

Kein Schnee von gestern: Neue Ideen verhelfen der Photosyntheseforschung zum Comeback

Ein Interview mit Professor Dr. Peter Westhoff
von der Heinrich-Heine-Universität in Düsseldorf

Professor Peter Westhoff kann jedes an der Photosynthese beteiligte Molekül benennen. Bereits seit den frühen 70er Jahren erforscht er die Prozesse, durch die Pflanzen Licht in chemische Energie umwandeln. Lange glaubte man, die Wissenschaft könne auf diesem Gebiet keine Durchbrüche mehr erzielen. Projekte wie der „C₄-Reis“ zeigen jedoch, dass längst eine neue Ära der Photosyntheseforschung angebrochen ist.

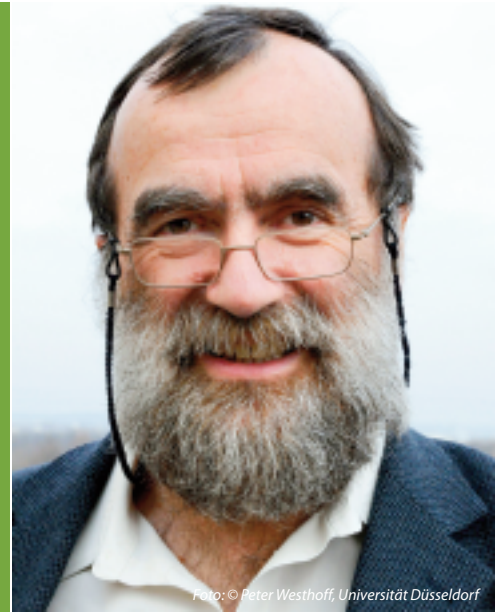


Foto: © Peter Westhoff, Universität Düsseldorf

Die molekularen Abläufe der Photosynthese sind in jedem Schulbuch beschrieben. Was würden Sie sagen: Lohnt es sich heutzutage noch Photosyntheseforschung zu betreiben?

Prof. Westhoff: Es ist ein bisschen verrückt. In den 80er Jahren erlebte die Photosyntheseforschung einen regelrechten Boom. In den darauffolgenden Jahrzehnten dachte man, man hätte bereits alles erforscht: Photosynthese war „kalter Kaffee“. Aber seit in den vergangenen Jahren klar wurde, dass die Möglichkeit besteht, die Photosynthese zu verändern, erlebt die Photosyntheseforschung ein Comeback.

Gibt es denn neue Entdeckungen zu dem Thema, die es noch nicht in die Schulbücher geschafft haben?

Prof. Westhoff: Meiner Meinung nach kommt die Evolution der C₄-Pflanzen sowohl in der Schule, als auch in den Uni-Lehrbüchern zu kurz. Zum Beispiel wissen auch die wenigsten Studierenden der Biologie, dass die Trennung zwischen C₃- und C₄-Pflanzen weniger eindeutig ist, als es häufig dargestellt wird. Im Pflanzenreich gibt es viele C₃/C₄-Zwischenformen. Auch C₃-Pflanzen haben eine Bündelscheide und das genregulatorische System der C₄-Photosynthese ist bereits eine uralte Entwicklung. Die Photosynthese wird meist nur aus dem biochemischen aber nie aus dem genetischen Gesichtspunkt betrachtet.

Wenn es um die Erforschung der C₄-Photosynthese geht, sind Sie gewissermaßen ein Mann der ersten Stunde. Warum haben Sie sich dafür entschieden, ausgerechnet die Photosynthese von C₄-Pflanzen zu erforschen?

Prof. Westhoff: Eine Vorlesung in Pflanzenphysiologie während meines Studiums hat mich dazu gebracht, mich für die C₄-Photosynthese zu interessieren. In den 80er Jahren war die Evolution dieses Photosyntheseweges ein ganz neues Thema und zugleich eine große Chance für meine wissenschaftliche Karriere. Man wusste, dass sich C₄-Pflanzen aus C₃-Pflanzen entwickelt haben, aber niemand hatte das bisher auf molekularer Ebene erforscht. Durch meine Habilitation über die genetische Kodierung der Thy-

lakoidmembran der Chloroplasten, verstand ich, wie dieser molekulare Apparat aufgebaut ist und welche Gene seinen Zusammenbau dirigieren.

Ich begann an Pflanzen aus der Gattung *Flaveria* zu forschen. Innerhalb dieser Pflanzengruppe findet man C₃/C₄-Zwischenformen. Ich nutzte dies, um zu untersuchen, welche Gene für den Übergang von einer C₃- in eine C₄-Pflanzen notwendig sind.

Wieviel „Gene“ braucht es, damit aus einer C₃- eine C₄-Pflanze entsteht?

Prof. Westhoff: Die C₄-Photosynthese ist innerhalb der Blütenpflanzen wiederholt unabhängig voneinander entstanden. Daher muss das genetisch relativ einfach gewesen sein. Alle wichtigen Enzyme des C₄-Stoffwechsels liegen bereits in C₃-Pflanzen vor, auch wenn sie dort andere Funktionen übernehmen. Kleine Abwandlungen reichen also aus, um C₄-Proteine entstehen zu lassen.

Warum sollte man aus einer C₃- eine C₄-Pflanze machen?

Prof. Westhoff: In den vergangenen Jahrzehnten hat sich die Pflanzenzüchtung darauf konzentriert, Sorten hervorzubringen, die immer mehr Photoassimilate in den Samen und Früchten einlagern, um höhere Erträge zu erzielen. Das war ein entscheidender

Die Anfänge der Photosyntheseforschung

Infobox

Joseph PRIESTLEY (1771): Pflanzen können „schlechte“ Luft in „gute“ Luft umwandeln. Eine Maus kann in Gegenwart von Pflanzen unter einer Glasglocke überleben. • Jan INGENHOUSZ (1779): Nur grüne Pflanzen können frische Luft im Licht produzieren. • Jean SENEBIER (1782): Sauerstoffabgabe und Kohlendioxidaufnahme sind aneinander verknüpft. • Nicolas DE SAUSSURE: Pflanzen wachsen durch die Aufnahme von Kohlendioxid und Wasser. • Robert MAYER (1845): Bei der Photosynthese wird Lichtenergie in chemische Energie umgewandelt und als Stärke gespeichert. • Frederick BLACKMAN (1905): Die Photosynthese hat eine lichtabhängige und eine lichtunabhängige Teilreaktion. • Robert HILL (1937): Isolierte Chloroplasten können in Anwesenheit reduzierender Verbindungen im Licht Sauerstoff freisetzen (Hill-Reaktion).

Quelle: Schlimme, Boos, Christner, Abiturwissen Stoffwechsel, 6. Auflage, Klett-Verlag 1999



Foto: © Peter Westhoff, Universität Düsseldorf

Professor Dr. Peter Westhoff bezeichnet sich selbst als echtes Landkind. „Wahrscheinlich rührt daher mein frühes Interesse an Pflanzen. Wenn ich heute übers Land fahre und reifes Getreide rieche, dann bereitet mir das immer noch große Freude.“ Dass er etwas mit Biochemie studieren wollte, wusste er schon als Schüler: „Chemische Formeln haben mich nie abgeschreckt.“

Nach dem Abitur studierte er an der Universität Gießen und untersuchte die Photosynthese der Algen. Damals, Anfang der 80er Jahre, wusste man noch kaum etwas über die C_4 -Photosynthese: „Das war ein ganz neues und ein völlig unerforschtes Thema. Es hat mich nicht mehr losgelassen und als ich selbst Forschung gestalten konnte, bin ich wieder darauf zurückgekommen.“

Als Wissenschaftler verbindet er die Photosynthese- mit Landwirtschaftsforschung. Vor allem interessiert ihn, wie der C_4 -Weg als Spezialform der Photosynthese aus der C_3 -Photosynthese entstanden ist und wie man den Prozess auf wichtige Kulturpflanzen übertragen könnte. Seit fast 25 Jahren ist Professor Westhoff Lehrstuhlinhaber für Entwicklungs- und Molekularbiologie der Pflanzen an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf. Er ist zudem Mitglied des Internationalen C_4 -Reis-Konsortiums (IRRI) und sitzt im Lenkungsausschuss des DFG-Exzellenzclusters zur Pflanzenforschung CEPLAS. Dort koordiniert Professor Westhoff die Forschungsaktivitäten zur C_4 -Photosynthese.

Beitrag zu einer produktiveren Landwirtschaft, aber jetzt stößt dieser Weg nach und nach an seine Grenzen. Erträge lassen sich auf diesem Weg nicht mehr wesentlich steigern. Wenn wir die Erträge von Kulturpflanzen noch weiter erhöhen wollen, und das müssen wir, wenn wir die prognostizierte globale Bevölkerungsentwicklung betrachten, müssen wir versuchen, die Photosynthese selbst zu verbessern. Eine Möglichkeit ist es, den effizienteren C_4 -Photosyntheseweg auf Kulturpflanzen mit C_3 -Photosynthese wie Reis oder Weizen zu übertragen, um mit der gleichen Lichtenergiemenge mehr Biomasse zu erzeugen. Durch Umstellen auf den C_4 -Modus ließe sich die Produktivität um ca. 20 – 30 Prozent steigern.

Das klingt zunächst einfach. Ist es das auch?

Prof. Westhoff: Es gibt sehr vielversprechende Ansätze, aber das sind langfristige Forschungsziele. Wissenschaftlich am spannendsten sind die Ansätze der synthetischen Biologie, um ganz neue Systeme zu schaffen, zum Beispiel durch Zusammenbau eines schnelleren und effizienteren RuBisCO-Enzyms oder die Aktivierung der C_4 -Maschinerie in einer tropischen C_3 -Pflanze wie Reis. Projekte wie das „ C_4 -Reisprojekt“ haben dabei eine wichtige Schrittmacherfunktion. Dieser relativ junge Forschungszweig bringt eine ganz neue Qualität in die biologische Forschung, weil er Biologen mit Technikfreaks und Computerbegeisterten zusammenbringt.

Was wäre Ihr Forschungstraum, wenn Ihnen unbegrenzte Kapazitäten zur Verfügung stünden?

Prof. Westhoff: Die Umwandlung einer C_3 - in eine C_4 -Pflanze und zwar bis ins letzte Detail. Wir arbeiten momentan eher holzschnittartig, weil wir das gesamte genetische Netzwerk, das die Feinregulation der Photosynthese durchführt, in seiner Komplexität noch nicht verstehen. Ein System, an dem ich so lange modellieren könnte, bis es perfekt abgestimmt ist, wäre nicht nur ein unglaublicher Fortschritt. Es wäre auch ein faszinierender Test, ob wir diesen für das Leben auf der Erde so wichtigen Prozess wirklich verstanden haben.

Vielen Dank für das Gespräch!

Weiterführende Links:

CEPLAS (Cluster of Excellence on Plant Sciences)

<http://ceplas.eu/de>

IRRI (International Rice Research Institute)

<http://irri.org>

Arbeitsaufträge

1. Erarbeiten Sie mit Hilfe des Materials die Hinweise heraus, die vermuten lassen, dass die künstliche Umwandlung von C_3 -Pflanzen zu C_4 -Pflanzen wirklich gelingen kann?
2. Informieren Sie sich über das „ C_4 -Reisprojekt“.
3. Wie hoch schätzt die Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) den Nahrungsmittelbedarf im Jahr 2050? Was sind die beiden Hauptgründe dieser Steigerung?
4. Sammeln Sie gemeinsam Argumente zur weltweiten Bedeutung von Reis.
5. Mit welchen Problemen sieht sich der Nassreisanbau konfrontiert?
6. Recherchieren Sie einige wirtschaftliche Zahlen zu Reis etwa auf den Seiten der Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, <http://faostat3.fao.org>) oder der Cereal Knowledge Bank des International Rice Research Institute (IRRI, <http://bit.ly/1Jy36P>).