

Versuche zur natürlichen Photosynthese

- Der Klassiker im Experimentierparcours E³



Julian Venzlaff, Claudia Bohrmann-Linde

julian.venzlaff@uni-wuppertal.de

Die Photosynthese – ein natürlicher Energiespeicher

Die natürliche Photosynthese stellt ein System stofflicher Energiespeicherung dar, das vorbildhaft für die Entwicklung moderner Konzepte im Kontext erneuerbarer Energien steht. Künstliche Photosynthese, die die natürlichen Prozesse nachahmt, kann somit einen Betrag leisten, von herkömmlichen fossilen Brennstoffen zu regenerativen nichtfossilen Brennstoffen überzuleiten^[1]. Die heutigen Kenntnisse zu den Prozessen der Photosynthese haben ihren Ursprung in der Entschlüsselung der grundlegenden Photosynthesereaktion zu Beginn des 19. Jahrhunderts. Die genauen Abläufe der Stoff- und Energieumwandlung und der molekulare Aufbau des Photosyntheseapparats bilden die Voraussetzung für eine erfolgreiche technische Nachahmung^[2]. Hier ergibt sich ein Potential, die experimentelle Erschließung der natürlichen Photosynthese als Möglichkeit der Energiespeicherung im Chemieunterricht zu thematisieren und mit innovativen Experimenten zu verknüpfen. Der Experimentierparcours **E³ - Energieumwandlung experimentell erleben** ermöglicht den Schülerinnen und Schülern diese Verbindung zwischen Innovation und klassischer experimenteller Erarbeitung nachzuvollziehen^[3]. Im Folgenden werden Versuche zur natürlichen Photosynthese präsentiert.

Stärkenachweis in Pflanzenblättern



Abb. 1: Versuchsaufbau in E³

Im Rahmen des Energieparcours E³ wird ein klassischer Stärkenachweis mit einer Iod-/ Kaliumiodid-Lösung durchgeführt. Untersucht werden Pflanzenblätter, die mit einer starken Lichtquelle über mehrere Stunden bestrahlt bzw. vom Licht abgeschirmt werden (Abb. 1). Nach der Extraktion der Chlorophylle fällt der Stärkenachweis in den bestrahlten Blättern positiv aus. Im Falle der abgedunkelten Blätter ist ein solcher negativ. Als besonders geeignet erweisen sich sowohl für den Grundversuch als auch für das folgende Experiment die Blätter von Basilikum.

Experimentelle Erweiterung - Die Erschließung der Grünücke

Das dargestellte Absorptionsspektrum des Chlorophylls liefert die theoretische Grundlage des Experiments. Nachzuweisen ist, dass ausschließlich grünes Licht einen deutlich schwächeren Stärkenachweis liefert.

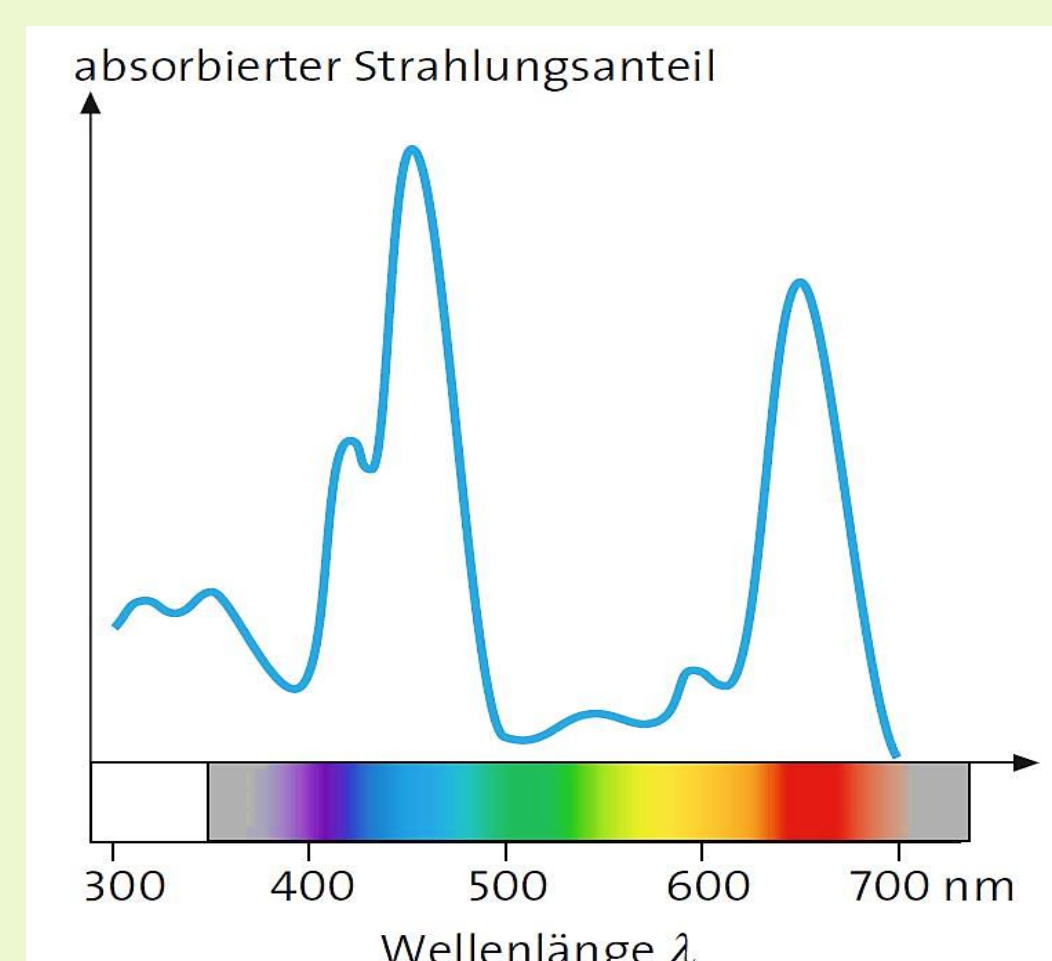


Abb. 2: Absorptionsspektrum Chlorophyll^[6]

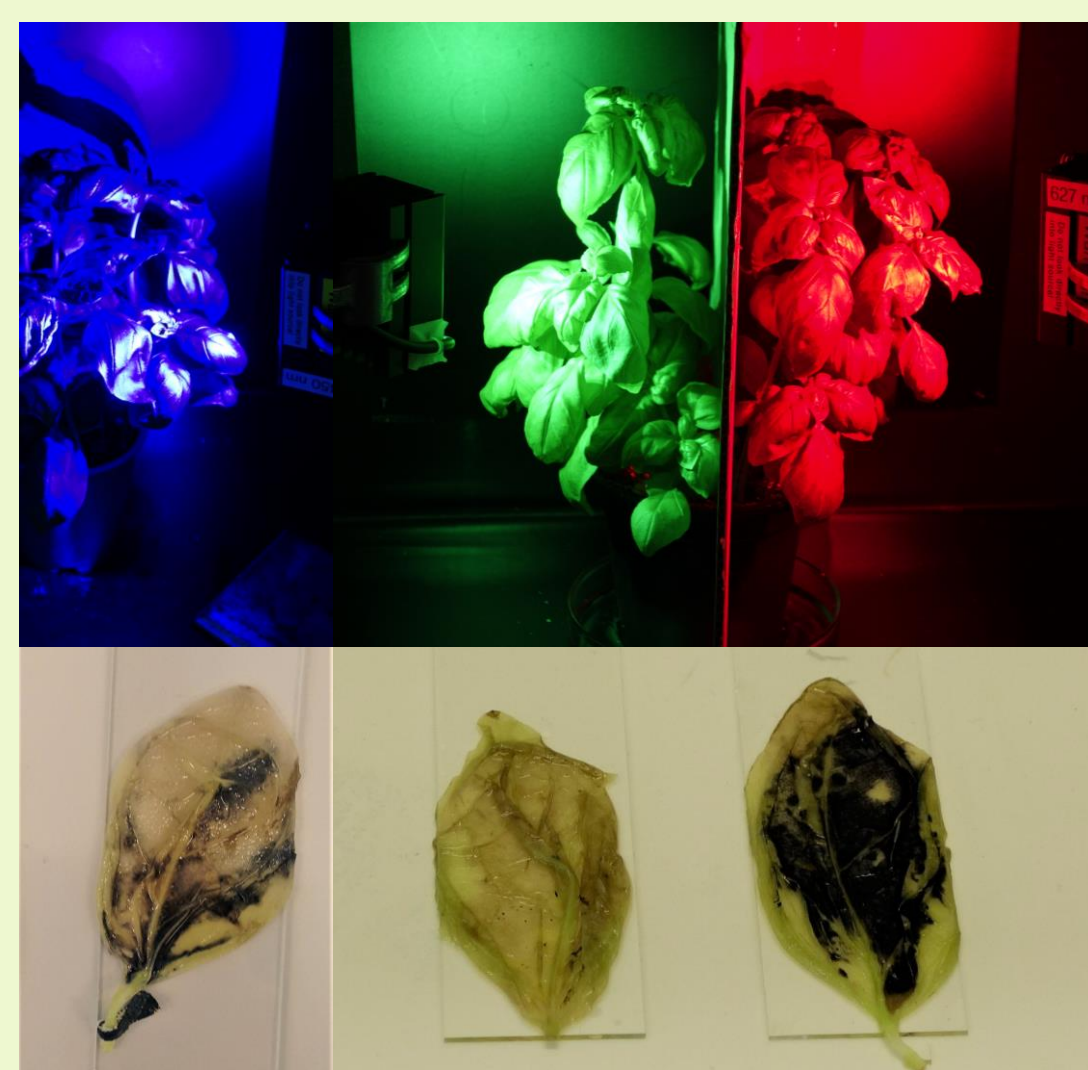
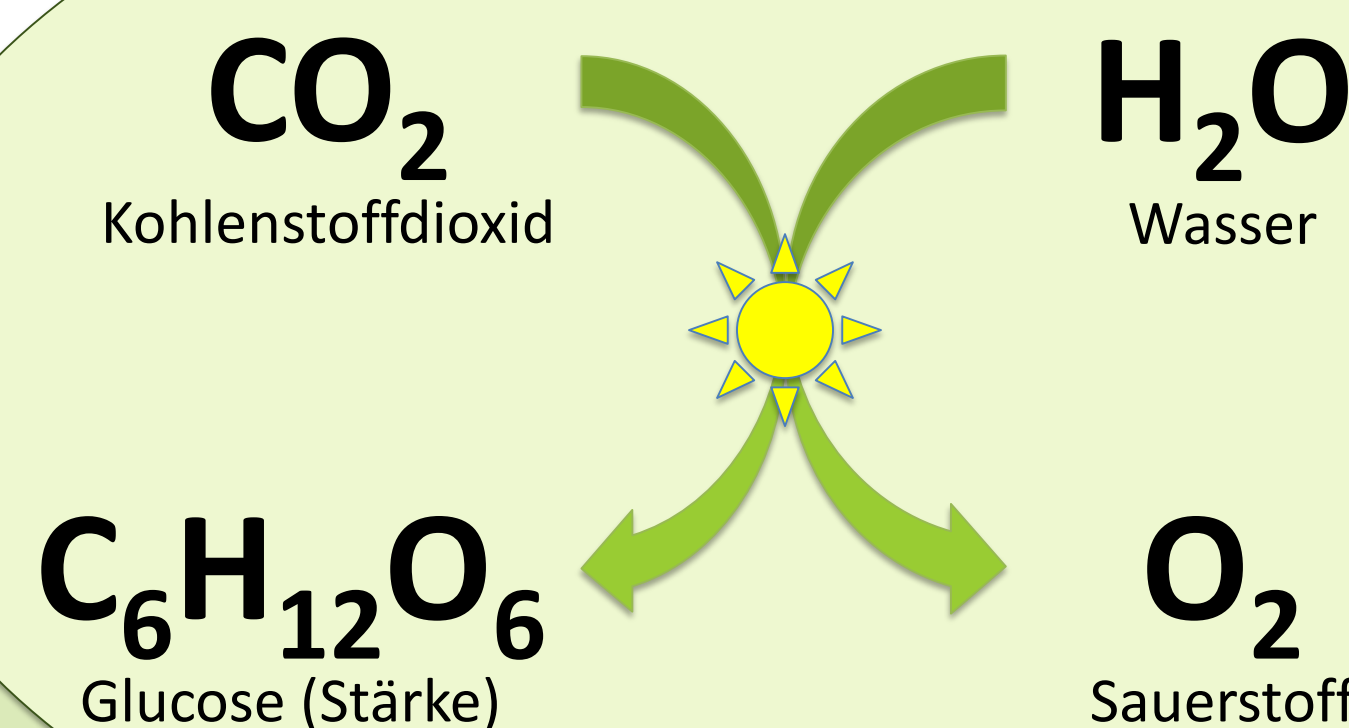


Abb. 3: farbige Belichtung, Stärkenachweis

Bestrahlung von Basilikumpflanzen mit Power-LEDs:

- 450 nm
- 530 nm
- 627 nm

- Deutliche Unterschiede in der Stärke des positiven Stärkenachweises
- Blätter im direkten Strahlengang der grünen LED weisen einen deutlich schwächeren Stärkenachweis auf



Sauerstoffproduktion der Elodea canadensis



Zum Video

Die Bestrahlung der Wasserpest (Elodea canadensis) mit einer Tageslichtlampe ermöglicht bereits nach wenigen Minuten die Beobachtung kleiner Gasbläschen an Stängeln und Blättern der Pflanze (Abb. 4). Das entstehende Gas kann aufgefangen und mit der Glimmspanprobe auf Sauerstoff geprüft werden.



Abb. 4: Sauerstoffproduktion der Elodea canadensis

Im Energieparcours E³ erfolgt die Auswertung ebenfalls über dieses Video, das neben der Gasproduktion auch die Glimmspanprobe zum Sauerstoffnachweis festhält.

Experimentelle Modifikation - Redoxindikator Indigocarmin



Zum Video

Eine zeitliche Optimierung bietet die Verwendung einer Indigocarmin-Lösung. Die Blaufärbung der Leukoform tritt je nach Konzentration des Reduktionsmittels bereits nach 20 bis 40 Minuten ein. Auch für diesen Versuch wurde eine Zeitrafferaufnahme erstellt. Abb. 5 zeigt den erfolgreichen Nachweis von Sauerstoff mit Indigocarmin. Die Proben wurden mit Silikonöl überschichtet, um Sauerstoff auszuschließen. Eine leichte Blaufärbung an der Grenzschicht ergibt sich durch Sauerstoff, der bei der Überschichtung eingetragen wurde.

1. Wasserpest ohne Zusatz von CO₂
2. Wasserpest mit Zusatz von CO₂
3. Vergleichslösung mit CO₂
4. Vergleichslösung mit O₂



Abb. 5: Sauerstoffnachweis mit Indigocarmin

Curriculare Einbettung^[4]

Die vorgestellten Experimente lassen sich insbesondere in der Sekundarstufe II (Einführungs- und Qualifikationsphase) einsetzen.

Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen

- Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht. **Stoffkreislauf in der Natur**

Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

- Basiskonzept Energie. **Spektrum und Lichtabsorption**

Interdisziplinäre Bezüge zum Fach Biologie (Sek. II):^[5]

Inhaltsfeld Ökologie

- Basiskonzept System. **Photosynthese, Stoffkreislauf**

„Die Schülerinnen und Schüler erläutern den Zusammenhang zwischen Fotoreaktion und Synthesereaktion und ordnen die Reaktionen den unterschiedlichen Kompartimenten des Chloroplasten zu.“

Quellen:

- [1] Dau, H.; Kurz, P.; Weitze, M.-D.: Photosynthese: Das biologische Vorbild, Berlin: Springer (2018).
[2] Wöhrle, D.; Tausch, M.; Stohrer, W.-D.: Photochemie. Konzepte, Methoden, Experimente, Weinheim: Wiley-VCH (1998).
[3] Grandrath, R.; Zeller, D.; Kremer, R.; Venzlaff, J.; Tausch, M. W.; Bohrmann-Linde, C.: E³ - Energieumwandlung experimentell erleben, Naturwissenschaften im Unterricht Chemie, 30 (2019) Nr. 172, S. 29-33.
[4] Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium/Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen Chemie, Frechen: Ritterbach (2013).
[5] Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium/Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen Biologie, Frechen: Ritterbach (2013).
[6] Bohrmann-Linde, C.; Krees, S.; Tausch, M. W. von Wachtendonk, M.: Chemie 2000+. Qualifikationsphase, Bamberg: Buchner (2014).



DIDAKTIK
DER
CHEMIE

