

MAGISCHE FARBEN – Wie funktionieren Farbwechselstifte?

Forschungsarbeit von: Silas Pollok, Cornelius Neuß, Alexander Fallert
Christliches Gymnasium Jena
Forscherclub des Schülerforschungszentrums Jena

Inhalt

Einleitung.....	2
Farbstoffe	2
Papierchromatographie	2
Praktischer Teil	3
Versuch 1: pH-Wert	3
Versuch 2: Säure-Base-Versuch.....	4
Versuch 3: Papierchromatographie von Farbwechselstiften	5
Versuch 4: Fleckentferner.....	7
Versuch 5: Kaltentfärber.....	9
Versuch 6: Chromatographie mit Kaltentfärber	10
Besuch bei der Chemiedidaktik Jena	12
Zusammenfassung:.....	15

Kurzfassung

In unserer Forschungsarbeit haben wir untersucht, wie Farbwechselstifte funktionieren. Dazu haben wir getestet, ob verschiedene Stoffe auch einen Farbwechsel der Stifte hervorrufen. Außerdem haben wir mit Hilfe der Papierchromatographie untersucht, wie der Farbwechsel überhaupt funktioniert. Beim Besuch der Chemiedidaktik der FSU Jena haben wir Spektren der Farbstoffe in den Stiften aufgenommen.

Einleitung

Farbwechselstifte sind Fasermarker, die in Verbindung mit einem weiteren Stift, dem sogenannten Weißstift, die Farbe ändern. Diese Erscheinung interessierte uns sehr und daher haben wir uns entschlossen, im Rahmen des Forscherclubs des Schülerforschungszentrums Jena herauszufinden, wie diese Stifte funktionieren. Gleichzeitig war unsere erste Vermutung geboren: „Der Wechsel der Farben hat etwas mit dem pH-Wert zu tun.“ Die zweite folgte sogleich, nämlich dass der Weißstift den pH-Wert ändert und somit einige Farben verschwinden lässt. Auch kann es sein, dass der Weißstift nur einen Teil der Farbe verschwinden lässt und der „Rest“ als neue Farbe erscheint. Weiterhin wäre es ja möglich, dass der Weißstift die Struktur der ursprünglichen Farbe ändert und somit eine andere Farbe entsteht.

Wir wollten herausfinden, was in dem Weißstift von Herlitz-Magic-Marker enthalten ist. Dafür haben wir zum Beispiel verschiedene Fleckentferner benutzt um zu schauen, ob in den Fleckentfernern das Gleiche enthalten ist wie im Weißstift.

Farbstoffe

Immer wieder tauchte in diesem Zusammenhang das Wort „Farbstoff“ auf. Doch was sind Farbstoffe? Farbstoffe sind Farbmittel, also farbgebende Substanzen. Im Gegensatz zu Pigmenten sind sie im Anwendungsmedium (wie zum Beispiel Wasser) löslich.

Farbstoffe werden vorwiegend zum Färben von Textilien, Papier und Leder verwendet, während bei der Einfärbung von Malerfarben, Kunststoffen und Lacken die Benutzung von Pigmenten überwiegt. Darüber hinaus gibt es funktionelle Farbstoffe für spezielle Einsatzbereiche wie Biomarker, Flüssigkristallanzeigen, CDs und DVDs.

Im Lebensmittel- und Pharmabereich wird der Begriff Farbstoff im Sinne von Farbmittel gebraucht, umfasst also auch Pigmente.

Papierchromatographie

Eine wichtige Methode ist die sogenannte Papierchromatographie (griechisch, chroma: Farbe und -grafie: schreiben). Dies ist ein chromatographisches Trennverfahren für kleine Substanzmengen, bei dem ein feines Filtrierpapier die stationäre (ruhende) Phase und ein Lösungsmittel die mobile (bewegliche) Phase darstellt.

Die Papierchromatographie eignet sich sehr gut als Schüler-Experiment, da ohne Gefahr mit einfachen Mitteln ein wichtiges Analyseverfahren selbst durchgeführt werden kann. So kann z. B. die Farbstoff-Zusammensetzung verschiedener Filzstift-Tinten untersucht werden. Als



Lösungsmittel wird Wasser verwendet.

Die Papierchromatographie haben wir in unseren Stunden schon mehrmals angewandt und fanden dieses Verfahren sehr interessant.

Quelle: www.wikipedia.de

Praktischer Teil

Versuch 1: pH-Wert

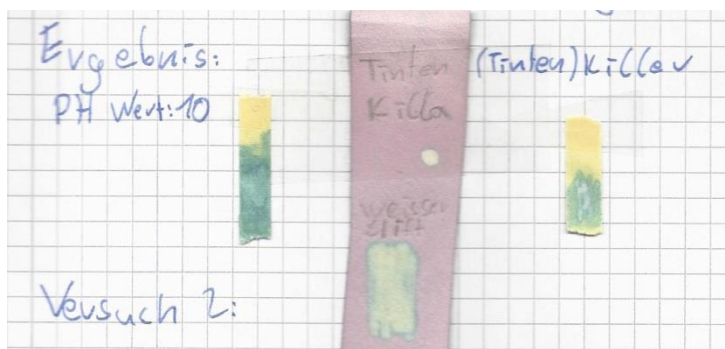
Frage: Hat der Farbwechsel etwas mit dem pH-Wert zu tun oder ändert der weiße Stift den pH-Wert?

Vermutung: Farbwechselstifte könnten über den pH-Wert funktionieren. Der Farbwechselstift (weiß) besteht entweder aus Säure oder Base

Material: Herlitz Magic Marker, Filterpapier, Rotkohlsaft, pH-Papier, Tintenkiller

Durchführung: -Filterpapier mit Rotkohlsaft tränken und trocknen lassen
-Farbwechselstift auf Rotkohlpapier und pH-Papier auftragen

Beobachtung: Sowohl beim Rotkohlpapier als auch beim pH-Papier ändert sich die Farbe.
Der pH-Wert beträgt 10.



Feststellung: Der Weißstift ist basisch ebenso wie der getestete Tintenkiller

Versuch 2: Säure-Base-Versuch

Frage: Ändern sich die Farben durch Änderung des pH-Wertes?

Vermutung: siehe oben

Material: Herlitz Magic Marker, Essigsäure, Sodalösung, Filterpapier

Durchführung: Auf ein Stück Filterpapier haben wir mit jedem Stift jeweils untereinander drei Punkte gemalt. Einer diente als Kontrollpunkt, auf die anderen beiden wurde Säure bzw. Base/Lauge getropft.

Beobachtung: Farben verlaufen in einzelne Farben, wenn man Säure draufträufelt. Stift 7 ändert komplett die Farbe.

Stift 1 ändert sich weder bei Säure noch bei Base

Stift 2 ändert sich bei Base aber in eine falsche Farbe

Stift 3 ändert sich bei Säure aber nicht bei Base

Stift 4 ändert sich bei Säure und Base

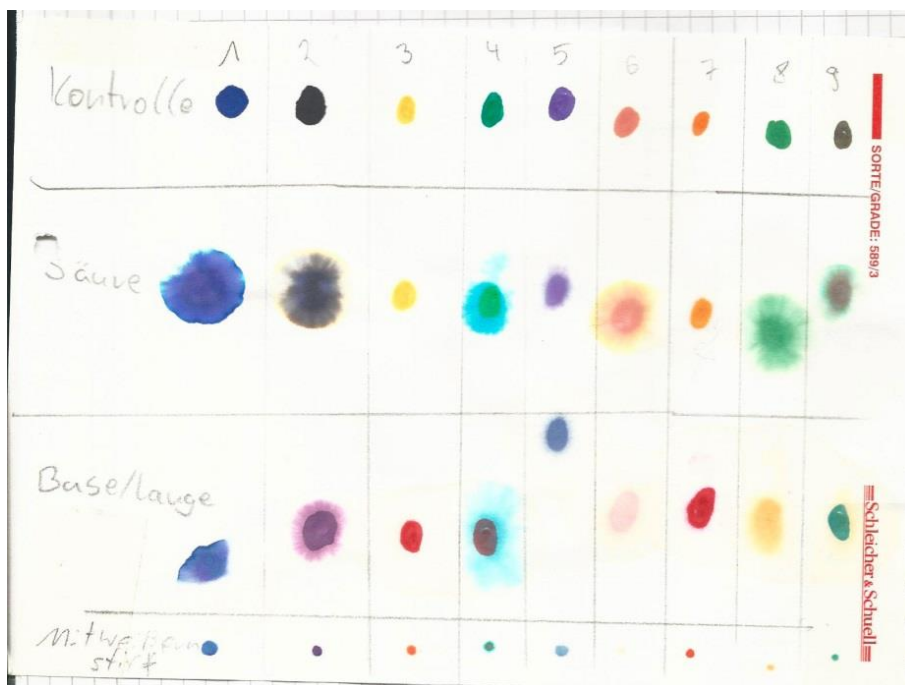
Stift 5 ändert sich weder bei Säure noch bei Base

Stift 6 ändert sich weder bei Säure noch bei Base

Stift 7 ändert sich bei Säure in eine falsche Farbe, bei Base in die Richtige

Stift 8 ändert sich weder bei Säure noch bei Base

Stift 9 verläuft bei Säure stark und ändert sich bei Base in eine falsche Farbe



Feststellung: Bei Säure ändern sich die Stifte 3 und 4 in die richtige Farbe, bei Base die Stifte 4 und 7. Der pH-Wert ist also nicht für die Farbänderung verantwortlich.

Versuch 3: Papierchromatographie von Farbwechselstiften

Frage: Enthalten Farbwechselstifte unterschiedliche Farbstoffe ?

Material: Filterpapierstreifen, Farbwechselstifte (Herlitz Magic Marker), Wasser, Flaschendeckel, Halterung für Filterpapierstreifen

Vermutung: Es sind mehrere Farben enthalten.

Durchführung: Als Erstes wird mit einem Farbwechselstift ein Punkt auf einen Filterpapierstreifen gemalt. Dann muss man den Streifen chromatographieren. Wenn die Streifen getrocknet sind, malt man mit dem Weißstift über den einzelnen Farbflecken.

Beobachtung:

Stift 1) vorher: dunkelblau

enthaltene Farbstoffe: violett, hellblau

mit Weißstift: lila wird gelöscht

Stift 2) vorher: schwarz

enthaltene Farbstoffe: dunkelblau, pink, gelb-orange

mit Weißstift: blau, gelb-orange gelöscht

Stift 3) vorher: gelb

enthaltene Farbstoffe: gelb, orange

mit Weißstift: gelb gelöscht, orange wird zu rot

Stift 4) vorher: blau-grün

enthaltene Farbstoffe: gelb, blau

mit Weißstift: blau gelöscht, gelb wird zu rot

Stift 5) vorher: violett

enthaltene Farbstoffe: blau, pink, violett

mit Weißstift: pink, violett gelöscht

Stift 6) vorher: rot

enthaltene Farbstoffe: pink, gelb

mit Weißstift: rot gelöscht

Stift 7) vorher: orange

enthaltene Farbstoffe: orange, gelb, pink

mit Weißstift: gelb, pink gelöscht; orange wird zu rot

Stift 8) vorher: grün

enthaltene Farbstoffe: blau, gelb

mit Weißstift: blau wird gelöscht

Stift 9) vorher: braun

enthaltene Farbstoffe: hellblau, lila, gelb

mit Weißstift: lila wird gelöscht, blau und gelb werden zu grün



Feststellung: Die Stifte bestehen aus einzelnen verschiedenen Farbstoffen. Mit dem Weißstift werden immer nur einzelne Farbstoffe verändert und nicht die Farbe an sich.

Versuch 4: Fleckentferner

Frage: Funktioniert der weiße Stift wie ein Fleckentferner?

Vermutung: In Fleckentfernern sind Stoffe, die auch im Weißstift vorhanden sind.

Material: verschiedene Fleckentferner, pH-Papier, Filterpapier, Farbwechselstifte

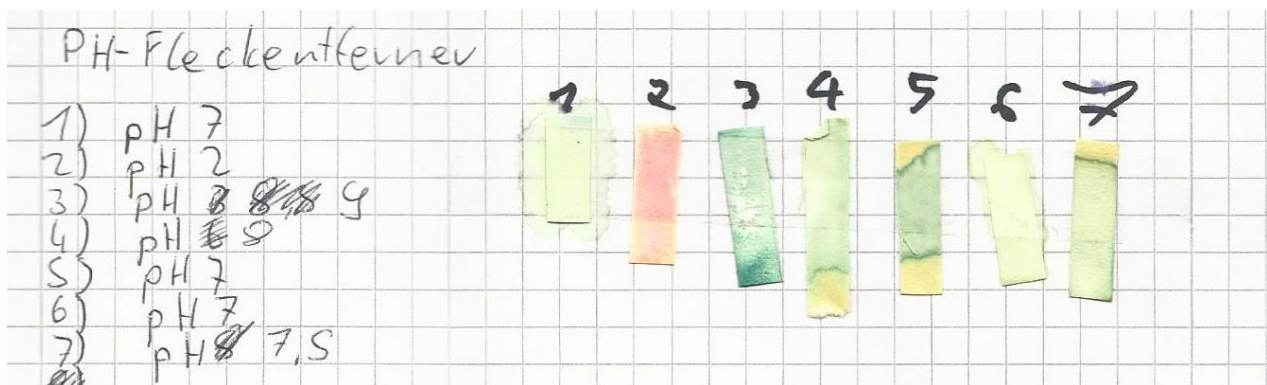
1. Kuli
2. Rost
3. Tinte, Stock, Schimmel (Pulverförmig, in 10 ml Wasser aufgelöst)
4. Gras, Erde, Make Up
5. Filzstift, Textmarker
6. Kuli, Tinte, Filzstift
7. Gut&Günstig Gallseife (Dickflüssig, mit 10 ml Wasser verdünnt)

Durchführung: Auf ein Stück Filterpapier haben wir mit jedem Stift jeweils untereinander neun Punkte gemalt. Einer diente als Kontrollpunkt, auf die anderen wurden verschiedene Fleckentferner getropft. Zudem wurden die Fleckentferner auf pH-Papier getropft.

Ergebnis:

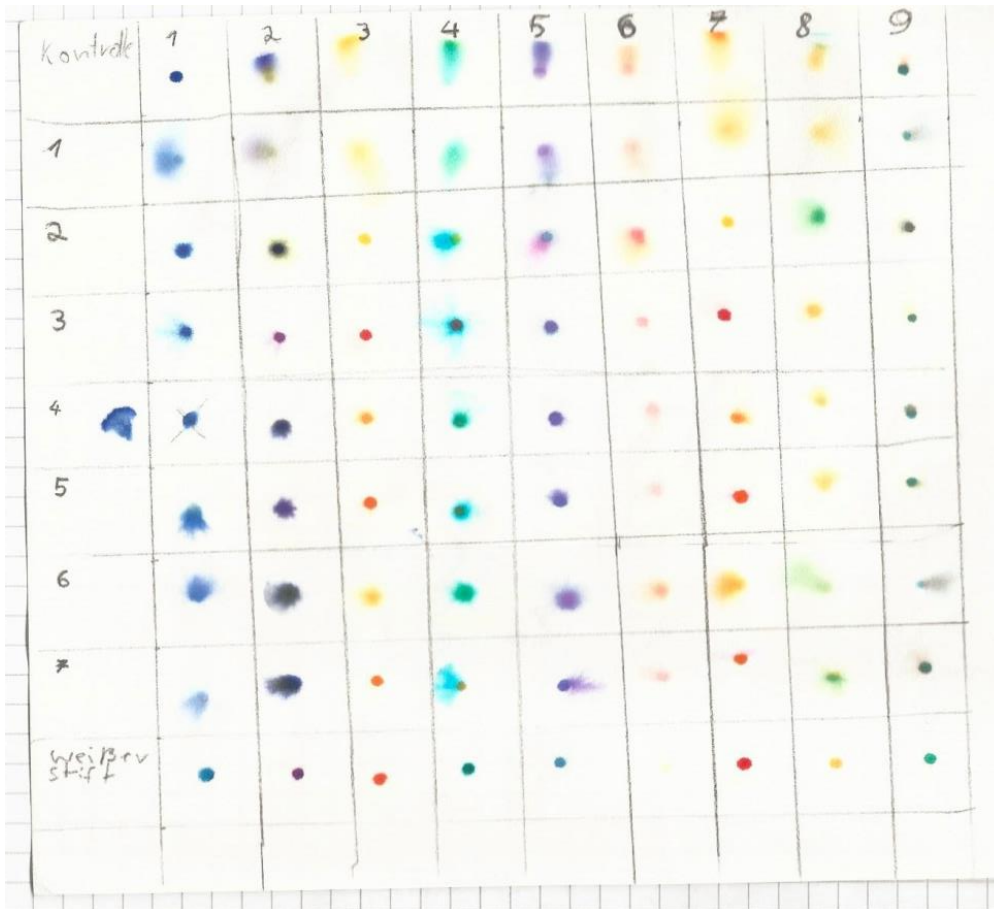
pH Fleckentferner:

Fleckentferner	pH-Wert
1. Kuli	pH 7
2. Rost	pH 2
3. Tinte, Stock, Schimmel	pH 9
4. Gras, Erde, Make Up	pH 8
5. Filzstift, Textmarker	pH 7
6. Kuli, Tinte, Filzstift	pH 7
7. Gut&Günstig Gallseife	pH 7,5



Farbänderung bei Fleckentfernern

	Stift 1	Stift 2	Stift 3	Stift 4	Stift 5	Stift 6	Stift 7	Stift 8	Stift 9
1. Kuli	verlaufen, blasse normale Farbe	verlaufen, zwei Farben	normale Farbe	normale Farbe	normale Farbe	normale Farbe	normale Farbe	wie Weißstift	wie Weißstift
2. Rost	normale Farbe	wie Weißstift	normale Farbe	normale Farbe	normale Farbe	normale Farbe	normale Farbe	grün	normale Farbe
3. Tinte, Stock, Schimmel	normale Farbe	wie Weißstift	wie Weißstift	wie Weißstift	wie Weißstift	rosa	wie Weißstift	wie Weißstift	normale Farbe
4. Gras, Erde, Make Up	normale Farbe	wie Weißstift	Mischung aus normal- und End-farbe	normale Farbe	wie Weißstift	rosa	Mischung aus normal- und End-farbe	wie Weißstift	normale Farbe
5. Filzstift, Textmarker	verlaufen, Mischung aus normaler- und End-farbe	wie Weißstift	wie Weißstift	wie Weißstift	wie Weißstift	rosa	wie Weißstift	wie Weißstift	wie Weißstift
6. Kuli, Tinte, Filzstift	normale Farbe		normale Farbe	normale Farbe	normale Farbe	normale Farbe	normale Farbe	grün	normale Farbe
7. Gut&Günstig Gallseife	verlaufen, normale Farbe		wie Weißstift	Mischung aus normal- und End-farbe	wie Weißstift	rosa	wie Weißstift	grün	normale Farbe



Feststellung: Teilweise ändert sich die Farbe, jedoch nicht bei allen Stiften und Fleckentfernern. Deshalb enthält der Weißstift vermutlich keinen der Fleckentferner.

Versuch 5: Kaltentfärber

Frage: Enthält der weiße Stift die gleichen Stoffe wie der Kaltentfärber?

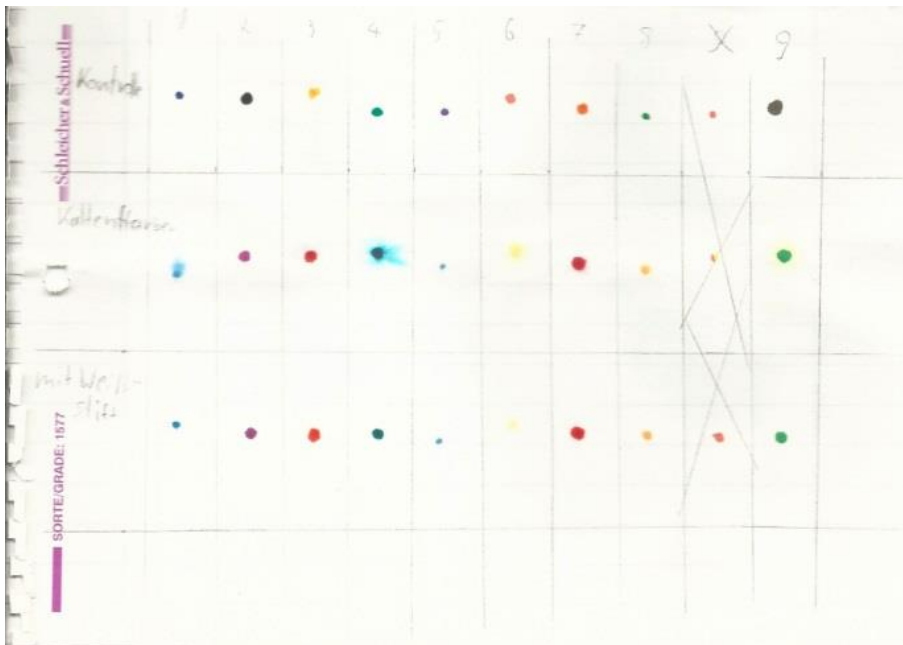
Vermutung: In Kaltentfärber sind Stoffe, die die Stifte dazu bringen, die Farbe zu wechseln

Material: -1 TL Heitmann Kaltentfärber

- Farbwechselstifte
- 40ml Wasser
- Becherglas
- Pipette
- Filterpapier

Durchführung: Auf ein Stück Filterpapier haben wir mit jedem Stift jeweils untereinander drei Punkte gemalt. Einer diente als Kontrollpunkt, auf die anderen beiden wurde Kaltentfärber getropft bzw. mit dem weißen Stift gemalt.

Beobachtung: Außer bei Stift 1 passiert bei allen Stiften das Gleiche wie mit dem Weißstift



pH-Wert des Kaltentfärbers: 12

Feststellung: Außer bei Stift 1 funktioniert der weiße Stift wie der Kaltentfärber. Daraus lässt sich schließen, dass der weiße Stift die gleichen Stoffe enthält wie der Kaltentfärber.

Zutaten Kaltentfärber: Bleichmittel (Natriumdithionit); Duftstoffe

Vermutlich bewirkt das Natriumdithionit die farbliche Veränderung.

Versuch 6: Chromatographie mit Kaltentfärber

Frage: Zeigt sich das gleiche Bild wenn man nach der Chromatographie Heitmann Kaltentfärber auf die aufgetrennten Farben träufelt wie wenn man den weißen Stift benutzt?

Material: -1 TL Heitmann Kaltentfärber

- Farbwechselstifte
- 40ml Wasser
- Becherglas
- Pipette
- Filterpapier
- weißer Stift

Durchführung: Zuerst haben wir mit jedem Farbstift zwei Papierchromatographien durchgeführt.

Dann haben wir auf die getrockneten Chromatographien einmal etwas Kaltentfärber darauf getropft bzw. mit dem weißen Stift darüber gemalt.

Beobachtung:

Stift	Kaltentfärber	weißer Stift	Übereinstimmung
1	nichts passiert	Lila weg	Nein
2	Orange weg	Orange weg	Ja
3	Orange wird Rot	Orange wird Rot	Ja
4	Orange wird Rot, Blau bleibt	Orange wird Rot, Blau bleibt	Ja
5	Rosa teilweise weg	Rosa weg	Teilweise
6	Rosa teilweise weg	Rosa weg	Teilweise
7	Orange wird Rot, Rosa bleibt	Orange wird Rot, Rosa bleibt	Ja
8	Blau weg	Blau weg	Ja
9	Rosa weg	Rosa weg	Ja

Probe 1+ Kaltentfärber = keine Reaktion

Bei 2-9 die gleiche Reaktion wie mit dem weißen Stift.



Feststellung

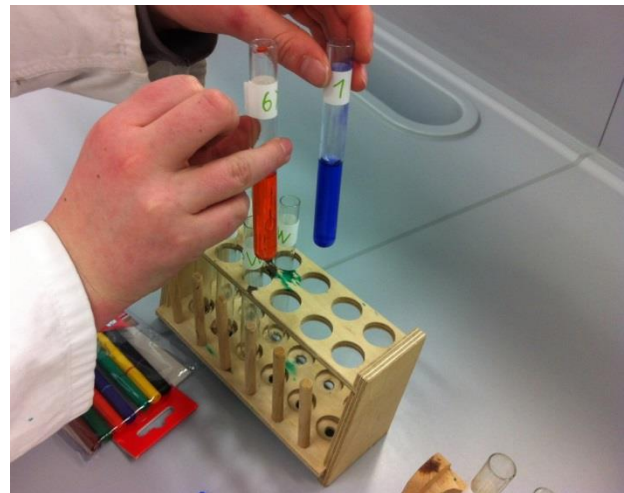
Der Effekt des weißen Stiftes ist besser und schneller. Auf einige Proben haben wir leider zu viel Kaltentfärber draufgetropft, deshalb sind die Kontrollpunkte der Proben 4,6 & 8 nicht mehr vorhanden. Trotzdem bestätigt sich unsere Vermutung, dass der weiße Stift ähnlich wie Kaltentfärber funktioniert.

Besuch bei der Chemiedidaktik Jena

Zu Beginn des Besuches wurde uns erklärt, wie ein Ultrospec 1100 pro funktioniert. Ein Ultrospec ist ein Gerät, um ein Farbspektrum zu erstellen. Bei unserer Auswahl an Farbwechselstiften haben wir uns für Stift 1, 6 und 9 entschieden. Anschließend haben wir unsere Reagenzgläser wie folgt beschriftet: N = Natriumdithionit, K = Kaltentfärber, W = Weißstift. Um das Farbmateriale aus dem Weißstift zu erhalten, mussten wir diesen zerstören. Im Anschluss haben wir das Material aus dem Stift mit Wasser gemischt und gemörsert.

In einem Reagenzglas haben wir Wasser mit Natriumdithionit gemischt und aufgelöst. In einem zweiten wurde Wasser mit Kaltentfärber vermischt und ebenfalls aufgelöst. Die restlichen Reagenzgläser haben wir mit Wasser gefüllt, die jeweiligen Stifte in eins getaucht und stellten fest, dass Stift Nr. 6 die längste Zeit brauchte, um Farbe abzugeben. In das gefärbte Wasser der Reagenzgläser haben wir Natriumdithionit und Kaltentfärbe sowie Weißstift hinzugegeben, um zu sehen, was passiert.

	Stift 1	Stift 6	Stift 9
Farblösung	Blau	Rot	Braun
Weißstift	25 Tropfen keine Veränderungen	17 Tropfen rot zu orange-gelb	16 Tropfen braun zu grün
Kaltentfärber	21 Tropfen keine Veränderungen	17 Tropfen gelb-grün	16 Tropfen braun zu grün
Natriumdithionit	23 Tropfen keine Veränderungen	17 Tropfen orange-gelb	16 Tropfen braun zu grün



Wir haben die Farblösungen in Küvetten gefüllt und diese dann in das Spektroskop gestellt und die Spektren aufgenommen im Bereich 400-800 nm (sichtbares Licht und UV)

Beobachtung: Bei Stift 9 wird das grüne Licht nicht mehr absorbiert sowohl beim Weißstift, Kaltentfärber und Natriumdithionit. Die Farbe ändert sich von Braun zu Grün

Bei Stift 6 wird das grüne Licht nicht mehr absorbiert sowohl beim Weißstift, Kaltentfärber und Natriumdithionit. Die Farbe ändert sich von Rot zu Gelb

Bei Stift 1 passiert nichts

Stift 9				
Stift 6				
Stift 1				
	Farblösung	Farblösung + Weißstift	Farblösung + Kaltentfärber	Farblösung + Natriumdithionit

Feststellung: Die Farbspektren verändern sich nach Zugabe von Weißstiftlösung, Kaltentfärberlösung und Natriumdithionitlösung in gleicher Weise und zwar so, dass sie Licht einer bestimmten Wellenlänge nicht mehr absorbieren.

Zusammenfassung:

Unsere Ausgangsvermutung war, dass sich die Farben der Stifte durch den pH-Wert verändern. Doch durch das Chromatographieren der einzelnen Stifte haben wir herausgefunden, dass in jedem Stift verschiedene Farbstoffe enthalten sind. Wir wollten wissen, was in dem Weißstift enthalten ist. Wir haben es als erstes mit Fleckentferner versucht, was nur teilweise funktioniert hat. Doch dann kamen wir auf die Idee, es mit Kalt-Entfärber zu probieren. Der Kalt-Entfärber hatte die gleiche Wirkung wie der Weißstift auf die Farben. Nun mussten wir nur noch herausfinden, woraus der Kalt-Entfärber besteht. Er bestand aus Duftstoffen und dem Bleichmittel Natriumdithionit. Daraus schlossen wir, dass der Weißstift Natriumdithionit enthält und dass dieser Stoff den Farbwechsel bewirkt.