Die Chemie der Zaubermaler

Experimentelle Übungen zum Entfärben und Farbwechsel

M1 Hintergrundinformationen zu „Zaubermalern“



„Magic Pens“ oder schlicht „**Zaubermaler**“ sind Farbstifte, die durch Übermalen mit einem weiteren Stift ihre Farbe ändern, so dass man damit effektvolle Spielereien betreiben kann.

Bei dem Stift, der den Farbwechsel herbeiführt, handelt es sich im Grunde um nichts anderes als einen Tintenkiller [1]. Die jeweiligen Farbstifte enthalten häufig Mischungen aus zwei Farben, von denen mindestens eine bei Änderung des pH-Wertes mit einem Farbwechsel reagiert und die andere zudem oft ein Triphenylmethan-Farbstoff ist, der im Alkalischen seine Farbe wechselt oder bei Zugabe von Natriumsulfit seine Farbe ganz verliert [2, 3].

Aufgabenstellung

1. Zeigen Sie mit Hilfe von Versuch [V1], dass Tintenkiller denselben Effekt haben wie der übermalende „Zauberstift“. Prüfen Sie zudem, ob nur eine Veränderung des pH-Werts oder eine Natriumsulfit-Lösung eine Wirkung auf die Farben haben.
2. Trennen Sie gemäß Versuch [V2] ein Farbstoffgemisch auf und testen Sie ggf. für die einzelnen Farben erneut die Wirkung der Substanzen des Zauberstiftes.
3. Untersuchen und dokumentieren Sie beispielhaft das Zustandekommen eines Farbwechsels gemäß Versuch [V3 alternativ M2].
4. Erläutern Sie exemplarisch das Zustandekommen unter Verwendung der Materialien [M1] und [M2]
   Hinweis: Dokumentieren Sie alle Versuchsergebnisse auch fotografisch.

Versuche zur Untersuchung von Zauberstifen

Sicherheit: Schutzbrille tragen, Stäube nicht einatmen

Materialien:

Rundfilterpapier, Schere, Petrischalen, Wattestäbchen, diverse Zaubermaler, Tintenkiller, Reagenzgläser, Halter, Küvetten, Einmalpipetten, Fotometer

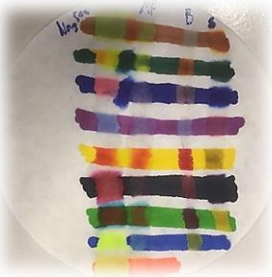
Chemikalien:

Stoffname	Piktogramm	Signalwort	H- und P-Sätze
Natriumsulfit-Lösung c(Na_2SO_3)=1mol/L	-	-	-
Natriumhydroxid-Lösung c(NaOH)=0,1mol/L		ACHTUNG	H290
Salzsäure c(HCl)=0,1mol/L		ACHTUNG	H290
Wasserblau (Anilinblau, w.s.)	-	-	-
Brillantgelb	-	-	-

Gregor von Borstel im Team LNCU 2023 sofern nicht anders gekennzeichnet unter CC-BY-SA 4.0

V1 Inhaltstoffe des „Magic Pens“, Vergleich mit einem Tintenkiller

Durchführung



Mit diversen Farben der Zaubermaler wird je mehrere Zentimeter lange Linie auf das Filterpapier gezeichnet.

Anschließend wird mit dem Magic Pen senkrecht dazu eine Linie quer durch alle Farblinien gezogen. Im Abstand von ca. 2cm kann man mit einem Tintenkiller sowie in Natriumsulfit-Lösung, Natronlauge oder Salzsäure getauchte Wattestäbchen weitere Linien ziehen. Auch lässt sich prüfen, ob evtl. vom pH-Wert abhängige Verfärbungen ggf. reversibel sind.

V2 papierchromatographische Auftrennung der Farben



Durchführung

In die Mitte eines Rundfilters wird ein kleines Loch geschnitten. Ca. 1 cm vom Rande des Loches wird mit einem der Zaubermaler ein Kreis gezeichnet.

Aus einem Filterpapierstreifen wird ein Docht gerollt und in das Loch geschoben. Der so vorbereitete Rundfilter wird mit dem Docht in eine mit etwas Wasser gefüllte Petrischale gestellt. Nach spätestens 10 min wird der Rundfilter entnommen, der Docht entfernt und das Filterpapier getrocknet.

Zerschneiden Sie die Papiere danach in mehrere Streifen und testen Sie (nun für die aufgespalteten Gemische) ähnlich wie in V1. Prüfen Sie dabei auch, ob ggf. ein farbloser Stoff enthalten ist, der durch Behandlung mit einem Magic Pen farbig wird.

Filterpapierstücke mit einzelnen Farben können in V3 genutzt werden

V3 Vergleich ausgewählter Farbstoffe und fotometrische Messungen

Durchführung

Stellen Sie stark verdünnte wässrige Lösungen von Brillantgelb und Wasserblau (CI-Nr. 42780) sowie ein Gemisch aus beiden Lösungen her.

Nehmen Sie für die drei Lösungen ein Absorptionsspektrum im Bereich zwischen 380nm und 800nm auf.

Teilen Sie die Lösungen auf, machen Sie den einen Teil alkalisch und versetzten Sie den anderen Teil mit Natriumsulfit-Lösung. Nehmen Sie alle sechs Lösungen erneut Absorptionsspektren auf.

Können Sie keine fotometrischen Messungen durchführen, nutzen Sie M2c.

Gregor von Borstel im Team LNCU 2023 sofern nicht anders gekennzeichnet unter CC-BY-SA 4.0

M2 Beispielhafte Farbwechsel

M2a Pyranin/Wasserblau (blau -> gelb)

Ein **blauer Stift**, der einen Farbwechsel nach **Gelb** zeigt, beinhaltet den Fluoreszenzfarbstoff **Pyranin** und den Farbstoff **Wasserblau**. Eine Lösung von Wasserblau entfärbt sich bei Zugabe von Hydrogensulfit.

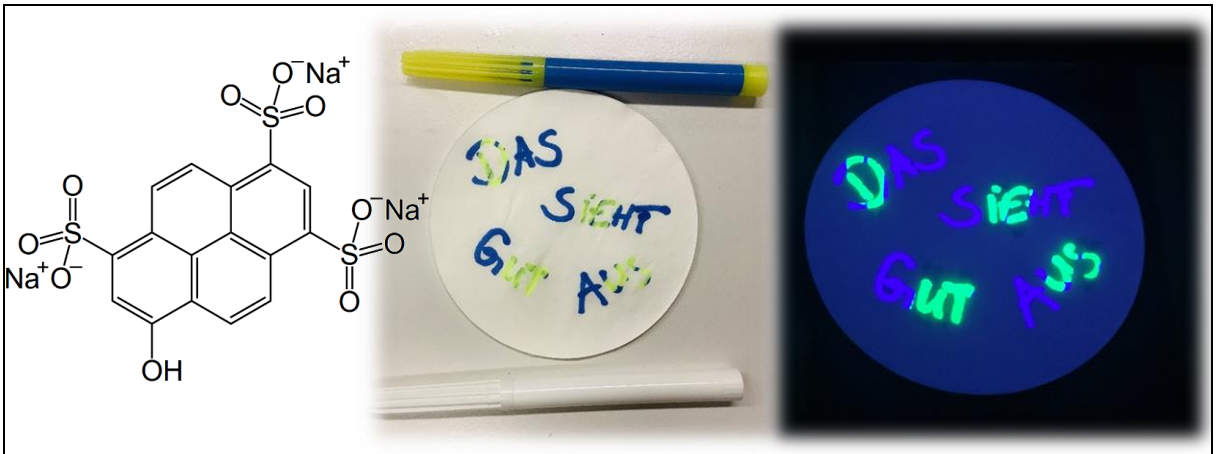


Abb. 1 Strukturformel von Pyranin; teilweise mit Magic Pen übermalte Farbe des Stiftes im VIS und unter UV-Licht

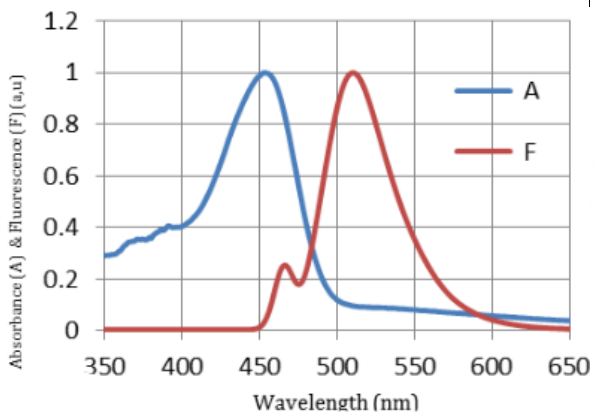


Abb. 2: Beispielhafter Zusammenhang von Absorption (A) und Emission (Fluoreszenz F) bei einem Fluoreszenzfarbstoff [verändert nach 4]

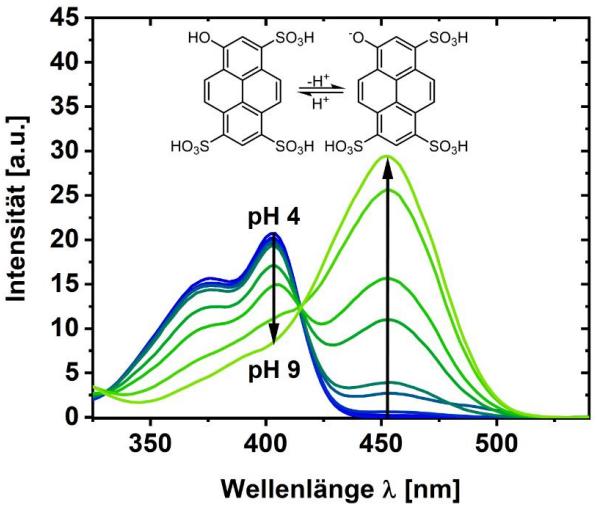


Abb. 3: Fluoreszenzspektren von Pyranin in Abhängigkeit vom pH-Wert [nach 5]

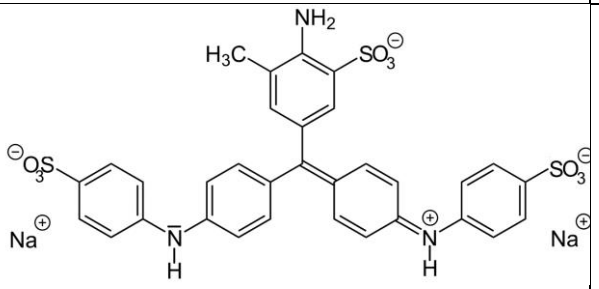


Abb. 4: Strukturformel von Wasserblau.



Abb. 5: Ergebnis der Chromatografie des Farbgemisches im UV-Licht.

CC BY SA

M2b) Brillantgelb/Wasserblau /Acid Fuchsin (schwarz -> rot-orange)



Abb. 6: Farben der wässrigen Lösungen



Abb. 7: Farben im Alkalischen



Abb. 8: Farben im Alkalischen plus Sulfit



Abb. 9 Stiftfarbe, teilweise mit Magic Pen übermalt

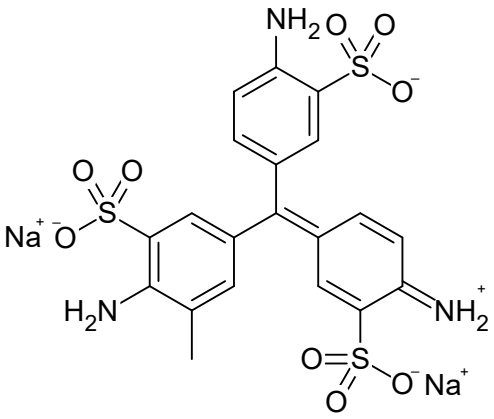


Abb. 10: Strukturformel Acid Fuchsin

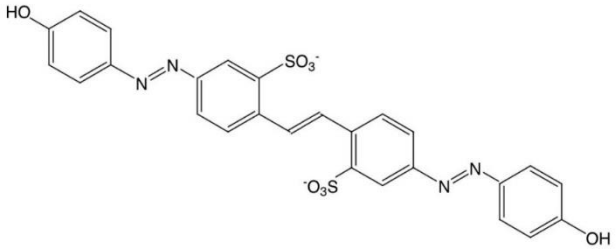


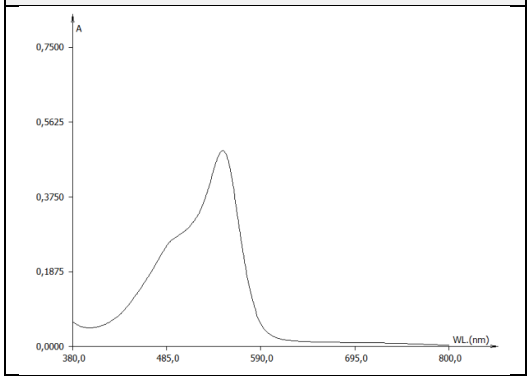
Abb. 11: Strukturformel Brillantgelb

CC BY SA

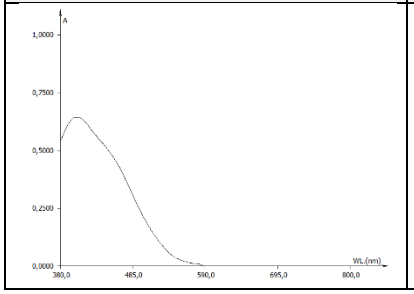
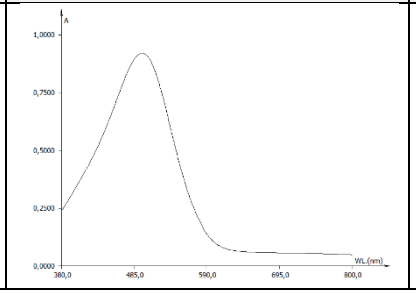
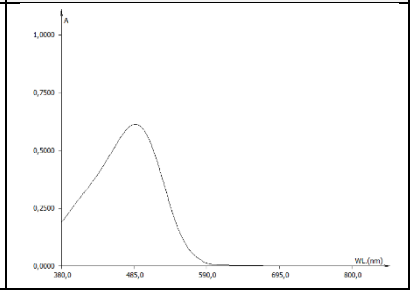
M2c Absorptionsspektren

Messungen im LK Chemie 2023 mit SPECTROPHOTOMETER UV-1600PC UV-VIS, von Borstel CC-BY-SA 4.0

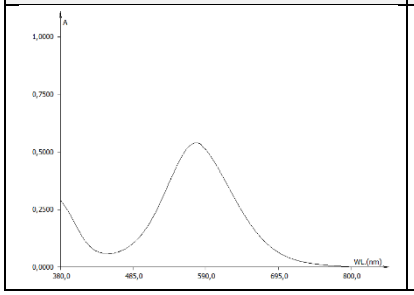
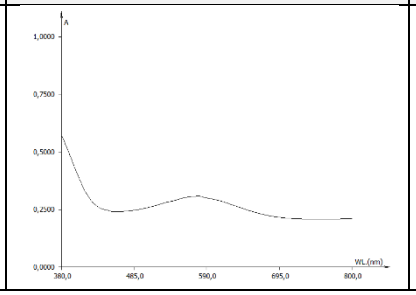
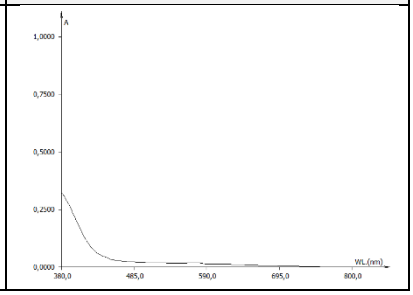
Säurefuchsin (Acid Fuchsin)

neutral


Brillantgelb

neutral	alkalisch	+ Sulfit
		

Wasserblau

neutral	alkalisch	+ Sulfit
		

Literatur; online-Quellen

[1] S. Zajonc, S. Gocke, M. Ducci, Magic Colours – Die Chemie der Zaubermaler. CLB 62/11 (2011), S. 480ff.

[2] C. Herriger, M. Klauck, M. Ducci, Color Changing Markers. PdN-ChiS 7/58 (2009), S. 44ff.

[3] C. Herriger, M. Klauck, M. Ducci, Herstellung von Zaubermalern. CHEMKON 17/2 (2010) 83f

[4] https://www.internationaljournalssrg.org/IJAP/2019/Volume6-Issue2/IJAP-V6I2P111.pdf

[5] A. C. Clasen, Immobilisierbare Pyrenderivate zur Anwendung als pH-Sonde, Saarbrücken 2019. Online abrufbar unter https://publikationen.sulb.uni-saarland.de/handle/20.500.11880/28500 (letzter Zugriff 2023)