

SS 2009

Prof. Dr. Volker Metag
II. Physikalisches Institut
Heinrich Buff Ring 16
Tel: (0641) 99 33 260

Email: volker.metag@exp2.physik.uni-giessen.de

Sekretariat: Frau Anita Rühl
Zimmer: 132

Experimente:

Anna Zagan
Dr. Albrecht Hofstaetter
Priv. Doz. Dr. Angelika Polity

Montags und Donnerstags 14:00 - 15:35
(5 Minuten Pause)

Stil der Vorlesung

- **Multimedia - Präsentation**

Jeweils vor der Vorlesung im StudIP verfügbar:

<http://elearning.uni-giessen.de/studip/>

als ausdrückbare PDF - Datei

- **Vorteil:**

Sie müssen nicht alles mitschreiben

Sie können sich aufs Zuhören und Verstehen konzentrieren

Der komplette Vorlesungsinhalt steht Ihnen via Internet zur Verfügung

Sie können das Manuskript bei der Klausur benutzen

- **Gefahr**

Konsumentenmentalität; konsumieren bedeutet nicht: Verstehen

- **Experimente**

Experimente werden in der Vorlesung durchgeführt zur Verdeutlichung der Phänomene; entscheidendes didaktisches Element dieser Vorlesung

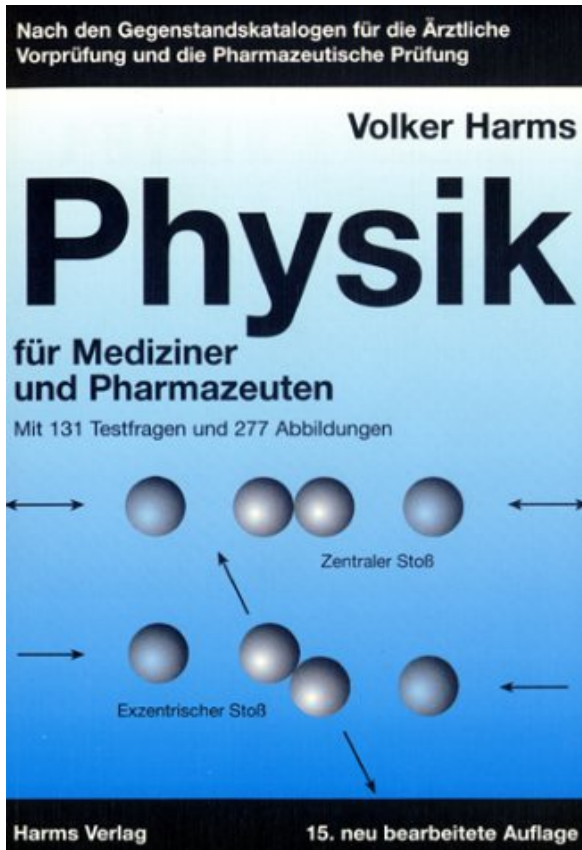
- **Praktikum**

die in dieser Vorlesung erworbenen Physik-Kenntnisse sind erforderlich für die Durchführung des Physik-Praktikums im 2. Semester

- Alle Studenten, die einen Leistungsnachweis für die Vorlesung benötigen, müssen
 - sich bei StudIP zur Vorlesung anmelden
 - an der Klausur erfolgreich teilnehmen
 - Die Klausur findet statt
 - Donnerstag, 23. **Juli 2009**; 10:00 - 12:00
- Zur Klausur sind folgende **Hilfsmittel** zugelassen:
 - Taschenrechner, Vorlesungsskript
 - keine sonstige elektronische Geräte (Handy, Laptop etc)
 - Keine Bücher

Strategien zur Prüfungs – und Klausurvorbereitung

- **Physik** ist kein "Lernfach", in dem es um das Auswendiglernen von Fakten geht
- In einer Physikprüfung geht es um Verständnis, nicht um das Abfragen von Formeln
- Verständnis für physikalische Zusammenhänge kann nicht durch eine kurze Lernphase vor der Prüfung/Klausur erworben werden, sondern nur durch Beschäftigung mit dem Stoff anhand von Beispielen und Übungsaufgaben.
- Um die Physik verstehen zu können, benötigen Sie ein Minimum an Mathematikkenntnissen
- **Tutorengruppen:** Auffrischen von mathematischen Grundkenntnissen; Nacharbeiten des Vorlesungsstoffs; Vorbereitung auf die Klausur
- Zur Vertiefung des Vorlesungsstoffs wird ein Nachlesen in der Literatur dringend empfohlen



Volker Harms

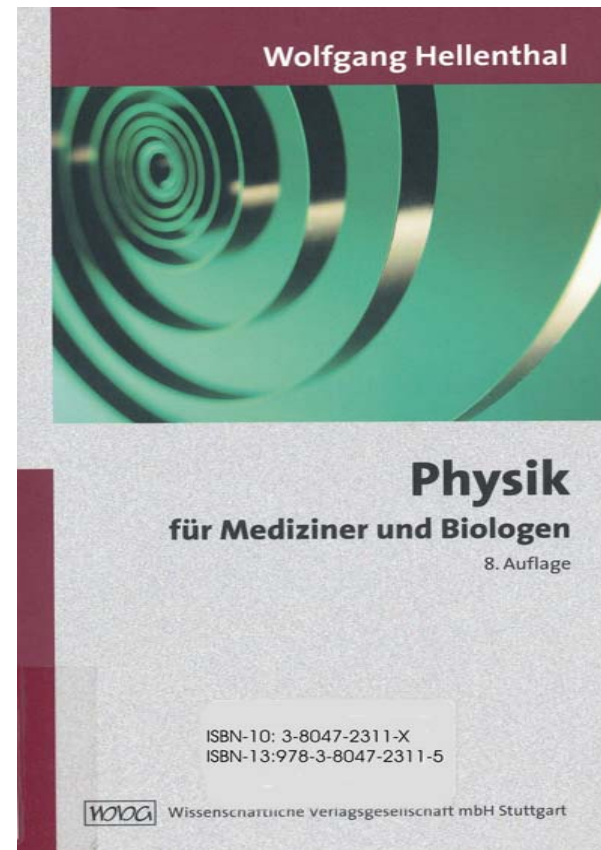
Physik für Mediziner und Pharmazeuten

Taschenbuch - 288 Seiten

Harms Vlg.

15., überarb. Aufl.

ISBN: 3860260804



Wolfgang Hellenthal

Physik für Mediziner und Biologen

Taschenbuch - 387 Seiten

Wiss. Verlagsgesellschaft Stuttgart. 2007

8. Auflage:

ISBN: 3-80471-2311, ca. € 23,50

Was ist Physik ?

- **Physik** ist die Basiswissenschaft aller Naturwissenschaften

Beispiel:

- Die **Physik** kann den Atomaufbau erklären und quantitativ beschreiben.
- Die **Chemie** beschäftigt sich mit Prozessen, bei denen einige wenige Atome miteinander in Wechselwirkung treten und Moleküle bilden
- Die **Biologie** beschäftigt sich mit Phänomenen „Leben“, die bei Zusammenspiel von komplizierten Molekülen auftreten.
- Die **Medizin** nutzt Grundlagen und Anwendungen aus Physik, Chemie und Biologie, um Menschen und Tiere zu heilen

Wieso muss ich als Mediziner Physik können?

- (1) ...um das Praktikum und die Prüfungen zu bestehen
- (2) ... um wissenschaftliche Arbeits- und Denkweise einzuüben;
Physik als Prototyp der Naturwissenschaften
- (3) ... weil die moderne Medizin viele physikalische Methoden und Geräte einsetzt:
 - Ultraschall
 - Kernspintomograph
 - Röntgengerät
 - Elektrokardiogramm
 -
- (4) ... weil der Körper von Mensch und Tier nach physikalischen Gesetzen funktioniert (nicht nur, aber auch)
 - Blutkreislauf
 - Nervensystem
 - Skelett
 -

Anwendungen der Physik (Beispiel: Medizin)

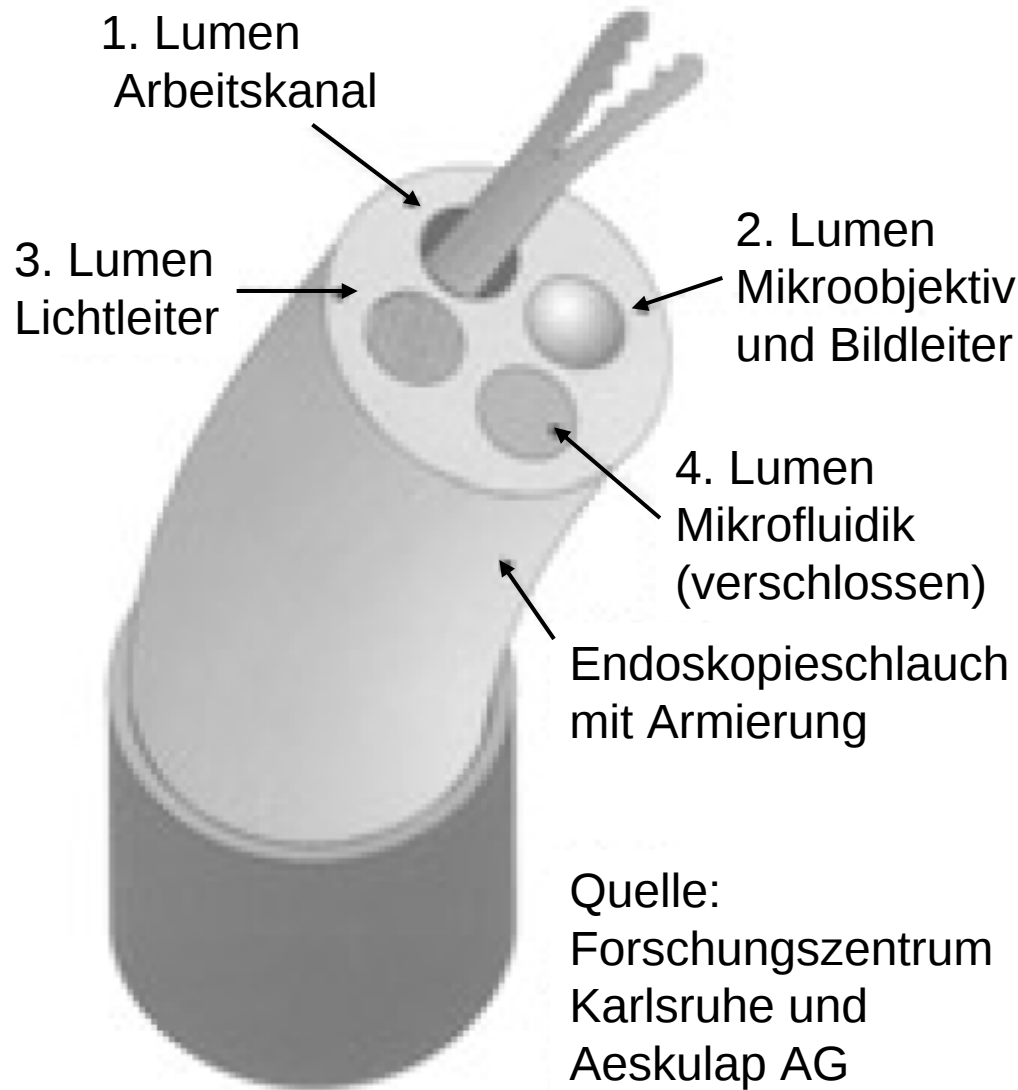
- Diagnostik

- Mikroskop
- Röntgen
- Ultraschall
- bildgebende Verfahren
- Tomographie
- radioaktive Tracer

- Therapie

- Laserskalpell
- Tumorbehandlung mit ionisierender Strahlung
- Nano-Medikamente
- minimal invasive Operationstechniken

Mikrosystemtechnisches endoskopisches Operationssystem



**Minimal-invasives
neuronales
Operationssystem
(MINOP)**

Ziel der Physik

- Zurückführung komplexer Naturvorgänge auf einfache, mathematisch formulierbare *Gesetze*
- Überprüfung dieser Naturgesetze durch Experimente
- Voraussage neuer, noch nicht beobachteter Phänomene aus den bekannten Naturgesetzen
- Technische Anwendungen, z.B. in der Medizin

Beispiel:

Alle Erscheinungen der klassischen Mechanik lassen sich letztendlich auf ein einziges Naturgesetz zurückführen

Sir Isaac Newton, 1643-1727

$$\vec{F} = m \cdot \frac{d^2 \vec{x}}{dt^2}$$



Inhaltsübersicht: Physik für Mediziner

- Vorbemerkungen
- Mechanik (Bewegungen, Kräfte)
- Thermodynamik (Wärme, Aggregatzustände)
- Elektrodynamik (Felder, Ströme und Spannungen)
- Optik (Lichtausbreitung, Linsen, optische Geräte)
- Moderne Physik
 - Aufbau der Materie (Atomkerne, Atome, Moleküle)
 - Strahlung (Quanten, Strahlenwirkung)
 - Medizinische Anwendungen (Diagnose, Therapie)

Physikalische Gesetze und Physikalische Größen

- Ein **physikalisches Gesetz** beschreibt einen Zusammenhang zwischen physikalischen Größen
- Eine **physikalische Größe** wird durch die Angabe einer Messmethode eindeutig definiert
- **Messen** heißt vergleichen mit einer Maßeinheit
- Ein **Messergebnis** ist das Produkt einer Zahl und einer Messeinheit

Beispiel

Physikalische Größe: Länge

Maßeinheit: Meter

Messergebnis: Meine Körperlänge ist 1,84 x Meter

Kompakte Schreibweise: 1,84 m

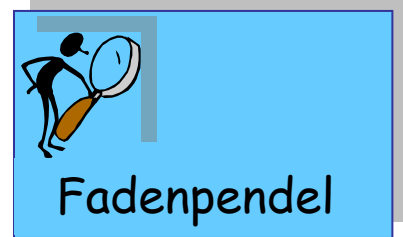
• **physikalische Messfehler**

Jede Messung ist mit Messfehlern behaftet, die verschiedene Ursachen haben können. Ein Messergebnis macht daher nur Sinn, wenn auch der Meßfehler angegeben wird; Beispiel: $(1,84 \pm 0,02)$ m

Statistische Messfehler

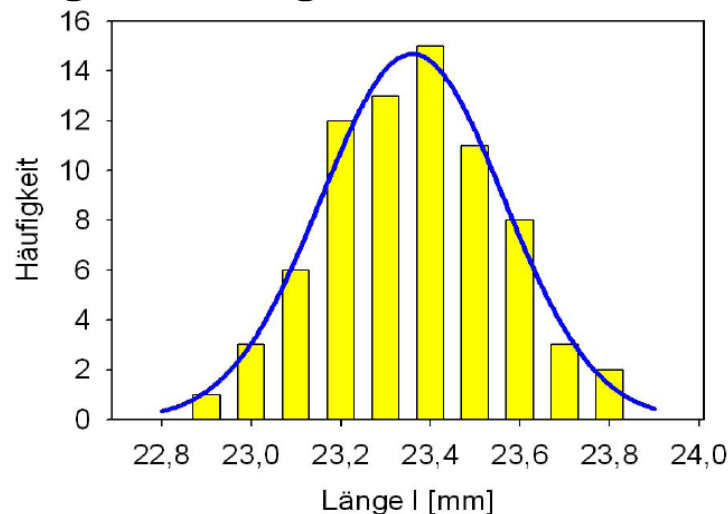
- Wiederholte Messung derselben physikalischen Größe liefert eine Verteilung von Messwerten (Paare von Messwert, Häufigkeit)

z.B. Messung der Schwingungsdauer eines Pendels
Messvorschrift: Vergleich mit periodischem Vorgang (Schwingquarz)



- Anderes Beispiel: Messung der Länge eines Stabes

Messwert x_i [mm]	Häufigkeit
22.9	1
23.0	3
23.1	6
23.2	12
23.3	13
23.4	15
23.5	11
23.6	8
23.7	3
23.8	2
23.9	0



$$G_{x_0, \sigma}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot \sigma} \exp\left(-0.5 \frac{(x - x_0)^2}{\sigma^2}\right)$$

- bei statistisch unabhängigen Messungen (zufällige Fehler) folgen die Messwerte einer **Gauß-Verteilung** (Glockenkurve)

Systematische Messfehler

Systematische Messfehler beim Fiebermessen



- Fieber messen durch Handauflegen
Messgerät: Hand
Messergebnis: heiß oder kalt (subjektiv)

- Fieber messen mit Thermometer:
Messgerät: Thermometer
Messergebnis: Temperaturwert in °C
aber:

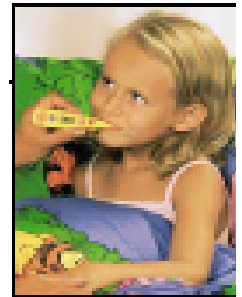
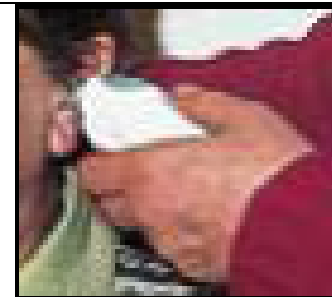
rektal: 36.6 - 38.0 °C

oral: 35.5 - 37.5 °C

Ohr: 35.8 - 38.0 °C

axillar: 34.7 - 37.3 °C

systematische Abweichung je nach Messort



Einheitensystem

- Die physikalischen Gesetze sind unabhängig von der Wahl des Einheitensystems
- Die Messwerte hängen aber ab von der Wahl des Einheitensystem
Beispiel: Meine Körpergröße ist 1840 Millimeter
- Das heute weltweit verwendete Einheitensystem ist das **SI-System (Système Internationale d'Unités)**

Basiseinheiten der Mechanik im SI - System

- **Länge**, zurückgelegter Weg
Einheit: 1 Meter (1 m)
- **Zeit**
Einheit: 1 Sekunde (1 s)
- **Masse**
Einheit: 1 Kilogramm (1 kg)
- Mit diesen **Basiseinheiten** lassen sich alle mechanischen Vorgänge beschreiben
 - Weitere Einheiten in der Mechanik können aus den Basiseinheiten abgeleitet werden:
Beispiele: Geschwindigkeit, Beschleunigung, Kraft, Arbeit, Drehmoment, Leistung, Energie,

Definition der Basiseinheiten

Masse: Kilogramm [kg]

Das Kilogramm ist die Einheit der Masse. Es ist festgelegt durch die Masse des internationalen Kilogrammprototyps (aufbewahrt in Paris).
Gute Näherung: Masse von 1 Liter Wasser

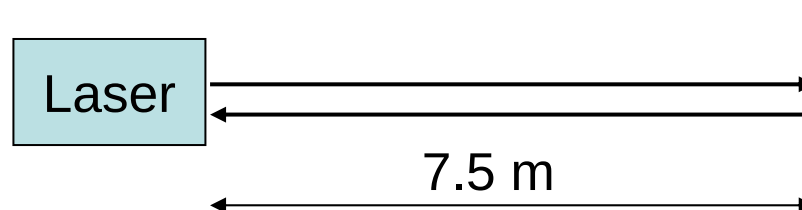
Zeit: Sekunde [s]

Die Sekunde ist das 9 192 631 770 - fache der Periodendauer einer genau festgelegten Strahlung von Atomen des Nuklids ^{133}Cs .
(Übergang zwischen den beiden Hyperfeinstrukturniveaus des Grundzustands)

Länge: Meter [m]

Das Meter ist die Länge der Strecke, die Licht im Vakuum während der Dauer von $1/299\,792\,458$ Sekunden durchläuft.

$$\begin{aligned} 1\text{ m} &\Leftrightarrow 3.33 \cdot 10^{-9} \text{ s} \\ 15 \text{ m} &\Leftrightarrow 50.0 \cdot 10^{-9} \text{ s} \\ 30 \text{ m} &\Leftrightarrow 100.0 \cdot 10^{-9} \text{ s} \end{aligned}$$



Sehr große und sehr kleine Zahlen

- Messwerte sind oft extrem klein oder extrem groß, wenn sie in den Einheiten des SI - Systems angegeben werden

Beispiele:

der Radius eines Blei - Atomkerns beträgt etwa
0,00000000000000008 m

die Masse der Erde beträgt etwa
600000000000000000000000000000 kg

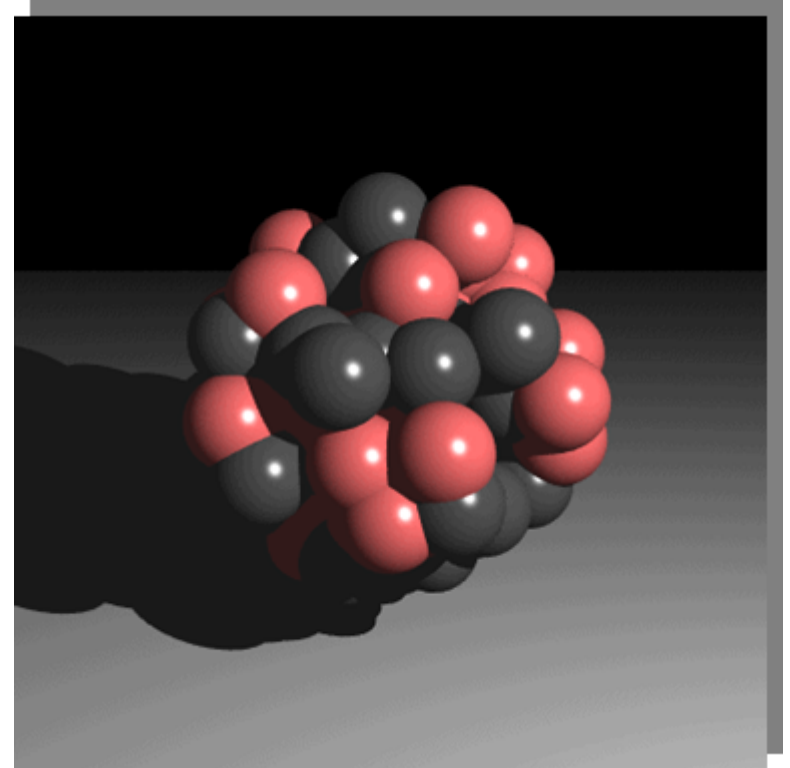
- Daher in den Naturwissenschaften Schreibweise mit Zehnerpotenzen:

PB - Kern - Radius : $8 \times 10^{-15} \text{ m}$

Erdmasse: $6 \times 10^{24} \text{ kg}$

Sprechweise für Zehnerpotenzen:

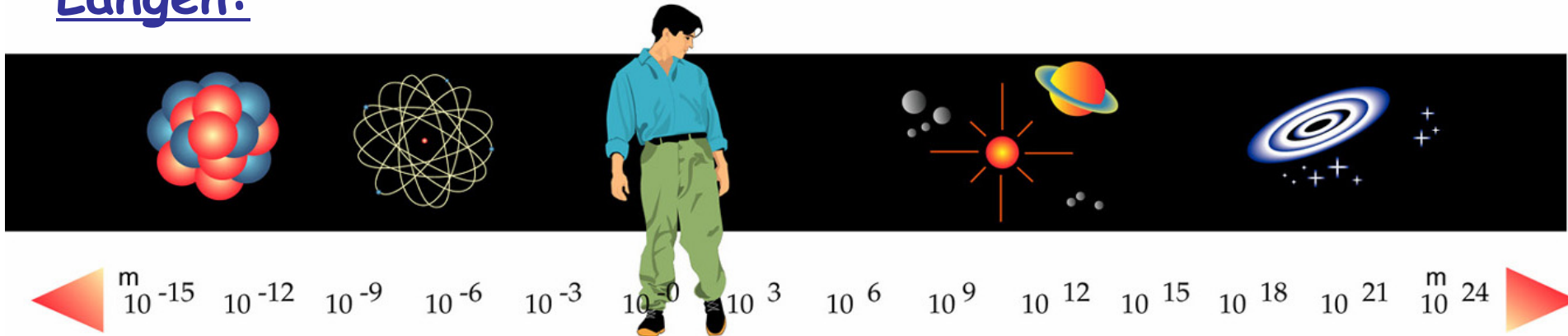
- 10^{15} : Peta (P)
- 10^{12} : Tera (T)
- 10^9 : Giga (G)
- 10^6 : Mega (M)
- 10^3 : Kilo (k)
- 10^{-2} : Zenti (c)
- 10^{-3} : Milli (m)
- 10^{-6} : Mikro (μ)
- 10^{-9} : Nano (n)
- 10^{-12} : Piko (p)
- 10^{-15} : Femto(f)
- 10^{-18} : Atto (a)



Blei - Kern - Radius: 8 fm

Beispiele für Größenordnungen in der Natur

Längen:



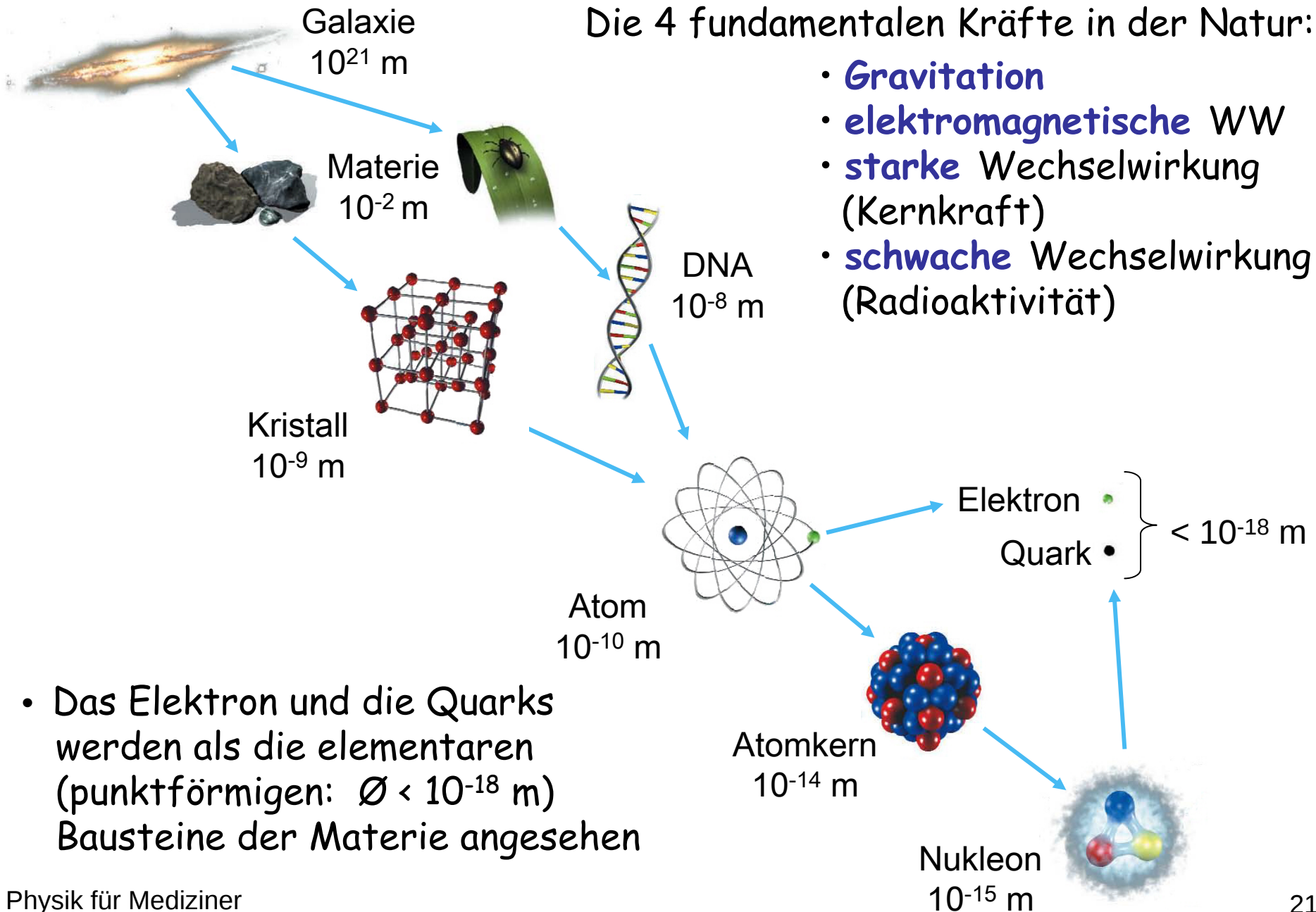
Massen:

Elektron	10^{-30} kg
Proton	10^{-27} kg
Grippevirus	10^{-18} kg
Regentropfen	10^{-6} kg
Mensch	10^2 kg
Erde	10^{24} kg
Universum	10^{52} kg

Zeiten:

Licht durch Atomkern	10^{-23} s
Schwingungsperiode (sichtb. Licht)	10^{-15} s
Schwingungsperiode (Schall)	10^{-3} s
1 Jahr	10^7 s
Halbwertszeit von ^{239}Pu	10^{12} s
Alter der Erde	10^{17} s
Alter des Universums	$5 \cdot 10^{17}$ s

Aufbau der Materie



Zusammenfassung

- Physikalische Beschreibungen sind quantitativ
 - physikalische Größen werden durch Vergleich mit Standards gemessen
 - sie werden angegeben als Produkt einer Maßzahl und einer Einheit
- Die Messung einer physikalischen Größe beinhaltet immer Messunsicherheiten
 - man unterscheidet **zufällige** und **systematische** Fehler
- Physikalische Beschreibungen werden durch das Wechselspiel von Theorie und Experiment überprüft
 - Naturgesetze sind unabhängig von Ort und Betrachter (Invarianz-Prinzip)
- Der Aufbau der Materie ist atomistisch;
 - für den Zusammenhalt der Materie sorgen vier fundamentale Kräfte: Gravitation, elektromagnetische Wechselwirkung, starke Wechselwirkung, schwache Wechselwirkung