

# Aufgaben für das Fach Chemie

## Vorlage für Aufgaben und Erwartungshorizonte

### Kurzbeschreibung

Aufgabentitel	Versilberung
Anforderungsniveau	erhöhtes Niveau
Inhaltsbereiche	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Chemische Reaktionen               <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Elektronenübergänge                   <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Redoxreaktionen als Elektronenübergang</li> <li>◆ elektrochemische Spannungsreihe</li> </ul> </li> <li>◆ Elektrolyse</li> <li>◆ Faraday-Gesetze</li> </ul> </li> <li>◆ Lebenswelt und Gesellschaft               <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Aktuelle Technologien und chemische Produkte</li> <li>◆ Rohstoffgewinnung und -verarbeitung</li> </ul> </li> </ul>
Materialien	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ M 1 Versilberung von Gegenständen in der Badgalvanik</li> <li>◆ M 2 Versilbern von Kupfer und Messing mittels eines Silbergels</li> <li>◆ M 3 Chemische Metallabscheidung</li> </ul>
Quellenangaben	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ M 1, M 2               <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Tifoo. <i>Galvanik Leitfaden</i>. (12.12.2017). <a href="https://www.marawe.de/media/pdf/a5/df/76/galvanik_leitfaden_1_2_1.pdf">https://www.marawe.de/media/pdf/a5/df/76/galvanik_leitfaden_1_2_1.pdf</a> (Zugriff am: 27.06.2024)</li> </ul> </li> <li>◆ M 2               <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Tifoo. <i>Silbergel, Benutzungshinweise</i>. (o. D.). <a href="https://www.tifoo.de/media/34/f4/8f/1695111676/de_anleitung_02-11.pdf">https://www.tifoo.de/media/34/f4/8f/1695111676/de_anleitung_02-11.pdf</a> (Zugriff am: 27.06.2024)</li> </ul> </li> <li>◆ M 3               <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Wotech. <i>Chemische Metallabscheidung</i> (o. D.). <a href="https://www.wotech-technical-media.de/womag/lexikon/Metallabscheidung/Allgemeines/Chemische_Metallabscheidung_Austauschverfahren_5446.php">https://www.wotech-technical-media.de/womag/lexikon/Metallabscheidung/Allgemeines/Chemische_Metallabscheidung_Austauschverfahren_5446.php</a> (Zugriff am: 27.04.2024)</li> </ul> </li> </ul>
Hilfsmittel	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ digitales Hilfsmittel, das mindestens die Funktionalität eines einfachen wissenschaftlichen Taschenrechners hat</li> <li>◆ mathematisch-naturwissenschaftliche Formelsammlung</li> </ul>
fachpraktischer Anteil	ja <input type="checkbox"/> nein <input checked="" type="checkbox"/> Zeitzuschlag: —

## 1 Aufgabe

### Versilberung

Viele Gegenstände werden mit einer Silberschicht überzogen. Diese erfüllt unterschiedliche Zwecke, beginnend mit der optischen Aufwertung von Alltagsgegenständen, wie Kerzenständern oder Besteck, bis zur Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit von Elektronikteilen.

	BE
<p><b>1</b> Beschreiben Sie den Aufbau einer Galvanisierungszelle zur Versilberung eines Gegenstands (M 1).</p> <p>Erläutern Sie die elektrochemischen Vorgänge an den Elektroden mithilfe von Reaktionsgleichungen (M 1).</p>	10
<p><b>2</b> Berechnen Sie die Masse des Silbers in Gramm, die für die vollständige Galvanisierung eines Gegenstandes mit der Oberfläche von <math>1 \text{ dm}^2</math> mit einer <math>20 \text{ }\mu\text{m}</math> dicken Silberschicht benötigt wird.</p> <p>Ermitteln Sie mithilfe der Faraday-Gleichung die Dauer dieses Vorgangs bei einer Stromstärke von <math>0,5 \text{ A}</math>.</p>	10
<p><b>3</b> Erklären Sie die elektrochemischen Zusammenhänge, die der Versilberung von Kupfer mittels des Silbergels zugrunde liegen, und geben Sie die Reaktionsgleichung an (M 2, M 3).</p> <p>Beurteilen Sie die Aussage des Herstellers des Silbergels, dass hierbei eine stromlose Versilberung durchgeführt wird (M 2).</p> <p>Erläutern Sie die Bildung einer lediglich dünnen Silberschicht, die bei dem Auftragen des Silbergels erreicht werden kann (M 2, M 3).</p>	13
<p><b>4</b> Erläutern Sie, dass Messing schneller als Kupfer durch das Auftragen des Silbergels versilbert werden kann.</p> <p>Stellen Sie eine Hypothese auf, ob Gegenstände aus reinem Zink ebenfalls für eine solche Versilberung geeignet sind (M 2, M 3).</p>	7

Quellen (ggf. verändert):

- [1] Tifoo. *Galvanik Leitfaden*. (12.12.2017). [https://www.marawe.de/media/pdf/a5/df/76/galvanik\\_leitfaden\\_1\\_2\\_1.pdf](https://www.marawe.de/media/pdf/a5/df/76/galvanik_leitfaden_1_2_1.pdf) (Zugriff am: 27.06.2024)
- [2] Tifoo. *Silbergel, Benutzungshinweise*. (o. D.). [https://www.tifoo.de/media/34/f4/8f/1695111676/de\\_anleitung\\_02-11.pdf](https://www.tifoo.de/media/34/f4/8f/1695111676/de_anleitung_02-11.pdf) (Zugriff am: 27.06.2024)
- [3] Wotech. *Chemische Metallabscheidung*. (o. D.). [https://www.wotech-technical-media.de/womag/lexikon/Metallabscheidung/Allgemeines/Chemische\\_Metallabscheidung\\_Austauschverfahren\\_5446.php](https://www.wotech-technical-media.de/womag/lexikon/Metallabscheidung/Allgemeines/Chemische_Metallabscheidung_Austauschverfahren_5446.php) (Zugriff am: 27.04.2024)

## 2 Material

### Material 1: Versilberung von Gegenständen mit der Badgalvanik [1]

Mithilfe verschiedener Galvanisierungszellen können Gegenstände mit Metallüberzügen versehen werden. Die folgende Abbildung zeigt die so genannte Badgalvanik. Durch die Wahl der Edukte wird der Gegenstand in diesem Fall versilbert.

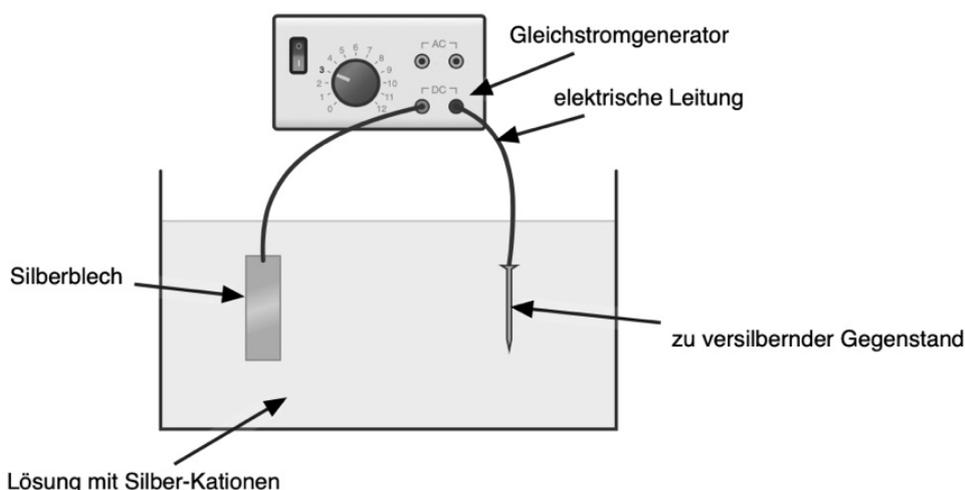


Abb. 1: Aufbau einer Galvanisierungszelle zur Versilberung eines Gegenstands.

### Material 2: Versilbern von Kupfer und Messing mittels eines Silbergels [2]

Auszug aus der Gebrauchsanweisung eines Silbergels:

#### Anwendungsfelder:

Zum Versilbern von Kupfer und Messing. Ermöglicht es, große Flächen einfach und stromlos zu versilbern. Einreiben, einwirken lassen, abwaschen, perfekter Silberglanz!

#### Verwendung:

Reiben Sie die Oberfläche mit Hilfe eines Pinsels oder eines weichen Tuchs mit Silbergel ein. Nach kurzer Einwirkzeit sollten Sie den Beginn der Versilberung bereits sehen. Polieren Sie den Gegenstand vollständig mit dem Versilberungsgel, bis Sie den gewünschten Grad an Silberglanz erreicht haben. Waschen Sie das überschüssige Gel ab und trocknen Sie die Oberfläche. Beachten Sie folgende Hinweise:

#### Verwendung auf Messing<sup>1</sup>:

Tragen Sie das Silbergel mit einem Pinsel auf den Gegenstand auf und lassen Sie das Silbergel mehrere Minuten einwirken. Die Versilberung setzt bei Messing sehr schnell ein.

#### Verwendung auf Kupfer:

Tragen Sie das Silbergel wie oben beschrieben auf. Kupfer wird viel langsamer versilbert als Messing.

<sup>1</sup> Bei Messing handelt es sich um eine Legierung aus Kupfer und Zink.

**Material 3: Chemische Metallabscheidung [3]**

Eine spezielle Variante der Galvanik ist die chemische Metallabscheidung im Austauschverfahren. Hierbei wird die Tatsache genutzt, dass sich die Metalle in ihrem elektrochemischen Verhalten unterscheiden.

Der Vorgang endet, sobald die gesamte Oberfläche mit dem edleren Beschichtungsmetall abgedeckt ist. Die so hergestellten Schichten sind mit deutlich unter **0,1  $\mu\text{m}$**  sehr dünn.

**Profilfach Chemie**  
Thema: Elektrochemie

### 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>Beschreibung der Galvanisierungszelle:</u>	4		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ In der Galvanisierungszelle befindet sich eine Elektrolyt-Lösung, in der Silber-Ionen gelöst sind.</li> <li>◆ In die Elektrolytlösung wird ein Silberblech und der zu versilbernde Gegenstand als Elektroden hineingehängt.</li> <li>◆ Das Silberblech und der Gegenstand sind leitend verbunden.</li> <li>◆ Zwischen den Elektroden ist ein Gleichstromgenerator angeschlossen.</li> </ul>			
	<u>Erläuterung der elektrochemischen Vorgänge:</u>		4	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Da sich Silber-Atome an dem Gegenstand abscheiden sollen, muss dieser Gegenstand die mit dem Minuspol verbundene Elektrode, die Kathode, bilden.</li> <li>◆ Das Silberblech wird mit dem Pluspol verbunden und fungiert damit als Anode.</li> <li>◆ Die Silber-Atome aus dem Blech gehen unter Elektronenabgabe in die Elektrolytlösung über.</li> <li>◆ Gleichzeitig reagieren Silber-Ionen an der Kathode zu Silber-Atomen und scheiden sich an dem Gegenstand ab. Mit der Zeit bildet sich eine Silberschicht auf dem Gegenstand.</li> </ul>			
	<u>Reaktionsgleichungen:</u>	2		
	Oxidation an der Anode: $\text{Ag} \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{e}^-$			
	Reduktion an der Kathode: $\text{Ag}^+ + \text{e}^- \rightarrow \text{Ag}$			
2	<u>Berechnungen:</u>			
	◆ Stoffmenge:			
	Volumen: $V_{\text{Ag}} = 1 \text{ dm}^2 \cdot 20 \mu\text{m} = 100 \text{ cm}^2 \cdot 0,002 \text{ cm} = 0,2 \text{ cm}^3$ .		2	
	Es gilt: $m_{\text{Ag}} \approx 108 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$ und $\rho_{\text{Ag}} = 10,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ .		2	
Damit ergibt sich für die Masse des benötigten Silbers:				
$m = 0,2 \text{ cm}^3 \cdot 10,5 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 2,1 \text{ g}$ .		2		
◆ Dauer des Vorgangs:				
Es gilt: $n = 2,1 \text{ g} : 108 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \approx 0,0194 \text{ mol}$ .		2		
Weiter ergibt sich aus der Formel $n = \frac{I \cdot t}{z \cdot F}$ für die benötigte Zeit:				
$t = \frac{n \cdot z \cdot F}{I} = \frac{0,0194 \text{ mol} \cdot 1 \cdot 96485,33 \frac{\text{A} \cdot \text{s}}{\text{mol}}}{0,5 \text{ A}} \approx 3743 \text{ s} \approx 62 \text{ min} \approx 1 \text{ h}$		2		

**Profilfach Chemie**  
Thema: Elektrochemie

<p><b>3</b></p>	<p><u>Erklärung der elektrochemischen Zusammenhänge:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Kationen verschiedener Metall-Atome weisen eine unterschiedlich starke Tendenz zur Elektronenaufnahme auf.</li> <li>◆ Das Redoxpotential ist ein Maß für das unterschiedliche Reduktionsvermögen der Kationen.</li> <li>◆ Je höher das Redoxpotential eines Metalls ist, desto stärker ist die Tendenz seiner Kationen, Elektronen aufzunehmen, und desto edler ist das Metall.</li> <li>◆ Kationen eines edleren Metalls nehmen daher Elektronen von Atomen unedlerer Metalle auf.</li> <li>◆ Es findet ein Elektronenübergang statt.</li> </ul> <p><i>Hinweis: Die Argumentation kann auch durch die Betrachtung der Standardpotenziale erfolgen.</i></p> <p><u>Reaktionsgleichung:</u></p> $\text{Cu} + 2\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{Ag}$ <p><u>Beurteilung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Bei dieser Methode wird kein Stromkreis mit Gleichstromgenerator angeschlossen.</li> <li>◆ Es findet ein Elektronenübergang während dieser Reaktion statt.</li> <li>◆ Die Aussage des Herstellers stimmt in Bezug auf einen externen Stromkreis. Elektronenübertragung kann jedoch als Stromfluss betrachtet werden. Damit läuft der Vorgang nicht vollkommen stromlos ab.</li> </ul> <p><u>Schichtdicke:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Die Übertragung der Elektronen kann nur so lange stattfinden, wie Kupfer-Atome Kontakt zum Gel, also zu Silber-Kationen haben.</li> <li>◆ Sobald der Gegenstand vollständig mit einer Silberschicht bedeckt ist, hört die Reaktion auf.</li> <li>◆ Dann haben nur noch Silber-Atome Kontakt zur Elektrolyt-Lösung und es kann keine weitere Abscheidung von Silber auf der Oberfläche stattfinden.</li> </ul>	<p>5</p>	<p>2</p>	<p>1</p> <p>2</p>
<p><b>4</b></p>	<p><u>Erläuterung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Zink ist ein unedleres Metall als Kupfer.</li> <li>◆ Zink-Atome reagieren unter schnellerer Elektronenabgabe an Silber-Ionen als Kupfer-Atome.</li> <li>◆ Somit findet die Abscheidung von Silber-Atomen auf Messing schneller statt als auf Kupfer.</li> </ul> <p><u>Hypothese:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Gegenstände aus reinem Zink sind für eine Galvanisierung nicht geeignet.</li> </ul> <p><u>Begründung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Gegenstände aus Zink sind mit einer Zinkoxid-Schicht überzogen, die die Zink-Atome von der Elektrolyt-Lösung trennt.</li> </ul>	<p>3</p>	<p>1</p>	<p>1</p> <p>2</p>

**Profilfach Chemie**  
Thema: Elektrochemie

	<p>♦ Die Zinkoxid-Schicht passiviert die Oberfläche des Gegenstands, da sie Zink-Kationen enthält, die keine Elektronen an Silber-Kationen abgeben können, und den Elektronenfluss aus den Zink-Atomen unterhalb dieser Schicht zu Silber-Kationen verhindert.</p>			
<b>Summe<sup>2</sup></b>		<b>11</b>	<b>20</b>	<b>9</b>

<sup>2</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>3</sup>

---

Teilaufgabe	Kompetenzbereich			
	S	E	K	B
1	16		7, 9, 10	
2	17		2	
3	2, 6, 16			1
4	3, 9	3		

## 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>4</sup> vorgesehen, das angibt, wie die in den drei Prüfungsteilen insgesamt erreichten Bewertungseinheiten in Notenpunkte umgesetzt werden.

---

<sup>3</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>4</sup> Das Bewertungsraster ist Teil des Dokuments „Beschreibung der Struktur“, das auf den Internetseiten des IQB zum Download bereitsteht.