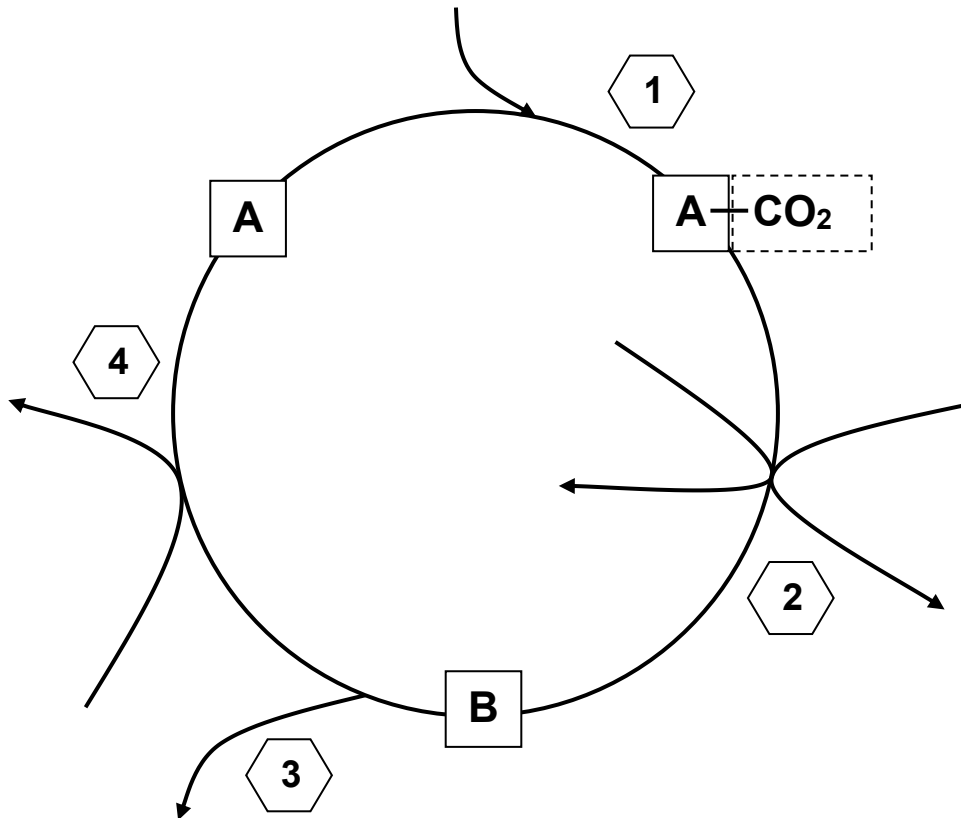


Photosynthese (8)

Lichtunabhängige Reaktionen: Calvin-Zyklus

B1



Aufgaben:

1 Assimilation

Beschreiben Sie den Reaktionsschritt, der die Assimilation des Kohlenstoffdioxids beinhaltet, und erläutern Sie die ökologische Rolle des Enzyms RuBisCO (M1).

2 Beschriftung des Reaktionsschemas B1 (M1-M3)

2.1 Benennen Sie in B1 die Phasen 1-4.

2.2 Beschriften Sie die drei auf der Kreislinie eingetragenen Stoffe (berücksichtigen Sie dabei die Zustände oxidiert und reduziert). Ergänzen Sie an den entsprechenden Stellen die Stoffe Kohlenstoffdioxid und Glukose (ohne Koeffizienten).

2.3 Tragen Sie an den entsprechenden Reaktionspfeilen die energiereichen (rot) und energiearmen Formen der beiden Energieträger ein (ohne Koeffizienten).

3 Summengleichung des Calvin-Zyklus

Erstellen Sie anhand des vervollständigten Reaktionsschemas (B1) und der Angaben in M4 die Summengleichung des Calvin-Zyklus. Gehen Sie dabei von 6 CO₂ aus. Heben Sie die energiereichen Stoffe durch rote Farbe hervor.

4 Bezeichnung

Begründen Sie die Bezeichnung „lichtunabhängige Reaktionen“ für den Calvin-Zyklus.

Materialien:

M1 Fixierungsphase

Kohlenstoffdioxid besitzt ein sehr niedriges Energieniveau und ist darum sehr reaktionsträge. Eine Besonderheit stellt deshalb das Enzym Ribulose-1,5-bisphosphat-Carboxylase (RuBisCO) dar, das die Bindung von Kohlenstoffdioxid an Ribulose-1,5-bisphosphat (RuBP), den Kohlenstoffdioxid-Akzeptor (A), katalysiert. Mit dieser Reaktion wird das Kohlenstoffdioxid Bestandteil des organischen Fixierungsprodukts (A-CO₂).

Das Enzym RuBisCO sitzt in der Thylakoidmembran, stellt etwa die Hälfte der Menge aller löslichen Blattproteine und ist ziemlich sicher das häufigste Enzym in der Natur. Seine Aktivität ist Voraussetzung für das Leben auf der Erde.

M2 Reduktionsphase

Das Fixierungsprodukt reagiert nacheinander mit ATP und NADPH und wird dabei unter Energieaufwand reduziert, wobei das mit B bezeichnete Zwischenprodukt entsteht.

M3 Regenerationsphase und Glukose-Bildung

Das Zwischenprodukt B wird in aufeinander folgenden Reaktionsschritten mehrfach umgestaltet, wobei zwei Endprodukte entstehen: Aus fünf Sechsteln der Menge an B entsteht unter Energieaufwand (Spaltung von ATP) wieder der Akzeptor A und ein Sechstel der Menge an B wird in Glukose umgewandelt.

M4 Zahlenverhältnisse

Melvin Calvin und sein Team haben in der Zeit zwischen 1946 und Mitte der 1950er-Jahre in mühevoller und langwieriger Kleinarbeit herausgefunden, wie die Bildung von Glukose aus Kohlenstoffdioxid mit Hilfe von ATP und NADPH vor sich geht. Dieser Kreisprozess trägt deshalb den Namen Calvin-Zyklus.

Beim Calvin-Zyklus werden pro Kohlenstoffdioxid-Molekül in der Reduktionsphase 2 Moleküle NADPH und 2 Moleküle ATP verwendet, in der Regenerationsphase wird ein weiteres Molekül ATP eingesetzt.

Hinweise für die Lehrkraft:

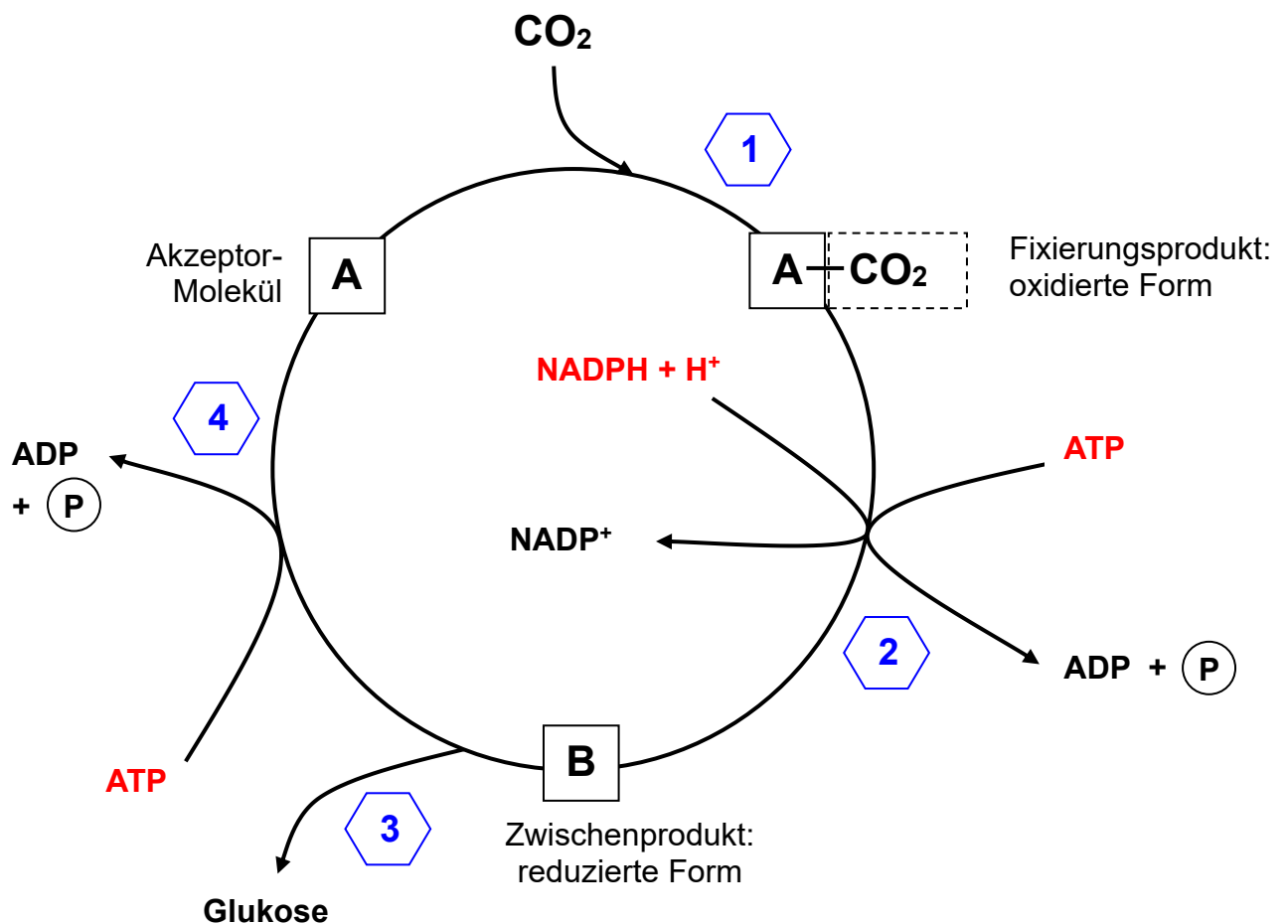
1 Assimilation

Das anorganische Molekül Kohlenstoffdioxid wird an das organische Akzeptormolekül A gebunden und ist im Molekül A-CO₂ Bestandteil eines organischen Moleküls. Dies bezeichnet man als Assimilation.

RuBisCO katalysiert diese Assimilation als Voraussetzung für die Bildung von Glukose aus Kohlenstoffdioxid. Aus der Glukose, die in der Photosynthese gebildet wird, entstehen (praktisch*) alle anderen organischen Stoffe der belebten Welt, so dass das Leben auf der Erde von RuBisCO abhängig ist.

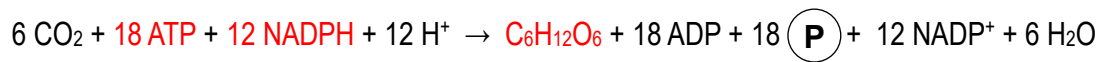
*) Ausnahmen davon bilden die chemoautotrophen Lebewesen, die aber keinen Lerninhalt im Schulunterricht darstellen.

2 Beschriftung des Reaktionsschemas



Auch wenn Ihnen für Ihren eA-Kurs diese Darstellung zu stark vereinfacht erscheinen will, ist es sinnvoll, mit ihr anzufangen und erst danach weitere Details einzufügen. Aus meiner Sicht genügt sie allerdings auch für den eA-Kurs.

3 Summgleichung des Calvin-Zyklus



Die Erstellung dieser Summgleichung ist nicht ganz einfach, weil nun die Koeffizienten gefragt sind und die im Zyklus verbleibenden Stoffe herausfallen; ggf. sind dabei Einhilfen notwendig.

4 Bezeichnung

„lichtunabhängige Reaktionen“: In den Calvin-Zyklus fließt an keiner Stelle direkt Lichtenergie ein. Er läuft also unabhängig von Licht ab, solange ihm ATP und NADPH zugeführt werden.

Thomas Nickl, Juni 2024