

Färben mit Indigo - Küpenfärberei

Die Technik der Küpenfärberei wird am Beispiel des Indigofarbstoffes demonstriert. Die gelbgrüne Färbeküpe wird aus vorreduziertem Indigo hergestellt, was das Färben stark vereinfacht. Die selbstgefärbten T-Shirts, die sich erst an der Luft blau färben, werden durch Abbinde-techniken künstlerisch gestaltet und können als trendige Kleidung genutzt werden.

Hintergrund

In dieser Versuchsanleitung wird nicht reiner Indigo, sondern Indigo Küpe, 60 %, eingesetzt. Dies erleichtert sehr die Versuchsdurchführung.

Das Färben mit reinem Indigo ist dagegen sehr umständlich. Indigo ist wasserunlöslich und muss zum Färben erst durch Reduktion in eine wasserlösliche Form, die Leuco-Form, gebracht werden. Diesen Vorgang bezeichnet man als Verküpen, die Lösung als Küpe. Die Küpe muss mehrere Stunden vor dem eigentlichen Färbvorgang zubereitet werden, das Färben erfolgt bei einer Temperatur zwischen 30 und 60 °C.

Indigo Küpe, 60 %, ist vorverküpfter Indigo (unter Zusatz von 2 - 5 % Natrium- bzw. Kaliumhydroxid), diese Form wird von der Firma DyStar, Raunheim, geliefert, und kommt als blau-schwarze, wasserlösliche Substanz in den Handel. Zum Färben wird Indigo Küpe, 60 %, nochmals mit Natriumdithionit und Natronlauge versetzt. Die Lösung ist dann sofort einsatzbereit, das Färben erfolgt bei Raumtemperatur.

Die leichte Handhabung ermöglicht auch größere Färbeaktionen, wie z. B. das Färben von T-Shirts. So entstehen tragbare Erinnerung an diese Unterrichtseinheit, die die Einstellung zur Chemie positiv prägen.

Gefahren



Natronlauge kann gegenüber Metallen korrosiv sein. Natronlauge und Indigo, Küpe 60 %, verursachen schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.

Natriumdithionit ist selbsterhitzungsfähig und kann in Brand geraten. Es ist giftig beim Verschlucken, es entwickelt mit Säure giftige Gase.

Signalwort: Gefahr



Beim Ansetzen bzw. Arbeiten mit Indigoküpe bzw. Natronlauge Schutzhandschuhe, Schutzkleidung und Augenschutz tragen.

Der vorverküpte Indigo enthält Natrium- bzw. Kaliumhydroxid. Daher die folgenden P-Sätze für Natronlauge beachten: Vorsicht beim Umgang mit Natronlauge, 32 %, BEI Exposition oder falls betroffen: sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM oder Arzt anrufen. BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT (oder dem Haar): Alle kontaminierten Kleidungsstücke sofort ausziehen. Haut mit Wasser abwaschen/duschen. BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen.

Natriumdithionit kühl halten und vor direkter Sonneneinstrahlung schützen.

Färben mit Indigo - Küpenfärberei

Chemikalien

Indigoküpe, 60 %, H 314,  P260, P280, P301+P330+P331, P303+P361+P353, P363, P304+P340, P310, P305+P351+P338, P405 (nach Sicherheitsdatenblatt des Herstellers, Lit. 1)
 Natronlauge, 32 %, H290, H314,  P280, P308+P310, P303+P361+P353, P305+P351+P338
 Natriumdithionit, H251, H302, EUH031,   P235+P410
 Spülmittel H317, H319, H412  P101, P102, P305+P351+P338, P337+P313

Versuch 1: Küpenfärbung im Demonstrationsunterricht

Materialien

Baumwollgewebe, z. B. Gewebe 10 x 10 cm aus altem Labormantel (etwa 10 g)
 Becherglas, 1000 ml
 Glasstab
 Waage
 Messzylinder, 10 ml
 Schale (z. B. Schale aus dem Fotolabor)

Vorbehandlung des Färbegutes

Färbegut vorher waschen, damit Appretur entfernt wird. Dies ist bei einem alten Labormantel sicher nicht mehr nötig. Vor dem Färben einige Minuten in Wasser einweichen.

Rezept (nach Lit. 2)

- 500 ml Leitungswasser
- 5 ml 32% Natronlauge (oder 1,6 g Natriumhydroxid)
- 3 g Natriumdithionit
- 1,6 g Indigoküpe 60 %
- Einige Tropfen Spülmittel

Durchführung

Natronlauge (oder Natriumhydroxid) und Natriumdithionit in 500 ml Wasser lösen (Becherglaseinteilung reicht in Hinblick auf Genauigkeit zum Abmessen des Wassers aus). Indigoküpe, 60 %, unter vorsichtigem Rühren zugeben. Wenn sich alles gelöst hat, ist die Lösung zum Färben bereit.

Baumwollgewebe unter ständigem Umziehen im Bad ca. 1-2 min behandeln. Baumwolle abquetschen und an der Luft oxidieren lassen. Zur Farbvertiefung in einem zweiten und dritten „Zug“ Färbvorgang wiederholen. Zum Schluss mit Wasser neutral spülen und trocknen. Dazu auf einer Schale auslegen.

Der Ansatz ist noch lange nicht erschöpft. Er kann auch beliebig vergrößert werden, wie dies im Versuch 2 beschrieben wird.

Beobachtung

Die Küpe hat eine gelb-grüne Farbe. Beim Umrühren bilden sich an der Luft blau gefärbte Blasen. Wird das Baumwollgewebe herausgenommen, ist es zunächst gelb-grün gefärbt, innerhalb von wenigen Minuten färbt es sich das Gewebe an der Luft indigo-blau.

Färben mit Indigo - Küpfenfärberei

Versuch 2: Küpfenfärbung im T-Shirt-Maßstab

Materialien

Weiße T-Shirts aus Baumwolle, vorgewaschen
 Alter Einmachkochtopf, 20 l, (kann nachher nicht mehr für andere Zwecke benutzt werden)
 Rührstab (50 cm)
 Waage (mit Alufolie zum Abwiegen der Proben)
 Messzylinder, 100 ml
 Schnur, Schere für die Abbinde-technik
 Planen und alte Zeitungen zum Abdecken des Fußbodens und der Tische
 Klebeband zum Fixieren der Planen
 Schalen, um die gefärbten T-Shirts zwischen den Färbezügen zu lagern
 Wäscheleine und Wäscheklammern oder Kleiderbügel aus Kunststoff zum Aufhängen der T-Shirts
 Alternativ: Kunststoffbeutel, um die nassen T-Shirts mit nach Hause nehmen zu können

Vorbereitung des Arbeitsraumes

Da Indigo Flecken auf PVC - oder Linoleumböden hinterläßt, werden der Arbeitsraum und der Arbeitstisch großzügig mit Plastikfolien ausgelegt. Diese werden mit Klebeband fixiert.

Wenn die Flecken auf den Plastikfolien getrocknet sind, können die Folien wiederverwendet werden.

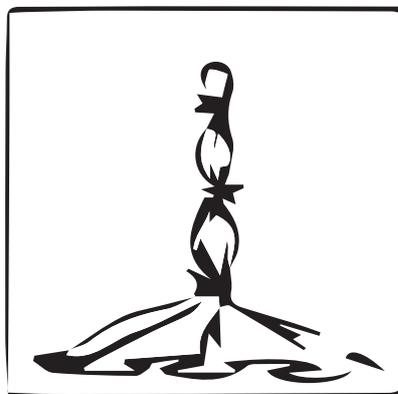
Vorbehandlung des Färbegutes

Die Schüler bringen weiße, mit einem Vollwaschmittel gewaschene T-Shirts mit. Das Waschen dient zum Entfernen der Appretur.

Abbinde-technik

Die T-Shirts werden im trockenen Zustand mit der Abbinde-technik vorbereitet. Das Abbinden erfolgt durch Schnüre. Es sind ganz unterschiedliche Muster möglich.

Ein Beispiel, das Abbinden von konzentrischen Kreisen, soll näher erläutert werden (Vorschläge für weitere Muster findet man im Internet, Stichwort Batik Abbinde-technik).



Wird sehr stark abgebunden, bleiben die Kreise weiß, weniger starke Abbindungen liefern hellere Färbungen. Es lassen sich ein großer konzentrischer Kreis oder viele kleine Kreise, verteilt über das T-Shirt, anlegen, die Möglichkeiten sind unendlich, jedes T-Shirt ist ein Unikat.

Färben mit Indigo - Küpenfärberei

Rezept für 10 l Färbeküpe (nach Lit. 3)

- 10 l Leitungswasser
- 80 ml Natronlauge 32 %
- 30 g Natriumdithionit
- 67 g Indigo Küpe, 60 %
- 30 g Spülmittel

Die Stoffe der Reihe nach (Reihenfolge unbedingt beachten, sonst stinkt es nach faulen Eiern!) in das Wasser geben, nach dem Umrühren ist die Lösung sofort einsatzbereit.

Durchführung der Färbung

Abgebundene T-Shirts vor dem Färben für 15 Minuten in Wasser einweichen.

Nach dem Wässern die T-Shirts auswringen und für 5 Minuten unter ständiger Bewegung in die Indigo-Küpe eintauchen, danach auswringen (Handschuhe!) und an der Luft oxidieren lassen. Diesen Vorgang mehrmals wiederholen.

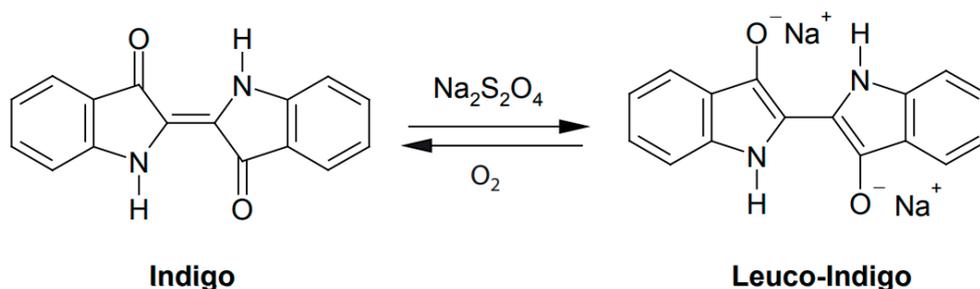
Nachbehandlung

Die T-Shirts auswringen, die Schnüre mit einer Schere vorsichtig durchtrennen und das T-Shirt entfalten. Noch etwas ausfärben lassen, z. B. auf dem Pausenhof durch die Luft schwenken („Blaumachen“). Dann mehrmals mit warmen Wasser, dann in Essigwasser (Neutralisation der Natronlauge) durchspülen. Jetzt muss das T-Shirt nur noch zum Trocknen aufgehängt werden.

Wenn dies in der Schule nicht möglich ist, T-Shirts in Plastikbeutel (z.B. Frischhaltebeutel) verpacken und die Nachbehandlung zu Hause durchführen. Das T-Shirt beim ersten Mal in der Waschmaschine nur einzeln waschen, damit es nicht auf andere Kleidung abfärbt.

Erklärung

Indigo Küpe, 60 %, ist bereits vorreduzierter Indigo und daher leichter zu verarbeiten, als reiner Indigo. Indigo wird durch Reduktion in eine wasserlösliche Form, den sog. Leuco-Indigo, gebracht. Diesen Vorgang nennt man „verküpen“. Die Reduktion erfolgt im alkalischen Milieu, heute üblicherweise durch Natriumdithionit.



Leuco-Indigo hat eine gelbe Farbe. Die gelb-grüne Färbung der Küpe entsteht als Mischfarbe von gelb und blau durch Spuren von Indigo, die bereits wieder Reoxidation von Leuco-Indigo entstanden sind (z. B. durch das Einbringen von Luft beim Herumrühren).

Das anfänglich gelb-grüne T-Shirt wird erst indigo-blau, nachdem es aus der Färbeküpe genommen wurde und der Leuco-Indigo durch den Luftsauerstoff zu Indigo oxidiert wurde. Dies geht so schnell, dass man zuschauen kann, wie es blau wird.

Färbegesellen ließen den gefärbten Stoff einen Tag aushängen, daher stammt der Begriff „blau machen“.

Färben mit Indigo - Küpenfärberei

Geschichte (nach Lit. 4)

Indigo hat eine faszinierende Geschichte, wobei sich Entwicklungen in Europa, Asien und Amerika immer wieder kreuzen und gegenseitig stark beeinflussen.

Indigo war lange Zeit die einzige Möglichkeit, Gewebe blau zu färben. In Europa war die Quelle für Indigo der Färberwaid (*Isatis tinctoria*, Fam. Kreuzblütengewächse), der Indigo in einer farblosen Vorstufe in den Blättern enthält.

Ab dem Jahr 1250 erfolgte der systematische Anbau als Textilfärbepflanze (vor allem in Thüringen, dort vor allem um Erfurt), der Farbstoffgehalt beträgt aber nur 0,5 % der Trockenmasse. Auf den Indigo wurden hohe Steuern erhoben, dadurch ergaben sich satte Gewinne für die Obrigkeit.

Die Färber hatten nicht immer einen guten Ruf. Der schlechte Ruf der Färber war vor allem durch das Verwenden von Urin in einer sog. Gärungsküpe bedingt, was mit starker Geruchsbelästigung verbunden war. In Lit. 5 kann man dazu lesen:

„Bevor man Chemikalien mit reduzierender Wirkung gekannt hat, geschah das Verküpen mit Hilfe der sog. Vergärungsküpe. Bei dieser Gärungsküpe wird das Reduktionsmittel Wasserstoff durch Mikroorganismen, sog. Gärungsbakterien, erzeugt. Die Indigoküpe wird mit Kleie, Waidblättern, zuckerhaltigen, zerquetschten Früchten (Datteln), auch Honig oder Glucose angesetzt. Außerdem gibt man alkalisch wirksame Stoffe hinzu, damit die Gärung im alkalischen Milieu stattfindet. Hierfür kommen gelöschter Kalk, Pottasche, Soda oder Ammoniak (aus gefaultem Urin) in Frage.“

Ab etwa 1500 (Entdeckung des Seewegs nach Indien) wurde Indigo aus Indien importiert. Dort wurde und wird Indigo aus dem Indigostrauch (*Indigofera tinctoria*, Fam. Schmetterlingsblütengewächse) gewonnen, dessen Farbstoffgehalt bei 15 % des Trockengewichts liegt, und dadurch eine höhere Färbekraft als Waid besitzt und viel billiger ist. Indigo ist, wie schon beim Färberwaid, als farblose Vorstufe in den Blättern des Indigostrauchs enthalten.

Der Markt für Färberwaid brach daraufhin zusammen, kurzfristig versuchte die Obrigkeit durch Strafzölle, Verbot von Blau als Kirchenfarbe (Papst Pius V., 1570) oder Verbot von indischem Indigo überhaupt (Stadt Frankfurt) den Waidanbau zu erhalten.

Im Jahr 1890 gelang der BASF die chemische Synthese von Indigo, der Weltmarkt für pflanzlichen Indigo brach zusammen. Der Indigomarkt boomte, nicht zuletzt wegen des Goldrausches in der USA und der Erfindung der Bluejeans (mit Indigo gefärbte, mitgebrachte Zeltbahnen aus Leinen) durch den zwanzigjährigen, bayerischen Auswanderer Levi Strauß

Die BASF entwickelte neue, stabilere und reibfestere Indanthren Farbstoffe, die Indigo-Ära schien zu Ende zu gehen. Die letzte Fabrik sollte Anfang der 60-iger Jahre abgerissen werden, als eine neue Ära begann:

Marlon Brando und James Dean, Kultfiguren der 50-iger Jahre, stiefelten respektlos gegen gesellschaftliche Konventionen, natürlich in abgewrackten Bluejeans. Ein neues Statussymbol war geboren, die Bluejeans.

Das Textilfarbengeschäft wird inzwischen nicht mehr von der BASF, sondern von der Firma DyStar geführt. DyStar befindet sich seit einer Insolvenz 2009 nicht mehr in deutscher Hand, sondern wurde von dem indischen Chemiekonzern Kiri Industries Ltd. und der chinesischen Zhejiang Longsheng Group übernommen (nach Lit. 6).

Produktionsstandorte werden unter der neuen Leitung nach China verlagert. DyStar besitzt Produktionsstandorte in 17 Ländern, in Deutschland ist der Hauptstandort Raunheim (bei Frankfurt/Main).

Der Marktanteil von vorreduziertem Indigo, auch in flüssiger Form, liegt bei etwa 33 % (2018). Betrug die Indigoproduktion kurz vor der Einführung des synthetischen Indigos ca. 5000 t/a, liegt heute die Weltproduktion von Indigo derzeit etwa bei 73.300 t/a, zu 99 % synthetischer Indigo.

Färben mit Indigo - Küpenfärberei

Entsorgung

Die Indigoküpe kann aufgehoben und wieder regeneriert werden. Falls dies zu umständlich ist, kann der Farbstoff durch einlegen eines alten Stoffstücks aus der Lösung zum Großteil entfernt und diese dann in das Abwasser entsorgt werden.

Haltbarkeit von Indigo Küpe, 60 %

Vom Hersteller (Lit. 3) wird eine Haltbarkeit von 5 Jahren angegeben, wenn die Substanz in dicht verschlossenen Gefäßen aufbewahrt wird.

Eigene Bestände sind seit 10 Jahren im Gebrauch, allerdings musste eine höhere Menge von Natriumdithionit zur Reduktion eingesetzt werden (dann allerdings auch Anteilig die Menge an Natronlauge erhöhen). Die leichte Handhabbarkeit ist unverändert.

Eigene Erfahrungen

Dank dem vorverküpften Indigo kann man die Färbelösung vor den Augen der Schüler ansetzen. Eine Wartezeit ist nicht nötig. So erfahren die Schüler die Zusammensetzung der Färbelösung aus erster Hand.

Die Zutaten können abgemessen werden, während die Schüler das T-Shirt falten und abbinden.

Innerhalb von 90 Minuten kann die Lösung angesetzt, die T-Shirts abgebunden, gewässert und gefärbt werden. Während der Wässerungszeit kann noch einmal das Prinzip der Küpenfärbung erklärt werden.

Anstelle eines großen 20 l Topfes können auch zwei Plastikeimer a 10 l verwendet werden, um zwei Arbeitsplätze zur Verfügung zu stellen. Mit einem 20 l Topf mit 10 l Färbelösung wurden z. B. 15 T-Shirts innerhalb einer Doppelstunde gefärbt.

Die Spannung beim Öffnen der Stoffbündel ist groß, sie schlägt meistens in Begeisterung um, wenn man zum ersten Mal sein selbst gefärbtes T-Shirt in seiner vollen Schönheit bewundern kann.

Sicher gibt es einfachere Methoden, einen Stoff blau zu färben. Keines der Färbeverfahren übt aber eine solche Magie aus, wie das Färben mit Indigo, wenn sich innerhalb von Minuten vor den Augen der Schüler der gelb-grüne Stoff durch Oxidation an der Luft blau färbt.

Es gibt bessere Farbstoffe als Indigo, die z. B. fest auf dem Stoff haften. Aber auch dieses Fehlbarkeit ist ein Teil der Magie des Färbens mit Indigo, jedes mal beim Waschen hellt sich das Kleidungsstück etwas auf.

Gerade deshalb hat Indigo als Farbstoff überlebt.

Literatur

- (1) DyStar® Indigo Küpe 60% Körner, Sicherheitsdatenblatt, 2017
- (2) Versuchsanleitung BASF, Beiblatt zur Indigo-Küpe 60% (Schullieferung Indigo Küpe, 60 %)
- (3) Product Information DyStar®Indigo Vat 60% Grains, DyStarColoursDistributionGmbH, Raunheim
- (4) Fischer, Falk: Das blaue Wunder Waid, Wiederentdeckung einer alten Kulturpflanze. VGS Verlagsgesellschaft, Köln, 1997.
- (5) Schweppe, H.: Handbuch der Naturfarbstoffe, Vorkommen, Verwendung, Nachweis. Ecomed Verlagsgesellschaft, Landsberg/Lech, 1993, S. 282.
- (6) <https://de.wikipedia.org/wiki/DyStar>