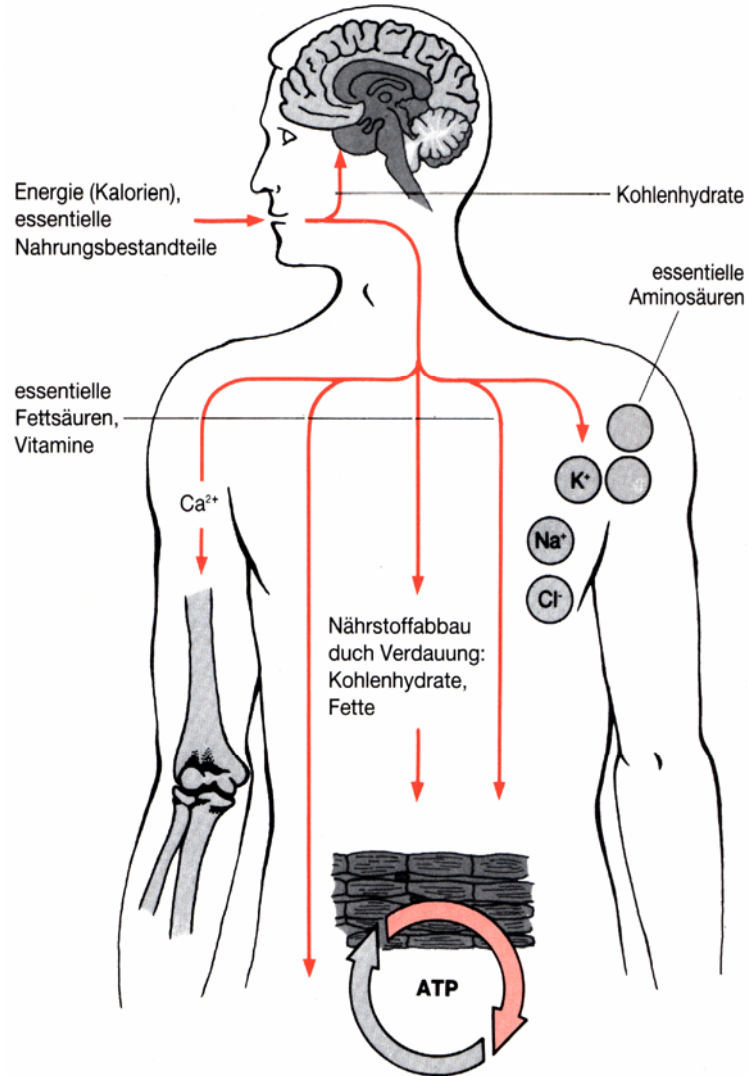


IFSS der Universität  
Karlsruhe  
Sport Anatomie und  
Physiologie  
Sommersemester 2007

10. Vorlesung:  
Ernährung und Sport I

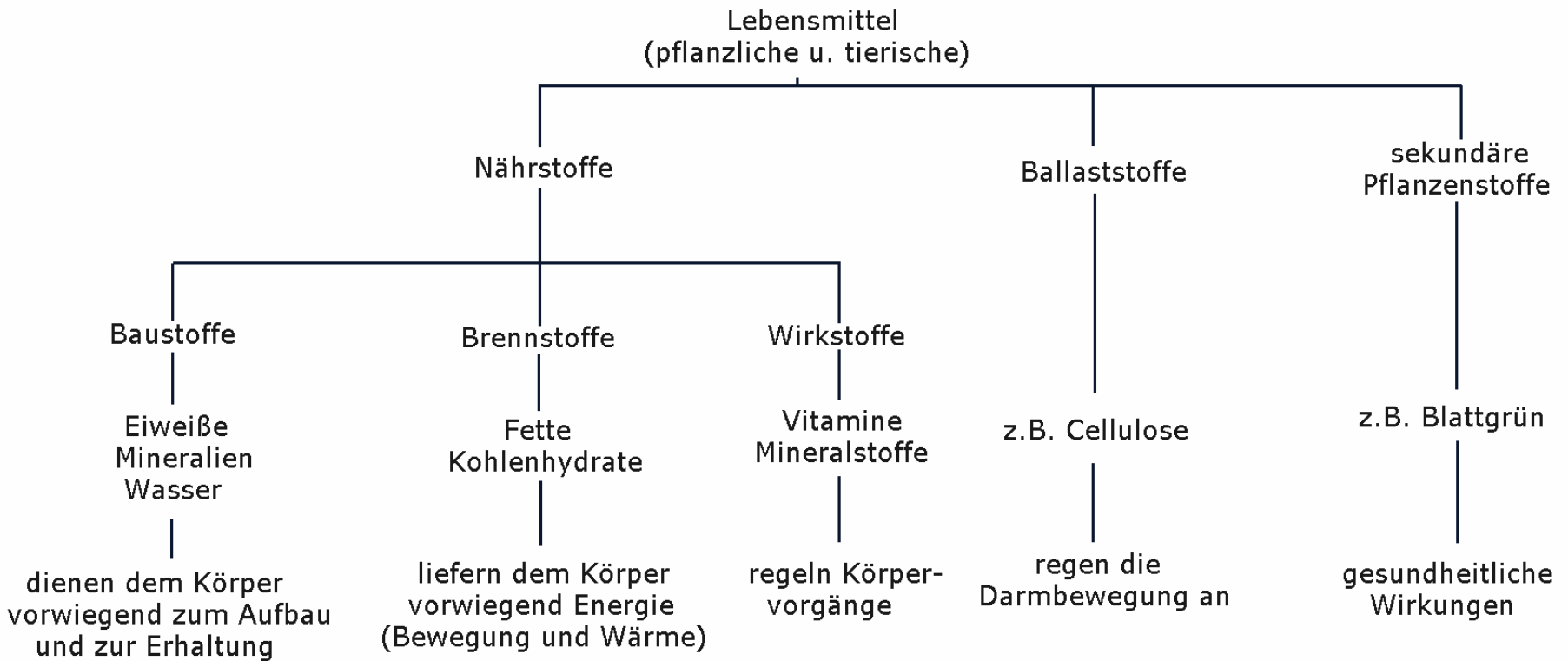
# 1. Allgemeine Grundlagen

## 1.1 Warum nehmen wir Nahrung zu uns?



Warum nehmen wir Nahrung zu uns?

## 1.2 Grundbestandteile der Nahrung



s. Arbeitsblatt „Grundbestandteile der Nahrung, Bausteine der Organismen“

## 1.3 Wichtige Polymere und Monomere der Organismen

Vielfachbaustein (Polymer)	Einfachbaustein (Monomer)	Chemische Bausteine des Polymers bzw. Monomers
Kohlenhydrate (Polysaccharide) – pflanzlich: Stärke, Cellulose – tierisch: Glykogen	Glucose ( $C_6H_{12}O_6$ )	C,H,O
Fette (Lipide)	Glycerin + 3 Fettsäuren	C,H,O
Eiweiße (Proteine)	Aminosäuren	C,H,O,N
Nucleinsäuren	Nucleotid (Zucker: Ribose od. Desoxyribose, N- haltige Base, Phosphatrest)	C,H,O,N,P

## 1.4 Verdauungsenzyme zerlegen die Polymere in ihre Monomere

Polymere	Enzyme	Monomere
Polysaccharide (Kohlenhydrate)	Kohlenhydrat- spaltende Enzyme (z.B. Amylase)	Monosaccharide (z.B. Glucose)
Lipide (Fette)	Lipasen	Glycerin, Fettsäuren
Proteine (Eiweiße)	Proteasen, Peptidasen	Aminosäuren
Nucleinsäuren	Nucleasen	Nucleotide

## 1.5 Aufgaben der Nahrungsbestandteile

### verwertbare Nährstoffe

#### *Kohlenhydrate und Fette*

benötigt der Organismus hauptsächlich zur Deckung des Energiebedarfs (Brennstoffe, Betriebsstoffe):

- \* zur Aufrechterhaltung des Stoffwechsels, z.B. Herztätigkeit
- \* zur Aufrechterhaltung der Körpertemperatur, Wärme
- \* für Arbeitsleistungen, z.B. Radfahren

#### *Eiweißstoffe, Mineralstoffe und Wasser*

zum Aufbau und Erhaltung des Organismus benötigt (Baustoffe):

- \* für das Wachstum: neue Zellen (neues Gewebe) werden aufgebaut
- \* für die Zell- und Gewebserneuerung: Zellen werden nach 3 bis 100 Tagen abgebaut und wieder neu aufgebaut

#### *Vitamine und Mineralstoffe*

als Schutz- und Reglerstoffe benötigt (Wirkstoffe):

- \* als Schutz, z.B. vor oxidativen Schäden
- \* zur Regelung von Körpervorgängen, z.B. Abbau von Nährstoffen



## weitere Bestandteile der Lebensmittel

### *Ballaststoffe*

sind die unverdaulichen Bestandteile der Nahrung

Aufgabe: Erhöhung der Transitmenge -

Darmbewegung wird angeregt

→ Verkürzung der Transitzeit



Vorkommen: Ballaststoffe sind Cellulose, Hemicellulose und Pektine  
überwiegend in pflanzlichen Lebensmitteln enthalten

### *Farb- und Geschmacksstoffe*

sind sekundäre Pflanzenstoffe

besitzen vielfältige Wirkungen, z. B. entzündungshemmend, blutdruck-  
regulierend

### *primäre Pflanzenstoffe*

Kohlenhydrate, Fette, Eiweiße:

sind am primären Energie- und Aufbaustoffwechsel im menschlichen Organismus  
beteiligt

### *sekundäre Pflanzenstoffe*

unterschiedliche chemische Verbindungen

kommen in geringen Mengen in bestimmten Pflanzen vor

besitzen pharmakologische Wirkung, s.o.

## 1.6 Energiegehalt der Grundnährstoffe

- Messung des Energiegehaltes der Nährstoffe erfolgt in Joule J  
Ein Joule ist die Energiemenge, die benötigt wird, um 1 kg mit der Kraft von 1 Newton (N) um 1 Meter zu bewegen.
- früher:  
Verwendung der Energieeinheit kcal  
Eine kcal entspricht der Energiemenge, die benötigt wird, um 1 Liter (L) Wasser von 14,5 °C auf 15,5 °C zu erwärmen.
- Umrechnungsfaktor: 1 kcal = 4,184 kJ
- physikalischer Energiegehalt der Grundnährstoffe:
  - 1 g Kohlenhydrate: 17,2 kJ
  - 1 g Fette: 38,9 kJ
  - 1 g Eiweiße: 23,4 kJ
- physiologischer Energiegehalt der Grundnährstoffe  
Energiefreisetzung im menschlichen Organismus:
  - \* Lebensmittel im Magen-Darm-Trakt enzymatisch in ihre Grundbestandteile aufgespalten



\* energieliefernde resorbierbare Nährstoffe durch Darmzotten in Blut- oder Lymphbahnen aufgenommen

\* Nährstoffe werden zu allen Körperzellen transportiert

\* in den Zellen:

KH und Fette vollständig oxidiert, d.h. Wasserstoff (H) der Nährstoffe wird über eine Reihe von Stoffwechselreaktionen auf den Sauerstoff (O) der Atemluft übertragen  
beim Abbau dieser Nährstoffe:

Entstehung von  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

$\text{CO}_2$  u.  $\text{H}_2\text{O}$  besitzen keinen für Organismen verwertbaren Energiegehalt

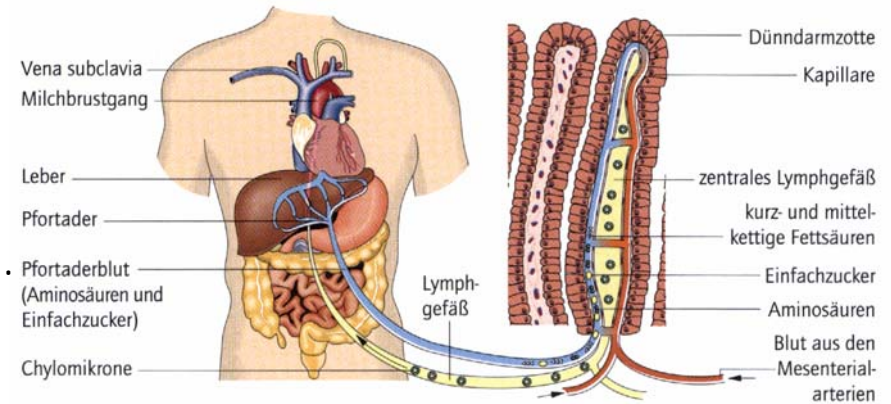
\* biologische Oxidation der Eiweiße erfolgt unvollständig, denn:  
Endprodukte des Proteinabbaus im menschlichen Organismus:

$\text{CO}_2$

$\text{H}_2\text{O}$

energiereiche N-haltige Verbindungen (v.a. Harnstoff)

\* Energieverlust durch Ausscheidung der N-haltigen Verbindungen mit dem Urin  
→ physiologischer Energiegehalt von Proteinen ist niedriger als der physikalische



Nährstoffaufnahme in den Dünndarmzotten

physiologischer Energiegehalt der Grundnährstoffe:

1 g KH: 17 kJ

1 g Fett: 37 kJ

1 g Eiweiß: 17 kJ

## 1.7 Energiebedarf

### 1. Grundumsatz (GU)

– Ermittlung des täglichen Gesamtenergiebedarfs

Unterscheidung zweier Größen:

1. Grundumsatz (GU)

2. Leistungsumsatz (LU)

→ Grundumsatz + Leistungsumsatz = Gesamtenergiebedarf

– Definition Grundumsatz (Ruhe-Nüchtern-Umsatz):

entspricht der Energiemenge, die ein Mensch

- bei völliger Ruhe, im Liegen
- 12 Stunden nach der letzten Nahrungsaufnahme
- leicht bekleidet – in einem Raum mit einer Temperatur von 20°C -

durchschnittlich benötigt

– Ermittlung des Grundumsatzes erfolgt i.d.R. für 24 Stunden

- Grundumsatz entspricht der Energiemenge, die bei den genannten Bedingungen zur Aufrechterhaltung
  - von Grundstoffwechsel (Herztätigkeit, Atmung etc.)
  - der Körpertemperatur benötigt wird
- Grundumsatz – benötigte Energie für einzelne Organe
  - Gehirn – 25%
  - Magen-Darm-Trakt, Leber, Niere – 35%
  - Skelettmuskeln – 20%
  - Herz – 6%
  - Rest – 14%
- Messung des Energieumsatzes durch indirekte Kalorimetrie  
d.h. O<sub>2</sub>-Aufnahme wird als Maß für den Energieumsatz herangezogen  
(ist möglich, da der Organismus seine Energie praktisch vollständig durch oxidativen Abbau der Nährstoffe unter O<sub>2</sub>-Verbrauch gewinnt, s. Gleichung Zellatmung)
  - Messung des RQ, d.h. des respiratorischen Quotienten

– RQ

= molares Verhältnis zwischen produziertem Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) und verbrauchtem Sauerstoff (O<sub>2</sub>)

→ es erfolgt die Bestimmung von

- Menge der eingeatmeten Luft
- Verhältnis von CO<sub>2</sub> zu O<sub>2</sub> in der Ausatemungsluft

RQ = Volumen gebildetes CO<sub>2</sub>/Volumen verbrauchtes O<sub>2</sub>

– Bedeutung des RQ:

RQ gibt Auskunft über Anteile, in denen die einzelnen Nährstoffe zur Energiegewinnung herangezogen werden

RQ = 1: Verbrennung von KH

RQ = 0,8: Verbrennung von Proteinen

RQ = 0,7: Verbrennung von Fetten

Beispiel:

gemischte Kost mit 12% Eiweiß, 40% Fett u. 48% KH:

RQ = 0,85

bei Veränderungen des RQ von 0,85 kann man Rückschlüsse auf das Stoffwechselgeschehen ziehen

steigt der RQ z.B. auf 1,0:

= Zeichen für intermediären Umbau von KH in Fette

(Fette enthalten weniger Sauerstoff im Molekül als KH, deshalb steigt der RQ)

## 2. Leistungsumsatz (LU)

- jede weitere Leistung, die ein Mensch vollbringt, erfordert zusätzlich Energie  
→ Energiemenge, die über den Grundumsatz hinaus benötigt wird, wird als Leistungsumsatz bezeichnet
- Kennzeichen der Steigerung des Leistungsumsatzes durch
  - größeren O<sub>2</sub>-Verbrauch
  - verstärkte Bildung von CO<sub>2</sub>
  - höhere Wärmeabgabe
- Messung des Leistungsumsatzes  
erfolgt durch Messung der Steigerung des O<sub>2</sub>-Verbrauchs
- internationale Übereinkunft:  
Angabe des zusätzlichen Energiebedarfs als Mehrfaches des Grundumsatzes (basal metabolic rate – BMR)  
→ Wert wird als PAL (physical activity level) bezeichnet
- Beispiele für PAL-Werte

Beispiele	PAL-Wert
alte, gebrechliche Menschen	1,2
Büroangestellte, Feinmechaniker	1,4 – 1,5
Laboranten, Kraftfahrer, Studierende	1,6 – 1,7
Hausfrauen, Verkäufer	1,8 – 1,9

### 3. Gesamtumsatz – Gesamtenergiebedarf (GE)

- Gesamtenergiebedarf eine Frau – PAL-Wert 1,4

Alter	GU	LU	GE
25 J	5.600 kJ	2.200 kJ	7,8 MJ
51 J	5.300 kJ	2.100 kJ	7,4 MJ

- Gesamtenergiebedarf eines Mannes – PAL-Wert 1,4

Alter	GU	LU	GE
25 J	7.300 kJ	2.900 kJ	10,2 MJ
51 J	6.600 kJ	2.600 kJ	9,2 MJ

### 1.8 Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr

- Kennzeichen der „richtigen“ Ernährung:
  - täglicher Gesamtenergiebedarf muss gedeckt werden
  - Nährstoffe müssen in angemessener Menge aufgenommen werden
- Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr gelten nur für definierte Bevölkerungsgruppen – individueller Nährstoffbedarf kann größere Abweichungen aufweisen

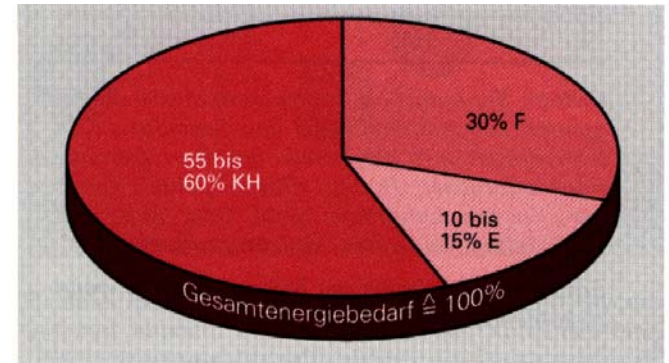
– folgende prozentuale Grundnährstoffzufuhr wird allgemein empfohlen:

Gesamtenergiezufuhr: 100%

davon Eiweiß: 10 – 15 %

Fett: 30%

KH: 55 – 60 %



Empfehlung der prozentualen Grundnährstoffzufuhr

Beispiel:

GE	100%	8.400 kJ	in g
Eiweißzufuhr	10%	840 kJ	49 g
	15%	1260 kJ	74 g
Fettzufuhr	30%	2520 kJ	68 g
KHzufuhr	55%	4.620 kJ	272 g
	60%	5040 kJ	296 g

– weitere notwendige Nährstoffe:

- täglich sollten ca. 2 bis 2,5 L H<sub>2</sub>O in Speisen und Getränken aufgenommen werden
- bei der Zusammenstellung der Speisen auf vitaminreiche und mineralstoffreiche Lebensmittel achten

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!!!