

Glykolyse, Gärung, aktivierte Essigsäure, Fettherstellung, Zitratzyklus und Endatmung

...das sind **Vorgänge**, die man malen können muss. Hier einige Worte dazu.

Zellatmung insgesamt ist das, was in den Mitochondrien abläuft. Da wird Glucose $C_6H_{12}O_6$ abgebaut unter Energiegewinn = ADP wird zu ATP. Die Glucose wird zerlegt bis in kleine Bausteine ohne Energie: Wasser und Kohlendioxid.

Für diese vollständige Zerlegung der Glucose muss Sauerstoff vorhanden sein. Ist das der Fall, können beim **Abbau von einem Molekül Glucose** $2 + 2 + 32 = 36$ **Moleküle ATP** erzeugt werden. Für jedes Atom C muss es ein Molekül O_2 geben. Also sind 6 O_2 -Moleküle pro 1 Molekül Glucose erforderlich.

Die Bruttogleichung der Zellatmung (also nur was vorne reingeht und hinten rauskommt, ohne die Zwischenschritte) lautet: $1 C_6H_{12}O_6 + 6 CO_2 \rightarrow 6 CO_2 + 6 H_2O$

Das können Sie bitte auswendig hinschreiben. Wenn jemand Sie nun nach der Bruttogleichung der Photosynthese fragt: Die hat die gleichen Zahlen. Sie geht von hinten nach vorne: $6 CO_2 + 6 H_2O \rightarrow 1 C_6H_{12}O_6 + 6 CO_2$.

Alle **aeroben Lebewesen** können diese Zellatmung. Also alle Vielzeller, alle Eucyten und viele Bakterien. Bakterien, die keine Zellatmung können, kommen überall vor, wo kein Luftzutritt ist - tief in der Erde, in umgekippten Gewässern, im Inneren von Komposthaufen und durchaus auch in unserem Mund.

Anaerobe Bakterien, fakultative Bakterien wie Hefe (ohne Luft gärt sie zu Alkohol, mit Luft treibt sie den Kuchenteig) und bei Sauerstoffmangel auch noch unsere Muskelzellen können "gären". Das ist der Sammelbegriff für die vielen Formen der Zerlegung von Glucose bei Abwesenheit von Sauerstoff.

In unserem Zahnbereich z.B. lassen Bakterien aus Glucose Milchsäure entstehen. Die nagt am Zahnkalk und erzeugt Karies. Gibt man etwas Bäckerhefe in eine Zuckerlösung und verschließt die Flasche, vergärt die Hefe den Zucker zu Alkohol (und stirbt an ihrem Produkt, wenn sie die 12-15-Prozent-Alkohol-Hürde erreicht).

Beim **Gären** entsteht viel weniger ATP aus ADP - zumeist nur 4 ATP-Moleküle pro 1 Molekül Glucose. Aerobe Lebewesen verwerten Kohlenhydrate also gründlicher und wachsen schneller bei begrenzter Menge an Nahrung.

"Kohlenhydrate" ist der Sammelbegriff von allem, was sich chemisch aus Glucose bauen lässt - und was sich für Glykolyse und Zellatmung dann auch wieder zu Glucose rückbauen lässt.

„Glucose-Moleküle sind die Energie-Geldscheine ZWISCHEN unseren Zellen. Sie kreisen im Blut. ATP-Moleküle sind das energetische Kleingeld IN unseren Zellen - die Zellen geben es möglichst nie nach draußen.“

Kartoffeln, Nudeln, Reis und Brot bestehen fast ganz aus Kohlehydraten. In jeder sonstigen üblichen Nahrung sind sie auch vertreten.

Glykolyse, Gärung, aktivierte Essigsäure, Fettherstellung, Zitratzyklus und Endatmung

Unser Körper nutzt **Kohlenhydrate** als **Verbrauchsenergie**. Wenn die Kohlenhydrat-Vorräte in uns zur Neige gehen ("Wenn das Enzym Glucagon fast alles Glykogen abgebaut hat" - na, können sie das nachsprechen und richtig schreiben?), bekommen wir Hunger.

Fett wird erst dann zurückgewandelt in Kohlenhydrate, wenn kein Kohlenhydrat mehr vorliegt und noch Energie benötigt wird. Pro 100 g Fett entstehen bei der Zellatmung die doppelte Menge an ATP wie pro 100 g Glucose. Fett ist der Speicher von **Vorratsenergie**.

Fette werden über die "aktivierte Essigsäure" aus der Zellatmung heraus aufgebaut und können auch zu dieser Schlüsselsubstanz wieder zerlegt und in die Zellatmung zurückgeführt werden.

Der Vorgang der Zellatmung teilt sich auf in:

1. die **Glykolyse**. Da werden aus einem Molekül $C_6H_{12}O_6$ zwei Moleküle Brenztraubensäure hergestellt ($C_3H_4O_3$).

2. einen **Zwischenschritt**, bei dem aus Brenztraubensäure "**aktivierte Essigsäure**" hergestellt wird. Dabei geht ein C-Atom als CO_2 verloren. Aus einem Molekül Glucose entstehen also als Endprodukt für den nächsten chemischen Schritt zwei Moleküle aktivierte Essigsäure.

3. dem **Zitratzyklus**. Einen "Zyklus" hatten wir schon bei der Dunkelreaktion der Photosynthese. Im Zitratzyklus nun wird am Anfang C_2 = aktivierte Essigsäure auf ein C_4 -Molekül draufgeklebt. Im Kreis herum werden dann zwei CO_2 -Moleküle ausgeschieden. Dabei entstehen 2 ATP. Und wir haben wieder das C_4 -Molekül, mit dem der Kreislauf erneut beginnt.

Als wesentliches Produkt des Zitratzyklus entstehen aber aus 8 Molekülen NAD 8 Moleküle $NADH_2$ pro anfangs zugeführtem Molekül Glucose. Das heißt, der hineingegebenen aktivierten Essigsäure wird aller Wasserstoff (H) entzogen - und so entweicht dann CO_2 .

4. Nun erreichen wir die "**Endatmung**". Der vorherige Zitratzyklus ist zwar chemisch eigenständig - aber er kann nur ablaufen, wenn ihm NAD geliefert wird. Das stammt eben aus der Endatmung. Ohne diesen Schritt 4, die Endatmung, funktionieren nur die anaerobe Glykolyse sowie der Fett- Auf- und Abbau. Der Rest steht still.

In der Endatmung nun wird der Wasserstoff des $NADH_2$ mit Sauerstoff, den wir eingeatmet haben, zu Wasser verbunden. Dabei wird viel Energie frei: Pro Molekül $NADH_2$ können 4 Moleküle ATP aus ADP gebildet werden. Bezogen auf ein Molekül Glucose sind das 32 ATP, die in der Endatmung gebildet werden.