

1. Wiederholung mit Baukästen:

1.1. Formulieren Sie zu zweit alle Schritte der Reaktion $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O}$

1.2. Neu: Bauen Sie Ethan, Ethin, Stickstoffdioxid, Ammoniak (Verbindung aus 3 x Wasserstoff und 1 x Stickstoff)

1.3. Fortgeschritten: Bauen Sie Ethan C_2H_6 und Salpetersäure HNO_3

1.4. Und nun bauen wir die Photosynthesegleichung gemeinsam und stellen sie dann vorne auf das Pult. Organisieren Sie sich so, dass Sie 6CO_2 , $6 \text{H}_2\text{O}$ und 6O_2 bauen. Der Lehrer baut ergänzend 1 $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ - also ein Glucose-Molekül: $6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2$

1.5. Nur mal kurz, weil wir später nicht mehr mit dem Baukasten spielen: Wir drehen diese Gleichung um und haben damit die „Atmungsgleichung“, die unter Energiegewinn im Mitochondrium abläuft.

Voraussetzung für diese Atmungsgleichung ist die Erkenntnis der Nahrungsbiologie, dass alle Kohlenhydrate (Stärke, Brot, Reis, Kartoffeln...) sowieso zu Glucose umgebaut werden. Überdies können auch Fette über die „Glykolyse rückwärts“ in Glucose umgewandelt werden (was nicht häufig passiert. Normalerweise werden Fette über die „aktivierte Essigsäure“ im Zitratzyklus unter Energiegewinn zu $\text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$ zerlegt). Umgekehrt können am Ende der Glykolyse, also aus Glucose, Fette über die „aktivierte Essigsäure“ aufgebaut werden.

Dieser Absatz ist vermutlich zu viel für uns, und der wird NICHT in einer Klausur gefragt, sondern steht nur mal schon hier. Er steht hier, weil er klarmachen will: (Nur) Glucose ist der Energielieferant, der in unserem Blut kreist.

2. Die Fotosynthese Teil 1: Lichtreaktion in den Thylakoidstapeln der Chloroplasten

Dieser Teil der Fotosynthese läuft so viel ab, wie Licht auf die Chloroplasten fällt.

Die Chloroplasten sind Organellen mit Doppelmembran, die nur in Pflanzen zu finden sind.

Nur sie enthalten den grünen Farbstoff, in dem genau die Lichtreaktion stattfindet: Im Chlorophyll.

In der Lichtreaktion wird unter Ausnützung von Sonnenenergie Wasser gespalten (eine chemische Meisterleistung, die wir bis heute nicht technisch bei Zimmertemperatur nachbauen können).

Bei der Wasserspaltung wird viel Energie frei, die in der Pflanze chemisch gebunden wird - also es werden zwei nützliche Molekültypen hergestellt: **NADPH₂** aus wasserstofflosem, energiearmem NADP vom „**Fotosystem 1**“ und **ATP** aus energiearmem ADP vom „**Fotosystem 2**“.

Bei der Lichtreaktion wird Sauerstoff O_2 freigesetzt. Seit vermutlich 3 Milliarden Jahren können „Zyanobakterien“ das. Also zu einer Zeit, in der es noch gar keine „Eukaryoten“ gab = Lebewesen mit kompliziert gebauten Zellen mit Zellkern., wie es auch Pflanzen sind, haben schon Bakterien Photosynthese betrieben - und tun dies auch heute noch.

Die komplette Lichtreaktion erläutern Sie in der Schule anhand der Zeichnung, die wir beim letzten Mal schon erstellt haben. Nur bei Einzelfragen („Was leistet Fotosystem 1?“) kommen Sätze.

2. Die Fotosynthese Teil 2: Dunkelreaktion im Plasma der Chloroplasten

Die Dunkelreaktion der Fotosynthese kann immer laufen,

- wenn sie im Chloroplasten mit ATP und NADH_2 beliefert wird
- wenn sie aus der Luft mit CO_2 (Kohlendioxid) beliefert wird.

In der Pflanze läuft auch die „**Dunkelreaktion**“ nur so weit ab, wie die Lichtreaktion im Licht Wasser spaltet und ATP und NADPH₂ bereitstellt.

In der Dunkelreaktion wird CO₂ aus der Luft „fixiert“, also chemisch gebunden. CO₂ ist chemisch so widerwillig wie Wasser, sich verändern zu lassen. Deshalb haben wir die Probleme mit dem Treibhausgas - das eben CO₂ ist, das wir durch Verbrennung freisetzen. Pflanzen können CO₂ aus der Luft zurückholen. Sie wandeln CO₂ dabei mit Zugabe von H₂ in Glucose C₆H₁₂O₆ um. Wir können das technisch bis heute nicht nachbauen. Mit viermal mehr Wäldern, als wir jetzt haben, ginge schon einiges :-)

In der Dunkelreaktion fängt zunächst ein C₅ - Molekül (dessen Namen wir uns nicht merken) ein CO₂ - Molekül ein. Dabei bindet es aber so viel O = Sauerstoff, dass es sofort in zwei C₃ - Moleküle zerfällt. Wenn dieser Vorgang 6 mal passiert ist, haben wir aus 6 C₅ - Molekülen 12 C₃ - Moleküle hergestellt. Zwei dieser C₃ - Moleküle werden abgezweigt und zu einem Glucose-Molekül C₆H₁₂O₆ zusammengebaut. Dabei müssen 6 Moleküle Wasser ausgeschieden werden - die übernehmen sechs mal den O, den Sauerstoff, der beim Fixieren des CO₂ anfangs zu viel in den Molekülen der Dunkelreaktion war. 10 C₃ - Moleküle (das sind 30 C-Atome) werden nun in der Dunkelreaktion zurückgebaut in 6 C₅ - Moleküle (das sind weiterhin 30 C-Atome). Und mit diesen 6 C₅ - Molekülen können wieder 6 CO₂ - Moleküle fixiert werden....

Das zeichnen wir. Wir schauen dabei nur, was mit dem C passiert, und kümmern uns nicht um O und um die aus der Lichtreaktion gelieferten 6 NADPH₂-Moleküle, die die 12 H-Atome im C₆H₁₂O₆ bereitstellen und als NADP wieder zum Fotosystem 1 der Lichtreaktion zurückwandern.

Wir kümmern uns auch nicht um die große Menge ATP, das bei der CO₂ - Fixierung, beim Glucose-Aufbau und beim Rückbau von 10 C₃ - Molekülen zu 6 C₅ - Molekülen erforderlich ist. Vom energiereichen ATP (**Adenosintriphosphat**) wird dabei jeweils ein P = „Phosphat-Molekül-Teil“ abgespalten. Als energiearmes ADP (Adenosindiphosphat) wandert es in die Thylakoidstapel der Chloroplasten zurück, wo es vom Fotosystem 2 der Lichtreaktion wieder zu ATP aufgebaut wird.

3. Die RGT-Regel: „Je heißer, desto schneller“

- aber ab 40 bis 50 Grad stürzt das eukaryontische Leben ab (also Lebewesen mit Zellkern. Viele Bakterien vertragen bekanntlich auch kurz mal 90 Grad).
- und mit dem Gefrierpunkt 0 Grad enden Lebensprozesse (aber nicht alle Lebewesen erfrieren, wenn es mal 5 Grad unter Null wird. Frösche und Bärtierchen z.B. haben das gleiche Frostschutzmittel in ihren Körperflüssigkeiten wie unser Motor-Kühlwasser: Glycerin).

Zwischen Null und vierzig Grad Celsius gilt: Pro zehn Grad Temperaturerhöhung verdoppeln die chemischen Vorgänge des Lebens ihre Geschwindigkeit.

Zeichnen Sie anhand dieser Angaben die RGT-Kurve.

Im Einzelnen haben fast alle Lebewesen ein **Temperatur-Optimum**. Gleichwarme Lebewesen - das sind die Säugetiere und die Vögel - haben ihr Optimum durchaus ähnlich wie wir Menschen, also bei 36 bis 37 °C. Wechselwarme Tiere haben ihr Optimum zumeist bei der Durchschnittstemperatur ihrer Lebensaktivität - Molche z.B. fühlen sich bei 15 Grad wohl (und können an Hitzschlag sterben, wenn wir sie zu lange in der warmen Menschenhand knutschen), Wüstenechsen bei 40 Grad.