Der Calvin-Zyklus

Name: Date:

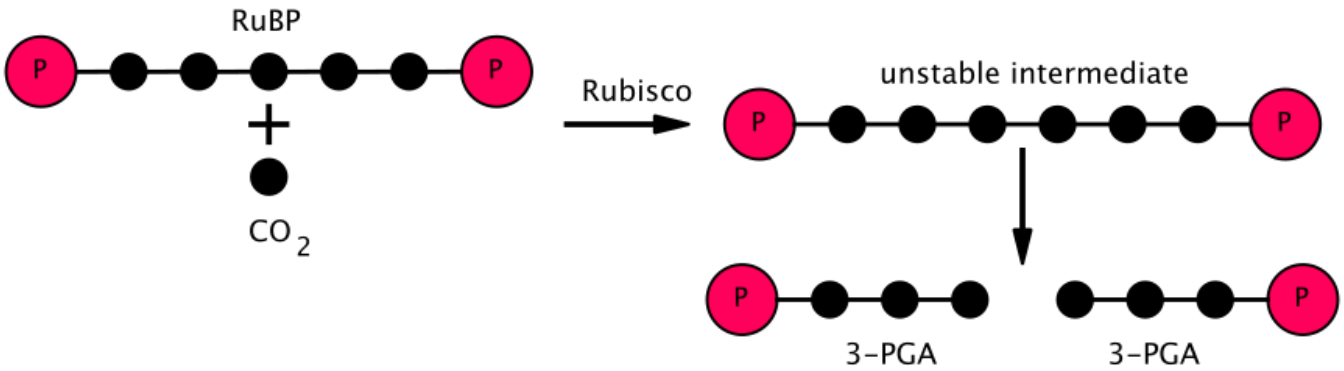
Der erste Schritt im Calvin-Zyklus: CO_2-Fixierung

Der Calvin-Zyklus ist ein wesentlicher Bestandteil der Photosynthese und findet im **Stroma** der Chloroplasten von Pflanzen statt. Der erste Schritt dieses Zyklus ist die **CO_2-Fixierungsphase**, auch als **Carboxylierung** bezeichnet. Hier wird das Kohlendioxid (CO_2) aus der Luft in eine organische Verbindung eingebaut.

Der Schlüsselspieler in diesem Prozess ist das Enzym **RuBisCO**. Dieses Enzym bindet ein CO_2-Molekül an ein fünf Kohlenstoffatome enthaltendes Molekül namens **Ribulose-1,5-bisphosphat** (RuBP). Dieser Schritt ist entscheidend, da er das CO_2 in eine Form umwandelt, die für die Pflanze nutzbar ist.

Sobald das CO_2 an RuBP gebunden ist, entsteht ein instabiles Zwischenprodukt, das sich schnell in zwei Moleküle **3-Phosphoglycerat** (3-PG) aufspaltet. Dieses 3-Phosphoglycerat ist das erste stabile Produkt der CO_2-Fixierung und dient später als Grundlage für die Synthese von Glucose und anderen wichtigen Verbindungen.

Die CO_2-Fixierungsphase ist somit der erste und entscheidende Schritt, der den Calvin-Zyklus in Gang setzt und ermöglicht es den Pflanzen, das lebenswichtige CO_2 effizient zu nutzen.



Peter coxhead, CC0, via Wikimedia Commons

Beschreibe den ersten Schritt des Calvin-Zyklus und nenne das Enzym, das dabei eine Schlüsselrolle spielt.

Die Reduktionsphase: Energie für den Aufbau

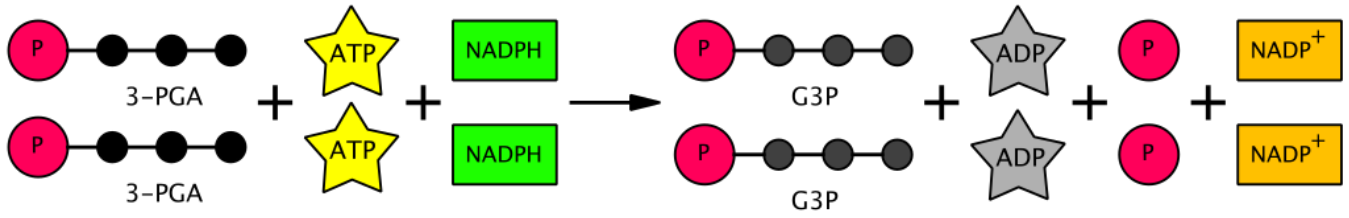
Nachdem das Kohlendioxid im ersten Schritt des Calvin-Zyklus fixiert wurde, folgt die spannende **Reduktionsphase**. In diesem zweiten Schritt werden die zuvor entstandenen Moleküle **3-Phosphoglycerat (3-PG)** in energiereichere Verbindungen umgewandelt, die die Pflanze für den Aufbau von Zucker benötigt.

Diese Phase beginnt mit der Umwandlung von **3-Phosphoglycerat** in **1,3-Bisphosphoglycerat (1,3-BPG)**. Dies geschieht durch die Energiezufuhr aus **Adenosintriphosphat (ATP)**, einem Molekül, das als Energiespeicher der Zelle dient. Das ATP überträgt eine Phosphatgruppe auf das 3-PG, wodurch 1,3-BPG entsteht. Doch damit ist die Arbeit noch nicht getan!

Im nächsten Schritt wird **1,3-Bisphosphoglycerat** durch ein weiteres energiereiches Molekül, das **Nicotinamidadenindinukleotidphosphat (NADPH)**, weiter reduziert. NADPH liefert nicht nur Energie, sondern auch Elektronen, die für die chemische Umwandlung notwendig sind. Durch diesen Prozess entsteht **Glycerinaldehyd-3-phosphat (G3P)**, ein Zuckermolekül, das die Pflanze als Baustein für die Synthese von Glucose und anderen wichtigen Verbindungen nutzen kann.

Die Reduktionsphase ist also ein entscheidender Schritt, in dem die Pflanze aus den ersten, relativ einfachen Produkten der CO_2-Fixierung energiereiche und vielseitig einsetzbare Verbindungen herstellt. Ohne diesen Schritt könnten Pflanzen die Energie des Sonnenlichts nicht effektiv in chemische Energie umwandeln und speichern.

Mit der Bildung von **Glycerinaldehyd-3-phosphat (G3P)** endet die Reduktionsphase, und die Pflanze ist bereit, die nächsten Schritte im Calvin-Zyklus zu durchlaufen, um die benötigten Nährstoffe für Wachstum und Entwicklung zu produzieren.



Peter coxhead, CC0, via Wikimedia Commons

Der Calvin-Zyklus

Name: Date:

Kreuze die richtige Antwort an:

Welche Rolle spielt ATP in der Reduktionsphase des Calvin-Zyklus?

- ○ Es wird in NADPH umgewandelt
- ○ Es liefert Elektronen für die Reduktion
- ○ Es überträgt eine Phosphatgruppe auf 3-Phosphoglycerat
- ○ Es fixiert Kohlendioxid

Warum ist NADPH in der Reduktionsphase des Calvin-Zyklus wichtig?

- ○ Es fixiert Kohlendioxid
- ○ Es überträgt eine Phosphatgruppe auf 3-Phosphoglycerat
- ○ Es wird in ATP umgewandelt
- ○ Es liefert Energie und Elektronen für die chemische Umwandlung

Welches Molekül entsteht am Ende der Reduktionsphase des Calvin-Zyklus?

- ○ 3-Phosphoglycerat (3-PG)
- ○ 1,3-Bisphosphoglycerat (1,3-BPG)
- ○ Glycerinaldehyd-3-phosphat (G3P)
- ○ Glucose

Welche chemische Umwandlung findet in der Reduktionsphase des Calvin-Zyklus statt?

- ○ 3-Phosphoglycerat wird in 1,3-Bisphosphoglycerat umgewandelt
- ○ NADPH wird in ATP umgewandelt
- ○ Glucose wird in Glycerinaldehyd-3-phosphat umgewandelt
- ○ Kohlendioxid wird in 3-Phosphoglycerat umgewandelt

Der Calvin-Zyklus

Name: Date:

Die Regenerationsphase: Vorbereitung für den nächsten Zyklus

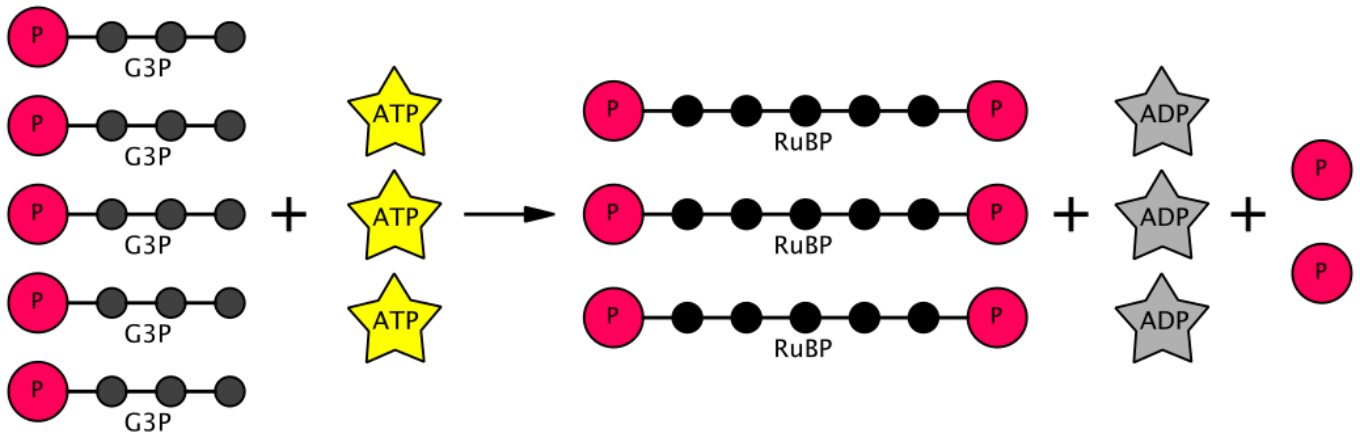
Nachdem in der Reduktionsphase das **Glycerinaldehyd-3-phosphat (G3P)** gebildet wurde, folgt der dritte und letzte Schritt des Calvin-Zyklus: die **Regenerationsphase**. Diese Phase ist entscheidend, damit der Zyklus erneut beginnen kann und die Pflanze kontinuierlich Kohlendioxid fixieren und in Zucker umwandeln kann.

In der Regenerationsphase wird ein Teil des im vorherigen Schritt entstandenen G3P verwendet, um das Ausgangsmolekül **Ribulose-1,5-bisphosphat (RuBP)** wiederherzustellen. RuBP ist das Molekül, das zu Beginn des Calvin-Zyklus benötigt wird, um Kohlendioxid zu fixieren. Ohne die Regeneration dieses Moleküls könnte der Zyklus nicht fortgesetzt werden.

Der Prozess der Regeneration ist komplex und umfasst mehrere enzymatische Reaktionen. Zunächst werden die G3P-Moleküle durch eine Serie von Umwandlungen und Umlagerungen in verschiedene Zuckermoleküle umgewandelt. Dabei entstehen unter anderem **Fructose-6-phosphat** und **Erythrose-4-phosphat**. Diese Zwischenprodukte durchlaufen weitere Reaktionen, bei denen sie sich verbinden und schließlich das gewünschte RuBP-Molekül bilden.

Dabei spielt das Molekül **Adenosintriphosphat (ATP)** erneut eine wichtige Rolle. ATP liefert die notwendige Energie, um die chemischen Bindungen zu knüpfen und das RuBP zu synthetisieren. Sobald genügend RuBP regeneriert wurde, kann der Calvin-Zyklus von Neuem beginnen und die Pflanze ist bereit, weiteres Kohlendioxid aufzunehmen und in energiereiche Verbindungen umzuwandeln.

Die Regenerationsphase ist somit ein essenzieller Abschluss des Calvin-Zyklus. Sie stellt sicher, dass die Pflanze ständig in der Lage ist, die Energie aus dem Sonnenlicht in chemische Energie zu überführen und für Wachstum und Entwicklung zu nutzen.



Peter coxhead, CC0, via Wikimedia Commons

Erkläre die Rolle von ATP in der Regenerationsphase des Calvin-Zyklus.

Stelle die Bruttogleichung des Calvin-Zyklus auf:

Der Calvin-Zyklus

Name: Date:

Musterlösung Bruttogleichung:

Hierbei handelt es sich um eine Musterlösung für die Lehrkraft. Bei Verwendung des Arbeitsblattes am besten vorher rauslöschen.

$$6\ CO_2 + 12\ NADPH + 12\ H^+ + 18\ ATP \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 12\ NADP^+ + 18\ ADP + 18\ P_i + 6\ H_2O$$

Der Calvin-Zyklus

Name: Date:

Bringe die Schritte des Calvin-Zyklus in die richtige Reihenfolge:

- ◯ Das Zwischenprodukt zerfällt sofort in zwei Moleküle 3-Phosphoglycerat (3-PGA).
- ◯ ATP und NADPH, die aus dem Lichtzyklus stammen, werden genutzt, um 3-PGA in Glycerinaldehyd-3-phosphat (G3P) umzuwandeln.
- ◯ CO_2 wird an Ribulose-1,5-bisphosphat (RuBP) gebunden und es entsteht ein instabiles sechskohlenstoffhaltiges Zwischenprodukt.
- ◯ Das Calvin-Zyklus beginnt mit der Fixierung von CO_2 durch das Enzym Rubisco.
- ◯ Der Rest des G3P wird verwendet, um RuBP zu regenerieren, damit der Zyklus wiederholt werden kann.
- ◯ Ein Teil des G3P wird verwendet, um Kohlenhydrate wie Glucose zu synthetisieren.