

# DGKJ-Kurs Pädiatrische Ernährungsmedizin

Block I: 23.-26.02.2022

Block II: 23.-26.03.2022

**E-Learning-Block**



Modul	h	Thema
<b>Lerneinheit I</b>		
<b>1.1</b>	2	Grundkenntnisse des Energie-SW., d. physiol. Funktionen, Verdauung, Absorption u. endogenen Verwertung / Sport und Ernährung
<b>1.2</b>	2	Makro- und Mikronährstoffe
<b>1.3</b>	1	Prävention ernährungsbedingter Krankheiten
<b>1.4</b>	1	Ballaststoffe
<b>Lerneinheit II</b>		
<b>2.1</b>	1	Prä- und Probiotika
<b>2.2</b>	1	Lebensmittelkunde, functional food
<b>2.3</b>	2	Lebensmittelsicherheit, Verbraucherschutz
<b>2.4</b>	1	Grundlagen der Ernährungstherapie
<b>2.5</b>	1	Grundlagen der Ernährungswissenschaft
<b>Lerneinheit III</b>		
<b>3.1</b>	1	Gesundheitsökonomische Aspekte
<b>3.2</b>	2	Berücksichtigung der Behandlungsform (z.B. Akut-klinik; Reha-, Pflegeeinrichtung, ambulant)
<b>3.3</b>	1	Gemeinschaftsverpflegung
<b>3.4</b>	2	Organisation und Qualitätssicherung der Ernährungsmedizin

# Grundlagen der Ernährungswissenschaft

**Referentin:  
Prof. Dr. Anika Wagner**

## **Erklärung von Interessen**

Hiermit erkläre ich, dass der Inhalt meines Vortrags/Seminars produkt- und dienstleistungsneutral gestaltet ist und kein Interessenkonflikt hinsichtlich Anstellungsverhältnis, Berater-bzw. Gutachtertätigkeit, Besitz von Geschäftsanteilen, Aktien oder Fonds, Patenten, Urheberrechten, Verkaufslizenzen, Honorarzahlungen, Finanzierung wissenschaftlicher Untersuchungen sowie anderer finanzieller Beziehungen besteht.

*Giessen, 31.01.2022*

*Prof. Dr. Anika Wagner*

# Gliederung

- Ernährungswissenschaft als Multidisziplin
- Evolution der Ernährung des Menschen
- Körperzusammensetzung des Menschen
- Methoden zur Bestimmung der Körperzusammensetzung

# Ernährungswissenschaft

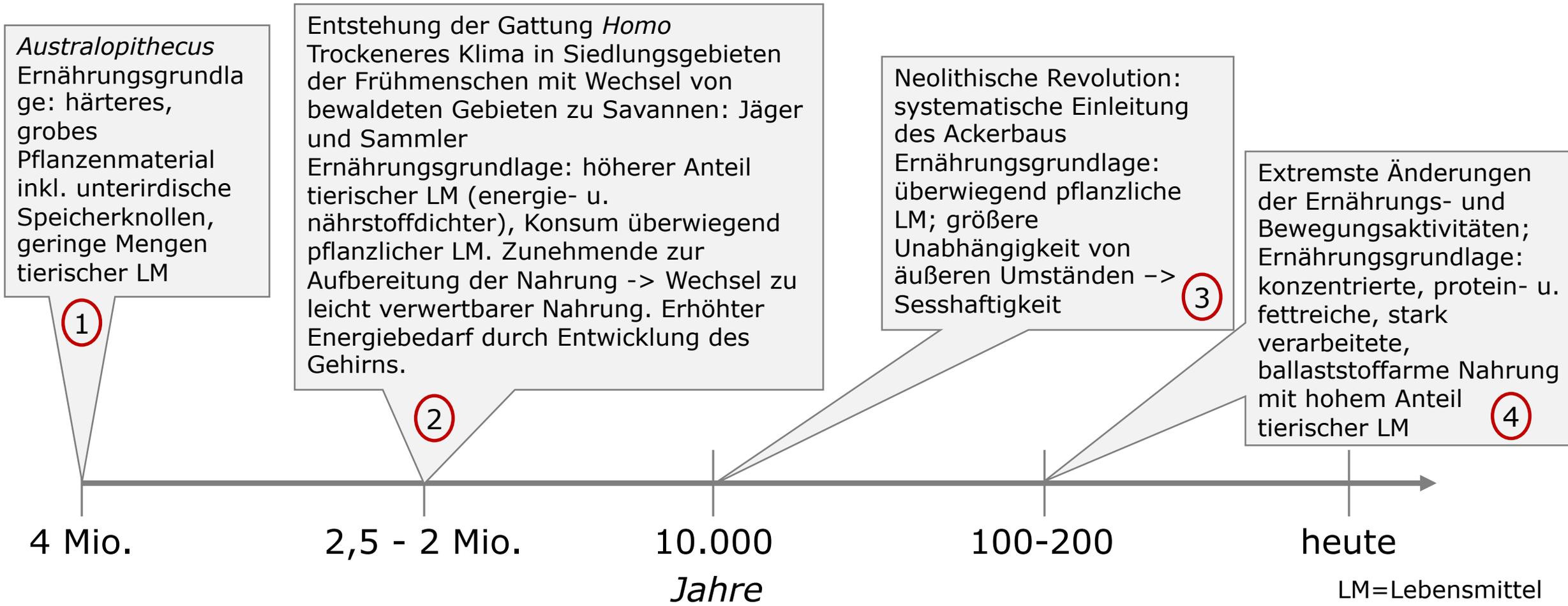
Definition „Ernährungswissenschaft“  
(zwei kurze und gleich wichtige Definitionen)

- a) Das Studium der Nahrung in Beziehung zum Menschen.
- b) Das Studium des Menschen in Beziehung zur Nahrung.

Elmadfa & Leitzmann, Ernährung des Menschen,  
6. Aufl., 2019, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart



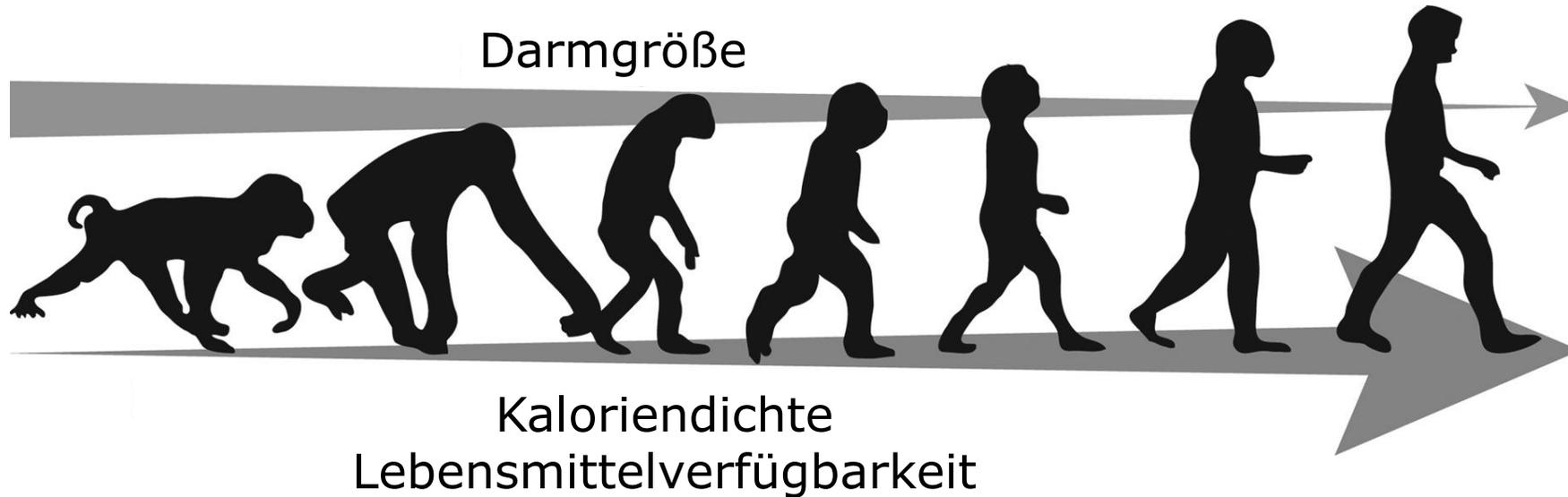
# Evolution der Ernährung des Menschen



# Evolution der Ernährung des Menschen

- der Mensch hat sich in fast allen 4 entwicklungsgeschichtlichen Phasen überwiegend von pflanzlicher Kost ernährt
- i.d.R. durch varriierenden Anteil tierischer Lebensmittel ergänzt
- Der Mensch ist aus evolutionärer Sicht weder ein reiner Pflanzenesser (Herbivor) noch ein reiner Fleischesser (Carnivor)
- Der Mensch ist ein Gemischt- oder Allesesser (Omnivoren)
- Kann sich jedoch an die jeweiligen Habitate sehr gut anpassen
- Reine Herbivoren heute weiter verbreitet (z.B. Südasien), reine Carnivoren eher selten (Inuit, Massai)

# Evolution der Ernährung des Menschen



„Expensive tissue hypothesis“

*He X et al. 2013 J Agric Food Chem*

# Körperzusammensetzung nach Stoffklassen (biochemisch)

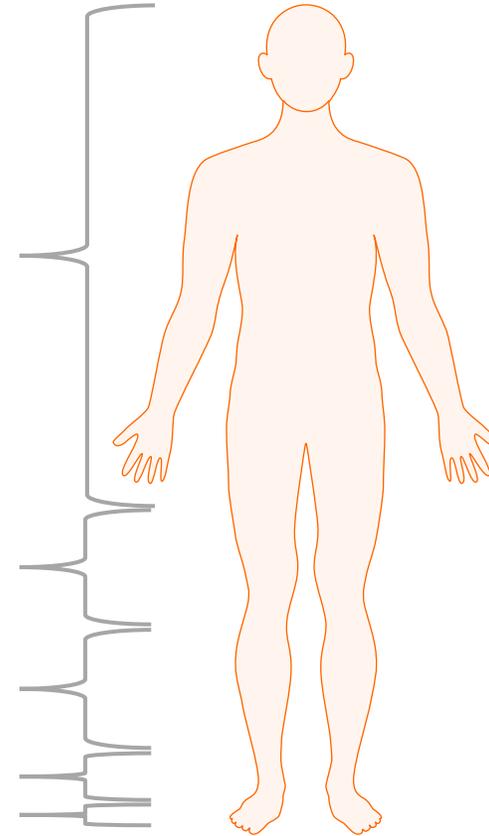
~60% Wasser

~16% Protein

~15% Fett

~6% Asche

~1% Glycogen



# Körperzusammensetzung des Erwachsenen

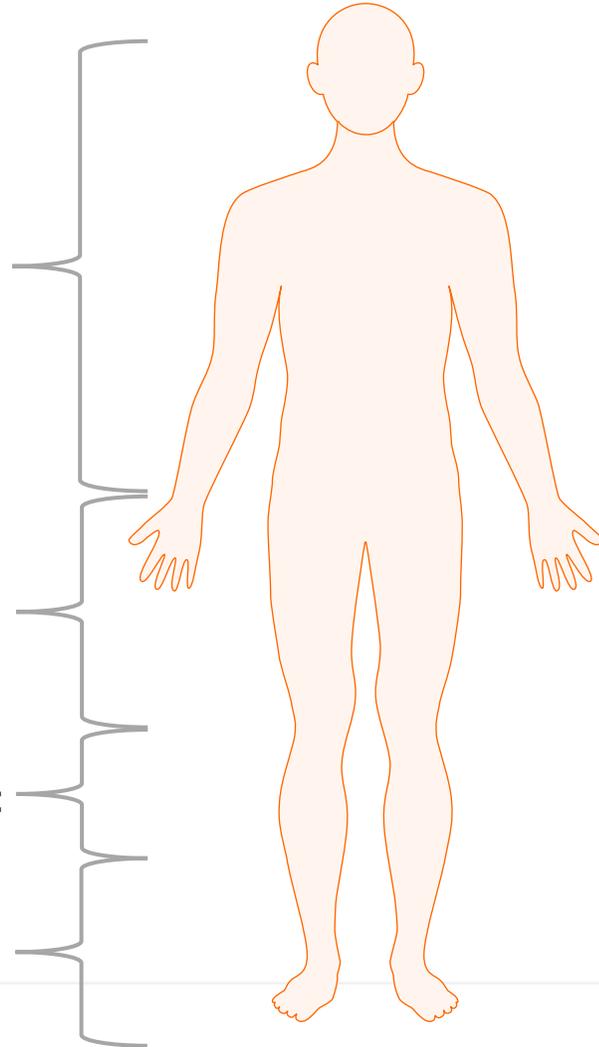
nach Gewebetypen  
(anatomisch)

~45% Muskeln

~25% Rest  
(Haut, Organe)

~15% Gesamtfett  
- 3% essentielles Fett  
- 12% Speicher-Fett

~15% Knochen

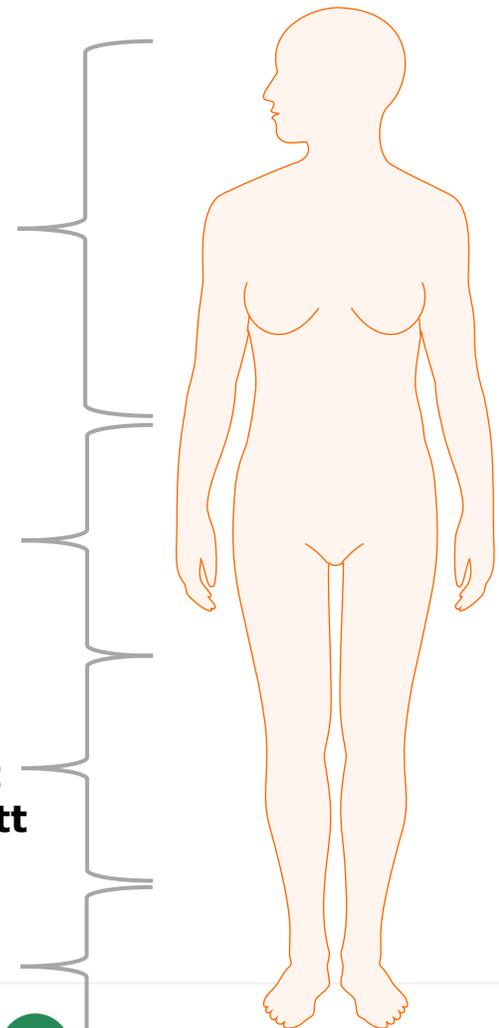


~38% Muskeln

~25% Rest  
(Haut, Organe)

~25% Gesamtfett  
- 3% essentielles Fett  
- 7+15% Speicher-Fett

~12% Knochen



# Gesamtfettverteilung

## Essentielles Fett liegt membrangebunden vor:

- 37% in Muskeln
- 14% in Knochen
- 4-7% in Rückenmark, ZNS, Herz, Lunge, Nieren, Milz und Darm

## Speicher-Fett umfasst das Fettgewebe zum Organschutz und das subkutane Fett:

= 12-15%

## Bei Frauen zusätzlich das geschlechtsspezifische Fett in Brüsten und Genitalorganen:

= 7%

# Körperzusammensetzung des Erwachsenen

nach Funktionseinheiten

**~55% Zellmasse**

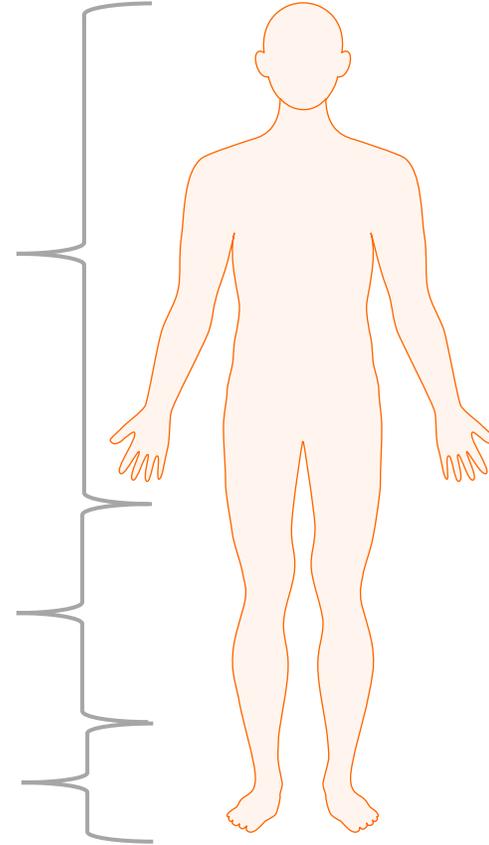
Funktion:  
stoffwechselaktive Gewebe

**~30% extrazelluläre Gewebe**

Funktion:  
Ver- u. entsorgende Gewebe

**~15% Depotfett**

Funktion:  
Energiespeicher



# Elementare Körperzusammensetzung

Element	Masse pro Körpermasse (g)	Massenanteil an Trockenmasse (g)	Vorkommen, Funktionen im Körper (Auswahl)	Massenanteil der Erdkruste (%)
<b>Mengenelemente<sup>a</sup></b>				
Sauerstoff (O)	43.000	14.000	Wasser; alle organischen Stoffe	49
Kohlenstoff (C)	16.000	6.000	Alle organischen Stoffe	0,09
Wasserstoff (H)	7.000	2.500	Wasser; organische Stoffe	0,9
Stickstoff (N)	1.800	650	Proteine, Nucleotide, Nucleinsäuren	0,03
Calcium (Ca)	1.200	430	Hydroxylapatit (Knochen, Zähne)	3,4
Phosphor (P)	800	300	Hydroxylapatit, Nucleinsäuren, Coenzyme	0,1
Schwefel (S)	140	50	Thiole und Disulfide in Proteinen, Coenzyme	0,05
Kalium (K)	125	45	Elektrolyt	2,4
Natrium (Na)	100	36	Elektrolyt in Körperflüssigkeiten	2,6
Chlor (Cl)	95	34	Elektrolyt in Körperflüssigkeiten	0,2
Magnesium (Mg)	25	9	Phosphatstoffwechsel, Nucleinsäurefunktionen	1,9
Fluor (F)	5	2	Fluorapatit (Knochen, Zähne)	0,028
Eisen <sup>c</sup> (Fe)	4	1,5	Sauerstofftransport, Atmung, Redoxzentren in Proteinen, Eisentransport und -Speicherung	4,7
<b>Spurenelemente<sup>b</sup></b>				
Zink (Zn)	2,3		Katalytisch und strukturell in Proteinen	0,012
Silicium (Si)	1,0		Funktion ungewiss	25,7
Kupfer (Cu)	0,07		Katalytisch in Enzymen	0,01
Iod (I)	0,015		In Schilddrüsenhormonen	10 <sup>-5</sup>
Selen (Se)	0,014		Reaktive Zentren von Enzymen	0,008

**Die mengenmäßig häufigsten Elemente im Körper und ihr Vorkommen**

# Altersabhängige Veränderungen der elementaren Körperzusammensetzung

**A. Zusammensetzung des Körpers**

	Fetus (20.-25. Gest.-Woche)	Früh-geborenes	Neu-geborenes	Kind (4-5 Jahre)	Erwachsener Mann
Körpergewicht [kg]	0,30	1,50	3,50	14,00	70,00
Fett [g/kg]	5,00	35,00	160,00	160,00	160,00
Wasser [g/kg]	880,00	830,00	700,00	630,00	600,00
Zusammensetzung der fettfreien Körpermasse:					
Wasser [g/kg]	880,00	850,00	820,00	695,00	720,00
Total N [g/kg]	15,00	19,00	23,00	38,20	34,00
Na [g/kg]	2,30	2,30	1,88	1,84	1,84
K [g/kg]	1,68	1,95	2,07	2,54	2,70
Cl [g/kg]	2,69	-,-	1,94	1,77	1,56
Ca [g/kg]	4,20	7,00	9,60	21,10	22,40
Mg [g/kg]	0,18	0,24	0,26	0,36	0,50
P [g/kg]	3,00	3,80	5,60	10,50	12,00
Fe [mg/kg]	58,00	74,00	94,00	64,20	74,00
Cu [mg/kg]	3,00	4,00	5,00	3,30	2,00
Zn [mg/kg]	20,00	20,00	20,00	22,30	30,00

**Bis auf Wasser und Calcium bleibt die elementare Körperzusammensetzung relativ stabil**

Biesalski · Grimm · Nowitzki-Grimm, Taschenatlas der Ernährung, 6. Auflage, 2015, Georg Thieme Verlag Stuttgart

# Altersabhängige Veränderungen der elementaren Körperzusammensetzung - Wasser

	Säugling	Kleinkind	Erwachsener
Körpergewicht [kg]	3,5	20	70
Wasser [%]	69	62	60
Protein [%]	12	14	17
Fett [%]	16	20	17
andere [%]	3	4	6

Wassergehalt [%]	
Embryo, 3. Monat	90
Neugeborenes	78
Säugling	
3-6 Monate	70
6-12 Monate	60
Kind, 2-12 Jahre	62
Jugendlicher, 18 Jahre	
männlich	65
weiblich	54
Erwachsener, 65 Jahre	
männlich	53
weiblich	47

**Reduktion**

## Wasserumverteilung mit zunehmenden Alter:

- 1. Abnahme des Gesamtwassergehalts**
- 2. Umverteilung zwischen den Körperkompartimenten:**
  - ↓ ZNS, Haut und subkutanes Gewebe
  - ↑ Muskel und Fettgewebe

Schek A, Ernährungslehre kompakt, 6. Auflage, 2017, Umschau Zeitschriftenverlag Wiesbaden

# Körperzusammensetzung - Definitionen

## **Fat Free Mass (FFM, fettfreie Körpermasse)**

= Körpergewicht - Körperfett

zur FFM gehören alle Bestandteile des Körpers außer Fett:

- Wasser, Protein, Kohlenhydrate und Mineralstoffe (Knochen- und Zellminerale)
- Auch Wasser, Protein und Mineralien innerhalb des Fettgewebes!
- Bestimmung nur *in vitro* durch Ether-Extraktion von Fett möglich

## **Lean Body Mass (LBM, Magermasse)**

= Körpergewicht - Körperfett + essentielles membrangebundenes Fett

= FFM + essentielles membrangebundenes Fett

# Was beeinflusst die Körperzusammensetzung?

## **Physiologisch**

- Altern
- Veränderung der körperlichen Aktivität
- Schwangerschaft/ Stillen

## **Pathophysiologisch**

- Unbilanzierte Energiezufuhr (Über- vs. Unterernährung)
- Krankheiten

# Methoden zur Bestimmung der Körperzusammensetzung

- **Verdünnungsmethoden** (Bestimmung einzelner Körperkompartimente):
  - Direkt: Markersubstanzen z.B.  $^2\text{H}$ ,  $^3\text{H}$
  - Indirekt:  $^{40}\text{K}$  Zählung
- **Anthropometrische Methoden**
  - BMI
  - Hautfaldendicke
  - Armmuskelumfang
  - Körperdichte

- **Elektrische Leitfähigkeitsmethoden**
  - BIA (Bioelektrische Impedanzanalyse)
- **Weitere Methoden**
  - MRT
  - DEXA
  - ADP
- **Biochemische Parameter**
  - Renale Kreatinin Ausscheidung
  - Renale 3-Methylhistidin Ausscheidung

# Body Mass Index (BMI)

- BMI bestimmt das Verhältnis von Körpergewicht zu Körpergröße

**Vorteil:** BMI korreliert eng mit Körperfettgehalt  
⇒ gutes Maß für Klassifikation des Übergewichts

$$\text{BMI} = \frac{\text{Körpergewicht [kg]}}{\text{Körpergröße in Metern zum Quadrat (m}^2\text{)}}$$

Klassifikation	BMI (kg/m <sup>2</sup> )
<b>Erwachsene (WHO 2000)*</b>	
Untergewicht	< 18,5
- Leichtes Untergewicht	17,00 - 18,49
- Moderates Untergewicht	16,00 - 16,99
- Massives Untergewicht	< 16
Normalgewicht	18,50 - 24,99
Übergewicht	≥ 25
Präadipositas	25,00 - 29,99
Adipositas	≥ 30
- Klasse I	30,00 - 34,99
- Klasse II	35,00 - 39,99
- Klasse III	≥ 40
<b>Senioren (≥ 65 Jahre) (NRC 1989)</b>	
Untergewicht	≤ 24
Normalgewicht	24,00 - 29,99
Übergewicht	≥ 30

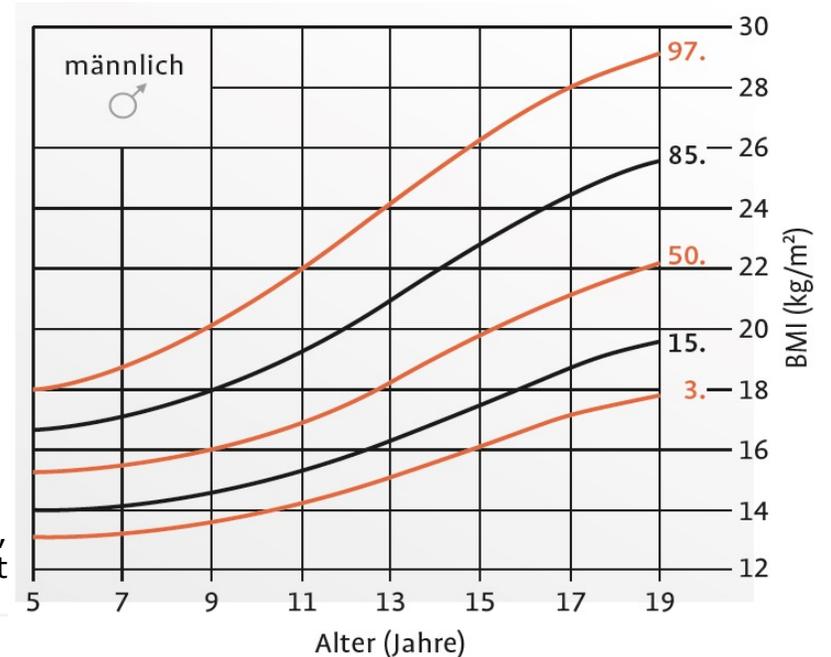
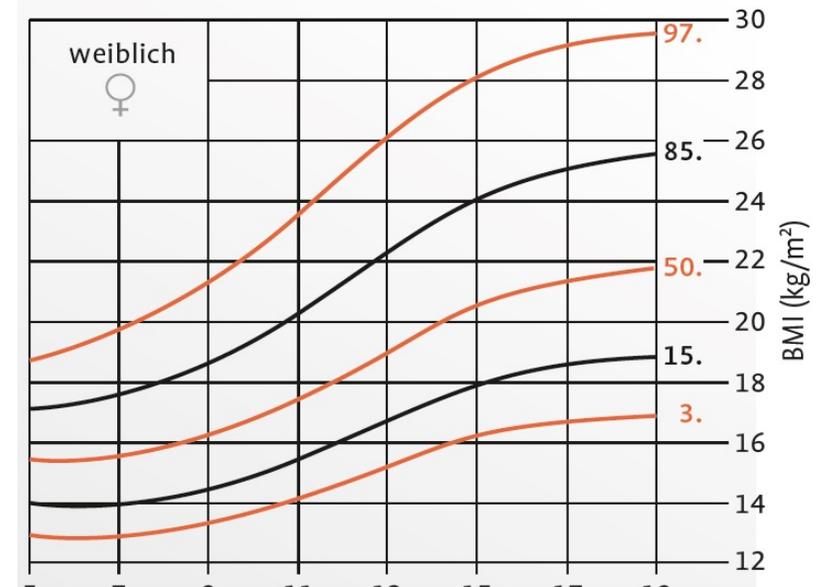
\* Werte gelten unabhängig vom Geschlecht

# Body Mass Index (BMI)

Klassifikation	BMI (kg/m <sup>2</sup> )
<b>Kinder und Jugendliche (0-18 Jahre)</b>	
Starkes Untergewicht	< 3. Perzentile
Untergewicht	< 10. Perzentile
Normalgewicht	10,1-90. Perzentile
Übergewicht	> 90. Perzentile
Adipositas	> 97. Perzentile

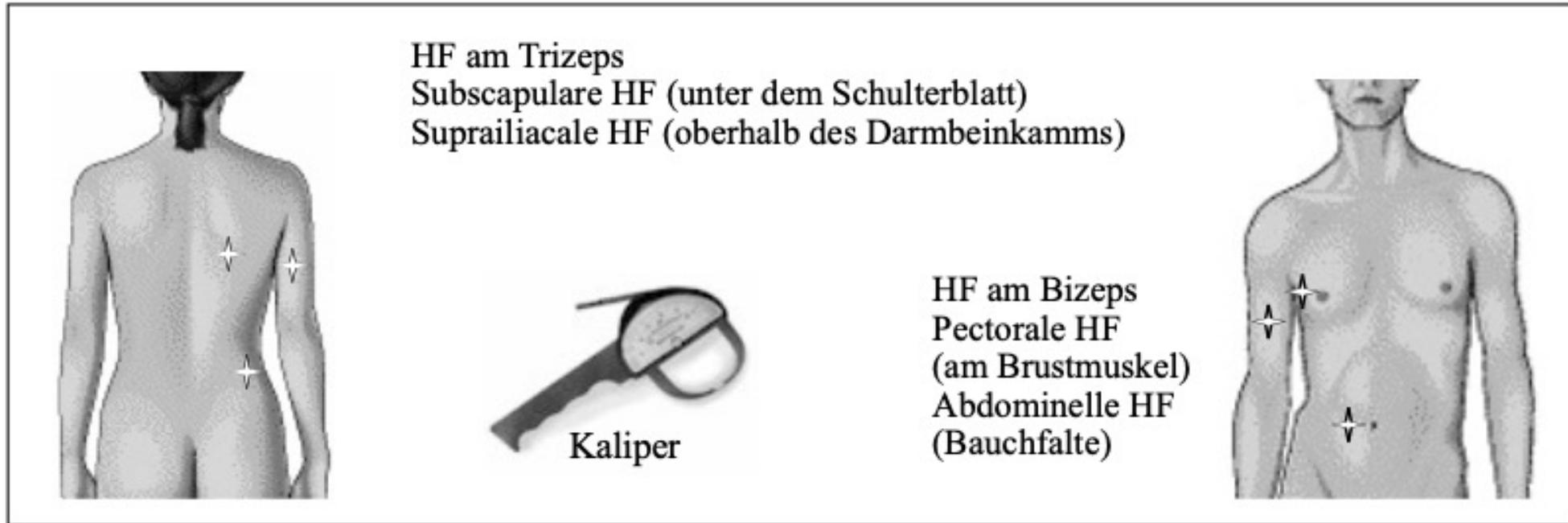
Kromeyer-Hauschild K et al. 2001

Elmadfa & Leitzmann, Ernährung des Menschen, 6. Aufl., 2019, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart



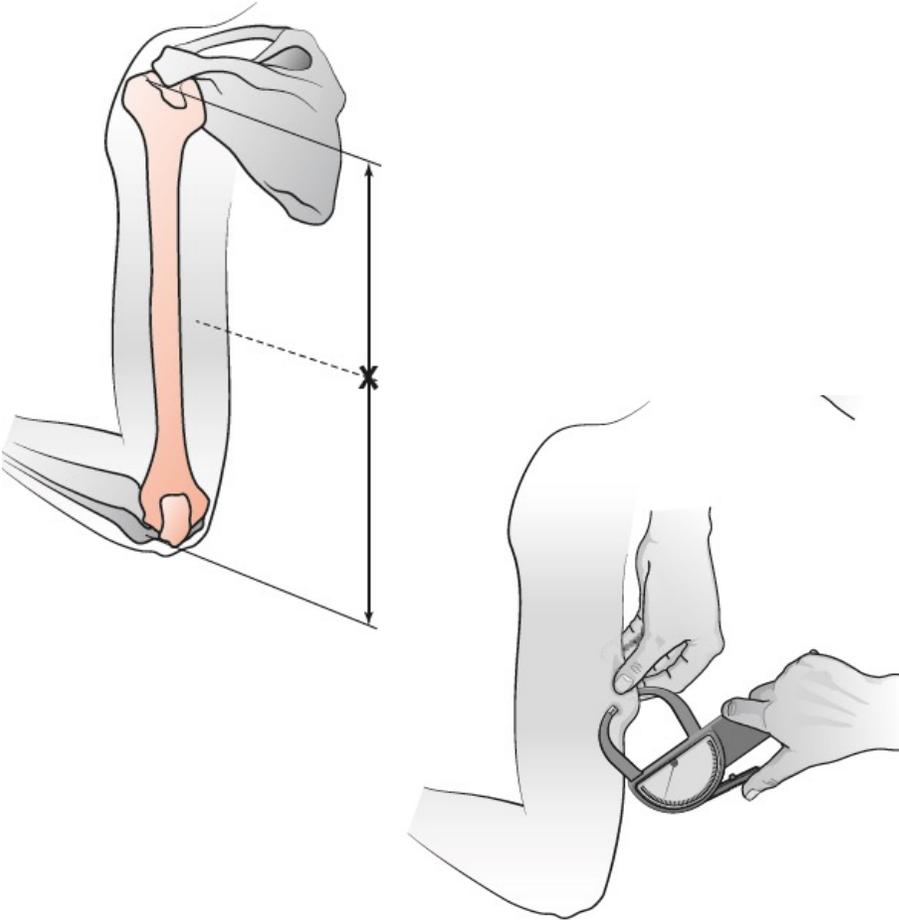
# Hautfaltendicke-Messung

- Messung von Hautfalten (HF) an verschiedenen Stellen
- Subkutanes Fett macht ca. 50% des Depotfetts aus  
=> Rückschluss auf Körperfettgehalt



Elmadfa, Ernährungslehre, 4. Auflage, 2019, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart

# Armmuskelumfang

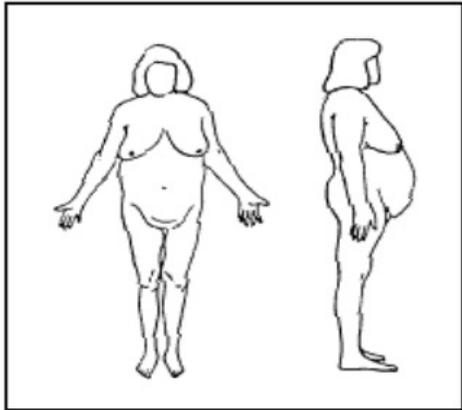


- Zur Abschätzung von Körperfett und Muskelmasse
- Zwischen Schulterhöhe und Ellbogen wird in der Mitte des Oberarms der Umfang gemessen (Oberarmumfang).
- Berechnung des Armmuskelumfang über Formel
- Dadurch grobe Abschätzung von Fett- und Muskelmasse durch Vergleich mit Normtabellen

$$\text{Armmuskelumfang [cm]} = \text{Oberarmumfang (cm)} - 4,18 * \text{Trizeps-HF (cm)}$$

# Waist-to-hip ratio (WHR)

Verhältnis von Taillenumfang zu Hüftumfang



## Zentrale Fettsucht

(androide, stammbetonte Fettverteilung im Bauchbereich; **„Apfelfyp“**)



## Periphere Fettsucht

(gynoide Fettverteilung mit Fettansammlung an Gesäß, Hüften und Oberschenkeln; **„Birnentyp“**)

Erhöhtes Risiko, wenn **waist-to-hip ratio**

WHR (♂) > 1,00

WHR (♀) > 0,85

Erhöhtes (deutlich erhöhtes) Krankheitsrisiko, wenn **Taillenumfang**

♂ > 94 cm (> 102 cm)

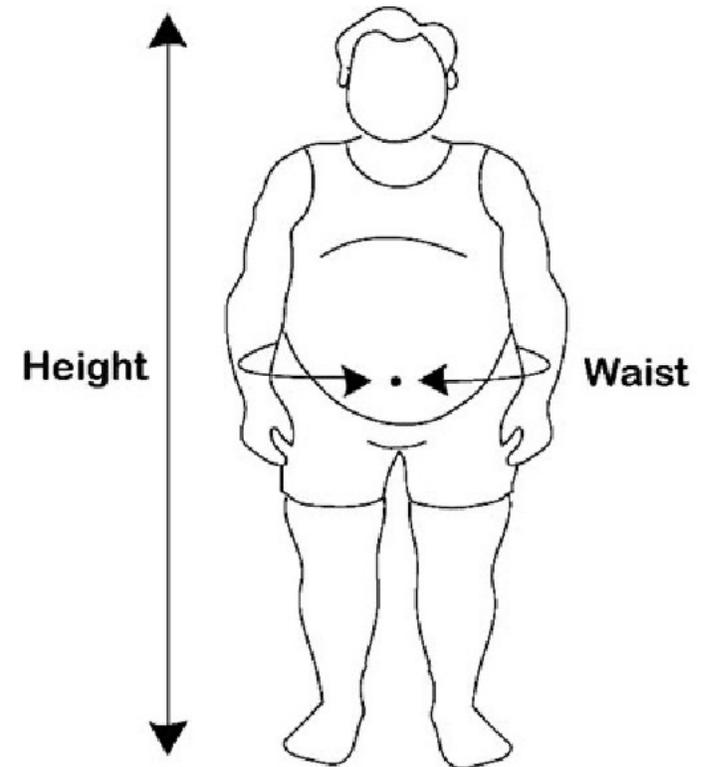
♀ > 80 cm (> 88 cm)

# Waist-to-height ratio (WHtR)

Verhältnis von Taillenumfang zu Körperhöhe

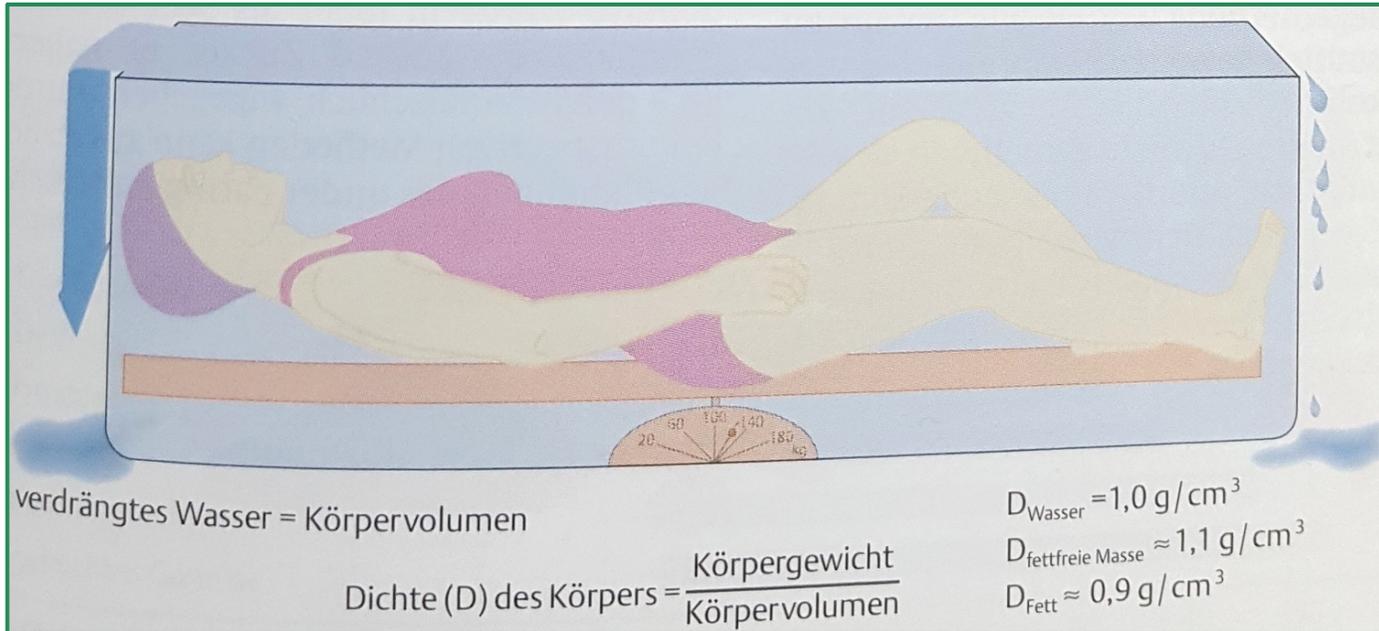
Ideal, wenn **waist-height-ratio**  
WHtR ( $\sigma + \text{♀}$ ): 0,4 - 0,5

WHtR >0,5  
Erhöhtes Risiko für kardiovaskuläre  
Erkrankungen und andere  
Stoffwechselerkrankungen



Maffetone & Khopkar 2018 Global Epidemic Obesity 6(1):2

# Körperdichte



Biesalski • Grimm • Nowitzki-Grimm, Taschenatlas der Ernährung, 6. Auflage, 2015, Georg Thieme Verlag Stuttgart

$$\text{Körperdichte (D)} = \frac{\text{Körpergewicht (W)}}{\text{Körpervolumen (V)}}$$

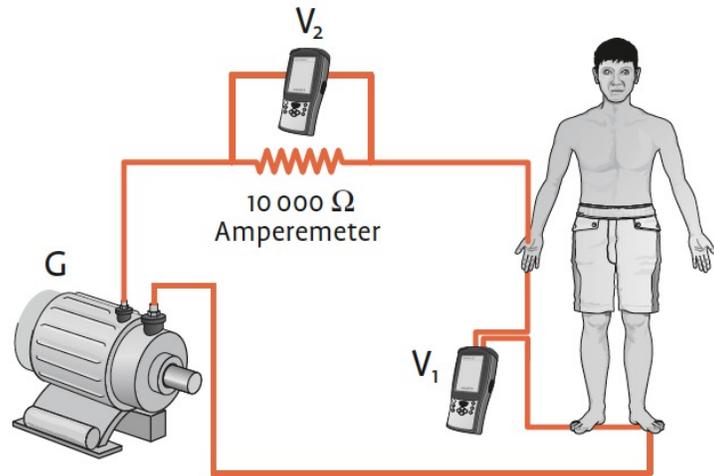
$$\text{Körperfett (TBF [\%])} = (4,95/D - 4,5) * 100$$

$$\text{Körpervolumen} = W_{\text{an der Luft}} - W_{\text{unter Wasser}} *$$

\* Lungenvolumen und Schätzwert für intestinale Gase (ca. 100 ml) müssen abgezogen werden

# Bioelektrische Impedanzanalyse (BIA)

Modell der Impedanzmessung beim Menschen und Elektrodenplatzierung



G = Generator zur Erzeugung des sinusförmigen Wechselstroms  
V<sub>1</sub> = Voltmeter, welches den im Körper auftretenden Spannungsabfall misst  
V<sub>2</sub> = Voltmeter, welches die Spannung misst, die im Körper angelegt wird und variabel gestaltbar ist

Elmadfa & Litzmann, Ernährung des Menschen, 6. Aufl., 2019, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart

- Basiert auf der Leitfähigkeit einer angelegten Wechselspannung
- Unterschiedliche Gewebe haben unterschiedliche Leitfähigkeit
  - => aus gemessenem Spannungsabfall können bestimmt werden (durch statistische Korrelationen):
    - Gesamtkörperwasser
    - Fettmasse
    - Magermasse
    - Zellintegrität (Phasenwinkel)
- Vorteil: einfache Handhabung!
- Problem: Veränderungen von Plasmaelektrolyten, Diuretikagabe, Dextroseinfusionen können Ergebnis stark verfälschen

# Weitere Methoden zur Bestimmung der Körperzusammensetzung

- **MRT** (Magnet-Resonanz-Tomographie)

- Beruhen auf Prinzip der Kernspinresonanz
- Energiefreisetzung macht in Bildern unterschiedliche Hydratations- u. Energiegrade von Geweben deutlich (ähnlich wie CT)
- Bestimmung von Organgröße, -struktur, Körperfettverteilung, TBW u. Muskelmasse möglich
- Vernachlässigbare Strahlenbelastung
- Teuer

- **DEXA** (dual energy X-ray absorptiometry)/**DPA** (Dual-Photonenabsorptionsmetrie)

- Quantitative Erfassung von Fett, FFM u. Knochensubstanz
- Körper wird mit Photonenstrahlen bzw. Röntgenstrahlen ( $^{153}\text{Gadolinium}$ ) unterschiedlicher Energie „abgetastet“
- Abschwächung der Strahlen durch menschliches Gewebe wird mittels Szintillationszähler analysiert

# Biochemische Parameter

- Renale Kreatinin Ausscheidung

- Lässt Rückschlüsse auf die Muskelmasse und folglich auf die FFM zu
- Über Bestimmung des Kreatininkoeffizienten, Kreatinin-Index oder Kreatinin-Größen-Index

- Renale 3-Methyl-Histidinausscheidung

- Bei Abbau von Aktin wird 3-Methyl-Histidin über den Harn ausgeschieden
- Beim Gesunden ist 3-Methyl-Histidinausscheidung ein Marker für die Muskelmasse
- Dient Charakterisierung anaboler und kataboler Zustände
- Dient auch Beschreibung der Körperzusammensetzung

# Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Prof. Dr. Anika Wagner

 @anikaewagner