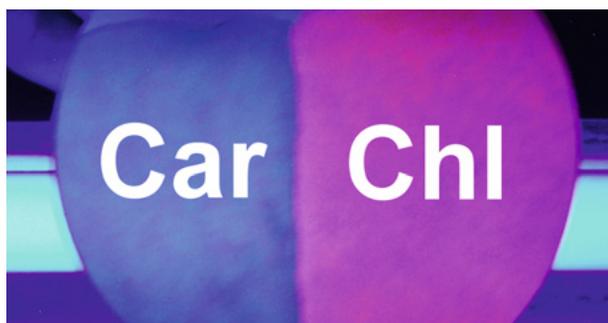


Ein Fall für zwei: β -Carotin und Chlorophyll bei der Photosynthese



B1 Vorversuch zu V1 und V2: Die linke Hälfte eines Rundfilters wurde mit Chlorophyll-Lösung¹ und die rechte mit β -Carotin-Lösung getränkt. Im Licht der UV-Lampe fluoresziert Chlorophyll rot, β -Carotin fluoresziert nicht.

Versuche

Hinweis: V1 und V2 sind als Video „Ein Fall für zwei“ unter *Chemie 2000+ Online* verfügbar.

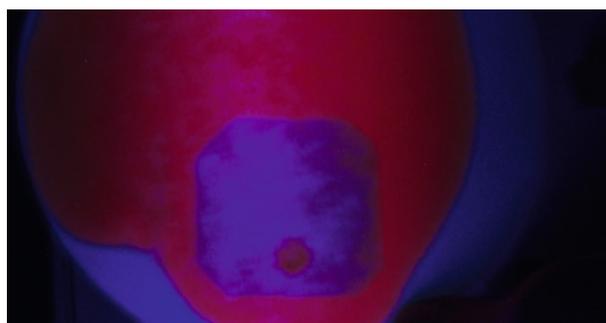
V1 *Fluoreszenzlöschung von Chlorophyll durch β -Carotin:* Tränken Sie ein Rundfilterpapier vollständig mit einer Lösung aus Blattgrünextrakt oder grünem Kürbiskernöl. Tragen Sie auf das Filterpapier mit einer Glaskapillare nun einen Fleck aus gesättigter β -Carotin-Lösung in Aceton auf. Der gelb-orange Fleck erzeugt im UV-Licht* eine starke Abschwächung der roten Fluoreszenz des Chlorophylls (vgl. Video unter *Chemie 2000+Online*).

V2 *Photochemischer Abbau von Chlorophyll und Photoprotektion durch β -Carotin:* Halten Sie eine Zone rund um den in V1 erzeugten β -Carotinfleck 2 min lang in den Strahlengang eines Diaprojektors mit einer 200-Watt-Halogenlampe oder ins starke Sonnenlicht. Die bestrahlte Fläche erscheint bereits bei Tageslicht stark ausgebleicht und fluoresziert im UV-Licht nicht mehr. Allerdings ist dort, wo der β -Carotinfleck war, noch eine schwache, rote Fluoreszenz zu beobachten (B2 und Video unter *Chemie 2000+Online*).

Auswertung

- Geben Sie die Reaktionsgleichung von S. 263 an, mit der die Fluoreszenzlöschung in V1 erklärt werden kann.
- Erklären Sie mithilfe geeigneter Reaktionsgleichungen von S. 263 die Beobachtungen bei V2 (B2).

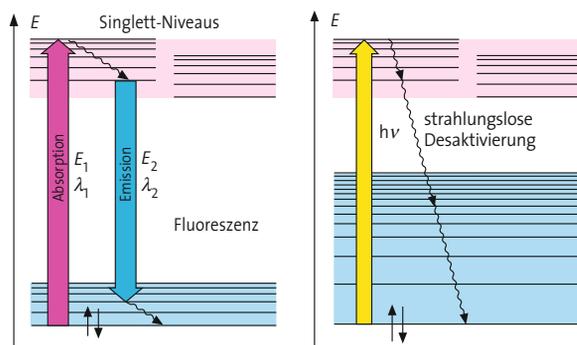
¹ Die Bezeichnung „Chlorophyll“ wird hier vereinfachend für beide Chlorophylle a und b verwendet (vgl. Formeln auf S. 270).



B2 Chlorophyll¹ wird durch starkes Licht an der Luft abgebaut (dunkelblaues Viereck inmitten der rot fluoreszierenden Fläche). β -Carotin hemmt diesen Abbau (rot fluoreszierender Fleck im blauen Viereck).

UV-Absorption mit und ohne Fluoreszenz

Chlorophyll¹ und β -Carotin sind farbig, weil sie Teile des Lichts aus dem sichtbaren Bereich absorbieren. Ihre Absorptionsspektren in B2, S. 166, und B6, S. 263, geben darüber genaue Auskunft. Sowohl Chlorophyll als auch β -Carotin absorbieren aber auch Strahlung aus dem UV-Bereich. Wie ist zu erklären, dass Chlorophyll dabei fluoresziert, β -Carotin dagegen nicht? Ursache ist die unterschiedliche „innere Beweglichkeit“ der Moleküle der beiden Verbindungen. Der Chromophor im Chlorophyll-Molekül ist im Vergleich zum Chromophor im β -Carotin-Molekül starrer. Entsprechend gibt es für den Grundzustand des Chlorophyll-Moleküls nur wenige Schwingungsniveaus (schwarze Striche im blauen Bereich in B3), beim β -Carotin-Molekül sind es dagegen viele. Die höchsten liegen energetisch so nahe an der niedrigsten unbesetzten Energiestufe (roter Bereich in B3), dass es zu einer strahlungslosen Desaktivierung kommt und β -Carotin nicht fluoresziert.



B3 *Energieniveaumodell: Chlorophyll links, β -Carotin rechts*

Ein Fall für zwei: β -Carotin und Chlorophyll bei der Photosynthese

Teilchenmodelle und Energiestufenmodelle zu „Ein Fall für zwei“ als Computeranimationen

Die experimentellen Fakten aus den Versuchen lassen sich am besten erklären, wenn man *beide* Modelltypen (Teilchenmodell und Energiestufenmodell) heranzieht. Im elektronischen Modul aus B4 sind sie miteinander kombiniert und so aufbereitet, dass die Erklärungen einzelner Teilaspekte aus den Versuchen in 19 Lerntools interaktiv erschlossen werden können.

Die Tools 1 bis 4 dienen der modellhaften Beschreibung der Versuche zum Verhalten von β -Carotin und Chlorophyll bei der Bestrahlung mit UV-Licht. In 2 und 4 werden Teilchen- und Energiestufenmodelle eingesetzt. In den Tools 5 bis 9 werden β -Carotin und Chlorophyll in der Proteinmatrix des Photosystems II in Darstellungen von unterschiedlicher Komplexität gezeigt. Dies erfolgt sowohl ohne als auch mit Animationen der Lichtabsorption sowie des Energie- und Elektronentransfers. Diese Tools können für die Erklärung von Teilen der Lichtreaktion im Fach Biologie hilfreich sein.

In den Tools 10 bis 19 von der rechten Bildhälfte des Lernmanagers werden die beiden Experimente V1 und V2 von S. 264 und die auf S. 263 diskutierten Reaktionsgleichungen erschlossen. Die Durchführung und die Beobachtungen der beiden Versuche werden in 10 bis 13 wiederholt. Die Tools 14 und 15 enthalten Animationen mit Teilchenmodellen zur Fluoreszenz und Fluoreszenzlöschung in V2. Hier sind jeweils mehrere Teilchen dargestellt, um dem beobachteten Phänomen möglichst nahe zu kommen. Mit nur zwei Teilchen, aber auch dem dazu gehörigen Energiestufenmodell wird die Löschung der Chlorophyll-Fluoreszenz durch β -Carotin in 17 dargestellt. Das komplexe Zusammenspiel der beiden Protagonisten im „Fall für zwei“ mit Licht und dem Sauerstoff aus der Luft in V2, bei dem die Eigenschaft des β -Carotins als Photoprotektor deutlich wird, ist Inhalt der Animationen im Teilchenmodell 15 und im Teilchen- und Energiestufenmodell 18.



B4 Lernmanager des Flash-Moduls „Ein Fall für zwei“ in Chemie 2000+ Online. **A:** Erschließen Sie in Zweiergruppen je ein Tool. Präsentieren Sie die Animation mit Ihren eigenen Kommentaren, indem Sie auch Stärken und Schwächen der Modelldarstellung hervorheben.