

Chemikalien

Tab. 1: Verwendete Chemikalien.

Eingesetzte Stoffe	Formel	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbole	Schul-einsatz
Ninhydrin-Sprühreagenz (1,2,3-Indantrion-Hydrat)	C ₉ H ₆ O ₄		11-36-67	7-16-23-24-26-51	Xi, F	S I
Essigsäure	CH ₃ COOH	1,5 mL	10-35	1/2-23-26-45	C	S I
Ethanol	C ₂ H ₅ OH	50 mL	11	2-7-16	F	S I
Ninhydrin	C ₉ H ₆ O ₄	0,1 g	22-36/37/38	-	Xn, F	S I
Wasser	H ₂ O	Ein paar mL	-	-	-	S I

Geräte

- Spatel
- Waage
- Becherglas
- Sprühflasche
- Handgebläse
- Papier

Durchführung

Auf ein Blatt Papier werden mehrere Fingerabdrücke gemacht. Diese werden danach mit Ninhydrin-Sprühreagenz besprüht und bei 80 bis 100 °C mit einer Schale Wasser im Trockenschrank behandelt.

Herstellen des Ninhydrin-Sprühreagenzes:

0,1 g Ninhydrin werden mit 50 mL Ethanol gemischt. Alternativ kann auch eine Lösung, die neben den beiden zuerst genannten Komponenten noch 1,5 mL Essigsäure enthält verwendet

werden. Der Unterschied liegt in der Färbung. Die normale Ninhydrin-Lösung führt zu einer dunkelvioletten (blauen) Färbung, die mit Essigsäure versetzte Ninhydrin-Lösung führt zu einer hellvioletten Färbung.

Beobachtung

Nach dem Besprühen des Papiers mit der gelblichen Ninhydrin-Lösung ist noch keine Färbung zu erkennen. Bei Wärmezufuhr (hier durch die Behandlung im Trockenschrank) bilden sich jedoch ganz schwach blaue Flecken auf dem Papier. Die Fingerabdrücke sind zwar nicht gut, aber dennoch erkennbar.

Entsorgung

Die Ninhydrin-Lösung wird für die weitere Verwendung aufgehoben. Sollte sie nicht weiter gebraucht werden, wird sie in den Behälter für organische Lösungsmittel gegeben. Die mit Essigsäure versetzte Ninhydrin-Lösung muss vor dem Entsorgen neutralisiert werden.

Fachliche Auswertung der Versuchsergebnisse

Schweiß ist ein Sekret, das über Schweißdrüsen abgegeben wird. Es dient dem Körper zur Kühlung. Schweiß besteht hauptsächlich aus Wasser, was vom Körper abgegeben wird. Weiterhin sind Stoffe wie Natriumchlorid, Harnstoff, Ammoniak, Sulfaten, Kalium-, Calcium- und Magnesiumsalzen langkettige Fettsäuren, Glucose, Brenztraubensäure, Cholesterin, Milchsäure und Aminosäuren im Schweiß enthalten. Frischer Schweiß ist geruchslos, er beginnt erst nach einiger Zeit zu riechen, wenn im Schweiß enthaltene Bakterien die langkettigen Fettsäuren zu kürzerkettigen Säuren abgebaut haben. Zu den riechenden kürzerkettigen Säuren gehören vor allem Ameisensäure und Buttersäure. Schweiß hat einen pH-Wert von 4 bis 6,8.

Seit 1897 kann die Kripo Verbrecher anhand ihrer Schweißspuren überführen. Scotland Yard überführte in diesem Jahr den ersten Verbrecher anhand seiner Fingerabdrücke. Das Sichtbarmachen der Fingerabdrücke erfolgt über eine von Siegfried Ruhemann (1859-1943) gefundene Reaktion (1910), bei der Ninhydrin mit Aminosäuren reagiert. Diese Reaktion wurde erstmals 1911 von Ruhemann beschrieben. Das blauviolette Reaktionsprodukt verdankt daher seinen Namen „Ruhemanns Purpur“. In der Neurologie werden ähnliche Tests durchgeführt, um Störungen, die zu Veränderungen der Schweißsekretion führen können zu diagnostizieren.

Solche Tests werden auch sudomotorische Funktionstest genannt. Bei dem Moberg-Test wird ein Abdruck einer zu untersuchenden Körperstelle auf Papier gemacht und anschließend mit Ninhydrin-Sprühreagenz besprüht. Anhand der Blaufärbung (ob vermindert, fehlend oder übermäßig) kann auf eine Funktionsstörung hingewiesen werden.

Siegfried Ruhemann entdeckte 1910, dass primäre Aminosäuren eine sehr hohe Empfindlichkeit und Spezifität bei der Indigo-Reaktion aufweisen. Die Empfindlichkeit von Glycin liegt bei 10^{-4} mol/L. Die Reaktion erfolgt auch bei Peptiden und Eiweißen. Bei sekundären und tertiären Aminen oder N-Heterozyklen ist keine Reaktion zu beobachten. Die Einfärbung ist dabei echt und lichtbeständig, sodass die blaue Farbe nur durch Abnutzung oder Abschilferung wieder entfernt werden kann. Das Absorptionsmaximum des entstandenen blauen Farbstoffes liegt bei der Reaktion von primären Aminosäuren bei 570 nm. Findet eine Reaktion mit einer sekundären Aminosäure (z.B. Prolin) statt, dann ist ein gelber Farbstoff mit einem Absorptionsmaximum bei etwa 440 nm zu erwarten.

Der Mechanismus verläuft über eine Decarboxylierung der Aminosäure zum Amin. Die Ursache dafür ist eine oxidative Desaminierung zum Aldehyd, die sich auch Strecker-Abbau nennt. Bei diesem Schritt wird Ninhydrin reduziert. Als Zwischenprodukt ergibt sich ein Aminoderivat der durch Tautomerie veränderten reduzierten Form des Ninhydrins. Dieses Derivat reagiert mit einem zweiten Ninhydrin-Molekül zum Ruhemanns-Purpur, der das blaue Reaktionsprodukt ist.

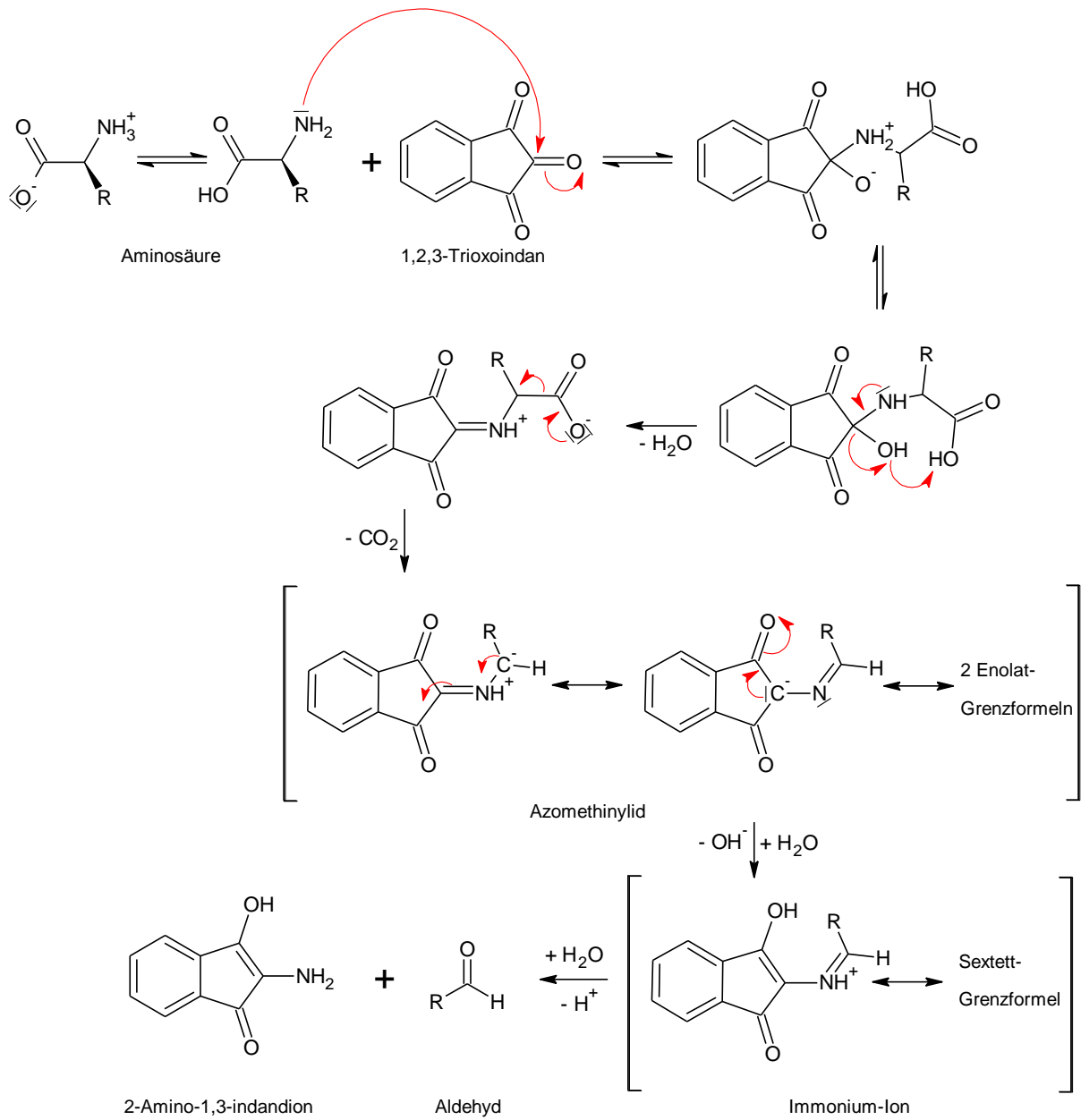


Abb. 1: Mechanismus der 2-Amino-1,3-indandion-Bildung^[8, 9].

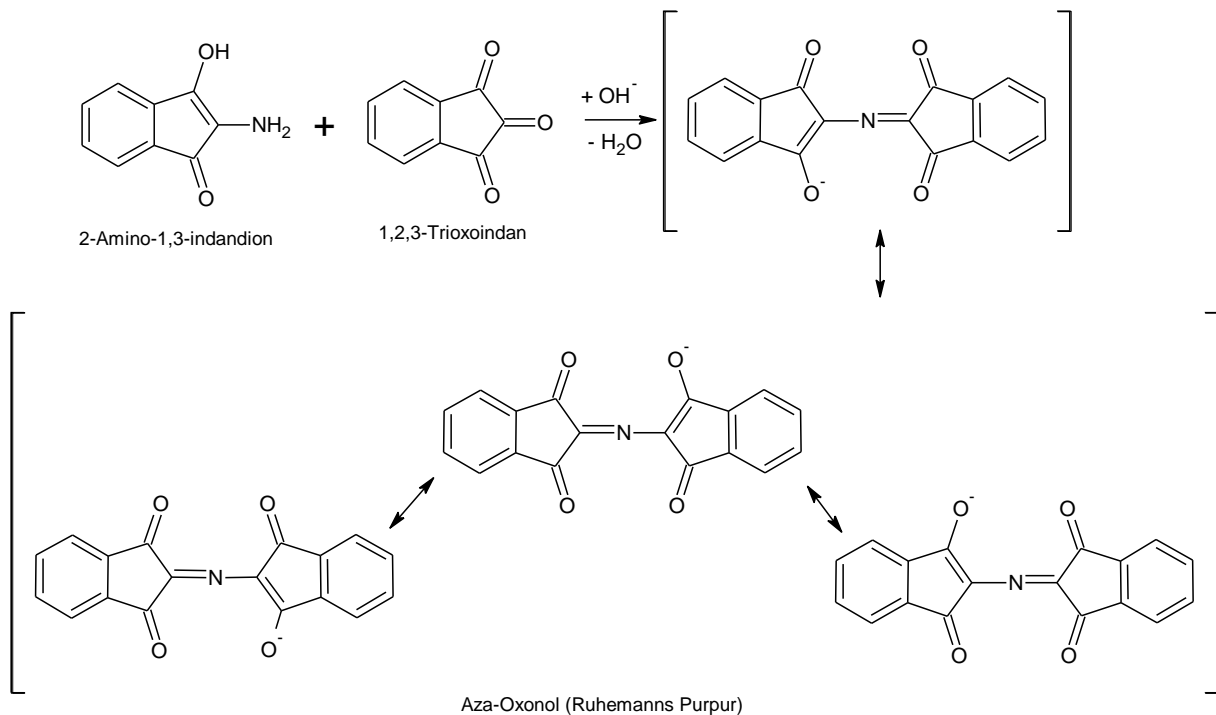


Abb. 2: Mechanismus der Aza-Oxonol-Bildung.

Methodisch-Didaktische Analyse

1 Einordnung

Dieser Versuch kann zum Thema Aminosäuren, welches dem Thema Naturstoffe untergeordnet ist, durchgeführt werden. Dieses Thema wird im zweiten Halbjahr der Jahrgangsstufe 11 durchgeführt und je nach Schwerpunktsetzung mehr oder weniger ausführlich behandelt. Der Vorteil bei diesem Versuch ist, dass ein Bogen zwischen Chemieunterricht und Alltag gespannt wird, indem die Schüler lernen, wie die Kriminaltechnik arbeitet oder durch welche medizinischen Methoden neurologische Störungen diagnostiziert werden können.

2 Aufwand

Der Aufwand dieses Versuches ist sehr gering. Es werden kaum Geräte benutzt, die an einer Schule nicht vorhanden sind. Statt des Trockenschrankes kann auch auf einen Fön oder ein Bügeleisen zurückgegriffen werden. Es muss nur dafür gesorgt werden, dass das Wasser, welches sonst in den Trockenschrank gestellt wird, auf das Papier gebracht wird. Ansonsten ist der Versuch sehr schnell durchzuführen, da er keine besondere Entwicklung benötigt.

3 Durchführung

Da der Versuch sehr schnell geht, kann er problemlos in einer Einzelstunde durchgeführt werden. Um die Schüler mehr zu motivieren könnte man sie sozusagen als Kriminaltechniker arbeiten lassen, die ein Verbrechen untersuchen. Man könnte so mit ihnen dieses Verfahren besprechen und auf die Zusammensetzung des Schweißes eingehen. Um ein gutes Versuchsergebnis zu erhalten, ist sinnvoll, die entsprechenden Finger vorher an fettigen Hautpartien wie Nase oder Stirn zu reiben.

Literatur

- [1] Aulis Verlag Deubner: Anfärben von Fingerabdrücken mit Ninhydrin, Kurzbeschreibung. www.aulis.de/files/downloads/public/praxis-der-naturwissenschaften-chemie-in-der-schule/05.../bader_fingerabdruecke_online.pdf. Seite 3. (08.12.2008).
- [2] Soester Liste. Version 2.7.
- [3] Hessischer Lehrplan: Chemie. 2008.
- [4] Beyer, Walter: Lehrbuch der Organischen Chemie. 24., überarbeitete Auflage mit 155 Abbildungen und 24 Tabellen. S. Hirzel Verlag. Stuttgart 2004.
- [5] Jaenicke, Lothar: Erinnerungsbild Siegfried Ruhemann und der „Ruhemann’sche Purpur“. In BIOSpektrum 04/07. 13. Jahrgang. Seite 456-458.
- [6] Universität Rostock. Praktikum: Chemie der Naturstoffe. <http://www.chemie.uni-rostock.de/medizin/P4.pdf>. (30.12.2008).
- [7] Universität Wuppertal: Chemiedidaktik. http://www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/alte_seite_du/material/milch/milcheiweiss/aminosauren.pdf. (28.12.2008).
- [8] Technische Universität Freiberg: Biochemie Skript. http://tu-freiberg.de/fakult2/bio/ag_mikrobio/lehre/biochemie_skript_1-2.pdf. (28.12.2008).
- [9] Universität Saarland: Ninhydrin-Reaktion. http://www.uni-saarland.de/student/fspharma/downloads/files/seminare/eab/ws_05/Iod-Azid-Reaktion%20Zincke-Koenig%20Ninhydrin.pdf. (28.12.2008).