

**„Bunt, bunt, bunt sind alle meine Blätter“ –
Veränderung der Blattfärbung im Herbst.**

Experimentelle Untersuchungen in Stamm- und Expertengruppenarbeit

Klassenstufe	Oberthemen	Unterthemen	Anforderungs- niveau	Durchführungs- niveau	Vorlauf Vorbereitung Durchführung
(7/8 -) Sek II	Botanik/ Blattfarbstoffe Fotosynthese	Chromatographie	• (- ●●)	■ (- ■■■)	- ca. 10 min ca. 2x45 min



Der Herbst ist die Jahreszeit der „Buntwerdung“ der Blätter. Besonders wenn ein „goldener Oktober“ dazu kommt, hat diese Naturstimmung einen besonderen Reiz.

Doch wie kommt es, dass der Wald sich – bevor er letztlich seine Blätterpracht verliert – so farbenfroh darstellt? Als Naturwissenschaftler ahnt man schon, dass dieses Phänomen nicht (allein) einer guten Laune entstammen kann, sondern einen sinnigen biologischen Hintergrund haben wird.

Schüler sämtlicher Altersstufen können dieses Schauspiel beobachten und sich daran freuen. Ab einem genügenden Alter ist es ihnen möglich, die Vorgänge bei der Farbänderung, also deren Ursache, durch die geeignete Untersuchungsmethode einer Chromatographie verschieden gefärbter Blätter zu erkunden.

Des Weiteren kann von findigen Schülern aus der Untersuchung der Rückschluss gezogen werden, weshalb ausgerechnet vor dem Abwerfen der Blätter eine Umfärbung erfolgt. Dazu sind Kenntnisse über die Abläufe der Fotosynthese und die Funktion der einzelnen Blattpigmente notwendig. Zur genügenden Klärung müssen ebenso Erkenntnisse über die sich beim Jahreszeitenwechsel ergebende Änderung in der Höhe des Sonnenstands bzw. der Tageszeitenlänge herangezogen werden. Eine solche Aufgabenstellung sollte in vollem Umfang Schülern der höheren Klassenstufen (Sek II) gegeben werden.

Im Biologieunterricht der Sekundarstufe I kann die hier vorgeschlagene Extraktion und chromatographische Untersuchung der Blattpigmente bezüglich ihrer Zusammensetzung und Menge in Form von arbeitsteiligen Schülerexperimenten in den Themenkomplex Ökologie/Wald integriert werden. Dazu sollte eine Abänderung der Vorschläge derart erfolgen, dass schwierige Arbeitsschritte stärker durch den Lehrer geleitet werden bzw. von ihm vorbereitet sind (z.B. die Fließmittelherstellung).

Der in der vorliegenden Unterrichts- und Versuchsanleitung gegebene Entwurf bietet eine bewährte Versuchsfolge mit ohnehin erfreulich hoher Schüleraktivität in einer auf Selbstorganisation und Handlungskompetenz ausgerichteten Konzeption – entsprechend wesentlicher Inhalte der Bildungsstandards.

Aus Einfachheitsgründen verallgemeinert sind mit „Schüler“ und „Lehrer“ selbstverständlich auch „Schülerinnen“ und „Lehrerinnen“ gemeint.

Zum Unterrichtsverlauf: Auf Grundlage der (in der vorangehenden Stunde) neu eingeführten bzw. wiederholten Methode der Chromatographie als Möglichkeit zur Trennung von Stoffgemischen soll ein (selbst hergestellter) Extrakt der Farbpigmente aus verschiedenfarbigen, artgleichen Laubblättern auf seine Zusammensetzung untersucht werden. Während die allgemeine Besprechung der Chromatographie als Trennverfahren in Stamm-Schülergruppen als arbeitsgleiches (Vor)Experiment durchgeführt wird, sind die Schüler für die eigentliche Untersuchung in Experten-Gruppen mit unterschiedlichem Untersuchungsobjekt (Blätter derselben Pflanze, aber je Expertengruppe mit anderer Farbe) aufgeteilt. Anschließend kehren die Schüler zur Ergebnisbesprechung in ihre Stammgruppen zurück (Prinzip des Gruppenpuzzles).

Die Schüler lernen durch den Unterricht selbsttätig, wie ein Auszug von Pigmenten gewonnen werden kann und wie diese aufgrund ihrer verschiedenartigen Löslichkeit in einem Fließmittel unterschiedlich schnell die stationäre Phase der Chromatographie passieren. Damit lernen sie auch die Eigenschaften der Blattfarbstoffe kennen und werden mit dem Versuchsaufbau zur Papier- oder Dünnschichtchromatographie in einer Trennkammer vertraut gemacht.

Zur Ergebnissicherung üben sich die Schüler im Beobachten und Auswerten von Ergebnissen durch Ablesen, Übertragen in eine andere Darstellungsform (Bild in Tabelle), Berechnen und Vergleichen mit Referenzwerten.

Damit werden Fertigkeiten in wichtigen Arbeitsweisen des naturwissenschaftlichen Unterrichts sowie generell im wissenschaftlichen Arbeiten vermittelt und von den Schülern eigenständig und handlungsorientiert umgesetzt.

Die Schüler erkennen beim Vergleichen der zusammengetragenen Einzelergebnisse, dass keine neuen Farbstoffe gebildet werden, sondern lediglich die Mengenverhältnisse zugunsten der nicht-grünen Blattpigmente verschoben sind.

Dies kann als physiologisch sinnvoll beschrieben werden angesichts folgender Tatsachen: Die Menge der Sonnenstrahlung nimmt mit der sich besonders im Herbst verkürzenden Tageslänge und verringerten Sonnenstandshöhe ab. Die vorhandenen Chlorophylle werden in ihrer Gesamtheit nicht mehr benötigt, da die Menge auf die hohe Strahlungsmenge im Sommer ausgelegt war. Sie werden teilweise abgebaut bzw. in den Stammbereich verlagert (Speicherung, verfügbar bei Austrieb im Frühjahr).

Die **Xanthophylle** und **Carotinoide** haben eine so genannte Trichterfunktion, d.h. sie fangen Lichtenergie ein und leiten sie zu den Chlorophyllen. Diese Funktion ist bei geringer Strahlungsmenge umso bedeutsamer für die Versorgung der für die Fotosynthese verantwortlichen Chlorophylle mit Strahlungsenergie, damit auch bei verringerter Strahlung der Aufbau energiereicher Stoffe durch die Assimilation ablaufen kann. Die Pflanze versorgt sich auf diese Weise auch im Herbst für die Ruhe- und Zehrzeit, solange Strahlungsintensität und Temperaturen noch genügend sind.

Das Farbspektrum wird zusätzlich durch Oxidationsprozesse erweitert: Die absterbenden Blätter des Baumes können im Herbst den Sauerstoff nicht mehr verarbeiten. Dieser färbt nun durch einen chemischen Umwandlungsprozess den im Zellsaft noch vorhandenen gelben Farbstoff rot.

Grün überdeckt also weniger das zurückbleibende, nun angereicherte Gelb und Orange bzw. Rot der Laubblätter, die für die strahlungsärmste und kühlsche Zeit im Winter abgeworfen werden.

Der Versuch kann in angepasster Weise zu anderen Jahreszeiten z.B. zum Vergleich des Blattfarbstoffgehalts von Licht- und Schattenblättern oder mit verschiedenfarbigen Blättern von Pflanzen unterschiedlicher Arten durchgeführt werden. Rotbuche, Eiche und Ahorn sind weit verbreitet und zeigen ein besonders schönes Farbspiel. Rote Blätter können auch von eigens gezüchteten Varianten stammen, z.B. von Blutbuche oder Bluthasel.

Sind die Blätter bereits angetrocknet und haben dennoch ihre ursprüngliche Farbe nicht erkennbar eingebüßt, kann dies ein Vorteil gegenüber Frischmaterial mit sich bringen: Ein Enzym, das Chlorophyll abbaut, ist bereits inaktiviert; Die Pigmente werden während der Extraktion nicht weiter verändert.

Zur Einführung in die Chromatographie in dem dem Trennvorgang der Blattpigmente vorangehenden Unterricht wird auf Grundlage der Fragestellung, wie die Inhaltsstoffe von Blättern untersucht und voneinander unterschieden werden können, die Trennung aufgrund unterschiedlicher Löslichkeit als Methode vorgestellt und demonstriert.

Die Schüler werden in 6 Gruppen zu 4 bis 5 Schüler eingeteilt. In diesen Stamm-Gruppen führen sie eine Papierchromatographie durch.

Sie werden dazu angehalten, Vermutungen zu äußern zu erwarteten Vorgängen („...was wird geschehen, wenn der Papierstreifen in das Wasser am Boden der Trennkammer getaucht wird?“). Des Weiteren beobachten und erklären sie den Trennvorgang und die unterschiedliche Verteilung der Farbstoffe z.B. eines Filzschreibers aufgrund unterschiedlicher Löslichkeit und entsprechend verschiedener Mitführung im Laufmittel.

Das Verfahren wird allgemein beschrieben und die Fachausdrücke, insbesondere der Rf-Wert als markante Kenngröße zur Unterscheidung von Stoffen in Bezug auf ein bestimmtes Lösemittel, werden geklärt.

Abschließend erhalten die Schüler Karten mit jeweils einem Fachausdruck. Sie sortieren bekannte Begriffe aus und erklären im Zweiergespräch jeweils einem Mitschüler im Wechsel einen selbst gewählten Begriff zur Chromatographie. Für die folgende Stunde sollen auch alle unbekannteren Begriffe geklärt werden.

Chromatographische Trennverfahren – Übung

Stammgruppe Nr.:
Blattfarbe:

Papierchromatographie

Durchführung:

Materialien:

- Papierblätter (für Chromatographie, Filterpapier), (z.B. Best.-Nr. [200.7240](#))
- Trennkammer (z.B. Best.-Nr. [201.3350](#))
- Filzschreiber (schwarz/ verschiedenfarbig, wasserlöslich)
- destilliertes Wasser.

Tragen Sie auf ein Chromatographiepapier von zu der Trennkammer passender Größe nicht allzu nahe am Rand (diese Seite wird später in Wasser gestellt und darf den Wasserspiegel nicht berühren) eine einheitliche, dickere Linie mit dem Faserschreiber auf.

Füllen Sie Wasser in die Trennkammer ein und stellen Sie den Papierstreifen so in die Kammer, dass er nur unten, nicht an den Seiten das Gefäß berührt; lehnen Sie ihn vorsichtig oben gegen.



Aufgaben:

- 1 Beachten Sie die aufsteigende Flüssigkeitsfront (nicht aus den Augen verlieren; sie darf das Ende des Papiers nicht erreichen): Welche Wirkung hat sie auf die Farblinie, sobald sie sie erreicht hat?
Die Tusche des Faserschreibers löst sich im aufsteigenden Wasser und wird mitgezogen.
- 2 Beschreiben Sie die Zusammensetzung der Tusche.
Das Schwarz der Tusche ist nicht durch ein einzelnes, schwarzes Pigment erzeugt, sondern der Farbeindruck entsteht durch die Mischung mehrerer, verschiedenfarbiger Pigmente.

Untersuchung der Blattfarbstoffe

- 3 Erklären Sie die Ursache der Auftrennung, die die Farbpigmente unterscheidbar macht unter Einbezug folgender Begriffe: Stoffverteilung, stationäre Phase, mobile Phase, Laufmittel, Lösemittel, Kapillarkräfte, Transport, Adsorption, Auftrennung.

Die Papierchromatographie ist eine Verteilungschromatographie, da das Trennungsprinzip auf der Stoffverteilung zwischen zwei nicht mischbaren Phasen beruht. Man unterscheidet eine stationäre und eine mobile Phase. Die stationäre Phase ist hierbei eine mit Lösemittel gesättigte feste Phase (z.B. Papier), die mobile Phase ist ein Lösemittel. Man spricht besser von Laufmittel oder auch Fließmittel. Die stationäre Phase ist die Cellulose des Papiers (bzw. kann als aktiver Anteil der stationären Phase auch das in den Poren der Cellulose befindliche, adsorbierte und daher unbewegliche Lösemittel aufgefasst werden). Als Laufmittel (mobile Phase) verwendet man ein Lösemittel oder Lösemittelgemisch, in dem sich die Testsubstanzen lösen müssen. Durch die Kapillarkräfte in der Cellulose des Papiers wandert die mobile Phase ins Papier und bewegt sich dabei über die stationäre Phase. An der Cellulosefaser findet die Adsorption der Farbstoffe statt. Je schlechter ein Farbstoff an der Faser adsorbiert wird und je besser er sich in dem Laufmittel löst, desto schneller wird er von der Faser desorbiert und desto weiter wird er mit der mobilen Phase transportiert. So kommt es zur Auftrennung von Farbstoffgemischen.

- 4 Weshalb stellt der Quotient aus dem Weg der Farbteilchen zu dem der Lösungsmittelfront (Rf-Wert, Charakterisierung der chromatographischen Trennung) ein Wert zum Erkennen von Stoffen dar?

In einer bestimmten Zeit bewegt sich ein gelöster Stoff eine ganz bestimmte Strecke mit der mobilen Phase mit, die von seiner Löslichkeit bzw. dem Lösegleichgewicht zwischen mobiler und stationärer Phase bestimmt ist. Dabei handelt es sich um stoffspezifische Werte: Das Verhältnis von Laufstrecke eines Stoffes zu Laufstrecke des Lösemittels (mobile Phase) gibt die Möglichkeit der Stoffbestimmung (Rf-Wert).

(Variante des Versuchs mit einem Rundfilter: In die Mitte des Rundfilterpapiers sticht man ein ca. 1 cm großes Loch. Direkt um dieses Loch malt man mit einem Filzstift einen Kreis. Ein zweites Rundfilterpapier rollt man zu einem Docht zusammen und steckt es durch das Loch des ersten Rundfilterpapiers. Nun stellt man das Rundfilterpapier samt Docht in die Kristallisierschale mit Wasser. Der aufgemalte Kreis zeigt nach oben. Der Docht muss ins Wasser tauchen. Der Docht zieht das Wasser hoch und gibt es an den Rundfilter weiter. Hier beginnt die Auftrennung der Farbstoffmischung.)

Materialien:

- Papierchromatographie Set Best.-Nr. [201.3159](#)
- Chromatographie-Set Glas (Klassensatz) Best.-Nr. [201.3344](#)
- Chromatographie-Set Polystyren (Klassensatz) Best.-Nr. [201.3345](#)
- Chromatographie-Papier 130 x 260 mm 25 Blatt Best.-Nr. [201.3158](#)

- DC-Trennkammer, zylindrisch, Best.-Nr. [200.6758](#)
- DC-Trennkammer, rechteckig, Best.-Nr. [200.6759](#)

- DC-Folie Cellulose auf Polyester 40 x 80 mm Best.-Nr. [200.7895](#)
- DC-Folie Kieselgel auf Polyester 200 x 200mm Best.-Nr. [201.3279](#)
- DC-Folie Kieselgel auf Aluminium 40 x 80 mm Best.-Nr. [200.6499](#)

- Messzylinder
- Erlenmeyerkolben
- Mörser, Pistill
- Trichter
- Waage.

Zu Beginn des Unterrichts (vorzugsweise eine Doppelstunde wegen der Empfindlichkeit der Pigmente im Blattextrakt und der Laufzeit der Chromatographie), auf den die hier vorliegende Versuchsanleitung im Besonderen abzielt, finden sich die Schüler wieder in ihren Stammgruppen zusammen.

Sie erhalten wieder die Kärtchen mit den Begriffen zur Chromatographie. Diese sollen sie nun von jedem Schüler in eine ihm logische Anordnung gebracht werden. Anschließend wird die gelegte Struktur wechselseitig einem Mitschüler erklärt (oder von einem Mitschüler „fremd“ erklärt).

Nach dieser vertiefenden Übung führen die Schüler in ihren Stammgruppen die Extraktion der Blattpigmente gemäß Versuchsanleitung durch.

Anschließend wird das Laufmittel (mobile und quasi-stationäre Phase) hergestellt – dies kann aus Zeitgründen oder aus Sicherheitsgründen auch durch den Lehrer erfolgen.

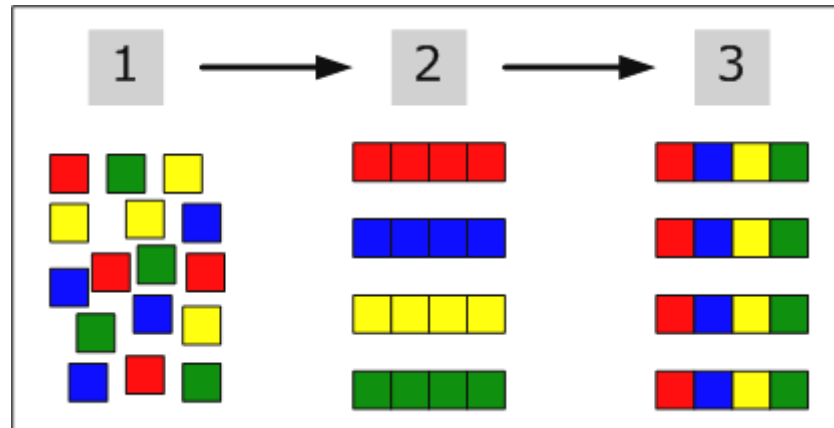
Empfohlen wird eine Mischung aus Benzin, Petrolether und Aceton. Alle Lösemittel bewegen sich durch die Kapillaren der Trägersubstanz (Papier oder vorzugsweise Dünnschichtplatte zur Dünnschichtchromatographie, DC). Aufgrund verschiedener Affinität zum Trägermaterial erfolgt dies durch Kapillarkräfte gegen die Schwerkraft angetriebene Bewegung allerdings unterschiedlich schnell: Wo eine Pigmentart letztlich in Bezug zur Laufmittelfront (die zu Ende der Chromatographie regelrecht entmischt sein wird) zu liegen kommt, hängt ab von der Bewegung des Fließmittels durch die Poren der Trägersubstanz und von der Löslichkeit des Pigments in den verschiedenen Laufmittelanteilen (Eluation). Es ergibt sich ein mehrfaches Wechselgleichgewicht von Adsorption und Desorption zwischen Trägersubstanz/ Fließmittelbestandteil und Fließmittelkomponente/ Pigmenttyp.

Eine erste Einschätzung über Eigenschaften der Pigmente mündet dabei in der Transferleistung der Schüler, die aufgrund der Strukturformeln von Pigmenten und Fließmittelkomponente die Zusammensetzung des Fließmittels aus unterschiedlichen Lösemitteln begründen („Warum zwei Flüssigkeiten, eine mehr polar, die andere stärker apolar?“). Das Laufmittel, das am stärksten polar ist, wird am wenigsten weit wandern, da Cellulose bzw. Kieselgel polare Gruppen aufweisen.

Vereinfacht kann der Versuch auch mit einem Fließmittel aus einer einzigen Lösemittelkomponente (Petroleumbenzin) durchgeführt werden. Das Ergebnis wird hinsichtlich der Pigmenttrennung weniger differenziert erscheinen.

Die Schüler wechseln zur Durchführung der Chromatographie von ihren Stammgruppen (1 – 6) in Expertengruppen (A – F).

In den Expertengruppen befindet sich also jeweils ein Schüler aus jeder Stammgruppe.



Zwei Expertengruppen arbeiten an derselben Aufgabenstellung; die Experten A und B führen eine Chromatographie mit Extrakt aus grünen Blättern durch, die Gruppen C und D mit Extrakt aus gelben, die Gruppen E und F mit Extrakt aus roten.

Nach erfolgreicher Chromatographie kehren die Experten in die Stammgruppen zurück und stellen die Ergebnisse aus der Expertenarbeit für die Schlussbetrachtung zur Verfügung.

Die Methode einer solchen Gruppenarbeit beschleunigt und sichert daher nicht nur die Bereitstellung von Ergebnissen, sondern sie fördert auch die Kooperations- und Kommunikationsfähigkeit der Schüler.

Die von den Expertengruppen in den Stammgruppen zusammengetragenen Chromatographie-Abbilder und Werte werden verglichen.

Anstelle einer Liste mit Rf-Werten bietet es sich an, dass die Gruppen eine Abbildung einer gelungenen Chromatographie erhalten, auf der die Pigmentbanden gut zu erkennen und mit Namen angegeben sind. Die Schüler berechnen ihre eigenen Rf-Werte und vergleichen diese sowie die Färbung mit denen der Banden auf der Referenzabbildung.

Abschließend werden die Ergebnisse der Gruppen vorgestellt und besprochen.

Die Demonstration der Fluoreszenz von Chlorophyll unter UV-Licht ist eine ergänzende Beobachtung, die während der Elutionszeit (Laufzeit) durchgeführt werden kann. Sie erleichtert das spätere Verständnis der Vorgänge während der Lichtreaktion der Fotosynthese und unterstützt, die Bedeutung der nicht-grünen Blattpigmente als Antennenpigmente zu erfassen.

Verweis auf Internetseiten:

<http://www.zum.de/Faecher/Materialien/beck/12/bs12.htm>

http://www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/dv01/1_06.htm

<http://www.uni-duesseldorf.de/MathNat/Biologie/Didaktik/Winterprojekt/se1/grundl1/v1.htm>

<http://dc2.uni-bielefeld.de/dc2/chromato/pcallge.htm>

http://www.chemieexperimente.de/chroma/13_4.htm

http://de.wikipedia.org/wiki/D%C3%BCnnschichtchromatographie#Herstellung_des_Chlorophyllextraktes.2F_Isolierung_der_Blattpigmente

http://www.lehrerfortbildung-bw.de/unterricht/sol/05_gruppenpuzzle/

Arbeitsblätter:

Untersuchung von Blattpigmenten

Stammgruppe Nr.:
Blattfarbe:

Herstellung einer Pigmentlösung

Material: je eine farbige Blattsorte (grüne, gelbe, braune, rote Blätter; Farbe notieren, s.o.);
Brennspiritus oder Aceton, Seesand /Quarzsand, Calciumcarbonat (CaCO_3), evtl. Ascorbinsäure zur Konservierung;
Waage, Mörser, Pistill, Abzug, Spatel, Messzylinder (100 ml), Erlenmeyerkolben, Alufolie, Trichter, Filtrierpapier.

Stellen Sie je einen Rohchlorophyllextrakt aus Blättern her.

Geben Sie dafür etwa 5 g zerkleinertes Blattmaterial mit etwas Sand und einer Spatelspitze CaCO_3 in einen Mörser, versetzen Sie dieses mit einer kleinen Menge Brennspiritus oder Aceton (20 ml), zerreiben es kräftig. Bei allzu großem Schwund des Lösemittels wiederholt wenig davon nachgießen.

Filtrieren Sie den entstandenen Extrakt mittels Trichter und Faltenfilter in einen Erlenmeyerkolben, der mit Alufolie (Extrakt ist lichtempfindlich!) umwickelt ist.

Drücken Sie jeweils zur Gewinnung weiterer Flüssigkeit mit dem Pistill auf die Blattmasse und wiederholen diesen Vorgang mehrmals.

Fluoreszenz von Chlorophyll in Lösung („in vitro“)

Material: Rohchlorophyllextrakt aus grünen Blättern,
UV-Lampe ($\lambda \sim 350 \text{ nm}$), verdunkelbarer Raum.

Betrachten Sie den Extrakt in einem abgedunkelten Raum unter der UV-Lampe.

Vergleichen Sie die Farben, die bei dünnerer und dickerer Schichtdicke bzw. bei Schwenken des Kolbens zu erkennen sind (nicht direkt in das UV-Licht schauen!).

Aufgaben:

1 Erläutern Sie die Ursache der Farbänderung von Chlorophyll bei Anregung durch Bestrahlung mit Licht energiereicher Wellenlänge mit Hilfe der Abbildung.

Chlorophyll nimmt Energie – hier Strahlungsenergie – auf und geht dabei in angeregte, energiereichere Zustände über. Bei der Rückkehr in den Grundzustand wird die eingefangene Energie (in anderer Form) wieder freigesetzt (Energieerhaltung). Zu unterscheiden sind zwei Anregungszustände. Durch Absorption von Rotlicht kann lediglich der erste, energieärmere Zustand erreicht werden. Durch Blaulicht-Absorption erfolgt der Übergang in den höheren Anregungszustand, von dem aus bei Rückkehr in den ersten Anregungszustand Wärme frei wird. Von diesem aus in den Grundzustand wird rotes Licht abgestrahlt (Floureszens, die bei zu hoher Schichtdicke von der Absorptionsfarbe überdeckt ist).

2 Weshalb stellen Absorption und Abgabe von (Licht)energie durch Chlorophyll die Grundlage für die Assimilation dar?

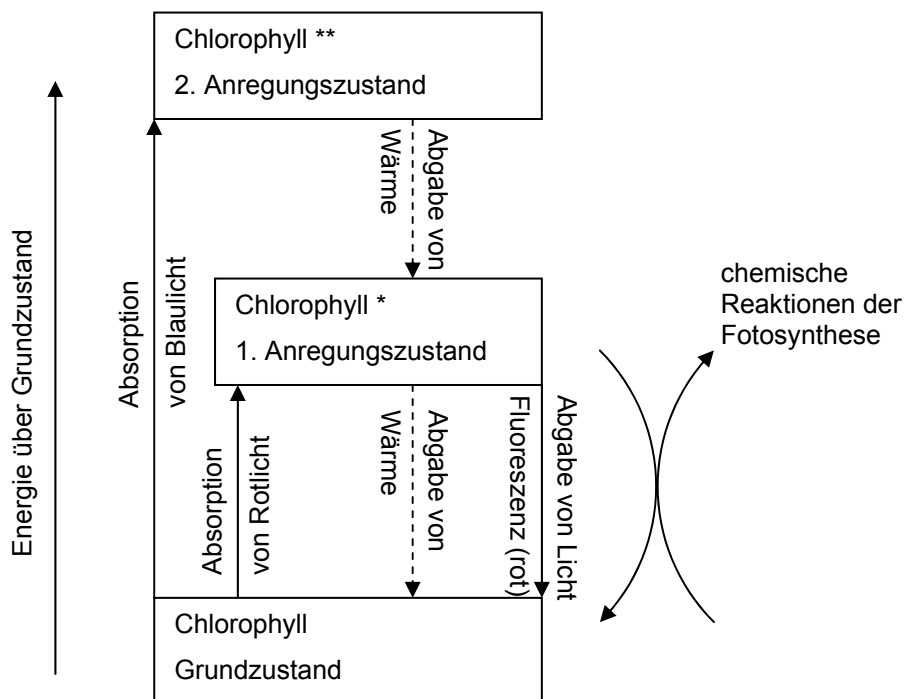
Untersuchung der Blattfarbstoffe

Durch Chlorophyll wird Lichtenergie absorbiert und den Reaktionen zum Aufbau energiereicher Stoffe zugeführt. Dort wird die Energie in chemischen Bindungen fixiert – und beim Abbau der Stoffe wieder freigesetzt.

Da die eingefangene Strahlungsenergie nicht ungenutzt wieder freigesetzt wird, fluoresziert ein grünes Blatt nicht rot, sondern erscheint in der Absorptionsfarbe grün.



Chlorophyll-Lösung unter UV-Licht



Anregung von Chlorophyll durch Absorption energiereichen Lichts

Untersuchung von Blattpigmenten

Expertengruppe Nr.:
Blattfarbe:

Chromatographische Trennung von Chloroplastenpigmenten

Zur Beachtung:

Der Rf-Wert einer Chromatographie ist eine für jede Verbindung charakteristische Größe und errechnet sich aus der Laufstrecke der jeweiligen Substanz geteilt durch die Laufstrecke des Laufmittels ausgehend vom Start. Der Rf-Wert wird stark von Laufmittel und Temperatur beeinflusst, ist er allerdings schwer reproduzierbar.

Material: Rohchlorophyll-Lösungen aus Blättern (verschiedener Farbe);
Chromatographie-Papier oder DC-Fertigplatten (ca. 4cm x 8cm), Fließmittel aus Benzin, Petrolether und Aceton im Verhältnis 10 : 2,5 : 2 (vereinfacht reines Petroleumbenzin), Chromatographie-Trennkammer/ Standzylinder (200 ml), Deckglas, Glaskapillare, Pipette (10 ml).

Tragen Sie in einer Höhe von 1,5 cm über dem Papier (bzw. DC-Plattenrand) und jeweils 1,5 cm vom Seitenrand entfernt mit einer Glaskapillare Tropfen des Rohpigmentextraktes der Blätter nebeneinander auf. Lassen Sie die Tropfen trocknen und wiederholen Sie diesen Vorgang, bis ein kräftiger farbiger Strich entstanden ist.

In die Trennkammer füllen Sie etwa 10 ml Laufmittel ein, sodass das Laufmittel ca. 0,5 – 1 cm hoch im Glas steht. Stellen die Chromatographieplatte anschließend in die Trennkammer und decken sie mit dem Glas ab. Lassen Sie die Kammer nun ungestört stehen.

Beobachten Sie die Wanderung des Extrakts.

Hat die Laufmittelfront die obere Seite der Chromatographieplatte nahezu erreicht, nehmen sie die Platte heraus und ziehen die Linie der Laufmittelfront vorsichtig und dünn mit Bleistift nach.

Untersuchung von Blattpigmenten

Stammgruppe Nr.:

Blattfarbe:

Expertengruppe Nr.:

Blattfarbe:

Chromatographische Trennung von Chloroplastenpigmenten

Aufgaben:

Expertengruppe

- 1 Legen Sie eine Tabelle an. Bestimmen Sie zunächst die Gesamt-Laufstrecke. Beschreiben Sie die Chromatogramme, indem Sie die Rf-Werte ermitteln und sie den Pigmenten begründet zuordnen. Achten Sie dabei auf die Laufstrecke der Pigmente, welches Laufmittel welches Pigment am besten gelöst haben wird (Hinweis: Polarität), welches Laufmittel am weitesten gewandert sein wird (Laufmittelfront) und erläutern Sie.

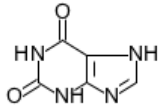
Stammgruppe

- 2 Vergleichen Sie die Pigmente, die bei den verschiedenen gefärbten Blättern vorkommen. Welche Veränderung verursacht eine Umfärbung der Blätter im Herbst?
- 3 Die gelben und roten Blattpigmente haben für die Chlorophylle eine so genannte „Antennen-Funktion“: Auch sie können Lichtenergie binden und angeregte Zustände einnehmen. Zeichnen Sie die nicht-grünen Blattpigmente in die Abbildung der Anregungszustände des Chlorophylls ein und erläutern Sie deren Funktion allgemein.
- 4 Im Herbst verändern sich in den mittleren Breiten Tageslänge und Sonnenstand besonders stark. Erläutern sie die Auswirkung dieser geographischen Phänomene auf die zur Verfügung stehende Lichtenergie unter Zuhilfenahme der Datentabelle und beschreiben Sie diesbezüglich den Bedeutungszuwachs der Funktion der nicht-grünen Blattpigmente.
- 5 Nennen und erklären Sie Gründe für das Abwerfen der Laubblätter im Winter und den Transport von Chlorophyll in den Stammbereich zur Speicherung.

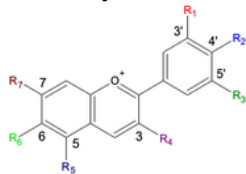
Antworten siehe Einführung

Strukturformeln der Pigmente und Laufmittel (Lösemittel)

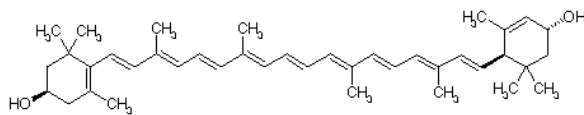
Xanthin



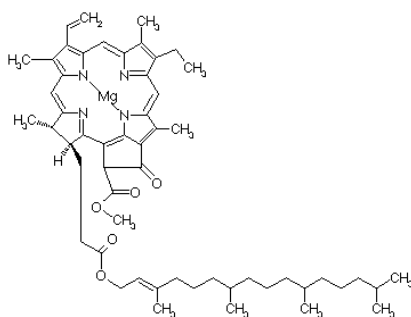
Anthocyan



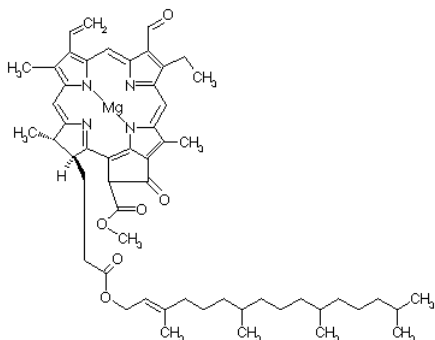
Lutein



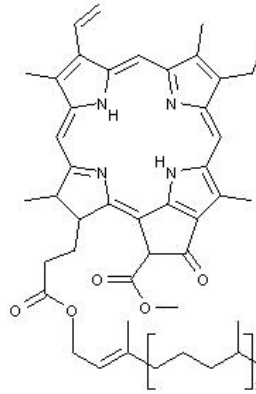
Chlorophyll a



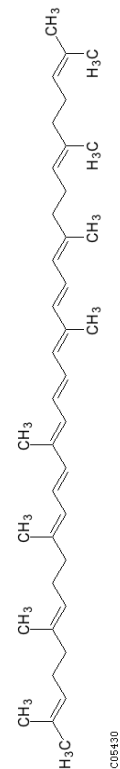
Chlorophyll b



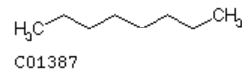
Phaeophytin



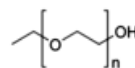
Carotin



Benzin (Octan)



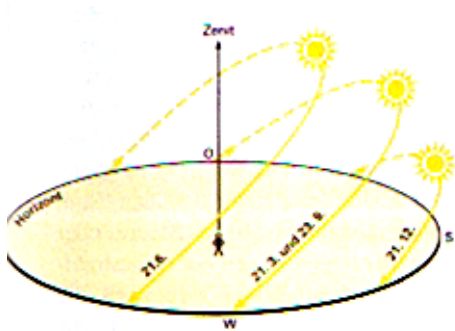
Petroleumether



Aceton

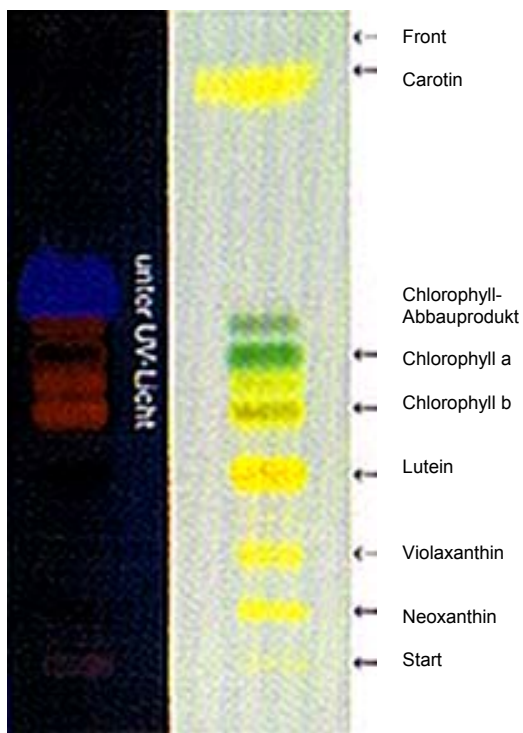


Untersuchung der Blattfarbstoffe



	Nordpol	Nordkap	Mittel-europa	Äquator
1. Jan.	■	■	■	■
1. Febr.	■	■	■	■
1. März	■	■	■	■
1. Apr.	■	■	■	■
1. Mai	■	■	■	■
1. Juni	■	■	■	■
1. Juli	■	■	■	■
1. Aug.	■	■	■	■
1. Sept.	■	■	■	■
1. Okt.	■	■	■	■
1. Nov.	■	■	■	■
1. Dez.	■	■	■	■

Sonnenstandshöhen in Deutschland und Tageslängen in den mittleren Breiten und verschiedener Regionen der Erde (verändert nach Fundamente, Physische Geographie, Klett-Verlag)



Chromatogramm von Pigmentextrakt grüner Blätter
(verändert nach Linder Biologie, Schroedel-Verlag)



http://www.uni-bayreuth.de/departments/didaktikchemie/c-hembox/x_blatt/blatt_2.htm