

Name:	Datum:
-------	--------

Blutspuren

Versuch 1: Nachweis von Blutflecken mit Wasserstoffperoxidlösung

! Achtung ! Vorsicht beim Umgang mit Chemikalien! Handschuhe und Schutzbrille tragen!

Frage: Welcher Fleck ist ein Blutfleck?

1. Untersuchung durch genaues Betrachten

Materialien: Rundfilterpapier mit unbekanntem Flecken

Durchführung:

Schau dir die Flecken auf dem Filterpapier genau an. Bei welchen Flecken könnte es sich um Blut handeln? Begründe deine Vermutung!

Fleck Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Blut ja/nein									

Begründung: _____

2. Vergleichsprobe

Um Blut nachzuweisen, musst du wissen, was passiert, wenn du die 3%ige Wasserstoffperoxid (H_2O_2)-Lösung auf den Blutfleck tropfst.

Materialien: eckiges Filterpapier mit frischen Blutflecken, Schutzbrille, Einmal-Handschuhe, Tropffläschchen mit Nachweislösung: 3% ige Wasserstoffperoxid-Lösung

Durchführung:

Auf einem Filterpapier befindet sich ein Fleck Blut. Gib einen Tropfen der 3%igen Wasserstoffperoxid (H_2O_2)-Lösung auf den Fleck.

Was kannst du beobachten?

3. Untersuchung der unbekannt Flecken

Nun kannst du die unbekannt Flecken prüfen, um herauszufinden, ob es sich um Blutflecken handelt.

Materialien: Rundfilterpapier mit Blutflecken, Untersuchungsmaterial (z.B. Filterpapier mit unbekannt Flecken), Schutzbrille, Einmal-Handschuhe, Tropffläschchen mit Nachweislösung: 3% ige Wasserstoffperoxidlösung

Durchführung:

Gib einen Tropfen der 3%igen Wasserstoffperoxid (H₂O₂)-Lösung auf die einzelnen Flecken.

Was kannst du beobachten?

Bei welchem der Flecken handelt es sich um Blut?

Fleck Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Blut ja/nein									

Waren deine Vermutungen richtig?

Name:

Datum:

Versuch 2: Nachweis von Blut mit Luminol

Achtung ! Vorsicht beim Umgang mit Chemikalien! Handschuhe und Schutzbrille tragen!

Frage: Auf welchem Stoff sind Blutflecken?

1. Untersuchung durch genaues Betrachten

Materialien: Stoffproben mit unbekanntem Flecken

Durchführung:

Schau dir die Stoffproben genau an. Bei welchen der unbekanntem Flecken könnte es sich um Blut handeln? Begründe deine Vermutung!

Stoff, Nummer:			
Blut ja/nein			
Begründung			

2. Vergleichsprobe:

Um Blut nachzuweisen, musst du wissen, was passiert, wenn du die Luminol-Lösung auf einen Blutfleck tropfst.

Materialien: Filterpapier mit Blutflecken, Schutzbrille, Einmal-Handschuhe, Tropffläschchen mit Nachweislösung: Luminol-Reagenz, Schuhkarton mit Loch zum Abdunkeln

Durchführung:

Auf einem Filterpapier befindet sich Blut. Lege es in den Schuhkarton ins Dunkle und gib einen Tropfen der Luminol-Lösung auf den Fleck.

Was kannst du beobachten?

3. Untersuchung der unbekanntem Flecken

Nun kannst du unbekanntem Flecken prüfen, um herauszufinden, ob es sich um Blutflecken handelt.

Materialien: Untersuchungsmaterial (z.B. Stoff mit unbekanntem Flecken), Schutzbrille, Einmal-Handschuhe, Tropffläschchen mit Nachweislösung: Luminol-Reagenz, Schuhkarton mit Loch zum Abdunkeln

Durchführung:

Lege den Stoff mit den unbekanntem Flecken in den Schuhkarton ins Dunkle. Gib einen Tropfen der Luminol-Lösung auf die einzelnen Flecken.

Was kannst du beobachten?

Stoff, Nummer			
Beobachtung			

Antwort: Bei den Flecken auf Stoff Nummer _____ handelt es sich um Blut, weil

Tipps zur Unterrichtsgestaltung

Als Einstieg könnte ein Kriminalfall konstruiert werden, der darauf schließen lässt, dass sich ein Täter beispielsweise bei einem Einbruch verletzt hat. Ein oder mehrere Verdächtige werden mit unbekanntem Flecken auf der Kleidung aufgegriffen. Präparierte Kleidungsstücke werden den Schülern präsentiert. Daraus ergibt sich die Frage: Handelt es sich bei den Flecken um Blut? Könnte dadurch ein Verdacht bestätigt werden? Daran anschließend äußern die Schüler ihre Vermutungen und begründen ihre Annahmen.

Bei beiden Versuchen sollen die Schüler zunächst versuchen, die unbekanntem Flecken nur vom Augenschein her zu beurteilen. Danach sollen sie die Nachweisreaktionen kennen lernen, um anschließend die unbekanntem Flecken damit zu untersuchen. Mit ihren Beobachtungen können sie ihre ursprüngliche Einschätzung überprüfen. In vielen Fällen erleben die Schüler, dass sie mit ihrer optischen Einschätzung nicht recht hatten, was einen besonderen Aha-Effekt auslöst.

Bevor die Schüler vorhandene Flecken auf Blut untersuchen, sollten sie erfahren, wie mit den Lösungen Luminol und Wasserstoffperoxid Blut nachgewiesen werden können. Um zu verstehen, was eine Nachweisreaktion ist, muss zunächst mit der bekannten Substanz (hier Blut) gezeigt werden, wie der Nachweis abläuft und bei welchen Substanzen er positiv reagiert. Erst dann können unbekanntem Proben untersucht werden. Dieser Ansatz ist in der Versuchsvorschrift berücksichtigt.

Bei der Präparierung der Flecken ist darauf zu achten, dass die Blutflecken, die mit Wasserstoffperoxid identifiziert werden, nicht älter als 24 Stunden sein dürfen und deshalb erst kurz vor der Durchführung vorbereitet werden können. Das Leuchten der Luminolreaktion ist nur für einige Sekunden sichtbar. Deshalb ist es wichtig, dass die Schüler sofort hinschauen. Die Zugabe eines weiteren Tropfens kann das Leuchten allerdings erneut hervor rufen. Günstig ist, den Raum wenn möglich zu verdunkeln oder zumindest das Licht auszuschalten. Die Versuchsanordnung zum Luminolnachweis könnte den Schülern Schwierigkeiten bereiten. Ein vorbereiteter Aufbau auf dem Lehrertisch kann zur Anschauung dienen.

Um Zeit zu sparen, können die Versuche in arbeitsteiliger Gruppenarbeit durchgeführt werden. In der Ergebnispräsentation können sich die Gruppen ihr Vorgehen gegenseitig vorstellen und dann gemeinsam beschließen, welches Verfahren sie für die Überprüfung des Kleidungsstückes des Verdächtigen wählen möchten.

Zum Abschluss wird dann im Gespräch der Frage nachgegangen, welches der beiden Verfahren am effektivsten eingesetzt werden kann. In der Regel wird die Luminolreaktion genannt werden, da sie auch alte und auf ausgewaschenen Kleidungsstücken winzige, für das bloße Auge nicht mehr sichtbare Spuren nachweisen kann. Erfahrungsgemäß ist dieses Vorgehen der Kriminalisten einigen Schülern aus Kriminalserien im Fernsehen bekannt.

Um frische oder alte Blutflecken zu unterscheiden, kann bei positivem Luminolnachweis auch der Nachweis mit Wasserstoffperoxid, der nur bei frischen Flecken funktioniert, angeschlossen werden.

Lehrerinformation: Blutspuren

Was können uns Blutspuren alles verraten?

Anhand der Größe und Form kann erkannt werden, aus welcher Richtung das Blut kam und aus welcher Entfernung es z.B. auf den Boden getropft ist. Die Kriminalisten können so Standort und Bewegung des Opfers aber auch des Täters bei der Tat feststellen.

Blutspuren sind also sehr wichtig, denn sie geben Auskunft, was sich am Tatort abgespielt hat. Durch Analyse der Inhaltsstoffe können im Labor verschiedene Aussagen über den Täter und die Todesursache gemacht werden. So können Fremdstoffe festgestellt werden, wie Betäubungsmittel, Medikamente, Gifte, Umweltchemikalien usw., aber es kann auch über den genetischen Fingerabdruck der richtige Verdächtige ermittelt werden.

Viele Täter sind sich der Aussagekraft des Blutes am Tatort durchaus bewusst und waschen die Blutspritzer mit viel Seifenwasser fort, bis nichts mehr zu sehen ist. Doch selbst scharfe Reinigungsmittel vernichten nicht an allen Stellen die Blutspuren. So sind auch noch winzige Reste Blut in Dielenritzen, auf Tapeten oder Teppichen, Autositzen oder Kleidungsstücken durch chemische Reaktionen nachzuweisen.

Was ist ein chemischer Nachweis?

Nur in wenigen Fällen können wir chemische Substanzen allein durch unsere Sinne sicher auseinander halten. Durch die Tatsache, dass im Labor weder gegessen noch getrunken und nur sehr eingeschränkt an Chemikalien gerochen werden darf, sind wir, was unsere Sinne anbelangt, nur auf das Sehen angewiesen. Über spezifische Reaktionen bzw. analytische Methoden stehen ChemikerInnen weitere Mittel zur Verfügung, um die Sinne zu erweitern und die Unterscheidung und Identifizierung von Substanzen zu ermöglichen.

Nehmen wir als einfaches Beispiel die Unterscheidung von Puderzucker und Speisestärke. Optisch sind beide nicht zu unterscheiden, probieren dürfen wir sie im Labor nicht. Aus Erfahrung wissen wir aber, dass Zucker sich in Wasser löst, die Speisestärke aber nicht. Ein einfacher Versuch, beide zu unterscheiden, wäre demnach, sie in Wasser zu geben und zu beobachten, welche der beiden pulvrigen Substanzen sich löst.

Auf den Nachweis von Blut übertragen bedeutet dies, dass zunächst untersucht werden muss, wie das Reagenz mit dem Blut reagiert und sicher gestellt sein muss, dass nicht auch andere Substanzen genauso reagieren. Erst dann können unbekannte Proben mit dem Nachweisreagenz auf Blut getestet werden.

Nachweis durch Luminol und Wasserstoffperoxid

Zum Nachweis von Blut (fleckten) wird die Tatsache genutzt, dass ein im Blut enthaltenes Enzym (Hämokatalase) aus Wasserstoffperoxid (H_2O_2) Sauerstoff (O_2) freisetzt.

Beim Nachweis mit Wasserstoffperoxid ist der entstehende Sauerstoff direkt an der Schaumbildung auf dem Blutfleck zu erkennen. Die Schaumbildung zeigt dabei die Gasentwicklung an.

Den Schülern ist die Bildung von Bläschen oder Schaum bei Mineralwasser bzw. Bier bekannt. Im Gespräch über die Beobachtungen beim Nachweis mit Wasserstoffperoxid bringen sie die Schaum- bzw. Bläschenbildung mit der

Entwicklung von Gas in Verbindung. Bei den Getränken handelt es sich allerdings Kohlenstoffdioxid, nicht wie im Versuch um Sauerstoff.

Das Luminol-Reagenz enthält ebenfalls Wasserstoffperoxid, allerdings nur in geringen Mengen. Der Luminol-Nachweis nutzt den daraus entstehenden Sauerstoff und die sauerstoffübertragende Funktion des roten Blutfarbstoffs (Hämoglobin) für eine chemische Leuchtreaktion (*Chemilumineszenz*). Dazu werden einige Tropfen Luminol-Reagenz auf einen Blutfleck gegeben. Bei polizeilichen Untersuchungen wird der auf Blutspuren zu untersuchende, abgedunkelte Raum mit einer Lösung von Luminol und Wasserstoffperoxid besprüht. Ein bläuliches Leuchten zeigt Blutspuren an.

Die Luminol-Reaktion ist deutlich empfindlicher als der Nachweis mit Wasserstoffperoxid, da bereits sehr geringe Mengen an Sauerstoff die Chemilumineszenz bewirken. Da die Hämkatalase außerdem ein sehr stabiles Enzym ist, ist die Luminolreaktion auch für verwitterte (alte, eingetrocknete, denaturierte) Blutspuren und sogar kalt ausgewaschene Blutflecken geeignet. Oft leuchten ältere Blutspuren sogar intensiver als frische.

Als Vergleichssubstanzen kann man z.B. folgendes verwenden: Rote oder rotbraune Säfte, rote Lebensmittelfarbstoffe, Rotwein, Ketchup.

Wir haben verwendet: Kaffee, Pflaumensaft, KSN + FeCl_3 (roter Eisenrhodanid-Komplex), Rote Beete Saft, Ketchup, Schlehenwein, Sojasauce.

Spezialwissen zum Nachweis von Blut mit Luminol

Reaktion:

Eine schwach alkalische Lösung von Luminol (3-Aminophthalsäurehydrazid), die Wasserstoffperoxid (H_2O_2) enthält, gibt bei Zugabe von Blut eine bläuliche Chemilumineszenz, d.h. sie leuchtet im Dunklen bläulich.

Beobachtung:

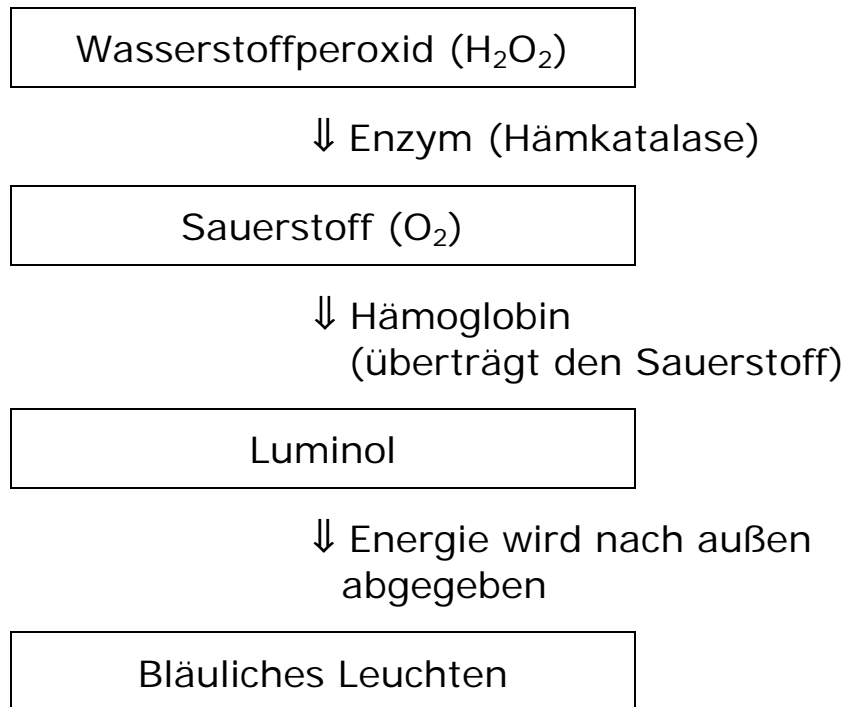
Tropft man das Gebrauchsreagenz auf eine Blutspur, ergibt sich ein spezifisches „Leuchtbild“: schnelles Ansteigen der Helligkeit, hohes Intensitätsmaximum und schnelle Abnahme.

Falsch positive Reaktion (d.h. es reagieren ähnlich): Chlorophyll (grüner Blattfarbstoff), starke anorganische Katalysatoren und Oxidationsmittel, die z.B. in Reinigungsmittel enthalten sind.

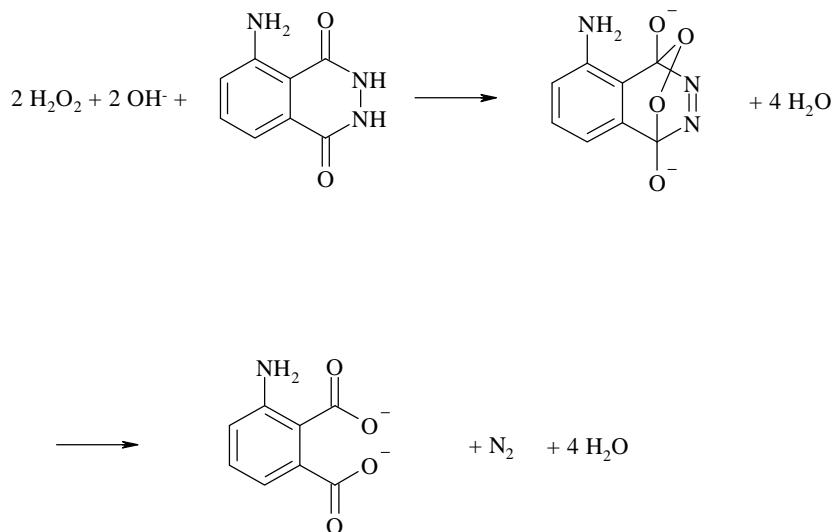
Erklärung:

Es handelt sich um eine Reaktion des Enzyms Hämkatalase (auch: Peroxidase). Der Sauerstoff (O_2) wird mit Hilfe des Enzyms aus dem zugesetzten Wasserstoffperoxid (H_2O_2) gebildet. Der rote Blutfarbstoff Hämoglobin kann diesen Sauerstoff auf geeignete Substrate übertragen, diese also oxidieren. Übertragen wird der Sauerstoff hier auf das Luminol (farblos), das zu einem bläulich leuchtenden (*lumineszierenden*) Produkt reagiert. Beim Leuchten gibt das Produkt seine überschüssige Energie an die Umgebung ab (Chemilumineszenz).

Das folgende Schema faßt das Reaktionsgeschehen zusammen:



Brutto-Reaktionsgleichung für die Reaktion von Luminol mit Wasserstoffperoxid:



Materialliste für die Untersuchung von Blutspuren

Blutnachweis mit Wasserstoffperoxid:

Filterpapier (mit frischen Blutflecken)

Untersuchungsmaterial (z.B. Rundfilterpapier mit unbekanntem Flecken)

Schutzbrille

Einmal-Handschuhe

Tropffläschchen mit Nachweislösung: 3% Wasserstoffperoxidlösung

Blutnachweis mit Luminol:

Stoffproben (mit Blutflecken)

Untersuchungsmaterial (z.B. Stoff mit unbekanntem Flecken)

Schutzbrille

Einmal-Handschuhe

Tropffläschchen mit Nachweislösung: Luminol-Reagenz

Schuhkarton mit Loch zum Abdunkeln

Luminol-Reagenz:

Lösung I: 8 g Natriumhydroxid in 500 ml demineralisiertem Wasser lösen

Lösung II: 10 ml einer 30%igen Wasserstoffperoxid-Lösung in 490 ml demineralisiertem Wasser lösen

Lösung III: 0,354 g Luminol in 62,5 ml Natriumhydroxid-Lösung (Lösung I) lösen und mit demineralisiertem Wasser auf 500 ml auffüllen

Die Lösungen I, II und III sind Monate haltbar.

Gebrauchsreagenz: Je 10 ml der Lösungen I, II und III mischen und 70 ml Wasser hinzu geben. Dieses Reagenz ist frisch zu verwenden.

Tipp: Funktioniert die Reaktion nicht, einfach wenige Tropfen 3%ige Wasserstoffperoxid-Lösung zum Luminol-Reagenz dazu geben! In der Regel ist das Problem damit behoben.