

5. Dunkelreaktionen (Calvin-Zyklus)

Energieäquivalente und Reduktionsäquivalente werden in den lichtunabhängigen Reaktionen verbraucht.

Ort der lichtunabhängigen Reaktionen: Stroma der Chloroplasten

Versuch:

- Pflanzen (einzellige Grünalgen) werden mit $^{14}\text{CO}_2$ in Kontakt gebracht (zur Erfassung der Primärprodukte)

Beobachtung:

Lange Belichtungszeit: ^{14}C hauptsächlich in Hexosen und Stärkemolekülen

Kurze Belichtungszeit: ^{14}C hauptsächlich in einem C_3 -Körper (Phosphoglycerinsäure = PGS)

Ablauf der Dunkelreaktion

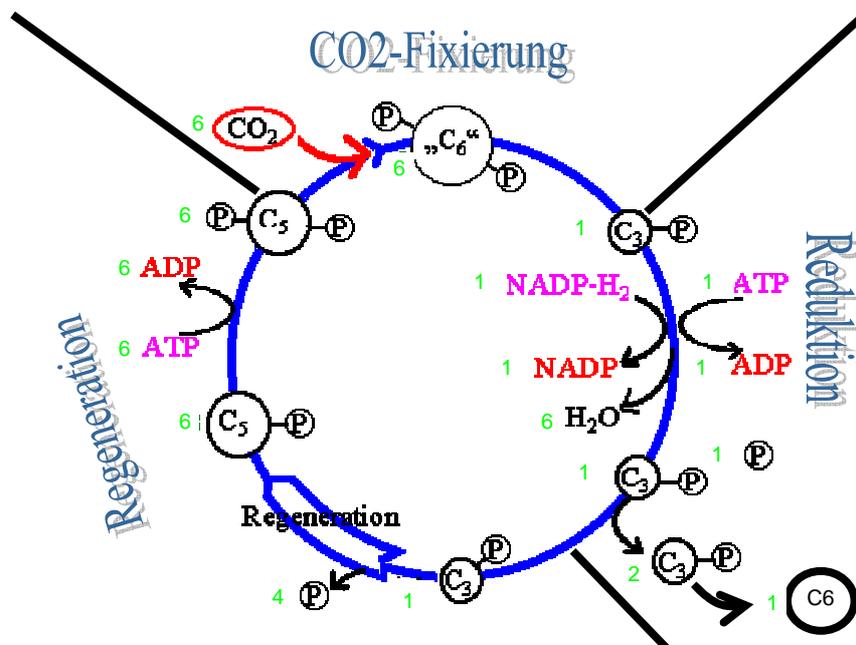
Die Dunkelreaktion ist in drei Phasen gegliedert:

Phase 1: CO_2 -Fixierung

Phase 2: Reduktion und Glucosebildung

Phase 3: Regeneration des Akzeptormoleküls

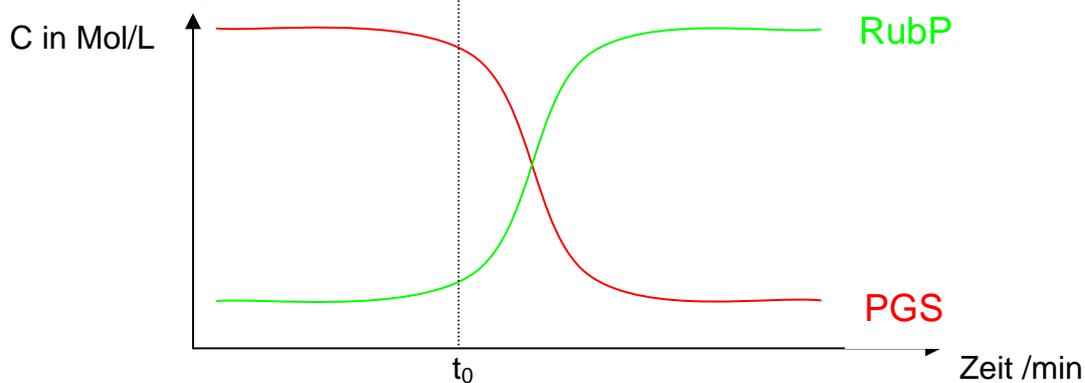
Da sich Phase 1 an Phase 3 anschließt spricht man vom Calvin-Zyklus



Versuch:

Belichtung einer Algensuspension mit CO₂-Quelle. Zum Zeitpunkt t₀ wird die CO₂-Quelle entfernt.

Beobachtung:



Erklärung:

c(RubP) nimmt zu, da es nicht mehr verbraucht wird, weil CO₂ fehlt

c(PGS) nimmt ab, da es nicht mehr gebildet wird, weil CO₂ fehlt

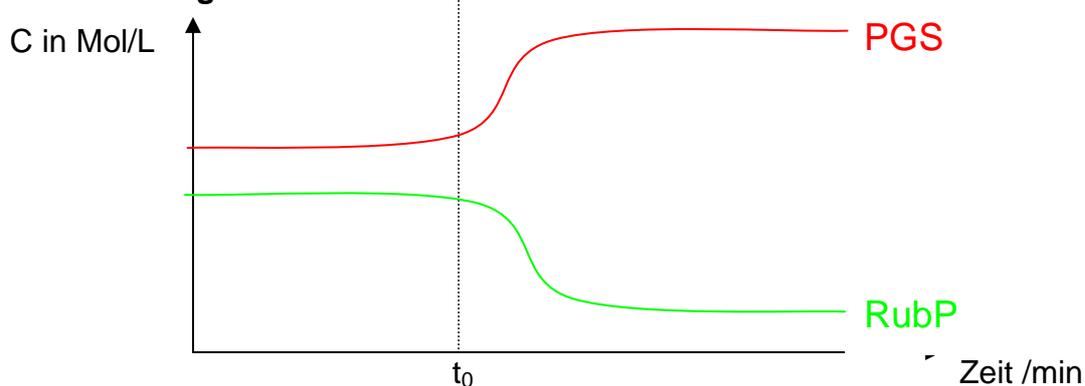
→ Ribulose-1,5-bisphosphat ist das Akzeptor-Molekül für CO₂:

Reduktion und Glucosebildung

Versuch:

Belichtung einer Algensuspension mit CO₂-Quelle. Zum Zeitpunkt t₀ wird abgedunkelt.

Beobachtung:



Erklärung:

- PGS wird nicht mehr umgesetzt, weil für die Weiterreaktion die Produkte der lichtabhängigen Reaktionen gebraucht werden (NADPH/H⁺, ATP)
- RubP nimmt ab, weil es weiterhin als CO₂-Akzeptor dient und damit verbraucht wird. Unter normalen Bedingungen muss der Akzeptor zurückgebildet werden

Verlauf unter normalen Bedingungen:

Reduktion von 2 Glycerinsäure-3-Phosphat-Molekülen mit 2 NADPH₂ und 2 ATP:

2 GAP → Glucose/Fructose → Stärke

Problem: Auf diese Weise wird Ru-1,5-bP verbraucht und der Prozess käme bald zum Erliegen. Wie wird RubP regeneriert?

Regeneration des Akzeptors Ru-1,5-bP

Aus 6 CO₂-Molekülen und 6 Ru-1.5-bP werden 1 Hexose und 5 Ru-5-P hergestellt.

Ru-5-P + ATP → Ru-1,5-bP + ADP

Zusammenfassung

Gesamtgleichung der lichtabhängigen Reaktion:



Gesamtgleichung der lichtunabhängigen Reaktion:



1 NADPH₂ Molekül → 2 e⁻ → Absorption von 4 Lichtquanten (2 im FS I, 2 im FS II)

12 NADPH₂ Moleküle → 4 * 12 = 48 Lichtquanten

12 mol NADPH₂-Moleküle → 48 mol Lichtquanten

1 mol Lichtquanten (λ=600 nm) E=200 kJ → 48 mol Lichtquanten E=9600 kJ

ΔG'(Fotosynthese) = 2880 kJ

Wirkungsgrad = benötigte Energie / aufgewendete Energie = 2880 kJ/9600 kJ = 30 %

Solarzelle: 10%