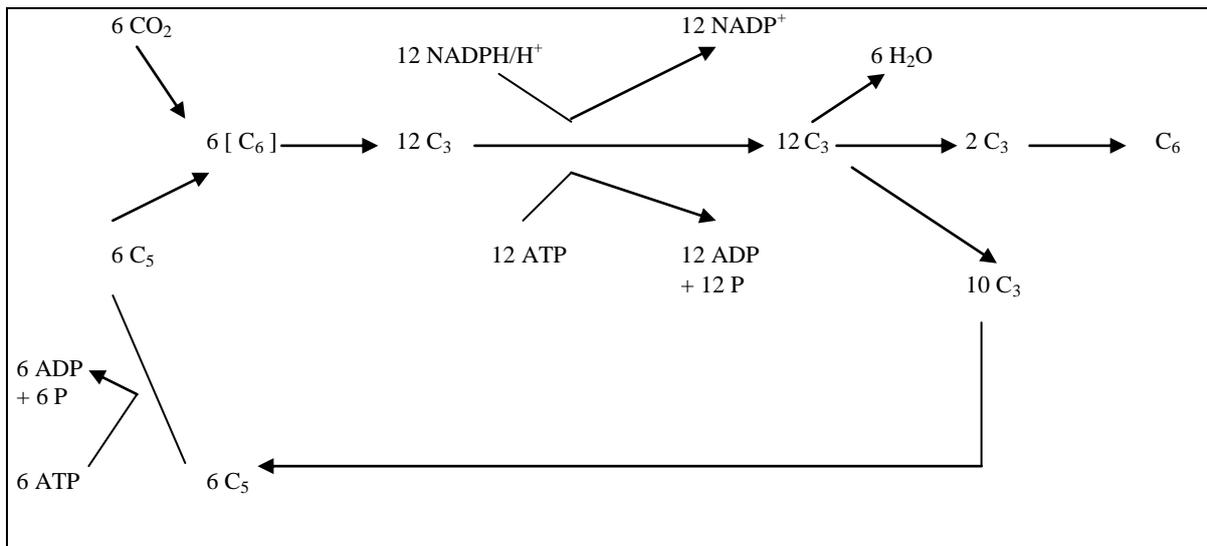


„Biochemie der Stoff – und Energiewechselprozesse“

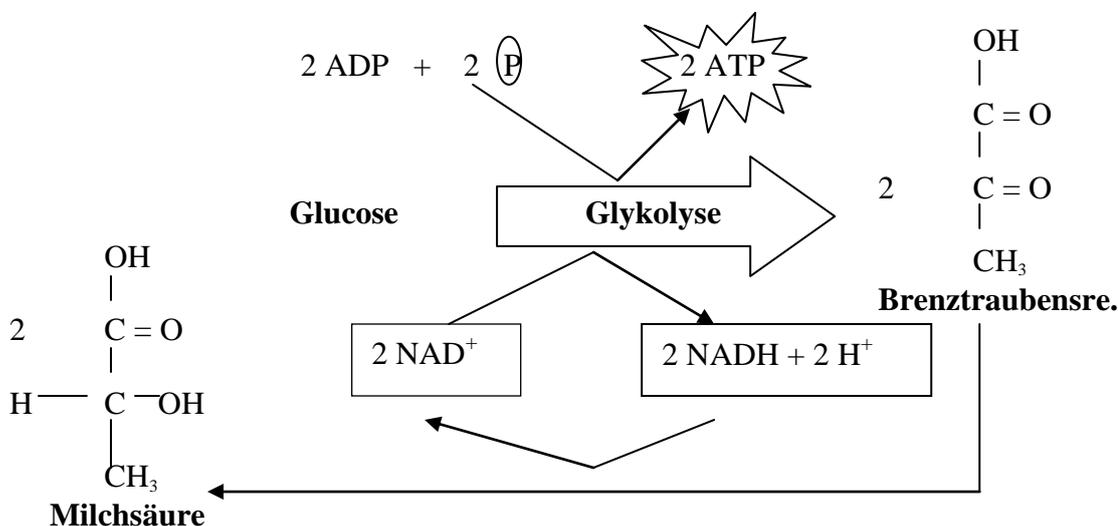
1. Kartoffelpflanzen speichern in ihren unterirdischen Sprossknollen Stärke und andere Stoffe. Bei Belichtung färben sich diese Sprossknollen grün.
 - 1.1 Benennen und beschreiben Sie den im Material 1 dargestellten Energie – und Stoffwechselprozess.
 - 1.2 Fertigen Sie eine beschriftete Skizze des Zellorganells, das bei diesem Prozess maßgebend beteiligt ist, an und klären Sie die Bedeutung des Prozesses für den Menschen und die Natur an je 2 Beispielen.

Material 1 zur Aufgabe 1.1: Energie- und Stoffwechselprozess bei Pflanzen



2. Mais kann durch Milchsäurebakterien haltbar gemacht und als Maissilage vorwiegend an Kühe verfüttert werden. Beschreiben Sie den im Material 2 dargestellten Stoffwechselvorgang zur Bildung von Milchsäure und begründen Sie ihre konservierende Wirkung.

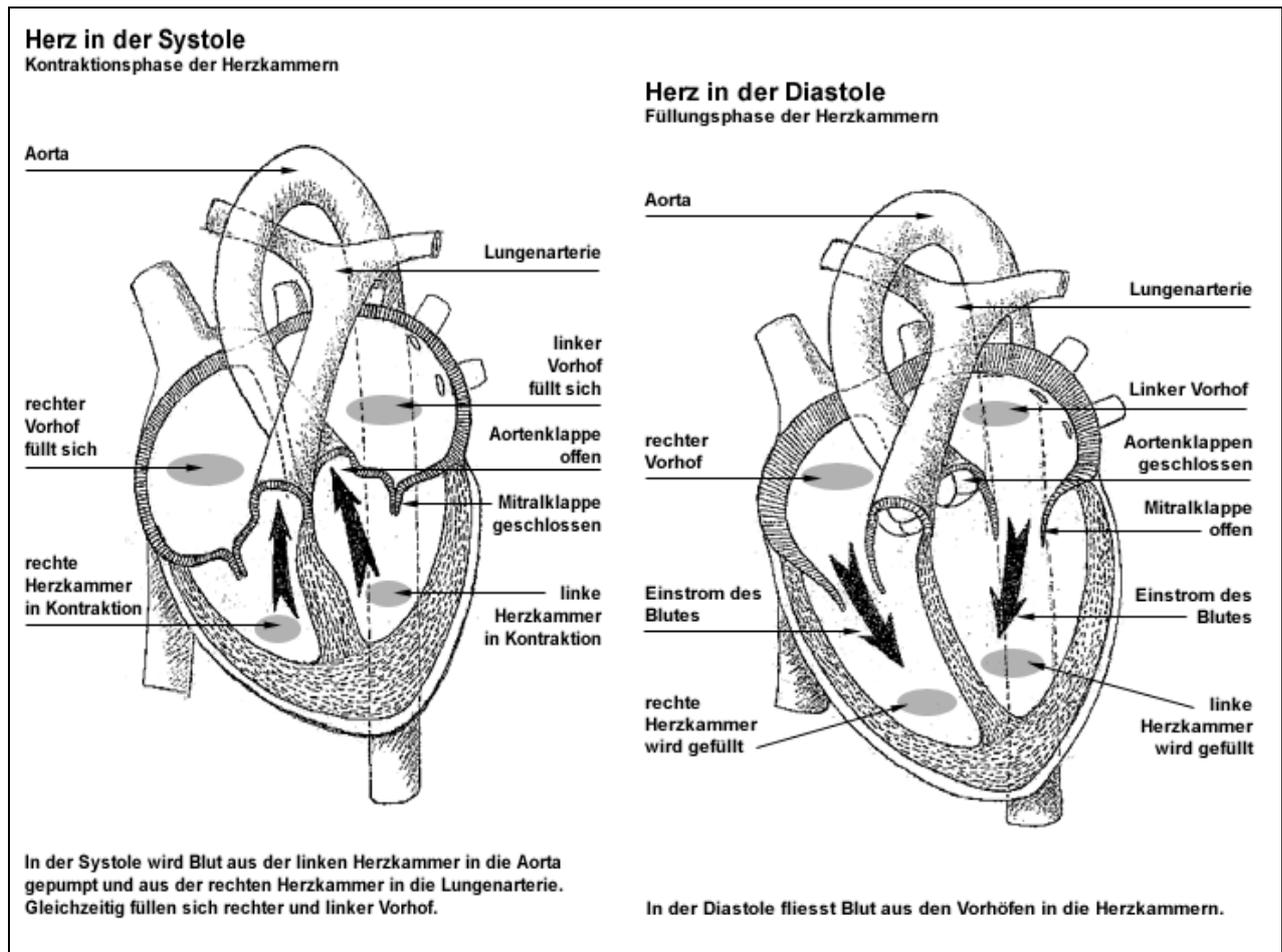
Material 2 zur Aufgabe 2: Verlauf der Milchsäuregärung (schematische Darstellung)



„Biochemie der Stoff – und Energiewechselprozesse“

3. Die Kontraktion des Herzens während der Systole und die Erschlaffung des Herzens während der Diastole bilden die Lebensgrundlage aller menschlichen und tierischen Lebewesen.
Erklären Sie die Vorgänge und nehmen Sie zu dieser Aussage unter Einbezug des Materials 3 kritisch Stellung.

Material 3 zur Aufgabe 3: Herzzyklus



4. „Gut gekaut ist halb verdaut.“, heißt es im Volksmund.
Nehmen Sie Stellung zur Richtigkeit dieser Aussage und bearbeiten Sie **dabei** folgende Aufgaben:
- Belegen Sie Ihre Aussagen mit einer Darstellung zur Verdauung in der Mundhöhle.
 - Erklären Sie die Funktionen von Zähne, Zunge und Mundspeicheldrüse bei der Digestion.
 - Beweisen Sie das Prinzip der Oberflächenvergrößerung am Beispiel der Nahrungszerkleinerung durch die Zähne und erklären Sie knapp den Vorteil anhand chemischer Kenntnisse.

Lösung

1. 1. Dunkelreaktion der Photosynthese

Das Kohlendioxid wird an einen C5-Körper gebunden, es entsteht ein C6-Körper. Dieser ist chemisch sehr instabil und zerfällt recht schnell in zwei C3-Körper. Da das Ganze sechsmal nebeneinander abläuft, entstehen insgesamt 12 C3-Körper. Diese werden nun unter ATP- und NADH-Verbrauch reduziert. Von den 12 reduzierten C3-Körpern werden zwei aus dem C3-Pool entfernt. Die Zelle stellt Glucose aus ihnen her. 10 C3-Körper verbleiben im Pool und werden nun in einem komplizierten Prozess wieder zu 6 C5-Körpern umgebaut. Durch Aufnahme einer Phosphatgruppe aus ATP werden die C5-Körper derart aktiviert, dass sie Kohlendioxid anlagern können.

Es handelt sich hierbei also um eine Reorganisationsphase, ähnlich wie sie im Citratzyklus abläuft, wenn der Akzeptor Oxalacetat wiederhergestellt wird. Nur ist die Reorganisationsphase beim Calvin-Zyklus etwas komplizierter, wie wir gleich sehen werden.

1.2 Organell: Chloroplast



Bedeutung der Photosynthese:

Der Vorgang der Photosynthese produziert jährlich ca. 150.000.000.000 Tonnen energiereiche Kohlenhydrate (primär als **Glucose= Traubenzucker**) und als "Abfallprodukt" eine ebenso gigantische Menge **Sauerstoff (O₂)**. Ausgangsstoffe für diesen Vorgang sind **Kohlenstoffdioxid (CO₂) und Wasser (H₂O)**.

Man kann sich diese Zahlen besser vorstellen, wenn man einen einzelnen Baum betrachtet. Ein Laubbaum in unseren Breiten stellt durch Photosynthese täglich über 10kg Traubenzucker her und verbraucht dabei ca. 10.000 Liter des Treibhausgases Kohlenstoffdioxid (dabei wird die gleiche Menge an Sauerstoff gebildet). Auf diese Weise werden riesige Mengen an Kohlenstoffdioxid in Biomasse gebunden.

Ein einziger **Hektar Regenwald** besteht aus ca. **1.000 Tonnen pflanzlicher Biomasse** (übrigens neben nur ca. 210kg tierischer Biomasse pro Hektar)! Jährlich werden jedoch nach aktuellen Schätzungen durch Brandrodung und Abholzung bis zu 150.000 km² (= 15.000.000 Hektar = 15.000.000.000.000kg Biomasse) Regenwald vernichtet. Es ist leicht, sich vorzustellen, was es bedeutet, wenn diese CO₂-Mengen in die Atmosphäre entlassen werden.

Die Fotosynthese stellt somit die Grundlage für alles tierische Leben dar, denn alle Tiere und selbstverständlich auch der Mensch sind auf diese beiden Produkte als Grundlage der Nahrungspyramide angewiesen.

Insgesamt betrachtet ist der Kreislauf des Kohlenstoffs wesentlich komplizierter. Neben den Pflanzen als **Produzenten** und den links gezeigten Tieren, Menschen, Pflanzen, Pilzen und Prokaryonten als **Konsumenten** treten insbesondere noch die sogenannten **Destruenten** auf.

Unter den Destruenten findet man v.a. Bakterien und Pilze, die das tote organische Material abbauen und die darin enthaltenen Mineralstoffe dem Boden als Ionen (K⁺, Na⁺, Mg²⁺, PO₄³⁻, NH₄⁺ usw.) zurückführen. Somit erzeugen sie wiederum die Grundlage für das Wachstum der Produzenten.

Die Grundreaktionen in diesem Kreislauf zwischen Auf- und Abbau von organischem Material kann man **stark vereinfacht** so formulieren:

Fotosynthese (Assimilation): $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$

Zellatmung (Dissimilation): $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$

Man sieht, dass die beiden Reaktionen einfach umgedreht werden können. Es handelt sich also im Grunde um die selbe Reaktionsgleichung für eine reversible (umkehrbare) Reaktion.

2. Verlauf der Milchsäuregärung

Der Begriff Gärung bezeichnet (auf den menschlichen Körper angewandt) einen teilweisen Abbau von Zuckermolekülen ohne Mitwirkung von Sauerstoff mit dem primären Ziel der Energiegewinnung. Gärung ist somit eine Form der anaeroben Energiegewinnung. Sie ist das Gegenstück zur Zellatmung - einer Form der aeroben Energiegewinnung (Verwendung von O₂ zur Energiegewinnung).

Der Begriff Milchsäuregärung bezeichnet einen Vorgang, bei dem das aus der Glycolyse gewonnene Pyruvat durch NADH₂ unmittelbar zu Lactat reduziert wird. Dabei entsteht Energie in Form von ATP und aus dem NADH₂ wird wieder NAD. Es wird dafür kein Sauerstoff benötigt und es entsteht kein CO₂. Die bei diesem Vorgang freiwerdende Energie pro Glucosemolekül - nämlich 2ATP - liegt um das Neunzehnfache unter der Energie die bei der Zellatmung freigesetzt wird. Dafür wird sie allerdings viel schneller freigesetzt.

Menschliche Muskelzellen erzeugen deshalb ATP durch Milchsäuregärung, wenn ihre Sauerstoffversorgung nicht mehr ausreicht (z.B. bei anstrengender körperlicher Arbeit). Das dabei entstehende Lactat versauert die Zellen und kann zu Muskelkater führen. Daher wird es nach der Anstrengungsphase über die Blutbahn in die Leber transportiert und dort wieder zu Glucose umgearbeitet.

Beim Ablauf der Glycolyse wird auch NADH_2 gebildet. Das ist an sich günstig, weil mit Hilfe des NADH_2 in den Mitochondrien ATP gebildet werden kann. Wenn aber kein O_2 zur Verfügung steht, geht das nicht. Dann könnte die Glycolyse nicht mehr ablaufen, weil das NADH_2 schnell erschöpft wäre. Um dieses zurückzugewinnen wird dann das Pyruvat zum Lactat reduziert, damit die Glycolyse dann weiterhin ablaufen kann. Das ist zwar eine grobe Energieverschwendung, aber ohne diesen Kniff könnte bei Sauerstoffmangel gar keine Energie (in Form von ATP) gewonnen werden.

3. Kontraktion des Herzens

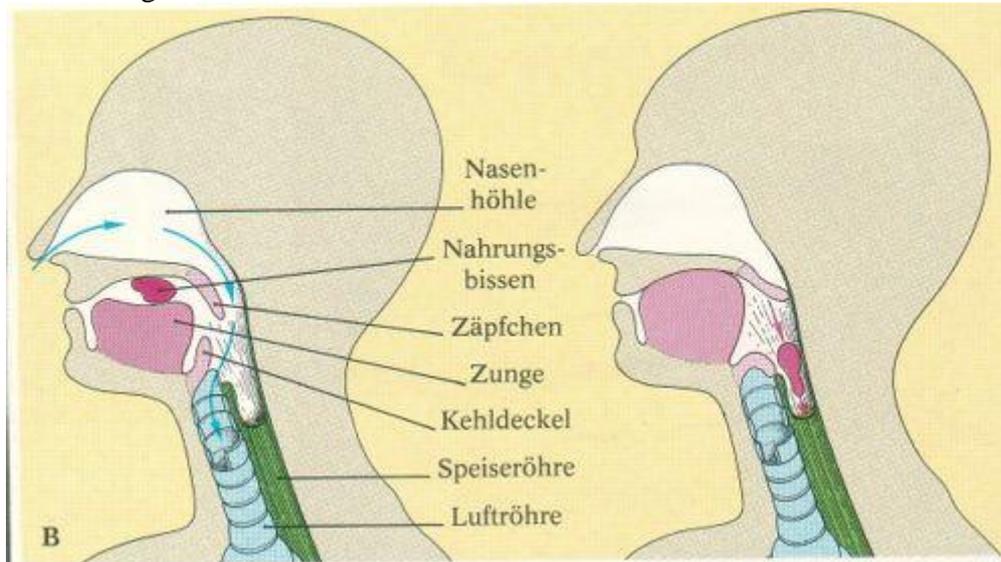
Neben der Muskulatur, dem weitaus größten Teil der Gewebemasse des Herzens, besitzt das Herz ein sogenanntes Herzskelett. Es handelt sich hier um eine bindegewebige Struktur, die hauptsächlich aus den „Einfassungen“ der Ventile besteht. Das Herzskelett hat drei wichtige Funktionen: Es dient dem Ansatz für die Muskulatur, als Ansatz für die Herzklappen (daher auch als Ventilebene bezeichnet) und der elektrischen Trennung von Vorhof- und Kammermuskulatur, um eine gleichzeitige Kontraktion zu verhindern.

Das Herzskelett ist ausschlaggebend für die Mechanik bei der Herzaktion: Aufgrund des Rückstoßes bei der Blutaustreibung ist die Herzspitze im Laufe des gesamten Herzzyklus relativ fixiert und bewegt sich kaum. Somit wird folglich bei einer Kontraktion der Kammermuskulatur (Systole) die Ventilebene nach unten in Richtung der Herzspitze gezogen. In der Erschlaffungsphase der Kammermuskulatur (Diastole) bewegt sich die Ventilebene wieder in Richtung Herzbasis.

Bei der Senkung der Ventilebene wird somit zum einen das Blut aus der Kammer in den Kreislauf ausgeworfen und es vergrößert sich auch der Vorhof. Es kommt zu einem Unterdruck, wodurch Blut aus den großen Venen in die Vorhöfe strömt. Bei der Erschlaffung der Kammermuskulatur hebt sich nun die Ventilebene, wodurch die Kammer passiv über die Blutsäule der Vorhöfe ausgedehnt wird und sich dadurch zu etwa 70–80 % füllt. Die anschließende Kontraktion der Vorhöfe pumpt nun das restliche Blut in die Kammern und leitet somit einen neuen Herzzyklus ein. Die Vorhofkontraktion ist daher nicht zwingend für das Funktionieren des Herzens nötig, was sich auch daran zeigt, dass (im Gegensatz zum Kammerflimmern), Patienten mit Vorhofflimmern durchaus lebensfähig sind.

4. Verdauung in der Mundhöhle

Darstellung:



Durch Kauen im Mund wird die Nahrung mechanisch zerkleinert und mit dem Zusatz von Speichel gleitfähig gemacht, damit sie anschließend über die Speiseröhre (Ösophagus) in den Magen befördert werden kann.

Der Speichel wird von drei Speicheldrüsen produziert:

- Ohrspeicheldrüse (Glandula parotidea),
- Unterzungspeicheldrüse (Glandula sublingualis) und
- Unterkieferspeicheldrüse (Glandula submandibularis).

Der wässrige Speichel enthält das Enzym Ptyalin, eine α -Amylase. Dieses spaltet die Stärke (Polysaccharide) in der Nahrung zu Malzzucker (Maltose), Maltotriose und Oligosacchariden – deswegen schmeckt Brot nach längerer Verweilzeit im Mund süßlich. Dies spielt aber physiologischer Weise nicht immer eine Rolle, da die Zeit von der Nahrungsaufnahme bis zur Inaktivierung der Amylase durch den niedrigen pH-Wert des Magens zu kurz für tatsächliche „Verdauung“ ist. Des Weiteren wird „tierische Stärke“ (Glykogen) ebenfalls zu Maltose zerlegt. Während des Kauvorganges durchmischt die Zunge den Speisebrei, dieser wird anschließend von ihr gegen den Gaumengepresst und der Schluckreflex ausgelöst. Dabei wird kurzfristig der Kehldeckel abgesenkt, die Luftröhre geschlossen, so dass keine Nahrung in sie gelangen kann, die Atmung angehalten und der Zugang zur Nase abgeriegelt.

Aus der Mundhöhle gelangt die Nahrung in die Speiseröhre. Die Speiseröhre ist ein muskulöser Schlauch, der hinter der Luftröhre liegt und die Nahrung in den Magen transportiert. Gelangen Nahrungsreste in die Luftröhre, führt dies zu starkem Husten und im schlimmsten Fall zum Erstickten. Die Nahrung wird durch Muskelbewegungen (Peristaltik), die wellenförmig vom Rachen zum Magen verlaufen, in wenigen Sekunden in den Magen gepresst. Dies ist ein aktiver Transportvorgang innerhalb des Verdauungssystems. Auf Grund dieses Vorganges ist das Trinken im Liegen ebenso wie im Handstand möglich.