

B 1 Natürliche, naturidentische und synthetische Farbstoffe

Für das Färben von Textilien standen früher ausschließlich Naturstoffe, die aus Pflanzen oder Tieren isoliert wurden, zur Verfügung. Heute kann eine Vielzahl an synthetischen Farbstoffen verwendet werden.

- 1 Triphenylmethanfarbstoffe stellen eine synthetische Farbstoffklasse dar. Bei Bromphenolblau handelt es sich um einen Triphenylmethanfarbstoff, der bei unterschiedlichen pH-Werten unterschiedliche Absorptionsmaxima besitzt und daher als pH-Indikator verwendet werden kann.
- 1.1 Die Absorptionsmaxima von Bromphenolblau werden mithilfe eines Photometers bestimmt. Die Abbildung 1 zeigt die Absorptionsspektren bei unterschiedlichen pH-Werten. Im stark basischen Milieu (pH = 13) tritt eine Entfärbung der Lösung aufgrund der irreversiblen Bildung eines farblosen sog. Carbinols ein.

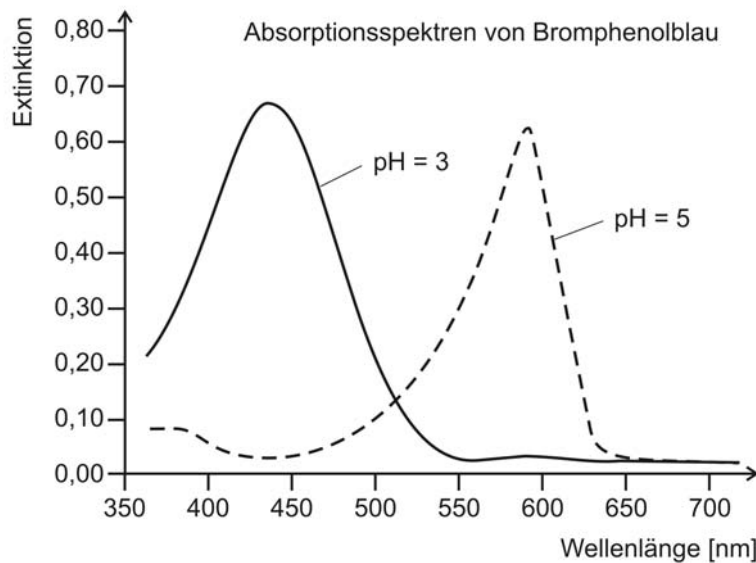


Abb. 1: Absorptionsspektrum von Bromphenolblau bei verschiedenen pH-Werten

gelb	orange	rot	violett	blau	grün	Komplementär- farbe
violett	blau	grün	gelb	orange	rot	
390	455	492	577	597	622	770
Wellenlänge [nm]						

Abb. 2: Spektralfarben und Komplementärfarben

(Fortsetzung nächste Seite)

1.1.1 Leiten Sie den zu beobachtenden Farbumschlag des Indikators beim Übergang von pH = 3 nach pH = 5 ab! [6 BE]

1.1.2 Der beschriebene Farbumschlag und die Entfärbung beruhen auf Änderungen der Molekülstrukturen. Die nachfolgende Abbildung zeigt die auftretenden Strukturen:

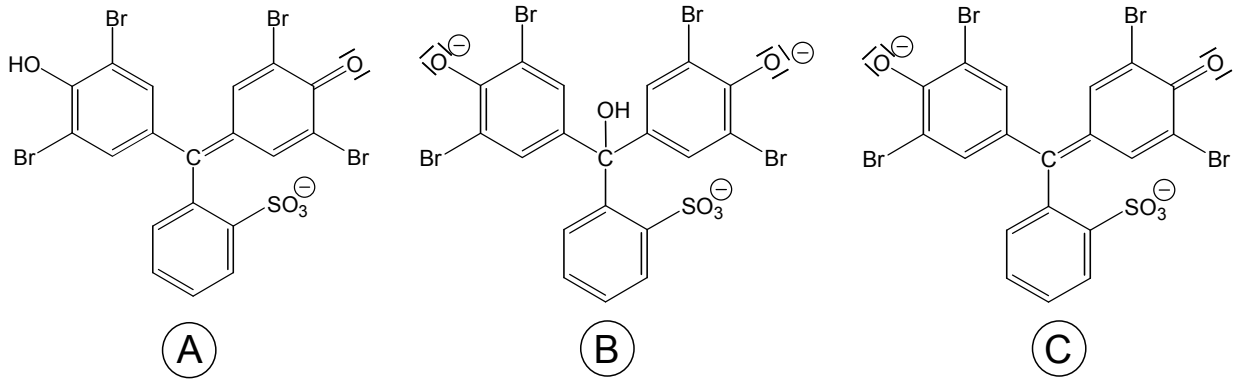


Abb. 3: Strukturformeln von Bromphenolblau bei unterschiedlichen pH-Werten

Ordnen Sie die Strukturen A bis C den drei unter 1.1 genannten pH-Werten zu und begründen Sie Ihre Entscheidung! Erläutern Sie das unterschiedliche Absorptionsverhalten! [10 BE]

1.2 Indikatoren spielen bei Titrationsen eine wichtige Rolle. Im Folgenden soll die Konzentration einer wässrigen Essigsäure-Lösung ermittelt werden. Hierzu werden 30 ml der Säure mit Natronlauge der Konzentration $c = 0,10 \text{ mol/l}$ titriert und mithilfe eines pH-Meters die Änderung des pH-Wertes gemessen.

Tab.: pH-Werte nach Zugabe von Natronlauge

Zugabe NaOH in ml	5,0	10	15	17,5	20	22,5	25	30	35
pH-Wert	4,3	4,7	5,2	5,5	6,1	11,5	11,9	12,2	12,3

Zeichnen Sie anhand der angegebenen Messwerte die Titrationskurve und leiten Sie daraus die Anfangskonzentration der Essigsäure sowie deren pK_S -Wert ab!

Beurteilen Sie, ob Bromphenolblau ein für diese Titration geeigneter Indikator ist! [12 BE]

2 Der Farbstoff Indigo wurde zunächst aus dem Färberwaid (*Isatis tinctoria* L.) gewonnen. Ende des 19. Jahrhunderts entwickelte der Chemiker Karl Heumann ein Verfahren zur synthetischen Herstellung von Indigo ausgehend von Anilin (Phenylamin, Aminobenzol).

2.1 Indigo wird als Küpenfarbstoff zum Färben von Baumwolle verwendet. Erläutern Sie an diesem Beispiel das Prinzip der Küpenfärbung! [6 BE]

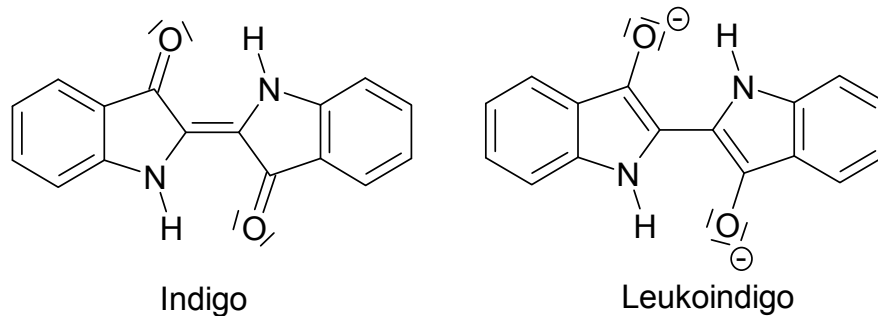
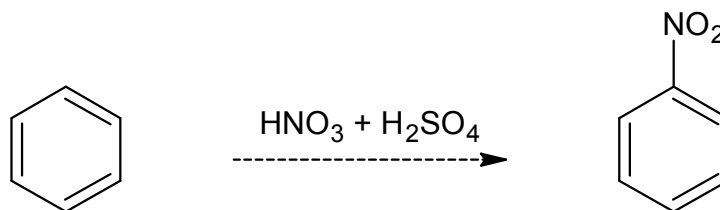


Abb. 4: Strukturformeln von Indigo und Leukoindigo

2.2 Bereits 1826 gelang dem Kaufmann und Apotheker Otto Unverdorben die Darstellung von Anilin aus Indigo. Seit 1873 wird Anilin großtechnisch aus Benzol hergestellt. Hierbei wird Benzol zunächst mit einem Gemisch aus Schwefelsäure und Salpetersäure nitriert:



In einem ersten Reaktionsschritt entstehen dabei Nitronium-Ionen (NO_2^+):



Formulieren Sie den Reaktionsmechanismus für die Bildung von Nitrobenzol aus Benzol und Nitronium-Ionen (NO_2^+) unter Mitverwendung mesomerer Grenzstrukturformeln! Der Einfluss eines Katalysators muss nicht berücksichtigt werden.

[6 BE]

[40 BE]