

3.2 Die Energiebilanz oder was springt bei dem ganzen Zirkus raus?

Wenn man die während des Ablaufs entstandenen reduzierten Coenzyme zusammenzählt, kommt man auf:

- 3 $\text{NADH} + \text{H}^+ =$
 - 1 $\text{NADH} + \text{H}^+$ Isocitratdehydrogenase
 - 1 $\text{NADH} + \text{H}^+$ α -Ketoglutaratdehydrogenase
 - 1 $\text{NADH} + \text{H}^+$ Malatdehydrogenase
- 1 FADH_2 Succinatdehydrogenase

Durch die Oxidation dieser Redoxcoenzyme in der Atmungskette werden daraus ca. 9 ATP synthetisiert (s. 4.5, S. 44). Dazu addiert sich noch das GTP, dessen Synthese durch die Succinyl CoA Synthetase = Succinat Thiokinase katalysiert wird (s. S. 29) und das energetisch einem ATP entspricht.

Im Citratcyclus entstehen also durch die Oxidation der reduzierten Coenzyme in der Atmungskette mit dem dazugerechneten GTP **pro durchgesetztem Acetyl CoA 10 Moleküle ATP**.

MERKE:

Die Oxidation eines Acetyl CoA im Citratcyclus führt zur Bildung von 10 ATP.

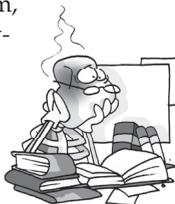
3.3 Citratcyclus Regulation

Es gibt drei Enzyme, an denen die Umsatzgeschwindigkeit des Citratcyclus reguliert wird und die auch alle gerne im Physikum gefragt werden. Die Aktivatoren und Inhibitoren dieser Enzyme kann man getrost vernachlässigen.



Diese drei Enzyme sind:

- 1 Die Citrat-Synthase = das Enzym, das den ersten Schritt des Citratcyclus katalysiert:
 $\text{Oxalacetat} + \text{Acetyl CoA} \rightarrow \text{Citrat}$.
- 2 Die Isocitratdehydrogenase = das Enzym, das den dritten Schritt des Citratcyclus katalysiert:
 $\text{Isocitrat} - \text{CO}_2 - 2\text{H} \rightarrow \alpha\text{-Ketoglutarat}$.



- 3 Die Succinatdehydrogenase (Inaktivator = Malonat) = das Enzym, das auch Bestandteil der Atmungskette (s. S. 39) ist:
 $\text{Succinat} - 2\text{H} \rightarrow \text{Fumarat}$.

Insgesamt kann man also festhalten, dass die Regulation des Citratcyclus an seinen ersten beiden Enzymen und seinem gemeinsamen Enzym mit der Atmungskette vollzogen wird.

3.4 Anabole Aufgaben, denn der Citratcyclus kann noch mehr

Wie schon erwähnt, hat der Citratcyclus nicht nur abbauende, sondern auch aufbauende Funktionen. Seine zahlreichen Zwischensubstrate fließen nämlich in einige Stoffwechselwege ein. Für das Physikum sind dabei folgende Synthesen besonders wichtig:



- Der Citratcyclus liefert das Grundgerüst für viele nicht-essentielle Aminosäuren.
 - Aus α -Ketoglutarat wird durch Transaminierung Glutamat (= Glutaminsäure) und daraus entsteht durch Decarboxylierung der wichtige Transmitter GABA.
 α -Ketoglutarat \rightarrow Glutamat \rightarrow GABA.
 - Aus Oxalacetat wird durch Transaminierung Aspartat.
Oxalacetat \rightarrow Aspartat.
- Succinyl CoA wird dem Citratcyclus für die **Häm-Synthese** entnommen (= Porphyrinsynthese). Der erste Schritt der Häm-Synthese besteht aus der Kondensation von Succinyl CoA und Glycin zu **δ -Aminolaevulinsäure**.
- Citrat wird für die **Fettsäuresynthese** und die **Cholesterinsynthese** entnommen.

Übrigens...

Falls jemand bei Punkt 3 stutzt und denkt, braucht man für die Fettsäuresynthese nicht Acetyl CoA, so hat er recht. Aber wie schon im Kap. 1.4, ab S. 14 besprochen, ist die innere Mitochondrienmembran für Acetyl CoA undurchlässig. Daher der Umweg über Citrat, das die Membran passieren kann. Im Zytosol wird Citrat dann durch die Citrat-Lyase zu Oxalacetat und Acetyl CoA gespalten, wobei letzteres für die Fettsäure- und die Cholesterinsynthese zur Verfügung steht.