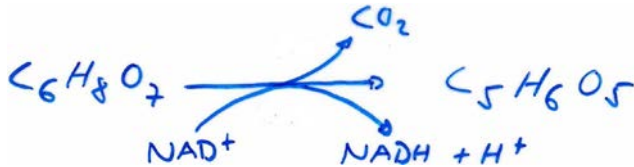
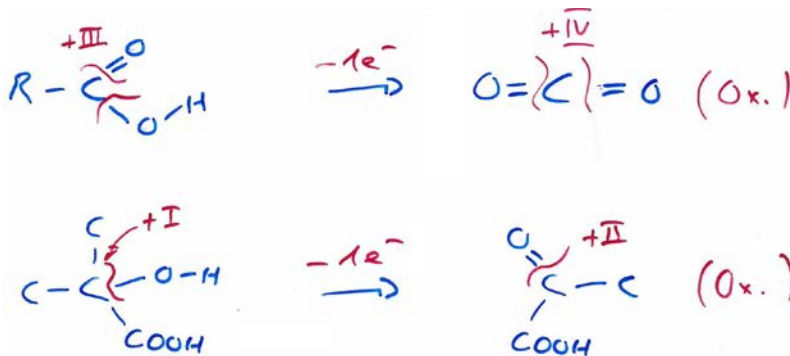


Musterlösung zu den Aufgabe 1–2, S. 18 (Citratzyklus)

- (1) (a) Bildet man – in der Abb. 2 – aus den Strukturformeln für Zitronensäure und Ketoglutarensäure die Summenformel und berücksichtigt, dass bei der enzymatischen Umsetzung von Zitronensäure ($C_6H_8O_7$ im folgenden Schema) zu Ketoglutarensäure ($C_5H_6O_5$) Kohlendioxid abgespaltet und das Coenzym NAD^+ benötigt wird, stellt man fest, dass dieser Teilschritt aus dem Citratzyklus stöchiometrisch aufgeht:

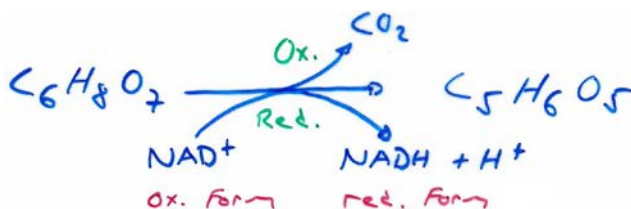


- (b) Die mittlere Carboxylgruppe (COOH) in der Zitronensäure $R-COOH$ wird in Form von CO_2 abgespaltet, was mit einer Oxidationsstufenänderung verbunden ist: (vgl. 1. Oxidationsschritt in der folgenden ersten Zeile):



Die obige letzte Zeile zeigt den zweiten Oxidationsschritt: Es fällt auf, dass ein C-Atom der Zitronensäure eine OH-Gruppe trägt, welche im Reaktionsprodukt Ketoglutarensäure nicht mehr zu sehen ist; dafür ist dort neu eine Carbonylgruppe (C=O) gebunden. Auch wenn diese 2 Gruppen gem. Abb. 2 an zwei unterschiedlichen C-Atomen gebunden sind, kann man die Oxidationsstufenänderung von C–OH zu C=O untersuchen, da alle anderen Gruppen (2-mal CH_2 , 2-mal COOH) sowohl in der Zitronensäure als auch in der Ketoglutarensäure vorkommen.

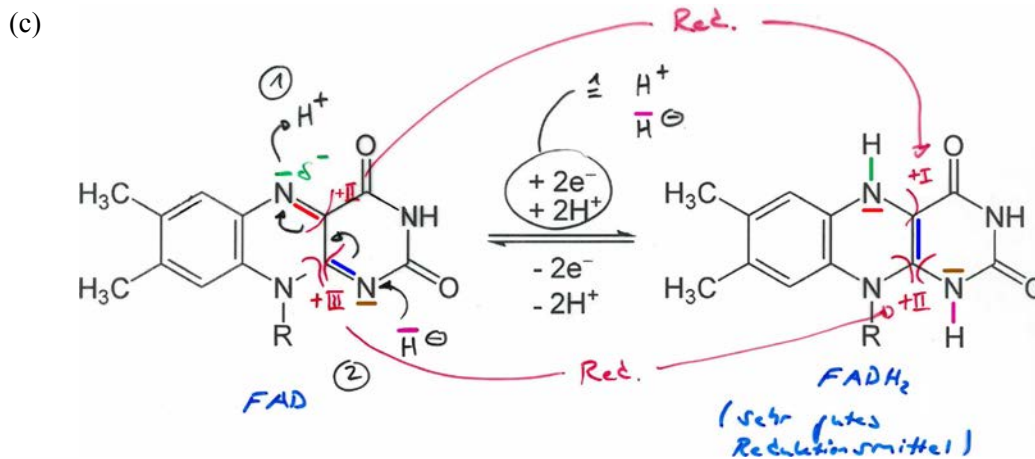
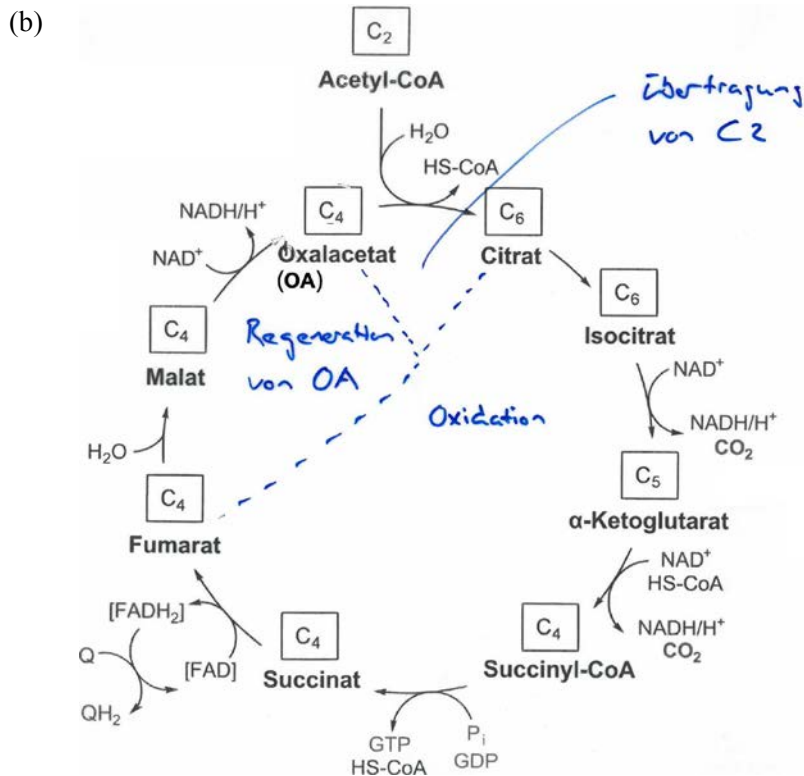
- (c) Während die Zitronensäure zu Ketoglutarensäure und CO_2 oxidiert wird, wird NAD^+ zu NADH reduziert, was direkt im Schema unter (a) ergänzt werden kann:



Da NAD^+ ein organisches Molekül darstellt, ist zu vermuten, dass C-Atome in diesem Molekül von einer Reduktion betroffen sind (tatsächlich sind es 2 C-Atome, analog dem Molekül FAD, vgl. später Aufgabe 2c).



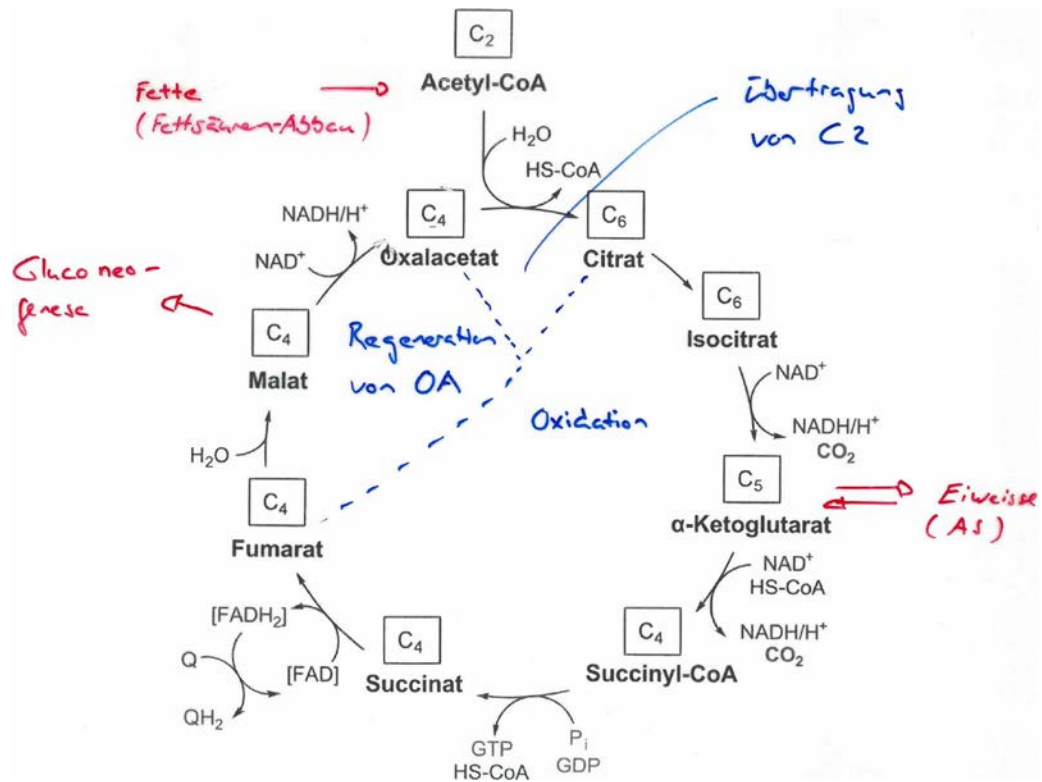
Hinweis: Bei der Acetylgruppe in Acetyl-Coenzym A (Acetyl-CoA) handelt es sich um aktivierte Essigsäure (Ethansäure). Dieser C₂-Körper stammt aus dem Abbau der Glucose und wird im Citratzyklus zu 2 CO₂-Molekülen (C₁) veratmet.



Das starke Reduktionsmittel FADH₂ (rechts) und dessen Bildung aus FAD: Im Schritt ① wird hier zuerst das H-Kation (H⁺) an das freie e⁻-Paar (grün) an einem negativ polarisierten N-Atom gebunden, im Schritt ② das Hydrid-Ion (H⁻), welches ein freies e⁻-Paar besitzt (pink Strich). Denkbar wäre natürlich auch, dass das H⁺ zuerst ans untere N-Atom bindet (statt ans obere). Die zwei H-Teilchen bzw. die 2 e⁻ stammen aus dem C-4-Körper Succinat (Bernsteinsäure).

- (d) Den Citratzyklus kann man als zentrale Drehscheibe des Stoffwechsels betrachten, da aus ihm gewisse Moleküle zu anderen Zwecken (z. B. Proteinaufbau) ausgeschleust und umgekehrt gewisse Moleküle aus anderen Prozessen (z. B. Fettabbau) in den Zyklus eingeschleust werden können.

(e)



- (f) Wie die obige Abbildung und die Reaktionsgleichung unter (a) zeigt, wird im Citratzyklus pro Durchgang bloss ein Triphosphat in Form von GTP gebildet (welches von einem Enzym in ATP umgewandelt werden kann). Berücksichtigt man, dass pro Glucosemolekül 2 Acetyl-CoA in den Citratzyklus eintreten, sind es zwei 2 GTP. Die Ausbeute an Energieträgern in Form von ATP – im Rahmen des Citratzyklus – ist also sehr gering.