

Indigosynthese und Chromatographie

Indigo

Durch das Sonnenlicht, das an Staubteilchen gestreut wird, ist der Himmel blau. Blau wirkt beruhigend und regt zum Träumen an. Deshalb wird es oft als Logo oder in der Werbung verwendet (Nivea-Creme).

Aber auch viele unangenehme Dinge sind blau, wie Strafzettel oder „blaue“ Briefe, die das Nicht-versetzen in die nächste Klasse ankündigen.

Um blaue Stoffe zu bekommen benutzt man den Farbstoff Indigo.

Levis Strauß verwendete ihn um seine Bluejeans zu färben, die als Markenjeans den Markt eroberte.

Indigo ist einer der ältesten und bekanntesten Farbstoffe. Schon 2000 vor Christus haben die Ägypter ihren Mumien mit Indigo gefärbte Bänder ins Grab gelegt.






In Europa gewann man den „König der Farbstoffe“ aus Färber-Waid, einer gelbblühenden Pflanze. Die Blätter enthalten Indican, einen gelben Farbstoff, der erst durch eine besondere Behandlung mit Harnstoff (ist in Urin enthalten) in Indigo überführt wurde. Die Stoffe wurden meist sonntags für 12 Stunden in das Bad eingetaucht und an die Luft gehängt. Die Gesellen legten sich daneben und warteten auf die blaue Färbung an der Luft. Daher kommt der Ausdruck „blau machen“.

1878 gelang dem deutschen Chemiker Baeyer die erste künstliche Herstellung von Indigo. Den synthetischen Indigo brachte BASF in Ludwigshafen auf den Markt. Der natürliche Indigo, gewonnen aus dem Färber-Waid spielte schnell keine Rolle mehr.



Färber-Waid
(*Isatis tinctoria*)

Versuch: Darstellung von Indigo

Geräte	Chemikalien
100 ml Becherglas	ortho-Nitrobenzaldehyd 
Filterpapier	Aceton 
Glasstab	dest. Wasser
Saugflasche + Nutsche + Schlauch	Diethylether 
kleiner Büchnertrichter	Ethanol (= Alkohol) 
Magnetrührer mit Heizfunktion + Rührfisch	1 mol/l NaOH-Lösung 
25ml Messzylinder	
Thermometer	
Spatel	

Durchführung:

- In dem 100ml Becherglas werden **5g** ortho-Nitrobenzaldehyd in **15ml** Aceton unter Rühren auf einer Rührplatte gelöst.
- Anschließend wird die Lösung mit **15 ml** destilliertem Wasser versetzt.
- Nun fügt man **20ml** 1mol/l NaOH-Lösung hinzu (Achtung exotherm!) und erwärmt ggfs. (ca. 50°C), bis auf der dunkelbraunen Lösung ein tiefblauer Feststoff schwimmt. Dabei handelt es sich um dein Produkt.
- Der Feststoff wird an der Filtriervorrichtung abgesaugt und nacheinander mit
 - a) ca. 15 ml Wasser
 - b) ca. 15 ml Ethanol
 - c) ca. 15ml Diethylethergewaschen.




Beobachtung:

Reaktionsmechanismus:

Versuch: Färben mit Indigo

Information:

Indigo ist in wässrigen Lösungen unlöslich. Um den Farbstoff auf Fasern aufzuziehen, ist es jedoch notwendig, dass er in gelöster Form vorliegt. Im sogenannten „**Verküpen**“ wandelt man diesen Farbstoff durch eine chemische Reaktion in eine wasserlösliche Form um. Indigo wird bei dieser Reaktion **reduziert**, es entsteht die hellgelbe **Leukoform**. Diese löst sich leicht in Wasser, das Färbegut (Baumwolle oder Leinen) kann damit vollständig benetzt werden. Die Lösung nennt man **Küpe**. Die Reduktion ist reversibel (umkehrbar). Durch einfachen Kontakt mit dem Sauerstoff der Luft wird die Leukoform wieder zu Indigo **oxidiert**. Der Stoff ist somit blau gefärbt, allerdings nicht abriebfest, wie bei Jeans an strapazierten Stellen gut zu sehen ist!

Geräte	Chemikalien
400ml Becherglas	Indigo
Uhrglas	Dest. Wasser
Thermometer	Na ₂ S ₂ O ₄ Natriumdithionit  
Glasstab	
Spatel	
Magnetrührer mit Heizfunktion + Rührfisch	NaOH-Lösung (30%) 
100ml Messzylinder	
Stoff aus Baumwolle oder Leinen	
Handschuhe	
pH-Papier	

Durchführung:

Handschuhe tragen !!!

- Das Indigo (mind. 1,5g - 2g) wird mit der fünffachen Menge Natriumdithionit (Na₂S₂O₄) und ein paar Tropfen Wasser zu einem Brei auf der Ruhrplatte verrührt.
- Mit ca. 30 ml NaOH-Lösung **deutlich** basisch machen (pH-Wert prüfen! Falls es sich nicht entfärbt weiter zugeben) und anschl. vorsichtig auf etwa 70 °C unter Rühren erwärmen. Dabei soll das Becherglas mit einem Uhrglas verschlossen werden (Spritzgefahr).
- Die Mischung färbt sich erst grüngelblich, danach braungelblich zur Leukoform des Indigos (eventuell muss noch mehr Na₂S₂O₄ zugegeben werden).
- Die Mischung wird in einen Eimer mit warmem Wasser geschüttet (Küpe).
- Das zu färbende Stoffstück wird nun mit Wasser angefeuchtet und in die Küpe für einige Minuten (ca. 7-10 min) getaucht. Wichtig dabei ist, dass der Stoff vollständig unter Wasser getaucht wird.
- Anschließend wird der Stoff herausgenommen, gut ausgewrungen und für ca. 5 min an der Luft trocknen gelassen. Dabei oxidiert die Leukoform des Indigos durch den Luft-Sauerstoff wieder zu Indigo.

- Der Stoff wird nun gründlich mit Wasser ausgewaschen, evtl. in verdünnten Essig getaucht (um restliche NaOH zu neutralisieren) und erneut mit Wasser ausgewaschen.

Beobachtung:

Färbevorgang:

Es handelt sich dabei um einen Reduktionsvorgang:

Hängt man das Kleidungsstück nach dem Aufziehen an die Luft, wird Leuko-Indigo durch den Luft-Sauerstoff wieder zum blauen Indigo oxidiert.

Photosynthese und Chlorophyll

Information:

Alles Leben auf der Erde wird von Sonnenenergie angetrieben. Die Pflanzen fangen Lichtenergie ein, die von der Sonne aus 160 Millionen Kilometer zurückgelegt hat, und wandeln sie in chemische Energie um, die in Zuckern und anderen organischen Molekülen gespeichert wird. Diesen Vorgang nennt man Photosynthese.

Direkt oder indirekt ernährt die Photosynthese fast die gesamte Welt des Lebendigen.

Jedes Lebewesen muss die organischen Verbindungen, die es zur Gewinnung von Energie und zum Aufbau von Kohlenstoffgerüsten braucht, auf einem von zwei Wegen gewinnen. Ein Weg ist, die benötigten Stoffe direkt aus anorganischen Rohstoffen herzustellen. Dies tun zum Beispiel Pflanzen: sie brauchen nur Kohlendioxid aus der Luft, Wasser und einige Mineralstoffe aus dem Boden (Dünger!). Sie brauchen aber auch Licht, um aus diesen Rohmaterialien das herzustellen, was sie zum Leben brauchen.







Die zweite Form sind „Konsumenten“. Sie leben auf Basis von Stoffen, die z.B. von den Pflanzen hergestellt werden. Zu diesen Konsumenten gehören Menschen und Tiere, die sich von anderen Tieren und Pflanzen ernähren. Andere Beispiele sind Bakterien und Pilze, die sich von pflanzlichen und tierischen Abfällen (Kot, Kadaver, Laub) ernähren.

Für viele Pflanzen ist der grüne Blattfarbstoff (Chlorophyll) die Maschine, die mit Hilfe von Licht die Energie erzeugt, die für die Herstellung der benötigten Stoffe notwendig ist. Dieser Blattfarbstoff

ist in Zellbestand-teilen verpackt, den Chloroplasten. Ein Quadratmillimeter der Blattoberfläche enthält etwa eine halbe Million Chloroplasten.

Diesen grünen Blattfarbstoff kann man aus Blättern oder Gras gewinnen (extrahieren).

Versuch: Extraktion von Pflanzenfarbstoffen

Geräte	Chemikalien
Schere	Gras
Mörser und Pistill	Aceton  
Erlenmeyerkolben	Petrolether    
Trichter	dest. Wasser
Faltenfilter	Seesand
Messzylinder	
Spatel	
Scheidetrichter	

Durchführung:

- Frisches, aber nicht feuchtes Gras oder Blätter von Grünpflanzen werden mit der Schere zerkleinert
- Das Gras wird nun in einem Mörser mit etwas Sand zerrieben.
- Dann mit Aceton aufschlänmen und in den Faltenfilter überführen (pro 5 g Gras benötigt man 30 ml Aceton). Die grüne Lösung in einem Erlenmeyerkolben auffangen.
- Den Grastrückstand nochmals in den Mörser geben und mit 15 ml Petrolether verreiben.
- Wiederum abfiltrieren und beide Filtrate in den Scheidetrichter geben.
- Nun gibt man etwas Wasser in den Scheidetrichter. Es bilden sich zwei Phasen: eine Aceton-Wasser- und eine Petroletherphase.
- Der Scheidetrichter wird mit einem Stopfen verschlossen. Um alle Pflanzenfarbstoffe in die (obere) Petroletherphase zu bekommen muss nun zunächst vorsichtig, dann kräftig geschüttelt werden. Dabei ist wichtig, dass man etwa **pro 3x schütteln belüftet** (dazu den Scheidetrichter mit dem Stopfen in der einen Hand festhalten und den Hahn nach oben halten und vorsichtig öffnen).
- Die wässrige Phase von der organischen Phase trennen und die wässrige Phase nochmals mit Petrolether ausschütteln.
- Wiederum das tiefgrüne Extrakt abtrennen und beide organ. Phasen vereinigen.
- **Wichtig: Das Extrakt muss vor Sonnenlicht geschützt werden!**

Notizen:

Dünnschichtchromatographie des Pflanzenextraktes

Information:

Durch das Verfahren der Chromatographie kann der zuvor hergestellte grüne Pflanzenextrakt in seine Bestandteile aufgetrennt werden. Es können die Chlorophylle a und b, ebenso die Carotinoide und das Xanthophyll sichtbar gemacht werden.

Verwendet werden mit Kieselgel beschichtete Aluminiumplatten.

Geräte	Chemikalien
Kieselgelplatten (auf Glas oder Aluminium)	Blattfarbstoffextrakt
Entwicklungskammer (Becher- und Uhrglas)	Aceton
Mikrokapillaren bzw. Pipette	Cyclohexan
Messzylinder	2-Propanol
Weicher Bleistift	
Filterpapier oder Papierhandtuch	

Durchführung:

- Mit einem weichen Bleistift in 1 cm Höhe eine Startlinie auf der DC-Platte markieren (die DC-Platte soll dabei nicht beschädigt oder mit den Fingern berührt werden)
- Mit einer Kapillare (z.B.: Pipette) wird der Extrakt möglichst dünn als Punkt genau auf die Startlinie aufgebracht, trocknen lassen und nochmals auftragen (mehrmals wiederholen)
- Während des Trocknens kann das Laufmittel angesetzt werden:

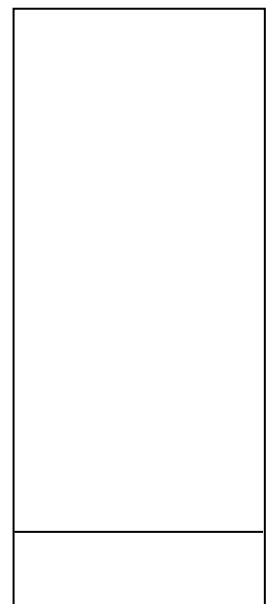
	Cyclohexan	Aceton	2-Propanol
Im Verhältnis	15	2	1

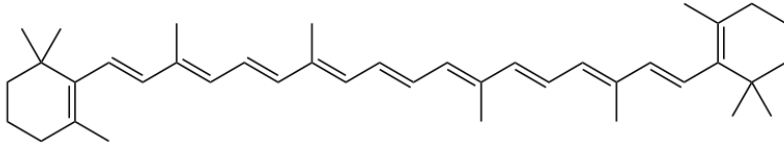
- In die Kammer - ein Becherglas mit einem Uhrglas als „Deckel“ - füllt man das Laufmittel ca. 0,75 cm hoch ein (muss unterhalb der Startlinie bleiben → warum?!).
- Das Chromatogramm wird in die Kammer zum Entwickeln gestellt
- Die Kammer kann zur besseren Sättigung an den Wänden mit Filterpapier ausgekleidet werden. Während der Entwicklung sollte sie immer geschlossen bleiben, damit das Fließmittel nicht durch Verdampfen seine Zusammensetzung ändert.
- Wenn die Fließmittelfront bis auf ca. 1 cm vom oberen Rand angekommen ist, sollte das entwickelte Chromatogramm herausgenommen werden.

Beobachtung:

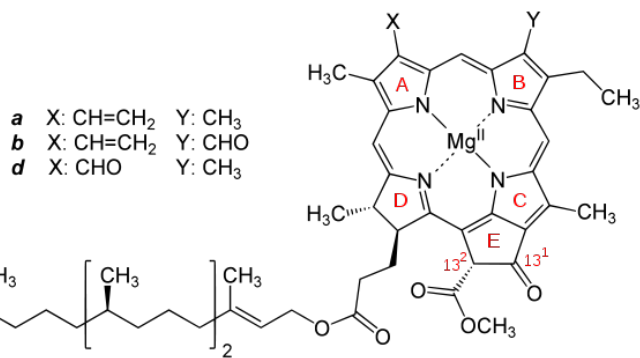
Die Farbstoffe verblassen bald, deshalb halte das Ergebnis in einer Skizze fest:

Startlinie →



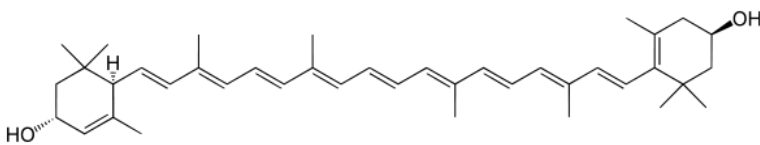


Carotinoide



Chlorophyll a (Methylgr.)

Chlorophyll b (Aldehydgr.)



Xanthophylle (Stoffgruppe)

hier: Lutein