



2016

**Chemietage
W06
CSI Chemie**



Frühwirth Barbara

Jaritz Pia

Sammer Friederike



Karl-Franzens-Universität Graz

Einleitung

Liebe KollegInnen, wir freuen uns, dass Sie diesen Workshop gewählt haben und sich mit uns auf die Spurensuche begeben wollen.

Wir haben uns bemüht ein spannendes Programm für Sie zusammenzustellen und hoffen, dass für jede(n) etwas Brauchbares dabei ist.

CSI steht hier für **Creative, Suspenseful und Intelligent**.

Im Workshop sollen Möglichkeiten gezeigt werden, einen für SchülerInnen kreativen und spannenden Zugang zu den Kapiteln des Lehrstoffes für die Sekundarstufe I zu finden und ihre Intelligenz zu fördern.

Die Beispiele sind so konzipiert, dass sie einzeln bei den passenden Lehrstoffthemen oder als Gesamtprojekt, sowie in einem Wahlmodul eingesetzt werden können. Es bietet sich auch das Arbeiten im Stationenbetrieb an.

Ziel ist es, die detektivische Neugier der SchülerInnen zu fördern und zum forschungsorientierten Lernen einzuladen.

Wir gehen von der überwiegenden Schulrealität aus und nehmen an, dass mit einer ganzen Klasse experimentiert wird, einfache Geräte und möglichst gefahrlose Chemikalien verwendet werden und 50 Minuteneinheiten für den Unterricht zur Verfügung stehen.

Sie finden im Skriptum alle im Workshop vorgestellten Experimente. (Spur 1 – Spur 10). Bei manchen Versuchen sind Sie eingeladen, sich die Vorrichtungen für Ihren Unterricht im Workshop zu basteln, die Sie dann auch mitnehmen dürfen.

Für jedes Experiment haben wir neben einem Arbeitsblatt für SchülerInnen (Schülerblatt) auch Informationen für die Lehrenden (Lehrerblatt) vorbereitet.

Beim Schülerblatt handelt es sich um eine möglichst einfache Arbeitsanleitung, die Sie natürlich jederzeit auch abändern und anpassen können. Selbstverständlich lassen sich daraus auch weniger oder nicht angeleitete Experimentierstunden gestalten.

Im Lehrerblatt finden Sie die Erklärungen zum Experiment, sowie Angaben zur Beschaffung und Entsorgung sowie nützliche Tipps für den Unterricht.

Das Skriptum mit sämtlichen Zusatzmaterialien steht Ihnen auf der RFDZ-Chemie Homepage unter Downloads zur Verfügung.

Wir wünschen Ihnen viel Freude beim Experimentieren.

Mit kollegialen Grüßen

Barbara Frühwirth, Pia Jaritz und Friederike Sammer

Es wird vorausgesetzt, dass die beim Experimentieren üblichen Sicherheitsmaßnahmen, wie das Tragen einer Schutzbrille etc., eingehalten werden und die SchülerInnen eine allgemeine Sicherheitseinführung hatten. Daher wird bei jeder Versuchsbeschreibung nur auf zusätzliche Sicherheitsmaßnahmen hingewiesen.

Für Fragen und Anregungen sind wir erreichbar unter: josefine.jaritz@uni-graz.at

Inhaltsangabe für den Detektivkoffer

Tatort Schule! Der Schulwart bemerkte, dass jemand in seine Werkstätte eingebrochen sein muss. Er hatte am Vortag eine zusammengeräumte Werkstätte verlassen. Nun sah er eine offene, beschädigte Lade an seinem Tisch und einige am Boden verstreute Geldscheine. Auf dem Tisch entdeckte er verschüttetes weißes Pulver und Reste einer Flüssigkeit, die der Täter wegzuwischen versucht hat. Der Schulwart konnte außerdem einen unangenehmen, streng riechenden Brandgeruch wahrnehmen. Die Polizei hat ihre Ermittlungsarbeit aufgenommen, und die Spurensicherung hat vom Tatort folgende Spuren sichergestellt:

Spur 1: Schuhabdrücke_ vom Sandplatz vor dem Fenster der Werkstatt

Spur 2: Fingerabdrücke_ auf Papier vom Schreibtisch

Spur 3: Schriftprobe_ aus dem Papiereimer und Kugelschreiber vom Tatort bzw. Verdächtigen

Spur 4: Geheimbotschaft_ zerknülltes, leeres Blatt Papier vom Papiereimer

Spur 5: Falschgeld_ zerschnittene Geldscheine vom Papiereimer und Geldscheine vom Boden

Spur 6: Metalldraht_ vom Boden unter dem Tisch

Spur 7: Blut_ rote Krusten von der Lade des Tisches

Spur 8: Weißes Pulver_ vom Tisch

Spur 9: Farblose Flüssigkeit_ vom Tisch

Spur 10: Faser_ Brandrückstände auf dem Tisch

Welche Spur führt zum Täter?

Beachte folgende wichtige Hinweise für deine detektivische Arbeit:

Beschrifte immer alles sorgfältig
Halte deinen Arbeitsplatz sauber
Notiere jeden Arbeitsschritt genau
Mache Fotos oder Skizzen von deinen Ermittlungen
Ziehe keine vorschnellen Schlüsse
Notiere deine Ergebnisse und Erkenntnisse gewissenhaft
Unterhalte dich mit niemandem über den Fall

CSI Workshop Lehrplanbezug für die Sekundarstufe I

Station	Name	Betreuerin	Lehrplanbezug	Zum Mitnehmen
Spur 1 	Schuhabdruck	Friederike Sammer	Baustoffe Exotherme Reaktion	Gipsabdruck,
Spur 2 	Fingerabdruck	Friederike Sammer	Wechselwirkungen Fächerübergreifend Physik	Fingerabdruck Karteikarte
Spur 3 	Nachricht mit Kugelschreiber	Pia Jaritz	Trennmethoden Dünnschichtchromatografie	DC Kugelschreiber
Spur 4 	Geheime Botschaft	Pia Jaritz	Chemische Reaktionen	Sprüher Geheimschrift
Spur 5 	Falschgeld	Barbara Frühwirth	Stärke, Cellulose Natur- und Kunststoffe Energie, Fluoreszenz	Geldscheinprüfstift Papier
Spur 6 	Draht	Pia Jaritz	Metalle, Chem. Bindung Elektrochemische Spannungsreihe	
Spur 7 	Blut	Pia Jaritz	Eiweiß, Energie, Chemolumineszenz Fächerübergreifend Biologie	
Spur 8 	Weißes Pulver	Friederike Sammer	Struktur -Eigenschaften, Salze, Zucker..... Alltagsbezug	
Spur 9 	Farblose Lösung	Friederike Sammer	Säuren, Basen, Salze, Alkohol, Alltagsbezug	
Spur 10 	Faser- und Stoffproben	Barbara Frühwirth	Natur- und Kunstfasern, pH-Wert, Nachweisreaktionen, Verbrennung, Sicherheits- und Gesundheitsaspekte	Bleiacetatpapier

CSI _ Workshop_Stationenplan

CSI _ Workshop_Stationenplan

Station	Name	Stempel		Station	Name	Stempel
Spur 1 	Schuhabdruck			Spur 1 	Schuhabdruck	
Spur 2 	Fingerabdruck			Spur 2 	Fingerabdruck	
Spur 3 	Nachricht mit Kugelschreiber			Spur 3 	Nachricht mit Kugelschreiber	
Spur 4 	Geheime Botschaft			Spur 4 	Geheime Botschaft	
Spur 5 	Falschgeld			Spur 5 	Falschgeld	
Spur 6 	Draht			Spur 6 	Draht	
Spur 7 	Blut			Spur 7 	Blut	
Spur 8 	Weißes Pulver			Spur 8 	Weißes Pulver	
Spur 9 	Farblose Lösung			Spur 9 	Farblose Lösung	
Spur 10 	Faser- und Stoffproben			Spur 10 	Faser- und Stoffproben	

ÜBERSICHTSBLATT STATIONEN DETEKTIVISCHE NACHWEISE

SPURENART	NACHWEISMETHODE	KURZBESCHREIBUNG (ev. mit Reaktionsgleichung)
Schuhabdrücke		
Fingerabdruck auf Papier		
Fingerabdruck auf glatter Fläche		
Schriftprobe		
Geheime Botschaft		
Falschgeld		
Aus welchem Metall ist der Draht?		
Blut?		
Weißer Substanz		
Farblose Flüssigkeit		
Was sind das für Fasern?		

Spur 1: Schuhabdrücke_Schülerblatt

Auf dem Sandplatz vor der Werkstatt wurden Schuhabdrücke sichergestellt. Fertige für die Zeugenbefragung als Vergleichsstück deinen Schuhabdruck an.

Der Detektivkoffer enthält:

Geräte:

Schuhkarton, Spielsand, Glasschalen, Kunststoffschüssel, Löffel, Holzstab, Handbürste, Schuhabdrücke

Chemikalien:

Modellgips, Wasser, Haarspray

Durchführung für einen Schuhabdruck:

- Fülle ca. 3cm hoch Spielsand in den Schuhkarton und erzeuge einen Schuhabdruck
- Eventuell mit Haarspray fixieren
- 2 Glasschalen Gips abmessen, in die Kunststoffschüssel geben und mit einer Glasschale Wasser glattrühren
- Mit dem Löffel achtsam Gips auf den Schuhabdruck geben, glattstreichen und Name mit Holzstab eindrücken
- Nach ca. 30 Minuten ist der Gips soweit getrocknet, dass du den Abdruck herausnehmen kannst
- Vorsichtig mit der Handbürste Sandreste wegputzen
- Vergleiche den erstellten mit den vorhandenen Schuhabdrücken.

Beobachtung/Erklärung:

Spur 1: Schuhabdrücke *Lehrerblatt*

Geräte und Chemikalien:

Baumarkt: Spielsand (20kg = 3€)

Modellgips (1kg = 4€)

Alternativ auch Blumenerde



Durchführung:

Unbedingt darauf achten, dass der Sand trocken und der Gipsbrei nicht zu flüssig ist.

Diese Methode kann ebenso der Spurensicherung von Rad- und Reifenprofilen dienen.

Kriminalisten erkennen so auch „Gangspuren“, Bewegungsauffälligkeiten und Werkzeugspuren.

Beobachtung/Erklärung:

Modellgips besteht aus Calciumsulfat-Halbhydrat. Beim Abrühren reagiert das pulvrige Calciumsulfat-Halbhydrat mit Wasser zu Calciumsulfat-Dihydrat, das allmählich fest wird. Die Reaktion ist exotherm.



Das eingelagerte Wasser nennt man Kristallwasser. Entfernt man das Kristallwasser, erhält man gebrannten Gips ----→ *Modellgips, Reparaturgips, Stuck, Gipsverband, Innenputz*

Das Aushärten von Gips nennt man Abbinden. Durch die Wasseraufnahme bilden sich nadelförmige Kristalle, die ineinander verfilzen.

Gips pellets werden aus dem Gips, der in Rauchgasentschwefelungsanlagen entsteht, hergestellt und in der Baustoffindustrie verwendet.

Gips $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ kommt in der Natur vor (Gipskristalle wie Marienglas und Alabaster), er wird in Steinbrüchen abgebaut.



Spur 2: Fingerabdrücke_Schülerblatt

Auf Papier vom Schreibtisch wurden Fingerabdrücke festgestellt. Du sollst sie jetzt so sichern, dass man sie mit der „Verbrecherkartei“ vergleichen und vielleicht sogar zuordnen kann.

Der Detektivkoffer enthält:

Material:

Papier mit Fingerabdruck, Verbrecherkartei, Föhn, UV-Lampe, Pinsel, Klebefolie, Lupe, Blasebalg, Dunkelbox, Papier für eigenen Fingerabdruck, Karteikarte

Chemikalien:

Graphitpulver C

Silbernitrat-Lösung , 1%;  

Durchführung:

Methode 1:

Die Pulvermethode ist die einfachste und universell einsetzbare Methode, sie ist NICHT chemisch, sondern physikalisch! Überlege, warum!

- Streu Graphitpulver auf den gesicherten Fingerabdruck
- Vorsichtig verteilen (ev. mit dem Pinsel) und überschüssiges Pulver wegblasen
- Betrachte den Fingerabdruck mit der Lupe und vergleiche ihn mit denen aus der Verbrecherkartei
- Schau, ob du den möglichen Täter zuordnen kannst
- Jetzt kannst du auch deinen eigenen Abdruck sichern
- Drücke deinen Finger auf das vorbereitete Papier (ev. vorher an der Stirn reiben oder mit Handcreme eincremen)
- Graphitpulver drüberstreuen
- Vorbereitete Klebefolie andrücken und VORSICHTIG wieder abziehen (seitlich abrollen, nicht antappen!!)
- Klebefolie auf vorbereitete Karteikarte kleben

Methode 2:

- Papier mit dem eigenen Fingerabdruck mit Silbernitratlösung besprühen
- Mit Föhn trocknen und in der Dunkelbox mit der UV-Lampe bestrahlen
- Nach einigen Minuten werden Abdrücke sichtbar

Spur 2: Fingerabdrücke *Lehrerblatt*

Material:



Chemikalien:

Methode 1:

Graphitpulver (Bastelbedarf) oder alternative Pulver: Fe₂O₃, MnO₂

Verbrecherkarteikarten werden im Workshop hergestellt: Fingerabdrücke sammeln, mit Pulver kenntlich machen und mit Buchfolie überziehen.

Methode 2:

Silbernitrat-Lösung 1% : 1g AgNO₃   in 99g Wasser lösen, in dunkler Sprühflasche aufbewahren. UV-Lampe 350nm

Beobachtung:

Fingerabdruck auf	Methode 1	Methode 2
Papier	X	x
Glas	X	
Metall	X	

Erklärung / Erkenntnis:

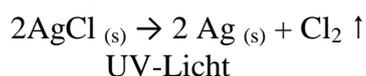
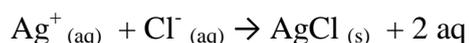
Methode 1:

Das aufgestäubte Pulver haftet infolge von Adhäsionskräften an den durch die Finger übertragenen Substanzen wie Wasser und Fett. Aufgrund von Farbkontrasten werden die Fingerabdrücke sichtbar. Somit eine physikalische Methode.

Methode 2:

Grundlage für die Bestimmung von Fingerabdrücken mit chemischen Methoden ist die Abgabe bestimmter Stoffe über die Haut. So können Aminosäuren mit Ninhydrin und Chloridionen durch Silbernitrat-Lösung nachgewiesen werden. Anschließend werden die Silberionen zu Silber reduziert.

Chloridionen befinden sich an unseren Händen in Form von Schweiß.



Fingerabdrücke → Daktyloskopie, griech. = „Fingerschau“

Die Erkennung von Fingerabdrücken, also die Daktyloskopie beruht auf mehreren Kriterien:

Jeder Fingerabdruck ist einmalig, selbst eineiige Zwillinge haben unterschiedliche.

Jeder Abdruck ist unveränderbar vom embryonalen Stadium bis zum Tod.

Fingerabdrücke sind nach bestimmten Regeln klassifizierbar und in weiterer Folge dann registrierbar: siehe Beilage

Klassifizierung der Fingerabdrücke:



Quelle: Kosmos Koffer

Spur 3: Untersuchung einer Schriftprobe *_Schülerblatt*

Am Tatort wurde vermutlich eine Nachricht vom Täter hinterlassen. Daraus liegt dir eine Originalschriftprobe vor. Untersuche, ob sie mit den sichergestellten Kugelschreibern angefertigt wurde.

Der Detektivkoffer enthält:

Geräte:

verschießbares Glasgefäß mit LM
Kapillaren
Schere
Säckchen mit Verschluss
Permanentstift, Bleistift, Lineal
leerer Papierstreifen

Chemikalien:



Probe 0: Schriftprobe 0 vom Tatort
Probe 1: Kugelschreiber 1 vom Verdächtigen 1
Probe 2: Kugelschreiber 2 vom Tatort
Probe 3: Kugelschreiber 3 vom Verdächtigen 2
Propanon = Aceton,
DC-Folie
Laufmittel: Ethansäureethylester : Propan-2-ol : Wasser
LM = 6: 3: 2

Anleitung:

Mit den Kugelschreibern aus dem Säckchen Schriftproben (1-3) anfertigen, am besten dicke Punkte auf einem leeren Papierstück. Notiere dir auch die Marken der Kugelschreiber.

Übertragung auf die DC-Folie:

Das Lineal auf die DC-Folie anlegen, ca. 1,5 cm vom unteren Rand entfernt.

Alle Schriftproben (0 - 3) mit der Schriftseite zur DC-Folie beim Lineal auflegen.

Auf die Rückseite des Papiers mit der Kapillare so lange Propanon auftupfen, bis ein deutlicher Farbfleck auf der Folie zu sehen ist.

Die Folie gerade in das Gefäß mit dem Laufmittel stellen.

Das Gefäß wieder verschließen und warten bis das Laufmittel ca. 1cm vor dem oberen Rand ist.

Die Folie herausgeben.

Beobachtung / Ergebnis / Erkenntnis:

Spur 3: Untersuchung einer Schriftprobe *Lehrerblatt*

Der Detektivkoffer enthält:

Chemikalien:



Das Laufmittel: Ethansäureethylester : Propan-2-ol : Wasser in die Gläser 1cm hoch einfüllen.

LM = 6: 3: 2

Ethansäureethylester = Essigsäureethylester, $C_4H_8O_2$; CAS Nr.: 141-78-6;

Propan-2-ol = Isopropylalkohol: C_3H_8O ; CAS Nr.: 67-63-0;

Propanon = Aceton: C_3H_6O ; CAS Nr.: 67-64-1;

Dünnschichtchromatographie-Folie: Kieselgel oder Aluminiumoxid ; ALUGRAM[®] SIL G/UV₂₅₄;

Entsorgung:

Laufmittel zu den organische Abfällen, nicht halogeniert

Beobachtung/ Erkenntnis/Erklärung

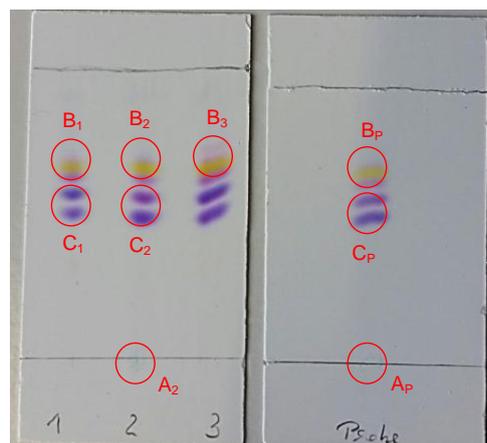


Abb.1: DC-Folien

Foto Marko, Anorgan. Schulversuche 2016

Die schwarze Farbe des Kugelschreibers wird aufgetrennt (lila, blau, rot, gelb).

Der 3. Kugelschreiber ist eindeutig von der Probe zu unterscheiden, er hat nach dem Gelb noch Rosa.

Die Nachricht ist vermutlich mit dem Kugelschreiber 2 geschrieben worden, da sowohl am Auftragungspunkt als auch bei der Auftrennung die beste Übereinstimmung vorliegt.

Bei blauen Kugelschreiberfarben fehlt der gelbe Anteil.

Farbstoffe in Kugelschreibern sind Gemische von organischen oder anorganischen Pigmenten z.B. Azofarbstoffe, aromatische Amine mit Lösungsmittel.

Die stationäre Phase (=DC-Folie) ist polar, daher lagern sich polare Verbindungen des Kugelschreiberfarbstoffgemisches leichter an (adsorbieren), das heißt sie werden nicht so weit transportiert. Wasserstoffbrücken und Dipolwechselwirkungen sind dafür verantwortlich.

Die mobile Phase enthält neben polaren Bestandteilen (Wasser) auch mittelpolare (Propanon und Ethansäureethylester). Diese lösen die Farbstoffe aus dem Kugelschreiber und lassen sie durch Kapillarkräfte an der DC-Folie hochsteigen. Die polaren Farbstoffverbindungen werden weiter nach oben transportiert als die unpolaren.

Bsp.-Verbindung in Blau: Methylviolett $C_{25}H_{30}ClN_3$, CAS.Nr.: 603-47-4; ; ein Triphenylmethanfarbstoff

Die Farbstoffgemische in den Kugelschreibern sind sehr ähnlich.

Spur 4: Geheime Botschaften *_Schülerblatt*

*Am Tatort fand man im Papierkorb leere Papierblätter.
Untersuche, ob darauf eventuell Geheimbotschaften zu finden sind.*

Der Detektivkoffer enthält:

Geräte:

Heizplatte

Chemikalien:

Eisen(III)chlorid-Lösung, 1% in Sprühflasche  
Kaliumhexacyanoferrat(III)-Lösung, 1% in Sprühflasche

Anleitung:

Lege eine Probe auf die Heizplatte und erwärme auf 100°C
Lege zwei Proben auf die Unterlage und besprühe eine mit Eisen(III)chlorid-
und eine mit Kaliumhexacyanoferrat(III)-Lösung.

Beobachtung / Erkenntnis / Erklärung:

Spur 4: Geheime Botschaften *_Lehrerblatt*

Chemikalien:

Zur Vorbereitung der Geheimschrift:

Ammoniumthiocyanat-Lösung 1% = Ammoniumrhodanid, NH_4SCN ; CAS Nr.: 1762-95-4; 

Zur Sichtbarmachung:

Eisen(III)chloridlösung 1% ; FeCl_3 ; CAS Nr.: 7705-08-0 

Kaliumhexacyanoferrat(III), $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ 1%; CAS Nr.: 13746-66-2

Es ist ratsam, den SchülerInnen eine Unterlage beim Besprühen zur Verfügung zu stellen z.B. Packpapier.

Vorbereitung:

Die Lehrperson schreibt mit einer Lösung Ammoniumthiocyanat eine Botschaft auf Papier (Packpapier eignet sich bestens) und lässt sie trocknen. Zum Schreiben eignen sich Wattestäbchen.

Beobachtung/ Erkenntnis/Erklärung:

- Beim Erhitzen auf der Heizplatte passiert nichts. (wenn das Papier mit Zitronensäure behandelt worden wäre, würden diese Stellen zuerst braun werden)
- Stellen, die mit dem Ammoniumthiocyanat beschrieben worden waren, werden beim Besprühen mit der Eisen(III)chlorid-Lösung rot.



Erkenntnis für den Detektiv:

CSI – Abkürzung für?

- die Anfangsbuchstaben eines / der Täter sein
- Crime Scene Investigation (Fernsehserie)
- Christian Solidarity International
- Creative, suspenseful, intelligent
-

Erklärung aus chemischer Sicht:

Eisen(III)-Kation reagiert mit Thiocyanat-Anion und es entsteht ein Eisen(III)thiocyanat-Hydratkomplex.



- Beim Besprühen mit der Kaliumhexacyanoferrat(III)-Lösung ist außer der gelben Eigenfärbung nichts zu erkennen.

Spur 5: Falschgeld_ Schülerblatt

Einige zerschnittene und einige ganze Geldscheine wurden sichergestellt. Teste sie auf Echtheit!

Der Detektivkoffer enthält:

Geräte:

Geldscheinprüfstift
Wattestäbchen
Schwarzlicht-Taschenlampe
Dunkelbox

Chemikalien:

Diverse zerschnittene und ganze Geldscheine
Iod-Lösung für den Stärke-Nachweis

Anleitung:

1. Nimm die bereitgestellten Geldscheine in die Hand. Fühlen sie sich echt an?
2. Prüfe die Geldscheine mit dem Geldscheinprüfstift. Echte Geldscheine enthalten keine Stärke.
Der Stift enthält eine Iod-Lösung, die mit Stärke eine blau-violette Iod-Stärke-Reaktion zeigt.
Du kannst deine Tests auch direkt mit Iod-Lösung durchführen. Tauche dazu ein Wattestäbchen in die Iod-Lösung und streiche damit über die Proben. Auch hier kommt es bei den gefälschten Scheinen zur blau-violetten Färbung!
3. Untersuche die Geldscheine in der Dunkelbox mit Schwarzlicht. Diverse mit fluoreszierenden UV-Farben gestaltete Muster leuchten unter Schwarzlicht in verschiedensten Farben.
4. Echte Euro-Scheine kann man nach dem Prinzip Fühlen-Sehen-Kippen erkennen. Z.B.:
 - Fühlen: Erhabene Oberfläche
 - Sehen: Wasserzeichen, Sicherheitsfaden, unter Schwarzlicht fluoreszierende Fasern im Papier
 - Kippen: Hologramm

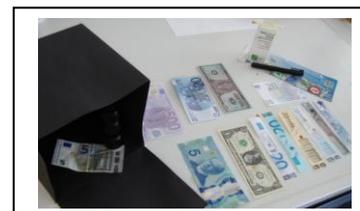
Beobachtung/ Ergebnis/ Erkenntnis:

Spur 5: Falschgeld_ *Lehrerblatt*

Chemikalien: TIPP

Iod-Lösung für den Stärke-Nachweis: frisch verdünnte, kräftig braun gefärbte Betaisodona®-Lösung!

Auf teurere Lugolsche Lösung zum Stärke-Nachweis kann verzichtet



Erklärung:

Iod-Stärke-Reaktion:

Das Polysaccharid Stärke spielt nicht nur in der Lebensmittel-, sondern auch in der Papierindustrie eine große Rolle.

Stärke reagiert mit den Polyiodid-Ionen der Betaisodona®-Lösung unter Bildung eines blau-violetten Iod-Stärke-Komplexes. Der entstehende sog. Charge-Transfer-Komplex kommt durch Einlagerung der Polyiodid-Ionen in die Spiralen der Stärkehelices zustande.

Stärke besteht je nach Herkunft aus unterschiedlichen Anteilen an Amylose und Amylopektin. Die unterschiedlichen Zusammensetzungen der Glucose-Einheiten – in Amylose linear und spiralförmig, in Amylose spiralförmig, aber mit Verzweigungen – führen zu unterschiedlichen Wechselwirkungen mit den Polyiodid-Ionen. Mit Amylose entstehen blaue Komplexe, mit Amylopektin rote. Die Mischfarbe dieser zwei Anteile ergibt den Gesamtfarbeindruck.

Schwarzlicht:

Dieser Teil von UV-A liegt zwischen 345 und 380nm und schließt somit an den Bereich des für Menschen sichtbaren Lichts (380-780nm) an. Mit Schwarzlicht können leicht anregbare Elektronen in besonderen Molekülen, den sog. Fluorophoren, auf ein höheres Energieniveau gebracht werden. Beim Rückfall auf das ursprüngliche Energieniveau wird die frei werdende Energie als Wärme und als Fluoreszenzlicht abgegeben. Fluoreszenz hört nach Ende der Bestrahlung auf.

Es gibt natürliche Fluorophore wie Chlorophyll, Chinin oder Aesculin und künstliche Fluorophore wie Diphenylantracen (DPA), Eosin, Fluorescein, Rhodamin B.



Grafik: <http://www.chids.de/dachs/expvotr/642/LumiDateien/Fluor.htm>

Quellen:

Chemie & Schule 2014, Nr. 4, Helga Voglhuber: „Wie funktioniert ein Geldscheinprüfstift?“; auch online abrufbar unter:

https://www.ph-online.ac.at/ph-ktm/voe_main2.getVollText?pDocumentNr=219201&pCurrPk=4230

http://www.chids.de/dachs/wiss_hausarbeiten/ExperimentelleHA_Konen/V/PDF/V10.pdf; eingesehen am 15.2.2016

<http://kaltes-licht.fsla.at/index2.htm>; eingesehen am 15.2.2016

<http://www.chids.de/dachs/expvotr/642/LumiDateien/Fluor.htm>; eingesehen am 15.2.2016

Zur Information

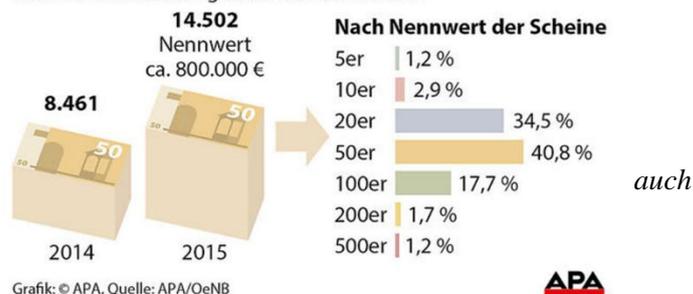
Laut „Die Presse“ vom 22.1.2016 ist die Zahl der gefälschten Euroscheine in Österreich von 2014 auf 2015 um 70% gestiegen.

Baumwoll-Papier ist offensichtlich nicht fälschungssicher!

Fälschungssicherer (und auch haltbarer) ist Plastikgeld. 1988 wurden in Australien die weltweit ersten Banknoten aus Plastik in Umlauf gebracht. Viele Länder folgten. Seit November 2011 werden Kanadas CAD auf Polymerbasis hergestellt – genauer: aus biaxial gerecktem Polypropylen (BOPP).

Euro-Fälschungen in Österreich

Zahl der entdeckten gefälschten Banknoten



Etliche Versuche mit Baumwoll- und Plastik-Geldscheinen sind denkbar. Jedoch beschädigen viele dieser Versuche die Geldscheine...

Echte Geldscheine dürfen nicht überall auf der Welt bekrizelt, zerrissen, angebrannt oder gar vernichtet werden.

Wer noch zumindest 51% eines Euro-Scheines besitzt, kann ihn bei der Bank eintauschen – sofern der Schein nicht mutwillig beschädigt wurde. Wer einen Euro-Geldschein verbrennt, verliert hierzulande nur den Gegenwert, wird aber nicht bestraft – solange es sich nur um kleine Mengen handelt.

In den USA ist es verboten Dollar-Scheine oder Cent-Münzen zu zerstören. Es drohen Geld- und sogar Haftstrafen.

Wer in Thailand absichtlich oder versehentlich auf einen Geldschein tritt, der König Baht zeigt, bekommt wegen Majestätsbeleidigung eine Gefängnisstrafe.

Für die Schule bieten sich die zwei genannten, nicht-invasiven Geldscheinprüfstests an.

Quelle und Idee von:

Chemie & Schule 2014, Nr. 4, Helga Voglhuber: „Wie funktioniert ein Geldscheinprüfstift?“, auch online abrufbar unter: https://www.ph-online.ac.at/ph-ktn/voe_main2.getVollText?pDocumentNr=219201&pCurrPk=4230

Spur 6: Welcher Draht ist das?_ Schülerblatt

Am Tatort wurde ein Metalldraht gefunden. Vermutlich wurde versucht damit die verschlossene Schreibtischlade zu öffnen.

Finde heraus um welches Metall es sich handelt. Es stehen dir verschiedene Metalle und deren Lösungen zum Vergleich zur Verfügung.

Der Detektivkoffer enthält:

Geräte:

Handschuhe
Schmirgelpapier
Voltmeter
Filterpapierstreifen
2 Kabel
4 Schraubgläser 25mL
Permanentstift
Tüpfelschälchen und Tüpfelübersicht

Chemikalien:

Probe: fest und in Lösung
Vergleichsproben: Zink: Zn fest und in Lösung Zn^{+2}
Blei: Pb fest und in Lösung Pb^{+2}
Eisen: Fe fest und in Lösung Fe^{+2}
Nachweisreagenzien:
Natronlauge 3% 
Kaliumiodid-Lösung 1%;
Kaliumhexacyanoferrat(III)_Lösung 1%

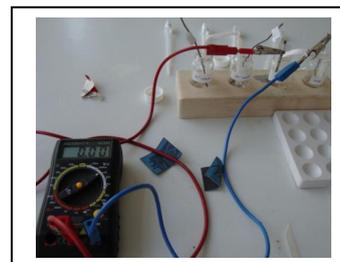
Anleitung:

Trage Handschuhe beim Experimentieren zum Schutz deiner Haut vor den Schwermetallen!
Vergleiche die Probe mit den bereitgestellten Metallen und stelle eine Vermutung auf, um welches Metall es sich handeln könnte.

Nachweismethode 1:

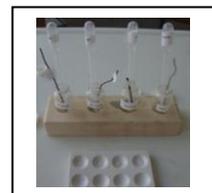
Stelle die jeweiligen geschmirgelten Metallstücke in die Gefäße der entsprechenden Salzlösungen.
Verbinde jeweils zwei Gefäße mit einem angefeuchteten Filterpapierstreifen.
Klemme die Elektroden an das Messgerät, lies die Spannung ab und notiere sie.

Spannung	Zn^{+2}/Pb^{+2}	Pb^{+2}/Fe^{+2}	Fe^{+2}/Zn^{+2}
Spannung	$Zn^{+2}/Probe$	$Pb^{+2}/Probe$	$Fe^{+2}/Probe$



Nachweismethode 2:

Gib jeweils einen Tropfen von der gelösten Probe und den Vergleichslösungen auf die Tüpfelschälchen und tropfe Natronlauge dazu.
Wiederhole das mit den anderen Nachweisreagenzien.

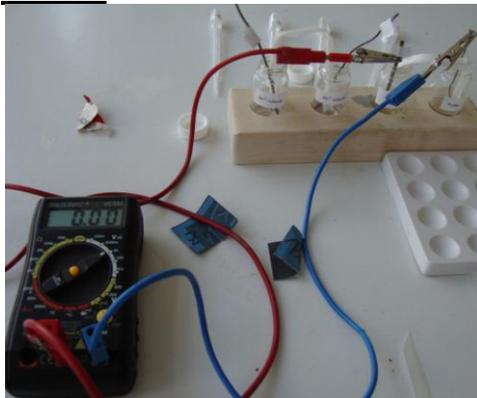


Beobachtung/ Erkenntnis/Erklärung:

Spur 6: Welcher Draht ist das? _Lehrerblatt

Der Detektivkoffer enthält:

Geräte:



Chemikalien:

Probe: fest und in Lösung

Vergleichsproben:

Zink: Zn, ZnSO₄ Lösung 1% 

Blei: Pb, Pb(NO₃)₂ Lösung 1% 

Eisen: Fe, FeSO₄-Lösung 1% 

Nachweisreagenzien:

Natronlauge NaOH 5% 

Kaliumiodid-Lösung KI 1%

Kaliumhexacyanoferrat (III)-Lösung 1% = Rotes Blutlaugensalz; K₃[Fe(CN)₆]

Anmerkung zur Sicherheit:

Statt Blei und Bleinitrat können Silber Ag und Silbernitrat AgNO₃ verwendet werden.

Vermutung: Vermutlich Eisen, sie unterscheiden sich vom Glanz nur minimal (mehr oder weniger silbrig) und sie sind unterschiedlich biegsam, allerdings auch unterschiedlich dick.

Nachweismethode 1

Sollwerte aus der Spannungsreihe: $\Delta E^\circ = E^\circ_{\text{edl}} - E^\circ_{\text{unedl}}$

	Zn/Pb	Pb/Fe	Fe/Zn
Spannung	+0,63V	+0,28V	+0,35V

	Zn/Probe	Pb/Probe	Fe/Probe
Spannung	+0,35V	+0,28V	0V

Daraus ergibt sich, dass die Probe Eisen sein wird.

Allerdings können die Messergebnisse von den Sollwerten abweichen (korrodierte Oberflächen, Reinheit, Widerstände.....) und Unsicherheiten auftreten. Um Sicherheit zu gewinnen kann noch ein nasschemischer Nachweis erfolgen mit der Tüpfelmethode.

Nachweismethode 2:

Probe	Zn ⁺²	Pb ⁺²	Fe ⁺²	Reagenz
grün	weiß	weiß	grün	NaOH
X	X	gelb	X	KI
blau	X	X	blau	K ₃ [Fe(CN) ₆]

Die Probe stimmt bei allen Nachweisen mit dem Eisen überein, daher kann mit Sicherheit gesagt werden, dass der gefundene Metalldraht aus Eisen ist.

Erklärungen zu den Nachweisen der Metallkationen mit der Tüpfelmethode:

Probe	Zn ⁺²	Pb ⁺²	Fe ⁺²	Reagenz
Grün	weiß	weiß	grün	NaOH
	Zn(OH) ₂ ↓ Im Überschuss löslich	Pb(OH) ₂ ↓	Fe(OH) ₂ ↓	

Da sich bei der Probe nach Zugabe von Natronlauge ein grüner Hydroxidniederschlag ist klar, dass es sich bei der Probe um Eisen handelt.

Silberionen bilden mit Natronlauge einen braunen Hydroxidniederschlag.

X	X	gelb	X	KI
		PbI ₂ ↓		
		Der Niederschlag von Bleiiodid ist intensiv gelb, Eisen und Zink reagieren nicht.		

blau	X	X	blau	K₃[Fe(CN)₆]
-------------	----------	----------	-------------	------------------------------------------



Die blaue Farbe wird durch den Charge Transfer Übergang zwischen Fe⁺² und Fe⁺³ verursacht.

Mit rotem Blutlaugensalz K₃[Fe⁺³(CN)₆] bildet sich wieder mit der Probe und den Eisenionen ein intensiv blauer Niederschlag = Turnbulls Blau/ Berliner Blau löslich.

Bei Überschuss von Eisenionen entsteht das unlösliche blaue Pigment (Turnbulls Blau/Berliner Blau): Fe⁺³[Fe⁺²Fe⁺³(CN)₆]₃ / Fe⁺²[Fe⁺²Fe⁺³(CN)₆]₂

Der Draht vom Tatort ist ein Eisendraht.

Spur 7: Blut?_ Schülerblatt

Am Tatort wurden vermutlich Blutspuren gesichert. Stelle fest, ob es sich tatsächlich um Blut handelt.

Der Detektivkoffer enthält:

Geräte:

2 Schraubdeckelgläser
5 Pasteurpipetten
Dunkelbox
Heizplatte mit Gradskala
1 Objektträger mit Deckglas
Mikroskop

Chemikalien:

Probe
Farbstofflösung zum Vergleich
dest. Wasser
Luminol-Lösung 
Wasserstoffperoxid-Lösung 3% 
Teichmannreagenz 

Anleitung:

Nachweis mit Luminol:

Ca. 1 cm² der Probe in 5mL Wasser dest. im Schraubdeckelgefäß lösen.

1mL Lösung in das zweite Schraubdeckelglas geben und fünf Tropfen Luminollösung dazugeben.

Das Gefäß in die Dunkelbox stellen und sofort fünf Tropfen Wasserstoffperoxidlösung (3%) zutropfen.

Um das bei Blut auftretende blaue Licht = Chemolumineszenz sehen zu können, muss die Dunkelbox möglichst geschlossen sein.

Nachweis nach Teichmann:

Objektträger an den Rand der Heizplatte legen, sodass zwei Drittel des Objektträgers auf der Platte sind, und bei ca. 80°C erwärmen. Den Objektträger auf der Heizplatte lassen.

Mit einer Pasteurpipette einen Tropfen der Blutprobe auf den Objektträger bringen. Nach dem Eintrocknen einen weiteren Tropfen aufbringen und wieder trocknen lassen. Den Fleck mit einem Deckglas abdecken.

Nun vorsichtig Teichmannreagenz mit einer Pasteurpipette seitlich zutropfen, sodass die Lösung unter das Deckglas gezogen wird und die Probe vollkommen benetzt.

Sobald eine Bläschenbildung zu erkennen ist den Objektträger von der Heizplatte entfernen und 15 Minuten abkühlen lassen.

Den Objektträger unter dem Mikroskop bei ca. 160-facher Vergrößerung beobachten.

Kannst du Teichmannkristalle finden? Vgl. folierte Abbildung beim Mikroskop

Beobachtung/ Erkenntnis/Erklärung:

Spur 7: Blut?_Lehrerblatt

Der Detektivkoffer enthält:

Geräte:



Chemikalien:

Luminollösung: \diamond 0,1 g Luminol (5-Amino-2,3-Dihydro-1,4-Phthalazindion) und 5 g Natriumcarbonat in 100 mL dest. Wasser
 Wasserstoffperoxid 3% \diamond
 Teichmannreagenz: 0,1g NaCl in 100 mL Ethansäure 100% \diamond

Vorbereitung:

Herstellung der Blutprobe:

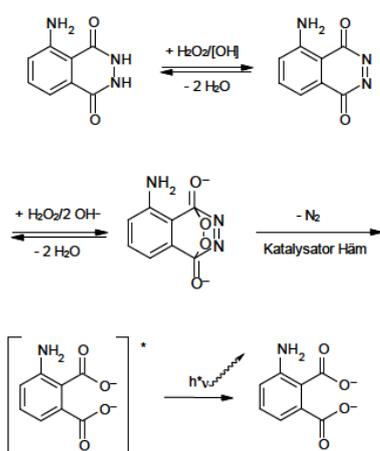
Blut kann man in Schlachthöfen beziehen. Da der Umgang mit frischem Blut für viele unangenehm ist, empfiehlt es sich, dieses im Trockenschrank bei 100°C in Petrischalen aufgeteilt zu trocknen bis es in blättriger Form vorliegt (ca. 2 Stunden).

Das getrocknete Blut ist auf diese Weise gut haltbar und geruchslos.

Beobachtung / Erkenntnis /Erklärung:

Nachweis mit Luminol:

Beim Zutropfen der H₂O₂-Lösung leuchtet es kurz bläulich auf.



Luminol wird unter Einwirkung von Wasserstoffperoxid in alkalischer Lösung zum Diazachinon oxidiert. Im weiteren Verlauf entsteht durch Oxidation ein Peroxid-Anion. Nach Abspaltung eines Stickstoffmoleküls aufgrund der katalysierenden Wirkung des im Blut enthaltenen Hämkomplexes bildet sich das Aminophthalat in einem angeregten Zustand. Durch Abgabe von Lichtenergie wird der energetische Grundzustand wieder erreicht, es tritt eine charakteristische Lumineszenzercheinung auf. Allerdings wird diese Reaktion auch durch andere Verbindungen katalysiert.

Abbildung: Von Häm katalysierte Luminolreaktion

Quelle: http://publikationen.ub.uni-frankfurt.de/files/20412/057_Forensische_Chemie_mit_Chemie_auf_Verbrecherjagd_Exp.pdf
 eingesehen am 20.02.2016

Um Blut eindeutig identifizieren zu können, muss eine weitere Untersuchung gemacht werden:

Nachweis nach Teichmann:

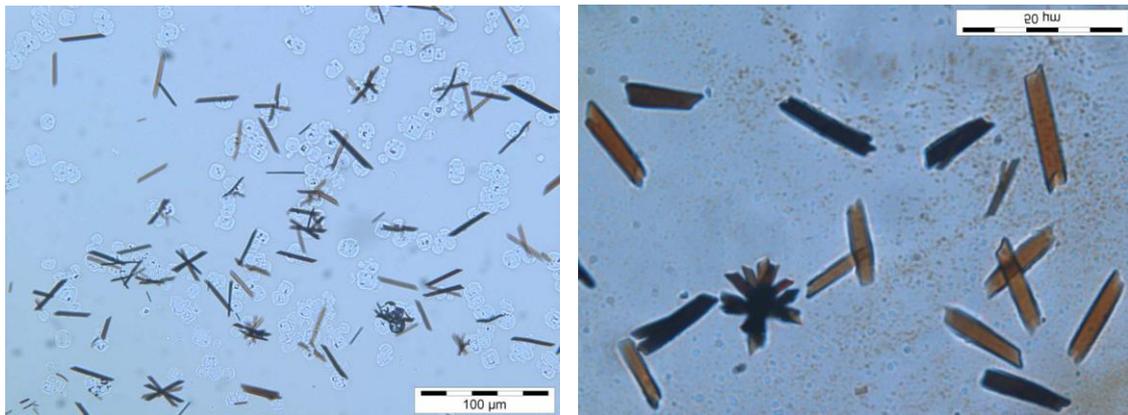


Abbildung: Teichmannkristalle; Jaritz 2014

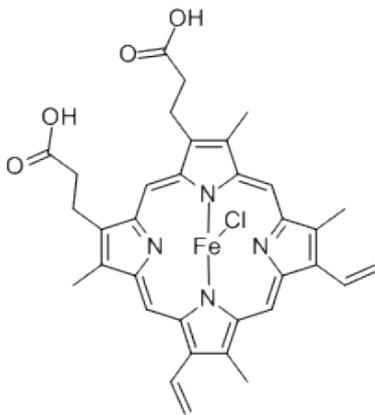


Abbildung: Chlorhämmin

Quelle: http://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_EN_CB2409023.htm, eingesehen am 20.2.1016

Mit dem Teichmannreagenz reagiert Häm zu Chlorhämmin, welches charakteristische Kristalle bildet.

Durch siedende Ethansäure werden die roten Blutkörperchen zum Platzen gebracht. Der Häm-Komplex wird vom Globin getrennt. Das Chlorid im Teichmann-Reagenz bewirkt, dass schwerlösliches Chlorhämmin auskristallisiert. Dieser Nachweis ist spezifisch für Häm und daher für Blut.

Er funktioniert auch bei eingetrocknetem oder altem Blut.

Spur 8: Die weiße Substanz_Schülerblatt

Auf dem Tisch in der Werkstätte wurde ein weißes Pulver gefunden. Nun rätselt man, ob es als Hilfsmittel beim Einbruch diente oder ob lediglich ein Pulvergefäß des Schulwerts umgestoßen wurde.

Der Detektivkoffer enthält:

Geräte und Chemikalien:

Probe und 5 Vergleichssubstanzen (Hirschhornsalz, Backpulver, Mehl, Zucker, Zitronensäure)
Lupe, Wasser, Spatellöffel, Glasstab, pH-Papier, 6 Teelichtschalen leer, Holzklammer zum Halten, Teelicht, Zünder, Reagenzglasgestell mit Reagenzgläsern

Durchführung:

Vergleiche die Eigenschaften der Probe mit den Vergleichssubstanzen. Wie kannst du experimentell diese Eigenschaften überprüfen und feststellen, was die Probe vom Tatort ist?

- Teste mit der Lupe das Aussehen
- Löse nur ganz wenig der jeweiligen Substanz mit Wasser in den beschrifteten Reagenzgläsern
- Teste den pH-Wert der Lösungen. Verwende die nummerierten Kunststoffpipetten und gib je einen Tropfen wässrige Lösung auf ein kleines Stück pH-Papier
- Gib ganz wenig von der Probe und den Vergleichssubstanzen in die beschrifteten Aluschälchen, halte mit der Holzklammer und erhitze über dem Teelicht

Beobachtung:

SUBSTANZ	Aussehen (kristallin / pulvrig)	Löslichkeit in H ₂ O (gut / schlecht)	pH-Wert	Erhitzen
1 Hirschhornsalz				
2 Backpulver				
3 Mehl				
4 Zucker				
5 Zitronensäure				
6 Probe				

Erklärung/ Erkenntnis:

Die Probe habe ich als Substanz identifiziert, weil

Spur 8: Die weiße Substanz ?_ *Lehrerblatt*

Geräte und Chemikalien:

Probe = Hirschhornsalz
 Weitere Proben: Mehl, Zucker, Salz,
 Soda, Gips.....



Anmerkungen zur Durchführung:

Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten und Schwierigkeitsgrade, die Aufgabe zu lösen: Variation der Proben, z.B. 9 etikettierte Substanzen am Leertisch, die Schüler vergleichen Bekanntes und Unbekanntes und identifizieren und orientieren sich so. Eventuell Leitfähigkeitsbestimmung dazu nehmen; ·Selbständiges Erstellen der Tabelle; Kopie der leeren Tabelle ausgeben; Austeilen von „Hilfskärtchen“; Arbeiten in Teams

Beobachtung:

SUBSTANZ	Aussehen (kristallin / pulvrig)	Löslichkeit in H ₂ O (gut / schlecht)	pH-Wert der wässrigen Lösung	Erhitzen
Probe	pulvrig	gut	Alkalisch Ca.9	Zersetzt sich, stechender Geruch
1 Hirschhornsalz	pulvrig	gut	Alkalisch Ca.9	Zersetzt sich allmählich ohne Rückstand, stechender Geruch
2 Backpulver	Fein pulvrig	gut	Alkalisch Ca. 8-9	Gasentwicklung, es bleibt ein heller bzw beiger Rest
3 Mehl	Fein pulvrig, nicht	schlecht	Neutral, ca 7	Zersetzt sich, verfärbt sich schwarzbraun
4 Zucker	kristallin	gut	Neutral, ca 7	Schmilzt, Karamellgeruch
5 Zitronensäure	kristallin	gut	Sauer Ca. 2-3	Schmilzt und zersetzt sich

Erkenntnis:

Bei der Probe handelt es sich Hirschhornsalz

Beispiele für weitere Substanzen

SUBSTANZ	Aussehen (kristallin / pulvrig)	Löslichkeit In H ₂ O Gut/ schlecht	Erhitzen	pH-Wert der wässrigen Lösung
6 Magnesiumoxid	Feinstes Pulver	Nicht so gut	Nichts passiert	basisch
7 Salz	kristallin	gut	Einige Kristalle tanzen	neutral
8 Soda	kristallin	gut	Passiert nicht viel	alkalisch
9 Stärke	Fein pulvrig	schlecht	Wird braun	neutral

Hilfskärtchen für die Substanzen:

Backpulver NaHCO₃

Salz der Kohlensäure und einem Säuerungsmittel, beim Erhitzen wird CO₂ freigesetzt, Backpulver löst sich nur schwer in Wasser, die Lösung ist schwach sauer und leitet den elektrischen Strom

Hirschhornsalz NH₄HCO₃

Backtriebmittel, gut wasserlöslich, die Lösung ist alkalisch, das Salz schmilzt unter Zersetzung, es riecht stechend nach Ammoniak

Kochsalz NaCl

Kristallisiert in kleinen Würfeln, sehr gut wasserlöslich, Lösung ist neutral und gut elektrisch leitend, Salz schmilzt erst bei 800°C, beim Erhitzen springen Kristalle, weil eingeschlossene Wasserreste verdampfen

Zucker C₁₂H₂₂O₁₁

Kristallzucker oder Saccharose, sehr gut wasserlöslich, neutrale Lösung, leitet den elektrischen Strom nicht, schmilzt beim Erhitzen und bildet dann unter Zersetzung Karamell

Zitronensäure C₆H₈O₇* H₂O

Bildet rhombische Kristalle, Säuerungsmittel und Reinigungsmittel, sehr gut wasserlöslich, organische Säure, schwach sauer, elektrisch leitend, beim Erhitzen schmilzt sie unter Zersetzung ab ca. 150 °C

Soda Na₂CO₃ *10H₂O

Soda kristallisiert in eisartigen Variationen und schmilzt bei ca 32°C, gut wasserlöslich, stark alkalisch, gibt man Säure zur Lösung schäumt sie durch Bildung von CO₂ auf, elektrisch leitfähig

Mehl

Stärke, Kohlenhydrate, ev. Mineralstoffe, Vitamine, Ballaststoffe, Mehl zersetzt sich bei trockenem Erhitzen, kaum wasserlöslich

Magnesiumoxid MgO

Magnesia wird beim Klettern verwendet, feines Pulver, daher auch Puder- oder Salbengrundlage, Aufschlammung mit Wasser reagiert alkalisch,

Spur 9: Farblose Flüssigkeiten_ Schülerblatt

Vom Tisch in der Werkstätte ist eine farblose Flüssigkeit sichergestellt worden. Stammt sie aus der Werkstatt oder wurde sie mitgebracht? Es stehen vier Vergleichssubstanzen aus der Werkstatt zur Verfügung.

Der Detektivkoffer enthält:

Geräte und Chemikalien:

Probe und 4 Vergleichssubstanzen (Destilliertes Wasser, Ethanol, Glycerin und Essig)
Wasser, pH-Papier, lange Zünder, Porzellanschale, nummerierte Schnappdeckelgläser,
Leitfähigkeitsmessgerät, nummerierte Kunststoffpipetten, Porzellanschale

Durchführung:

Vergleiche die Eigenschaften der Probe mit den vier Vergleichssubstanzen. Wie kannst du experimentell diese Eigenschaften überprüfen und feststellen, was die Probe vom Tatort ist?

- Gib mit den Pipetten etwas Flüssigkeit von Probe und Vergleichssubstanzen in die Schnappdeckelgläser
- Schließe die Kontakte des Leitfähigkeitsmessgerätes so an, dass du die Leitfähigkeit prüfen kannst und mach das bei allen Flüssigkeiten
- Mit Pipetten auf pH-Papier den pH-Wert prüfen
- Etwas Flüssigkeit in die Porzellanschale geben und mit langen Zündern versuchen anzuzünden

Beobachtung:

SUBSTANZ	Leitfähigkeit (ja / nein)	Löslichkeit, Mischen mit H ₂ O	pH- Wert	Brennbar
Probe				
1 Destilliertes Wasser				
2 Ethanol				
3 Glycerin			-	
4 Essig				

Erkenntnisse:

Spur 9: Farblose Flüssigkeiten_ *Lehrerblatt*

Der Detektivkoffer enthält:

Geräte und Chemikalien:

Probe = Ethanol und 4 Vergleichssubstanzen
(Destilliertes Wasser, Ethanol, Glycerin und Essig)
Wasser, Glasstab, pH- Papier, lange Zünder,
Porzellanschale, nummerierte Schnappdeckelgläser,
Leitfähigkeitsgerät, nummerierte Kunststoffpipetten,
Uhrglas, Porzellanschale



Durchführung:

Es wurde bewusst auf Aussehen und Geruch nicht hingewiesen, da kluge SchülerInnen von selber darauf kommen und dann sehr schnell das richtige Ergebnis erhalten.

Beobachtung:

SUBSTANZ	Aussehen, Geruch	Löslichkeit, Mischen mit H ₂ O	Leitfähigkeit	pH- Wert	Brandprobe
Probe	Krankenhaus, Desinfektion, klar	ja	ja	6	brennbar
1 Destilliertes Wasser	Geruchlos, klar	ja	nein	Neutral 7	-
2 Ethanol	Desinfektion, Geruch, klar	ja	ja	6	brennbar
3 Glycerin	Geruchlos, zähflüssig	ja	ja	Neutral 6-7	-
4 Essig	Geruch, sauer, klare Lsg	ja	ja	Sauer 2-3	-

Erkenntnis:

Die gefundene Flüssigkeit könnte aus der Werkstatt des Schulwarts stammen, zu erkennen am Geruch und an der Brennbarkeit.

Spur 10: Was sind das für Fasern?_ Schülerblatt

Da vom Tatort leider nur verbrannte Fasern sichergestellt werden konnten, müssen ähnliche Proben untersucht werden.

Der Detektivkoffer enthält:

Geräte:

Abzug!!	Reagenzglashalter
Brenner	Glasstab
Reagenzgläser	Pinzette
Reagenzglasständer	Uhrglas

Chemikalien und weitere Materialien:

Diverse Faserproben	Küchenrolle
Tinte	Zündhölzer
pH-Papier	„Reaktions-Tabelle
dest. Wasser	ausgewählter Fasern“
Bleiacetat-Papier	

Anleitung:

1. Saugprobe:

- Untersuche die Saugfähigkeit der gegebenen Faser(stücke)!
- Lege hierfür deine Proben auf eine saugfähige Unterlage (Küchenrolle).
- Teste mit einem Tropfen Tinte:
 - Wird der Tropfen von der Faserprobe aufgesaugt oder nicht?
 - Wird der Tropfen nur von der Probe aufgesaugt, oder durchdringt er sie und färbt die Küchenrolle an?
- Notiere deine Ergebnisse in einer geeigneten Tabelle. Vergleiche sie mit der Reaktions-Tabelle. Welche Proben könnten aus welchem Material bestehen?

2. Schwelprobe (im Abzug durchführen!):

- Untersuche das Schmelzen und/oder die Zersetzung deiner Proben!
- Gib hierfür jeweils ein kleines Stück Probe (2-3 cm lange Faden oder 1x1 cm großes Stück) in ein RG.
- Bevor du deine Probe in die rauschende Brennerflamme hältst, benetze ein etwa 2 cm langes pH-Papier mit Wasser (pH-Papier mit Pinzette durch das Wasser auf einem Uhrglas ziehen) und „klebe“ es an den oberen Rand des RG. Damit kannst du saure, neutrale und alkalische Schweldämpfe identifizieren.
- Ergänze deine Tabelle mit den neuen Erkenntnissen. Gleiche wiederum mit der Reaktions-Tabelle ab!
- Teste jene Proben, die basisch reagiert haben, nochmals in gleicher Weise mit feuchtem Bleiacetatpapier.

Beobachtung/ Ergebnis/ Erkenntnis:

Spur 10: Reaktions-Tabelle ausgewählter Fasern

<i>Faser bzw. Polymer</i>		<i>Saugprobe</i>	<i>Schwelprobe</i>
Naturfasern	Baumwolle	Tintentropfen sickert schnell ins Gewebe ein und verbreitet sich vollständig in diesem; das darunterliegende Papier wird nicht angefärbt	Zersetzt sich; CO ₂ entsteht pH = 6 Geruch: brotartig
	Leinen	Tintentropfen bleibt zuerst auf der Gewebeoberfläche liegen, dringt dann ein und verteilt sich. Das darunterliegende Papier wird angefärbt.	Zersetzt sich; CO ₂ entsteht pH = 5 bis 6 Geruch: karamellartig
	Wolle	Tintentropfen sickert schnell ins Gewebe ein und verbreitet sich vollständig in diesem; das darunterliegende Papier wird nicht angefärbt	Zersetzt sich; NH₃ und H₂S entstehen pH = 9 bis 10 Geruch: nach faulen Eiern
	Seide		Zersetzt sich; NH₃ entsteht pH = 11 Geruch: bonbonartig
Halbsyn- thetische Faser	Viskose (Kunstseide)	Tintentropfen bleibt zuerst auf der Gewebeoberfläche, sickert dann durch das Gewebe hindurch. Das Gewebe wird kaum angefärbt, das darunterliegende Papier wird angefärbt.	Zersetzt sich; CO ₂ entsteht pH = 5 bis 6 Geruch: süß-säuerlich
Synthetische Fasern	Polyester		Schmilzt zuerst, zersetzt sich dann; CO ₂ entsteht pH = 4 bis 5 Geruch: nach heiß gebügelter Wäsche
	Polyacryl		Schmilzt zuerst, zersetzt sich dann; NH₃ und HCN entstehen pH = 10 Geruch: nicht definierbar

Giftige Gase:

NH₃ (Ammoniak): giftiges, farbloses, stechend riechendes Gas

H₂S (Schwefelwasserstoff): sehr giftiges, farbloses, nach faulen Eiern riechendes Gas

HCN (Blausäure): sehr giftige, farblose, nach Bittermandeln riechende Flüssigkeit (Kp = 26 °C)

Ergänzung Bleiacetat-Papier:

Nur bei Wolle, die die schwefelhaltige Aminosäure Cystin enthält, färbt sich das Bleiacetat-Papier dunkel-braun bis schwarz, da Bleisulfid gebildet wird.

Spur 10: Was sind das für Fasern?_ *Lehrerblatt*

Der Detektivkoffer enthält:

Geräte: TIPPS

Abzug: Ist erforderlich aufgrund entstehender schädlicher

Zersetzungsprodukte!

Reagenzgläser: l=10 cm (die Dämpfe gelangen sonst nur unzureichend zum pH- bzw. zum Bleiacetat-Papier)



Chemikalien und weitere Materialien:

pH-Papier: Den SuS können (aus Spargründen...) pH-Streifen in passender Länge bereits zur Verfügung gestellt werden.

Bleiacetat-Papier: Kann gekauft oder selbst hergestellt werden. Benötigt 1%ige Lösung und Filterpapier; Bleiacetat ist allerdings ein

Gift: 

Anleitung: TIPPS

Schwelprobe: Die angefeuchteten pH-Papiere (Bleiacetat-Papiere) sollen am oberen Rand des RG „kleben“. Die RG müssen, um ein Austrocknen der Papiere zu verhindern, erst kurz vor der Durchführung der Schwelprobe einzeln „beklebt“ werden.

Beobachtung/ Ergebnis/ Erkenntnis:

Eine Identifizierung der diversen Polymere ist möglich, da ihre Zusammensetzungen und damit auch ihre Eigenschaften variieren. Beispiele finden Sie in der „Reaktions-Tabelle ausgewählter Fasern“.

Die Saugprobe ist völlig unbedenklich und könnte auch mit noch jüngeren Kindern durchgeführt werden. Die Schwelprobe, auch trockene Destillation genannt, ist anspruchsvoller. Sie erfordert einerseits einen Abzug, andererseits den korrekten Gebrauch eines Brenners. Die Fasern werden durch die Wärmezufuhr im RG thermisch zersetzt. Abbaureaktionen finden statt, bei denen verschiedene Substituenten abgespalten werden. Flüchtige Zersetzungsprodukte entweichen und können mit dem angefeuchteten pH-Papier bzw. dem angefeuchteten Bleiacetat-Papier überprüft werden.

Cellulosefasern (Baumwolle, Leinen, Viskose) enthalten wie auch Polyesterfasern lediglich die Elemente C, H und O. Sie sind sehr leicht entzündlich, brennen schnell und liefern als Verbrennungsprodukte nur Wasserdampf und CO₂. Während sich Cellulosefasern gleich zersetzen, schmilzt das Plastomer (=hitzeverformbarer Kunststoff) Polyester vor der Zersetzung.

Stickstoffatome sind neben C, H und O in den tierischen Proteinfasern (Wolle, Seide) sowie in Polyacrylnitrilpolymeren. Sie erschweren die Verbrennung und sind für die N-hältigen Zersetzungsgase verantwortlich.

Wolle enthält zusätzlich noch das Element Schwefel, da die Aminosäure Cystin an ihrem Aufbau beteiligt ist.

Die Faserproben sollten nur aus einer Polymerart bestehen. Mischfasern können mit den erwähnten Methoden nicht gut unterschieden werden. Zum Teil werden weitere Untersuchungen (siehe geg. Literatur) – hier nicht genannte, da auch für die Unterstufe bzw. für große Schülerzahlen ungeeignet und zu gefährlich – für eine genauere Identifizierung nötig sein.

Quellen und weiterführende Literatur:

Natur- und Chemiefaserstoffe in Unterricht Chemie Nr. 26/1995: Beatrix Pfeiffer, Heinz Schmidkuntz, „Unterscheidung von Faserarten und Bestimmung von Fasern“

<https://www.vci.de/vci/downloads-vci/textilchemie-textheft.pdf>; eingesehen am 27.1.2016

<http://www.chf.de/eduthek/projektarbeit-textilfasern.html>; eingesehen am 27.1.2016

www.chids.de/dachs/expvotr/745Fasern_Hoehle.ppt; eingesehen am 27.1.2016

<https://de.wikipedia.org/wiki/Faser>; eingesehen am 27.1.2016

Ergebnisse der Untersuchungen

Spur 1	Die Schuhabdrücke stammen von Mädchen-, Jungen-, Frauen- und Männerschuhen. Sie können nicht eindeutig zugewiesen werden. Im Zuge der Ermittlungen wurden viele Schuhabdrücke von SchülerInnen und LehrerInnen genommen. Bis jetzt waren aber die vom Täter / den Tätern nicht dabei.
Spur 2	Es gibt eine Vielzahl von Fingerabdrücken. Einer lässt sich dem Schulwart zuordnen, was zu erwarten war, da er am Vortag in der Werkstatt war. Für die anderen müssen noch Zuordnungen getroffen werden, es werden systematisch alle SchülerInnen und LehrerInnen untersucht. Es darf aber von mehreren Tätern ausgegangen werden.
Spur 3	Die Schrift „CSI!“ stammt von einem Kugelschreiber, der auf dem Tisch des Schulwarts gefunden wurde. In Kombination mit Spur 2 (es waren auch Fingerabdrücke auf dem Schriftstück), hofft man den Verfasser/ die Verfasserin der Nachricht ermitteln zu können.
Spur 4	Auf dem zerknüllten Blatt finden sich als Geheimbotschaft ebenfalls die Buchstaben „CSI“, was die Annahme erlaubt, dass sie die Täter diese Nachricht bewusst hinterlassen haben. Es gilt nun die Buchstaben CSI für diesen Fall richtig zu interpretieren.
Spur 5	Alle zerschnittenen Geldscheine sind unecht. Alle Geldscheine vom Boden sind echt. Das echte Geld stammt aus der Lade des Schulwarts, nach seinen Angaben fehlt aber nichts. Vermutlich wurde bewusst falsches und echtes Geld vermengt.
Spur 6	Es handelt sich um Eisendraht. Damit hat der Täter die Lade aufgebrochen. Der Eisendraht ist vom Täter mitgebracht worden, da sich in der Werkstatt kein identer Draht befindet.
Spur 7	Es sind Blutspuren. Der Täter hat sich vermutlich beim Aufbrechen der Lade verletzt. Eine DNA Analyse wird angeordnet.
Spur 8	Die weiße Substanz ist Hirschhornsalz, dieses hat der Schulwart am Vortag zum Anrühren von Farben verwendet. Er dürfte dabei etwas verschüttet haben.
Spur 9	Bei der farblosen Flüssigkeit handelt es sich um Alkohol, dieser ist für Reinigungszwecke z.B. von Pinseln in der Werkstatt. Der Täter hat damit vielleicht versucht seine Wunde zu desinfizieren und dabei etwas ausgeschüttet.
Spur 10	Die Faserrückstände stammen von einer Faser, die gut saugt. Zusammen mit dem wahrgenommenen Geruch liegt die Vermutung nahe, dass Seide verbrannt wurde.

Die Lösung des Falles finden Sie auf: www.rfdz-chemie@uni-graz.at/ News.

Materialien / Kosten / Quelle:

Material	Kosten	Quelle	Anmerkung
Propanon= Aceton CH_3COCH_3 CAS Nr.67-64-1	1L 37,00€	VWR	
Ethansäureethylester Essigsäureethylester $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ CAS Nr: 141-78-6	1L 37,90 €	VWR	
2-Propanol Isopropanol $\text{CH}_3\text{CHOHCH}_3$ CAS Nr: 67-63-0	1L 30,60 €	VWR	
Glaskapillaren:	100 Stück 16,20 €	VWR	
DC-Folie 4x8cm: ALUGRAM® SILG/UV ₂₅₄	50 Stück 32,50 €	Lactan	
Ammoniumthiocyanat Ammoniumrodanid NH_4SCN CAS Nr.: 1762-95-4	100g 13,50€	Lactan	1% = 1g NH_4SCN 99g H_2O dest.
Eisen(III)chlorid FeCl_3 CAS Nr: CAS-Nr. 10025-77-1	1kg 15,00€	Lactan	1% = 1g FeCl_3 99g H_2O
Sprühfläschchen	1St. 0,34€	Packari.com	
Blut	34€	Schlachthof Graz	Pro Abholung, Menge egal
Glasgefäße mit Schraubdeckel, 25mL	100St. 22,52€	Fisher Scientific	500St. Mindestmenge Szintillations-Vial
Lunimol 5Amino 2,3 Dihydroxy 1,4 Phthalazindion	10g 65,90€	Lactan	Lösung: 0,1g Luminol mit 5 g Na_2CO_3 in 100mL H_2O

WO6_CSI Chemie

$C_8H_6N_3NaO_2 \cdot \frac{1}{2} H_2O$ CAS 206658-90-4				
Natriumcarbonat Soda Na_2CO_3 CAS CAS-Nr. 497-19-8	1kg	13,40€	Lactan	
Wasserstoffperoxid 30% H_2O_2 CAS 7722-84-1	1L	16,10€	Lactan	3% Lösung aus 30% herstellen: 27mL H_2O dest. 3mL H_2O_2 30%
Ethansäure 100% Essigsäure Eisessig CH_3COOH CAS CAS-Nr. 64-19-7	1L	19,30€	Lactan	Teichmannreagenz: 0,1g NaCl in 100mL Ethansäure lösen. (löst sich schwer, lange rühren, ev. etwas Wasser dazugeben)
Natriumchlorid Salz NaCl CAS CAS-Nr. 7647-14-5	500g	9,60€	Lactan	
Objekträger Deckgläser	50 Stück	7,50€	Conrad	
Mikroskop	1 Stück	150€	Conrad	
Schwarzlichtlampe 395nm	1 Stück	8,66€	Lighting EVER21LED	
Geldscheinprüfstift	10 Stück	11,90€	Securina24	
Falschgeld	100 Stück	14,95€	Cashbricks.eu	
Bleiacetatpapier, Heft	1 Stück (mind. 5 St.!)	5,40€	Lactan	

Häufig verwendete Bezugsquellen :

Name	Adresse	Bezug von...
Lactan	www.lactan.at	Chemikalien Geräte
VWR	www.at.vwr.at	Chemikalien Geräte
Bundesbeschaffungssamt	www.bbg.gv.at	Geräte, Chemikalien Ausstattung
Der Hedinger	www.der-hedinger.de	Chemikalien
Semadeni	www.semadeni.at	Kunststoffartikel Bechergläser..
Linde	www.linde-gas.at	Gase
Flaga	www.flaga.at	Gase, Brenner
Messer	www.messer.at	Gase
Verband der Chemielehrerer Shop	www.vcoe.or.at	Mikorbrenner, div.Sets
Holzeis	www.holzeis.com	Lebensmittelsets z.B Bierbrauen
Spinnrad	www.spinnrad.com	Kosmetiksets
Naturwissenschaftlicher Lehrmittel Vertriebs GmbH	www.nlv.at	Ausstattung für Experimente und Labors
Lehrmittel- und Didaktiksysteme GmbH	http://www.ld-didactic.de	Ausstattung für Experimente und Labors
Phywe	www.phywe.de	Laborgeräte