

Das Kraftwerk der Pflanzen

Der größte Unterschied zwischen Tier und Pflanze fällt sofort ins Auge. Die Pflanzen sind grün, die Tiere nicht. Die grüne Pflanzenzelle enthält eine Vielzahl farbiger Pigmente, grüne Farbstoffe wie das Chlorophyll A und das Chlorophyll B und andere rote bis gelbe Farbstoffe wie die verschiedenen Karotine.

Die Farbmoleküle in der Zelle sind organisiert in einer Vielzahl von runden Körperchen, den Chloroplasten (Chloros=grün, plastos=Form).

Im Labor ist es möglich eine Pflanzenzelle so vorsichtig zu öffnen, daß die Chloroplasten unbeschadet isoliert werden können. Bringt man eine Lösung aus den abgetrennten Chloroplasten in ein Reagenzglas, verschliesst es und bestrahlt es mit Licht, kann man folgendes feststellen: Der Kohlendioxidgehalt über der Flüssigkeit sinkt und der Sauerstoffgehalt steigt. In der Lösung reichern sich Zucker (und Stärke) an.

Die Chloroplasten können also eigenständig Photosynthese betreiben. Die Chloroplasten haben alle Hilfsmittel, alle Enzyme vereint, um unabhängig von der Pflanzenzelle das Licht aufzufangen und in Zuckerenergie umzusetzen. **Die Chloroplasten sind die Lichtzentrale und das Kraftwerk der Pflanze.** Nur hier findet die Photosynthese statt.

Photosynthese heißt:

Wasser wird durch Licht verbrannt. Dies bringt Energie, die gebraucht wird, um aus Kohlendioxid Zucker aufzubauen. Sauerstoff ist das Abfallprodukt, das bei der Verbrennung entsteht und wird als Auspuffgas ausgestoßen.

Wasser + Kohlendioxid + Licht = Zucker + Sauerstoff



Zusammengefaßt sind die Teilnehmer der Photosynthese:

Wasser = Brennstoff, Kohlendioxid = Zuckerbaustein, Licht = Motor, Sauerstoff = Abfall.

Wird eine grüne Pflanzenzelle Licht ausgesetzt, beginnt sie sofort mit dem Aufbau von Zucker.

Diese Lichtreaktion kann nicht ein- und ausgeschaltet werden, die Pflanze kann einfach nicht anders. Die direkte Steuerung der Photosynthese durch die Pflanzen beschränkt sich auf die Kohlendioxidzufuhr über die Blattporen. Durch Öffnen der Poren an der Blattunterseite strömt mehr Kohlendioxid in das Blatt und durch Schließen der Poren wird der CO_2 -Strom unterbrochen. Langfristig kann eine Pflanze durch Wachstum die Blattoberfläche vergrößern und so die Photosyntheserate erhöhen oder Blätter absterben lassen und die Photosyntheserate vermindern. Letzteres geschieht bei Brennstoffmangel.

Die Photosynthese als solches ist ein automatischer Vorgang.

Der Pflanzzüchter kann auf die Photosynthese keinen Einfluß ausüben, aber er kann sie stützen, indem er dafür sorgt, daß sowohl Brennstoff (Wasser) als auch Baustein (Kohlendioxid) in optimalem Verhältnis vorhanden sind, und der Motor (das Licht) richtig eingestellt ist.

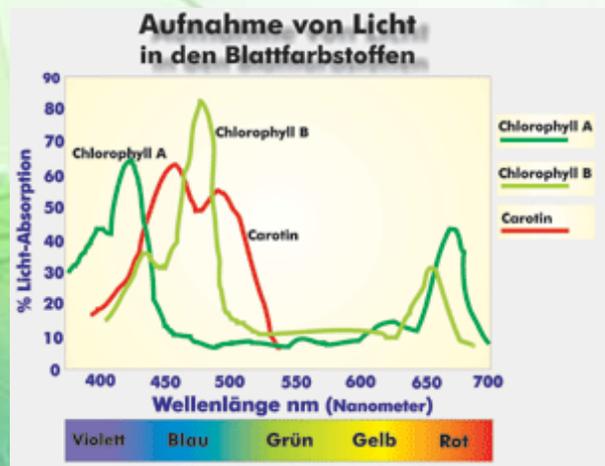
Licht, der Motor des Kraftwerks

Wir hatten im letzten Artikel gehört, daß der Farbstoff, das Chlorophyll vorwiegend die nicht-grünen Anteile des Lichts absorbiert. Darum wird das grüne Licht an der Oberfläche zurückgestrahlt und die Pflanzen erscheinen für unser Auge grün.

Auch hatten wir in diesem Artikel bereits erwähnt, **daß tatsächlich das gesamte Lichtspektrum, also auch die grünen Lichtanteile von der Pflanze weit genutzt werden.**

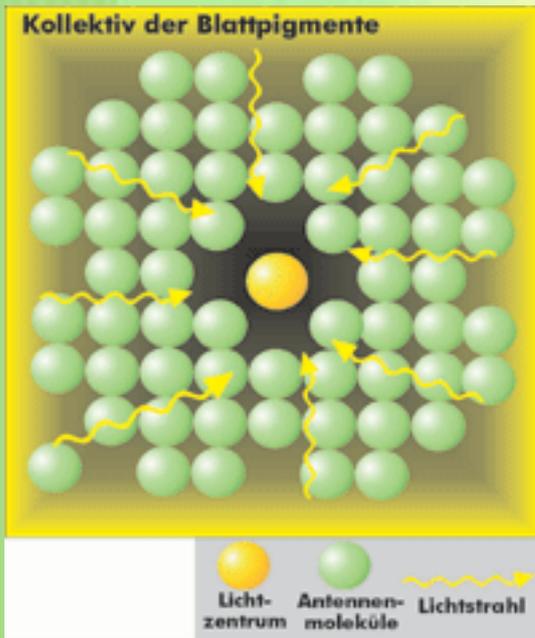
Dies erklärt sich so: Das Lichtspektrum ist nach Farben (also Wellenlängen) unterteilt und jede Farbe hat ein spezielles Energieniveau. Am energiereichsten ist das violette Licht, am wenigsten Energie besitzen die roten Strahlen. Beim Durchdringen des Gewirrs von Zellwänden und Chloroplasten werden die Lichtstrahlen wie in einem Spiegelkabinett hin und her geschossen und bei jeder Reflektion verlieren sie Energie und ändern die Farbe. So verlieren auch die grünen Lichtanteile Energie und werden gelb oder rot. Diese Lichtteilchen werden dann verwertet. In der Zeichnung ist die Lichtaufnahme der isolierten Farbpigmente (Chlorophyll und Carotin) im Vergleich zur tatsächlichen Lichtaufnahme der ganzen Pflanze noch einmal dargestellt.

Eine Pflanze enthält gigantisch viele Chloroplasten mit noch mehr Chlorophyllmolekülen darin - ein Blatt von 6cm^2 Fläche zirka 500 Millionen.



Nur eins von 300 bis 1000 Chlorophyllteilchen betreibt Photosynthese.

Auch bei Erhöhung der Lichtintensität ist maximal jedes 300ste Chlorophyll aktiv. Aber welchem Zweck dienen dann die anderen Chlorophyllteilchen?



Die Blattgrünpigmente arbeiten nicht jeder für sich sondern formen ein **Pigmentkollektiv**. Jedes Kollektiv besitzt ein Reaktionszentrum, das ist ein aktives Chlorophyll, das umgeben ist von 300 bis 1000 anderen, nicht photoaktiven Blattgrünteilchen. Auch die nicht-aktiven Pigmente absorbieren das Licht, schieben es aber weiter in Richtung Lichtzentrum. Die nicht-aktiven Chlorophyllteilchen dienen als Lichtantennen, als Lichtverstärker und als Lichtleiter.

Durch die Lichtkollektive ist gewährleistet, daß die Pflanzen auch bei wenig Licht genug Photosynthese betreibt, um ausreichend Zucker und somit ausreichend Lebensenergie aufzubauen.

Blätter, die nahe am Licht wachsen sind in der Regel kleiner als Blätter, die im Schatten z.B. in unteren Pflanzenregionen wachsen. M essen wir die Lichtstärke mit einem Luxmeter oben im Licht und unten in den Schattenregionen, dann sehen wir, daß nur noch ein Bruchteil Licht die Blattoberfläche eines Schattenblattes erreicht. **Trotzdem arbeitet ein Schattenblatt ebenso effektiv wie ein sonnenbeschienenes Blatt.**

Zur Verdeutlichung hier ein konkretes Rechenbeispiel:

Blatt in der Sonne:

Ein Blatt von 5,6 cm² verbraucht pro cm² 83 mg CO₂ an einem Tag und produziert 56 mg Zucker pro cm².

Dies ergibt eine Totalproduktion von 314 mg Zucker pro Blatt und Tag.

Blatt derselben Pflanze im Schatten:

Das Blatt ist größer (15 cm²) und verbraucht 36 mg CO₂ pro cm² und macht hiervon 24 mg Zucker pro cm².

Dies entspricht einer Totalproduktion von 359 mg Zucker pro Blatt und Tag.

Dieses Schattenblatt produziert sogar mehr Zucker als das Sonnenblatt. Wenig Licht wird durch Vergrößerung der Oberfläche kompensiert und Lichtverstärkung durch Anreicherung der Antennenpigmente (bis zu 1000 pro Lichtzentrum) erreicht. Dies ist sichtbar an der dunkelgrünen Blattfarbe der Schattenblätter.

Jedes Blatt einer Pflanze ist auf die herrschenden Lichtbedingungen angepaßt und das Pigmentkollektiv hierfür entwickelt. Darum gerät eine Pflanze in **Streß**, wenn plötzlich der Lichteinfall verändert wird indem große Blätter radikal entfernt oder der Standort verändert wird. Dann müssen die Pigmentkollektive aller Blätter anpaßt werden. Wenn die Stärke des Lichtes plötzlich erhöht wird, indem man die Lampen zu tief hängt oder eine neue Birne während eines Pflanzenzyklus einsetzt, entsteht extremer **Streß** für die Pflanze. Sollte dies einmal echt nötig sein, die Lampen erstmal höher hängen und innerhalb einiger Tage sacken lassen, so können die Pflanzen langsam an das Licht gewöhnen.

Bei zuviel Licht kann die Photosynthese überoptimal laufen so daß mehr Zucker produziert wird, als die Pflanze verarbeiten kann. Dann entsteht Transportstau und die Photosynthese stoppt, indem alle Blattoeporen geschlossen werden und der Baustein Kohlendioxid nicht mehr aufgenommen wird. Das bedeutet Wachstumsstopp, bis die Normalsituation wieder hergestellt ist, d.h. die Pflanze sich angepaßt hat. Ein anderes Problem bei Erhöhung der Lichtstärke kann entstehen, wenn mehr Licht auf die Pflanze kommt, aber die Luftzufuhr (Kohlendioxid), die kühlende Ventilation und die Wasser- und Düngegaben gleich bleiben. Dann werden die Pflanzen auch trotz mehr Licht nicht besser. Die Pflanze nutzt das Licht nicht nur zur Energiegewinnung, Licht ist in vielen Reaktionen auch Schalter und Informationsträger. Die Dauer des Lichtes bzw. der Dunkelheit bestimmen bei vielen Pflanzen die Stimulierung der Blüte.

Die Intensität des Lichtes bestimmt hingegen wie lang die Stängel werden und wieviel Seitentriebe entstehen. Licht hat auch noch ganz spezielle Schalfunktionen, z.B. das Auslösen der Saatkeimung.

Da diese Funktionen sehr komplex sind, führt es an dieser Stelle zu weit.

Fortsetzung in Artikel 10.