

2. Messtechnische Grundlagen

2.1 Historie, Bedeutung der Messtechnik

siehe 1. Vorlesung

2.2 Grundbegriffe, Masssysteme und Einheiten

2.2.1 Grundbegriffe

DIN/VDE 0410; VDI/VDE-RL2600

Messen: Quantitatives Erfassen einer physikalischen Grösse (= **Messgrösse**) nach Zahl und Einheit als Vielfaches einer anerkannten physikalischen Massverkörperung

Direkte Methoden
Indirekte Methoden

Messwert: ermittelter spezieller Wert einer Messgrösse

Messwert	=	Zahlenwert	x	Einheit
MW	=	Z	x	E

Messergebnis: direkt als Messwert (z.B. Ablesen)
Indirekt durch Berechnung aus mehreren Messwerten

Anmerkung:

Kalibrieren und Eichen sind hochzeitliche besondere Messvorgänge:

Kalibrieren: Vergleichen der von einem Messgerät ermittelten Messwerte mit zertifizierten Kalibriernormalen (Spannung, Strom, Druck, usw.) durch zugelassene Kalibrierstellen

Eichen: Vergleichen der von einem Messgerät ermittelten Messwerte durch eine amtliche Eichbehörde. Vorgehen analog zum Kalibrieren. Beispielsweise müssen Waagen, Druckmesser, Benzinzapfsäulen in bestimmten Zeitabständen geeicht werden.

PTB: Physikalisch Technische Bundesanstalt in Braunschweig als oberster "Hüter" der Mess-Normale

Hinweis: Stets Grössengleichungen, möglichst keine Zahlenwertgleichungen verwenden. Bei Berechnungen stets auf die Einheiten achten.

Beispiel:

2.2.2 Masssysteme und Einheiten

Messwert = Zahlenwert \times **Einheit**

- früher: Elle, Fuß, mittlerer Sonnentag (unterschiedliche Definitionen!)
- heute: seit 1960 **SI-Einheiten** : Internationales Einheitensystem

SI- Basisgrößen und Einheiten

- **7 Basiseinheiten**

Basisgröße	Formelzeichen	Einheit
Länge	l	m
Masse	m	kg
Zeit	t	s
Stromstärke	I	A
Temperatur	T	K
Lichtstärke	E	cd
Stoffmenge		mol

Beachte:

Unterschied zwischen Celsius-temperatur ϑ in $^{\circ}\text{C}$ und abs. Temperatur T in K
 $\vartheta / ^{\circ}\text{C} = T / \text{K} - 273,1$

Celsius-Temperaturdifferenzen können in $^{\circ}\text{C}$ oder in K angegeben werden.

- **abgeleitete Größen und Einheiten**

kohärente Einheiten (Faktor gleich 1): aus basisgrößen/~einheiten abgeleitet

nichtkohärente Einheiten (Faktor ungleich 1)

- **Umrechnung von Einheiten**

geg: $x = x(Z_1, E_1) = Z_1 \cdot E_1$

ges: $x = x(Z_1, E_1, E_2) = ? \cdot E_2$

$\Rightarrow x = x(Z_1, E_1, E_2) = Z_1 \cdot (E_1 / E_2) \cdot E_2$

• genormte Dezimalvorsätze

Zehnerpotenz	Vorsatz	Vorsatzzeichen	Zehnerpotenz	Vorsatz	Vorsatzzeichen
10^{18}	Exa	E	10^{-1}	Dezi	d
10^{15}	Peta	P	10^{-2}	Zenti	c
10^{12}	Tera	T	10^{-3}	Milli	m
10^9	Giga	G	10^{-6}	Mikro	μ
10^6	Mega	M	10^{-9}	Nano	n
10^3	Kilo	k	10^{-12}	Piko	p
10^2	Hekto	h	10^{-15}	Femto	f
10^1	Deka	da	10^{-18}	Atto	a

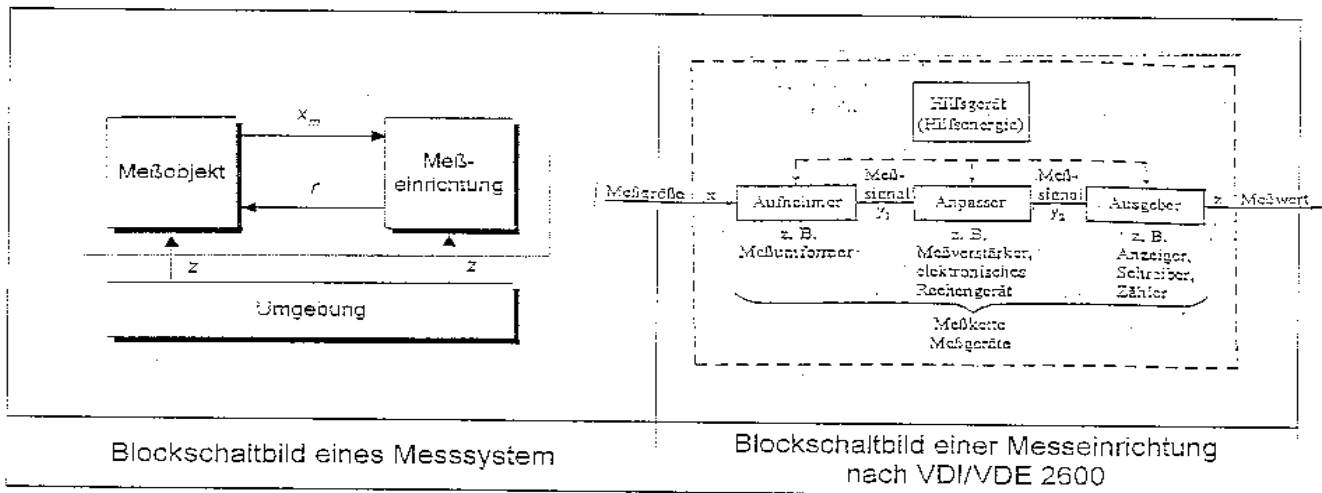
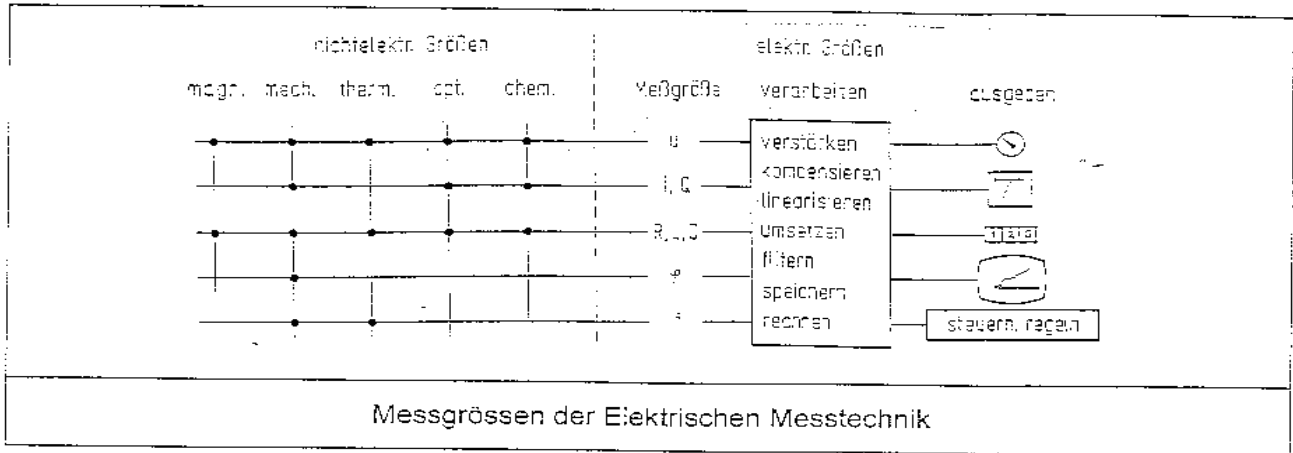
Abgeleitete Größen in SI-Einheiten

Abgeleitete SI-Einheiten;
die in Klammern stehenden Einheiten sind veraltet

/Schrüfer/

Größe und Formelzeichen	SI-Einheit	Beziehung	Weitere und zum Teil veraltete Einheiten
ebener Winkel α	Radian rad	1 rad = 1 m/m	Grad: 1° = $\pi/180$ rad
räumlicher Winkel Ω	Steradian sr	1 sr = 1 m ² /m ²	
Frequenz f, ν	Hertz Hz	1 Hz = 1/s	
Kraft F	Newton N	1 N = 1 kg m/s ²	(1 kp \approx 9,81 N) (1 dyn = 10 ⁻⁵ N)
Druck p	Pascal Pa	1 Pa = 1 N/m ²	Bar: 1 bar = 10 ⁵ Pa (1 kp/cm ² \approx 0,98 bar)
Energie E	Joule J	1 J = 1 N m = 1 W s = 1 kg m ² /s ²	1 kWh = 3,6 · 10 ⁶ J 1 eV = 1,60 · 10 ⁻¹⁹ J (1 cal \approx 4,19 J) (1 erg = 10 ⁻⁷ J)
Leistung P	Watt W	1 W = 1 J/s = 1 N m/s = 1 kg m ² /s ³	
Ladung Q	Coulomb C	1 C = 1 A s	
Spannung U	Volt V	1 V = 1 W/A	
Feldstärke E_v	V/m		
Widerstand R	Ohm Ω		
Leitwert G	Siemens S	1 S = 1/ Ω	
Induktivität L	Henry H	1 H = 1 Wb/A = 1 Vs/A	
Kapazität C	Farad F	1 F = 1 C/V = 1 As/V	
magn. Feldstärke H	A/m		(Oersted Oe: 1 Oe \approx 80 A/m)
magn. Fluß Φ	Weber Wb	1 Wb = 1 Vs	(Maxwell M: 1 M = 10 ⁻⁸ Vs)
magn. Flußdichte B	Tesla T	1 T = 1 Vs/m ²	(Gauß G: 1 G = 10 ⁻⁴ Vs/m ²)
Lichtstrom Φ	Lumen lm	1 lm = 1 cd sr	
Beleuchtungsstärke E_v	Lux lx	1 lx = 1 lm/m ²	

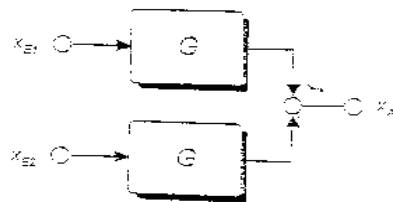
2.3 Strukturen von Messsystemen



• Kettenstruktur



• Parallelstruktur



• Kreisstruktur

