

Zuckerrohr

KATJA FRANK

Online-Ergänzung

Zuckerrohr

Zuckerrohr ist eine Pflanze aus der Familie der Süßgräser und ist der wichtigste Rohstofflieferant für die Herstellung von Haushaltszucker.

Nutzen Sie die Materialien zur Bearbeitung der folgenden Aufgaben.

1. Stellen Sie die Vorgänge der Lichtreaktion ausführlich in einem zusammenhängenden Text unter Verwendung der entsprechenden Fachbegriffe dar.
2. Zeichnen Sie in einem Diagramm die Fotosynthese-Leistung einer C4-Pflanze (durchgezogene Linie) und einer C3-Pflanze (gestrichelte Linie).
3. Erklären Sie die Fotosynthese-Leistung einer C3-Pflanze unter Hitzebelastung in der Zeit von 6 bis 18 Uhr.
4. Beschriften Sie in Ihrem Heft die Strukturen 1 bis 6 des im Material 4 gezeigten Blattquerschnittes einer C3-Pflanze. Vergleichen Sie C3- und C4-Pflanze bzgl. ihres Blattaufbaus hinsichtlich zweier Unterschiede.
5. Beschreiben Sie die spezielle CO₂-Fixierung der Zuckerrohr-Pflanze und erklären Sie in diesem Zusammenhang den sich für die Pflanze ergebenden Vorteil.

Material 1

Zucker versüßt Menschen auf der ganzen Welt das Leben. Es gibt viele Arten von Zuckern, doch der heute bekannteste ist die Saccharose, die man aus Zuckerrohr (Bild rechts) und Zuckerrübe gewinnt.

Zuckerrohr mit dem botanischen Namen *Saccharum officinarum* wächst bei möglichst viel Sonne und hohen Temperaturen schneller als die meisten anderen Pflanzen.

Durch den so genannten C4-Weg der Fotosynthese kann es Sonnenenergie effektiv wie kaum eine andere Pflanzenart in Biomasse umwandeln. Gemessen an seinem enorm hohen Zuwachs nutzt es das Wasser sehr effektiv.



Quelle: www.lateinamerika-studien.at

Material 2

Einige Pflanzenarten, die sonnige und heiße Standorte besiedeln, haben sich in besonderer Weise an die Lebensbedingungen angepasst. Diese Pflanzen (z. B. Mais und Zuckerrohr) schlagen den C4-Weg der Fotosynthese ein, bei dem das erste Produkt der CO₂-Fixierung ein C4-Körper (Malat) ist.

Die meisten anderen Pflanzen (C3-Pflanzen) beschreiten einen Stoffwechselweg, bei dem ein C3-Körper das erste Produkt der CO₂-Fixierung ist. Bei den C4-Pflanzen wird CO₂ an Phosphoenolpyruvat (PEP) gebunden. Die Reaktion wird von dem Enzym Phosphoenolpyruvat-Carboxylase (PEP-CO), das auch noch bei sehr niedrigen CO₂-Konzentrationen Kohlenstoffdioxid fixieren kann, katalysiert.

Material 3

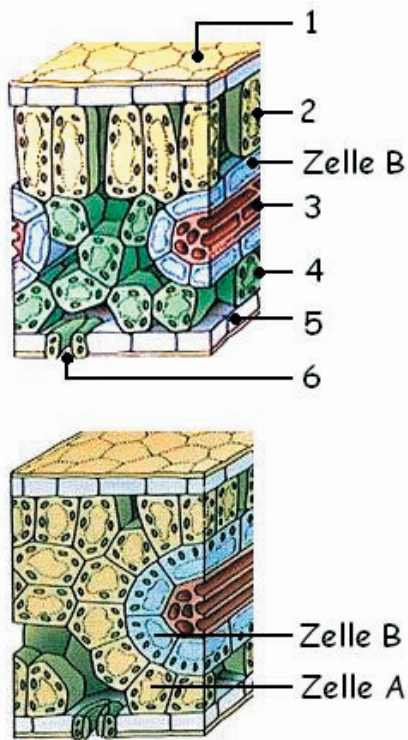
Die folgende Tabelle zeigt die idealisierten Werte der Fotosyntheseleistung einer C3- und einer C4-Pflanze an einem heißen Tag. Gemessen wurde 24 Stunden lang. In der Zeit von 18 bis 6 Uhr herrschte Dunkelheit.

Uhrzeit	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	2	4	6
Relative O ₂ -Abgabe einer C4-Pflanze	-1	1	3	4	3	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
Relative O ₂ -Abgabe einer C3-Pflanze	-1	0,5	1,5	0,5	1,5	0,5	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1

Material 4

Dargestellt sind jeweils der Blattquerschnitt einer C₃-Pflanze (oben) und einer C₄-Pflanze (unten).

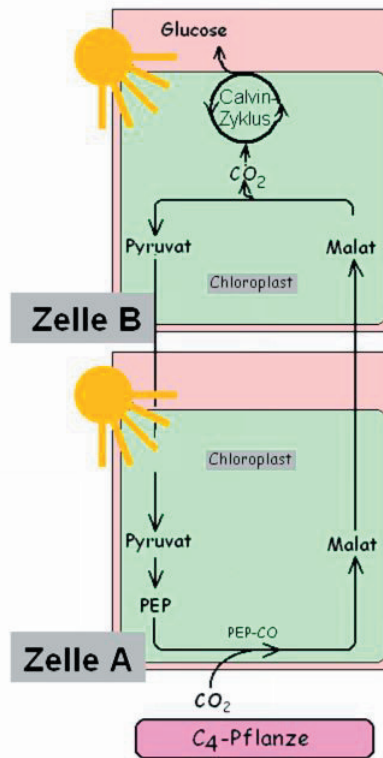
Die Zelle B bezeichnet man als Leitbündelscheidezelle.



Quelle: www.biokurs.de (verändert)

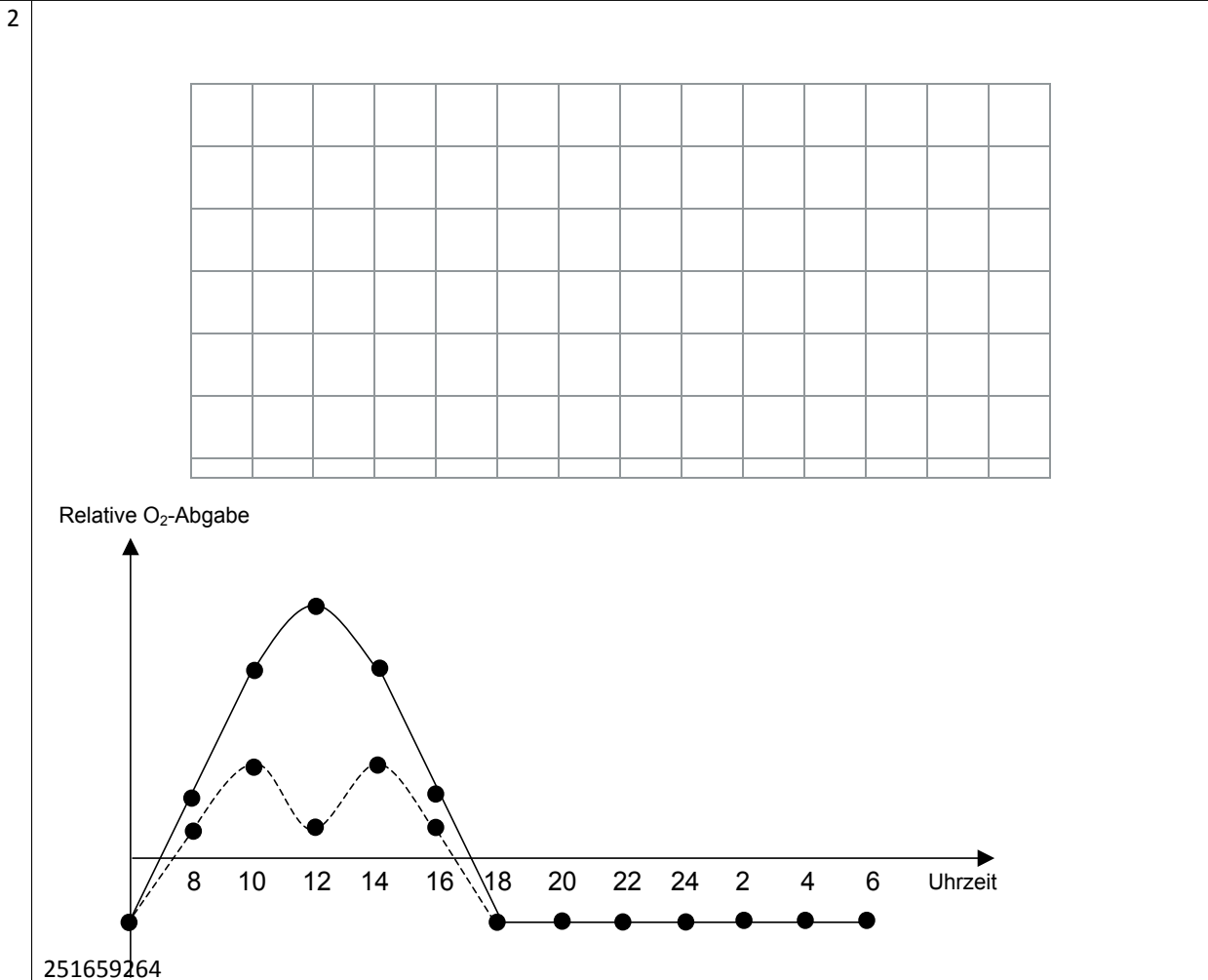
Material 5

Gezeigt ist das Verlaufsschema der Reaktionen der CO₂-Fixierung einer C₄-Pflanze.



Musterlösung zur Aufgabe Zuckerrohr

1 In der Thylakoidmembran der Chloroplasten befinden sich zwei Fotosysteme (FS I und FS II). Dies sind Komplexe aus Chlorophyll und anderen Farbstoffmolekülen (Pigmente). FS II und FS I absorbieren Licht. Dadurch wird Wasser gespalten. Diese als Fotolyse bezeichnete Reaktion setzt den Sauerstoff der Fotosynthese frei: $2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4 \text{H}^+ + 4 \text{e}^-$. Die Elektronen werden über einen Proteinkomplex ins Stroma transportiert. Die bei der Fotolyse des Wassers fortlaufend gebildeten H^+ -Ionen führen zu einem Protonengradienten. Es besteht also ein Gefälle zwischen relativ hoher H^+ -Konzentration im Thylakoidinnenraum und niedriger H^+ -Konzentration im Stroma. Dieses Konzentrationsgefälle führt zum Ausströmen von Protonen durch einen Kanal der ATP-Synthase. Die dabei frei werdende Energie wird zur Bildung von ATP genutzt. Dieser Vorgang wird als Fotophosphorylierung bezeichnet.



3 von 6 bis 10 Uhr Anstieg der FS-Leistung durch zunehmende Tageswärme und Sonneneinstrahlung, bis 12 Uhr sinkt die FS-Leistung wieder, da die Pflanzen durch die hohe Hitzebelastung ihre Spaltöffnungen schließen (keine CO₂-Aufnahme mehr!), um den Wasserverlust durch Transpiration möglichst gering zu halten
 bis 14 Uhr kann die FS-Leistung wieder steigen, da mit abnehmender Hitze sich die Spaltöffnungen wieder öffnen
 bis 18 Uhr Sinken der FS-Leistung durch geringere Sonneneinstrahlung
 von 18 bis 6 Uhr negative Werte, d. h. Sauerstoff wird verbraucht, da durch die Dunkelheit keine FS stattfinden kann und somit nur die sauerstoffverbrauchende Zellatmung abläuft

4 1: obere Cuticula
 2: Palisadenparenchymzelle

	3: Leitbündel 4: Schwammparenchymzelle 5: Epidermis 6: Spaltöffnung
5	<p>In der Zelle A katalysiert das Enzym PEP-CO die Anlagerung von CO₂ an PEP. Dadurch bildet sich der C4-Körper Malat. Dieses Malat geht in die Zelle B (Leitbündelscheidenzelle) über. Dort wird aus Malat wieder CO₂ freigesetzt, das dann in den Calvin-Zyklus eingeschleust wird. Der übrig gebliebene C3-Körper Pyruvat gelangt zurück in die Zelle A und wird dort in PEP umgewandelt, das erneut CO₂ anlagern kann.</p> <p>Durch diese räumliche Trennung von CO₂-Fixierung und CO₂-Einschleusung in den Calvin-Zyklus ist es der Pflanze mit Hilfe der PEP-CO, die Kohlenstoffdioxid auch bei geringeren Konzentrationen effektiv fixieren kann, eine hohe Fotosynthese-Leistung selbst bei hoher Hitzebelastung und damit geschlossenen Spaltöffnungen zu erreichen.</p>

Hinweis zu Aufgabe 1:

Der Erwartungshorizont ist als Vorschlag zu bewerten.

Je nach unterrichtetem Stoff können auch andere Lösungen als richtig gewertet werden.

KATJA FRANK, Sermlinger Straße 28, 66798 Wallerfangen, Lehrerin für Biologie und Chemie am Albert-Schweitzer-Gymnasium, Dillingen/Saar, katja_frank@gmx.de