

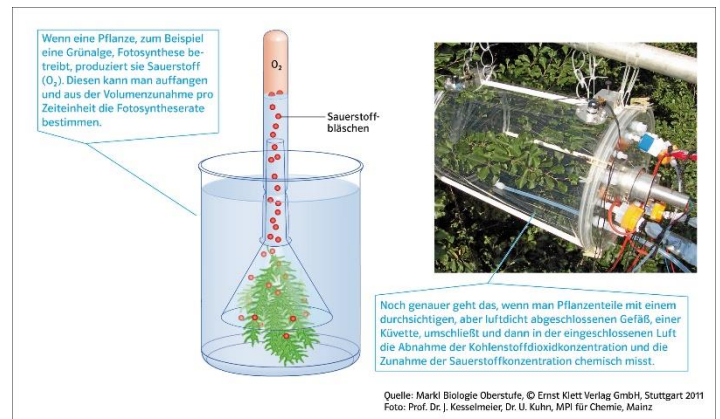
Licht, CO₂ und Temperatur beeinflussen die Fotosyntheseleistung

Wenn Gärtner ihre Gemüse oder Zierpflanzen in Gewächshäusern heranziehen, wollen sie optimale Bedingungen für das Wachstum schaffen. Daher sorgen sie für ausreichende Bewässerung und Luftfeuchte, regulieren die Lichtstärke durch Zusatzbeleuchtung oder Abschattung und die Temperatur durch Heizen oder Belüften.

Es ist klar, dass bei mangelnder Wasserversorgung die Fotosyntheseaktivität zum Erliegen kommt. Aber wie wirken sich die anderen Faktoren auf die Fotosynthese insgesamt aus?

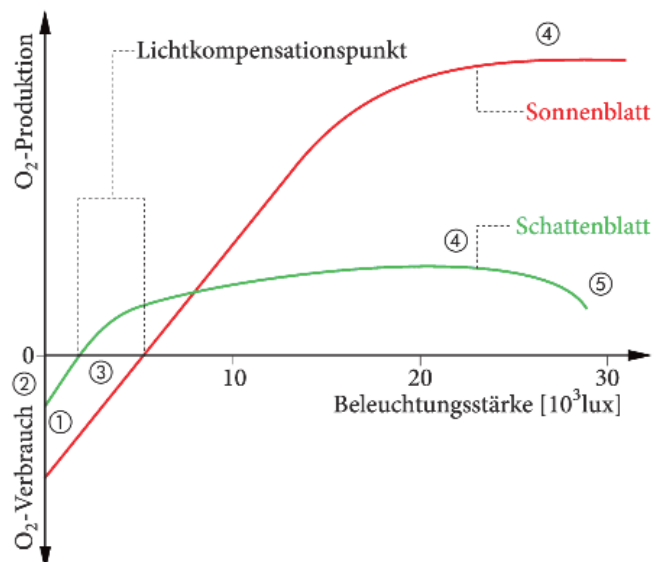
Die Fotosyntheserate kann über die Bildung von Sauerstoff (O₂) oder den Verbrauch von CO₂ gemessen werden. Berücksichtigen muss man dabei natürlich, dass auch Pflanzen Zellatmung betreiben, wobei O₂ verbraucht und CO₂ gebildet wird.

Der Einfluss des Lichts auf die Fotosyntheseleistung



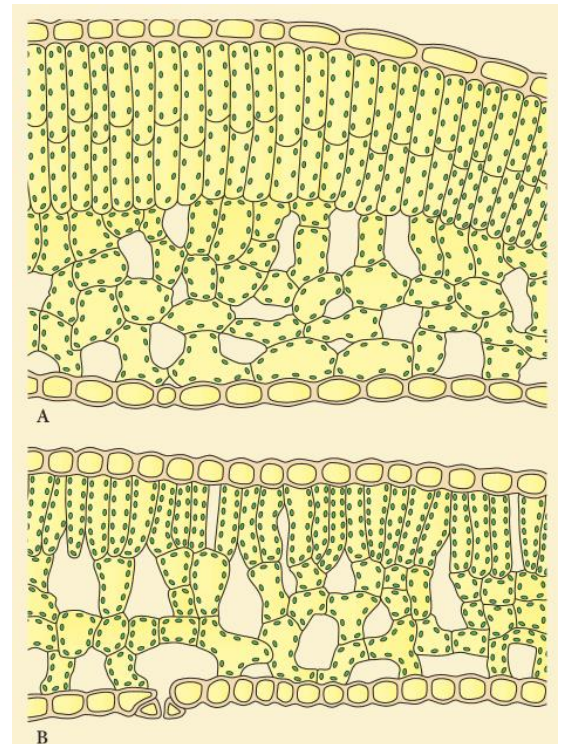
Die Fotosynthese ist primär von der Anzahl der Lichtquanten, die pro Zeiteinheit auf eine bestimmte Blattfläche fallen, der Lichtintensität, abhängig (Abb. 186.2). Bei einer Lichtintensität von Null, also im Dunkeln ist keine Fotosynthese möglich ①. Aufgrund der Zellatmung wird dann Sauerstoff verbraucht ②. Bei steigender Lichtintensität steigt proportional auch die Fotosyntheserate. Aber erst bei einer bestimmten Lichtintensität gleicht die fotosynthetische Sauerstoffproduktion den Sauerstoffverbrauch durch die Zellatmung aus ③. Diese für die Pflanze bedeutsame Lichtintensität wird Lichtkompensationspunkt genannt. Danach steigt die Fotosyntheserate weiter mit der Lichtintensität an, bis ein Maximum, die sogenannte Lichtsättigung ④ erreicht ist.

Bei weiteren Steigerungen der Lichtintensität über die Lichtsättigung hinaus kann die Fotosyntheserate durch strahlungsbedingte Schädigung des Pflanzengewebes sogar wieder sinken ⑤.



186.2 Abhängigkeit der Fotosyntheserate von der Lichtintensität

Die Blätter eines Baumes sind an die jeweiligen Lichtverhältnisse angepasst. Der Sonne abgewandte Schattenblätter besitzen eine große Blattspreite, sodass viel Licht auftreffen kann. Da tiefer liegende Zellschichten im Blatt vom Licht nicht mehr erreicht werden, besitzen sie nur ein einschichtiges Palisadengewebe (→ S. 170). Der Sonne zugewandte Sonnenblätter hingegen weisen ein mehrschichtiges Palisadengewebe und eine kleine Blattspreite auf. Das Licht kann tiefer in das Blatt eindringen, sodass auch in tieferen Schichten noch eine positive Stoffbilanz vorliegt. Ein Schattenblatt erreicht den Lichtkompensationspunkt bei einer niedrigeren Lichtintensität ③, kommt also mit deutlich weniger Licht aus. Andererseits erreicht die Fotosyntheserate schon bei relativ niedrigen Lichtintensitäten den Sättigungsbereich. Bei höheren Lichtintensitäten ist ein Sonnenblatt viel produktiver als ein Schattenblatt.



Gleiches gilt auch für Schatten- und Sonnenpflanzen. Schattenpflanzen, wie das Usambaraveilchen, sind bei Schwachlicht den Sonnenpflanzen überlegen, da sie bereits bei geringer Lichtintensität, an einer weniger hellen Ecke einer Wohnung, eine positive Stoffbilanz aufweisen. Ihre maximale Fotosyntheserate bleibt aber im Vergleich zu Sonnenpflanzen gering. Werden Schattenpflanzen einer zu hohen Lichtintensität ausgesetzt, ist ihr Fotosyntheseapparat sozusagen ausgelastet und kann keine weiteren Lichtquanten mehr absorbieren. Sonnenpflanzen, wie Kakteen, können hingegen nur an hellen Südfenstern gedeihen.

Erläutern Sie, was man unter dem **Lichtkompensationspunkt** versteht.

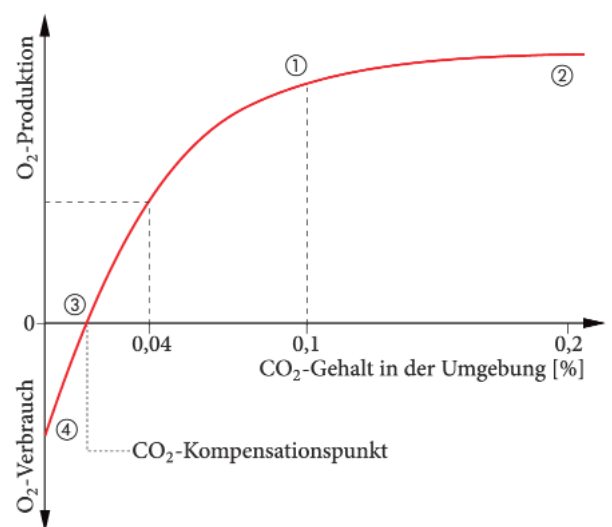
Erklären Sie die Abhängigkeit der Fotosyntheserate von der Lichtintensität anhand der Abbildung 186.2. Gehen Sie auf die Unterschiede zwischen Sonnen- und Schattenblättern ein.

Der Einfluss der CO₂-Konzentration auf die Fotosyntheseleistung

Wenn Gärtner ihre Gemüse oder Zierpflanzen in Gewächshäusern heranziehen, wollen sie optimale Bedingungen für das Wachstum schaffen. Daher sorgen sie für ausreichende Bewässerung und Luftfeuchte, regulieren die Lichtstärke durch Zusatzbeleuchtung oder Abschattung und die Temperatur durch Heizen oder Belüften.

Es ist klar, dass bei mangelnder Wasserversorgung die Fotosyntheseaktivität zum Erliegen kommt. Aber wie wirkt sich der CO₂-Gehalt auf die Fotosynthese insgesamt aus?

Erhöht ein Gärtner im Gewächshaus durch Begasung den Kohlenstoffdioxidgehalt auf 0,1 Prozent so lässt sich zum Beispiel bei Gurken die Fotosyntheserate nahezu verdreifachen ①. Eine weitere Erhöhung des CO₂-Gehalts in der Luft bringt jedoch keine weitere Steigerung der Fotosyntheserate mehr. Eine Sättigung ist erreicht ②. Im Blattinneren kann die Kohlenstoffdioxidkonzentration bedingt durch die Fotosynthese bei geschlossenen Stomata absinken, da CO₂ nicht nachströmen kann. Wenn dann die Fotosynthese- und Dissimilationsrate gleich sind, wird genau so viel CO₂ über die Zellatmung abgegeben wie bei der Fotosynthese aufgenommen und fixiert wird. Der CO₂-Kompensationspunkt ③ ist erreicht. An diesem Punkt ist die Nettofotosynthese gleich null. Sinkt die Fotosyntheserate unter den Kompensationspunkt ab ④, überwiegt die Zellatmung und die Pflanze kann auf Dauer nicht überleben.

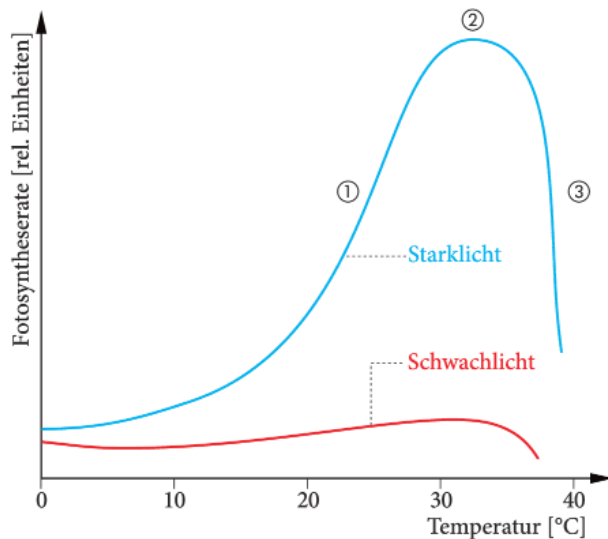


186.1 Abhängigkeit der Fotosyntheserate vom Kohlenstoffdioxidgehalt in der Luft

Erläutern Sie, was man unter dem **CO₂-Kompensationspunkt** versteht.

Erklären Sie die Abhängigkeit der Fotosyntheserate von der CO₂-Konzentration anhand der Abbildung 186.1.

Der Einfluss der Temperatur auf die Fotosyntheseleistung



187.1 Abhängigkeit der Fotosyntheserate von der Temperatur bei verschiedenen Lichtintensitäten

Mit steigender Temperatur nimmt die Fotosyntheserate einer Pflanze in der Regel zu, bis beim Temperaturoptimum ein Maximum der Fotosyntheserate erreicht wird. Steigt die Temperatur weiter an, so nimmt die Fotosyntheserate wieder ab und erreicht schließlich das Temperaturmaximum. Die Temperaturabhängigkeit der Fotosynthese wird bei den meisten Pflanzen besonders deutlich bei hoher Lichtintensität (Abb. 187.1). Bei hoher Lichtintensität steigt die Fotosyntheserate mit zunehmender Temperatur stark an ①. Sie erreicht das Optimum ② und fällt dann wieder ab ③. Dieser Kurvenverlauf ist für enzymatische Reaktionen typisch. Die Geschwindigkeiten der enzymatischen Reaktionen des CALVIN-Zyklus bestimmen die Geschwindigkeit der gesamten Fotosynthese. Bei geringer Lichtintensität hat die Erhöhung der Temperatur praktisch keinen Einfluss auf die Fotosyntheserate. In diesem Fall ist das Licht der limitierende Faktor für die lichtabhängigen Reaktionen, die somit die Fotosyntheserate beschränken.

Das Temperaturoptimum bei Pflanzen unserer Breiten liegt zwischen 20 und 30 Grad Celsius, das Temperaturminimum um Null Grad Celsius. Lediglich wintergrüne Pflanzen wie Nadelhölzer, Wintergetreide oder Feldsalat sind auch noch unterhalb des Gefrierpunktes fotosynthetisch aktiv. Bei tropischen Pflanzen liegt das Temperaturoptimum deutlich höher und bei Pflanzen nördlicher Breiten entsprechend niedriger. Daraus wird deutlich, dass die Pflanzen der verschiedenen Klimazonen durch ihre Lage der Temperaturoptima an die herrschenden Temperaturverhältnisse angepasst wurden.

Erläutern Sie die Abhängigkeit der Fotosyntheserate von der Temperatur bei unterschiedlichen Lichtverhältnissen anhand der Abbildung 187.1.

Tannenbäume sind im Winter fotosynthetisch aktiv. Entwickeln Sie den Verlauf der Temperaturabhängigkeitskurve samt Temperaturoptimum.