

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

Blutspuren

Versuch 1: Nachweis von Blutflecken mit Wasserstoffperoxidlösung

Frage: Welcher Fleck ist ein Blutfleck?

Materialien

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

Durchführung

Untersuchung durch genaues Betrachten

- Schau dir die Flecken auf dem Filterpapier genau an. Bei welchen Flecken könnte es sich um Blut handeln?

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

Begründe deine Vermutung:

Vergleichsprobe:

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

- 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?

A. Untersuchung der unbekanntem Flecken

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

1. Gib einen Tropfen der 3 %igen Wasserstoffperoxid (H_2O_2)-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

Frage: Welcher Fleck ist ein Blutfleck?

Materialien

Stoffproben mit unbekanntem Flecken, Filterpapier mit Blutflecken, Schutzbrille, Einmal-Handschuhe, Tropffläschchen mit Nachweislösung: Luminol-Reagenz, Karton mit Loch zum Abdunkeln

Durchführung

Untersuchung durch genaues Betrachten

1. 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			

Vergleichsprobe:

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

1. Auf einem Filterpapier befindet sich Blut. Gib einen Tropfen der Luminol-Lösung auf den Blutfleck und decke das Filterpapier sofort mit dem Karton ab. Betrachte den Fleck durch die Öffnung. (Wenn nötig, schirme das Loch mit deinen Händen ab.)

Was kannst du beobachten?

A. Untersuchung der unbekanntem Flecken

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

1. Gib einen Tropfen der Luminol-Lösung auf den Flecken einer Stoffprobe und decke das Filterpapier sofort mit dem Karton ab. Betrachte den Fleck durch die Öffnung. (Wenn nötig, schirme das Loch mit deinen Händen ab.)

Was kannst du beobachten? Trage deine Beobachtungen in die Tabelle ein!

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 2 Tage sein dürfen und deshalb erst kurz vor der Durchführung vorbereitet werden können. Bei der Vorbereitung ist darauf zu achten, dass bei der Herstellung der Flecken Schutzbrille und Handschuhe getragen werden. dass die Kinder lediglich mit trockenen Papier- und Stoffproben arbeiten und das flüssige Blut nicht in die Hände der Kinder gelangt.

Das Leuchten der Luminolreaktion ist nur für einige Sekunden sichtbar. Deshalb ist es notwendig, dass die Schüler sofort hinschauen. Die Zugabe eines weiteren Tropfens kann das Leuchten allerdings erneut hervorrufen. 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.

Bei der Durchführung der Versuche müssen Schutzbrillen und Handschuhe getragen 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 sichergestellt 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(flecken) 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 Hämokatalase 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:

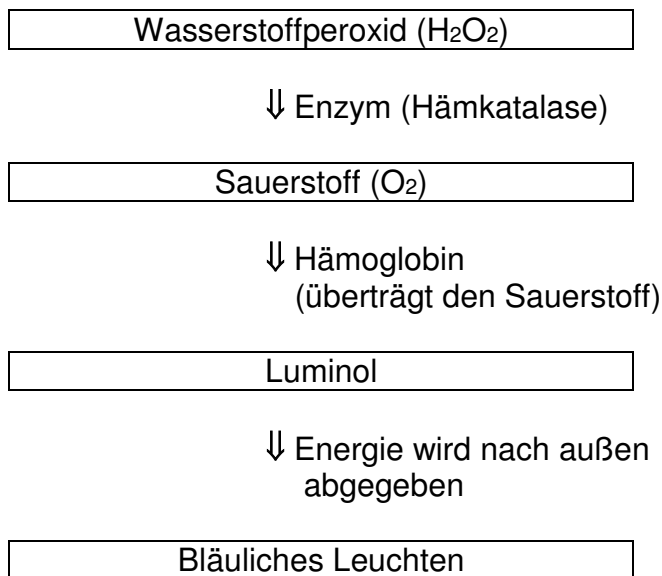
Tropft man das Gebrauchsreagenz auf eine Blutspur, ergibt sich ein spezifisches „Leuchtbild“: schnelles Ansteigen der Helligkeit, hohes Intensitätsmaximum und schnelle Abnahme.

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 Hämokatalase (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:

