

Dem Täter auf der Spur - Latente Fingerabdrücke durch einfache Verfahren sichtbar machen

R. Fischer, I. Rubner, M. Oetken

Verbrechen haben die Menschen seit jeher beschäftigt. Einen besonderen Reiz stellt dabei deren – möglichst erfolgreiche – Aufklärung dar. Ein wichtiges Beweismittel zur Täteridentifizierung sind Fingerabdrücke. Um diese häufig latenten, d.h. vorerst unsichtbaren Fingerabdrücke zu visualisieren, eignen sich verschiedene Verfahren, je nach Material, auf dem sich der Abdruck befindet.

Im weiteren Verlauf werden verschiedene einfache Verfahren vorgestellt, die sich zur Visualisierung latenter Fingerabdrücke eignen.

Eine Methode die sich bei allen Spureträgermaterialien einsetzen lässt, ist die Pulvermethode. Es werden feine Pulver (Farbpulver z.B. Holi Powder – wie im indischen Frühlingsfest, Metallpulver, Kohlepulver, etc.) zum Einstauben des Untersuchungsobjekts verwendet. Da durch die feinen Stäube eine Gesundheitsgefährdung der Atemwege besteht, sollte im geschlossenen System gearbeitet werden. Ein entsprechender Versuchsaufbau wird im Folgenden dargestellt.

Die Pulvermethode

Geräte und Chemikalien: tic tac[®]-Dose mit Kunststofffuß, verstärkter Deckel aus Kunststoff, Luftballon, zwei Spritzen (1 mL und 50 mL), Krokodilklemme, Luer-Lock-Adapter (weiblich und eine 6,4 mm Olive), Pulver, z.B. Holi Pulver, Unterlage mit Fingerabdruck

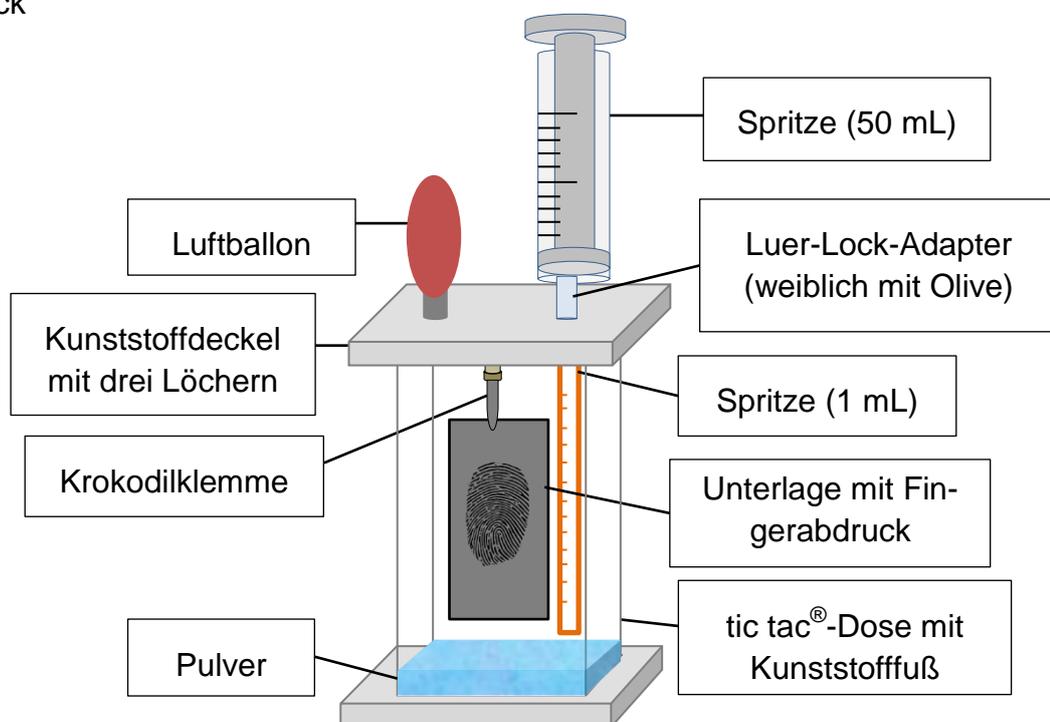


Abb.1: Versuchsaufbau Pulvermethode.

Durchführung: Die Apparatur wird entsprechend der Abb. 1 aufgebaut und 2-3 Spatel des gewählten Adhäsionsmittels in die tic tac[®]-Dose eingefüllt. Auf die Unterlage wird ein talgiger Fingerabdruck gegeben. Dazu wäscht sich die Versuchsperson die Hände mit Seife, trocknet sie an einem Handtuch ab und reibt den betreffenden Finger an der Stirn oder der Nase. Danach drückt sie den Finger vorsichtig auf die Unterlage. Die Unterlage wird in die Krokodilklemme eingespannt und die Apparatur fest verschlossen. Mit der Spritze werden mehrere schnelle, kurze Luftströme erzeugt, die das Pulver in der Apparatur aufwirbeln. Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis auf der Unterlage ein Fingerabdruck zu sehen ist. Die Unterlage wird aus der Apparatur entnommen und einige Male sanft mit der Kante auf eine Unterlage geklopft, sodass das überschüssige Pulver abfällt. Der entwickelte Fingerabdruck kann nun fotografiert und weiter bearbeitet werden.

Hinweise: Wenn man das Pulver vor dem Versuch trocknet, lassen sich sehr gute Versuchsergebnisse erzielen.

Beobachtung und Auswertung: Das Pulver haftet auf Grund der Adhäsionskräfte an den unpolaren Bestandteilen des Fingerabdrucks, wohingegen es an der Unterlage nicht haften bleibt. Somit lässt sich ein sichtbarer Positivabdruck erzeugen. Es gibt viele unterschiedliche Pulver, die sich für diesen Versuch eignen. Es können farbige Pulver (z. B. Holi Farbpulver und Kurkuma), metallische Pulver (z. B. Aluminium, Eisen, Eisenoxid, Zink, Kupfer, Kupferoxid), fluoreszierende Pulver (z. B. fluoreszierende Holi Farbpulver) oder einfach feines Kohlepulver verwendet werden. Welches Pulver geeignet ist, hängt vor allem von der Unterlage ab. Wichtig ist, dass ein guter Farbkontrast zwischen Pulver und Unterlage erzielt wird. Fluoreszierende Pulver eignen sich bspw. sehr gut für Unterlagen, die ein Muster besitzen, wie z. B. Verpackungen oder Geldscheine.

			
Orangenes Holi Pulver auf der Rückseite eines Spiegels, unter UV-Licht	Kupferpulver auf Glas	Kurkuma auf Aluminium	Grünes Holi Pulver auf einem Kupferblech, unter UV-Licht

Abb. 2: Ergebnisse mit der Pulvermethode visualisiert.

Eine weitere Methode, die sich besonders auf glatten Oberflächen (z.B. Alufolie) eignet, ist die Sekundenklebermethode (Cyanacrylatmethode). Die Cyanacrylsäureester stellen für die Schleimhäute eine Gesundheitsgefährdung dar, sodass auch dieser Versuch in einem geschlossenen Versuchsaufbau durchgeführt werden sollte.

Die Cyanacrylatmethode

Geräte und Chemikalien: tic tac[®]-Dose, verstärkter Deckel aus Kunststoff (Bezugsquelle: Bernd Mößner, info@experimente-zur-energiewende.de), 2-Cyanacrylsäureethylester (Bezugsquelle: <https://www.voltmaster.de>; 2 Construct[®] - Sekundenkleber Spezial 483 dünnflüssig), Vlies aus Cellulose (10 cm x 5 cm Bezugsquelle: <https://die-besten-stoffwindeln.de>; TotsBots Windelvlies), Heizplatte, Aluminiumfolie oder anderer Untersuchungsgegenstand, Pinzette

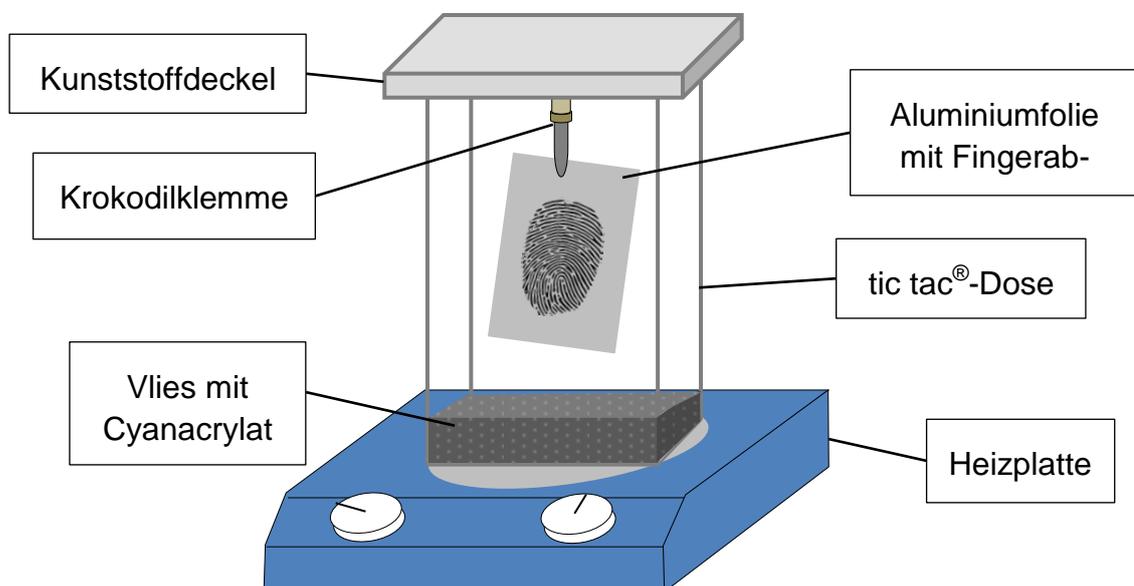


Abb.3: Versuchsaufbau Cyanacrylatmethode.

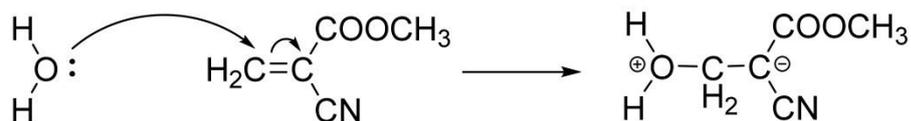
Durchführung: Die Apparatur wird entsprechend der Abbildung 3 aufgebaut. Auf die Aluminiumfolie wird ein talgiger Fingerabdruck gegeben. Größere Gegenstände können auch ohne Festklemmen in die Dose gestellt werden. Auf das Vlies werden zehn Tropfen Sekundenkleber gegeben, anschließend wird die Apparatur fest verschlossen und auf eine ca. 75°C warme Heizplatte gestellt. Sobald der Fingerabdruck zu erkennen ist, kann der Gegenstand mit Hilfe der Pinzette aus der Apparatur herausgenommen werden. Der Deckel sollte dabei nur kurz geöffnet werden, damit die Dämpfe nicht entweichen. Ist der Fingerabdruck noch nicht vollständig entwickelt, kann erneut Sekundenkleber hinzugegeben und der Vorgang wiederholt werden.

Die Apparatur wird nach dem Versuch mit geöffnetem Deckel unter den Abzug gestellt. Der entwickelte Fingerabdruck kann nun fotografiert und weiter bearbeitet werden.

Hinweise: Das Vlies muss nach zwei bis drei Versuchsdurchführungen ausgetauscht werden. Sehr flüssiger Sekundenkleber, wie er für den Modellbau eingesetzt wird, eignet sich am besten für diesen Versuch.

Beobachtung und Auswertung: Es entsteht ein weißer Positivabdruck, der vor allem auf dunklen Oberflächen einen guten Kontrast bildet. Sekundenkleber ist ein Einkomponenten-Klebstoff, der meist aus 2-Cyanacrylsäureethylestern besteht. Die Methode eignet sich für glatte, nichtsaugende Oberflächen. Dabei ist kein Kontakt mit Spurenlagerer notwendig, da der Sekundenkleber verdampft und bei Kontakt mit der Feuchtigkeit aus dem Fingerabdruck polymerisiert (s. Abb. 4). Draufhin entsteht ein festes, ausgehärtetes Cyanacrylsäureethylester-Polymer. Dieses bildet die Rückstände des Fingerabdrucks ab, weshalb ein weißgrauer Positivabdruck sichtbar wird (s. Abb. 5). Das Vlies vergrößert die Verdampfungsoberfläche und verhindert das zu schnelle Aushärten des Klebers am Boden der tic tac[®]-Dose. Dadurch ist gewährleistet, dass der Kleber verdampfen kann und somit in Kontakt mit den Papillarlinien des Fingerabdrucks kommt.

Startreaktion:



Kettenwachstumsreaktion:

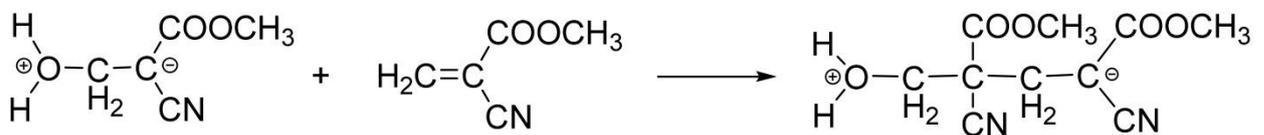


Abb. 4: Polymerisationsreaktion des Cyanacrylsäureethylesters.

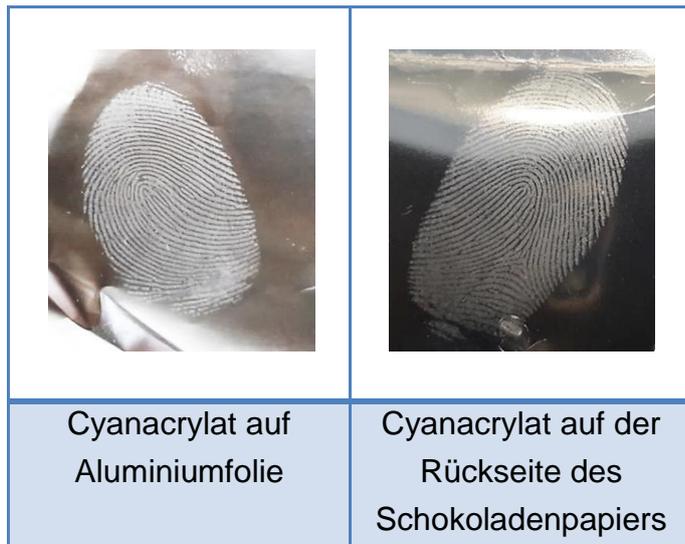


Abb. 5: Ergebnisse durch die Cyanacrylatmethode visualisiert.

Die nächste Methode, die hier vorgestellt wird, ist die Iodmethode. Sie lässt sich ebenfalls auf einer Vielzahl an Spureträgermaterialien anwenden und bedarf gleichfalls einer geschlossenen Apparatur, da das gasförmige Iod eine Gesundheitsgefährdung für die Atemwege darstellt.

Die Iodmethode - medizintechnisch

Geräte und Chemikalien: 120mL Spritze als Vakuumspritze präpariert: durch das Kunststoffkreuz des Stempels müssen Löcher für die Nägel (2,8 x 65 mm) mittig gebohrt (3,0 mm Bohrung) werden (siehe Abb. 6), Schlauchstück, passender Adapter w, Nagel (siehe Abb. 6), Dreiweghahn, kleine Spritze mit Aktivkohle/Watte, Pinzette, (Schreib)Papier, Thermopapier, Iodkristalle

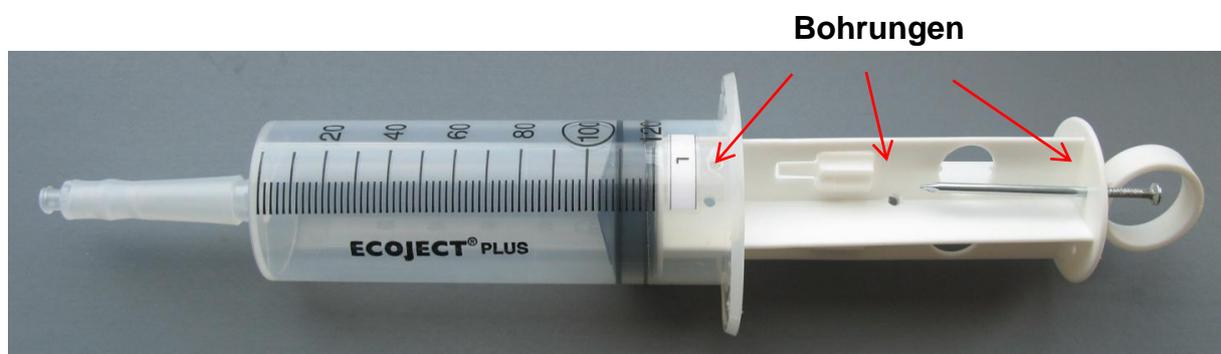


Abb. 6: Vakuumspritze mit Bohrungen im Stempel als „Nagelparkplatz“ [3].

Durchführung: Die Arbeitsmaterialien werden gerichtet und die Spritze wird mit einem Dreiwegehahn versehen. In die 120mL Spritze werden nun ein bis zwei Iodkristalle gegeben, sodass sie im Hauptkorpus liegen und nicht in die Spritzenöffnung fallen. Anschließend wird der latente Fingerabdruck gewonnen. Das Objekt mit dem Fingerabdruck wird in den Spritzenkorpus gegeben und der Stempel soweit als möglich hineingeführt. Der Dreiwegehahn wird nun verschlossen.

Mit Hilfe einer weiteren Person bzw. eines Türgriffes wird bei verschlossenem Dreiwegehahn der Stempel aus der Spritze herausgezogen, sodass ein Unterdruck entsteht. Mit einem Nagel wird diese Position des Stempels fixiert (siehe Abb. 7).

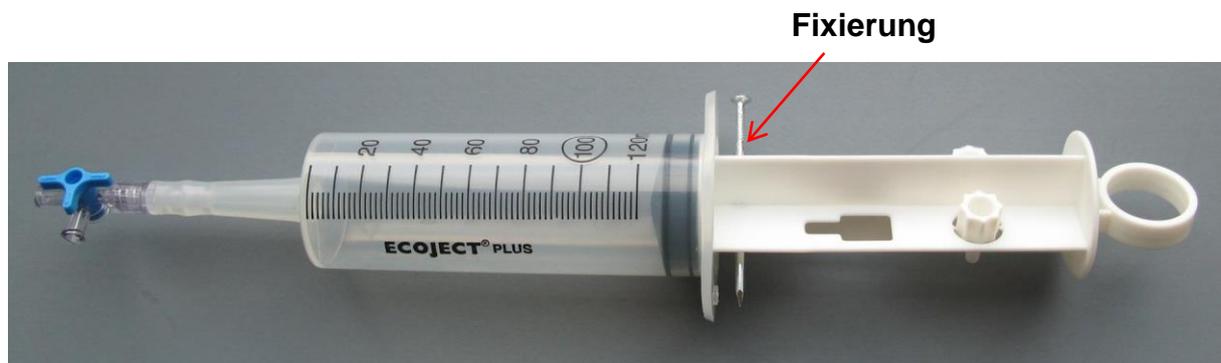


Abb. 7: Vakuumspritze mit Dreiwegehahn mit Nagelfixierung [3].

Beobachtung und Auswertung: Durch den Unterdruck sublimiert Iod, was anhand violetter Dämpfe zu beobachten ist. Nach bereits einigen Sekunden wird der latente Fingerabdruck als bräunlicher Abdruck auf dem Objekt sichtbar (siehe Abb. 8). Es kommt zur Einlagerung der unpolaren Iodmoleküle in die talgigen und wässrigen Komponenten des Fingerabdrucks und dadurch zur Braunfärbung. Um den Abdruck aus der Spritze zu entnehmen, wird vorerst das gasförmige Iod über eine mit Aktivkohle gefüllte Spritze (siehe Abb. 9) geleitet, sodass dieses vollständig absorbiert wird. Anschließend kann gefahrlos der sichtbare Fingerabdruck entnommen werden. Für eine längerfristige Aufbewahrung des Abdrucks muss dieser anschließend z.B. durch 1%ige Stärkelösung fixiert werden [1,3]. Dazu erwärmt man die Stärkelösung in einem Becherglas bzw. einer Petrischale und hält den gewonnenen Fingerabdruck kurz in die aufsteigenden Wasser- und-Stärke-Dämpfe. Es kommt sofort zu einer dunklen Verfärbung durch Ausbildung des bekannten Iod-Stärke-Komplexes.



Abb. 8: Vakuumspritze mit Fingerabdruck.



Abb. 9: Vakuumspritze mit Aktivkohlespritze zum Ablassen des gasförmigen Iods.



Abb. 10: Ergebnisse durch die Iodmethode visualisiert.

Liegen latente Fingerabdrücke auf leitfähigen Materialien (z.B. Metalle) vor, so lassen sich elektrochemische Verfahren anwenden, die nachfolgend vorgestellt werden.

Elektrochemische Verfahren zur Visualisierung latenter Fingerabdrücke

Die Zementationsmethode

Geräte und Chemikalien: zwei tic tac[®]-Dosen (8 cm x 4,5 cm x 2 cm), zwei Bodenplatten aus Kunststoff (Bezugsquelle: Bernd Mößner, info@exerpimente-zur-energiewende.de), Stahlplatte 2,5 cm x 8 cm, Kupfersulfat-Lösung $c(\text{CuSO}_4) = 0,1$ mol/L, Schwefelsäure $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2$ mol/L, dest. Wasser, Ethanol

Herstellung der Elektrolytlösung: Zur Herstellung der Kupfersulfat-Lösung werden 95 mL einer 0,1 molaren Kupfersulfat-Lösung mit 5 mL einer zweimolaren Schwefelsäure versetzt. Der Versuch kann auch mit einer neutralen 0,1 molaren Kupfersulfat-Lösung durchgeführt werden, dies führt allerdings zu einer verlängerten Zementationszeit.

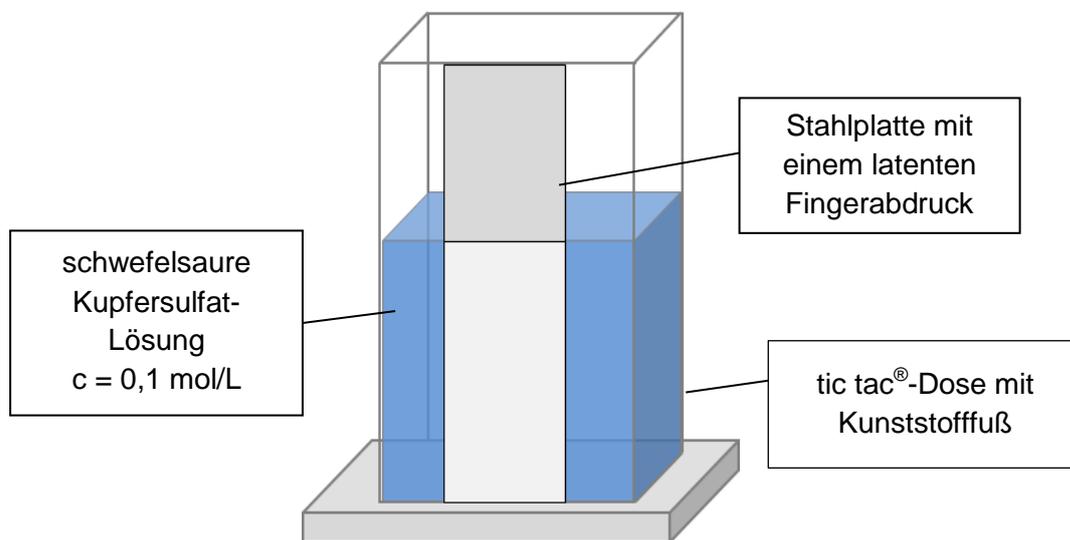


Abb. 11: Versuchsaufbau Elektrochemische Visualisierung durch Zementation.

Durchführung: Die beiden tic tac[®]-Dosen werden jeweils mit einem Fuß versehen und in eine 50 mL Kupfersulfat-Lösung, in die andere 50 mL destilliertes Wasser eingefüllt. Die Stahlplatte wird mit einem Tuch, das mit Ethanol getränkt wurde, abgewischt. Auf die Stahlplatte bzw. dem Untersuchungsobjekt wird ein talgiger Fingerabdruck (FA) gegeben. Nun wird die Stahlplatte in den Elektrolyten gestellt und nach ca. 30-50 Sekunden ist ein deutlich sichtbarer Fingerabdruck zu erkennen. Daraufhin kann der Spurenläger aus der Kupfersulfat-Lösung herausgenommen und mit Hilfe von destilliertem Wasser überflüssige Elektrolytlösung abgespült werden. Der visualisierte Fingerabdruck kann nun fotografiert und weiter bearbeitet werden.

Hinweise: Bei jeder Elektrolyse muss jeweils eine neue Stahlplatte verwendet werden. Der Elektrolyt kann hingegen mehrmals verwendet werden.

Beobachtung und Auswertung: Die Reaktion erfolgt zwischen den Abdrücken der Papillarleisten, so dass ein Negativabdruck entsteht. Die unpolaren Rückstände des Fingerabdrucks dienen als Isolator. Das Metallsalz reagiert zwischen den Abdrücken der Papillarleisten zu elementarem Metall.

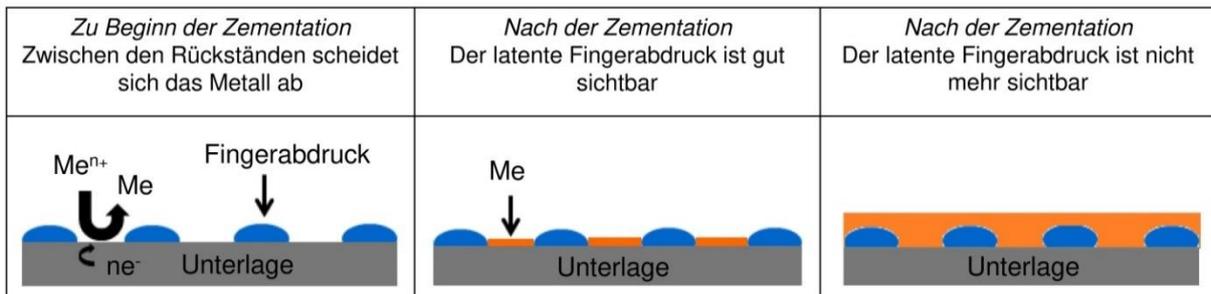


Abb. 12: Schematische Darstellung einer Metallplatte (grau) und des darauf befindlichen Fingerabdrucks (blau) im Querschnitt. Reduktion eines Metallsalzes beim Kontakt mit der Metallplatte (links). Abgeschiedenes Metall nach einer Zementation bzw. Elektrolyse (mitte), überlagerte Abscheidung (rechts).

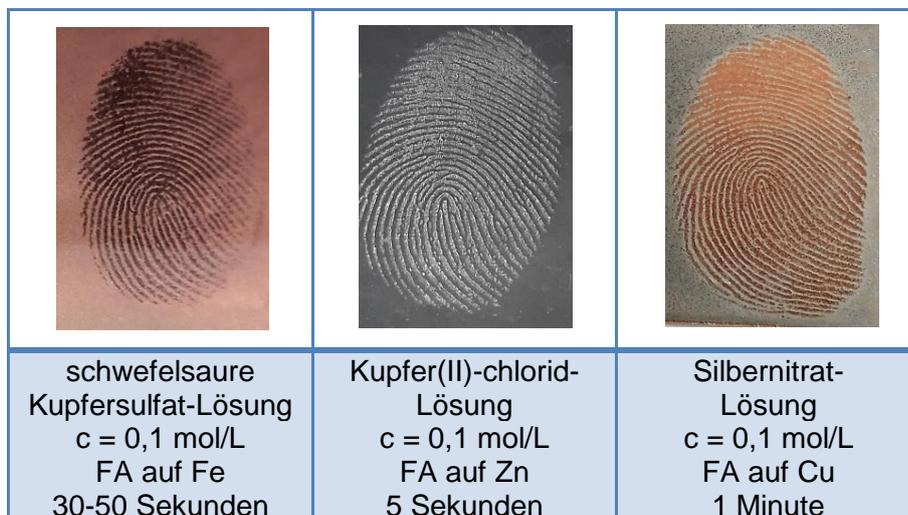


Abb.13: Visualisierte Fingerabdrücke durch Zementation.

Das Verfahren lässt sich ebenfalls mit Hilfe der Elektrolyse durchführen, dies bietet gegenüber der Zementationsreaktion zwei Vorteile: Einerseits können Reaktionen, die nicht freiwillig erfolgen, erzwungen werden und andererseits können freiwillig ablaufende Reaktionen durch Steuerung noch optimiert werden, sodass man bessere Ergebnisse erhält.

Elektrochemische Visualisierung durch Elektrolyse

Geräte und Chemikalien: zwei tic tac[®]-Dosen (8 cm x 4,5 cm x 2 cm), zwei Bodenplatten aus Kunststoff (Bezugsquelle: Bernd Mößner, info@exerpimente-zur-energiewende.de), Voltmeter, Amperemeter, Verbindungskabel, Spannungsquelle, Krokodilklemmen, Graphitfolie 4 cm x 8 cm (Bezugsquelle: <http://www.conrad.de>; Wärmeleitfolie Keratherm[®] - Grafit 90/10), Stahlplatte 2,5 cm x 8 cm, Kupfersulfat-Lösung $c(\text{CuSO}_4) = 0,1 \text{ mol/L}$, Schwefelsäure $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \text{ mol/L}$, dest. Wasser, Ethanol

Herstellung der Elektrolytlösung: Zur Herstellung der Kupfersulfat-Lösung werden 95 mL einer 0,1 molaren Kupfersulfatlösung mit 5 mL einer zweimolaren Schwefelsäure versetzt. Der Versuch kann auch mit einer neutralen 0,1 molaren Kupfersulfatlösung durchgeführt werden, dies führt allerdings zu einer verlängerten Zementationszeit.

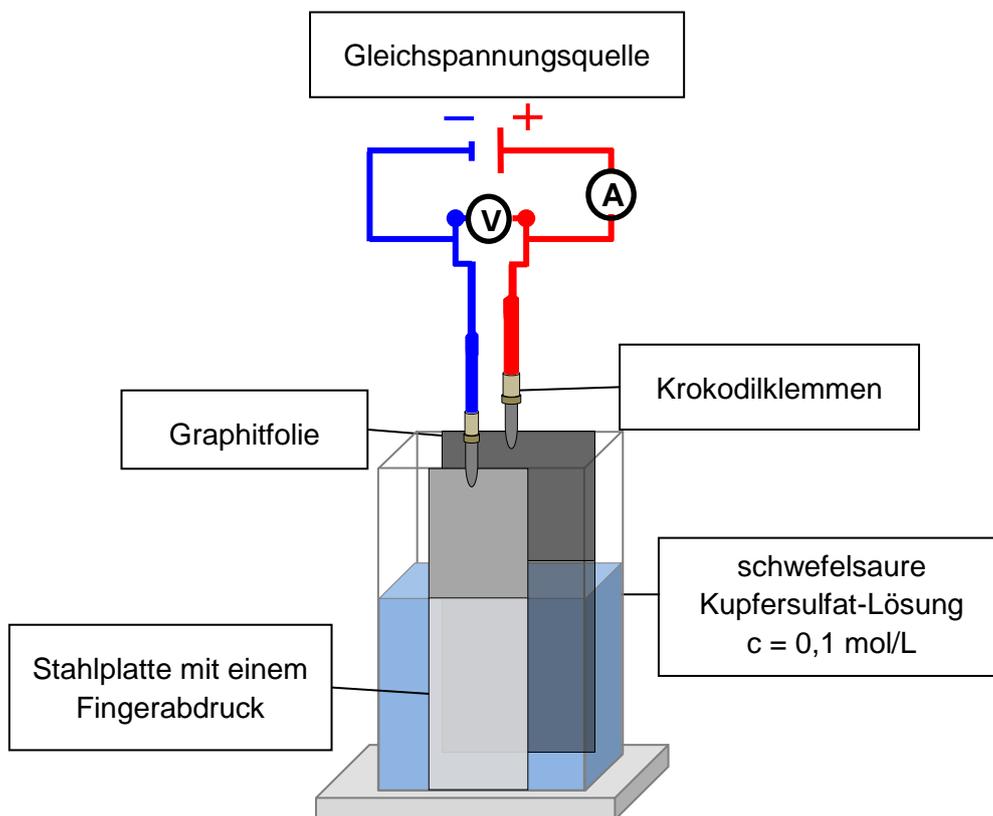


Abb. 14: Versuchsaufbau zur elektrolytischen Visualisierung von Fingerabdrücken auf Metallen.

Durchführung: Die beiden tic tac[®]-Dosen werden jeweils mit einem Fuß versehen. In die eine werden 50 mL der Kupfersulfat-Lösung eingefüllt und in die andere 50 mL destilliertes Wasser. Die Stahlplatte und die Graphitfolie werden sorgfältig mit einem Tuch, welches mit Ethanol getränkt ist, gereinigt. Der Versuch wird entsprechend der

Abbildung 14 aufgebaut. Dabei wird die Graphitfolie als Pluspol und die Stahlplatte als Minuspol geschaltet. Wichtig ist, dass die Seite mit dem Fingerabdruck der Graphitfolie zugewandt ist.

Nun wird eine Spannung von 2 Volt angelegt und 30 Sekunden elektrolysiert. Sollte der Fingerabdruck nicht gut zu erkennen sein, kann nochmals elektrolysiert werden. Die mit Kupfer beschichtete Stahlplatte wird aus dem Elektrolyten entnommen, kurz in destilliertes Wasser getaucht und zum Trocknen auf ein saugfähiges Tuch gelegt. Der visualisierte Fingerabdruck kann nun fotografiert und weiter bearbeitet werden.

Hinweise: Bei jeder Elektrolyse muss jeweils eine neue Stahlplatte verwendet werden. Der Elektrolyt kann hingegen mehrmals verwendet werden.

Beobachtung und Auswertung: Die Reaktion erfolgt zwischen den Abdrücken der Papillarleisten, so dass ein Negativabdruck entsteht. Die unpolaren Rückstände des Fingerabdrucks dienen als Isolator. Das Metallsalz reagiert zwischen den Abdrücken der Papillarleisten zu elementarem Metall.



		
schwefelsaure Kupfersulfat-Lösung c = 0,1 mol/L C Fe 2 Volt 30 sec	Silbernitrat-Lösung c = 0,1 mol/L C Fe 1,5 Volt 6 min	Zinksulfat-Lösung c = 0,1 mol/L C Cu 3 Volt 30 sec

Abb. 15: Visualisierte Fingerabdrücke durch Elektrolyse.

Zusammenfassend lassen sich mit den hier vorgestellten Methoden latente Fingerabdrücke auf unterschiedlichen Materialien mit einfachen Mitteln visualisieren. Dies erfolgt einerseits mit physikalischen Methoden (Pulvermethode, Iodmethode) und andererseits auch mit chemischen Methoden (Cyanacrylatmethode, elektrochemische Methoden). Bei den ersten drei Verfahren handelt es sich um bekannte Methoden, die hier in einer neuen, einfachen bzw. optimierten und für den schulischen Einsatz geeigneten Variante vorgestellt wurden. Die elektrochemische Methode ist neu und wird aktuell in der Fachwissenschaft beforscht. Der vorgestellte Versuch ermöglicht es, diese neue Methode in die Schule zu bringen und diese bei den Themenfeldern Zementation und Elektrolyse einzusetzen.

Literatur

- [1] Lyle, D.P. (2009). CSI-Forensik für Dummies. 1. Aufl. Wiley-VCH, Weinheim
- [2] Jasuja, P., Kaur, A., Kumar, P.: Fixing latent fingermarks developed by iodine fuming: A new method. Forensic Science International 223, (2912) S. 47-52
- [3] Brand, B.-H., Grofe, Th.: *MedTech-Fortbildungen/Vortragsversuche/Rund um das Vakuum*. <http://www.bhbrand.de/downloads/rund-ums-vakuum-i---nur-experimentiertechniken.pdf> (Stand: 03.04.2018)