



# *Biologie LK*

## *Vertretung*



# Die Zellatmung

## 1) Glykolyse

### Energieinvestitionsphase

- Glucose wird unter ATP-Verbrauch & mit Hilfe von Enzymen aktiviert und Phosphatgruppen übertragen (2x)
- Glucose wird zunächst zeitlich in Fructose umgelagert (Isomerisierung)
- Anschließend werden aus dem  $C_6$ -Molekül enzymatisch 2  $C_3$ -Moleküle erstellt  
 $\Rightarrow$  2 ATP verbraucht +  $C_6$  in  $C_3$  umgewandelt

### Energiegewinnphase

- 2  $H^+$  (Protonen/Wasserstoffionen) werden auf das Coenzym  $NAD^+$  übertragen ( $\rightarrow NADH + H^+$ ) <sup>"Hüfs-moleküle"</sup> und vom  $C_3$ -Molekül abgespalten
- Die am  $C_3$ -Molekül bindenden Phosphatgruppen werden auf ADP übertragen, sodass ATP und als Zwischenprodukt Pyruvat (Anion Brenztraubensäure) gebildet werden  
 $\Rightarrow$  pro  $C_3$ -Molekül 2 ATP, da 2x  $C_3$  gebildet werden  
insgesamt 4 ATP

# Die Zellatmung

## 1) Glykolyse

### Energieinvestitionsphase

- Glucose wird unter ATP-Verbrauch & mit Hilfe von Enzymen aktiviert und Phosphatgruppen übertragen (2x)
- Glucose wird zunächst zeitlich in Fructose umgelagert (Isomerisierung)
- Anschließend werden aus dem  $C_6$ -Molekül enzymatisch 2  $C_3$ -Moleküle erstellt  
 $\Rightarrow$  2 ATP verbraucht +  $C_6$  in  $C_3$  umgewandelt

### Energiegewinnphase

- 2  $H^+$  (Protonen/Wasserstoffionen) werden auf das Coenzym  $NAD^+$  übertragen ( $\rightarrow NADH + H^+$ ) <sup>"Hülfsmoleküle"</sup> und vom  $C_3$ -Molekül abgespalten
- Die am  $C_3$ -Molekül bindenden Phosphatgruppen werden auf ADP übertragen, sodass ATP und als Zwischenprodukt Pyruvat (Anion Brenztraubensäure) gebildet werden  
 $\Rightarrow$  pro  $C_3$ -Molekül 2 ATP, da 2x  $C_3$  gebildet werden  
insgesamt 4 ATP

## 2) Oxidative Decarboxylierung

- Pyruvat wird durch  $\text{NAD}^+$  oxidiert, indem  $\text{CO}_2$  vom Molekül abgespalten wird.  $\text{NAD}^+$  wird zu  $\text{NADH} + \text{H}^+$  reduziert.
- Der übriggebliebene Acetylrest (von Pyruvat) wird durch das Coenzym A aktiviert, indem dieses über sein Schwefelatom an Acetyl bindet und somit Acetyl-CoA (aktivierte Essigsäure) bildet.

## 3) Citratzyklus

- Im ersten Schritt wird Acetyl-CoA an das Oxalacetat gebunden und Citrat gebildet. Dabei wird das Coenzym-A wieder abgespalten.
  - Citrat wird in mehreren Schritten umgebaut (1. durch eine Reaktion mit  $\text{H}_2\text{O}$  und 2. dann in 2 aufeinander folgenden Redoxreaktionen oxidiert).
  - Zur Oxidation wird jeweils ein Coenzym  $\text{NAD}^+$  eingesetzt, das zu  $\text{NADH} + \text{H}^+$  reduziert wird. Dadurch wird 2x  $\text{CO}_2$  vom  $\text{C}_6$ -Körper abgespalten.
  - Im letzten Reaktionsschritt wird unter Verwendung des Coenzym A ATP synthetisiert.
  - Die darauffolgenden Schritte dienen nur der Rückgewinnung von Oxalacetat (Ausgangsstoff) und stellen mehrere Redoxreaktionen mit Hilfe von FAD und  $\text{NAD}^+$ , die zu  $\text{FADH}_2$  und  $\text{NADH} + \text{H}^+$  reduziert werden.
- ⇒ Der Citratzyklus muss 2x durchlaufen werden, um ein Molekül Glucose abzubauen!

## Zellatmung – Stoffabbau und Energiebereitstellung

### 1. Zusammenhang zwischen Fotosynthese und Zellatmung

Beschriften Sie → **Abb. 11** mit den folgenden Begriffen:

Bau- und Speicherstoffe, Wasser (2x), O<sub>2</sub>, Wärmeenergie (2x), CO<sub>2</sub>, Produkte der Fotosynthese, chemische Energie, Lichtenergie

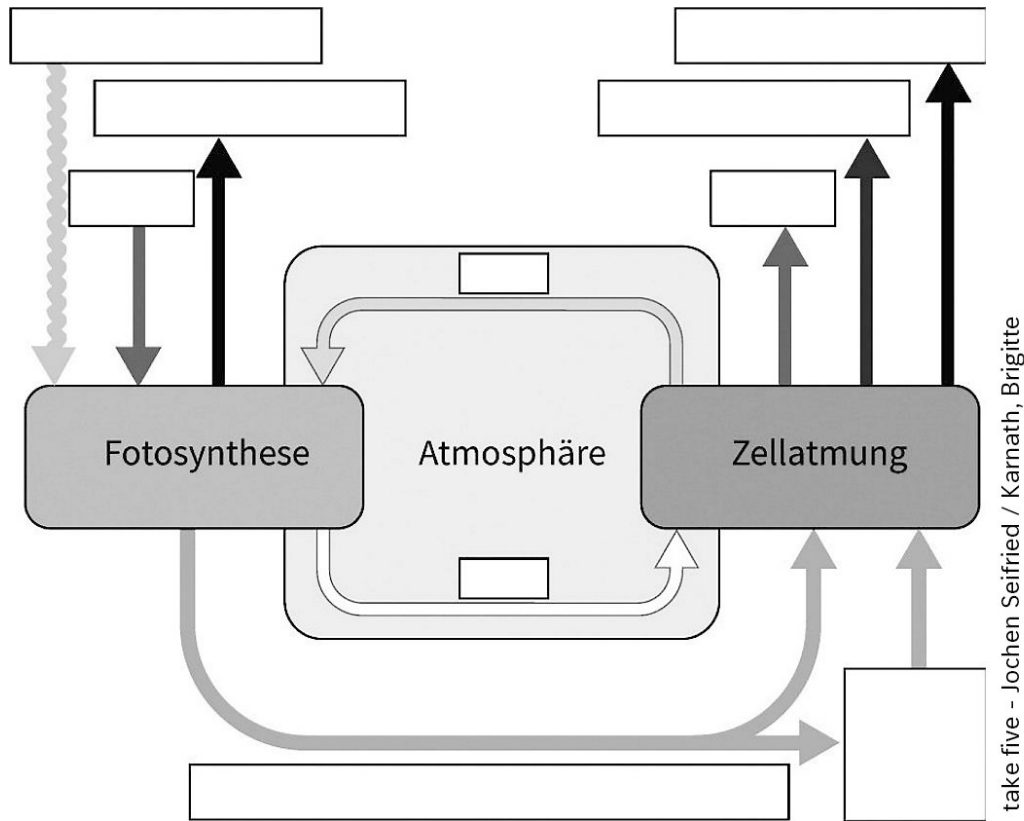


Abb. 1 Zusammenhang zwischen Fotosynthese und Zellatmung

### 2. Phasen der Glykolyse und Bilanz

- Nennen Sie die Phasen der Glykolyse.
- Legen Sie in Ihrem Heft eine Tabelle an (→ **Tab. 1**). Füllen Sie mithilfe des Schulbuchs Ihre Tabelle zur Glykolyse aus.
- Erläutern Sie die Anzahl der ATP-Moleküle in der Gesamtbilanz der Glykolyse.

	Edukte	Produkte	H <sup>+</sup> -Überträger	Energieausbeute
<b>Zellatmung</b>				
Glykolyse (Cytosol)				

Tab. 1 Schema für Glykolyse

#### Bilanz des Pyruvatabbaus

Erweitern Sie Ihre Tabelle aus Aufgabe 2 zum Pyruvatabbau und füllen Sie diese mithilfe des Schulbuchs aus.

#### Bilanz des Citratzyklus

Erweitern Sie Ihre Tabelle aus Aufgabe 26 zum Citratzyklus und füllen Sie diese mithilfe des Schulbuchs aus.

## Zellatmung – Stoffabbau und Energiebereitstellung

### 1. Zusammenhang zwischen Fotosynthese und Zellatmung

Beschriften Sie → **Abb. 11** mit den folgenden Begriffen:

Bau- und Speicherstoffe, Wasser (2x), O<sub>2</sub>, Wärmeenergie (2x), CO<sub>2</sub>, Produkte der Fotosynthese, chemische Energie, Lichtenergie

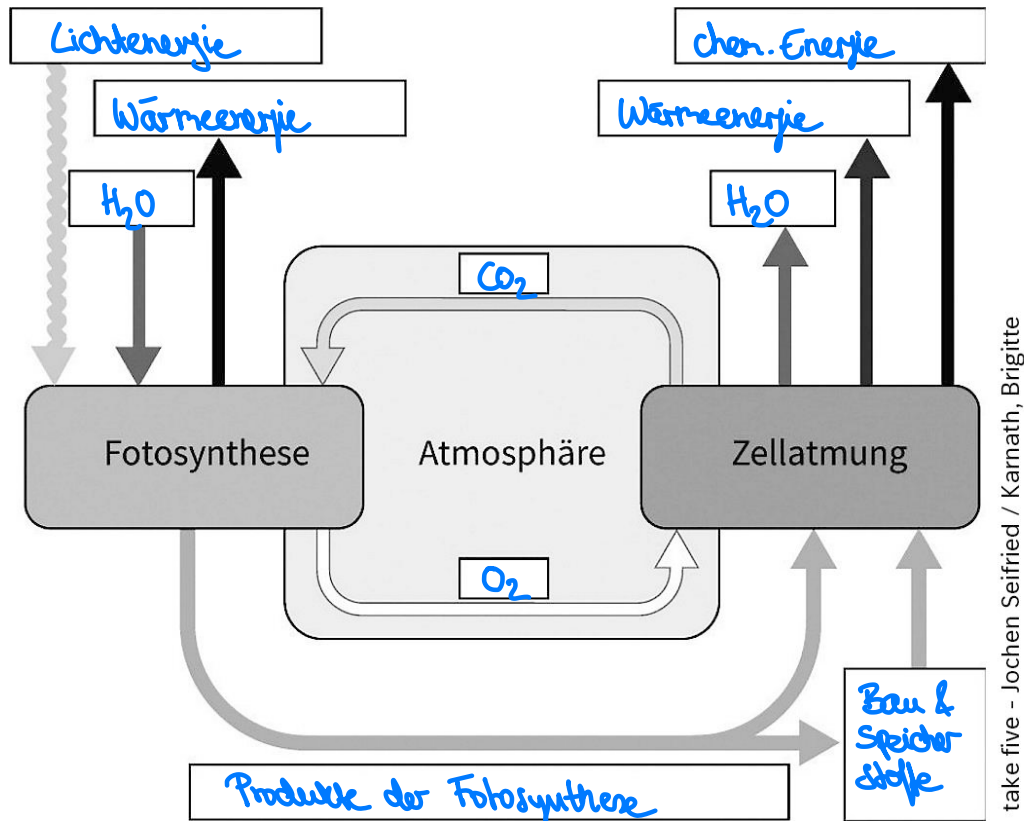


Abb. 1 Zusammenhang zwischen Fotosynthese und Zellatmung

### 2. Phasen der Glykolyse und Bilanz

- Nennen Sie die Phasen der Glykolyse.
- Legen Sie in Ihrem Heft eine Tabelle an (→ **Tab. 1**). Füllen Sie mithilfe des Schulbuchs Ihre Tabelle zur Glykolyse aus.
- Erläutern Sie die Anzahl der ATP-Moleküle in der Gesamtbilanz der Glykolyse.

	Edukte	Produkte	H <sup>+</sup> -Überträger	Energieausbeute
<b>Zellatmung</b>				
Glykolyse (Cytosol)				

Tab. 1 Schema für Glykolyse

#### Bilanz des Pyruvatabbaus

Erweitern Sie Ihre Tabelle aus Aufgabe 2 zum Pyruvatabbau und füllen Sie diese mithilfe des Schulbuchs aus.

#### Bilanz des Citratzyklus

Erweitern Sie Ihre Tabelle aus Aufgabe 26 zum Citratzyklus und füllen Sie diese mithilfe des Schulbuchs aus.

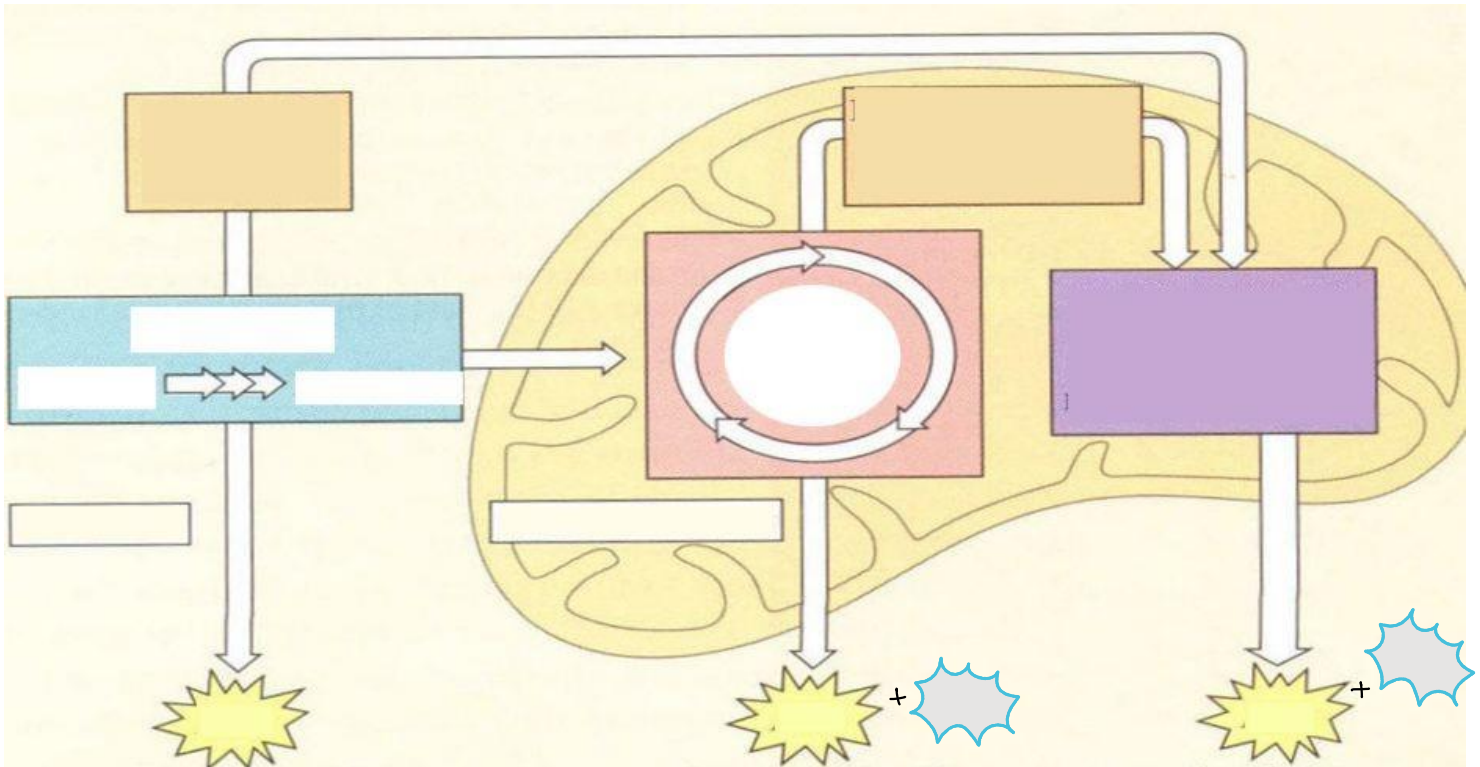
	Edukte	Produkte	H <sup>+</sup> -Über-träger	Energie-ausbeute
<b>Zellatmung</b>				
<b>Glykolyse</b> (Cytosol)	1 Glucose 2 H <sub>2</sub> O 2 NAD <sup>+</sup>  4 ADP + 2 P <sub>i</sub> 2 ATP	2 Pyruvat 2 H <sub>2</sub> O	2 NADH + 2 H <sup>+</sup>	4 ATP 2 ADP

	Edukte	Produkte	H <sup>+</sup> -Über-träger	Energie-ausbeute
<b>Zellatmung</b>				
<b>Pyruvatabbau</b> (Mitochondrien)	2 Pyruvat 2 CoA-SH  2 NAD <sup>+</sup>	2 Acetyl-CoA 2 CO <sub>2</sub>	2 NADH + 2 H <sup>+</sup>	

	Edukte	Produkte	H <sup>+</sup> -Über-träger	Energie-ausbeute
<b>Zellatmung</b>				
<b>Citrat-zyklus</b> (Mitochon-drien)	2 Oxalacetat 2 Acetyl-CoA  2 ADP + 2 P <sub>i</sub> 6 NAD <sup>+</sup>  2 FAD <sup>+</sup> 6 H <sub>2</sub> O	2 Oxalacetat 2 CoA-SH 4 CO <sub>2</sub>	6 NADH + 6 H <sup>+</sup> 2 FADH <sub>2</sub>	2 ATP

## Die Zellatmung im Überblick

### 1. Beschriften Sie die folgende Abbildung



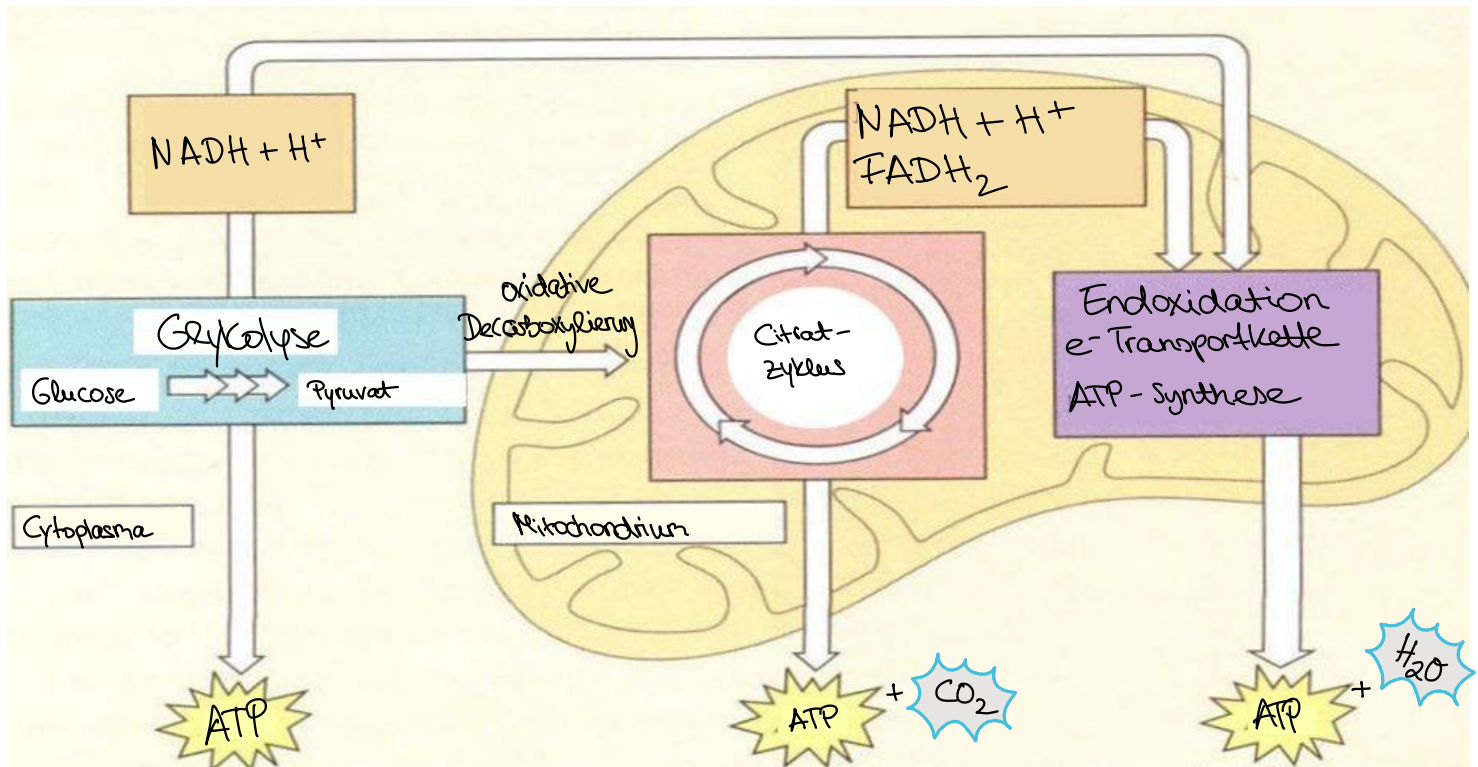
### 2. Entscheiden Sie welche Aussagen korrekt sind und kreuzen Sie diese an. Schreiben Sie die falschen Aussagen so um, dass sie richtig werden.

- Die Zellatmung ist ein Dissimilationsprozess; es handelt sich dabei um den Aufbau energiereicher Stoffe zum Zweck der Energiebereitstellung.
- Die hier abgebildete Zellatmung ist ein aerober Dissimilationsprozess, das heißt der Traubenzucker wird mithilfe von Sauerstoff umgesetzt.
- Die Zellatmung findet an zwei Orten statt: dem Zellplasma und den Mitochondrien. O Nur tierische Zellen und Zellen von Pilzen betreiben Zellatmung.
- Chemisch gesehen ist die Zellatmung ein Oxidationsvorgang. Dabei wird Traubenzucker (Glucose) mithilfe von Sauerstoff zu Kohlenstoff und Wasser umgesetzt.
- Alle Stoffwechselschritte der Zellatmung werden durch spezifische Enzyme katalysiert, so dass die Reaktionen bei Körpertemperatur stattfinden können.
- Der erste Reaktionsschritt ist der Abbau von Glucose bis zur Brenztraubensäure, deren Salz wird als Pyruvat bezeichnet.
- Der zweite Reaktionsschritt ist die oxidative Carboxylierung, Sie heißt so, weil dabei immer von einem Molekül Pyruvat ein Kohlenstoffdioxidmolekül abgespalten wird.
- Der dritte Reaktionsschritt ist der Zitronensäure- oder Citratzyklus. Er ist ein Kreisprozess, der nach seiner Verbindung Zitronensäure benannt wurde.
- Der letzte Reaktionsschritt ist die Atmungskette. Sie findet wieder im Zellplasma statt und ist der Teilprozess, bei dem Sauerstoff umgesetzt wird. Es kommt zur oxidativen Phosphorylierung, wobei Wasser und eine große Menge ATP gebildet wird.



## Die Zellatmung im Überblick

### 1. Beschriften Sie die folgende Abbildung



### 2. Entscheiden Sie welche Aussagen korrekt sind und kreuzen Sie diese an. Schreiben Sie die falschen Aussagen so um, dass sie richtig werden.

- ☐ Die Zellatmung ist ein Dissimilationsprozess; es handelt sich dabei um den ~~Aufbau~~ <sup>Abbau</sup> energiereicher Stoffe zum Zweck der ~~Energiebereitstellung~~ <sup>Energiefreisetzung</sup>.
- ☒ Die hier abgebildete Zellatmung ist ein aerober Dissimilationsprozess, das heißt der Traubenzucker wird mithilfe von Sauerstoff umgesetzt.
- ☐ Die Zellatmung findet an zwei Orten statt: dem Zellplasma und den Mitochondrien. ~~Nur tierische Zellen und Zellen von Pilzen betreiben Zellatmung.~~ <sup>auch Pflanzen! alle Eukaryoten</sup>
- ☒ Chemisch gesehen ist die Zellatmung ein Oxidationsvorgang. Dabei wird Traubenzucker (Glucose) mithilfe von Sauerstoff zu Kohlenstoff und Wasser umgesetzt.
- ☒ Alle Stoffwechselschritte der Zellatmung werden durch spezifische Enzyme katalysiert, so dass die Reaktionen bei Körpertemperatur stattfinden können.
- ☒ Der erste Reaktionsschritt ist der Abbau von Glucose bis zur Brenztraubensäure, deren Salz wird als Pyruvat bezeichnet.
- ☒ Der zweite Reaktionsschritt ist die <sup>De-</sup>oxidative Carboxylierung, Sie heißt so, weil dabei immer von einem Molekül Pyruvat ein Kohlenstoffdioxidmolekül abgespalten wird.
- ☒ Der dritte Reaktionsschritt ist der Zitronensäure- oder Citratzyklus. Er ist ein Kreisprozess, der nach seiner Verbindung Zitronensäure benannt wurde. <sup>in der Innenmembran des Mitochondriums</sup>
- ☐ Der letzte Reaktionsschritt ist die Atmungskette. Sie findet ~~wieder im Zellplasma~~ <sup>in der Innenmembran des Mitochondriums</sup> statt und ist der Teilprozess, bei dem Sauerstoff umgesetzt wird. Es kommt zur oxidativen Phosphorylierung, wobei Wasser und eine große Menge ATP gebildet wird.