

Name:



## Chemie für eine grüne Zukunft

### Tag 2: Nachhaltige Färbeverfahren

Projektwoche im Rahmen des Aktionsprogramms „Aufholen nach Corona“





## Sicheres Arbeiten im Labor


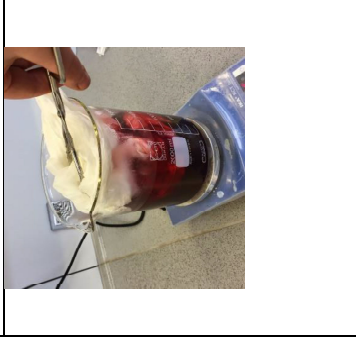
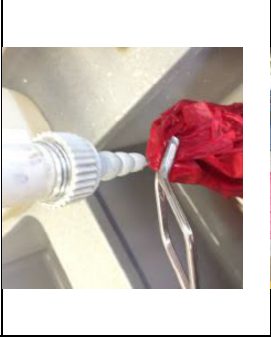

1. Im Labor müssen Schutzbrille und Kittel getragen werden!
2. Im Labor darf weder gegessen noch getrunken werden!
3. Jeder Hautkontakt mit Chemikalien ist zu vermeiden!
4. Das Labor darf nur mit festem Schuhwerk und langer Beinkleidung betreten werden.
5. Lange Haare sollten zusammengebunden werden.
6. Jacken und Taschen dürfen nicht ins Labor mitgenommen werden!
7. Im Labor müssen alle Gefäße, in denen Chemikalien sind, beschriftet werden.
8. Lies vor jedem Experiment genau die Versuchsanleitung.
9. Frage bei Problemen die Betreuer\*innen.
10. Lasse den Versuchsaufbau stets von einem/r Betreuer\*in kontrollieren!
11. Lies die Beschriftung von Chemikalien genau, bevor du sie verwendest.
12. Gehe sorgfältig und sachgerecht mit allen Laborgeräten um!
13. Abfälle dürfen nicht ohne Erlaubnis in den Ausguss entsorgt werden. Achte auf die Anweisungen zur Entsorgung von Chemikalienabfällen. Es stehen Kanister zur Entsorgung bereit. Frage auch hier im Zweifel immer einen Betreuer.
14. Halte die Laborräume und den Arbeitsplatz sauber!
15. Wenn du beim Experimentieren mit Chemikalien in Kontakt gekommen bist, wasche die betreffende Hautstelle sofort ab!
16. Chemikalien darf man nicht essen oder probieren.
17. Prüfe den Geruch einer Chemikalie stets durch Zufächeln!
18. Wasche dir nach dem Verlassen des Labors unbedingt die Hände!

## Tag 2: Nachhaltige Färbefahren

### Was macht Färben und Textilien nachhaltig?



- Einsatz von nachhaltigen Materialien wie Bio-Baumwolle.
- Verzicht von umweltschädlichen Chemikalien
- ressourcenschonende Färbefahren
- sparsamer Umgang mit Wasser
- Reinigung der Abwässer
- faire Arbeitsbedingungen
- eine Kreislaufwirtschaft
- weniger kaufen
- ...

### Fällt Dir noch mehr ein?


<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bringt das Wasser mit dem Farbstoffbeutel auf dem Magnetrührer zum Sieden und kocht danach unter ständigem Umrühren 3 Minuten lang.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Legt die gebeizten Seidentücher (in den Farbstoffextrakt und bringt ihn auf dem Magnetrührer erneut auf ca. 90 °C (Stellung 300°C). Wenn es blubbert, stellt die Temperatur der Heizplatte auf 150°C und lasst die Tücher noch mindestens 5 Minuten im heißen Farbstoffextrakt liegen. Rührt dabei ständig mit einer Tiegelfzange um und quetscht dabei die Tücher!</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geht dann mit dem Becherglas zum Waschbecken und nehmt die gefärbten Seidentücher aus dem Farbstoffextrakt (Tiegelfzange) und wascht sie unter fließendem Wasser gut aus.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Löst danach die Schnüre und Knoten vorsichtig, trocknet die Tücher auf der Wäscheleine an der Luft und bügelt sie zu Hause.</li> </ul>	



### Das Färben mit den Pflanzenfarben

<ul style="list-style-type: none"> <li>Füllt ein 2000 ml-Becherglas mit etwa 1200-1400 ml kochend heißem Wasser (Wasserkocher!) und stellt es auf den zweiten Magnetrührer.</li> </ul>													
<ul style="list-style-type: none"> <li>Jetzt müsst ihr den Farbstoff aussuchen. Farbbeispiele stehen in den Gläsern aus.</li> </ul>	 <p><b>Dosierung der Farbstoffe</b></p> <table border="0"> <tr> <td>Blauholz</td> <td>5 g</td> <td>lila</td> </tr> <tr> <td>Reseda</td> <td>8 g (+ 3 g Kalk)</td> <td>zitronengelb</td> </tr> <tr> <td>Cochenille</td> <td>5 g</td> <td>dunkelrosa</td> </tr> <tr> <td>Krappwurzel</td> <td>10 g</td> <td>rot</td> </tr> </table> <p><b>Hinweis:</b> Bei Reseda müssen in das Färbbad zwei Teelöffel Kalk (etwa 3 g CaCO<sub>3</sub>) gegeben werden!</p>	Blauholz	5 g	lila	Reseda	8 g (+ 3 g Kalk)	zitronengelb	Cochenille	5 g	dunkelrosa	Krappwurzel	10 g	rot
Blauholz	5 g	lila											
Reseda	8 g (+ 3 g Kalk)	zitronengelb											
Cochenille	5 g	dunkelrosa											
Krappwurzel	10 g	rot											
<ul style="list-style-type: none"> <li>Stellt ein kleines Becherglas mit einem Teebeutel auf die Waage und füllt ihn mit der angegebenen Menge Farbstoff. Verschließe den Teebeutel mit einem Stück Schnur und lege ihn in das Becherglas mit dem heißen Wasser.</li> </ul>	 												

Hier sind ein paar Quellen zu nachhaltigem Färben und nachhaltiger Mode:

Link	QR-Code
<p><b>Färben – das größte Umweltproblem der Modeindustrie:</b> <a href="https://www.vogue.de/mode/artikel/das-groesste-umweltproblem-der-modeindustrie-faerben">https://www.vogue.de/mode/artikel/das-groesste-umweltproblem-der-modeindustrie-faerben</a></p>	
<p><b>Umweltfreundliche Indigo-Färbetechnologie:</b> <a href="https://textile-network.de/de/Technische-Textilien/Technologien/Umweltfreundliche-Indigo-Faerbertechnologien">https://textile-network.de/de/Technische-Textilien/Technologien/Umweltfreundliche-Indigo-Faerbertechnologien</a></p>	
<p><b>Was du über Denim und die Jeansproduktion wissen solltest:</b> <a href="https://fashionchangers.de/was-du-ueber-jeansproduktion-und-nachhaltigkeit-wissen-solltest/">https://fashionchangers.de/was-du-ueber-jeansproduktion-und-nachhaltigkeit-wissen-solltest/</a></p>	
<p><b>Nachhaltiges Färben von Jeans:</b> <a href="https://www.swissmem.ch/de/themen/nachhaltiges-faerben-von-jeans.html">https://www.swissmem.ch/de/themen/nachhaltiges-faerben-von-jeans.html</a></p>	
<p><b>Nachhaltige Innovationen: Färben mit Bakterien, Pilzen, Avocadosamen und Blumen:</b> <a href="https://fashionunited.de/hachrichten/mode/nachhaltige-innovationen-faerben-mit-bakterien-pilzen-avocadosamen-und-blumen/2021081042278">https://fashionunited.de/hachrichten/mode/nachhaltige-innovationen-faerben-mit-bakterien-pilzen-avocadosamen-und-blumen/2021081042278</a></p>	

## Indigo

Indigo ist ein tiefblaues Pigment, das die meisten Menschen heutzutage wohl als das Blau von Jeans kennen. Indigo kann aus der indischen Indigopflanze (*Indigofera tinctoria*) oder dem seit der Antike in Europa heimischen [Färberwaid](#) (*Isatis tinctoria*) gewonnen werden.

Bereits in der Antike nutzte man den Farbstoff aus pflanzlichen Quellen. Im Mittelalter war in Europa außer Indigo kein blaues Pigment bekannt. Färberwaid wurde gezielt angebaut, in Deutschland vor allem in Thüringen in der Gegend um Erfurt. Die Gewinnung war mühsam, wobei 300 kg Pflanzenmaterial etwa 1 bis 1,5 kg Indigo lieferten. Im Vergleich dazu konnte aus der indischen Indigofera-Pflanze die dreifachfache Farbstoffmenge gewonnen werden, so dass der Anbau in Europa im 17. Jahrhundert sich nicht mehr gelohnt hat.



Abbildung 2: Färberwaid




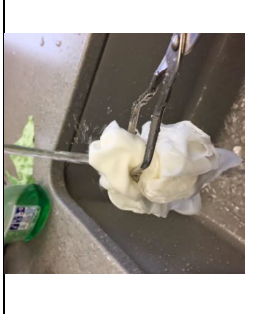
Die Pflanzen enthalten kein Indigo, sondern Indican, das zunächst durch Gärung in Indoxyl umgewandelt werden muss. Durch anschließende Oxidation an der Luft entsteht aus dem gelben Indoxyl der blaue Indigo.

Die fortwährende Bedeutung von Indigo ist sicherlich auch Levi Strauss zu verdanken. 1849 brach in den USA der große Goldrausch aus. Auch der Jahre zuvor aus Deutschland ausgewanderte Stoffhändler Strauss folgte dem Goldrausch nach San Francisco. Dort erkannte er den Bedarf an strapazierfähiger Arbeitskleidung für die Goldsucher und fertigte die ersten Bluejeans. Beim Material fiel seine Wahl schließlich auf mit Indigo blau gefärbte Baumwolle (Denim). Aus der einstigen Arbeitskleidung wurde über die Jahre ein Modetrend. Bluejeans erfreuen sich bis heute großer Beliebtheit.

## Indigo-Synthese

1878 gelang dem deutschen Chemiker Adolf von Baeyer erstmals die Herstellung von Indigo im Labor. In der Folge verdrängte die synthetische Herstellung von Indigo völlig die mühsame Gewinnung aus Pflanzenmaterial. Fortan war man nicht mehr von Ernte

**Hinweis: Während des Erhitzens könnt ihr das (trockene) Seidentuch abbinden (wie bei Versuch 1).**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Legt eure Seidentücher in das Becherglas und drückt sie locker mit der Tiegelflange oder einem Glasstab ganz in die Alaun-Lösung (nicht stopfen!).</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kocht danach noch ungefähr drei Minuten lang weiter. Rührt mit dem Glasstab gelegentlich um.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stellt die Heizplatte aus. Holt die (gebeizten) Tücher mit der Tiegelflange aus der Lösung und legt sie in ein weiteres großes Becherglas.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lasst sie etwas abtropfen und wäscht sie am Waschbecken unter fließendem Wasser etwa eine Minute lang aus. Wringt sie dabei kräftig aus.</li> </ul>	

## Versuch 2: Färben von Seidentüchern mit Pflanzenfarbstoffen

Für den nächsten Versuch haben wir verschiedene Farben zur Verfügung. Es stehen Schaugläser mit Farbbeispielen aus. Einigt euch über die Farbe innerhalb der Gruppe.

**Hinweis:** Für Versuch 2 braucht ihr zwei große Bechergläser. In einem wird gebeizt, in dem anderen wird die Farbe ausgekocht. Beides kann gleichzeitig gemacht werden. Hierzu wird ein zweiter Magnetprüher zur Verfügung gestellt.

### Das Beizen

- Füllt das 1000 ml Becherglas gut zur Hälfte mit kochend heißem Wasser (etwa 750 ml; Wasserkocher!) und stellt das Becherglas auf einen Magnetprüher.

- Wiegt auf der Waage auf einem Stück gefaltetem Papier (oder in einem Becherglas) 30 g Alaun ab.

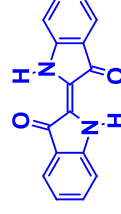


- Gebt nun das Alaun in das Becherglas mit dem heißen Wasser. Erhitzt auf dem Magnetprüher unter Rühren auf mindestens 85 °C (Temperatur auf 300 °C stellen; wenn es blubbert, dann dreht ihr die Temperatur der Heizplatte auf 150 °C zurück).

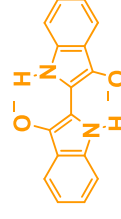
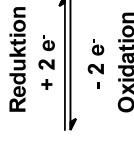
abhängig. Zu den Vorteilen der synthetischen Indigogewinnung zählen zudem auch die leichtere Dosierung, farbkraftigere Ergebnisse und gleichbleibende Farbqualität.

### Färben mit Indigo

Indigo kann in zwei Formen vorliegen. In seiner blauen Form ist es wasserunlöslich. Versetzt man den Farbstoff in Gegenwart einer Base nun mit einem Reduktionsmittel, erhält man das orangefarbene Leukoindigo („Indigoweiß“, leuko = weiß). Die Leukoform ist im Gegensatz zur blauen Form wasserlöslich. Bereits an der Luft bildet sich durch Oxidation der Leukoform mit Luftsauerstoff wieder das blaue, unlösliche Indigo.



Indigo  
wasserunlöslich



Leukoindigo  
wasserlöslich

Dieser Zusammenhang wird für den Färbeprozess ausgenutzt. Da man das unlösliche blaue Indigo nur schwer gleichmäßig auf Fasern aufbringen kann, überführt man es zunächst in das wasserlösliche Leukoindigo. Dafür verwendet man das Reduktionsmittel Natriumdithionit (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>4</sub>). Der Stoff wird nun in der Lösung der Leukoform getränkt. Schließlich bringt man den Stoff in Kontakt mit dem Luftsauerstoff, der eine langsame Oxidation zum blauen Indigo bewirkt. Nach vollständiger Oxidation ist der Farbstoff auch in der Waschmaschine stabil. Einmal auf eine Faser (z.B. Baumwolle) aufgebracht, kann der Farbstoff nur durch mechanischen Abrieb entfernt werden (z. B. Gebrauchsspuren oder gezieltes Waschen mit Sand für stone-washed Jeans).

### Prinzip des Färbens - Küpfenfärberei

Das hier verwendete Prinzip des Färbens ist die sogenannte, Küpfenfärberei. Die Farbstoffe werden unter Anwendung von Reduktionsmitteln in wasserlösliche, andersfarbige Leukoverbindungen überführt. Dieser Vorgang ist das sogenannte „Verküpfen“. Die wässrigen Lösungen der in der reduzierten Form vorliegenden Farbstoffe werden als *Küpe* bezeichnet. Im einfachsten Fall werden die Textilien einfach in die *Küpe* getaucht, ausgewrungen und schließlich der Luft ausgesetzt. Der

Luftsauerstoff oxidiert die (wasserlösliche) Leukoverbindung wieder zum ursprünglichen (wasserunlöslichen) Pigment, das nun fest an der Faser haftet. Anstelle von Luftsauerstoff können auch andere milde Oxidationsmittel eingesetzt werden, unter der Voraussetzung, dass sie die Faser nicht schädigen. Die Färbungen zeichnen sich durch Farbechtheit, gute Haftung auf der Faser und Stabilität an der Luft aus.

### Die Chemie des Beizens

Gebeizt wird mit Alaun. Der chemische Name des Alauns ist Kaliumaluminiumsulfat Dodecahydrat ( $KAl(SO_4)_2 \cdot 12 H_2O$ ). Alaun wird in Wasser gelöst. Dabei entstehen in der Lösung positiv geladene Kaliumionen ( $K^+$ ) und Aluminium-Ionen ( $Al^{3+}$ ) und negativ geladene Sulfationen ( $SO_4^{2-}$ ). Die Aluminiumionen haften an der Oberfläche des Seidentuchs. Die Farbstoffe können „von der anderen Seite“ an das an der Oberfläche haftende Aluminium-Ion binden. Man kann deshalb das Aluminium-Ion aus dem Alaun als Vermittler zwischen dem Seidentuch und der Farbe ansehen. Die Farbe kann nun besser, „fester“ und haltbarer an die Oberfläche des Seidentuches gebunden werden.











**Naturfarben:**

Zum Färben wollen wir heute keine künstlichen Farben benutzen. Stattdessen werden wir Farben benutzen, die man in der Natur finden kann. Zum Beispiel werden wir einen Farbstoff benutzen, der aus der **Farblaus** mit dem Namen "Cochenille" gewonnen wird.

	<p>Die Farbe der Farblaus ist <b>rosa</b> und wurde im Mittelalter zum Färben von Lippen feiner Damen verwendet.</p>	 <p>Farblaus</p>  <p>Zerdrückte Farblaus</p>
	<p><b>"Krappwurzel"</b> färbt Stoffe <b>orange</b></p>	 <p>Färberkrapp</p>
	<p><b>"Blauholz"</b> färbt Stoffe <b>blau</b></p>	 <p>Blauholzbaum</p>
	<p><b>"Reseda"</b> färbt Stoffe <b>gelb</b></p>	 <p>Reseda</p>

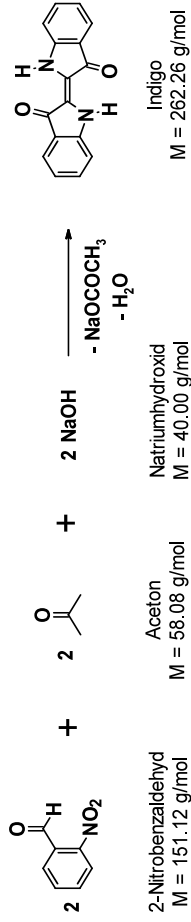
**Versuch 1: Indigosynthese**

**Chemikalien:**

Stoff	Gefahrstoffe H- und P-Sätze	GHS-Symbol (Signalwort)
2-Nitrobenzaldehyd	<p><b>H302:</b> Gesundheitsschädlich bei Verschlucken. <b>H315:</b> Verursacht Hautreizungen. <b>H319:</b> Verursacht schwere Augenreizung. <b>H335:</b> Kann die Atemwege reizen. <b>P261:</b> Einatmen von Staub/Rauch/Gas/Nebel/Dampf/Aerosol vermeiden. <b>P305+P351+P338:</b> BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen.</p>	 (Achtung)
Aceton	<p><b>H225:</b> Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar. <b>H319:</b> Verursacht schwere Augenreizung. <b>H336:</b> Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen. <b>EUH066:</b> Wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen. <b>P210:</b> Von Hitze, heißen Oberflächen, Funken, offenen Flammen sowie anderen Zündquellen fernhalten. Nicht rauchen. <b>P240:</b> Behälter und zu befüllende Anlage erden. <b>P305+P351+P338:</b> BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen. <b>P403+P233:</b> An einem gut belüfteten Ort aufbewahren. Behälter dicht verschlossen halten.</p>	  (Gefahr)
Natronlauge (2 M)	<p><b>H290:</b> Kann gegenüber Metallen korrosiv sein. <b>H314:</b> Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden. <b>P280:</b> Schutzhandschuhe/Schutzkleidung/Augenschutz/Gesichtsschutz tragen. <b>P301+P330+P331:</b> BEI VERSCHLUCKEN: Mund ausspülen. KEIN Erbrechen herbeiführen. <b>P305+P351+P338:</b> BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen. <b>P308+P310:</b> BEI EXPOSITION ODER FALLS BETROFFEN: Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM oder Arzt anrufen.</p>	 (Gefahr)
Ethanol	<p><b>H225:</b> Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar. <b>H319:</b> Verursacht schwere Augenreizung <b>P210:</b> Von Hitze, heißen Oberflächen, Funken, offenen Flammen sowie anderen Zündquellen fernhalten. Nicht rauchen. <b>P240:</b> Behälter und zu befüllende Anlage erden. <b>P305+P351+P338:</b> BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen. <b>P403+P233:</b> An einem gut belüfteten Ort aufbewahren. Behälter dicht verschlossen halten.</p>	  (Gefahr)
tert-Butylmethylether	<p><b>H225:</b> Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar. <b>H315:</b> Verursacht Hautreizungen. <b>P210:</b> Von Hitze, heißen Oberflächen, Funken, offenen Flammen sowie anderen Zündquellen fernhalten. Nicht rauchen. <b>P233:</b> Behälter dicht verschlossen halten. <b>P302+P352:</b> BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT: Mit viel Wasser und Seife waschen. <b>P403+P235:</b> An einem gut belüfteten Ort aufbewahren. Kühl halten.</p>	  (Gefahr)

Indigo <sup>1</sup>	<p>H373: Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition. Betroffene Organe: Blut, blutbildendes System P260: Staub/Rauch/Gas/Nebel/Dampf/Aerosol nicht einatmen. P314: Bei Unwohlsein ärztlichen Rat einholen / ärztliche Hilfe hinzuziehen. P501: Entsorgung des Inhalts / des Behälters gemäß den örtlichen / regionalen / nationalen / internationalen Vorschriften.</p>
<b>Maßnahmen/Gebote</b>	
 Schutzbrille tragen!  Kein offenes Feuer/keine Zündquellen!	 Schutzhandschuhe tragen!

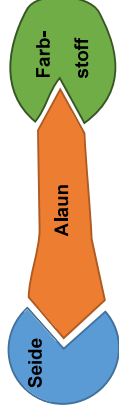
**Reaktionsgleichung:**



**Das Beizen von Stoffen**

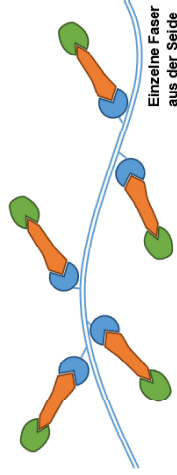
Die Farben, die wir jetzt verwenden wollen, sind im Gegensatz zum Indigo wasserlöslich. Deshalb muss die Seide speziell behandelt werden, damit die Farbe auch nach dem Abspülen mit Wasser fest auf dem Stoff bleibt. Dieser Vorgang heißt Beizen.

Beim Beizen in heißem Wasser wird etwas aufgelöst, das man Alaun nennt. Anschließend wird das Seidentuch dazugegeben. Dabei verbinden sich kleine Alaun-Teilchen mit dem Stoff.



Das Alaun-Teilchen passt super in das Seiden-Teilchen und auch in das Farbstoff-Teilchen. So verbindet das Alaun-Teilchen die Seide mit der Farbe. Das ist nötig, damit die Farbe gut an der Seide haften bleibt, das Seiden-Teilchen und das Farbstoff-Teilchen passen nämlich nicht aneinander!

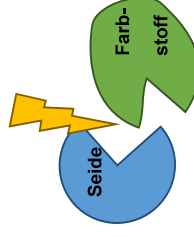
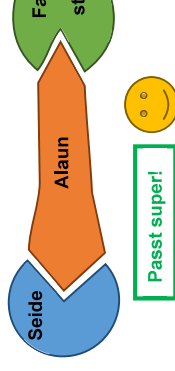
Durch das Alaun können Seide und Farbstoff sich fest miteinander verbinden.



Alaunkristalle



Alaun als Pulver



Passen nicht aneinander!

<sup>1</sup> GESTIS-Hinweis: Reines Indigo ist kennzeichnungsfrei. Die Einstufung basiert auf einer synthesebedingten Verunreinigung von 0,2% <= C < 1% Anilin. Dieser Anilin-Anteil ist vom Indigo ummantelt und wird beim Verkippen des Indigo-Farbstoffes wieder freigesetzt.

### Wusstet ihr schon...?

... woher der Ausspruch „heute machen wir blau“ oder einfache „blau machen“ kommt?

„Blau machen“ bedeutet, dass man an diesem Tag „frei“ macht, also nicht zur Schule oder zur Arbeit geht.

Der Ausdruck stammt aus der Küpenfärbung mit Indigo. Damals wurden die gefärbten Textilien ins Freie gehängt, um sie trocknen zu lassen und damit sich der Farbstoff an der Luft wieder in seine blaue Form umwandeln kann.

Dazu wird ja, wir ihr schon wisst Sauerstoff benötigt. Durch die Photosynthese der grünen Pflanzen ist genug Sauerstoff in der Luft.

Nach einem Tag waren die Färbestücke blau. Da man an diesem Tag nur warten konnte, bis man die dann blauen Stoffe weiterverarbeiten konnte, hatte man an diesen Tagen frei!

### Durchführung

- Wiege 3,0 g 2-Nitrobenzaldehyd mithilfe eines Stückes Papier auf einer Waage ab.
- Gib mit einem Messzylinder 30 mL Aceton in ein 150 ml-Becherglas.
- Stelle das Becherglas mit einem Magnetrührer (Rührfisch) auf einem Heizrührer und gib unter Rühren das 2-Nitrobenzaldehyd, damit es sich löst.



- Gib anschließend mit dem Messzylinder 15 ml destilliertem Wasser zu der Lösung.

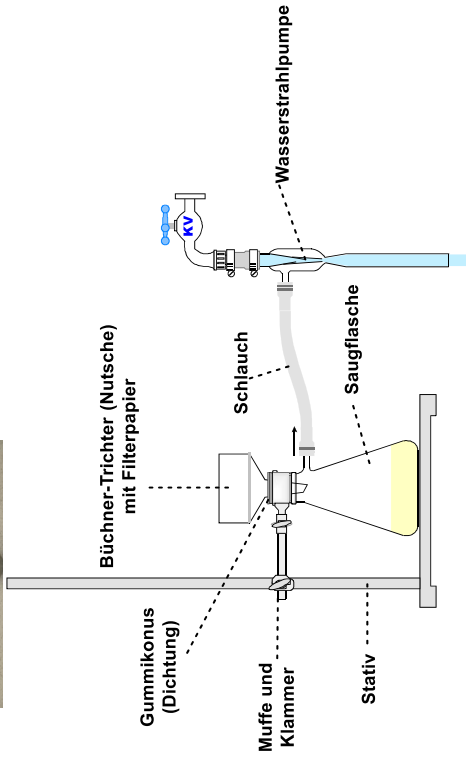
- Füge dann 6 ml Natronlauge (NaOH-Lösung, 2 M) hinzu. Verwende dafür die lilafarbenen Eppendorfpipette mit Pipettenspitze.(2 x 3 mL)

- **Achtung exotherm (= es wird warm)!** Erwärme gegebenenfalls weiter auf ca. 50 °C (meistens nicht notwendig), bis auf der dunkelbraunen Lösung ein tieflauer Feststoff schwimmt.

- Dieser Feststoff ist das Reaktionsprodukt.



- Sauge den Feststoff über eine Nutsche (Büchner-Trichter) ab.



- Wasche den Rückstand nacheinander mit:
  - ca. 15 ml Wasser,
  - ca. 15 ml Ethanol und
  - ca. 15 ml *tert*-Butylmethylether
- Wiege ein leeres 150 mL-Becherglas und notiere das Leergewicht (A).
- Überführe das Produkt aus dem Büchnertrichter in dein zuvor abgewogenes 150 mL-Becherglas und wiege das Becherglas erneut (B).  
(B) \_\_\_\_\_ minus (A) \_\_\_\_\_ = Masse des hergestellten Indigos: \_\_\_\_\_
- Das Produkt wird im nächsten Versuch zum Färben benutzt.

**Fragen zum Versuch**

1. Beschreibe, was bei der Zugabe von Natriumdithionit zur Reaktionsmischung geschieht.  
.....  
.....  
.....

2. Erkläre, wie es zu diesen Veränderungen kommt.  
.....  
.....  
.....

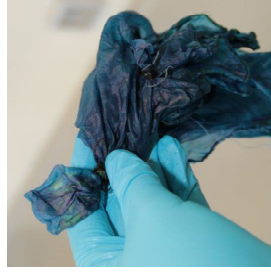
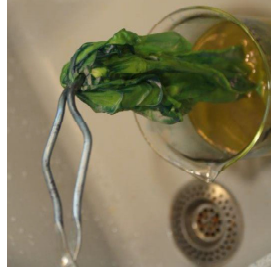
3. Beschreibe, was geschieht, wenn man das Tuch aus der Küpe nimmt.  
.....  
.....  
.....

4. Erkläre, warum diese Änderungen eintreten.  
.....  
.....  
.....

5. Erkläre, warum man das Tuch nicht auswaschen darf, wenn noch gelbe Stellen zu sehen sind.  
.....  
.....  
.....



- Zieh dir Einmalhandschuhe an, gehe mit dem Becherglas zum Waschbecken und nimm das gefärbte Seidentuch mit Hilfe einer Tiegelzange aus dem Färbbad (der Küpe) heraus.
- Lass es gut in das Becherglas abtropfen.
- **Vorsicht: die Flüssigkeit darf nicht mit den Händen in Berührung kommen! Sie färbt sehr stark!**



- Breite das Seidentuch auseinander, sodass Luft möglichst an alle Stellen herankommt.
- Wenn es blau geworden ist, spüle es gut mit fließendem Wasser - so lange, bis es farblos abläuft. Auswringen ist wichtig!
- Zuletzt entfernt man die Fäden (vom Abbinden) und hängt das Tuch zum Trocknen auf die Wäscheleine.



### Aufgaben

- **Notiere deine Beobachtungen während des Versuchs:**

a) Welche Farbe hat die Lösung von 2-Nitrobenzaldehyd in Aceton?  
.....  
.....

b) Was passiert bei der Zugabe der Natronlauge (Farbe? Temperatur?)  
.....  
.....

c) Wie sieht das Produkt aus?  
.....  
.....

d) Ist das Produkt wasserlöslich?  
.....  
.....



**Entsorgung: Alle Flüssigkeiten werden in den Lösungsmittelabfallkanister entsorgt.**

**Feststoffe und Filterpapier, benutzte Handschuhe und Papiertücher werden in den Feststoffabfall entsorgt.**

### Versuch 2: Hält das Pigment einfach so auf Baumwolle?

#### Durchführung:

- Wiege 0,2 g Indigo ab und gib es in ein 400 ml-Becherglas.
- Erhitze Wasser im Wasserkocher und fülle das Becherglas mit dem Indigo bis zur 200 ml-Marke. Rühre gut mit dem Glasstab um, sodass eine blaue Suspension entsteht.
- Tauche einen Baumwollstreifen in das Becherglas. Rühre gelegentlich mit dem Glasstab um.
- Nimm den Baumwollstreifen nach 5 Minuten mit der Tiegelzange aus der Flüssigkeit, spüle ihn unter fließendem Wasser gut aus und hänge ihn zum Trocknen auf.

#### Beobachtungen:

#### Fazit:

Wie gut hält das Pigment auf der Faser?

- Wiege nun in einem kleinen Becherglas etwa 20-25 g Natriumdithionit ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ ) ab.



- Schütte das abgewogene Natriumdithionit-Pulver nun auch noch in das große Becherglas und rühre kräftig weiter.
- Die fertige Küpe sieht man auf dem rechten Bild.



- Stelle den Rührer ab (heize aber noch weiter!).
- Tauche das abgebundene Tuch mit dem Glasstab in die Lösung (die Küpe) im großen Becherglas.
- Lass das Tuch etwa 5 Minuten darin ziehen. Je länger es in der Küpe bleibt, desto mehr nimmt es die Farbe an.



- Schalte die Heizplatte wird an und erhitze die Flüssigkeit auf etwa 80 °C (am Magnetrührer 200 °C einstellen).
- Rühre die Lösung dabei leicht.
- Kontrolliere die Temperatur mit einem Thermometer (Kappe vorher abziehen). Sie sollte nicht über 90 °C steigen!



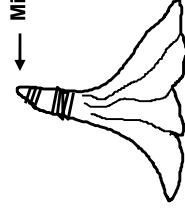
**Hinweis:**

Während des Erhitzens kannst du schon dein Seidentuch vorbereiten.

- Binde dazu dein Tuch mit Schnüren ab.
- An den abgebanderten Stellen werden die Tücher nachher nicht oder weniger intensiv gefärbt. So kannst du Linien, Kreise, Sonnen und Batikmuster aller Art erzeugen.
- Besondere Effekte erzielst du, wenn du das Tuch vor dem Abbinden mehrfach faltest.



→ Linien



← Mittelpunkt des Tuches

→ Kreise

- Gieße den Inhalt des kleinen 150 ml-Becherglases nun in die vorbereitete 80-90 °C heiße Lösung im großen Becherglas.
- Rühre und erhitze die Lösung noch weiter.



## Versuch 3:

### Färben eines Seidentuchs mit Indigo

Dieser Versuch wird in Zweier- oder Dreiergruppen durchgeführt.

#### Chemikalien:

Gefahrstoffe	
Stoff	H- und P-Sätze
Indigo <sup>2</sup>	<p><b>H373:</b> Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition.</p> <p><b>P260:</b> Staub/Rauch/Gas/Nebel/Dampf/Aerosol nicht einatmen.</p> <p><b>P314:</b> Bei Unwohlsein ärztlichen Rat einholen / ärztliche Hilfe hinzuziehen.</p> <p><b>P501:</b> Entsorgung des Inhalts / des Behälters gemäß den örtlichen / regionalen / nationalen / internationalen Vorschriften.</p>
Natriumdi- thionit	<p><b>H251:</b> Selbsterhellungsfähig; kann in Brand geraten.</p> <p><b>H302:</b> Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.</p> <p><b>H314:</b> Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.</p> <p><b>H331:</b> Entwickelt bei Berührung mit Saure giftige Gase.</p> <p><b>P235+P410:</b> Kühl halten. Vor Sonnenbestrahlung schützen.</p>
Natronlau- ge (2 M)	<p><b>H290:</b> Kann gegenüber Metallen korrosiv sein.</p> <p><b>H314:</b> Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.</p> <p><b>P280:</b> Schutzhandschuhe/Schutzkleidung/ Augenschutz/Gesichtsschutz tragen.</p> <p><b>P301+P330+P331:</b> BEI VERSCHLUCKEN: Mund ausspülen. KEIN Erbrechen herbeiführen.</p> <p><b>P305+P351+P338:</b> BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen.</p> <p><b>P308+P310:</b> BEI Exposition oder falls betroffen: Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM oder Arzt anrufen.</p>
<b>Maßnahmen/Gebote</b>	

<sup>2</sup> GESTIS-Hinweis: Reines Indigo ist kennzeichnungsfrei. Die Einstufung basiert auf einer synthesebedingten Verunreinigung von 0,2% <= C < 1% Anilin. Dieser Anilin-Anteil ist vom Indigo ummantelt und wird beim Verkippen des Indigo-Farbstoffes wieder freigesetzt.

#### Geräte

100 ml-Bechergläser (2 x), 1000 ml-Becherglas, Messzylinder (100 ml), Magnetrührer mit Heizplatte, Magnetrührkern, Glasstab, Tiegelzange, Thermometer, Schnur, Schere

#### Durchführung

<ul style="list-style-type: none"> <li>Gib in ein 150 ml-Becherglas ca. 1 g Indigopulver oder das gesamte selber hergestellte Indigo.</li> <li>Miss in einem Messzylinder 10 ml Alkohol (Ethanol) ab und gib ihn zum Indigo.</li> <li>Miss mit dem Messzylinder zusätzlich 20 ml Natronlauge (2 M) ab und gib auch diese ins Becherglas.</li> <li>Verrühre das Gemisch mit einem Glasstab.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Lege einen Magnetrührkern in ein 1000 ml Becherglas und gib ca. 700 ml heißes Wasser aus dem Wasserkocher dazu.</li> <li>Stelle das Becherglas auf den Magnetrührer und beginne mit dem Rühren.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Miss mit dem Messzylinder 40 ml von der Natronlauge (2 M) ab und gib diese ebenfalls in das Becherglas.</li> </ul>	