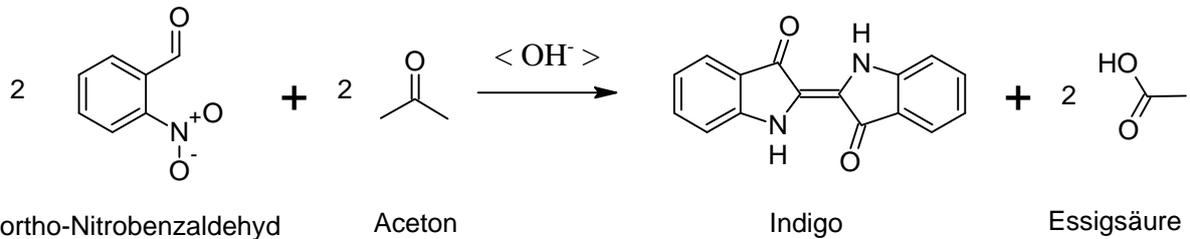


Name: Jan Schäfer

Datum: 23.11.07

Gruppe 4  
Herstellung und Küpfenfärbung mit Indigo

**Reaktionsgleichung:**



**Zeitbedarf:**

Vorbereitung: 10 min

Durchführung (Indigoherstellung): 10 min

Durchführung (Küpfenfärbung): ca. 20 min

Nachbereitung: 5 min

**Eingesetzte Substanzen:**

Eingesetzte Stoffe	Summenformel	Menge	Gefahrensymbole	R-Sätze	S-Sätze	Einsatz in der Schule
2-Nitrobenzaldehyd	(NO <sub>2</sub> )C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> CHO	4 g			24/25	Keine Information
Aceton	CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	40 mL	F, Xi	11-36-66-67	2-9-16-26	S 1
Natriumdithionit	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	10 g	Xn	7-22-31	2-7/8-26-28-43	S 1
Natronlauge (c = 1 Mol/L)	NaOH <sub>(aq)</sub>	16 mL	C	34	26-36/37/39-45	S 1
Indigo	C <sub>16</sub> H <sub>10</sub> N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Ca. 6 g	Xi			

(unten: RG mit Ausgangsstoffen)

**Materialien:**

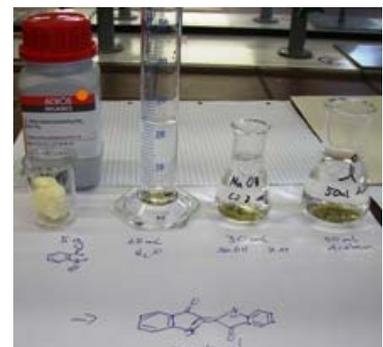
Färbewanne, Waage, Spatel, Magnetrührer, Filterpapier, Trichter, 500 mL Becherglas, Uhrglas

**Durchführung:**

(unten: Ausgangstoffe der Indigoherstellung)

**Herstellung des Indigo:**

Man löst den 2-Nitrobenzaldehyd in Aceton und gibt danach die Natronlauge hinzu. Nach dem Ausfallen des Indigo filtert man die Lösung und trocknet den Rückstand.



## Küpenfärbung mit Indigo:

Der hergestellte Indigo wird in 50 mL warmen (50°C) Ethanol gelöst und in einem Becherglas mit 10 g Natriumdithionit und mit 24 NaOH-Plätzchen versetzt. Wenn die Lösung eine grüne Farbe angenommen hat gibt man die Küpe in ein geeignetes Färbegefäß. Ein Würstchenkocher ist besser geeignet als eine Wanne, da dieser beheizt und verschlossen werden kann und somit das Färbeergebnis sich deutlich verbessert.



(oben: Indigo im Faltenfilter)

Man gibt also die Küpe zusammen mit den zu färbenden Kleidungsstücken in das Färbegefäß und gibt so viel heißes Wasser hinzu, bis die Kleidung komplett bedeckt ist.

Nach fünf minütigem Aufkochen holt man die Kleidung aus der Lösung und hängt sie zum Trocknen an der Luft auf.

(unten: frisch reduzierte Indigoküpe)

## Beobachtung:

**Herstellung:** Die Lösung wird direkt nach der Zugabe der Hydroxidlösung dunkelblau und es fällt ein blauschwarzer Feststoff aus.



**Küpenfärbung:** Durch die Zugabe von Dithionit wird die Indigolösung intensiv rot bis grün. (siehe Foto)

Am Boden der Lösung setzt sich ein gelber Feststoff ab.

Die anfangs noch grünen gefärbten Klamotten werden langsam an der Luft oxidiert und sie färben sich blau.

(unten: Färbewanne mit Indigoküpe)

## Entsorgung:

Der Rest der Küpenfärbung kann kanalisiert werden.

Das Filtrat aus der Indigoherstellung wird zu den organischen Lösungsmittelabfällen gegeben.



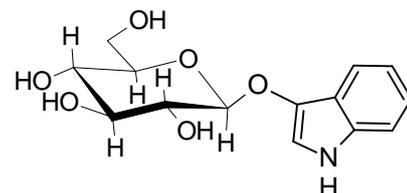
## Fachliche Analyse:

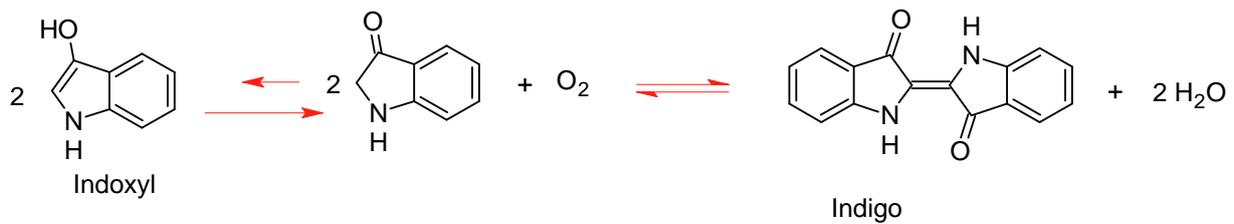
Indigo ist einer der ältesten Farbstoffe der Menschheit und die ersten Anwendungen von Indigo sind lassen sich bis 2500 v. Chr. zurückverfolgen.

Der Indigo wurde bis zur Erfindung der industriellen Synthese aus der Indigopflanze (*Indigofera argentea* oder *Indigofera tinctoria*) gewonnen. Die Heimat dieser Pflanze ist Indien, das tropische Afrika und China. Die Blüten dieser Pflanze wurden geerntet, gebündelt und zu Haufen aufgeschichtet. Danach übergibt man diesen mit einer Gärungsküpe die aus Wasser und Glucose besteht. Danach gibt man zur Alkalisierung gelöschten Kalk oder Ammoniak hinzu. Durch die Einwirkung des Luftsauerstoffs auf die Lösung fällt dann der Indigo in Form eines blauen in kaltem Wasser unlöslichen Pulvers aus.

Indigo kommt in der Pflanze als **Indikan** (rechte Abb.), einem Glucosederivat vor. Dies darf nicht mit dem Harn-Indikan verwechselt werden.

Das Indikan wird durch pflanzeigene Enzyme zu Indoxyl und schließlich zu Indigo oxidiert.

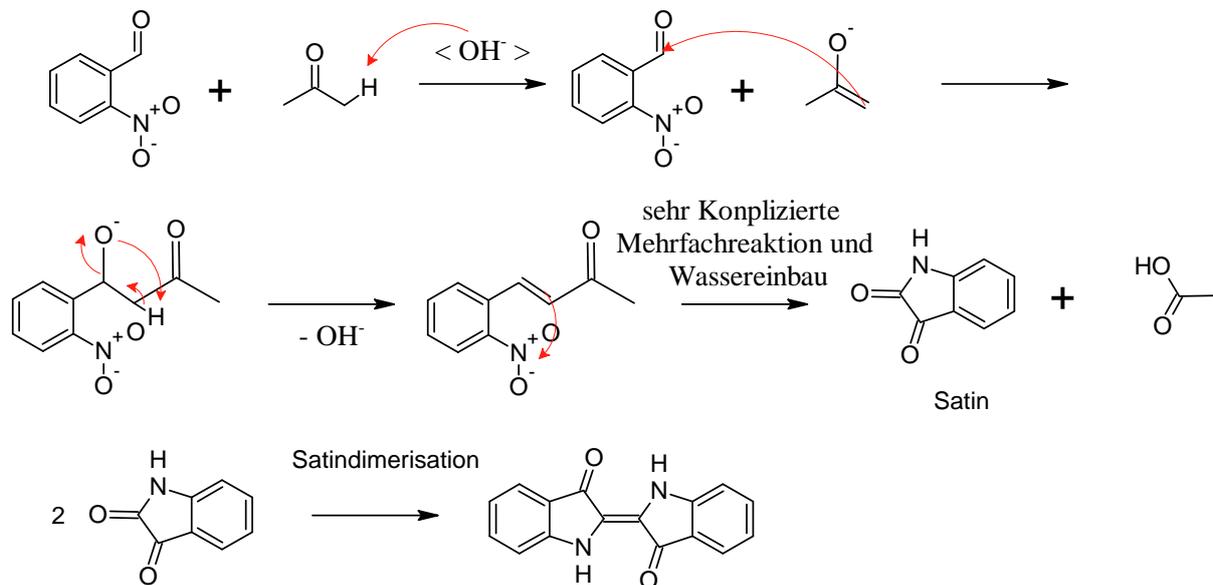




Der Indigo wurde etwa um das fünfzehnte Jahrhundert nach Europa gebracht und verdrängte hier den benutzten Färberwaid, der zwar auch das Indikan beinhaltet, jedoch in viel geringeren Mengen.

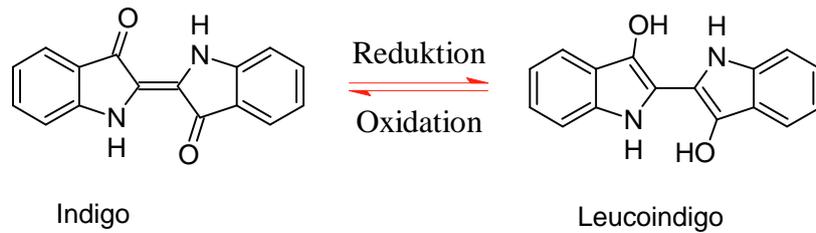
Die gegen Ende des 19. Jhr. entdeckten Teerfarben deckten fast das gesamte Farbspektrum ab. Nur ein intensives Blau fehlte der chemischen Industrie noch in ihrem Angebot. Somit versuchte man ab 1868 das bekannte Indigo chemisch zu synthetisieren. Baeyer entwickelte 1880 als Erster ein Verfahren um Indigo aus der billigen Zimtsäure herzustellen und dieses Patent erwarb die BASF. Diese investierte in den ersten 17 Jahren 18 Millionen Goldmark (eine Goldmark entspricht etwa heutigen 20 €) in die technische Herstellung von Indigo und erst 1897 kam der erste synthetische Indigo auf den Markt, der den angebauten Indigo schnell verdrängte durch seine bessere Reinheit und Färbequalität.

Die Indigoherstellung im Labor läuft über den relativ teuren 2-Nitrobenzaldehyd, der mit einer alkalischen Acetonlösung zum Indigo reagiert. Hier der Reaktionsmechanismus



(Quelle Eigene)

Indigo ist ein Indolderivat und ein unlöslicher Farbstoff. Damit er sich in der Kleidung anlagert, muss er erst in seine farblose wasserlösliche Leuco-Indigo Form gebracht werden.



Der Leucoindigo in der Faser eines gefärbten Kleidungsstückes wird dann wieder durch den Luftsauerstoff zu Indigo oxidiert.

### Didaktische Analyse:

1.) Der Versuch ist in der 12G.2 anzusiedeln, da hier Farbstoffe als Wahlthema der angewandten Chemie behandelt werden und unter anderem auch die Synthese und die Anwendung von Farbstoffen.

Der apparative Aufwand dieses Versuches ist etwas höher, da der Nitrobenzaldehyd nicht billig und auch nicht an jeder Schule immer vorhanden sein wird.

Der Färbeprozess dauert mit einer Klasse zwar bestimmt etwas länger als eine Stunde aber die Effekte können super beobachtet werden.

Der Versuch ist sehr sicher und einfach in der Durchführung.

Der Färberversuch ist sogar als Schülerversuch durchführbar. Die Indigoherstellung vermutlich eher als Lehrerversuch.



### Literatur:

- Chemie Heute, Schroedel Schulbuchverlag, 1988 Hannover
- Soester Liste Version 2.7
- Hessischer Lehrplan der Chemie für Gymnasien