

### Wasser als Brennstoff der Pflanzen

Wasser ist das Benzin der Photosynthese. Neben seinen anderen Funktionen wie Stabilisierung der Pflanze, Transport- und Lösemittel für Dünger und Baustein für viele Stoffe, ist es auch der Brennstoff, der die Lichtenergie in materielle Energie umsetzt.

Ebenso wie das Benzin im Motor wird auch das Wasser bei der Photosynthese verbrannt und in seine Elemente zerlegt. Tatsächlich spaltet die Lichtenergie das Wasser ( $H_2O$ ) in Wasserstoff (H) und Sauerstoff (O) auf. Der Sauerstoff wird als Auspuffgas ausgeatmet, der Wasserstoff enthält die chemische Energie. Zur Erinnerung die Photosynthesegleichung: Wasser und Kohlendioxid und Licht bilden Zucker und Sauerstoff.

Um Wasser in seine Elemente zu spalten, ist enorm viel Energie nötig. Temperatur allein genügt nicht. In der chemischen Praxis ist eine minimale elektrische Spannung notwendig um diese Wasserspaltung (oder Hydrolyse) durchzuführen. Das größte Problem für die Pflanze ist es dabei, die entstehenden Gase, Wasserstoff und Sauerstoff, voneinander getrennt zu halten.

Vielleicht kennt der Eine oder Andere die **Knallgasreaktion** aus dem Chemieunterricht. Hierbei wird Wasserstoffgas und Sauerstoffgas in ein umgestülptes Glas geleitet und durch einen kleinen Energiestoß (Flamme) wird eine heftige, laute Reaktion ausgelöst. Am Glas setzt sich dabei sehr viel frisch entstandenes Wasser ab, es ist danach richtig feucht. Der Knall zeigt, daß es sich hierbei um eine Reaktion handelt, bei der Energie frei wird. Das Wasser ist also lieber vereinigt und weniger lieber in seine Elemente zerlegt. Darum bedeutet es (zumindest für unser menschlich-wissenschaftliches Verständnis) eine ungeheure Leistung, um ohne viel Aufwand zu jeder Sekunde des Tages das stabile Wasser auseinander zu spalten. Solange Licht vorhanden ist, daß konnten wir im vorigen Artikel hören, betreibt eine Pflanze Photosynthese. Solange die Photosynthese läuft, wird Wasser verbrannt.

Wichtig für uns ist, daß eine Pflanze tagsüber viel Wasser verbrennt, nachts hingegen keins.

### CO<sub>2</sub> - Baustein des Lebens

Die Energie aus der Wasserverbrennung wird verwendet um Zucker aufzubauen. Der Baustein der Zuckermoleküle ist das Kohlendioxid. **Die Synthese von Zucker aus CO<sub>2</sub> bedeutet eine Umwandlung von toter anorganischer in biologische Materie.**

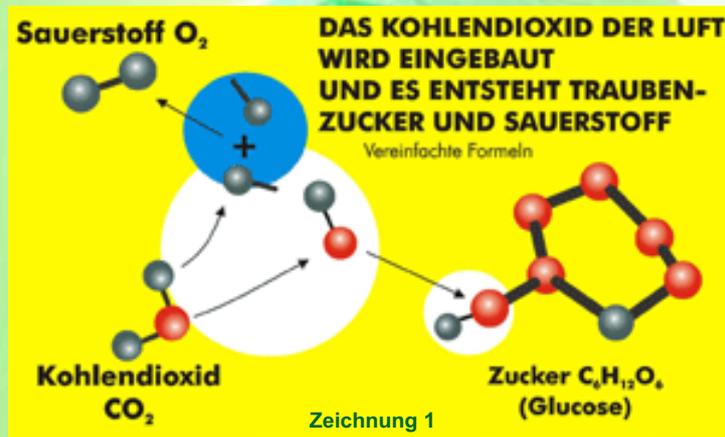
#### Wie setzt sich die Luft zusammen?

99% der Luft besteht aus Stickstoff und Sauerstoff. Diese 99% sind verteilt auf 78vol% Stickstoff und 21 vol% Sauerstoff. In dem restlichen 1% Luft befindet sich dann zu einem kleinen Teil auch Kohlendioxidgas. Insgesamt enthält die Luft nur 0,03 vol% Kohlendioxidgas.

Trotz seiner niedrigen Konzentration ist das Kohlendioxid **DER BAUSTEIN DES LEBENS**. Alle organische Materie, vom Zucker über die Eiweiße, die Haare, die Haut, die Augen, alles ist ursprünglich aus dem Kohlendioxid der Luft entstanden. Nur Pflanzen sind in der Lage aus "toter" anorganischer Materie lebendige Moleküle zu bilden. Tiere und der Mensch tun nichts weiter, als die Pflanzen (oder andere Tiere) zu fressen und die aufgenommene Nahrung in körpereigene Stoffe umzubasteln.

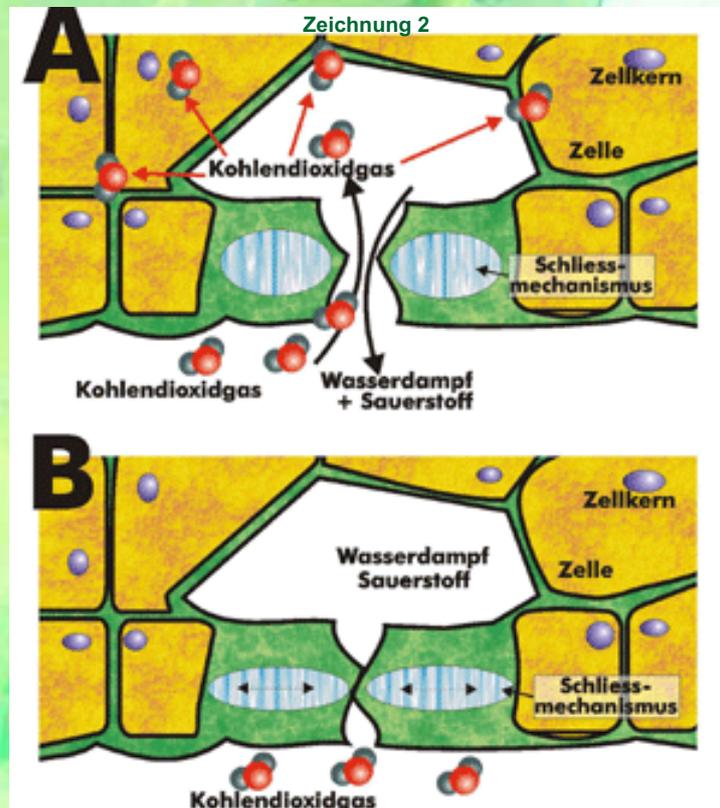
### CO<sub>2</sub> als Baustein für Zucker und Stärke

Der erste Schritt der Biosynthese durch Lichtenergie (kurz Photosynthese) ist das Aneinanderknüpfen eines Kohlendioxides (*1 Kohlenstoffatom*) an einen Zuckerbaustein (*mit 5 Kohlenstoffatomen*), diese neue Verbindung ist dann der Traubenzucker (*mit 6 Kohlenstoffatomen*). Siehe hierzu auch Zeichnung 1 Da Zucker in der Pflanze wegen seiner Wasserlöslichkeit und seiner hohen Reaktivität nicht gut aufbewahrt werden kann, werden viele Zuckerteilchen zu einer langen Kette aneinandergereiht zu Polyzucker. Es bildet sich die wenig wasserlösliche **Stärke**, die in Depots (z.B. in der Wurzel, aber auch als Stärkekörperchen mitten in der Zelle) bis auf Abruf gespeichert wird. Durch Bildung der Zuckerketten bewahrt die Pflanze die tagsüber in Zucker umgeformte Lichtenergie für später, z.B. für die lichtlosen Nachtstunden.



### Wie gelangt das CO<sub>2</sub> in die Pflanze?

An der Blattunterseite befinden sich Poren, die von der Pflanze aktiv geöffnet und geschlossen werden können (siehe Zeichnung 2). Über diese Blapporen verdunstet das Wasser. Durch die Verdunstung wird die Strömung von den Wurzeln bis in die Spitzen aufrechterhalten (Transpiration). Über die Blapporen strömt der Wasserdampf nach außen aber im Gegenzug strömt ebenfalls Luft und somit auch CO<sub>2</sub>- Gas in die Pflanze.



### Der Gastransport folgt keinen festen Transportwegen

Gase (wie Kohlendioxid) sind im Gegensatz zu Wasser nicht abhängig von speziellen Transportbahnen, sondern verteilen sich mehr oder weniger ungehindert in der Pflanze. Die Gase können sowohl um die Zellen hin oder durch die Zellen hindurch strömen aber auch im Pflanzensaft gelöst mitgeführt werden. Dies ermöglicht unbegrenzten Austausch, verhindert aber einen gerichteten Transport. Dennoch strömen die CO<sub>2</sub>-Teilchen in Richtung des Bedarfsortes, da durch das Verbrauchen von CO<sub>2</sub> an diesen Stellen ein Unterdruck (ein Minus, ein Defizit) entsteht, und hiermit vermehrt CO<sub>2</sub> dorthin strömt. Da alle Stoffe immer danach streben, sich im Raume gleichmäßig zu verteilen (dies ist eines der Naturgesetze) wird jedes verbrauchte CO<sub>2</sub> sofort aus dem unendlichen Pool der Luft kompensiert. Auf diese Weise kann trotz der sehr geringen Kohlendioxid-Konzentration in der Luft die Photosynthese zu jeder belichteten Tageszeit auf vollen Touren laufen.

**Über die Blattporen reguliert die Pflanze die CO<sub>2</sub>-Zufuhr.** In der Nacht sind die Blattporen maximal geschlossen und nur gerade so viele geöffnet, daß der Stengelsaft gerade noch strömt. Morgens, wenn die Sonne aufgeht (oder die Lampen beginnen zu brennen) sperrt die Pflanze die Blattporen maximal auf und der Pflanzensaft beginnt maximal zu strömen - die Photosynthese kann starten.

In der freien Natur kann es vorkommen, daß die Pflanze in der Mittagshitze eines Sommertages die Poren schließt. Dies geschieht, wenn die Photosynthese in **ÜBEROPTIMALER WEISE** verläuft, daß bedeutet, mehr Zucker und mehr Stärke produziert wird, als abtransportiert werden kann. Dann gibt es einen Photosynthesestau und die Stoffe reichern sich an. Dies ist ein Zeichen für die Pflanze, die Poren zu schließen und somit die Zufuhr von CO<sub>2</sub> zu stoppen. Die Poren werden solange geschlossen gehalten, bis der Zuckerstau abgebaut ist. Dann kann die Photosynthese wieder anlaufen, indem die Blattporen wieder geöffnet werden.

Es gibt noch andere Auslöser für Pflanzen um ihre Poren tagsüber zu schließen. Das kann einerseits ein **massives Wasserdefizit** sein und andererseits eine zu **hohe Temperatur**. Beides sind Faktoren, die eine Pflanze stimuliert, weiteren Wasserverlust durch Schließen der Poren zu vermeiden. Hierdurch wird aber auch die Photosynthese unterbrochen und die Pflanze steht still, zu sehen an vermindertem Wachstum und spärlicher Ausbildung von Blüten.

Innerhalb einer Pflanze ist CO<sub>2</sub>-Gas kein begrenzender Faktor, es wird ausreichend aus der Außenluft zugeströmt, **wenn die Poren offen sind**.

In einem geschlossenen Raum kann allerdings die Konzentration von CO<sub>2</sub>-Gas durch unzureichende Luftzufuhr dramatisch sinken. Im nächsten Artikel werden wir diese und andere Erkenntnisse aus der Photosynthese in die Praxis umsetzen.



**HESI OrchiVit.** Optimal abgestimmter organisch mineralischer Komplettdünger mit vielen Vitaminen und Vitalstoffen