

# Aufgaben für das Abitur im Fach Chemie

## Vorlage für Aufgaben und Erwartungshorizonte

### Kurzbeschreibung

Aufgabentitel	Zauberstifte
Anforderungsniveau	erhöht
Inhaltsbereiche	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Stoffe, Strukturen, Eigenschaften               <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Natürliche und synthetische Stoffe</li> <li>◆ Farbstoffe</li> </ul> </li> <li>◆ Chemische Reaktionen               <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Elektronenübergänge</li> <li>◆ Redoxreaktionen als Elektronenübergang</li> </ul> </li> </ul>
Materialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ M 1 Zauberstifte</li> <li>◆ M 2 Strukturformeln der Farbstoffe eines Zauberstifts</li> <li>◆ M 3 Schülerexperiment „Funktionsweise von Zauberstiften“</li> <li>◆ M 4 Ausgewählte Inhaltsstoffe eines Tintenkillers</li> </ul>
Quellenangaben	<p>M 1, M 2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Müller, B. (2018). Zauberei im Schulmäppchen: <i>Physik im Alltag</i>, 17, S. 72 f. <a href="https://pro-physik.de/zeitschriften/download/18970">https://pro-physik.de/zeitschriften/download/18970</a> (Zugriff am 28.05.2024).</li> </ul> <p>M 2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Acid Blue 93 (o. D.). Wikipedia. <a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Acid_Blue_93">https://de.wikipedia.org/wiki/Acid_Blue_93</a> (Zugriff am 25.06.2024).</li> <li>◆ Eosin Y (o. D.). Wikipedia. <a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Eosin_Y">https://de.wikipedia.org/wiki/Eosin_Y</a> (Zugriff am 25.06.2024).</li> </ul> <p>M 4</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ edding: <i>edding 13 Funtastics Magic Fun - der Farbzauberer</i>. <a href="https://www.edding.com/de-at/produkte/edding-13-funtastics-magic-fun-kinderfasermaler/">https://www.edding.com/de-at/produkte/edding-13-funtastics-magic-fun-kinderfasermaler/</a> (Zugriff am 25.06.2024).</li> <li>◆ Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung. <a href="https://degintu.dguv.de/">https://degintu.dguv.de/</a> (Zugriff am 25.06.2024).</li> </ul>
Hilfsmittel	digitales Hilfsmittel, das mindestens die Funktionalität eines WTR hat mathematisch-naturwissenschaftliche Formelsammlung
fachpraktischer Anteil	ja <input checked="" type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> Zeitzuschlag: —
Hinweise	Die folgenden Dokumente sind für den fachpraktischen Teil unter Punkt 6 zu entnehmen: Hinweise zur Durchführung, Beobachtungsbogen, Ersatzergebnisse und die Gefährdungsbeurteilung.

## 1 Aufgabe

### Zauberstifte

Seit einigen Jahren sind im Handel „Zauberstifte“ oder auch „Colour Changing Markers“ erhältlich. Diese malen mit der Farbe ihrer Hülse. Beim Übermalen mit einem mitgelieferten Farbwechselstift, dem „Magic Pen“, ändert sich die Farbe – wie von Zauberhand – in die ihrer jeweiligen Kappe. Anhand eines Experiments soll die Funktionsweise von Zauberstiften aufgeklärt werden.

- |  | BE |
|--|----|
| <p><b>1</b> Ordnen Sie die im betrachteten Zauberstift verwendeten Farbstoffe anhand der Strukturformeln der Farbstoff-Moleküle begründet einer Farbstoffklasse zu (M 1, M 2).<br/>Erläutern Sie am Beispiel der Struktur des Methylblau-Moleküls in Abbildung 1 die Grundlagen der Farbigeit organischer Verbindungen (M 2).<br/>Geben Sie für das Farbstoff-Anion eine weitere mesomere Grenzstruktur an. (M 2).</p> | 11 |
| <p><b>2</b> Führen Sie das Experiment durch und geben Sie Ihre Beobachtungen an (M 3).<br/>Werten Sie das Experiment unter Einbeziehung von Reaktionsgleichungen aus (M 2, M 3).<br/><i>Hinweis: Für den Fall, dass Sie keine auswertbaren Beobachtungen erzielt haben, können Sie sich Ersatzbeobachtungen unter Abzug von 2 BE geben lassen.</i></p>   | 17 |
| <p><b>3</b> Erläutern Sie den Farbeindruck, der nach dem Mischen der roten und blauen Tinte entstanden ist (M 3).</p>  | 7  |
| <p><b>4</b> Beurteilen Sie anhand von drei Argumenten die Verwendung von Zauberstiften für Kinder (M 5).</p>   | 5  |

#### Quellen (ggf. verändert):

- [1] Müller, B. (2018). Zauberei im Schulmäppchen: *Physik im Alltag*, 17, S. 72 f. <https://pro-physik.de/zeitschriften/download/18970> (Zugriff am 28.05.2024).  
[2] Acid Blue 93 (o. D.). Wikipedia. [https://de.wikipedia.org/wiki/Acid\\_Blue\\_93](https://de.wikipedia.org/wiki/Acid_Blue_93) (Zugriff am 25.06.2024).  
[3] Eosin Y (o. D.). Wikipedia. [https://de.wikipedia.org/wiki/Eosin\\_Y](https://de.wikipedia.org/wiki/Eosin_Y) (Zugriff am 25.06.2024).  
[4] edding: *edding 13 Funtastics Magic Fun - der Farbzauberer*. <https://www.edding.com/de-at/produkte/edding-13-funtastics-magic-fun-kinderfasermaler/> (Zugriff am 25.06.2024).  
[5] Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung. <https://degintu.dguv.de/> (Zugriff am 25.06.2024).

## 2 Material

### Material 1: Zauberstifte [1]

In den Zauberstiften und im „Magic Pen“ stecken weniger Zauberei als clevere Chemie. Tatsächlich handelt es sich um Stifte, in denen sich ein Gemisch aus zwei Farbstoffen befindet, sowie um einen einfachen Tintenlöschstift, auch als „Tintenkiller“ im Handel erhältlich.

Der „Tintenkiller“ enthält Hydrogensulfit-Ionen  $\text{HSO}_3^-$  in einer basischen Lösung. Die Hydrogensulfit-Ionen reagieren mit dem zentralen Kohlenstoff-Atom der Farbstoff-Moleküle.



### Material 2: Strukturformeln der Farbstoff-Moleküle [2], [3]

In dem dieser Aufgabe zugrunde liegenden Zauberstift befinden sich der Farbstoff Methylblau sowie der rote Farbstoff Eosin G (wie gelblich), die auch in blauer beziehungsweise roter Tinte enthalten sind.

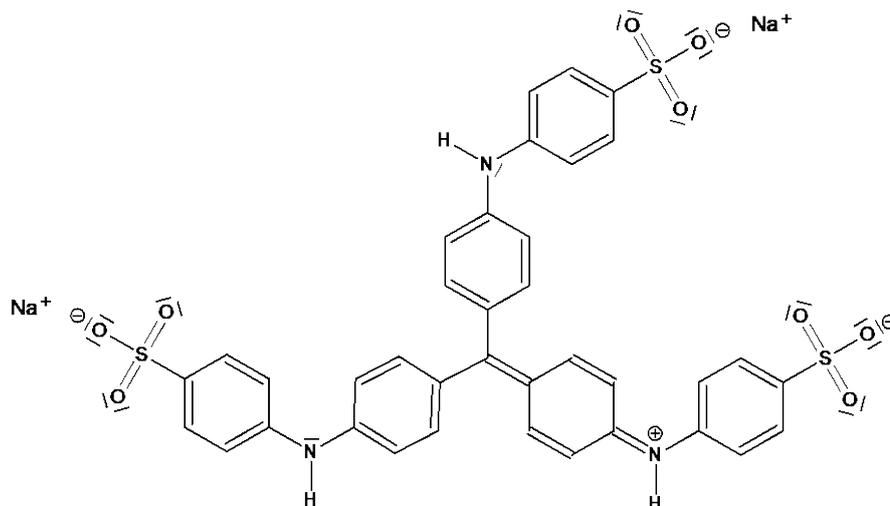


Abb. 1: Strukturformel Methylblau-Anion in neutraler bzw. basischer Lösung

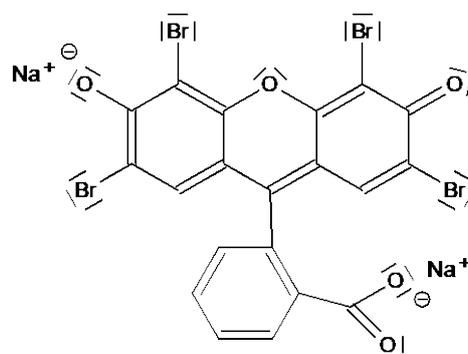


Abb. 2: Strukturformel Eosin G-Anion in neutraler und in basischer Lösung

**Profilfach Chemie**  
Thema: Farbstoffe

**Material 3: Schülerexperiment „Funktionsweise von Zauberstiften“**

Geräte:

- ◆ 2 Bechergläser (100 mL)
- ◆ Messer
- ◆ Schneidunterlage
- ◆ Pipette
- ◆ Glasstab
- ◆ Gummihandschuhe
- ◆ Schutzbrille

Chemikalien:

- ◆ 1 blaue Tintenpatrone
- ◆ 1 rote Tintenpatrone
- ◆ Wasser
- ◆ Tintenkiller

Durchführung:

- ◆ Schneiden Sie die blaue und die rote Tintenpatrone mit dem Messer auf. Mischen Sie den Inhalt der blauen Patrone mit ungefähr der Hälfte des Inhalts der roten Patrone in einem Becherglas.
- ◆ Geben Sie einen mL der Flüssigkeit in das zweite Becherglas und verdünnen Sie mit ungefähr 50 mL Wasser.
- ◆ Schneiden Sie die Seite des Tintenkillers, die zum Löschen der Tinte verwendet wird, etwa einen Zentimeter hinter der Spitze auf und entfernen Sie die Faserhülle.
- ◆ Drücken Sie aus der Faserhülle einen Tropfen der Flüssigkeit in die Tintenlösung und rühren Sie dann vorsichtig mit dem Glasstab um.

**Material 4: Ausgewählte Inhaltsstoffe eines Tintenkillers [4], [5]**

Auf den Packungen der Zauberstifte findet man überwiegend keine Angabe, ab welchem Alter die Stifte für Kinder geeignet sind. Teilweise wird angegeben, dass die Stifte für Kinder ab 3 Jahren vorgesehen sind.

Für die Inhaltsstoffe findet man im Gefahrstoffinformationssystem für den naturwissenschaftlich-technischen Unterricht der Gesetzlichen Unfallversicherung die folgenden Angaben:

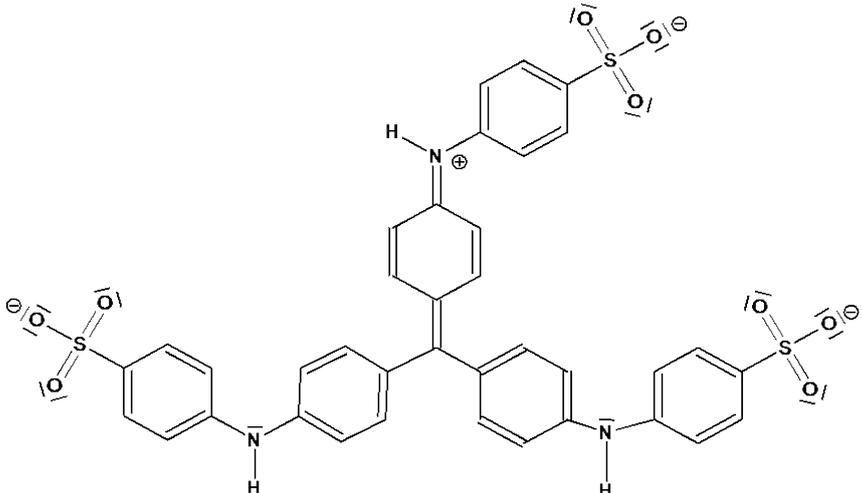
Tab. 1: Sicherheitshinweise zu den Inhaltsstoffen der Zauberstifte

Inhaltsstoff	Sicherheitshinweise		
Methylblau		<ul style="list-style-type: none"> <li>• gesundheitsschädlich beim Verschlucken</li> <li>• verursacht Haut- und Augenreizungen kann die Atemwege reizen</li> </ul>	in der Schule für Schülerinnen und Schüler ab Klasse 5 zugelassen
Eosin G		<ul style="list-style-type: none"> <li>• kann allergische Reaktionen hervorrufen</li> <li>• Verursacht schwere Augenreizungen</li> </ul>	
verdünnte Natronlauge		<ul style="list-style-type: none"> <li>• verursacht Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden</li> </ul>	
Natriumhydrogensulfid-Lösung		<ul style="list-style-type: none"> <li>• gesundheitsschädlich beim Verschlucken</li> </ul>	in der Schule keine Beschränkungen

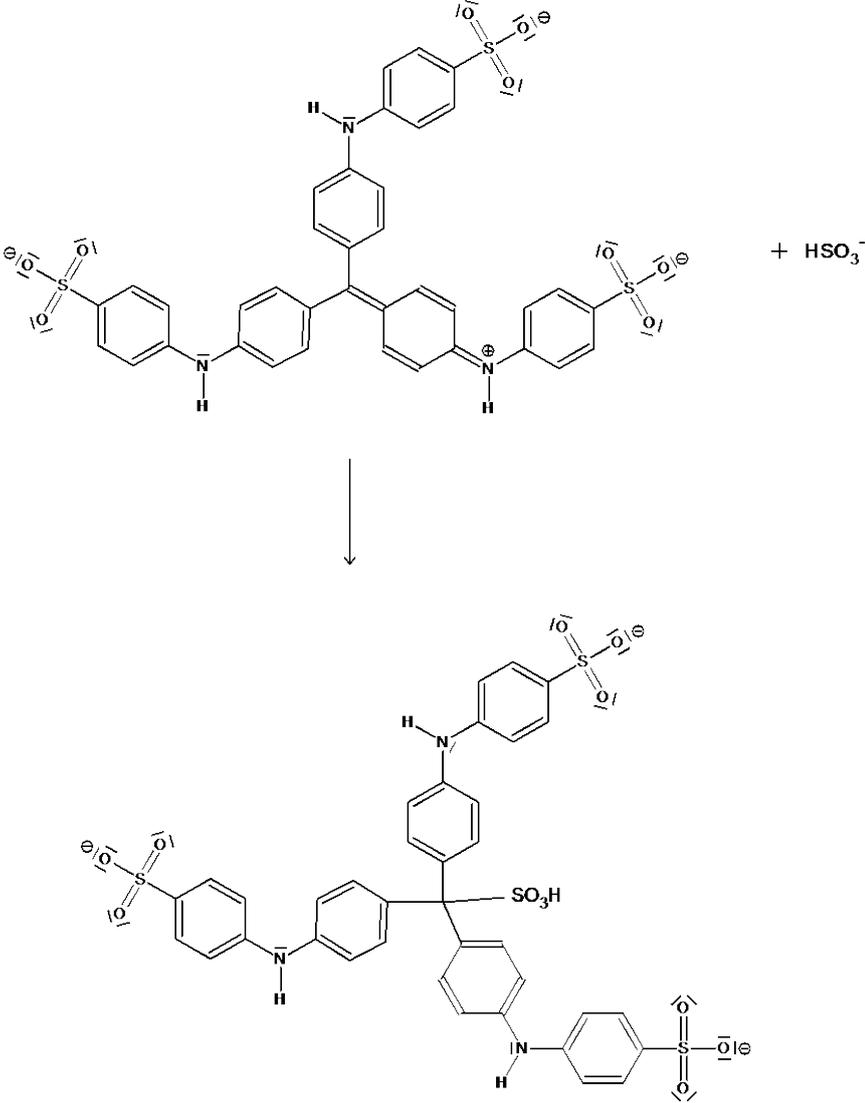
**Profilfach Chemie**  
Thema: Farbstoffe

### 3 Erwartungshorizont

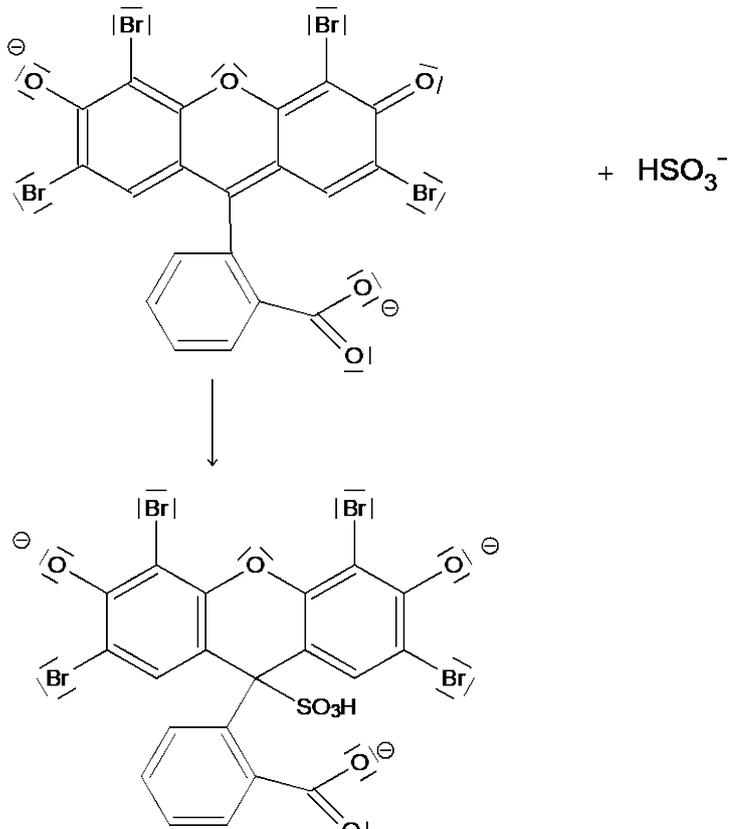
Der Erwartungshorizont stellt für jede Teilaufgabe eine mögliche Lösung dar. Nicht dargestellte korrekte Lösungen sind als gleichwertig zu akzeptieren.

		BE/AFB		
		I	II	III
1	<u>Zuordnung der Farbstoffklasse:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Beide Farbstoffe sind Triphenylmethanfarbstoffe.</li> <li>◆ Sie bestehen aus drei Benzolringen mit weiteren Substituenten, die über ein zentrales C-Atom verbunden sind.</li> </ul>	1	1	
	<u>Erläuterung der Grundlagen der Farbigkeit:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Ein Farbstoff-Molekül besitzt ein System konjugierter Doppelbindungen (Chromophor). 1</li> <li>◆ Durch Absorption von Licht einer bestimmten Wellenlänge <math>\lambda</math> erfolgt eine Anregung der Elektronen des konjugierten Doppelbindungssystems. Die jeweilige Komplementärfarbe wird wahrgenommen. 1</li> <li>◆ Die Substituenten (<i>Auxochrome und Antiauxochrome</i>) führen zu einer verbesserten Delokalisierung der Elektronen, wodurch weniger Energie zur Anregung der Elektronen benötigt wird. Dadurch verschiebt sich das Absorptionsmaximum (<math>\lambda_{\max}</math>) hin zu größeren Wellenlängen. 1</li> <li>◆ Stickstoff-Atome mit freiem Elektronenpaar (mit +M-Effekt, fungieren als Elektronenpaardonatoren: <i>Auxochrome</i>) 1</li> <li>◆ Stickstoff-Atome mit positiver Formalladung (mit -M-Effekt, fungieren als Elektronenpaarakzeptoren: <i>Antiauxochrome</i>) 1</li> </ul>			
	<u>Beispiel für eine weitere mesomere Grenzstruktur des Farbstoff-Anions:</u> 		2	
2	<u>Durchführung des Experiments:</u> 2			
	<u>Formulierung der Beobachtungen:</u> 2 <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Tintenmischung zeigt einen violetten Farbeindruck.</li> <li>◆ Nach Zugabe der Flüssigkeit aus dem Tintenkiller ist die Lösung rot.</li> </ul>			

**Profilfach Chemie**  
Thema: Farbstoffe

<p><u>Auswertung des Experiments:</u></p>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Das Methylblau wird durch die Zugabe der Hydrogensulfit-Ionen in der basischen Lösung entfärbt, die rote Farbe des Eosins bleibt bestehen.</li> <li>An beiden Molekülen greift das Hydrogensulfit-Ion das zentrale Kohlenstoff-Atom an.</li> </ul>	1	2	
<p><u>Methylblau:</u></p>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Das System der konjugierten Doppelbindungen wird unterbrochen. Es werden danach Wellenlängen in kürzerwelligen Bereichen absorbiert. Der Farbstoff ist für das menschliche Auge nicht mehr wahrzunehmen.</li> </ul>		1	1
<ul style="list-style-type: none"> <li>Reaktionsgleichung:</li> </ul>			
		2	
<p><u>Eosin:</u></p>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Das zentrale Kohlenstoff-Atom gehört nicht zum Chromophor. Die Farbigkeit von Eosin resultiert aus den oberen drei Ringen.</li> </ul>			1
<ul style="list-style-type: none"> <li>Das System der konjugierten Doppelbindungen bleibt weiterhin über das Sauerstoff-Atom im oberen Teil des Moleküls bestehen, sodass sich die Farbe nicht verändert (absorbierte Wellenlängen bleiben gleich).</li> </ul>		1	1

**Profilfach Chemie**  
Thema: Farbstoffe

	<p>♦ Reaktionsgleichung:</p> 			2
3	<p><u>Erläuterung des Farbeindrucks nach Mischung der Tinten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Beide Farbstoffe (Methylblau und Eosin) absorbieren jeweils einen bestimmten Bereich des Spektrums:</li> <li>♦ Methylblau absorbiert Licht mit den Wellenlängen von ca. 580-600 nm (gelb); dadurch wird die Komplementärfarbe blau wahrgenommen (subtraktive Farbmischung).</li> <li>♦ Eosin absorbiert Licht mit den Wellenlängen von ca. 500-560 nm (grün); dadurch wird die Komplementärfarbe rot wahrgenommen (subtraktive Farbmischung).</li> <li>♦ Die Mischung der beiden Farbstoffe absorbiert der Wellenlängen von ca. 580-600 nm und 500-560 nm. Die nicht absorbierten Wellenlängen werden von unserem Auge additiv zusammengesetzt. Der Farbeindruck ist Lila.</li> </ul>	1	2	2
4	<p><u>Beurteilung der Eignung für Kinder:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Im Magic Pen befinden sich Substanzen, die beim Verschlucken gesundheitsschädlich sind.</li> <li>♦ Andere Substanzen können Verätzungen, Haut- und Augenreizungen sowie allergische Reaktionen hervorrufen.</li> <li>♦ Kleine Kinder könnten die Stifte in den Mund stecken oder, nachdem sie die Lösung an die Finger bekommen haben, sich in den Augen wischen.</li> </ul>		3	2

**Profilfach Chemie**  
Thema: Farbstoffe

	<u>Sachurteil:</u> Die Stifte sollten erst ab einem Alter von Kindern genutzt werden, in dem ihnen auch bewusst ist, dass sie diese nicht in den Mund nehmen oder sich die Lösung in die Augen wischen dürfen.			
	<b>Summe<sup>1</sup></b>	<b>13</b>	<b>19</b>	<b>8</b>

<sup>1</sup> Bei jeder Aufgabe liegen die Anzahlen der Bewertungseinheiten – abhängig vom Anforderungsniveau – in den Bereichen, die der folgenden Tabelle zu entnehmen sind:

Anforderungsniveau	erhöht			grundlegend		
Anforderungsbereich	I	II	III	I	II	III
Anzahl der BE	11 - 13	17 - 21	8 - 10	10 - 12	13 - 16	4 - 6

## 4 Standardbezug<sup>2</sup>

---

Teilaufgabe	Kompetenzbereich			
	S	E	K	B
1	1,11		7, 8, 9	
2	12,16	1,2,5	9	
3	2	12,13	10	
4	17	4	2	7

## 5 Bewertungshinweise

---

Die Bewertung der erbrachten Prüfungsleistungen hat sich für jede Teilaufgabe nach der am rechten Rand der Aufgabenstellung angegebenen Anzahl maximal erreichbarer Bewertungseinheiten (BE) zu richten.

Für die Bewertung der Gesamtleistung eines Prüflings ist ein Bewertungsraster<sup>3</sup> vorgesehen, das angibt, wie die in den drei Prüfungsteilen insgesamt erreichten Bewertungseinheiten in Notenpunkte umgesetzt werden.

---

<sup>2</sup> Zu jeder Teilaufgabe sind zu jedem Kompetenzbereich die Nummern der Standards gemäß *Bildungsstandards für das Fach Biologie/Chemie/Physik für Allgemeine Hochschulreife* zu nennen, die zur Bearbeitung der Aufgabe erforderlich sind.

<sup>3</sup> Das Bewertungsraster ist Teil des Dokuments „Beschreibung der Struktur“, das auf den Internetseiten des IQB zum Download bereitsteht.

## 6 Hinweise für Lehrkräfte bei fachpraktischen Aufgaben

---

### 6.1 Hinweise zur Durchführung der fachpraktischen Aufgabe

---

#### Geräte pro Arbeitsplatz:

- ◆ 2 Bechergläser (100 mL)
- ◆ Messer
- ◆ Schneidunterlage
- ◆ Pipette
- ◆ Glasstab
- ◆ Gummihandschuhe
- ◆ Schutzbrille

#### Chemikalien pro Arbeitsplatz:

- ◆ 1 blaue Tintenpatrone Pelikan 4001
- ◆ 1 rote Tintenpatrone Pelikan 4001
- ◆ Wasser
- ◆ 1 Tintenkiller

#### Durchführung:

Die Prüflinge schneiden die beiden Tintenpatronen auf, mischen den Inhalt der blauen Patrone mit der Hälfte des Inhalts der roten Patrone im Becherglas.

Sie geben ungefähr 1 mL der Flüssigkeit in das zweite Becherglas und verdünnen mit etwa 50 mL Wasser.

Sie schneiden die Seite des Tintenkillers, die zum Löschen der Tinte verwendet wird, kurz etwa einen Zentimeter hinter der Spitze auf und entfernen die Faserhülle.

Sie drücken aus der Faserhülle einen Tropfen der Flüssigkeit in die Tintenlösung und rühren dann vorsichtig mit dem Glasstab um.

#### Arbeits-, Brand- und Gesundheitsschutz:

Arbeits-, Brand- und Gesundheitsschutz sind entsprechend den gesetzlichen Vorgaben sowie den bundeslandspezifischen Regelungen einzuhalten. Die Gefährdungsbeurteilung entspricht dem Stand von März 2025 und ist gegebenenfalls an aktuelle Änderungen und an die örtlichen Gegebenheiten anzupassen.

#### Hinweis an die Lehrkraft:

Sollten Sie es Ihren Prüflingen nicht zutrauen, die Patronen und den Tintenkiller aufzuschneiden, so können Sie diese Arbeitsschritte vorab vornehmen.

**Profilfach Chemie**  
Thema: Farbstoffe

6.2 Beobachtungsbogen

**Protokoll zur Erfassung der Versuchsdurchführung**

<b>Prüfling</b>		
<b>Datum, Raum</b>		
<b>Uhrzeit</b>	Versuchsbeginn:	Versuchsende:
<b>Fach, Kurs</b>	Chemie	Kurs:
<b>Prüfende Lehrkraft</b>		
<b>Betreuende Lehrkraft</b>		

<b>Experiment</b>	<b>Teilaufgabe</b>
<b>Durchführung des Experiments</b> ( 2 BE Durchführung)	Die Bewertungskriterien sind: <ul style="list-style-type: none"><li>◆ Beachtung der Sicherheitsbestimmungen: ( 1 BE)<ul style="list-style-type: none"><li>◆ Schutzbrille</li><li>◆ sichere Handhabung von Geräten und Chemikalien</li><li>◆ sauberer, aufgeräumter Arbeitsplatz</li></ul></li><li>◆ Fachgerechte Arbeitsweise: ( 1 BE)<ul style="list-style-type: none"><li>◆ Versuchsaufbau und Versuchsabläufe entsprechend der Vorgaben</li><li>◆ fachgerechtes Durchführen der Experimente</li></ul></li></ul>
<b>Beobachtungen/ Messergebnisse</b>	<input type="checkbox"/> vom Prüfling selbstständig ermittelt <input type="checkbox"/> vom Prüfling angefordert

Datum, Unterschrift der betreuenden Lehrkraft

Gemäß dem Protokoll zur Erfassung der Versuchsdurchführung erhält der Prüfling  
\_\_\_ BE von maximal 2 BE.

**Profilfach Chemie**  
Thema: Farbstoffe

---

**6.3 Ersatzergebnisse, Ersatzmesswerte, Ersatzbeobachtungen**

---

**Ersatzbeobachtungen nach Misslingen des Versuchs (Abzug max. 2 BE):**

Die Tintenmischung hat die Farbe Lila.

Nach dem Zutropfen der Tintenkiller-Flüssigkeit wird die Lösung rot.

**6.4 Weitere Hinweise**

---

Nachfolgend ist eine DEGINTU-Gefährdungsbeurteilung<sup>4</sup> angehängt. Sie entspricht dem Stand von September 2024.

---

<sup>4</sup> DGUV Information 213-098 Stoffliste zur DGUV Regel 113-018 „Unterricht in Schulen mit gefährlichen Stoffen“