

## Synthetische Farbstoffe in Getränken – ein Beitrag zur fotometrischen Farbstoffbestimmung

Dr. Herbert Sommerfeld, Bielefeld

**Niveau:** Sek. II

**Dauer:** 8 Unterrichtsstunden (GK), 12 Unterrichtsstunden (LK)

**Kompetenzen:** Die Schülerinnen und Schüler<sup>1</sup> können ...

- die Farbigkeit von Farbstoffen (Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe bzw. Triarylmethanfarbstoffe) durch Lichtabsorption erklären
- Absorptionsspektren fotometrischer Messungen auswerten und die Ergebnisse interpretieren
- Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen erläutern
- Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie (synthetischer Lebensmittelfarbstoffe) unter vorgegebenen Fragestellungen beurteilen
- aus Messwerten die Konzentration von Farbstoffen mit dem Lambert-Beer'schen Gesetz berechnen

**Der Beitrag enthält Materialien für:**

- ✓ Schülerversuche
- ✓ Fachübergreifenden Unterricht
- ✓ Lehrerversuche mit Schülerbeteiligung
- ✓ Hausaufgaben
- ✓ Differenzierungsmöglichkeiten
- ✓ Klausuraufgaben

### Hintergrundinformationen

Das vorgestellte Material ermöglicht die **kompetenz- und kontextorientierte Erarbeitung** des Zusammenhangs von Lichtabsorption und Farbigkeit sowie die Anwendung des analytischen Verfahrens der Fotometrie zur quantitativen Farbstoffbestimmung. Die behandelten Inhalte sind in den Bildungsplänen für die gymnasiale Oberstufe im Themenfeld „Farbstoffe“ oder auch unter „Analytische Verfahren“ verortet.

### Hinweise zur Didaktik und Methodik

Das Material ermöglicht im Sinne einer **methodischen Differenzierung**, dass die Themen **wahlweise experimentell und/oder materialgebunden** erarbeitet werden können.

Der Einstieg erfolgt mit einer Farbfolie (**M 1**), die den Zusammenhang von Lichtabsorption und Farbe verdeutlicht. Anschließend werden häufig verwendete Lebensmittelfarbstoffe und deren Gesundheitsrisiken dargestellt (**M 2**). Auf dieser Grundlage werden farbige Getränke analysiert. Zunächst werden Getränkeproben mit einem Einzelfarbstoff analysiert (**M 3–M 7**). Anschließend wird das Verfahren auf binäre Farbstoffgemische ausgedehnt (**M 8–M 11**), sodass sich eine **Lernprogression** mit der Möglichkeit einer **Leistungsdifferenzierung** ergibt.

Das Material (ab M 3) ist so aufgebaut, dass jedes Thema in den Schritten **1. Erarbeiten**, **2. Einübung**, **3. Lernzielüberprüfung** behandelt werden kann.

<sup>1</sup> Im weiteren Verlauf wird aus Gründen der einfacheren Lesbarkeit nur „Schüler“ verwendet. Schülerinnen sind genauso gemeint.

**Materialübersicht**

⌚ V = Vorbereitungszeit SV = Schülerversuch Ab = Arbeitsblatt/Informationenblätter

⌚ D = Durchführungszeit LV = Lehrerversuch Fo = Folie

Alle Materialien sind als SV pro Gruppe zu sehen.

<b>M 1</b>	<b>Fo/Ab</b>	<b>Lichtabsorption und Farbigkeit</b>
⌚ V: 3 min	<input type="checkbox"/>	Farbfolie und Klassensatz (Farb)kopien von M 1
⌚ D: 45 min	<input type="checkbox"/>	Farbige Getränke
<b>M 2</b>	<b>Fo/Ab</b>	<b>Synthetische Farbstoffe in Getränken (eine Auswahl)</b>
⌚ V: 3 min	<input type="checkbox"/>	Folie und Klassensatz Kopien von M 2
⌚ D: 45 min		
<b>M 3</b>	<b>SV/LV</b>	<b>„Blue Curaçao“ – blau und wie?</b>
⌚ V: 15 min	<input type="checkbox"/>	Eine Flasche „Blue Curaçao“ (Marke beliebig)
⌚ D: 90 min + 45 min	<input type="checkbox"/>	Wasser dest.
	<input type="checkbox"/>	1 l Farbstofflösung E 133 ( $\beta = 10 \text{ mg/l}$ )
	<input type="checkbox"/>	Spektralfotometer
	<input type="checkbox"/>	3 Messkolben (100 ml)
	<input type="checkbox"/>	2 Vollpipetten (25 ml, 50 ml)
	<input type="checkbox"/>	2 Bechergläser (100 ml)
	<input type="checkbox"/>	4 Einwegpipetten (ca. 3 ml)
<b>M 4</b>	<b>SV/LV</b>	<b>Ist ein Liter „Powerade Sports Wild Cherry“ okay? E 122 im Sportgetränk</b>
⌚ V: 15 min	<input type="checkbox"/>	Flasche „Powerade Sports Wild Cherry“
⌚ D: 90 min + 45 min	<input type="checkbox"/>	Wasser dest.
	<input type="checkbox"/>	1 l Farbstofflösung E 122 ( $\beta = 20 \text{ mg/l}$ )
	<input type="checkbox"/>	Spektralfotometer
	<input type="checkbox"/>	3 Messkolben (100 ml)
	<input type="checkbox"/>	2 Vollpipetten (25 ml, 50 ml)
	<input type="checkbox"/>	2 Bechergläser (100 ml)
	<input type="checkbox"/>	4 Einwegpipetten (ca. 3 ml)
<b>M 5</b>	<b>Ab</b>	<b>Ist ein Liter „Powerade Sports Wild Cherry“ okay? E 122 im Sportgetränk</b>
⌚ V: 3 min	<input type="checkbox"/>	Flasche „Powerade Sports Wild Cherry“
⌚ D: 45 min	<input type="checkbox"/>	Klassensatz Kopien Ab
<b>M 6</b>	<b>SV/LV</b>	<b>Ist ein Liter „Powerade Sports Mountain Blast“ okay? E 133 im Sportgetränk</b>
⌚ V: 15 min	<input type="checkbox"/>	Flasche „Powerade Sports Mountain Blast“
⌚ D: 45 min	<input type="checkbox"/>	Wasser dest.
	<input type="checkbox"/>	1 l Farbstofflösung E 133 ( $\beta = 10 \text{ mg/l}$ )
	<input type="checkbox"/>	Spektralfotometer
	<input type="checkbox"/>	3 Messkolben (100 ml)
	<input type="checkbox"/>	2 Vollpipetten (25 ml, 50 ml)
	<input type="checkbox"/>	2 Bechergläser (100 ml)
	<input type="checkbox"/>	4 Einwegpipetten (ca. 3 ml)
<b>M 7</b>	<b>Ab</b>	<b>Ist ein Liter „Powerade Sports Mountain Blast“ okay? E 133 im Sportgetränk</b>
⌚ V: 3 min	<input type="checkbox"/>	Flasche „Powerade Sports Mountain Blast“
⌚ D: 45 min	<input type="checkbox"/>	Klassensatz Kopien Ab

I/H

**M 8 SV Sind zwei Liter „Leyнау Brause Waldmeister“ okay?  
E 102 und E 133 im Erfrischungsgetränk**

- |  |   |  |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>⌚ V: 20 min</li> <li>⌚ D: 90 min</li> <li style="padding-left: 20px;">+ 45 min</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Flasche „Leyнау Brause Waldmeister“</li> <li><input type="checkbox"/> Wasser dest.</li> <li><input type="checkbox"/> 1 l Farbstofflösung E 102 (<math>\beta = 25 \text{ mg/l}</math>)</li> <li><input type="checkbox"/> 1 l Farbstofflösung E 133 (<math>\beta = 10 \text{ mg/l}</math>)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Spektralfotometer</li> <li><input type="checkbox"/> 2 Bechergläser (100 ml)</li> <li><input type="checkbox"/> 3 Einwegpipetten (ca. 3 ml)</li> </ul> |
|--|---|--|

**M 9 Ab Sind zwei Liter „Leyнау Brause Waldmeister“ okay?  
E 102 und E 133 im Erfrischungsgetränk**

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>⌚ V: 3 min</li> <li>⌚ D: 45 min</li> <li style="padding-left: 20px;">+ 15 min</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Flasche „Leyнау Brause Waldmeister“</li> <li><input type="checkbox"/> Klassensatz Kopien Ab</li> </ul> |
|---|--|

**M 10 SV Synthetische Farbstoffe in „Bitter ROSSO“  
E 110 und E 122 im alkoholfreien Aperitif**

- |  |   |  |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>⌚ V: 20 min</li> <li>⌚ D: 90 min</li> <li style="padding-left: 20px;">+ 45 min</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Flasche Aperitif „Bitter ROSSO“ (98 ml)</li> <li><input type="checkbox"/> Wasser dest.</li> <li><input type="checkbox"/> 1 l Farbstofflösung E 110 (<math>\beta = 20 \text{ mg/l}</math>)</li> <li><input type="checkbox"/> 1 l Farbstofflösung E 122 (<math>\beta = 20 \text{ mg/l}</math>)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Spektralfotometer</li> <li><input type="checkbox"/> 1 Messkolben (100 ml)</li> <li><input type="checkbox"/> 2 Vollpipetten (25 ml, 50 ml)</li> <li><input type="checkbox"/> 2 Bechergläser (100 ml)</li> <li><input type="checkbox"/> 3 Einwegpipetten (ca. 3 ml)</li> </ul> |
|--|---|--|

**M 11 Ab Synthetische Farbstoffe in „Bitter ROSSO“  
E 110 und E 122 im alkoholfreien Aperitif**

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>⌚ V: 3 min</li> <li>⌚ D: 45 min</li> <li style="padding-left: 20px;">+ 15 min</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Flasche Aperitif „Bitter ROSSO“</li> <li><input type="checkbox"/> Klassensatz Kopien Ab</li> </ul> |
|---|--|

II/H

### M 1 Lichtabsorption und Farbigeit

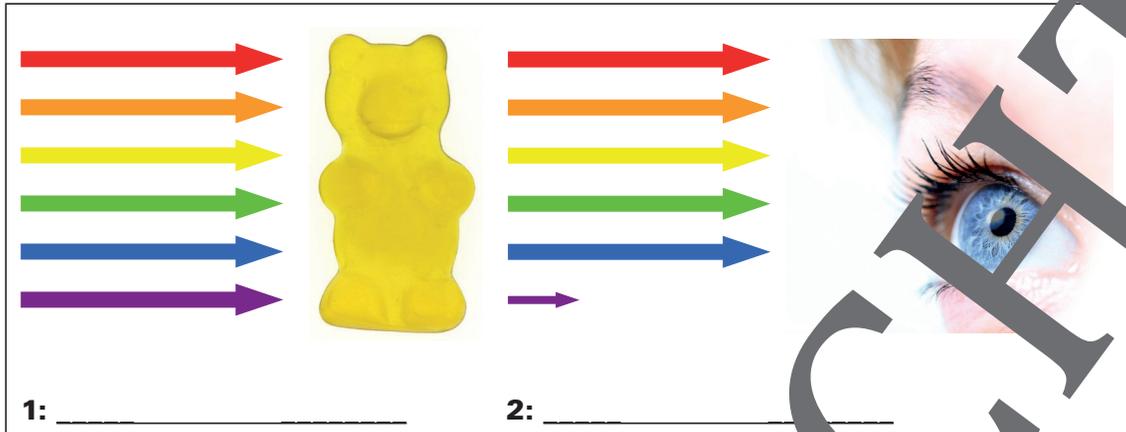


Abb. 1: Gelber „Gummibär“

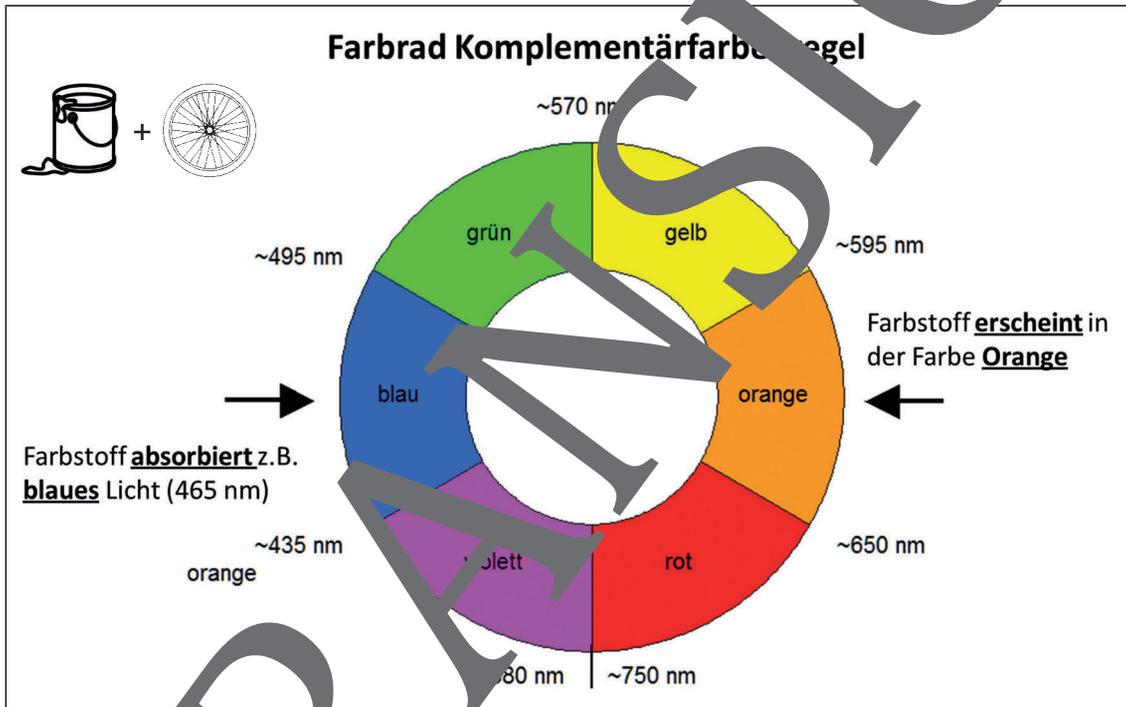


Abb. 2: Farbrad

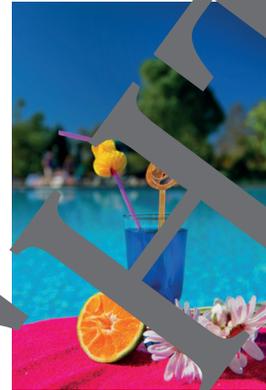
#### Aufgaben

1. Beschriften Sie in Abb. 1 die beiden Textfelder sinnvoll. Benennen Sie den wesentlichen Unterschied der Strahlung „vor“ und „nach“ dem Gummibären.
2. Erklären Sie mithilfe von Abb. 2 den Farbeindruck des gelben Gummibären. Erläutern Sie die Vorgänge entsprechend für einen Gummibären, der orange aussieht.

### M 3 „Blue Curaçao“ – blau und wie?

Curaçao ist eine Insel in der Karibik. Das abgebildete Getränk erinnert an das Urlaubsparadies. Was könnte uns chemisch daran interessieren?

Mit einer gewiss sehr geringen Wahrscheinlichkeit befindet sich konzentriertes Karibikwasser in der Flasche und verursacht die schöne, intensiv blaue Farbe. Mit einer größeren Wahrscheinlichkeit ist das Getränk gefärbt und zwar mit dem Lebensmittelfarbstoff E 133 oder E 131. Hinweis: Alkohol ist gesundheitsschädlich. Wie verhält sich der Farbstoff E 133?



Thinkstock

#### Schülerversuch oder Lehrerversuch mit Schülerbetrieiligung: Spektralfotometrie von „Blue Curaçao“-Likör

⌚ Vorbereitung: 15 min      Durchführung: 90 + 45 min (Doppel- + Einzelsunde)

Chemikalien / Gefahrenhinweise	Geräte
<input type="checkbox"/> Eine Flasche „Blue Curaçao“ (Marke beliebig) <input type="checkbox"/> Wasser dest. <input type="checkbox"/> 1 l Farbstofflösung E 133 ( $\beta = 10 \text{ mg/l}$ )	<input type="checkbox"/> Spektralfotometer <input type="checkbox"/> Messkolben (100 ml) <input type="checkbox"/> 2 Vollpipetten (25 ml / 50 ml) <input type="checkbox"/> 2 Bechergläser (100 ml) <input type="checkbox"/> 2 Messpipetten (ca. 3 ml)
 <b>Achtung:</b> Beim Experimentieren immer eine Schutzbrille tragen (Laborstandard)!	
<b>Entsorgung:</b> Die Lösungen können im Ausguss entsorgt werden.	



#### Versuchsdurchführung



- Verdünnen Sie 25 ml Likör in einem 100-ml-Messkolben mit destilliertem Wasser auf 100 ml.
- Messen Sie die Extinktion der verdünnten Lösung im Bereich  $\lambda = 380 \text{ nm}$  bis  $700 \text{ nm}$  in Schritten von  $20 \text{ nm}$  und führen die quantitative Bestimmung auch bei  $\lambda = 630 \text{ nm}$ .
- Stellen Sie von der Farbstofflösung mit der bekannten Konzentration ( $\beta = 10 \text{ mg/l}$ ) zwei Verdünnungen her: Pipettieren Sie dazu 50 ml bzw. 25 ml in je einen Messkolben (100 ml) und füllen Sie mit Wasser auf.
- Messen Sie die Extinktion der bekannten Farbstofflösungen ( $\beta = 10 \text{ mg/l}$ ,  $5 \text{ mg/l}$ ,  $2,5 \text{ mg/l}$ ) und des verdünnten Likörs bei  $\lambda = 630 \text{ nm}$ .

#### Aufgaben



1. Geben Sie den im Getränk laut Etikett enthaltenen Farbstoff an. Erklären Sie, welche Farbstoffklasse der Farbstoff zuzuordnen ist.
2. Skizzieren Sie das Absorptionsspektrum des Getränkes. Tragen Sie dazu die Extinktion gegen die Wellenlänge auf. Erläutern Sie den Farbeindruck des Getränkes.
3. Stellen Sie die Messwerte der Verdünnungsreihe grafisch dar ( $E$  bei  $\lambda = 630 \text{ nm}$  gegen  $\beta$ ). Welcher mathematische Zusammenhang ist erkennbar? Zeichnen Sie eine Eichgerade ein und bestimmen Sie grafisch die Massenkonzentration des Farbstoffes im unverdünnten Likör. Nehmen Sie Stellung, ob für Erwachsene (70 kg) beim angemessenen Konsum des Getränkes gesundheitliche Risiken durch den Farbstoff entstehen können.

# Sie wollen mehr für Ihr Fach?

## Bekommen Sie: Ganz einfach zum Download im RAABE Webshop.



✓ **Über 5.000 Unterrichtseinheiten**  
sofort zum Download verfügbar

✓ **Webinare und Videos**  
für Ihre fachliche und  
persönliche Weiterbildung

✓ **Attraktive Vergünstigungen**  
für Referendar:innen  
mit bis zu 15% Rabatt

✓ **Käuferschutz**  
mit Trusted Shops



Jetzt entdecken:  
**www.raabe.de**