

**Beispielaufgabe für die  
zentrale schriftliche Abiturprüfung****ab 2015****Chemie  
Leistungskurs****Aufgabenstellung A****für Prüflinge**

<b>Themenschwerpunkte:</b>	Redoxreaktionen und galvanische Elemente
<b>Kurztitel:</b>	<b>Der elektrische Weidezaun</b>
<b>Hilfsmittel:</b>	Nachschlagewerk zur Rechtschreibung der deutschen Sprache, nicht programmierbarer und nicht grafikfähiger Taschenrechner, an der Schule eingeführtes Tafelwerk / Formelsammlung
<b>Material:</b>	Materialien 1 bis 3
<b>Bearbeitungszeit:</b>	270 Minuten einschließlich der Auswahlzeit
<b>Hinweis:</b>	Es müssen zwei Aufgabenstellungen bearbeitet werden.

**Herbstzeit: Weideausbruchszeit?**

Wie jedes Jahr um diese Zeit, wenn das Futter auf den Weiden knapp wird, mehrern sich die Meldungen über schwere Verkehrsunfälle, die durch ausgebrochene Pferde verursacht werden.

In jedem Fall haften die Halter dieser Pferde für die entstehenden Schäden. Für Pferdeweiden (Koppeln), die nahe an Straßen oder Autobahnen liegen, gelten daher besonders strenge Regeln für die Errichtung von Weidezäunen. So müssen diese zum Beispiel eine bestimmte Höhe haben.



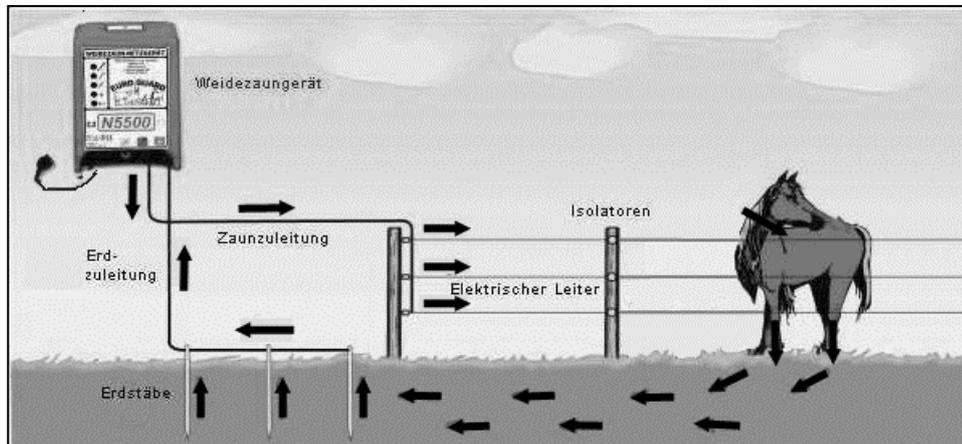
The screenshot shows the top part of a news article on the Hamburger Abendblatt website. The page title is 'Hamburger Abendblatt' with a logo. Below it, there is a navigation bar with links for 'Home', 'Hamburg', 'Region', 'Politik', 'Sport', 'Wirtschaft', 'Aus aller Welt', 'Kultur & Live', 'Wissen', 'Reise', and 'Auto'. The article title is 'Pferde entlaufen - Massenkarambolage' and the sub-headline is 'Eine Gruppe entlaufener Pferde hat auf der Autobahn 9 bei Triptis für eine Massenkarambolage gesorgt.' The article text begins with 'Triptis. Schreckensmeldung von der Autobahn A9 bei Triptis: Am frühen Freitagmorgen sind in der Nähe der A9 eine Gruppe von acht Pferden von einer Koppel entlaufen und auf die Autobahn galoppiert. Die Tiere verursachten eine Massenkarambolage.'

Quelle geändert nach: [http://www.dhd24.com/extra/pferde-anzeiger/magazin/0910/artikelid\\_3652.html](http://www.dhd24.com/extra/pferde-anzeiger/magazin/0910/artikelid_3652.html) (Stand 22.10.2012)  
<http://www.abendblatt.de/vermishtes/article1584574> (Stand 22.10.2012)

### Material 1: Der elektrische Weidezaun

Die Betreiber eines Reiterhofes möchten aus Sicherheitsgründen ihre Pferdekoppeln durch einen elektrischen Weidezaun sichern. Dazu informieren sie sich im Internet und finden Folgendes:

#### Der elektrische Weidezaun: Ein Kreislauf-System



#### Funktionsweise des elektrischen Weidezauns:

Kommt ein Tier mit dem elektrischen Leiter in Berührung, so schließt sich der Stromkreis und das Tier erhält einen Stromschlag. Dieser ist zwar für das Tier vollkommen ungefährlich, bezweckt aber, dass das Tier dem Elektrozaun in Zukunft mit Respekt begegnet.

#### Aufbau:

Hauptbestandteile des elektrischen Weidezauns sind

- ein Weidezaungerät → dient als Spannungsquelle,
- elektrische Leiter (Band/Litze/Seil) → sie umspannen die Weide oder Pferdekoppel,
- Pfosten mit Isolatoren → sie verhindern ein Ableiten des Stromes in die Erde,
- die Erdung (Metallstäbe) → Weil der elektrische Leiter „Boden“ einen hohen Widerstand hat, verwendet man Erdungsstäbe. Sie erhöhen den Querschnitt des Leiters „Boden“ und verringern dadurch den Widerstand. Der Strom fließt durch den Boden zu den Erdungsstäben und von dort zum Weidezaungerät zurück.

Quelle geändert nach: <http://www.gs-zaunsysteme.de/Zaunsysteme/zaunsysteme.html>

Da auf der Pferdekoppel kein Stromnetz für den Anschluss des Weidezaungerätes verfügbar ist, verwenden die Betreiber des Reiterhofes anstelle des Weidezaungerätes große Platten aus Kupfer und Zink, die sie mit Ausnahme der endständigen Platten immer paarweise in eine Holzkiste mit feuchtem Lehm stecken. Von den äußeren Metallplatten spannen sie einen elektrischen Leiter um die gesamte Pferdekoppel. Mit ihrer Anordnung soll eine Spannung von 9 V erreicht werden. Zur Überprüfung der Funktionstüchtigkeit wird eine kleine Leuchtdiode installiert und für die Erdung kommen Eisenstäbe zum Einsatz.

Anfangs funktioniert der Zaun sehr gut, doch dann treten Probleme auf. Im Sommer nach einer lang anhaltenden, warmen Schönwetterphase, stellen die Betreiber des Reiterhofes fest, dass die Leuchtdiode ausgefallen ist. Sie können das Problem beseitigen, doch schon im nächsten Frühjahr bemerken sie, dass die Eisenstäbe verrottet sind.

Ein benachbarter Landwirt macht einen Vorschlag zur Einsparung von Materialkosten. Mit deutlich weniger, aber doppelt so dicken Metallplatten soll die geforderte Spannung erzielt werden.

**Material 2: Was ist Lehm?**

Lehm ist weitverbreitet und leicht verfügbar, er stellt einen der ältesten Baustoffe dar. Lehm besteht im Wesentlichen aus einer Mischung von Sand und Ton. Die Hauptbestandteile sind wasserunlösliche Silicium-, Aluminium- und Eisenoxide. Je nach Fundort enthalten Lehme Mineralstoffe sowie organische Bestandteile in unterschiedlichen Zusammensetzungen.

In feuchtem Zustand quillt Lehm auf und er wird verformbar, in festem Zustand wird er hart. In gebrannter Form eignet er sich als Baustoff für Ziegelsteine.

Quelle geändert nach: Matthes, S.: „Mineralogie“, Springer Verlag Berlin, 1990, S. 295

**Material 3: Elektrochemische Spannungsreihe**

Standardpotenziale bei 25 °C; 101,3 kPa; pH = 0

Element im Redox-Paar, dessen Oxidationsstufe sich ändert	oxidierte Form + z e <sup>-</sup>	⇌	reduzierte Form	Standardpotenzial E°
Fluor (F)	F <sub>2</sub> + 2 e <sup>-</sup>	⇌	2 F <sup>-</sup>	+2,87 V
Gold (Au)	Au <sup>+</sup> + e <sup>-</sup>	⇌	Au	+1,69 V
Chlor (Cl)	Cl <sub>2</sub> + 2 e <sup>-</sup>	⇌	2 Cl <sup>-</sup>	+1,36 V
Platin (Pt)	Pt <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	⇌	Pt	+1,20 V
Brom (Br)	Br <sub>2</sub> + 2 e <sup>-</sup>	⇌	2 Br <sup>-</sup>	+1,07 V
Silber (Ag)	Ag <sup>+</sup> + e <sup>-</sup>	⇌	Ag	+0,80 V
Eisen (Fe)	Fe <sup>3+</sup> + e <sup>-</sup>	⇌	Fe <sup>2+</sup>	+0,77 V
Iod (I)	I <sub>2</sub> + 2 e <sup>-</sup>	⇌	2 I <sup>-</sup>	+0,53 V
Kupfer (Cu)	Cu <sup>+</sup> + e <sup>-</sup>	⇌	Cu	+0,52 V
Sauerstoff (O)	O <sub>2</sub> + 2 H <sub>2</sub> O + 4 e <sup>-</sup>	⇌	4 OH <sup>-</sup>	+0,40 V
Kupfer (Cu)	Cu <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	⇌	Cu	+0,35 V
Kupfer (Cu)	Cu <sup>2+</sup> + e <sup>-</sup>	⇌	Cu <sup>+</sup>	+0,16 V
<b>Wasserstoff (H<sub>2</sub>)</b>	<b>2 H<sup>+</sup> + 2 e<sup>-</sup></b>	<b>⇌</b>	<b>H<sub>2</sub></b>	<b>0 V</b>
Eisen (Fe)	Fe <sup>3+</sup> + 3 e <sup>-</sup>	⇌	Fe	-0,04 V
Blei (Pb)	Pb <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	⇌	Pb	-0,13 V
Zinn (Sn)	Sn <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	⇌	Sn	-0,14 V
Molybdän (Mo)	Mo <sup>3+</sup> + 3 e <sup>-</sup>	⇌	Mo	-0,20 V
Nickel (Ni)	Ni <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	⇌	Ni	-0,23 V
Cobalt (Co)	Co <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	⇌	Co	-0,28 V
Cadmium (Cd)	Cd <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	⇌	Cd	-0,40 V
Eisen (Fe)	Fe <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	⇌	Fe	-0,44 V
Schwefel (S)	S + 2 e <sup>-</sup>	⇌	S <sup>2-</sup>	-0,48 V
Nickel (Ni)	NiO <sub>2</sub> + 2 H <sub>2</sub> O + 2 e <sup>-</sup>	⇌	Ni(OH) <sub>2</sub> + 2 OH <sup>-</sup>	-0,49 V
Chrom (Cr)	Cr <sup>3+</sup> + 3 e <sup>-</sup>	⇌	Cr	-0,76 V
Zink (Zn)	Zn <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	⇌	Zn	-0,76 V
Wasser	2 H <sub>2</sub> O + 2 e <sup>-</sup>	⇌	H <sub>2</sub> + 2 OH <sup>-</sup>	-0,83 V
Chrom (Cr)	Cr <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	⇌	Cr	-0,91 V
Mangan (Mn)	Mn <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	⇌	Mn	-1,18 V
Aluminium (Al)	Al <sup>3+</sup> + 3 e <sup>-</sup>	⇌	Al	-1,66 V
Magnesium (Mg)	Mg <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	⇌	Mg	-2,372 V
Natrium (Na)	Na <sup>+</sup> + e <sup>-</sup>	⇌	Na	-2,71 V
Calcium (Ca)	Ca <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	⇌	Ca	-2,76 V
Barium (Ba)	Ba <sup>2+</sup> + 2 e <sup>-</sup>	⇌	Ba	-2,90 V
Kalium (K)	K <sup>+</sup> + e <sup>-</sup>	⇌	K	-2,92 V
Lithium (Li)	Li <sup>+</sup> + e <sup>-</sup>	⇌	Li	-3,05 V

**Aufgaben:**

- |   | <b>BE</b> |
|---|-----------|
| 1. Fertigen Sie eine schematische Zeichnung vom Aufbau und zur Funktion der Spannungsquelle an. Erläutern Sie daran das Prinzip der Stromerzeugung auf der Grundlage des Donator-Akzeptor-Konzeptes.  | <b>20</b> |
| 2. Ermitteln Sie die Anzahl an Zink- und Kupferplatten, die benötigt wird, um die geforderte Spannung zu erreichen.<br>Erläutern Sie dabei zuerst Ihre Vorgehensweise.<br>Begründen Sie die Maßnahme der Reiterhofbetreiber, einige Metallplatten zusätzlich einzusetzen. | <b>17</b> |
| 3. Erklären Sie die Ursachen für die beschriebenen Probleme und erläutern Sie jeweils eine Maßnahme, um diese zu beseitigen.  | <b>8</b>  |
| 4. Diskutieren und bewerten Sie den Ratschlag des benachbarten Landwirtes.  | <b>5</b>  |

**Beispielaufgabe für die  
zentrale schriftliche Abiturprüfung**
**ab 2015**

# Chemie

## Leistungskurs

**Erwartungshorizont A**
**für Lehrkräfte**

Bitte kontrollieren Sie vor Beginn der Arbeit die Vollständigkeit der Aufgabensätze für die Prüflinge.

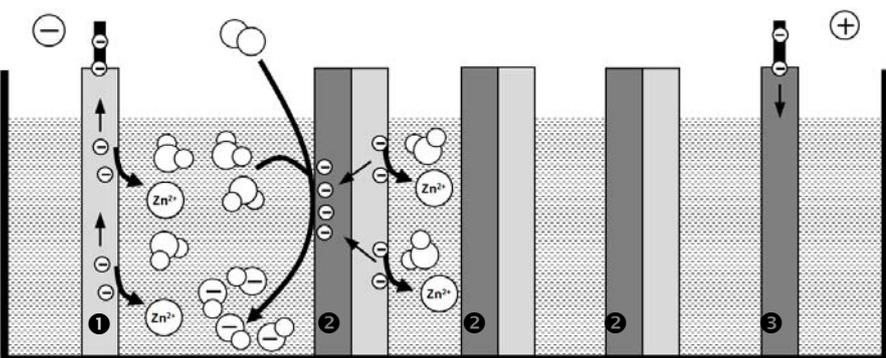
**Thema:**
**Der elektrische Weidezaun**
**Aufgabenart:**

Aufgabe mit fachspezifischem Material

**Hilfsmittel:**

Nachschlagewerk zur Rechtschreibung der deutschen Sprache, nicht programmierbarer und nicht grafikfähiger Taschenrechner, an der Schule eingeführtes Tafelwerk / Formelsammlung

Die Beschreibungen der erwarteten Schülerleistungen enthalten keine vollständigen Lösungen, sondern nur kurze Angaben. Hier nicht genannte, aber gleichwertige Lösungswege sind gleichberechtigt.

Aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistungen	AB		
		I	II	III
1	<p><b>schematische Zeichnung</b> nach dem Grundprinzip der Voltaschen Säule, z. B.:</p>  <p> <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #cccccc; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Zink               <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #808080; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Kupfer               <span style="display: inline-block; border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 15px; height: 15px; text-align: center; vertical-align: middle;">Zn<sup>2+</sup></span> Zink-Ion               <span style="display: inline-block; border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 15px; height: 15px; text-align: center; vertical-align: middle;">OH<sup>-</sup></span> Hydroxid-Ion               <span style="display: inline-block; border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 15px; height: 15px; text-align: center; vertical-align: middle;">O<sub>2</sub></span> Sauerstoffmolekül  <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black; border-radius: 50%; text-align: center; vertical-align: middle;">⊖</span> Elektron               <span style="display: inline-block; border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 15px; height: 15px; text-align: center; vertical-align: middle;">H<sub>2</sub>O</span> Wasser-Molekül               <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, #cccccc 2px, #cccccc 4px); border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Lehm         </p>		7	

Aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistungen	AB		
		I	II	III
1	<p><b>Erläuterung der Funktionsweise der Spannungsquelle:</b></p> <p><u>Grundprinzip:</u> Mehrere galvanische Elemente sind in der Lehmkiste kombiniert, dabei fungieren feuchter Lehm als Elektrolyt, die Zinkplatten als Anode (Minuspol) und die Kupferplatten als Kathode (Pluspol); durch die Elektronenabgabe am unedleren Metall entsteht eine elektrische Spannung zwischen Anode und Kathode, die für den Weidezaun genutzt wird;</p> <p><u>Anwendung des Donator-Akzeptor-Konzeptes:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anode: Oxidation als Elektronenabgabe <math>\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2 \text{e}^-</math> Zink löst sich auf, Elektronen wandern über elektrische Leiter zur Kathode (⊖)</li> <li>• an der Kathode verläuft die Reduktion; Reduktion als Elektronenaufnahme, Elektronen stammen von den benachbarten Zinkplatten (⊖) bzw. werden über elektrische Leiter aus dem Stromkreis geliefert (⊖)</li> </ul> <p><i>Nur eine von mehreren Möglichkeiten für die Reduktion muss beschrieben werden:</i></p> <p><b>a)</b> bei Verwendung polierter Kupferplatten in einem neutralen Elektrolyten wird am Kupfer Sauerstoff aus der Luft reduziert <math>\text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + 4 \text{e}^- \rightarrow 4 \text{OH}^-</math></p> <p><b>b)</b> bei nicht polierten Kupferplatten, sind diese mit einer Oxidschicht überzogen, so dass sich zunächst Kupfer zurückbildet, danach Variante a) oder c) <math>\text{Cu}^{2+} + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{Cu}</math></p> <p><b>c)</b> bei Annahme eines sauren Milieus des Elektrolyten werden Wasserstoff-Ionen reduziert <math>2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- \rightarrow \text{H}_2</math></p>	3	6	
2	<p><b>Beschreibung der Vorgehensweise:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ermittlung der Spannung eines galvanischen Elements durch Differenzbildung zwischen den Standard-Elektrodenpotenzialen</li> <li>• Ermittlung der Anzahl der galvanischen Elemente mittels Dividieren der geforderten Spannung durch die Spannung eines galvanischen Elements</li> <li>• Schlussfolgerung der benötigten Anzahl der Zink- und Kupferplatten</li> </ul> <p><b>Berechnung der benötigten Metallplatten:</b></p> <p><u>Ermittlung der Spannung eines galvanischen Elements</u></p> <p>a) <math>\Delta E = + 0,40 \text{ V} - (-0,76) \text{ V} = 1,16 \text{ V}</math> b) <math>\Delta E = + 0,35 \text{ V} - (-0,76) \text{ V} = 1,11 \text{ V}</math> c) <math>\Delta E = + 0 \text{ V} - (-0,76) \text{ V} = 0,76 \text{ V}</math></p> <p><u>Ermittlung der Anzahl der galvanischen Elemente</u></p> <p>a) <math>9 \text{ V} : 1,16 \text{ V} = 7,75</math> b) <math>9 \text{ V} : 1,11 \text{ V} = 8,1</math> c) <math>9 \text{ V} : 0,76 \text{ V} = 11,8</math></p>	8	6	

Aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistungen	AB		
		I	II	III
2	<p><u>Ermittlung der Anzahl der galvanischen Elemente</u></p> <p>a) <math>9\text{ V} : 1,16\text{ V} = 7,75</math>  b) <math>9\text{ V} : 1,11\text{ V} = 8,1</math>  c) <math>9\text{ V} : 0,76\text{ V} = 11,8</math></p> <p><u>Schlussfolgerung</u></p> <p>a) Es werden 8 Zink- und 8 Kupferplatten benötigt.  b) Es werden 9 Zink- und 9 Kupferplatten benötigt.  c) Es werden 12 Zink- und 12 Kupferplatten benötigt.</p> <p><b>Begründung durch Reflexion der realen Bedingungen (T / pH):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Bedingt durch die unterschiedlichen Witterungsverhältnisse herrschen in der Lehmkiste keine Standardbedingungen. Es ist davon auszugehen, dass im Winter, Frühjahr und im Herbst weniger elektrische Energie erzeugt werden kann als unter Standardbedingungen berechnet wurde.</li> </ul>		3	
3	<p><b>Erklärung der Ursachen:</b></p> <p>I. Nichtleuchten der LED ist auf das Austrocknen des Lehms während der Schönwetterphase und damit auf den Verlust des Elektrolyten zurückzuführen.</p> <p>II. Das Verrotten der Eisenstäbe ist auf die Korrosion von Eisen (Rosten) zurückzuführen, da sich im feuchten, mineralstoffhaltigen, durchlüfteten Boden Lokalelemente bilden.</p> <p><b>Erläutern einer Maßnahme zur Problembeseitigung:</b></p> <p>zu I. geeignete Maßnahmen zum Schutz vor Wasserverlust (z. B. wasserdichter Behälter mit luftdurchlässigem Deckel) bzw. zur Wasserversorgung</p> <p>zu II. Einsatz von Opferanoden damit die Funktionalität als Leiter im Boden gewährleistet bleibt, am Beispiel eines unedleren Metalls erläutert (z. B. Verzinken, etc.)</p>	4	4	
4	<p><b>Diskussion des Ratschlages</b></p> <p><u>Pro- und Contra-Argumente gegenüberstellen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pro: dickere Zinkplatten wären wegen der Auflösung von Zink langlebiger</li> <li>Contra: die Stärke (Dicke) der Metallplatten hat keinen Einfluss auf die Spannung  zudem würden weniger galvanische Elemente eine geringere Spannung erzeugen</li> </ul> <p><u>Bewertung des Ratschlages:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ratschlag muss abgelehnt werden, da er die Funktionstüchtigkeit des Weidezaunes nicht gewährleistet.</li> </ul>			5
<b>BE</b>		<b>19</b>	<b>26</b>	<b>5</b>
<b>prozentuale Verteilung</b>		<b>38</b>	<b>52</b>	<b>10</b>
<b>Summe BE</b>		<b>50</b>		

**Überblick über die fachlichen und methodischen Kompetenzen laut EPA vom 05.02.2004**

<b>Fachwissen</b>	<b>Fachmethoden</b>	<b>Kommunikation</b>	<b>Reflexion</b>
<p>Die Prüflinge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden Kenntnisse über Merkmale, Verlauf und Bedingungsabhängigkeit chemischer Reaktionen an;</li> <li>• erkennen Zusammenhänge zwischen Struktur, Eigenschaften und Verwendung der Stoffe;</li> <li>• strukturieren erworbenes Wissen auf der Grundlage der fachlichen Basiskonzepte (Donator-Akzeptor-Konzept);</li> </ul>	<p>Die Prüflinge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden geeignete Modelle zur Beschreibung und Erklärung chemischer Sachverhalte an;</li> <li>• interpretieren chemische Reaktionen auf der Teilchenebene;</li> <li>• wenden mathematische Verfahren und Hilfsmittel zur Lösung exemplarischer Aufgaben an;</li> </ul>	<p>Die Prüflinge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen chemische Sachverhalte und Erkenntnisse in unterschiedlicher Form (Skizzen, Reaktionsgleichungen) dar;</li> </ul>	<p>Die Prüflinge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• betrachten Aussagen aus unterschiedlichen Perspektiven und bewerten diese sachgerecht auf der Grundlage chemischer Kenntnisse</li> </ul>

**Beispielaufgabe für die  
zentrale schriftliche Abiturprüfung****ab 2015****Chemie  
Leistungskurs****Aufgabenstellung B****für Prüflinge**

---

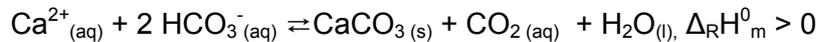
<b>Themenschwerpunkte:</b>	Chemisches Gleichgewicht
<b>Kurztitel:</b>	<b>Enthärter in Waschmitteln</b>
<b>Hilfsmittel:</b>	Nachschlagewerk zur Rechtschreibung der deutschen Sprache, nicht programmierbarer und nicht grafikfähiger Taschenrechner, an der Schule eingeführtes Tafelwerk / Formelsammlung
<b>Materialien:</b>	Materialien 1 bis 7
<b>Bearbeitungszeit:</b>	270 Minuten einschließlich der Auswahlzeit
<b>Hinweis:</b>	Es müssen zwei Aufgabenstellungen bearbeitet werden.

---

In Supermärkten kann man eine große Menge verschiedener Produkte zum Wäschewaschen kaufen. Neben verschiedenen festen oder flüssigen Waschmittelmixturen, die mit zunehmender Wasserhärte höher dosiert werden sollen, gibt es in den Regalen auch Baukastensysteme, die aus einer Tensidmischung, einem Bleichmittel und einem Wasserenthärter, jeweils in unterschiedlichen Verpackungen, bestehen. Außerdem werden auch reine Wasserenthärter (z. B. Calgon), die als Wirkstoffe Polycarboxylate und / oder Zeolithe enthalten, angeboten. Alle diese Produkte werden intensiv beworben und die Diskussion „Lohnt sich der Kauf zusätzlicher Enthärter?“ wird in diversen Internet-Foren lebhaft geführt.

**Material 1: Wasserhärte**

In den verschiedenen Regionen Deutschlands unterscheidet sich die (jeweilige) Zusammensetzung des Leitungswassers. Es hat verschiedene Härtegrade, für die die darin enthaltenen Calcium- und Magnesium-Ionen verantwortlich sind. Diese bilden mit Hydrogencarbonat-Ionen in einer Gleichgewichtsreaktion Kesselstein, hier am Beispiel des Calciumcarbonat-Anteils verdeutlicht:

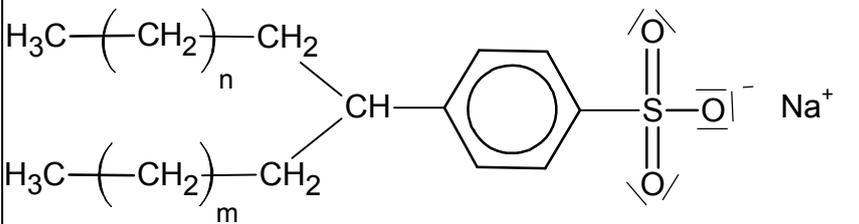


Die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser sinkt mit zunehmender Temperatur.

**Material 2: Tenside**

Tenside sind Stoffe, deren Moleküle aus zwei Bereichen, einem hydrophilen und einem lipophilen, bestehen. Beim Waschprozess gelingt es ihnen dadurch, zwischen dem meist unpolaren Schmutz (Fett, Öl etc.) und dem Lösungsmittel Wasser zu vermitteln. Die Verunreinigungen können dadurch von der Faser gelöst und mit dem Wasser abtransportiert werden. Die hierfür eingesetzten Tenside können anionisch, amphoter (altgr.: *auf beiderlei Art*) oder nichtionisch sein. In hartem Wasser ist der Verbrauch von anionischen Tensiden oft erhöht. So nimmt die Waschleistung des wegen seines günstigen Preises meist verwendeten Standard-Tensides LAS (lineares Alkylbenzolsulfonat) bei Verwendung von sehr hartem Wasser im Vergleich zu weichem Wasser um bis zu 30 % ab und die unlöslichen Salze der Tenside lagern sich eventuell auf der Wäsche ab oder „verschlammen“ die Waschmaschine. Völlig unempfindlich gegenüber der Wasserhärte sind hingegen alle nichtionischen und amphoteren Tenside. Gerade letztere besitzen eine sehr gute Waschwirkung und sind äußerst hautverträglich, werden allerdings aus Kostengründen eher in der Körperpflege und in Spezialwaschmitteln eingesetzt.

**Material 3: Formeln einiger Tensidmoleküle**

<p><b>A</b></p> $\text{H}_3\text{C}-\left(\text{CH}_2\right)_{14}-\text{COO}^-$	<p><b>B</b></p> 
<p><b>C</b></p> $\text{CH}_3-\left(\text{CH}_2\right)_n-\text{N}^+(\text{CH}_3)_2-\text{CH}_2-\text{COO}^-$	<p><b>D</b></p> $\text{CH}_3-\left(\text{CH}_2\right)_n-\text{O}-\left(\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}\right)_m-\text{H}$

**Material 4: Leitfähigkeitstiteration**

Die Leitfähigkeit von Lösungen ist direkt von der Konzentration der in ihnen gelösten Ionen abhängig. Diese Tatsache macht sich die sogenannte Leitfähigkeitstiteration, bei der ein schwerlösliches Salz entsteht, zunutze.

In der Praxis wird bei der Bestimmung der Wasserhärte eine Wasserprobe ( $V = 200 \text{ ml}$ ) mit einer Oxalsäure-Lösung ( $\text{HOOC-COOH}_{(\text{aq})}$ ,  $c = 0,1 \text{ mol/l}$ ) titriert, wobei Calciumoxalat entsteht. Es ergeben sich folgende Messwerte:

<b>V<sub>Oxalsäure</sub></b> in ml	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
<b>Stromstärke</b> in mA bei U = 10 V	9,2	8,9	8,5	8,2	7,9	7,5	7,2	6,9	6,5	6,0	5,6

<b>V<sub>Oxalsäure</sub></b> in ml	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
<b>Stromstärke</b> in mA bei U = 10 V	5,3	5,5	6,9	7,8	8,7	9,6	10,4	11,1	11,9	12,8

Vereinfachend ist davon auszugehen, dass die vorgelegte Wasserprobe nur Calciumhydrogencarbonat als Härtebildner enthält.

Sichtbare Veränderungen während der Titration:



(Chemie ABI Prüfungstrainer, 2008 Cornelsen Verlag Scriptor GmbH & Co, KG Berlin, Hrsg.: Thomas Kellersohn und Joachim Kranz; S. 194 ff., verändert)

Härtebereich	c(Ca <sup>2+</sup> ) in mmol/l	Bezeichnung
1	0 – 1,3	weich
2	1,3 – 2,5	mittel
3	2,5 – 3,8	hart
4	> 3,8	sehr hart

**Material 5: Zeolithe** bestehen aus einer mikroporösen Gerüststruktur aus AlO<sub>4</sub><sup>-</sup>- und SiO<sub>4</sub>-Tetraedern. Dabei sind die Aluminium- und Silicium-Atome untereinander durch Sauerstoff-Atome verbunden. Je nach Strukturtyp ergibt sich dadurch eine Struktur aus gleichförmigen Poren und / oder Kanälen, in denen Stoffe adsorbiert werden können. In der Natur ist dort in der Regel Wasser adsorbiert, das durch Erhitzen aus den Poren entfernt werden kann, ohne dass sich die Zeolithstruktur ändert. In Waschmitteln wird vor allem wasserlösliches Zeolith A (Na<sub>12</sub>[(AlO<sub>2</sub>)<sub>12</sub>(SiO<sub>2</sub>)<sub>12</sub>] · 27 H<sub>2</sub>O) verwendet.

([http://de.wikipedia.org/wiki/Zeolithe\\_\(Stoffgruppe\)](http://de.wikipedia.org/wiki/Zeolithe_(Stoffgruppe)), Stand 2.12.2012, verändert)

**Material 6: Rezepturen dreier unterschiedlicher Produkte**

flüssiges Feinwaschmittel (30 - 40°C)	Pulver-Vollwaschmittel (20 - 95°C)	Enthärter-Pulver
5 - 15%: anionische Tenside < 5%: nichtionische Tenside, Seife, Phosphonate (Enthärter), weiterhin: Enzyme, Konservierungsmittel, Duftstoffe, Farbschutz, Faserschutz, Farbstoffe	5 - 15%: anionische Tenside, Bleichmittel auf Sauerstoffbasis < 5%: nichtionische Tenside, Phosphonate, Polycarboxylate, Seife, weiterhin: Duftstoffe, Enzyme, optische Aufheller	> 30%: Zeolithe 5 - 15%: Polycarboxylate

**Material 7: Dosierungsanleitungen für das Waschen mit und ohne zusätzlichen Enthärter**

- a) Waschmittel entsprechend dem Härtebereich des Wassers dosieren.
- b) Waschmittel für weiches Wasser dosieren und Enthärter entsprechend dem Härtebereich zugeben.

**Aufgaben:**

- |   | <b>BE</b> |
|---|-----------|
| 1. Begründen Sie das Auftreten von Kesselstein an den Heizstäben von Waschmaschinen unter Einbeziehung von Gleichgewichtsbetrachtungen.   | <b>11</b> |
| 2. Ordnen Sie die drei Tensid-Arten den Abbildungen A - D begründet zu. Erläutern Sie den erhöhten Verbrauch einiger anionischer Tenside beim Waschen mit hartem Wasser.                    | <b>8</b>  |
| 3. Werten Sie das Experiment zur Leitfähigkeitstiteration der Trinkwasserprobe ausführlich aus.<br>Erstellen Sie dazu auch ein Diagramm und berechnen Sie den Härtebereich der Wasserprobe. | <b>21</b> |
| 4. Erläutern Sie die wasserenthärtende Wirkung von Zeolith A auf der Teilchenebene.   | <b>5</b>  |
| 5. Diskutieren Sie die unterschiedlichen Dosierungsanleitungen.   | <b>5</b>  |

**Beispielaufgabe für die  
zentrale schriftliche Abiturprüfung**
**2015**

# Chemie

## Leistungskurs

**Erwartungshorizont B**
**für Lehrkräfte**

Bitte kontrollieren Sie vor Beginn der Arbeit die Vollständigkeit der Aufgabensätze für die Prüflinge.

<b>Thema:</b>	<b>Enthärter in Waschmitteln</b>
<b>Aufgabenart:</b>	Aufgabe mit fachspezifischem Material
<b>Hilfsmittel:</b>	Nachschlagewerk zur Rechtschreibung der deutschen Sprache, nicht programmierbarer und nicht grafikfähiger Taschenrechner, an der Schule eingeführtes Tafelwerk / Formelsammlung

Die Beschreibungen der erwarteten Schülerleistungen enthalten keine vollständigen Lösungen, sondern nur kurze Angaben. Hier nicht genannte, aber gleichwertige Lösungswege sind gleichberechtigt.

Aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistungen	AB		
		I	II	III
1	<p><b>Entstehung von Calciumcarbonat – Gleichgewichtsbetrachtung</b></p> <p>Kesselstein (Kalk) steht in kohlenstoffdioxidhaltigem Wasser mit löslichem Calciumhydrogencarbonat im chemischen Gleichgewicht.</p> <p>Formulierung des Prinzips von Le Chatelier</p> <p>Es handelt sich um eine endotherme Reaktion. Bei Temperaturerhöhung weicht das Gleichgewicht also in Richtung der Produkte, in diesem Falle Calciumcarbonat (Kalk) und Kohlensäure (bzw. in Wasser gelöstes Kohlenstoffdioxid) aus.</p> <p>Da die Wasserlöslichkeit von Kohlenstoffdioxid mit zunehmender Temperatur sinkt, entweicht bei hohen Temperaturen Kohlenstoffdioxid aus dem Wasser, seine Konzentration sinkt. Dadurch reagieren, um <math>K_C</math>, die Gleichgewichtskonstante, wieder zu erreichen, Edukte zu den Produkten, also wiederum zu Kalk und Kohlensäure.</p>	<b>11</b>		
2	<p><b>Zuordnung der Tenside</b></p> <p>A und B sind anionische Tenside, da die Tensidmoleküle eine negative Ladung tragen. D ist ein nichtionisches, weil ungeladenes, Tensid. Das Molekül C trägt sowohl eine negative als auch eine positive Ladung und hat damit amphoteren Charakter.</p>	<b>4</b>		

Aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistungen	AB																												
		I	II	III																										
	<p><b>Begründung für Härteempfindlichkeit</b></p> <p>Beim Waschen mit hartem Wasser würden sich aus den Calcium- und / oder Magnesium-Kationen und den Tensid-Anionen schwerlösliche Salze bilden. Die Tensid-Moleküle würden dann nicht mehr für die Reinigung zur Verfügung stehen und es müssten weitere Tensid-Moleküle zugegeben werden. Dies entspräche einem erhöhten Verbrauch.</p>		4																											
3	<p><b>Grafische Darstellung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sauber</li> <li>- übersichtlich (Achsenbeschriftung)</li> <li>- Aussagefähigkeit</li> </ul> <div data-bbox="316 703 978 1182" data-label="Figure"> <table border="1"> <caption>Data points from the conductivity graph</caption> <thead> <tr> <th>V (Oxalsäure) in mL</th> <th>I in mA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>9.5</td></tr> <tr><td>1</td><td>8.8</td></tr> <tr><td>2</td><td>8.2</td></tr> <tr><td>3</td><td>7.8</td></tr> <tr><td>4</td><td>7.2</td></tr> <tr><td>5</td><td>6.8</td></tr> <tr><td>5.8</td><td>5.5</td></tr> <tr><td>6</td><td>5.2</td></tr> <tr><td>7</td><td>7.0</td></tr> <tr><td>8</td><td>9.0</td></tr> <tr><td>9</td><td>11.0</td></tr> <tr><td>10</td><td>13.0</td></tr> </tbody> </table> </div> <p><b>Experimentauswertung, z. B.:</b></p> <p>Bei der Reaktion der Oxalsäure mit dem Calciumhydrogencarbonat des harten Wassers entstehen Calciumoxalat und Kohlensäure. Das Calciumoxalat ist schwerlöslich, daher rührt die zunehmende Trübung der Lösung im Erlenmeyerkolben. Die Leitfähigkeit der Lösung nimmt zunächst ab, weil die Calcium-Ionen mit Hilfe der Oxalat-Ionen gebunden werden und nun nicht mehr als frei bewegliche Ladungsträger zur Verfügung stehen. Am Äquivalenzpunkt (<math>V_{\text{Oxalsäure}} = 5,8 \text{ ml}</math>) sind die in der Wasserprobe enthaltenen Calcium-Ionen ausgefällt. Die Leitfähigkeit erreicht ein Minimum. Danach steigt sie wieder an, weil nunmehr die durch die Dissoziation der Oxalsäure entstehenden Ionen als frei bewegliche Ladungsträger zur Verfügung stehen.</p> <p><b>Berechnung des Härtebereichs</b></p> <p>a) Stoffmenge der verbrauchten Oxalsäure</p> $n_{\text{Oxalsäure}} = c_{\text{Oxalsäure}} \cdot V_{\text{Oxalsäure}} = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{l}} \cdot 0,0058 \text{l} = 0,00058 \text{mol}$ <p>b) Stoffmenge der in der Wasserprobe vorhandenen Calcium-Ionen:</p>	V (Oxalsäure) in mL	I in mA	0	9.5	1	8.8	2	8.2	3	7.8	4	7.2	5	6.8	5.8	5.5	6	5.2	7	7.0	8	9.0	9	11.0	10	13.0	2	5	
V (Oxalsäure) in mL	I in mA																													
0	9.5																													
1	8.8																													
2	8.2																													
3	7.8																													
4	7.2																													
5	6.8																													
5.8	5.5																													
6	5.2																													
7	7.0																													
8	9.0																													
9	11.0																													
10	13.0																													
			8																											
			6																											

Aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistungen	AB		
		I	II	III
	$\text{Ca}^{2+}_{(\text{aq})} + 2 \text{HCO}_3^{-}_{(\text{aq})} + \text{HOOC-COOH}_{(\text{aq})} \rightleftharpoons \text{CaC}_2\text{O}_4_{(\text{s})} + \text{CO}_2_{(\text{aq})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{l})}$ <p>also gilt <math>n_{\text{Oxalsäure}} = n_{\text{Calcium-Ionen}}</math></p> <p>c) Härtebereich des Wassers</p> $c_{\text{Ca}^{2+}} = \frac{n_{\text{Ca}^{2+}}}{V_{\text{Wasserprobe}}} = \frac{0,00058 \text{ mol}}{0,2 \text{ l}} = 0,0029 \frac{\text{mol}}{\text{l}} = 2,9 \frac{\text{mmol}}{\text{l}}$ <p>Die untersuchte Wasserprobe liegt im Härtebereich 3 (hartes Wasser).</p>			
4	<p><b>Wasserenthärtende Wirkung, z. B.:</b></p> <p>Das Zeolith A-Gitter ist negativ geladen. Zum Ladungsausgleich sind Natrium-Ionen eingelagert. In hartem Wasser werden diese Natrium-Ionen durch Magnesium- oder Calcium-Ionen ausgetauscht, die eine höhere Affinität zum Gerüst haben und somit dort festgehalten werden. Die härtebildenden Ionen sind aus dem Waschwasser entfernt.</p>			5
5	<p><b>Sach- und fachlogische Diskussion, z. B.:</b></p> <p>Waschmittel enthalten schon immer Enthärter. Es ist trotzdem sinnvoll, bei besonders hartem Wasser, hohen Temperaturen und härteempfindlichen Tensiden zusätzlich Enthärter zu verwenden. Wenn man das Waschmittel entsprechend der Wasserhärte dosiert, werden viele Inhaltsstoffe zugegeben, die für das Waschen an sich nicht benötigt werden.</p>		5	
	<b>BE</b>	<b>17</b>	<b>28</b>	<b>5</b>
	<b>prozentuale Verteilung</b>	<b>34</b>	<b>56</b>	<b>10</b>
	<b>Summe BE</b>	<b>50</b>		

Fachwissen	Fachmethoden	Kommunikation	Reflexion
<p>Die Prüflinge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nennen Fakten, Begriffe, Gesetze und Theorien zu Stoffumwandlungen,</li> <li>• erkennen die Zusammenhänge zwischen Struktur, Eigenschaften und Verwendung der Stoffe,</li> <li>• wenden Kenntnisse über Merkmale, Verlauf und Bedingungsabhängigkeit chemischer Reaktionen an,</li> <li>• strukturieren erworbenes Wissen über Stoffe und chemische Reaktionen auf der Grundlage der fach eigenen Basis-konzepte.</li> </ul>	<p>Die Prüflinge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• können selbstständig chemische Experimente planen, durchführen, beobachten, beschreiben und auswerten,</li> <li>• wenden geeignete Modelle zur Beschreibung und Erklärung chemischer Sachverhalte an,</li> <li>• interpretieren chemische Reaktionen auf der Teilchenebene,</li> <li>• wenden mathematische Verfahren und Hilfsmittel zur Lösung exemplarischer chemischer Aufgaben an.</li> </ul>	<p>Die Prüflinge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und veranschaulichen konkrete chemische Sachverhalte unter angemessener Nutzung der Fachsprache,</li> <li>• argumentieren sachlogisch und begründen schlüssig chemische Sachverhalte und Fragestellungen,</li> <li>• präsentieren chemisches Wissen, eigene Standpunkte und Überlegungen sowie Lern- und Arbeitsergebnisse adressaten- und situationsgerecht,</li> <li>• stellen chemische Sachverhalte und Erkenntnisse in unterschiedlicher Form (Symbole, Formeln, Gleichungen, Tabellen, Diagramme, Grafen, Skizzen, Simulationen) dar,</li> <li>• nutzen Informationsquellen, erkennen Kernaussagen, wählen Informationen gezielt und kritisch aus und verknüpfen diese mit dem erworbenen Wissen.</li> </ul>	<p>Die Prüflinge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• betrachten Aussagen aus unterschiedlichen Perspektiven und bewerten diese sachgerecht auf der Grundlage chemischer Kenntnisse.</li> </ul>

**Beispielaufgabe für die  
zentrale schriftliche Abiturprüfung****2015****Chemie  
Leistungskurs****Aufgabenstellung C****für Prüflinge**

---

<b>Themenschwerpunkte:</b>	Kohlenhydrate und Zuckerersatzstoffe
<b>Kurztitel:</b>	<b>Stevia</b>
<b>Hilfsmittel:</b>	Nachschlagewerk zur Rechtschreibung der deutschen Sprache, nicht programmierbarer und nicht grafikfähiger Taschenrechner, an der Schule eingeführtes Tafelwerk / Formelsammlung
<b>Material:</b>	Materialien 1 bis 4
<b>Gesamtbearbeitungszeit:</b>	270 Minuten einschließlich der Auswahlzeit
<b>Hinweis:</b>	Es müssen zwei Aufgabenstellungen bearbeitet werden.

---

**Im Wettstreit: Süß, süßer, gesund – Rettet uns Stevia aus der Zuckerfalle?**

Eine gigantische PR-Maschinerie läuft an: Die großen Lebensmittelkonzerne verdienen immer weniger mit klassischen Süßstoffen, nun kreieren sie einen neuen Absatzmarkt. Das Wundermittel heißt Stevia, ein indianischer Zuckerersatz ohne Kalorien - die Branche hofft auf ein Milliardengeschäft.



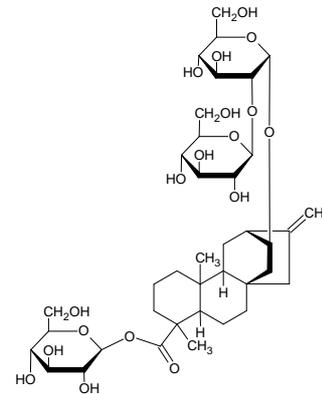
### **Material 1: Lebensmittelriesen starten die Zucker-Revolution**

Bei dem Süßstoff Stevia handelt es sich um einen Zuckerersatzstoff, der es in sich hat. Seit Jahrhunderten nutzen die Indianer im Grenzland zwischen Brasilien und Paraguay eine Pflanze namens "Stevia rebaudiana", auch Honigkraut genannt, als Süßungsmittel. Die Blätter werden im Vergleich zu Rübenzucker als 30-mal süßer empfunden, das extrahierte, reine Steviosid ist rund 300-mal süßer und fast kalorienfrei. Das bieten zwar auch andere Süßstoffe wie Aspartam, aber weil sie künstlich hergestellt sind, werden sie von vielen Menschen instinktiv abgelehnt. Oder sie sind sogar, wie der Süßstoff Cyclamat, in einigen Ländern wegen ihrer gesundheitlichen Folgen verboten.

Stellt sich die Frage, warum Stevia nicht schon längst bei uns eingesetzt wird. Eine zweifelhafte Studie in den 80er Jahren hatte zur Folge, dass von den Behörden die Verarbeitung der Pflanze in Lebensmitteln nicht zugelassen wurde. Anders ist das in Asien. In Japan etwa ist die Stevia-Pflanze seit den siebziger Jahren im Alltagseinsatz und bestimmt dort 40 Prozent des Süßstoffmarkts, ohne dass die japanischen Verbraucher in Massen vom Krebs dahingerafft werden.

Doch jetzt kommt eine neue Entwicklung dazu: Denn die Patente für viele künstliche Süßstoffe sind mittlerweile ausgelaufen, für Aspartam schon 1992. Außerdem wird der Markt von riesigen Mengen an Billigprodukten aus China überschwemmt. Die großen Unternehmen können nun nur noch wenig verdienen, das Interesse an Aspartam und Co. schwindet. Wie durch ein Wunder wird Stevia auf einmal wieder interessant für sie. Renommiertere Firmen arbeiten erfolgreich daran, den leichten Nachgeschmack nach Lakritz, der Steviosid eigen ist, zu minimieren. [...] Die Branchengiganten Coca-Cola und PepsiCo experimentieren nun mit diesem Zuckerersatzstoff und sicherten sich Rechte. Also alles bereit für den großen Angriff von Stevia auf Zucker, Aspartam und Co.? Fast.

Quelle, geändert nach: <http://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/suessstoff-stevia-lebensmittelriesen-starten-die-zucker-revolution-a-687925.html> (Stand: 12.10.2012)

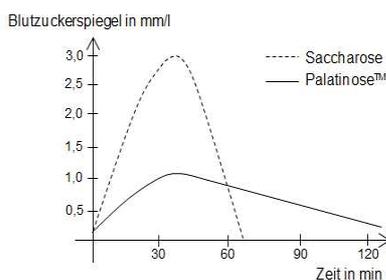


### **Material 2: Palatinose – eine Alternative**

drink-nova.com verspricht: NOVA ist der High-Class-Drink einer neuen gesundheitsbewussten Generation. Essenzielle Inhaltsstoffe natürlichen Ursprungs erfrischen Geist und Körper. NOVA steht für die positiven Aspekte unserer modernen Lifestyle-Leistungsgesellschaft. Die einzigartige Mischung fördert die geistige Leistung und verbessert die Stresstoleranz.

**Inhaltsstoffe:** Limettensaftkonzentrat mit Mineralwasser, Palatinose, Kohlensäure, Fructose, Guarana-Extrakt, Arginin, Lysin, Kaffee-Auszug, natürliche Aromen

Quelle, geändert nach: <https://www.drink-nova.com> (Stand: 12.10.2012)



Palatinose ist ein reines, kristallines Kohlenhydrat mit milder Süße, das aus natürlichem Rohrzucker gewonnen werden kann. Es ist in Honig enthalten und entsteht aus Saccharose durch die enzymatische Umlagerung der  $\alpha$ -1,2-Bindung zwischen D-Glucose und D-Fructose in eine  $\alpha$ -1,6-Bindung. Die Süßkraft entspricht in etwa der von Saccharose, es wird jedoch mit geringerer und langsamerer Insulinausschüttung vom Körper abgebaut.

Deshalb werden Süßungsmittel wie Palatinose als Zuckeraustauschstoffe in Diabetikerprodukten verwendet.

Brennwert Saccharose, Palatinose: jeweils ca. 400 kcal/100 g

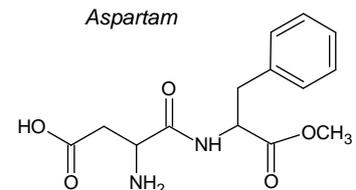
Quelle, geändert nach: [http://www.beneo-palatinit.com/de/Food\\_Ingredients/Isomaltulose/Nutritional\\_Benefits\\_of\\_Isomaltulose/OnePager\\_LOW\\_GI\\_DE\\_2009Sept.pdf](http://www.beneo-palatinit.com/de/Food_Ingredients/Isomaltulose/Nutritional_Benefits_of_Isomaltulose/OnePager_LOW_GI_DE_2009Sept.pdf) (Stand: 24.11.2012)

### Material 3: Aspartam im Kaugummi



Wrigley's Extra für Kinder „Erdbeere Banane ohne Zucker“:

Zahnpflegekaugummi ohne Zucker mit Erdbeer-Bananen-Geschmack, der ideale Kariesschutz für Zwischendurch



Inhalt: u. a. Süßstoff Aspartam; Brennwert pro 100 g: 154 kcal

Quelle, geändert nach: <http://www.sweets-online.com/kaugummi/zahnpflegekaugummi/wrigley-extra-kaugummi/wrigleys-extra-for-kids-erdbeere-banane-12-packungen/a-1489/> (Stand: 12.10.2012)

### Material 4: Stevia wird durchaus auch kontrovers diskutiert

Der Bestseller-Autor, Internist und Fitnesspapst Ulrich Strunz äußert sich auf seiner Homepage:

Stevia ist derzeit Ihre große Hoffnung. Das große Versprechen. Eine Pflanze, aus welcher ein Süßstoff produziert wird. Ganz natürlich. 300-mal süßer als Zucker. Da leuchten die Äuglein aller gesundheitsbewussten Süßmäuler.

Meine leider nicht. Mit Stevia beschäftige ich mich intensiv seit über 12 Jahren. Auch mit der Zulassung in Deutschland. Und habe wieder einmal die Macht der Zuckerindustrie erlebt. Sie glauben doch tatsächlich, dass seit Dezember 2011 "Stevia endlich zugelassen" sei. In Deutschland. Ein absolut harmloser Süßstoff. Nichts falscher als das.

Zugelassen wurde nicht die Pflanze Stevia, sondern Steviosid. Dazu werden die Pflanzen – ursprünglich in Brasilien, Paraguay – in Monokulturen angebaut, und dann "in einem aufwändigen Verfahren in der Zusatzstoff-Industrie verarbeitet". Und nur dieses Steviosid ist in Deutschland zugelassen. Maximaldosis 4 mg pro Körperkilogramm. Mal ausprobiert?

Schmeckt mir überhaupt nicht süß. Ein Eiweißshake mit oder ohne diesen Süßstoff können Sie nicht unterscheiden. Wenn das mal nicht Absicht ist...

Außerdem hat Steviosid einen lakritzartigen, bitteren Beigeschmack. Den Sie sofort herausspüren. Will sagen: Stevia, das zugelassene Steviosid, ist eine bittere Enttäuschung. Wundert den politisch kundigen Menschen nicht. Natürlich ist die Grundidee zu begrüßen. Nur: Die Lösung gibt's doch schon längst. So wie es die Lösung, fit und gesund abzunehmen, längst gibt. [...]

Wie fast bei allem, was die Ernährung betrifft, sind Sie auch hier auf sich selbst angewiesen. Auf Ihre eigenen Recherchen, Ihr eigenes Wissen, auf Ihr Gefühl [...]

Quelle, geändert nach: <http://www.strunz.com/news.php?newsid=1795> (Stand: 12.10.2012)

**Aufgaben:**

- |  | <b>BE</b> |
|--|-----------|
| <p><b>1.</b> Entwickeln Sie eine Übersicht zur Einteilung aller im Material benannten Süßungsmittel und begründen Sie die Zuordnung von Steviosid.<br/>Geben Sie die Strukturformeln der Palatinose und ihrer Bausteine an.</p>  | <b>16</b> |
| <p><b>2.</b> Planen Sie eine Experimentreihe zur Untersuchung von Glucose, Aspartam und Steviosid.<br/>Fertigen Sie dazu ein Protokoll an und Sie die Versuche durch.<br/><i>Hinweis: Sollte Ihnen die Versuchsplanung nicht gelingen, so können Sie vom Lehrer gegen Abzug entsprechender Bewertungseinheiten Hilfen anfordern.</i></p> | <b>17</b> |
| <p><b>3.</b> Vergleichen Sie tabellarisch und an Hand von drei selbst gewählten Kriterien Saccharose, Palatinose und Steviosid in Bezug auf ihre ernährungsphysiologischen Eigenschaften.</p>  | <b>9</b>  |
| <p><b>4.</b> Diskutieren Sie die Erfolgsaussichten von Stevia, „uns aus der Zuckerfalle zu retten“.</p>  | <b>8</b>  |

**Beispielaufgabe für die  
zentrale schriftliche Abiturprüfung**
**2015**

# Chemie

## Leistungskurs

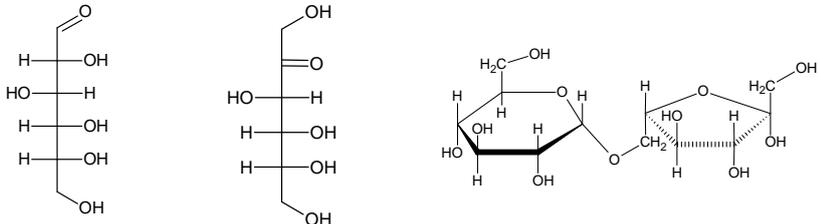
**Erwartungshorizont C**
**für Lehrkräfte**

Bitte kontrollieren Sie vor Beginn der Arbeit die Vollständigkeit der Aufgabensätze für die Prüflinge.

<b>Thema/Inhalt:</b>	<b>Stevia</b>
<b>Aufgabenart:</b>	Aufgabe mit fachspezifischem Material und Schülerexperiment
<b>Hilfsmittel:</b>	Nachschlagewerk zur Rechtschreibung der deutschen Sprache, nicht programmierbarer und nicht grafikfähiger Taschenrechner, an der Schule eingeführtes Tafelwerk/Formelsammlung

Die Beschreibungen der erwarteten Schülerleistungen enthalten keine vollständigen Lösungen, sondern nur kurze Angaben. Hier nicht genannte, aber gleichwertige Lösungswege sind gleichberechtigt.

Aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistungen	AB		
		I	II	III
1	<p><b>Einteilung, z. B.:</b></p> <pre>           Süßungsmittel           ↙           ↘     Kohlenhydrate   Zuckerersatzstoff       ↙       ↘       ↙       ↘     Mono-   Disac-   Zuckeraus-   Süßstoffe     sacharide charide  tauschstoff                 ↙       ↘                 natürlich synthetisch                 - Stevia  - Aspartam                 - (Fructose) - Cyclamat           </pre> <p><b>Zuordnung Stevia, z. B.:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ist ein Zuckerersatzstoff, er ist süß, jedoch kein KH</li> <li>- ist ein Süßstoff, die Struktur entspricht keinem KH oder Zuckeraustauschstoff, denn es kann enzymatisch nicht entsprechend abgebaut werden</li> <li>- ist natürlicher Herkunft</li> </ul>	<b>6</b>	<b>2</b>	

Aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistungen	AB																														
		I	II	III																												
1	<p><b>Strukturformeln, z. B.:</b></p> <p>Glucose                  Fructose                  Palatinose</p> 	4	4																													
2	<p><b>Protokollform, z. B.:</b> Aufgabe, Geräte, Chemikalien, Durchführung, Beobachtungen, Schlussfolgerungen (geordnete Form)</p> <p><b>Experimentierfähigkeit, z. B.:</b> sauberes, fachgerechtes, zielgerichtetes Arbeiten unter Beachtung der Sicherheitsregeln</p> <p><b>Vorgehensweise, z. B.</b> Glucose, Aspartam, Steviosid: in Wasser lösen → alle sind wasserlöslich</p> <table border="1" data-bbox="284 969 1165 1146"> <thead> <tr> <th>Nachweis</th> <th>Glucose</th> <th>Aspartam</th> <th>Steviosid</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Biuret-P.</td> <td>-</td> <td>+</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Fehling-P.</td> <td>+</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>oder GOD-Test</td> <td>+</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	Nachweis	Glucose	Aspartam	Steviosid	Biuret-P.	-	+	-	Fehling-P.	+	-	-	oder GOD-Test	+	-	-	4	3	10												
Nachweis	Glucose	Aspartam	Steviosid																													
Biuret-P.	-	+	-																													
Fehling-P.	+	-	-																													
oder GOD-Test	+	-	-																													
3	<p><b>3 Vergleichsaspekte, z. B.:</b></p> <table border="1" data-bbox="284 1198 1165 1653"> <thead> <tr> <th></th> <th>Palatinose</th> <th>Saccharose</th> <th>Steviosid</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Verdauung</td> <td>langsam</td> <td>schnell</td> <td>nein</td> </tr> <tr> <td>Blutzucker- spiegel</td> <td>steigt langsam</td> <td>steigt schnell</td> <td>keinen Einfluss</td> </tr> <tr> <td>Energiezu- fuhr</td> <td>kontinuier- lich</td> <td>schnell kurzfristig</td> <td>keine</td> </tr> <tr> <td>Energiege- halt</td> <td>ähnlich Saccharose</td> <td>hoch</td> <td>keinen</td> </tr> <tr> <td>Kariesrisiko</td> <td>geringes Risiko</td> <td>großes Risiko</td> <td>kein Risiko</td> </tr> <tr> <td>Eignung als Diabetiker- produkt</td> <td>langsame Resorption →geeignet</td> <td>nicht geeignet</td> <td>sehr gut, da keine Resorption</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>(keine ernährungsphysiolog. Gemeinsamkeiten)</i></p>		Palatinose	Saccharose	Steviosid	Verdauung	langsam	schnell	nein	Blutzucker- spiegel	steigt langsam	steigt schnell	keinen Einfluss	Energiezu- fuhr	kontinuier- lich	schnell kurzfristig	keine	Energiege- halt	ähnlich Saccharose	hoch	keinen	Kariesrisiko	geringes Risiko	großes Risiko	kein Risiko	Eignung als Diabetiker- produkt	langsame Resorption →geeignet	nicht geeignet	sehr gut, da keine Resorption		9	
	Palatinose	Saccharose	Steviosid																													
Verdauung	langsam	schnell	nein																													
Blutzucker- spiegel	steigt langsam	steigt schnell	keinen Einfluss																													
Energiezu- fuhr	kontinuier- lich	schnell kurzfristig	keine																													
Energiege- halt	ähnlich Saccharose	hoch	keinen																													
Kariesrisiko	geringes Risiko	großes Risiko	kein Risiko																													
Eignung als Diabetiker- produkt	langsame Resorption →geeignet	nicht geeignet	sehr gut, da keine Resorption																													
4	<p><b>Sach- und fachlogische Darlegungen zu vier Aspekten (Pro und Contra), z. B.:</b></p> <p><i>Pro-Argumente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stevia ist natürlichen Ursprungs (oder auch contra)</li> <li>- Empfinden eines „Beigeschmacks“ subjektiv (der Geschmack kommt dem des Zuckers sehr nah)</li> <li>- es wird aber immer Verbraucher geben, die Probleme mit Gewicht, Karies, Diabetes haben</li> <li>- vielfältiger Einsatz möglich</li> </ul>			8																												

Aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistungen	AB		
		I	II	III
4	<p><i>Contra-Argumente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- natürliche Kohlenhydrate haben eine lange Tradition, die Verbraucher sind den Umgang mit diesen gewöhnt</li> <li>- deren bewusste Verwendung macht den Einsatz von Stevia unnötig</li> <li>- mögliches Krebsrisiko</li> </ul>			
	<b>BE</b>	<b>17</b>	<b>25</b>	<b>8</b>
	<b>prozentuale Verteilung</b>	<b>34</b>	<b>50</b>	<b>16</b>
	<b>Summe BE</b>	<b>50</b>		

### Überblick über die fachlichen und methodischen Kompetenzen laut EPA vom 05.02.2004

Fachwissen	Fachmethoden	Kommunikation	Reflexion
<p>Die Prüflinge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden Kenntnisse über den Verlauf chemischer Reaktionen an;</li> <li>• erkennen Zusammenhänge zwischen Struktur, Eigenschaften und Verwendung der Stoffe;</li> <li>• strukturieren erworbenes Wissen auf Grundlage des Struktur-Eigenschaften Basiskonzeptes;</li> <li>• erkennen und nutzen Möglichkeiten der horizontalen Vernetzung mit anderen Unterrichtsfächern</li> </ul>	<p>Die Prüflinge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden geeignete Modelle zur Beschreibung und Erklärung chemischer Sachverhalte an;</li> <li>• können selbstständig chemische Experimente planen, durchführen, beobachten, beschreiben und auswerten;</li> </ul>	<p>Die Prüflinge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und veranschaulichen konkrete chemische Sachverhalte unter angemessener Nutzung der Fachsprache;</li> <li>• argumentieren sachlogisch und begründen schlüssig chemische Fragestellungen;</li> <li>• stellen chemische Sachverhalte und Erkenntnisse in unterschiedlicher Form (Formeln, Tabellen) dar;</li> <li>• interpretieren Fachtexte und grafische Darstellungen und können daraus Schlüsse ziehen;</li> <li>• nutzen Informationsquellen, erkennen Kernaussagen, wählen Informationen gezielt und kritisch aus;</li> </ul>	<p>Die Prüflinge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• betrachten Aussagen aus unterschiedlichen Perspektiven und bewerten diese sachgerecht auf der Grundlage chemischer Kenntnisse;</li> <li>• nutzen chemische Kenntnisse zur Erklärung von Lebensvorgängen;</li> </ul>

**Hinweise für die Hand des Lehrers zum Schülerexperiment:****bereitzustellende Geräte:**

Reagenzgläser, Reagenzglashalter, Reagenzglasständer, Stopfen, Pipetten, Brenner

**bereitzustellende Chemikalien:**

Aspartam\*, dest. Wasser, Natronlauge, Glucose\*, Fehling-1-Lösung, Fehling-2-Lösung, Steviosid\*, ggf. GOD-Teststreifen

\* als nummerierte Stoffprobe

**Sicherheitshinweis:**

Für die Durchführung der Schülerexperimente und die Chemikalien-Entsorgung sind die Richtlinien zur Sicherheit im Unterricht (RiSU) zu beachten.

**Hilfe (gegen Abzug von 4 BE):**

Nachweis	Glucose-Lösung	Aspartam-Lösung	Steviosid-Lösung
+ dest. Wasser			
+ 3ml verd. Natronlauge schütteln + 3 Tropfen Kupfersulfatlösung			
2ml Fehling I + 2ml Fehling II mischen + 1ml Untersuchungssubstanz erwärmen.			
oder <i>Gluco-Teststreifen</i>			

**Hilfe (im Falle des Misslingens):**

Nachweis	Glucose-Lösung	Aspartam-Lösung	Steviosid-Lösung
+ dest. Wasser			
+ 3ml verd. Natronlauge schütteln + 3 Tropfen Kupfersulfatlösung	-	Violett-färbung	-
2ml Fehling I + 2ml Fehling II mischen + 1ml Untersuchungssubstanz erwärmen.	ziegelroter Niederschlag	-	-
oder <i>Gluco-Teststreifen</i>	<i>Grünfärbung</i>	-	-

Quelle, geändert nach: <http://www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de>

**Beispielaufgabe für die zentrale schriftliche Abiturprüfung**

**ab 2015**

**Chemie  
Leistungskurs**

**Aufgabenstellung D**

**für Prüflinge**

<b>Themenschwerpunkte:</b>	Farbstoffe
<b>Kurztitel:</b>	<b>Azofarbstoffe: Gefährlich bunt?</b>
<b>Hilfsmittel:</b>	Nachschlagewerk zur Rechtschreibung der deutschen Sprache, nicht programmierbarer und nicht grafikfähiger Taschenrechner, an der Schule eingeführtes Tafelwerk/Formelsammlung
<b>Material:</b>	Materialien 1 bis 4
<b>Bearbeitungszeit:</b>	270 Minuten einschließlich der Auswahlzeit
<b>Hinweis:</b>	Es müssen zwei Aufgabenstellungen bearbeitet werden.

**Azofarbstoffe: Gefährlich bunt?**

Im Volksmund heißt es, das Auge isst mit.

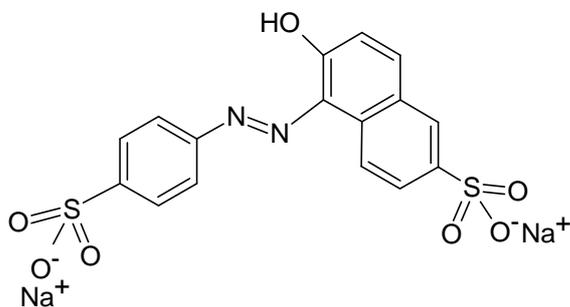
Das ist richtig, da unser Auge die optischen Reize aufnimmt. Diese werden im Gehirn verarbeitet und je nach Farbeindruck wird die Mahlzeit als attraktiv oder unattraktiv empfunden.

Diese Tatsache hat in den Jahren der intensiven Marktforschung dazu geführt, dass die farbigen Zusätze (insbesondere in Süßwaren und Lebensmitteln) dem Alter der Kunden angepasst wurden. Grell und bunt für Kinder, eher gedeckte Farben für Erwachsene. Wer aber weiß schon, welche Farben gesundheitlich unbedenklich oder gar schädlich sind?

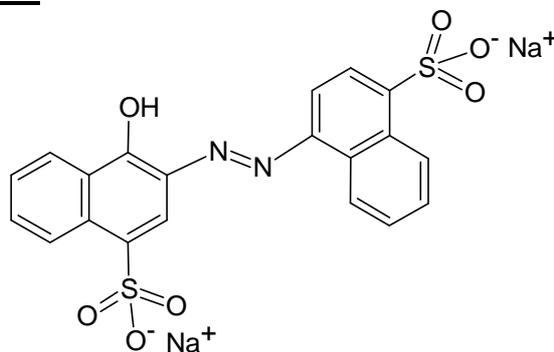
Mittlerweile umstritten sind die Azofarbstoffe: in Lebensmitteln zugelassen, aber in Tiernahrung verboten.



<i>Bezeichnung:</i>	Powerade Wild Cherry	Bubble Tea	Rockstar Punched Energy+Guave
<i>Enthaltene Azofarbstoffe:</i>	E122	E102, E110, E124	E110, E129
<i>Warnhinweis:</i>	vorhanden	nicht vorhanden	vorhanden

**Material 1: Strukturen ausgewählter Azofarbstoffe****E110**

$$\lambda_{\max} = 475 \text{ nm}$$

**E122**

$$\lambda_{\max} = 512 \text{ nm}$$

**Material 2: Azofarbstoffe in Lebensmitteln und Gebrauchsgegenständen**

Azofarbstoffe stehen im Verdacht, bei Kindern und Jugendlichen an der Ausbildung von Allergien und von Hyperaktivität beteiligt zu sein. Und trotzdem kommen diese Farbstoffe hauptsächlich in den Lebensmitteln zum Einsatz, die von genau dieser Konsumentengruppe bevorzugt werden.

Weiterhin findet man Azofarbstoffe auf Textilien. Direktfarbstoffe oder substantive Azofarbmittel werden vor allem zur Färbung von Baumwollgeweben, aber auch zur Färbung von Papier und Leder verwendet. Substantive Farbmittel sind zunächst wasserlösliche Azofarbstoffe, deren langgestreckte Moleküle sich unter anderem in den Hohlräumen der Makromoleküle der Zellulose einlagern. Dort lagern sie sich durch zwischenmolekulare Anziehungskräfte an und sind im Anschluss kaum auswaschbar.

In einer Studie zur Problematik von Azofarbstoffen in Lebensmitteln und Kleidung kommen die Autoren zu der Erkenntnis, dass Azofarbstoffe in fester Form hauptsächlich über die Atemwege aufgenommen werden. Weiterhin erörtern sie die Aufnahme über die Haut (in löslicher Form über den Hautschweiß) und die Verarbeitung im Stoffwechsel des menschlichen Organismus.

Sie kommen zu dem Schluss, dass es nicht die Azofarbstoffe selbst sind, die zu allergischen Reaktionen führen. Vielmehr sind es ihre Abbauprodukte, bei denen es sich häufig um lösliche aromatische Verbindungen handelt, denen auch krebserregende Wirkungen zugeschrieben werden.

Daher dürfen Azofarbstoffe, die durch eine reduktive Spaltung der Azogruppe krebserregende Amine bilden, in Bedarfsgegenständen nicht verwendet werden. Denn es kann nicht ausgeschlossen werden, dass diese in den Körper gelangen können (als besonders gefährdet gelten Kinder, da ein oraler Kontakt zum Gegenstand bestehen kann).

Quelle, geändert nach: Azofarbmittel und deren Hautgängigkeit beim Menschen, BGFA-Report 2, 1. Auflage, 27.02.2009

Die deutsche Bedarfsgegenständeverordnung (Fassung vom 18.04.1997) enthält keine Liste verbotener Azofarbstoffe, sondern eine Auflistung aromatischer Amine, die aus der Azofarbstoffspaltung nicht hervorgehen dürfen. Dabei geht man von der Tatsache aus, dass die Azogruppe durch das Enzym Azoreduktase oder andere Reduktionsmittel leicht spaltbar ist und entsprechend aromatische Amine ( $R-NH_2$ ) freisetzt.

Seit dem 20. Juli 2010 müssen verpackte Lebensmittel, die Azofarbstoffe enthalten, mit dem Warnhinweis versehen sein: „Kann Aktivität und Aufmerksamkeit bei Kindern beeinflussen“.

Quelle, geändert nach: <http://www.gesetze-im-internet.de/bedggstv/BJNR008660992.html> (Stand 13.11.2012)

**Material 3: Beitrag im Internet-Forum GoFeminin**

« Zurück zum Forum

**Azofarbstoffe - Wer weiß mehr???**



von: lumpinchen1976

Ihr Lieben, bin im Moment etwas verzweifelt.

Habe gelesen, dass in Getränken und Kleidung diese Azofarbstoffe sein sollen und dass die bedenklich sind. Meine Große trinkt zu gern Bubble Tea - da sollen diese Farbstoffe ja auch drin sein.

Und meine Kleine mag die knallig bunten Klamotten aus dem Internationalen Laden an der Ecke. Kann sein, dass in dem knallroten Pullover, den ich ihr letzte Woche dort gekauft habe, Azofarbstoffe drin sind. Kann auch nicht sein - ich weiß es nicht. 😊

Was soll ich tun, wenn das alles stimmt?! Ich möchte ja nicht, dass meine Süßen krank werden!

Was könnt Ihr mir empfehlen??? Wäre über Tipps sehr dankbar 😊

LG

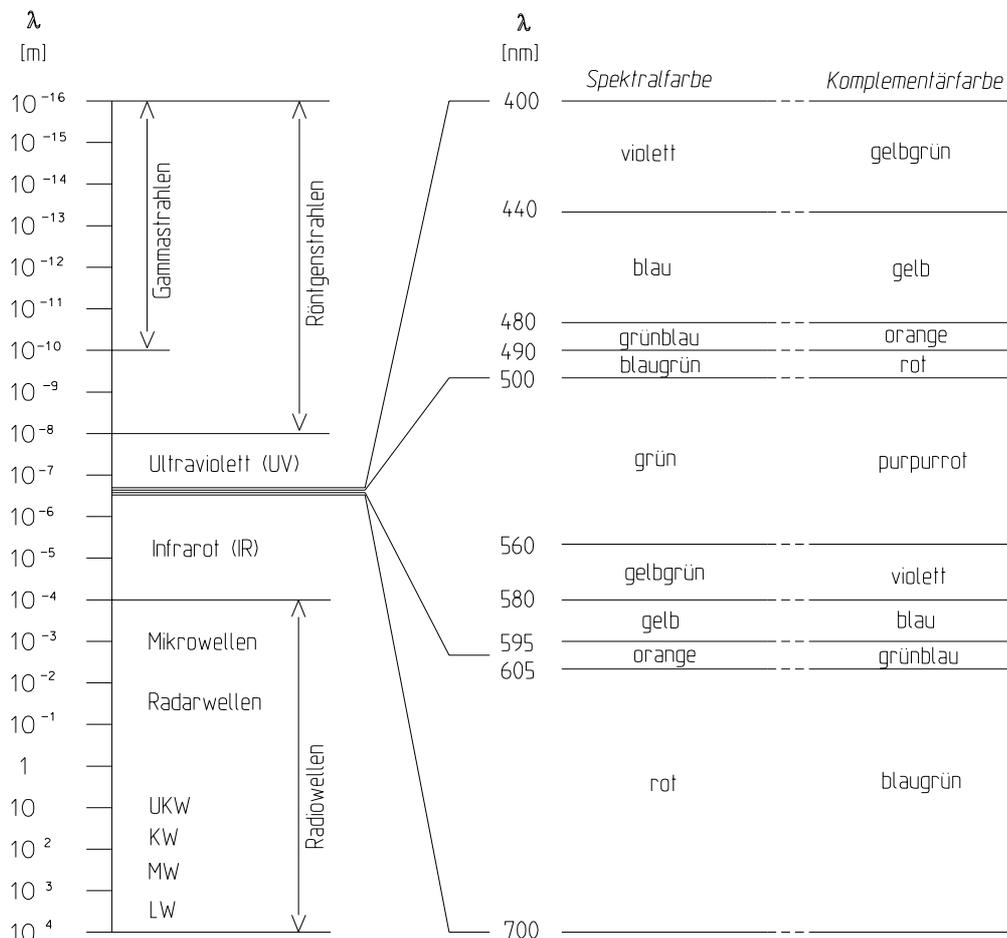
gesendet am 8/11/12 um 21:01

Warnen    Antworten

Zu den Favoriten hinzufügen    +1 0    Recommend 0

Quelle: <http://www.gofeminin.de>

**Material 4: Spektrum der elektromagnetischen Strahlung**



- Aufgaben:** **BE**
1. Erläutern Sie am Beispiel von E 110 den Einfluss der vorhandenen Strukturmerkmale auf die Farbigkeit. **20**  
Veranschaulichen Sie dabei mesomere Effekte anhand von Strukturformeln.
  2. Erklären Sie allgemein die Entstehung eines Farbeindruckes. **16**  
Leiten Sie die Farben der Stoffe E 110 und E 122 ab und begründen Sie die unterschiedliche Farbigkeit.
  3. Erstellen Sie am Beispiel von E 110 die Strukturformeln für die durch Azoreduktase gebildeten Spaltprodukte und zeigen Sie, dass es sich bei der Spaltung um eine Redoxreaktion handelt. **6**
  4. Verfassen Sie eine Empfehlung zum Umgang mit Azofarbstoffen als Antwort auf den Forumsbeitrag von lumpinchen1976. **8**

**Beispielaufgabe für die  
zentrale schriftliche Abiturprüfung**
**ab 2015**

# Chemie

## Leistungskurs

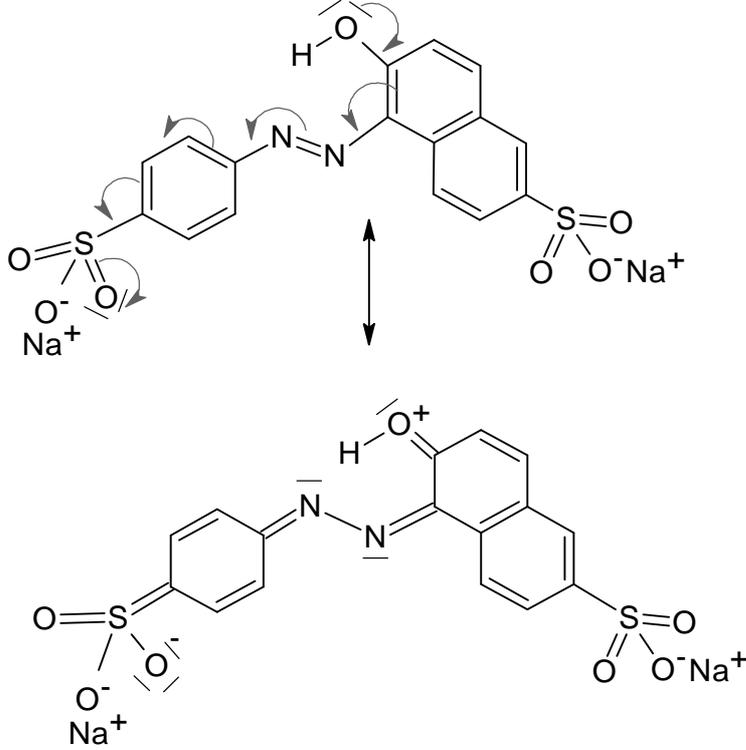
**Erwartungshorizont D**
**für Lehrkräfte**

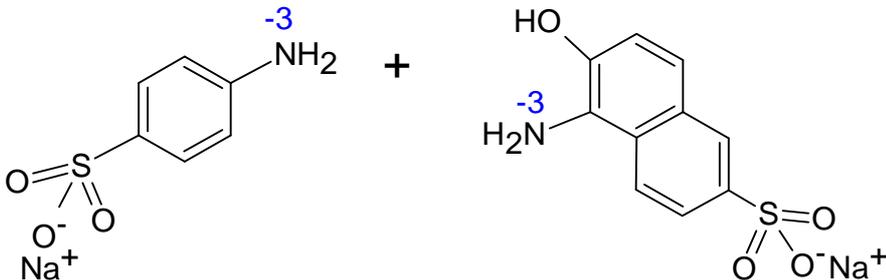
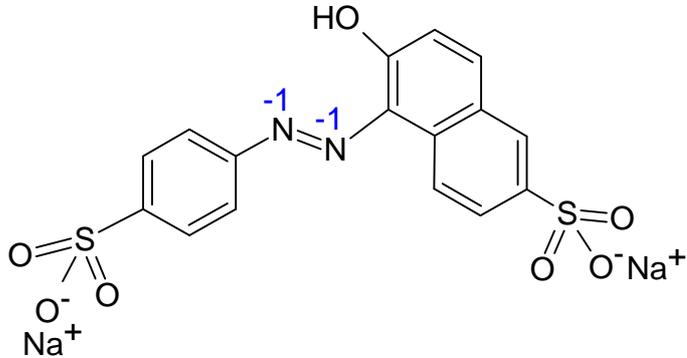
Bitte kontrollieren Sie vor Beginn der Arbeit die Vollständigkeit der Aufgabensätze für die Prüflinge.

<b>Thema:</b>	<b>Azofarbstoffe: Gefährlich bunt?</b>
<b>Aufgabenart:</b>	Aufgabe mit fachspezifischem Material
<b>Hilfsmittel:</b>	Nachschlagewerk zur Rechtschreibung der deutschen Sprache, nicht programmierbarer und nicht grafikfähiger Taschenrechner, an der Schule eingeführtes Tafelwerk/Formelsammlung

Die Beschreibungen der erwarteten Schülerleistungen enthalten keine vollständigen Lösungen, sondern nur kurze Angaben. Hier nicht genannte, aber gleichwertige Lösungswege sind gleichberechtigt.

Aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistungen	AB		
		I	II	III
<b>1</b>	<p><b>Einfluss der Strukturmerkmale auf Farbigkeit:</b>  <i>Darstellung des Zusammenhangs zwischen Strukturmerkmal und Eigenschaft (je 2 BE AB I), Ableiten der entsprechenden Strukturmerkmale aus den Formeln (je 2 BE AB II)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ausgedehntes delokalisiertes <math>\pi</math>-Elektronensystem erstreckt sich über anellierte Ringsysteme, die Azogruppe und einen Phenylrest und fungiert als Chromophor, der farberzeugenden Komponente.</li> <li>▪ Die Hydroxygruppe fungiert als auxochrome Gruppe und übt einen elektronenschiebenden (+M-) Effekt aus. Das führt zur Erhöhung der Elektronendichte im Ringsystem und damit zur Verlängerung des delokalisierten <math>\pi</math>-Elektronensystems. Die Folge ist eine Farbvertiefung.</li> <li>▪ Vorhandene Sulfogruppen fungieren als antiauxochrome Gruppen und üben einen elektronenziehenden (-M-) Effekt aus. Das bewirkt Mesomerie in einem bestimmten Molekülbereich, wodurch eine noch stärkere Farbvertiefung hervorgerufen wird.</li> </ul>	<b>6</b>	<b>6</b>	

Aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistungen	AB		
		I	II	III
1	<p><b>Angabe mesomerer Grenzstrukturen, z. B.:</b></p> 		8	
2	<p><b>Entstehung eines Farbeindrucks:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Weißes Licht trifft auf ein Farbstoffmolekül.</li> <li>▪ Dabei wird ein Teil der Lichtenergie absorbiert: Ein Elektron des delokalisierten <math>\pi</math>-Elektronensystems vollführt einen Quantensprung vom obersten besetzten zum niedrigsten unbesetzten Energieniveau. Das Elektron kehrt wieder in den Grundzustand zurück und gibt die Energie in Form von Wärme ab.</li> <li>▪ Das „Restlicht“ wird reflektiert und erscheint in der Komplementärfarbe der absorbierten Wellenlänge(n) des eingestrahlten Lichtes.</li> <li>▪ Die Komplementärfarbe wird als Farbeindruck wahrgenommen.</li> </ul> <p><b>Ableiten der Farben von E 110 und E 122:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ E 110: <math>\lambda_{\max} = 475 \text{ nm}</math> → Laut Diagramm wird blaues Licht absorbiert und gelbes Licht reflektiert. E 110 ist gelb.</li> <li>▪ E 122: <math>\lambda_{\max} = 512 \text{ nm}</math> → Laut Diagramm wird grünes Licht absorbiert und purpurrotes Licht reflektiert. E 122 ist rot.</li> </ul>	6	6	

Aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistungen	AB		
		I	II	III
2	<p><b>Begründung der unterschiedlichen Farbigkeit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Strukturen von E 110 und E 122 unterscheiden sich in der Anzahl der Phenylringe. Dadurch verfügen E 122-Moleküle über ein längeres delocalisiertes <math>\pi</math>-Elektronensystem. Der zur Anregung von <math>\pi</math>-Elektronen benötigte Energiebetrag ist somit geringer. Das entspricht einer größeren Wellenlänge des absorbierten Lichtes (<math>475 \text{ nm} &lt; 512 \text{ nm}</math>). Bathochromer Effekt.</li> </ul>		4	
3	<p><b>Strukturformeln der Spaltprodukte:</b></p>  <p><b>Nachweis der Redoxreaktion:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ermitteln der Oxidationszahlen der Stickstoffatome in den Edukten und Produkten (siehe Strukturformeln, oben)</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Oxidationszahl der Stickstoffatome hat abgenommen. Es sind pro Stickstoffatom 2 Elektronen aufgenommen worden. Dabei handelt es sich um eine Reduktion.</li> <li>Aus Material 2 geht hervor, dass Azoreduktase diese Redoxreaktion katalysiert bzw. Reduktionsmittel als Reaktionspartner in Frage kommen. Reduktionsmittel sind Elektronendonatoren, die während der Reaktion oxidiert werden.</li> </ul>			2
			4	

Aufgabe	Beschreibung der erwarteten Schülerleistungen	AB		
		I	II	III
<b>4</b>	<p><b>Empfehlung zum Umgang mit Azofarbstoffen, z. B.:</b></p> <p><i>Die Empfehlung soll in einer verbal zusammenhängenden Darstellung erfolgen, in der Argumente aus dem Material 2 angeführt (AB I) und eigene Schlussfolgerungen gezogen (AB II) werden.</i></p> <p><u>Azofarbstoffe in Getränken:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Wenn Azofarbstoffe enthalten sind, muss ein Warnhinweis auf der Verpackung stehen. Diese dann lieber den Kindern nicht als Getränk zur Verfügung stellen, da mit einer Beeinflussung der Aktivität oder Aufmerksamkeit gerechnet werden muss.</li> <li>▪ Fraglich ist die Kennzeichnung bei lose verkauften Getränken, wie bei Bubble Tea.</li> </ul> <p><u>Azofarbstoffe in der Kleidung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gefährliche Azofarbstoffe dürfen laut Bedarfsgegenständeverordnung in Deutschland nicht zum Einsatz kommen.</li> <li>▪ Bei Waren aus dem Ausland sollte man dennoch darauf achten, ob sie solche Azofarbstoffe enthalten können.</li> <li>▪ Wenn man sich unsicher ist, sollte die Wäsche besser vor dem ersten Tragen gewaschen werden, da sich die nicht fest auf der Faser haftenden Azofarbstoffe im Waschwasser lösen lassen.</li> </ul>	<b>4</b>	<b>4</b>	
	<b>BE</b>	<b>16</b>	<b>28</b>	<b>6</b>
	<b>prozentuale Verteilung</b>	<b>32</b>	<b>56</b>	<b>12</b>
	<b>Summe BE</b>	<b>50</b>		

**Überblick über die fachlichen und methodischen Kompetenzen laut EPA vom 05.02.2004**

Fachwissen	Fachmethoden	Kommunikation	Reflexion
<p>Die Prüflinge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erkennen die Zusammenhänge zwischen Struktur, Eigenschaften und Verwendung der Stoffe,</li> <li>strukturieren erworbenes Wissen über Stoffe und chemische Reaktionen auf der Grundlage der fachlichen Basiskonzepte (Struktur-Eigenschaftskonzept, Donator-Akzeptorkonzept).</li> </ul>	<p>Die Prüflinge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wenden geeignete Modelle zur Beschreibung und Erklärung chemischer Sachverhalte an,</li> <li>interpretieren chemische Reaktionen auf der Teilchenebene.</li> </ul>	<p>Die Prüflinge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben und veranschaulichen konkrete chemische Sachverhalte unter angemessener Nutzung der Fachsprache,</li> <li>argumentieren sachlogisch und begründen schlüssig chemische Sachverhalte und Fragestellungen,</li> <li>präsentieren chemisches Wissen, eigene Standpunkte und Überlegungen adressaten- und situationsgerecht,</li> <li>stellen chemische Sachverhalte und Erkenntnisse in unterschiedlicher Form (Symbole, Formeln, Gleichungen, Tabellen, Diagramme, Grafen, Skizzen, Simulationen) dar,</li> <li>interpretieren Fachtexte und können daraus Schlüsse ziehen,</li> <li>nutzen Informationsquellen, erkennen Kernaussagen, wählen Informationen gezielt und kritisch aus und verknüpfen diese mit dem erworbenen Wissen.</li> </ul>	<p>Die Prüflinge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>betrachten Aussagen aus unterschiedlichen Perspektiven und bewerten diese sachgerecht auf der Grundlage chemischer Kenntnisse,</li> <li>nutzen chemische Kenntnisse zur Erklärung von Lebensvorgängen.</li> </ul>