



3: Die chemische Reaktion

Anleitungen für Experimente



Experiment 3.1 Chemische Reaktion – Was passiert? ELMO S. 67

Sicherheitshinweise

Schutzbrille verwenden



Benötigte Chemikalien

Stoff	Gefahrenhinweise	Sicherheitshinweise	Gef.symbol
HCl Salzsäure c = 1 Mol/L	H290 kann gegenüber Metallen korrosiv sein	P302 + P352 <i>Bei Berührung mit der Haut:</i> Mit viel Wasser und Seife waschen	
	H315 Verursacht Hautreizungen	P305 + P338 + P351 <i>Kontakt mit den Augen:</i> Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen	
	H319 Verursacht schwere Augenreizung		
	H335 Kann die Atemwege reizen		
FeCl₃ Eisen(III)-chlorid-Lösung	H290 Kann gegenüber Metallen korrosiv sein.	P280 Augenschutz tragen	
	H302 Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.	P302 + P352 <i>Bei Berührung mit der Haut:</i> Mit viel Wasser und Seife waschen	
	H315 Verursacht Hautreizungen.	P305 + P338 + P351 <i>Kontakt mit den Augen:</i> Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen	
	H318 Verursacht schwere Augenschäden		
KI Kaliumiodid	H372 Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition durch Verschlucken	P314 Bei Unwohlsein ärztlichen Rat einholen/ ärztliche Hilfe hinzuziehen	
NaOH Natronlauge c = 1 Mol/L	H290 Kann gegenüber Metallen korrosiv sein	P280 Schutzhandschuhe/ Schutzkleidung/ Augenschutz/ Gesichtsschutz tragen	
	H314 Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden	P301 + P330 + P331: <i>Bei Verschlucken:</i> Mund ausspülen. Kein Erbrechen herbeiführen	
		P305 + P351 + P338: <i>Bei Kontakt mit den Augen:</i> Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen	
		P308 + P310: <i>Bei Exposition oder falls betroffen:</i> Sofort Giftinformationszentrum oder Arzt anrufen	



Benötigte Chemikalien

Stoff	Gefahrenhinweise	Sicherheitshinweise	Gef.symbol
CuSO_4 Kupfer(II)-sulfat	H302 Gesundheitsschädlich bei Verschlucken H318 Verursacht schwere Augenschäden H410 Sehr giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung	P273 Freisetzung in die Umwelt vermeiden. P280 Augenschutz tragen. P305 + P351 + P338: <i>Bei Kontakt mit den Augen:</i> Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen. P313 Ärztlichen Rat einholen/ ärztliche Hilfe hinzuziehen.	  

Benötigte Geräte

- 1 Laminiertes Tüpfelblatt für Experiment 3.1
- 1 Zinkdraht
- Marmor
- Universalindikator

Arbeitsvorschrift

- Mische die jeweils angegebenen Stoffe im zugehörigen schwarzen Quadrat.
- Versuche anhand der Beobachtungen eine Reaktionsgleichung zu formulieren.

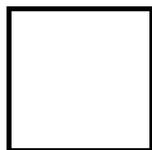
SII

Chemische Reaktion – Was passiert?

Gib die Stoffe laut Anweisung zu und beobachte. Versuche anhand der Beobachtungen eine Reaktionsgleichung zu formulieren.

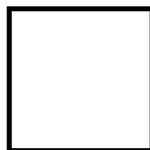
V1

Zinkdraht und
1 Tropfen Salzsäure (c = 1 mol/L)



V2

1 Tropfen Eisen(III)-chloridlösung und
1 Tropfen Kaliumiodidlösung



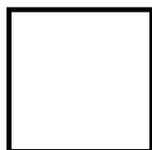
V3

Marmor und
1 Tropfen Salzsäure (c = 1 mol/L)



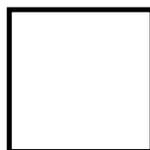
V4

1 Tropfen Kupfer(II)-sulfatlösung und
Zinkdraht



V5

1 Tropfen Salzsäure (c = 1 mol/L) und
1 Tropfen Natronlauge (c = 1 mol/L)



V6

1 Tropfen Salzsäure (c = 1 mol/L),
1 Tropfen Universalindikator und
1 Tropfen Natronlauge (c = 1 mol/L)



B.P.

Tüpfelblatt in Originalgröße zum Kopieren auf der nächsten Seite



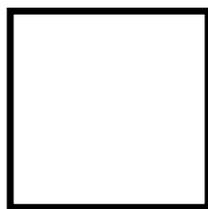
SII

Chemische Reaktion – Was passiert?

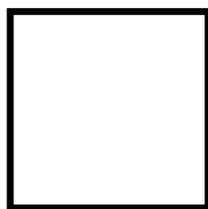
Gib die Stoffe laut Anweisung zu und beobachte. Versuche anhand der Beobachtungen eine Reaktionsgleichung zu formulieren.

V1

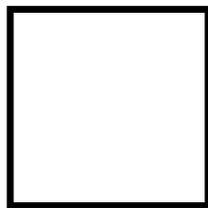
Zinkdraht und
1 Tropfen Salzsäure ($c = 1 \text{ mol/L}$)

**V2**

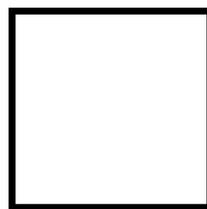
1 Tropfen Eisen(III)-chloridlösung und
1 Tropfen Kaliumiodidlösung

**V3**

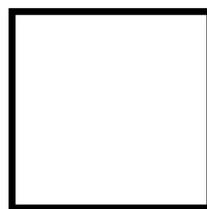
Marmor und
1 Tropfen Salzsäure ($c = 1 \text{ mol/L}$)

**V4**

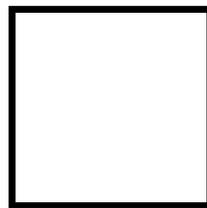
1 Tropfen Kupfer(II)-sulfatlösung und
Zinkdraht

**V5**

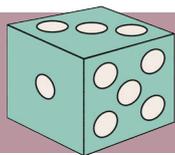
1 Tropfen Salzsäure ($c = 1 \text{ mol/L}$) und
1 Tropfen Natronlauge ($c = 1 \text{ mol/L}$)

**V6**

1 Tropfen Salzsäure ($c = 1 \text{ mol/L}$),
1 Tropfen Universalindikator und
1 Tropfen Natronlauge ($c = 1 \text{ mol/L}$)



S.I.



Experiment 3.2 „3 Gewinnt“ –

ELMO S. 69

das Spiel mit den Reaktionsgleichungen

Benötigte Materialien

- 1 Foliervorlage „Drei gewinnt – Das Spiel mit Reaktionsgleichungen“
- 1 Würfel
- 2 Whiteboard-Marker in verschiedenen Farben

Spielregeln

Ein Spiel für zwei Spieler, zwei farbige Stifte und einen Würfel

- Ziel: Erobere durch Würfeln der richtigen Faktoren (auch 1) drei Kästchen – waagrecht, senkrecht oder diagonal (jede Spalte ist ein eigenes Spielfeld).
- Der Mitspieler kann Deinen Plan vereiteln, indem er einen Faktor in seiner Farbe hinschreibt.
- Taktik, Würfelglück und die Fähigkeit Reaktionsgleichungen richtig zu stellen, führen zum Sieg.
- Bei einem „Sechser“ darf man noch einmal würfeln!

Drei gewinnt! Variation



Ein Spiel für zwei Spieler, zwei farbige Stifte und einen Würfel

Ziel: Erobere durch Würfeln der richtigen Faktoren (auch 1) drei Kästchen – waagrecht, senkrecht oder diagonal (jede Spalte ist ein eigenes Spielfeld). Der Mitspieler kann deinen Plan vereiteln, indem er einen Faktor in seiner Farbe hinschreibt. Taktik, Würfelglück und die Fähigkeit Reaktionsgleichungen richtig zu stellen, führen zum Sieg.

Bei einem „Sechser“ darf man noch einmal würfeln!

<input type="checkbox"/> Na + <input type="checkbox"/> O ₂ → <input type="checkbox"/> Na ₂ O	<input type="checkbox"/> Al(OH) ₃ → <input type="checkbox"/> H ₂ O + <input type="checkbox"/> Al ₂ O ₃
<input type="checkbox"/> Fe + <input type="checkbox"/> Cl ₂ → <input type="checkbox"/> FeCl ₃	<input type="checkbox"/> P + <input type="checkbox"/> O ₂ → <input type="checkbox"/> P ₄ O ₁₀
<input type="checkbox"/> Nb + <input type="checkbox"/> O ₂ → <input type="checkbox"/> Nb ₂ O ₅	<input type="checkbox"/> N ₂ + <input type="checkbox"/> H ₂ → <input type="checkbox"/> NH ₃

Spielplan in Originalgröße zum Kopieren auf der nächsten Seite





Drei gewinnt! Variation

Ein Spiel für zwei Spieler, zwei farbige Stifte und einen Würfel

Ziel: Erobere durch Würfeln der richtigen Faktoren (auch 1) drei Kästchen – waagrecht, senkrecht oder diagonal (jede Spalte ist ein eigenes Spielfeld). Der Mitspieler kann deinen Plan vereiteln, indem er einen Faktor in seiner Farbe hinschreibt. Taktik, Würfelglück und die Fähigkeit Reaktionsgleichungen richtig zu stellen, führen zum Sieg.

Bei einem „Sechser“ darf man noch einmal würfeln!

<input type="checkbox"/> Na + <input type="checkbox"/> O ₂ → <input type="checkbox"/> Na ₂ O	<input type="checkbox"/> Al(OH) ₃ → <input type="checkbox"/> H ₂ O + <input type="checkbox"/> Al ₂ O ₃
<input type="checkbox"/> Fe + <input type="checkbox"/> Cl ₂ → <input type="checkbox"/> FeCl ₃	<input type="checkbox"/> P + <input type="checkbox"/> O ₂ → <input type="checkbox"/> P ₄ O ₁₀
<input type="checkbox"/> Nb + <input type="checkbox"/> O ₂ → <input type="checkbox"/> Nb ₂ O ₅	<input type="checkbox"/> N ₂ + <input type="checkbox"/> H ₂ → <input type="checkbox"/> NH ₃



Experiment 3.3

ELMO S. 71

Wieviel % Speisesoda enthält Backpulver?

Sicherheitshinweise

Schutzbrille verwenden



Benötigte Chemikalien

Stoff	Gefahrenhinweise	Sicherheitshinweise	Gef.symbol
Milchsäure	H315: Verursacht Hautreizungen H318: Verursacht schwere Augenschäden	P280: Augenschutz tragen P302 + P352: Bei Berührung mit der Haut: Mit viel Wasser und Seife waschen P305 + P351 + P338: Bei Kontakt mit den Augen: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen P313: Ärztlichen Rat einholen/ ärztliche Hilfe hinzuziehen	
Backpulver	keine	keine	

Benötigte Geräte

- 1 Becherglas 150 mL
- 1 Messzylinder 50 mL

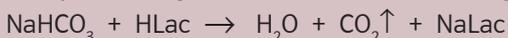
- 1 Glasstab
- Waage

Arbeitsvorschrift

- Wiege ca. 5 g Backpulver (Wert genau notieren!) in einem 150 mL Becherglas ein.
- Gib 50 mL Milchsäure (als Formel verwenden wir HLac) in einen Messzylinder.
- Stelle das Becherglas mit Backpulver und einem Glasstab und den Messzylinder auf die Waage.
- Stelle die Waage auf 0,00 g.
- Gieße die Milchsäure zum Backpulver (Achtung: heftiges Aufschäumen) und stelle den leeren Messzylinder wieder auf die Waage.
- Rühre mit dem Glasstab so lange, bis die Reaktion beendet ist.
- Notiere die Massenabnahme.

Auswertung

Backpulver reagiert mit Milchsäure nach folgender Reaktionsgleichung:



1. Berechne den Prozentgehalt an Speisesoda im Backpulver.
2. Dinatriumdihydrogenphosphat ist das Salz der Diphosphorsäure, die durch Wasserabspaltung zwischen zwei Phosphorsäuren gebildet wird. Erstelle die Strukturformel.
3. Wie lautet die Formel von Dinatriumdihydrogenphosphat?

Info-Text

Backpulver ist eine Mischung aus einer CO_2 -Quelle, meist Natriumhydrogencarbonat (Speisesoda) und einem Säuerungsmittel, oft Dinatriumdihydrogendiphosphat (E 450a) als Säureträger. Zudem wird ein Trennmittel (bis 30 %) aus Stärke zugegeben, um Feuchtigkeit zu binden und so eine vorzeitige CO_2 -Entwicklung zu verhindern. Durch Hitze und Feuchtigkeit reagiert das Speisesoda mit der Säure und setzt Kohlenstoffdioxid frei, wodurch kleine Gasbläschen entstehen und der Teig aufgelockert wird.

Das Backpulver wurde von Eben Norton Horsford, einem Schüler von Justus von Liebig, erfunden. Der Erfolg des Backpulvers in Deutschland begann schließlich mit August Oetker, der die Rezeptur weiterentwickelte und das Produkt geschickt vermarktete, indem er das Pulver in kleinsten Portionen an Hausfrauen zum Kuchenbacken, anstatt wie bis dahin nur an Bäcker zum Brotbacken verkaufte. Ab 1893 füllte er sein Backpulver Backin ab und 1903 ließ er sich das entsprechende Verfahren patentieren.





Experiment 3.4

ELMO S. 74

Wieviel % Essigsäure enthält Speiseessig?

Sicherheitshinweise

Schutzbrille verwenden



Benötigte Chemikalien

Stoff	Gefahrenhinweise	Sicherheitshinweise	Gef.symbol
NaOH	H290 Kann gegenüber Metallen korrosiv sein H314 Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden	P280 Schutzhandschuhe/ Schutzkleidung/ Augenschutz/ Gesichtsschutz tragen. P301 + P330 + P331: <i>Bei Verschlucken:</i> Mund ausspülen. KEIN Erbrechen herbeiführen. P305 + P351 + P338: <i>Bei Kontakt mit den Augen:</i> Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen. P308 + P310: <i>Bei Exposition oder falls betroffen:</i> Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM oder Arzt anrufen.	
Speiseessig	keine	keine	
Bromthymolblau	keine	keine	

Benötigte Geräte

2 Spritzen 1 mL (mit Unterteilung 0,01 mL)

Erlenmeyerkolben 25 mL Weithals

Arbeitsvorschrift

- 1,00 mL Speiseessig werden mit einer Spritze in den 25 mL Erlenmeyerkolben gegeben.
- Man fügt ca. 10 mL Deionat und 2 Tropfen Bromthymolblaulösung zu.
- Die Titerlösung NaOH mit $c = 1,00 \text{ mol/L}$ wird in einer weiteren Spritze aufgezogen.
- Man tropft solange Titerlösung zu, bis die ursprünglich gelbe Färbung der Lösung zu blau wechselt.

Auswertung

Berechne die Konzentration der Essigsäure in diesem Speiseessig.

Ergebnis:

Der untersuchte Speiseessig weist eine Konzentration von Essigsäure pro Liter Speiseessig auf.





Experiment 3.5

Knallgas

ELMO S. 76

Sicherheitshinweise

Schutzbrille verwenden



Benötigte Chemikalien

Stoff	Gefahrenhinweise	Sicherheitshinweise	Gef.symbol
Na_2SO_4 Natriumsulfat	keine	keine	

Benötigte Geräte

Eprovette

Eprovetten-Gestell

Plastik-Pasteur-Pipette

2 Stecknadeln

2 Krokokabel

4,5-V-Flachbatterie

Plastikdose ca. 50 mL

Pustefix-Lösung

Holzstäbchen

Zündhölzer

Arbeitsvorschrift

- Fülle eine Plastik-Pasteur-Pipette möglichst vollständig mit Natriumsulfat-Lösung.
- Durchstich die Pipette entsprechend der Abbildung mit den Stecknadeln.
- Stelle die Pipette in ein mit Natriumsulfatlösung gefülltes Reagenzglas, so dass die Spitze in die Flüssigkeit taucht.
- Setze jeweils ein Kabel mit Krokoklemme an. Verbinde die Kabel mit dem 4,5-V-Batterieblock zu einem geschlossenen Stromkreis und beobachte.
- Gib in die kleine Plastikdose ca. 2 cm hoch Pustefix-Lösung. Spritze das gewonnene Gas in die Seifenlösung.
- Entzünde ein Holzstäbchen und bringe damit die gebildeten Seifenblasen zur Explosion.





Experiment 3.6

Modellversuch „Airbag“

ELMO S. 77

Sicherheitshinweise

Schutzbrille verwenden



Benötigte Chemikalien

Stoff	Gefahrenhinweise	Sicherheitshinweise
NaHCO ₃ Speisesoda Natriumhydrogencarbonat	keine	keine
CH ₃ COOH Essigsäure Speiseessig 7,5 %	keine	keine

Benötigte Geräte

Tiefkühlsackerl mit Zipper 1,5 L
Verschließbare Dose ca. 50 mL
Messzylinder 50 mL

Waage
Spatel

Info-Text

Funktionsweise eines Auto-Airbags:

Die Chemikalienmischung, die ein Airbag enthält, besteht aus Natriumazid NaN₃, Kaliumnitrat und Siliciumdioxid. Die chemische Reaktionskette beginnt mit der Zündung einer kleinen Menge Natriumazid durch einen elektrischen Impuls. Dabei steigt die Temperatur lokal auf über 300 °C an, was zur raschen Zersetzung der Hauptmenge an Natriumazid führt. Bei der Zersetzung dieser Verbindung entsteht geschmolzenes metallisches Natrium und Stickstoffgas. Das Natrium reagiert mit dem Kaliumnitrat, wobei weiterer Stickstoff freigesetzt und Kalium- und Natriumoxide gebildet werden, welche sich umgehend mit dem Siliciumdioxid zu ungefährlichem Silicatglas verbinden. Nur Stickstoff gelangt in die Kissen.

Quelle: „Sonne, Sex und Schokolade“ von John Emsley; WILEY-VCH 2003

Fragen & Aufgaben zum Info-Text

1. Formuliere die Reaktionsgleichung für die Zersetzung von Natriumazid.
2. Formuliere die Reaktionsgleichung für die Reaktion von Natrium mit Kaliumnitrat.
3. Silicatglas hat die Formel Na₂K₂SiO₄. Welche Ladung hat daher SiO₄?
4. Formuliere auch die letzte angesprochene Gleichung – die Reaktion der Oxide zum Silicat.

Arbeitsvorschrift

- Ein Tiefkühlsackerl mit „Zipper“ ist mit Kohlenstoffdioxid komplett zu füllen (nicht zu zerplatzen). Das Sackerl fasst ein Volumen von 1,5 L. Lies die Temperatur und den Luftdruck im Prüfungsraum ab, damit Du die Anzahl der Mol CO₂-Gas, die Du für die Füllung brauchst, bestimmen kannst.
- Kohlenstoffdioxid wird aus Speisesoda (NaHCO₃) und Speiseessig (CH₃COOH 7,5 %; die Dichte beträgt 1000 g/L) gebildet. Berechne die Menge an Ausgangsstoffen, die Du für den Versuch benötigst (Speisesoda in Gramm, Essig in mL).
- Fülle das Speisesoda in das kleine Doserl und verschließe es fest. Gib es in das Tiefkühlsackerl und füge jetzt das berechnete Volumen an Essig zu. Verschließe das Sackerl. Öffne das Doserl und lasse damit die Reaktion starten. Fühle mit der Hand die Temperaturänderung bei dieser Reaktion.



Fragen & Aufgaben zum Experiment

1. Formuliere die Reaktionsgleichung für die Reaktion von Speisesoda mit Essig.
2. Erläutere ausführlich die einzelnen Rechenschritte, die für die Durchführung des Experiments notwendig sind.
3. Handelt es sich bei dieser Reaktion um einen exothermen oder endothermen Vorgang?





ELMO S. 79

Experiment 3.7 Wirkungsgrad der Butangasverbrennung

Sicherheitshinweise

Schutzbrille und Schutzscheibe verwenden. Haare zurückbinden.



Benötigte Geräte

Kartuschenbrenner
Waage
Dreibein mit Drahtnetz

Becherglas 400 mL
Stativ mit Klemme
Thermometer

Arbeitsvorschrift

- Der Kartuschenbrenner wird gewogen – Masse notieren!
- Man gibt ca. 200 g Wasser (genauen Wert notieren) in das Becherglas.
- Die Temperatur des Wassers zu Beginn des Versuches wird gemessen und notiert.
- Entzünde den Brenner und erwärme das Wasser um ca. 40 °C (genauen Wert der Temperatur am Ende des Experiments notieren).
- Drehe den Brenner ab und wiege ihn erneut.

Messergebnisse

m_{Brenner} zu Beginn _____ g m_{Brenner} am Ende _____ g $\Delta m =$ _____ g

$m(\text{H}_2\text{O})$ _____ g

$T_{\text{zu Beginn}}$ _____ °C $T_{\text{am Ende}}$ _____ °C $\Delta T =$ _____ °C

Auswertung

- Gib die Reaktionsgleichung für die Butangasverbrennung (Butan: C_4H_{10}) an.
- Berechne ΔH_{R} für diese Reaktion.
- Berechne die Energie, die bei der Verbrennung des Butans freigesetzt ist.
- Um 1 g Wasser um 1 °C zu erwärmen benötigt man 4,2 J. Man sagt auch: Die spezifische Wärmekapazität von Wasser beträgt $4,2 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$. Berechne die Energie, die für das Erhitzen des Wassers benötigt wurde.
- Berechne den Wirkungsgrad für obigen Versuch nach folgender Formel:

$$\text{Wirkungsgrad} = \frac{\text{zum Erhitzen benötigte Energie}}{\text{berechnete Energie aus der Butangasverbrennung}} \cdot 100 =$$





Experiment 3.8 Lösungsenthalpie von Natriumsulfat ELMO S. 79

Sicherheitshinweise

Schutzbrille und Schutzscheibe verwenden. Haare zurückbinden.



Benötigte Chemikalien

Stoff	Gefahrenhinweise	Sicherheitshinweise	Gef.symbol
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ Natriumsulfat- Decahydrat	keine	keine	

Benötigte Geräte

Styropor-Becher 250 mL	Glasstab
Becherglas 400 mL	Wägeschälchen
Thermometer	Spatel

Arbeitsvorschrift

- Bestimme das Leergewicht des Styroporbechers. Fülle dann ca. 50 g Wasser in den Styroporbecher, wiege den gefüllten Styroporbecher genau ab und notiere das Gewicht des Wassers.
- Gib den Styroporbecher in das Becherglas, um ein Umfallen zu verhindern.
- Miss die Temperatur des Wassers mit dem Thermometer und notiere sie.
- Wäge nun ca. 3,5 bis 4,5 g Natriumsulfat-Decahydrat im Wägeschälchen ab und notiere das genaue Gewicht.
- Füge das gesamte Natriumsulfat dem Wasser hinzu und rühre mit dem Glasstab so lange um, bis das gesamte Natriumsulfat gelöst ist.
- Miss nun erneut die Wassertemperatur und notiere auch diesen Wert.

Auswertung

- Berechne die Molzahl des zugegebenen Natriumsulfat-Decahydrat.
- Die Wärmekapazität von Wasser beträgt ca. $4,2 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$. Das bedeutet, dass man für die Temperaturänderung von einem Gramm Wasser um ein Kelvin eine Energie von 4,2 Joule benötigt. Berechne mit Hilfe dieser Information, wie viel Energie bei der Temperaturänderung des Wassers im Styroporbecher frei geworden ist. Beachte dabei, dass eine Temperaturänderung von einem Kelvin einem Grad Celsius entspricht.
- Berechne nun die freiwerdende Energie beim Auflösen des Salzes in Joule pro Mol des Salzes.

