

# Cyanotypie

Aufgrund der Unbedenklichkeit der verwendeten Chemikalien - insbesondere in der ersten Variante - ist dieser Versuch auch für Kinder geeignet. Allerdings sollten die normalen Vorsichtsmaßnahmen, wie sie generell beim Umgang mit Chemikalien (und Haushaltschemikalien) üblich sind, eingehalten werden.

## Geräte:

(Brief-)Waage, Messzylinder, Pipetten, Wägebapier, Schwamm oder Pinsel (ohne Metall), Unterlage aus Plastik, Schüsseln und die Sonne.

## Chemikalien:

### Variante 1:

Ammoniumeisen(III)-citrat (grün, mit 14.5 - 16 % Fe)  
Kaliumhexacyanidoferrat(III)  
Polysorbat 20 (Tween 20)  
Wasserstoffperoxid-Lösung 3 %  
destilliertes Wasser

### Variante 2:

Zitronensäure (Xi)



Eisen(III)chlorid-Hexahydrat (Xn)



Ammoniak-Lösung 25% (C)



Kaliumhexacyanidoferrat(III)

Wasserstoffperoxid-Lösung 3%

destilliertes Wasser

---

Berliner Blau

## Durchführung:

### 1. erste Variante:

#### Lösung A:

25 g Ammoniumeisen(III)-citrat werden in einem Messzylinder vorgelegt und dieser erst einmal bis zur 70 ml Marke mit destilliertem Wasser aufgefüllt. Nun bringt man durch schütteln das Ammoniumeisen(III)-citrat in Lösung und füllt anschließend mit Wasser zur 100 ml Marke auf. Damit hat man eine 25% (m/V) Lösung hergestellt, wobei man für kleiner Volumina proportional weniger nehmen kann: 12.5 g ad 50 ml oder 2.5 g ad 10 ml ("ad" heißt auffüllen auf xx ml). Die Lösung A im Kühlschrank aufbewahren, da sich leicht Schimmel bildet. Daher kleine Mengen herstellen.

#### Lösung B:

10 g Kaliumhexacyanidoferrat(III) werden in einem Messzylinder vorgelegt und dieser erst einmal bis zur 70 ml Marke mit destilliertem Wasser aufgefüllt. Nun bringt man durch schütteln das Kaliumhexacyanidoferrat(III) in Lösung und füllt anschließend mit Wasser zur 100 ml Marke auf. Damit hat man eine 10% (m/V) Lösung hergestellt.

Tipp: U.U. wären auch Apotheken bereit, diese Lösungen herzustellen.

#### Lichtempfindliche Arbeitslösung:

Gleiche Teile von A und B mischen und einige Tropfen (2 bis 4) Tween 20 hinzugeben, damit später das Papier besser benetzt wird. Vorsicht mit dieser Lösung, sie gibt auf Teppich, Kleidung auch auf der Haut blau gefärbte Stellen.

Mit einem Schwamm, Pinsel (ohne Metall) wird das Papier möglichst gleichmäßig mit der Arbeitslösung benetzt bzw. getränkt. Dabei ist es wichtig, dass man Sonnenlicht oder auch Leuchtstoffröhren-Licht vermeidet, da der UV-Anteil ansonsten zu Reaktionen führen kann. Außerdem ist es gut vor der Durchführung mit den Kindern eine Probe des verwendeten Papiers zu testen, da u.U. Inhaltsstoffe des Papiers mit der Lösung schon vorher reagieren können und das Papier auch ohne Belichtung sich blau färbt. Das Papier wird getrocknet und anschließend lichtdicht verpackt und möglichst schnell verbraucht. Ofentrocknung (50°C) geht, kann aber zu ungewollten Reaktionen (Pseudobelichtung) führen.

Die Objekte, schwarz-weiß Negative usw. werden auf dem Papier platziert und das Ganze, ohne verrutschen, 1 bis 5 min mit der Sonne belichtet. Alternativ geht eine UV-Lampe (365 nm), was allerdings dann länger (3h) dauert oder eine 1000 W HBO-Lampe. U.U. wäre auch eine Solarium-Lampe möglich. Die belichteten Stellen verfärben sich blau, während die unbelichteten Stellen die ursprüngliche Farbe beibehalten d.h. nach dem Belichten sollten sich Umrisse auf dem Papier abzeichnen.

Zur Fixierung wäscht man das Papier solange in kaltem Wasser (was Leitungswasser sein kann), bis das Waschwasser keine gelbliche Färbung mehr hat und die unbelichteten Stellen die Papierfarbe angenommen haben. Um den blauen Farbton der Cyanotypie besser hervorzubringen kann man abschließend mit einer sehr verdünnten Wasserstoffperoxid-Lösung waschen, wobei 10 bis 20 ml 3%ige Wasserstoffperoxid-Lösung auf 1000 ml ausreichen.

Papier trocknen und fertig....

### 2. zweite Variante:

Ein anderes Rezept wäre folgendes, das aber von den Chemikalien etwas gefährlicher ist. Allerdings kann man diese definitiv im freien Handel und Apotheken bekommen, da diese andere Verwendungsmöglichkeiten haben bzw. zum Angebot von Apotheken und Supermärkten gehören. Wie Anfangs schon angedeutet sind diese Chemikalien nicht mehr so harmlos wie bei dem ursprünglichen, obigem Rezept. Sie bieten allerdings eine gute Alternative und bei der Einhaltung normaler Vorsichtsmaßnahmen sind sie auch sicher.

Artikel im Web: <http://illumina-chemie.de/cyanotypie-t3305.html>

### *Vorbemerkung zu den Chemikalien:*

Eisen(III)-chlorid ist hygroskopisch, d.h. es zieht Wasser oder besser Luftfeuchtigkeit aus der Luft an und verwandelt sich in eine Flüssigkeit, sofern es nicht in einem dicht verschlossenen Gefäß (ohne Metalldeckel, da korrosiv) aufbewahrt wird. Außerdem hat es die Eigenschaft, Finger und Gegenstände irreversibel einzufärben (braune Flecken)

25% Ammoniak-Lösung entwickelt beim Stehenlassen auch bei RT (Raumtemperatur) einen gehörigen Dampfdruck, der sich in zwei Beobachtungen äußert: Zum einen wird die Plastikflasche aufgeblasen (schaut recht krass aus; allerdings ist mir noch nie eine Flasche geplatzt, nur habe ich diese sicherheitshalber in einen Eimer gestellt, für den Fall der Fälle) und zum anderen, was gravierender ist, entweicht der Überdruck beim Öffnen der Flasche als eine Wolke von Ammoniak, welche für laufende Nasen sorgt, wenn man nicht aufpasst.

### **Durchführung:**

26 g Zitronensäure ad 100 ml mit Wasser  
20 g Eisen(III)chlorid ad 100 ml mit Wasser  
22 g Kaliumhexacyanoferrat(III) ad 100 ml mit Wasser  
40 ml 25% Ammoniak-Lösung

Ein kleinerer Ansatz wäre 1/10 der Menge ad 10 ml mit Wasser auffüllen, was dann 34 ml Lösung zum Auftragen gibt. Die Reihenfolge des Mischens der Lösungen ist, soweit ich es bis jetzt ausprobiert habe, egal. Sobald die Lösung gemischt und damit lichtempfindlich geworden ist, verfährt man mit der Behandlung des Papiers wie unter Variante 1 beschrieben.

*Anmerkung zu dem verwendeten Papier:* Es wurde normales Schreibpapier ausprobiert, allerdings hatte dieses den Nachteil, dass es bei den diversen Waschschritten sehr empfindlich wurde und sehr leicht einreißt. Laut der Recherche im Internet ist Aquarell-Papier mit min. 200 g pro Quadratmeter besser geeignet, da es sich besser handhaben lässt. Bei einem Vorversuch wurde auch noch eine Papiertischdecke (Rollenform) ausprobiert. Es zeigte sich aber, dass aufgrund von Zusatzstoffen die Lösung auch ohne Belichtung reagierte und sich blau verfärbte d.h. es empfiehlt sich verschiedene Papiere auszuprobieren. Bei einem Cyanotypie-Workshop für Kinder wurde Bergger Cot-320 Papier verwendet. Es konnte festgestellt werden, dass sich bei diesem Papier das entstehende Berliner Blau viel besser im Papier hielt. Allerdings musste es längere Zeit gewässert werden um auch die letzten Reste der lichtempfindlichen Lösung zu entfernen. Das Papier ist wegen seiner Stärke auch nass so unempfindlich (im Bezug auf Reißen), dass es sich von den Kindern gut handhaben lässt.

### **Entsorgung:**

Da sämtliche Lösungen und auch Feststoffe ungiftig und nicht wassergefährdend sind, können sie unter Verdünnen mit einer großen Menge Wasser über die Kanalisation entsorgt werden.

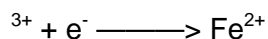
### **Erklärung:**

Durch UV-Licht wird das  $\text{Fe}^{3+}$  im Ammoniumeisen(III)citrat zu  $\text{Fe}^{2+}$  reduziert, was mit dem Kaliumhexacyanidoferrat(III) zu Berliner Blau reagiert.

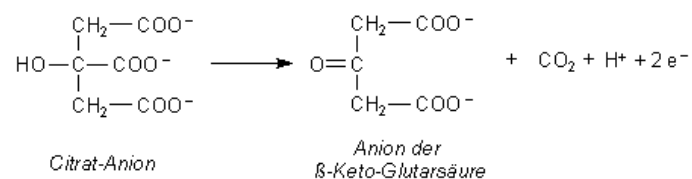
Im einzelnen laufen folgende Reaktionsschritte ab:

Das Eisen(III)-Ion oxidiert unter dem Einfluss von UV-Licht das Citrat-Anion und wird dabei zum Eisen(II) reduziert:

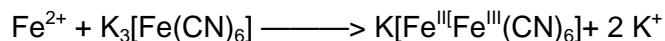
Fe



Das Citrat-Anion wird durch Oxidation unter Abspaltung von  $CO_2$  in das Anion der  $\beta$ -Keto-Glutarsäure überführt und anschließend über das  $\beta$ -Keto-Buttersäure-Anion weiter bis zum Aceton decarboxyliert:



Das Eisen(II)-Ion reagiert mit dem roten Blutlaugensalz zu Berliner Blau, das an den Papierfasern haftet:



### Quelle:

Prof. Blumes Medienangebot, Cyanotypie

### Bilder:



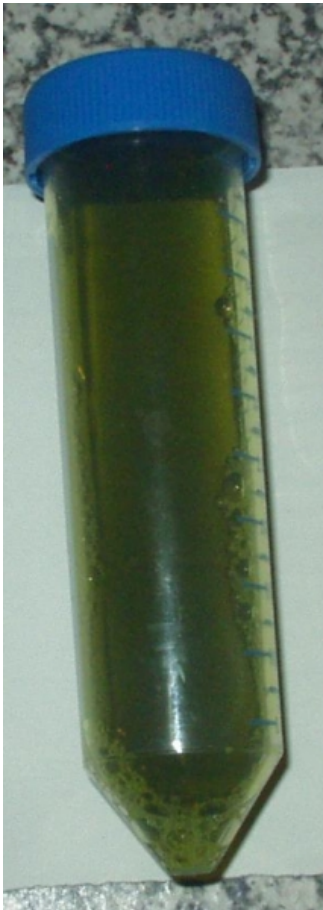
Grünes Ammoniumeisen(III)citrat



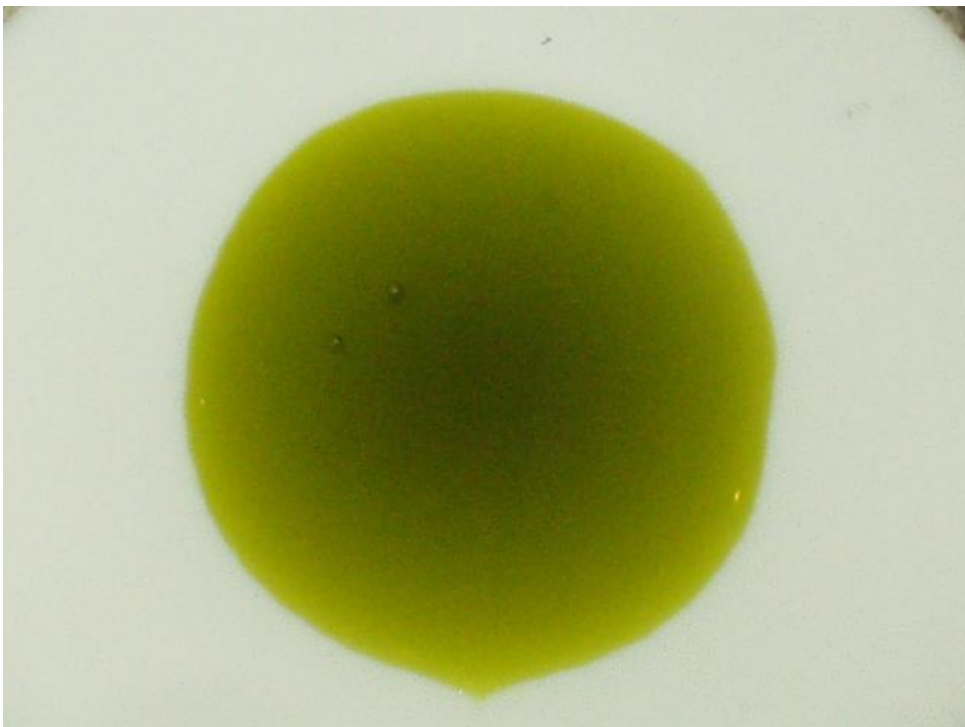
Rotes Blutlaugensalz (Kaliumhexacyanoferrat(III))



Links: 25% Ammonium Eisen(III)citrat Lösung; Rechts: 10% Lösung von rotem Blutlaugensalz (Beide in Wasser)



Lichtempfindliche Lösung; hergestellt aus einer Mischung von gleichen Teilen A und B mit 2 Tropfen Tween20



Aussehen der lichtempfindlichen Lösung in Großaufnahme





Das Auftragen der Lösung



Das getrocknete Papier



Belichtung



Papier nach der Belichtung





Erstes Auswaschen



Nachdunkeln im Wasserstoffperoxid-Bad

**Links:**

[http://www.mikeware.co.uk/mikeware/Traditional\\_Cyanotype.html](http://www.mikeware.co.uk/mikeware/Traditional_Cyanotype.html)

<http://www.alternativephotography.com/wp/processes/cyanotype/cyanotype-classic-process>

<http://www.christopherjames-studio.com/materials/The%20Book%20of%20Alt%20Photo%20Processes/SAMPLE%20CHAPTERS/CyanotypeProcessSm.pdf>

**Arbeitsvorschrift:**

Das Hand-Out als PDF:

<http://quecksilber.homelinux.org/privat/daten/forum/viewtopic.php?f=6&t=227>