

## 5.8. Lebensmittel und Ernährung

### 5.8.1. Energiebedarf

#### 5.8.1.1. Faustregeln für den Energiebedarf

##### Normalgewicht nach Body-Mass-Index

$$\frac{\text{Gewicht in Kg}}{(\text{Größe in m})^2} = 22$$

##### Grundumsatz

Männer:	8000 KJ
Frauen:	6000 KJ

##### Grund- und Leistungsumsatz

Durchschnittlicher Grundumsatz:	4 kJ/h·kg
Leistungsumsatz leichte Arbeit:	3 kJ/h·kg
Leistungsumsatz mittlere Arbeit:	6 kJ/h·kg
Leistungsumsatz schwere Arbeit:	9 kJ/h·kg

#### 5.8.1.2. Deckung des Energiebedarfs

##### Energiegehalt der Grundnährstoffe:

Kohlenhydrate	17 kJ/g
Fette	39 kJ/g
Eiweiße	17 kJ/g

##### Empfohlene Nährstoffrelation:

Kohlenhydrate	60 E-% = 72 %
Fette	30 E-% = 15 %
Eiweiße	10 E-% = 13 %

E-% = % des Gesamtenergiebedarfs

##### Tatsächliche Nährstoffrelation im Durchschnitt:

Kohlenhydrate	32 E-% = 48 %
Fette	60 E-% = 40 %
Eiweiße	8 E-% = 12 %

#### 5.8.1.3. Messung des Energieumsatzes und Respiratorischer Quotient

##### Direkte Kalorimetrie:

Messung der Wärmeabgabe = Gesamtumsatz einer Person in einem Kalorimeter über einen Tag

##### Indirekte Kalorimetrie:

Messung der

Eingeatmeten Menge  $V(\text{O}_2) = 22,4 \text{ l/mol} \cdot n(\text{O}_2)$

Ausgeatmeten Menge  $V(\text{CO}_2) = 22,4 \text{ l/mol} \cdot n(\text{CO}_2)$

Ausgeschiedenen Menge Harnstoff  $n(\text{OC}(\text{NH}_2)_2)$

mit Hilfe der Reaktionsgleichungen für die Verbrennung der Grundnährstoffe lassen sich aus diesen drei Messwerten die folgenden vier Größen berechnen:

Menge der verbrannten Kohlenhydrate =  $n(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = x$

Menge der verbrannten Fette (hier Tripalmitinsäureglycerinester)  $n(\text{C}_{51}\text{H}_{98}\text{O}_6) = y$

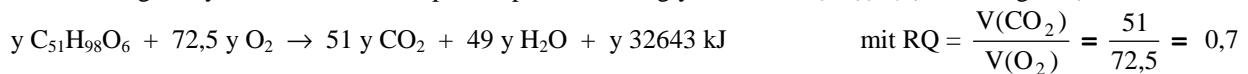
Menge der verbrannten Eiweiße (hier Alanin) =  $n(\text{C}_3\text{H}_7\text{O}_2\text{N}) = z$

Gesamtumsatz =  $x \cdot 3060 \text{ KJ} + y \cdot 31434 \text{ KJ} + z \cdot 1513 \text{ KJ}$

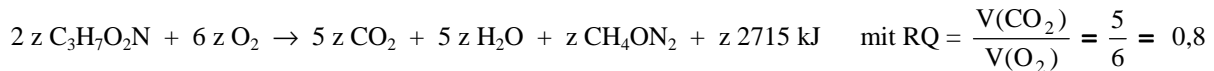
Verbrennung von x mol Kohlenhydraten am Beispiel Glucose  $C_6H_{12}O_6$  (M = 180 g/mol)



Verbrennung von y mol Fetten am Beispiel Tripalmitinsäureglycerinester  $C_{51}H_{98}O_6$  (M = 806 g/mol)



Verbrennung von z mol Eiweißen am Beispiel Alanin  $C_3H_7O_2N$  (M) 89 g/mol)



Man erhält drei Gleichungen für drei Unbekannte x, y und z:

$$\begin{array}{lcl} \text{Eingeatmete Menge } O_2 & n(O_2) & = 6 x + 72,5 y + 6 z \\ \text{Ausgeatmete Menge } CO_2 & n(CO_2) & = 6 x + 51 y + 5 z \\ \text{Ausgeschiedene Menge Harnstoff} & n(CH_4ON_2) & = z \end{array}$$

Durch Subtraktion der ersten beiden Gleichungen und Einsetzen der dritten Gleichung läßt sich das System auflösen:

$$\begin{aligned} x &= \frac{-5n(O_2) + 72,5n(CO_2) - 56,5n(CH_4ON_2)}{129} \\ y &= \frac{n(O_2) - n(CO_2) - n(CH_4ON_2)}{21,5} \\ z &= n(CH_4ON_2) \end{aligned}$$

x, y und z beschreiben die Zusammensetzung der verbrannten Nährstoffe in mol. Durch Umrechnung in KJ bzw. g und Division durch den Gesamtenergieumsatz bzw. die Gesamtmenge in g erhält man die Relation (=Verhältnis der Anteile) der **verbrannten** Nährstoffe in E-% bzw. %. Durch Vergleich mit der Relation der **aufgenommenen** Nährstoff läßt sich feststellen, in welchem Maße die aufgenommenen Nährstoffe durch Gluconeogenese, Lipogenese oder Proteinbiosynthese ineinander umgewandelt wurden.

#### Aufgabe :

Bei drei Personen wurden über einen Tag die folgenden Mengen gemessen:

	Person 1	Person 2	Person 3
n(CO <sub>2</sub> )	10 mol	10 mol	10 mol
n(O <sub>2</sub> )	8,5 mol	7,5 mol	9,5 mol
n(OCNH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	0,2 mol	0,2 mol	0,2 mol

Berechnen Sie jeweils den RQ und den Gesamtenergieumsatz der drei Personen

- Berechnen Sie die Relation der verbrannten Nährstoffe in % und E-%.
- Vergleichen Sie die Relation der verbrannten Nährstoffe mit der Relation der aufgenommene Nährstoffe und ordnen Sie den drei Personen die folgenden Stoffwechselsituationen zu:
  - Überernährung
  - Unterernährung
  - Diabetes
  - Alkoholismus
  - Leistungssport
- Stellen Sie Regeln auf, mit denen man vom RQ auf die Stoffwechselsituation schließen kann, ohne zu rechnen .

**Lösung:**

	aufgenommene Nährstoffe		verbrannte Nährstoffe								
			Person 1			Person 2			Person 3		
	%	E-%	n/mol	%	E-%	n/mol	%	E-%	n/mol	%	E-%
KH	48	32	0,736	67	45	0,174	23	11	1,298	89	79
Fette	40	60	0,060	24	42	0,107	64	77	0,014	4	10
EW	12	8	0,200	9	13	0,200	13	12	0,200	7	11
RQ	0,85		0,85			0,75			0,95		
$\Sigma E/KJ$	-	-	-	-	4581,5	-	-	4530,1	-	-	4668,2
$\Sigma m/g$	-	-	-	198,6	-	-	135,4	-	-	262,7	-

**Deutung:**

1. Person 1 hat einen durchschnittlichen RQ  $\Rightarrow$  normale Stoffwechsellage. Durchschnittliche Nährstoffrelation entspricht nicht der Relation der verbrannten Nährstoffe, der Anteil der zugeführten Fette ist zu hoch  $\Rightarrow$  normale Über- bzw. Fehlernährung  $\Rightarrow$  DGE-Empfehlung zur Nährstoffrelation.
2. Person 2 hat verminderten RQ  $\Rightarrow$  verbrennt fast nur Fette  $\Rightarrow$  erhöhte Fettzufuhr (Alkoholismus, fettreiche Nahrung) oder mangelnde KH-Zufuhr  $\Rightarrow$  Verbrauch der körpereigenen Fettreserven (Hunger, Diabetes)
3. Person 3 hat erhöhten RQ  $\Rightarrow$  verbrennt fast nur KH  $\Rightarrow$  erhöhte KH-Zufuhr (KH-reiche Nahrung, Vergauch der körpereigenen HK-Reserven bei Leistungssport)