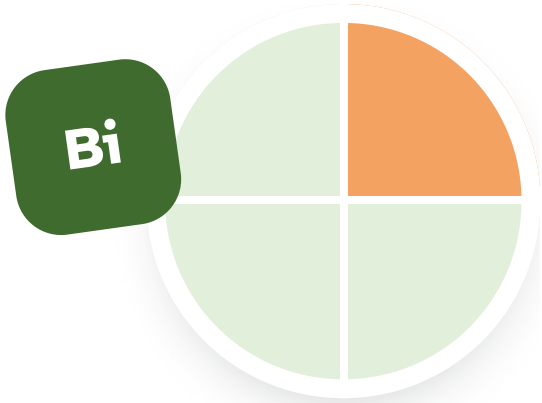
DYS+ Campus



Übungsheft · Biologie · Klasse 12

Fotosynthese: Lichtreaktionen und Calvin-Zyklus

Erklärungen, 31 Aufgaben in drei Stufen und alle Lösungen, viele mit Begründung.

Name _____ **Datum** _____

Das lernst du

- Ich beschreibe die Primärreaktionen in der Thylakoidmembran.
- Ich erkläre den Calvin-Zyklus mit seinen drei Phasen.
- Ich rechne den ATP- und NADPH-Bedarf aus.
- Ich werte Tracer-Daten aus und vergleiche C3- und C4-Pflanzen.

So arbeitest du mit dem Heft

●○○ **Basis** zum Einstieg

●●○ **Standard** zum Üben

●●● **Plus** zum Weiterdenken

Du musst nicht alles machen. Fang bei Basis an. Die Lösungen stehen hinten im Heft.

Noch unsicher?

Scanne den Code. Dort wird das Thema Schritt für Schritt erklärt.

dysplus.de/lernen/gymnasium/klasse-12/biologie/fotosynthese-lichtreaktion-und-calvin-zyklus/primaerreaktionen

Kurz erklärt

Zwei Teile

Teil	Ort	Ergebnis
Primärreaktionen	Thylakoidmembran	O_2, ATP, NADPH
Calvin-Zyklus	Stroma	GAP, daraus Zucker

Merksatz: Wasser liefert Elektronen, Licht liefert Energie. Je CO_2: 3 ATP und 2 NADPH. Phasen: Fixieren, Reduzieren, Regenerieren.

Bedarf für 6 CO_2

1. ATP: $6 \cdot 3 = 18$.
2. NADPH: $6 \cdot 2 = 12$.
3. Das reicht für 1 Glucose.

Tipp: Zähle bei jeder Phase die Kohlenstoffatome mit.

Typischer Fehler: Der Sauerstoff der Fotosynthese stammt aus dem Wasser, nicht aus dem CO_2.

●○○ Basis

Wissen sichern

1 Kreuze an.

a) Die Primärreaktionen laufen in der _____ ab. ☐ **Stärkekörnern** ☐ **Thylakoidmembran**

b) Der Calvin-Zyklus läuft im _____ ab. ☐ **Stroma** ☐ **Thylakoidinnenraum**

c) Der Sauerstoff stammt aus dem _____. ☐ **Wasser** ☐ **CO_2**

d) Die Rubisco bindet CO_2 an _____. ☐ **RuBP** ☐ **ATP**

e) Die ATP-Synthase wird vom Rückfluss der _____ angetrieben. ☐ **Protonen** ☐ **Elektronen**

2 Setze ein: NADPH, ATP, Licht.

a) Das Fotosystem II nutzt _____ als Energiequelle.

b) Die Lichtreaktionen liefern _____ und _____ für den Calvin-Zyklus.

3 Stimmt der Satz? Schreibe falsche Sätze richtig auf.

a) Die ATP-Synthase sitzt in der Thylakoidmembran. ☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

b) Die Reduktionsphase braucht kein ATP. ☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

c) Ein Granum ist ein Stapel von Thylakoiden. ☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

d) Die Primärreaktionen laufen im Stroma ab. ☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

●●○ Standard

Anwenden

4 Kreuze an.

a) Für 1 CO_2 braucht der Calvin-Zyklus _____ ATP. ☐ **5** ☐ **3**

b) Von 6 GAP bleibt _____ als Gewinn. ☐ **5** ☐ **1**

c) C4-Pflanzen fixieren CO_2 zuerst mit der _____. ☐ **PEP-Carboxylase** ☐ **ATP-Synthase**

d) Bei Lichtentzug _____ die PGA-Menge. ☐ **sinkt** ☐ **steigt**

5 Stimmt der Satz? Schreibe falsche Sätze richtig auf.

a) Der Calvin-Zyklus läuft im Dunkeln unbegrenzt weiter. ☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

b) Die Gesamtgleichung lautet $6\ CO_2 + 6\ H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2$. ☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

c) C4-Pflanzen brauchen weniger ATP je CO_2 als C3-Pflanzen. ☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

d) Ein Tracer ist ein markiertes Atom, dessen Weg man verfolgt. ☐ **stimmt** ☐ **stimmt nicht**

6 Setze ein: 18; 12; 9.

a) 3 CO_2 brauchen _____ ATP.

b) 6 CO_2 brauchen _____ ATP.

c) 6 CO_2 brauchen _____ NADPH.

7 Rechne und erkläre.

a) Bei den Primärreaktionen entstehen 4 O_2. Wie viele NADPH entstehen höchstens?

b) Der Thylakoidinnenraum hat pH 5, das Stroma pH 8. Um welchen Faktor ist die H^+-Konzentration innen höher?

c) Berechne den ATP-Bedarf einer C4-Pflanze für 6 CO_2 (5 ATP je CO_2) und vergleiche mit C3.

d) Nach 2 s sind 80 % der Markierung in PGA, nach 30 s nur 20 %. Was folgt daraus?

●●● Plus

Vertiefen

8 Schreibe ganze Sätze.

a) Erkläre, warum für die Reduktion von $NADP^+$ zwei Lichtanregungen nötig sind. Vor allem für den Leistungskurs.

b) Vergleiche Mitochondrium und Chloroplast in drei Punkten. Vor allem für den Leistungskurs.

c) Nach Lichtentzug steigt PGA und RuBP sinkt. Erkläre.

d) Begründe, warum C4-Pflanzen in heißem, trockenem Klima im Vorteil sind. Vor allem für den Leistungskurs.

e) Nenne eine Stärke und eine offene Frage bei der Optimierung der Fotosynthese. Vor allem für den Leistungskurs.

Kannst du das schon?

Kreuze an, wie sicher du dich fühlst. Hier gibt es kein Richtig oder Falsch.

Ich kann …	sicher	fast	noch nicht
Ich beschreibe die Primärreaktionen in der Thylakoidmembran.	☐	☐	☐
Ich erkläre den Calvin-Zyklus mit seinen drei Phasen.	☐	☐	☐
Ich rechne den ATP- und NADPH-Bedarf aus.	☐	☐	☐
Ich werte Tracer-Daten aus und vergleiche C3- und C4-Pflanzen.	☐	☐	☐

Tipp: Bei „noch nicht“ schau dir „Kurz erklärt“ vorne im Heft noch einmal an oder scanne den Code auf dem Deckblatt. Dann probierst du die Aufgaben noch einmal.

Lösungen

Erst selbst lösen, dann vergleichen. Bei vielen Aufgaben steht die Begründung dabei.

●○○ Basis: Wissen sichern

1 Kreuze an.

a) Thylakoidmembran

→ Dort sitzen die Fotosysteme.

b) Stroma

→ Dort liegen die Enzyme.

c) Wasser

→ Es wird am Fotosystem II gespalten.

d) RuBP

→ RuBP ist der CO_2-Akzeptor.

e) Protonen

→ Der Protonengradient ist die Antriebskraft.

2 Setze ein: NADPH, ATP, Licht.

a) Das Fotosystem II nutzt **Licht** als Energiequelle.

b) Die Lichtreaktionen liefern **ATP** und **NADPH** für den Calvin-Zyklus.

3 Stimmt der Satz? Schreibe falsche Sätze richtig auf.

a) Stimmt.

b) Stimmt nicht. Richtig: Die Reduktionsphase braucht ATP und NADPH.

c) Stimmt.

d) Stimmt nicht. Richtig: Die Primärreaktionen laufen an der Thylakoidmembran ab.

●●○ Standard: Anwenden

4 Kreuze an.

a) 3

→ Reduktion und Regeneration zusammen.

b) 1

→ Die anderen 5 bilden RuBP zurück.

c) PEP-Carboxylase

→ Sie bindet CO_2 an PEP.

d) steigt

→ PGA wird nicht mehr reduziert.

5 Stimmt der Satz? Schreibe falsche Sätze richtig auf.

a) **Stimmt nicht. Richtig: Ohne Licht fehlen ATP und NADPH, der Zyklus steht bald still.**

b) **Stimmt.**

c) **Stimmt nicht. Richtig: C4-Pflanzen brauchen mehr ATP: etwa 5 statt 3 je CO_2.**

d) **Stimmt.**

6 Setze ein: 18; 12; 9.

a) **3 CO_2 brauchen 9 ATP.**

b) **6 CO_2 brauchen 18 ATP.**

c) **6 CO_2 brauchen 12 NADPH.**

7 Rechne und erkläre.

a) **4 O_2 liefern 16 Elektronen. Je 2 Elektronen ergeben 1 NADPH. Also 8 NADPH.**

→ Elektronen je O_2: 4.

→ Je NADPH: 2 Elektronen.

b) **Die Differenz ist 3 pH-Einheiten, also 10^3 = 1000-mal höher.**

→ pH-Differenz.

→ Faktor 10 je Einheit.

c) **C4: 6 · 5 = 30 ATP. C3: 6 · 3 = 18 ATP. C4 braucht 12 ATP mehr.**

→ Beide berechnen.

→ Differenz bilden.

d) **PGA ist ein frühes Produkt, es entsteht zuerst aus dem markierten CO_2 und wird später zu anderen Stoffen umgesetzt.**

→ Was zuerst markiert ist, entsteht zuerst.

●●● Plus: Vertiefen

8 **Schreibe ganze Sätze.**

a) **Die Elektronen müssen vom Wasser mit etwa +0,82 V zum $NADP^+$ mit etwa –0,32 V gebracht werden. Eine Anregung reicht dafür nicht, weil die Elektronen danach in der Kette abfallen und ihre Energie für die Protonenpumpe abgeben. Erst die zweite Anregung hebt sie hoch genug.**

→ Potenziale.

→ Abstieg in der Kette.

→ Zweite Anregung.

b) **Beide nutzen Elektronentransport, Protonengradient und ATP-Synthase. Im Mitochondrium kommen die Elektronen aus Nährstoffen und gehen an O_2, im Chloroplasten kommen sie aus Wasser und gehen an $NADP^+$. Im Chloroplasten ist Licht die Energiequelle.**

→ Gemeinsames Prinzip.

→ Elektronenquelle und Endakzeptor.

→ Energiequelle.

c) **Ohne Licht fehlen ATP und NADPH, daher wird PGA nicht mehr zu GAP reduziert und RuBP nicht mehr aus GAP gebildet. Die Fixierung verbraucht aber noch RuBP und bildet PGA.**

→ Was fehlt ohne Licht?

→ Was läuft noch weiter?

d) **Bei Hitze schließen Pflanzen die Spaltöffnungen, im Blatt sinkt das CO_2 und die Photorespiration steigt. C4-Pflanzen pumpen CO_2 an die Rubisco und mindern diesen Verlust. Dafür brauchen sie mehr ATP, was bei viel Licht tragbar ist.**

→ Problem bei Hitze.

→ Lösung C4.

→ Preis.

e) **Stärke: Mehr Ertrag je Fläche könnte die Ernährung verbessern. Offene Frage: Folgen für Wildpflanzen und der gerechte Zugang zum Saatgut sind noch zu klären.**

→ Eine Perspektive für den Nutzen.

→ Eine Perspektive mit Frage.