

# Indirekte Kalorimetrie und RQ

## Grundlagen:

Die Nahrung enthält drei energiereiche Nährstoffe: Kohlenhydrate, Fette und Proteine. In den Zellen unseres Körpers werden diese Nährstoffe zu Kohlendioxid  $\text{CO}_2$  und Wasser  $\text{H}_2\text{O}$  abgebaut, bei diesen Vorgängen wird sehr viel Energie freigesetzt. Betrachten wir den einfachsten Fall, nämlich die **Oxidation von Glucose**:



Ein Großteil unserer Nahrung enthält Kohlenhydrate, und alle Kohlenhydrate setzen sich aus Glucose-Einheiten zusammen. Daher ist die obige Gleichung ein wichtiges Beispiel für die Oxidation von Nährstoffen.

Schauen wir uns diese Gleichung näher an: Für jedes eingeatmete  $\text{O}_2$ -Molekül atmen wir genau ein  $\text{CO}_2$ -Molekül wieder aus. Der **respiratorische Quotient  $\text{RQ} = \text{CO}_2 : \text{O}_2$**  ist daher genau 1.

## Für Experten:

Betrachten wir dagegen die Oxidation eines Fett-Moleküls, zum Beispiel von Tripalmitin (für Experten: Das ist ein Glycerin-Molekül, das mit drei Palmitinsäure-Molekülen verbunden ist).



Wie groß ist hier der RQ? Dazu dividieren wir  $\text{CO}_2$  durch  $\text{O}_2$  und erhalten  $51:72,5 = 0,70$ . Der RQ ist also deutlich kleiner als der RQ, den wir bei der Oxidation von Glucose erhalten. Das liegt an der chemischen Zusammensetzung der Nährstoffe. Schauen Sie sich doch einmal das Glucose-Molekül an:  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ . Auf jedes C-Atom kommt ein O-Atom. Bei dem Fett-Molekül dagegen kommen nur sechs O-Atome auf 51 C-Atome. Um solch ein Fett-Molekül zu oxidieren, wird also sehr viel Luft-Sauerstoff benötigt, da das Fett kaum Sauerstoff enthält. Kenn man den RQ, so kann man ungefähr sagen, ob sich die Person hauptsächlich von Kohlenhydraten oder eher von Fetten oder Eiweißen ernährt hat. Bei einer normalen Mischkost, wie sie zum Beispiel von der DGE empfohlen wird, hat der RQ einen Wert von 0,8.

## Verfahren der Messung:

Um den Grundumsatz (oder auch den Leistungsumsatz) einer Person zu messen, setzt man die Person unter eine Haube mit Sensoren für Sauerstoff und Kohlendioxid. Alternativ kann man eine Gesichtsmaske mit entsprechenden Sensoren verwenden. So kann man feststellen, wie viel  $\text{CO}_2$  die Person in einer Stunde ausatmet und wie viel  $\text{O}_2$  die Person in dieser Zeitspanne verbraucht.

## Beispiel:

Wenn die Versuchsperson 1g Zucker verbrennt, dann verbraucht sie dafür 0,829 l Sauerstoff und produziert im Gegenzug 0,829 l Kohlendioxid. Das entspricht einer freigesetzten Energie von 21,12 kJ. Mit einem einfachen Dreisatz kann man nun aus dem verbrauchten  $\text{O}_2$ -Volumen die insgesamt freigesetzte Energie berechnen. Angenommen, es wurden 12 Liter  $\text{O}_2$  verbraucht, dann entspricht das einem Energieumsatz von 305,7 kJ. Liegt die Versuchsperson dabei ruhig und entspannt, hat man den Grundumsatz der Person gemessen. Fährt sie während der Messung Fahrrad oder läuft auf einem Laufband, hat man den Gesamtumsatz der Person gemessen, also die Summe aus Grundumsatz und Leistungsumsatz. Zieht man von dieser Summe den Grundumsatz ab, erhält man den reinen Leistungsumsatz.

## Für Experten:

Kein Mensch ernährt sich ausschließlich von Kohlenhydraten. Der Wert von 2880 kJ/mol kann also nicht angewandt werden. Mit Hilfe des gemessenen RQ kann aber ein entsprechender Wert abgeschätzt werden, so dass man auch bei normaler Mischkost den Grund- bzw. Gesamtumsatz messen kann.