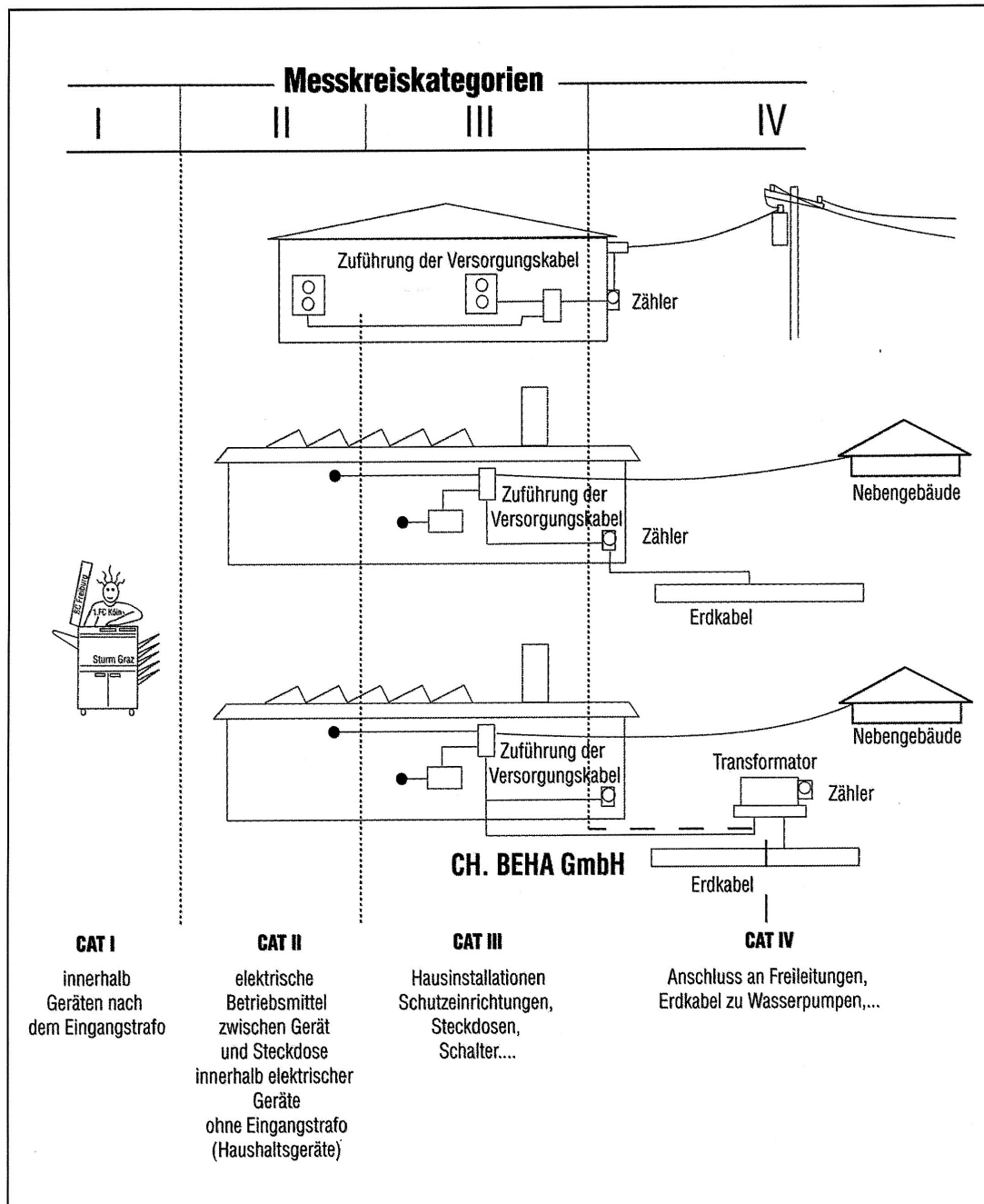
5.6 Messgerätekatgorie

Die Messgerätekatgorie (CAT) ist eine Sicherheitsmaßnahme und legt die mögliche maximale Energie fest, die am Messort zur Verfügung stehen darf, woraus das Gefährdungspotential für den Messtechniker abgeleitet wird. Es gibt 4 Kategorien, die meist auf dem Messgerät vermerkt sind:

CAT I	für Stromkreise, die nicht mit dem Netz verbunden sind
CAT II	für Stromkreise von Geräten, die mit dem Netz verbunden sind bis zur Anschlussschnur
CAT III	für Stromkreise von Gebäudeinstallationen bis zum Zähler

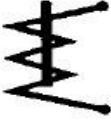
CAT IV für Stromkreise an der Quelle der Niederspannungsinstallation
(Vorzählerbereich, Verteilnetz)

Ein Messgerät ohne Angabe einer CAT- Klasse ist als nicht geprüft zu betrachten und nur für den Einsatz im Kleinspannungsbereich bei sicher vom Netz getrennten Stromkreisen zulässig.



6 Wichtige Symbole auf Messgeräten

Auf den Messgeräten selbst und in den Bedienungsanleitungen werden Symbole verwendet, um Sachverhalte, Prüfzeichen und anzuwendende Normen platzsparend und sprachunabhängig darzustellen. Diese Symbole sind weitgehend genormt, können jedoch auch herstellerspezifisch sein.

Drehspulinstrument		Dreheiseninstrument	
	nur DC		Prüfspannung 500 V
	AC und DC		Prüfspannung 2,5 kV
	Bedienungsanleitung beachten !		
CAT	Messgerätekategorie		waagrechte Gebrauchslage

Berechnung des Effektivwertes:

rms	üblicherweise aus dem Gleichrichtwert berechnet, exakt nur für Sinus
trms	wahrer AC- Effektivwert, aus dem (beliebigen) Zeitverlauf berechnet
ttrms	vollständiger, wahrer Effektivwert, trms mit DC- Erfassung von Mischgrößen

7 Typische Angaben in Handbüchern (Manuals)

Messgrößen	Spannung, Strom, Widerstand, Kapazität,
Messbereiche	Kleinst- und Größtwerte, Autoranging, zulässige AC- Frequenz, ...
elektrische Sicherheit	Spannungsfestigkeit (Messkreise untereinander und gegen Benutzer), Überlast, Isolation, EMV, ...
Genauigkeit, Fehler	analoge Messgeräte: Genauigkeitsklasse digitale Messgeräte: Formel je Messbereich und Messgröße
Umgebungsparameter	Temperatur, Feuchte, Lagerung, Transport, ...
Zubehör	Messkabel, Manual, Batterien, Transportkoffer, ... Tastköpfe für besondere Funktionen (Probes, z. B. für HF)
Interfaces	IEEE, GPIB, V24, RS232, USB, IR, ...
mechanische Parameter	Abmessungen, Gewicht, ...