



**Sächsisches Landesamt  
für Mess- und Eichwesen**



1858 – 2008

**150 JAHRE**



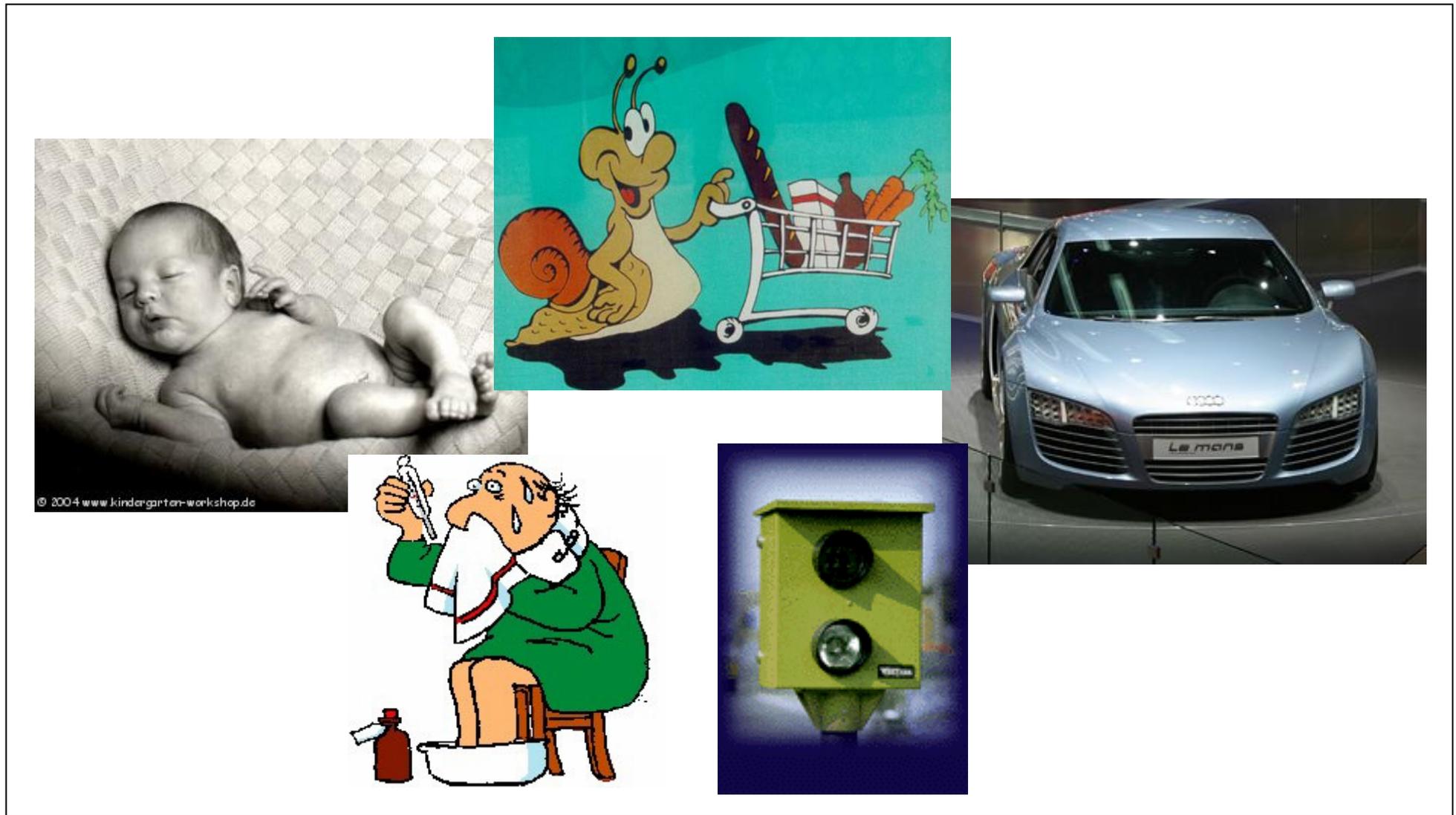
STAATLICHE EICHVERWALTUNG IN SACHSEN

# **Entwicklung der Messtechnik**

**Prof. Dr.-Ing. Michael Dietzsch**

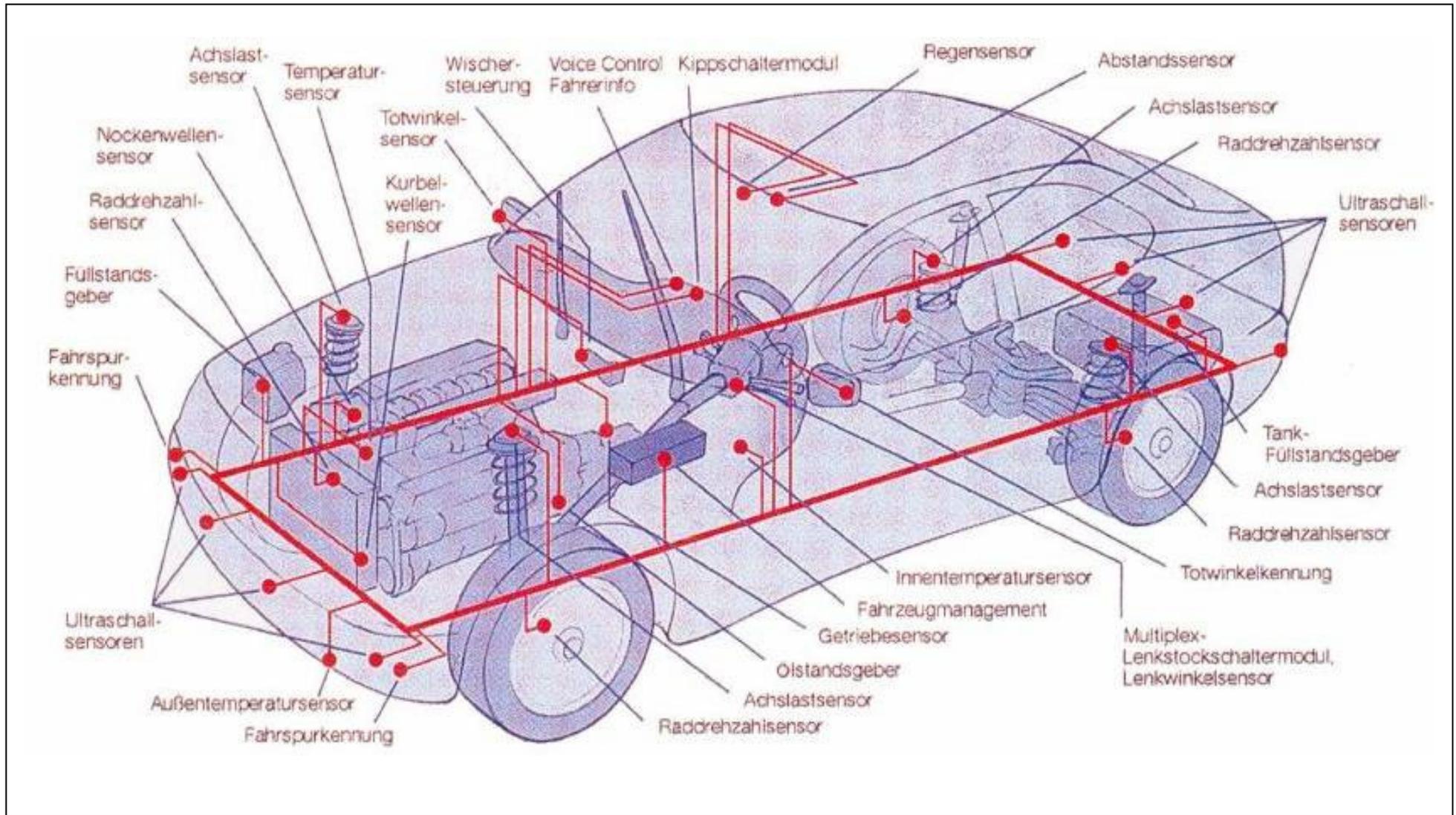
**Technische Universität Chemnitz  
Professur Fertigungsmesstechnik und Qualitätssicherung**

# Wo wird gemessen?



© Alle Rechte bei Technische Universität Chemnitz, auch für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen. Jede Verfügungsanmeldung, wie Kopier- und Weitergaberecht, bei uns.

# Sensoren an modernen Fahrzeugen



© Alle Rechte bei Technische Universität Chemnitz, auch für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen. Jede Verfügungsbefugnis, wie Kopier- und Weitergaberecht, bei uns.

# Entwicklung der Messtechnik

## Astronomie (Babylonien) (5000 v. C)

Bestimmung der Jahreszeiten  
als Zeitpunkt für die  
Landbearbeitung  
(Jahr mit 364 Tagen,  
Tag mit 24 Stunden)

Bestimmen der Winkel und Zeit  
für die Schifffahrt



## Landvermessung (Ägypten) (4000 v.C.)

Nach jeder Überschwemmung des  
Nils mussten die Felder neu  
vermessen werden.

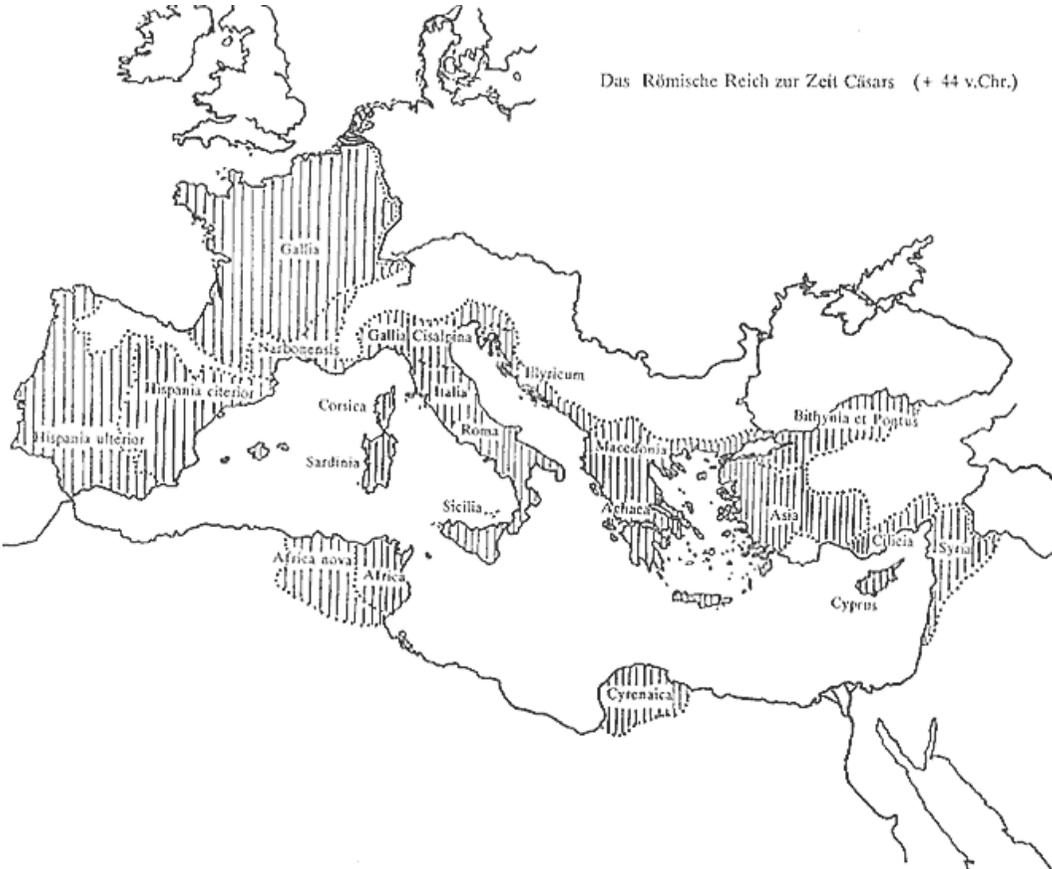
Einführung der Längeneinheit Fuß  
und Elle



(Die Natur als Maßverkörperung)

# Die Messtechnik der Römer (bis 200 n. C.)

## Das Römischen Reich zur Zeit Cäsars (44 v.Chr.)



Das Römische Reich zur Zeit Cäsars (+ 44 v.Chr.)

Das römische Grundlängenmaß war

- der Fuss (pes) = knapp 0,3 Meter
- 5 Fuss ergaben einen Doppelschritt (Passus) = etwa 1,5 Meter
- 125 Doppelschritte ergaben ein Stadium = etwa 185 Meter
- 1000 Doppelschritte ergaben eine römische Meile = etwa 1,5 Kilometer

Quelle: [www.beepworld.de/members15/maikjaekel2/scans.htm](http://www.beepworld.de/members15/maikjaekel2/scans.htm)

© Alle Rechte bei Technische Universität Chemnitz, auch für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen. Jede Verfügungsbefugnis, wie Kopier- und Weitergaberecht, bei uns.

# Alte Längenmaßeinheiten in Deutschland

## 789 n. Chr.:

- Karl der Große: Königlicher Fuß = 325 mm (Gr. 50)

## Anfang des 19. Jahrhunderts:

- in Baden 112 Ellen

## Um 1870:

- 40 Fußmaße von 250 (Gr. 38) bis 316 mm (Gr. 48)
- 40 Ellen von 547,3 bis 833 mm
- 40 Klafter von 1,897 bis 5,327 m
- 40 Meilen von 7363 bis 9870 m



0105066

# Die kursächsische Postmeilensäulen

Die auf Geheiß August des Starken in ganz Sachsen errichteten Säulen (auch Distanzsäulen genannt) dienten vor allem zur exakten Angabe von Entfernungen - Reisezeiten in Stunden - vom Standort der Säule zu den anderen Zielorten der jeweiligen Postkutschenverbindungen. Eine Meile entsprach damals einer Reisezeit von zwei Stunden (nach heutigem Maßstab 9,062 Kilometer).

Quelle: Stadt Hoyerswerda



Postmeilensäule  
in Geyer

Don Beyer nach	
Stollberg	4 St.
Hohnstein	7 St.
Waldenburg	10 St.
Altenburg	15 St.
Zeitz	19 St.
Naumburg	30 St.
Thum	2 St.
Chemnitz	6 St.
Benig	10 St.
Frohburg	15 St.
Borna	19 St.
Leipzig	24 St.
Halla	30 St.
Rochlitz	15 St.

# Die Postmeile in Sachsen (1722)

1 Postmeile = 2 Wegstunden = 9,062 km

1 Wegstunde = 1000 Ruten = 8000 Dresdner Ellen

= 4,531 km

1 Rute = 4,531 m

1 Dresdner Elle = 566,38 mm



0105067

# Französische Errungenschaft

"Für alle Welt, für alle Völker" – dieses Motto wurde zur Zeit der Französischen Revolution geprägt, als in Frankreich die neue Längeneinheit "Meter" (nach dem griechischen Wort metron für Maß) entstand. Das neue Maß wurde zur Grundlage des internationalen metrischen, dezimalen Maßsystems, das ein großes Durcheinander bei den Maßeinheiten beendete.

Quelle: PTB

# Gescheiterte Reform der Zeiteinteilung in Frankreich

## Dezimalzeit

Neben der Reform des Kalenders wurde auch versucht, eine dezimale Zeiteinteilung des Tages einzuführen. Der Tag sollte 10 Stunden à 100 Minuten à 100 Sekunden haben. 12 Uhr mittags entsprach also 5 Uhr Dezimalzeit. Um der Uhrenindustrie Zeit für eine Umstellung zu geben, wurde 1793 ein Wettbewerb für die Herstellung von Dezimaluhren ausgeschrieben. Die ganze Sache wurde aber nach dem Sturz Robespierres begraben. Einige Dokumente aus der Revolutionszeit haben dezimale Uhrzeitangaben.

Quelle: [www.republique.de](http://www.republique.de)

# Historische Meterdefinitionen

## In Frankreich ab 07.04.1799 Gesetz:

1 m (bei 0 °C) = 443,2959 Linien der Toise du Perou bei 13 °R (16,25 °C)

## 26.09.1889

1 m = Abstand der Achsen der beiden mittleren Striche auf dem im Bureau International des Poids et Mesures in Sèvres aufbewahrten Prototyps bei der Temperatur des schmelzenden Eises und bei der Auflage in den Besselschen Punkten.

## 7. Generalkonferenz 1927

1 m = 1.553.164,13 Wellenlängen der roten Kadmiumlinie bei 20 °C, 760 Torr, 10 Torr Wasserdampfdruck

## 11. Generalkonferenz 1960

1 m = 1.650.763,73 Wellenlängen des Kryptonisotops 86 im Vakuum

0104027

# Meterprototyp



Meterprototyp aus einer Legierung aus 90% Platin und 10% Iridium

Auf diesem 102 cm langen Normal mit X-förmigem Querschnitt (20 × 20 mm) repräsentierten Strichgruppen die Länge von einem Meter.

Definiert wurde er aufgrund der Wärmeausdehnung des Materials über den Abstand der Mittelstriche dieser Strichgruppen bei einer Temperatur von 0 °C

# Meterkonvention

Die **Meterkonvention** ist ein 1875 geschlossener internationaler Vertrag, in dem der Vorläufer des SI-Systems beschlossen wurde. Der Inhalt des Vertrages wurde 1921 bei der 6. CGPM einer Revision unterzogen. 1960 wurden die vom Vertrag eingeführten Einheiten als *Système International d'Unités* benannt.

Die Meterkonvention etablierte drei Organisationen zur Pflege des Standards:  
Conférence Générale des Poids et Mesures (CGPM) - ein Treffen von Delegierten aller Unterzeichnerstaaten im Abstand von vier bis sechs Jahren  
Internationales Büro für Gewichte und Maße (BIPM) - ein internationales Zentrum für Masseinheiten in Sèvres in Frankreich  
Internationale Kommission für Gewichte und Maße (CIPM) - ein Verwaltungskomitee das jährlich im BIPM zusammentrifft

# Meterdefinition (aktuell)

## Meterdefinition

17. Generalkonferenz für Maß und Gewicht (17. CGPM) (20.10.1983)

Das Meter ist die Länge der Strecke, die das Licht im Vakuum während der Dauer von

$$\frac{1}{299792458} \text{ s} \quad \text{durchläuft.}$$

Laufzeit:  $3,335640592 \cdot 10^{-9} \text{ s} \approx 3,3 \text{ ns}$

$c = 299792458 \text{ m / s}$  Lichtgeschwindigkeit

$1 \text{ Lichtjahr (ly)} = 9,4605 \cdot 10^{15} \text{ m}$

0104028

# Übergang zu SI-Einheiten

Mit der Einführung des Système International d'Unités (in allen Sprachen mit SI abgekürzt) im Jahr 1960 endete die jahrhundertelange Suche nach einem weltweit einheitlichen System der Maßeinheiten.

Das SI entstammt den Bedürfnissen der Wissenschaft, ist aber mittlerweile auch das vorherrschende Maßsystem der internationalen Wirtschaft. In Deutschland sind die SI-Einheiten als gesetzliche Einheiten für den amtlichen und geschäftlichen Verkehr eingeführt.

Um die nationale und internationale Einheitlichkeit der Maße zu sichern, sind die Aufgaben der Darstellung, Bewahrung und Weitergabe der Einheiten im Messwesen der PTB, dem nationalen Metrologieinstitut Deutschlands, übertragen worden.

# SI-Basiseinheiten

Basisgröße	Basiseinheit	
	Name	Zeichen
Länge	Meter	m
Masse	Kilogramm	kg
Zeit	Sekunde	s
elektrische Stromstärke	Ampère	A
Temperatur	Kelvin	K
Stoffmenge	Mol	mol
Lichtstärke	Candela	cd

0004004

© Alle Rechte bei Technische Universität Chemnitz, auch für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen. Jede Verfügungsmaßnahme, wie Kopier- und Weitergaberecht, bei uns.

# SI-Vorsätze

Durch die SI-Vorsätze werden Vielfache bzw. Teile der Basiseinheiten gebildet!

Potenz	Vorsatz	Zeichen	Bedeutung	Potenz	Vorsatz	Zeichen	Bedeutung
$10^{21}$	Zetta	Z	Trilliarde	$10^{-1}$	Dezi	d	Zehntel
$10^{18}$	Exa	E	Trillion	$10^{-2}$	Zenti	c	Hundertstel
$10^{15}$	Peta	P	Billiarde	$10^{-3}$	Milli	m	Tausendstel
$10^{12}$	Tera	T	Billion	$10^{-6}$	Mikro	$\mu$	Millionstel
$10^9$	Giga	G	Milliarde	$10^{-9}$	Nano	n	Milliardenstel
$10^6$	Mega	M	Million	$10^{-12}$	Piko	p	Billionstel
$10^3$	Kilo	k	Tausend	$10^{-15}$	Femto	f	Billiardenstel
$10^2$	Hekto	h	Hundert	$10^{-18}$	Atto	a	Trillionstel
$10^1$	Deka	da	Zehn	$10^{-21}$	Zepto	z	Trilliardenstel

© Alle Rechte bei Technische Universität Chemnitz, auch für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen. Jede Verfügungsbefugnis, wie Kopier- und Weitergaberecht, bei uns.

# Abgeleitete SI-Einheiten

Abgeleitete SI-Einheiten werden durch Multiplikation und Division aus SI-Basiseinheiten, immer mit dem Faktor 1 (kohärent) gebildet.

## Beispiele:

- Newton (N) für die Einheit der Kraft

$$1\text{N} = \frac{1\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

- Volt (V) für die Einheit der elektrischen Spannung

$$1\text{V} = \frac{1\text{W}}{\text{A}}$$

Verantwortlich für die Darstellung der physikalischen Einheiten ist in Deutschland die **Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)**.

# Aufgaben der PTB

Die Basis allen Messens ist auch ein Fundament der Arbeit in der PTB: (Fast) alles dreht sich hier um die sieben SI-Basiseinheiten.

Die PTB hütet die deutsche Kopie des "**Ur-Kilogramms**".

In der Braunschweiger PTB-Zentrale wird die **Zeit** "gemacht", in einer Berliner Abteilung die **Temperatur**.

Laut Einheitengesetz ist die PTB verpflichtet, die gesetzlichen Einheiten darzustellen, deren jeweilige Verkörperungen (Prototype bzw. Normale) zu bewahren und weiterzugeben.

# Das Zollsystem

**1 Yard (yd) = 3 Fuß (foot,ft, ') = 36 Zoll (inch, in, ") = 360 Linien (line, li, ''')**

Seit 1959 gilt bei einer Bezugstemperatur von 20 °C:

1 yd	=	0,9144 m	
1 ft	=	1'	= 304,800 mm
1 in	=	1"	= 25,400 mm
1 li	=	1'''	= 2,540 mm

vorher:	1 engl. Zoll	=	25,399956 mm
	1 amerik. Zoll	=	25,400051 mm
			Differenz: 95nm

1 Landmeile (mi)	=	1609,344 m	
1 Seemeile (sm)	=	1852 m	→ 1 Knoten = 1 sm/h

0105028

# Meter und Zoll

$$5 \times 25 \text{ cm} = 1,25 \text{ m}$$

$$5 \times 25'' = 125'' = 3 \text{ yd}, 1', 5''$$

$$\begin{array}{ccc} \downarrow & \downarrow & \downarrow \\ 108'' + 12'' + 5'' = 125'' \end{array}$$

0105049

# Volumenmaße

<b>metrisch:</b>	1 Liter (l)	=	1 Kubikdezimeter (dm <sup>3</sup> )	
<b>UK:</b>	1 pint (pt)	=	20 ounce H <sub>2</sub> O	= 0,568 l
	1 gallon (gal) = 8 pt	=	10 lb H <sub>2</sub> O	= 4,546 l
<b>USA:</b>	1 liquid pint (liq pt)	=	16 liquid ounce H <sub>2</sub> O	= 0,473 l
	1 gallon (gal)	=	8 liq pt	= 3,785 l
	1 petroleum barrel			= 158,9 l

0105075

# Englische Masseinheiten

1 pound (lb)	=	0,45359237 kg	
1 gewöhnliche Unze	=	$\frac{1}{16}$ lb	= 28,35 g
1 stone	=	6,350 kg	

pharmazeutische Industrie:

20 Gran	=	1 Skrupel	=	1,296 g
3 Skrupel	=	1 Drachme	=	3,888 g
8 Drachmen	=	1 Apothekerunze	=	31,104 g
	=	1 Feinunze (Gold)	=	31,104 g

© Alle Rechte bei Technische Universität Chemnitz, auch für den Fall von Schutzrechtsanmeldungen. Jede Verfügungsbefugnis, wie Kopier- und Weitergaberecht, bei uns.

# Wo wird Zoll noch angewendet?

- **Monitor-/Fernsehbildschirme**
- **Bundweite /Länge von Hosen**

z.B. 32/30

- **Autoreifen**

z.B. 165/80 R14

- **Zollgewinde**

Die am bekanntesten Zollgewinde sind die Fotogewinde 1/4" und 3/8". Der Flankenwin beträgt 55° und die Steigung wird in Gänge pro Zoll angegeben.

- **Rohrgewinde** z.B. G1/8, G1/4, G3/8 usw. Die Steigung wird in Gänge pro Zoll angegeben. Diese Gewinde werden meistens bei Wasserleitungsrohren verwendet.

19 Zoll TFT-Monitor



Preisstark auch für Ihr Auto:

145/80 R 13 Q	nur	71.80*	€ 36.71
155/80 R 13 Q	nur	76.40*	€ 39.06
155/70 R 13 Q	nur	77.40*	€ 39.57
175/70 R 13 T	nur	84.60*	€ 43.26
185/65 R 14 T	nur	107.80*	€ 55.12
185/65 R 15 T	nur	113.20*	€ 57.88
195/65 R 15 T	nur	118.20*	€ 60.43

\* Preis pro Stück, ohne Folge- und Montage





**Sächsisches Landesamt  
für Mess- und Eichwesen**



1858 – 2008

**150 JAHRE**



STAATLICHE EICHVERWALTUNG IN SACHSEN

## **Zukunft der Messtechnik**

- Zeitnormale über GPS weltweit verfügbar**
- Messtechnik als Grundlage für die Ressourcenschonung und zur Erhöhung der Energieeffizienz**



**Sächsisches Landesamt  
für Mess- und Eichwesen**



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**