



## Schulinterner Lehrplan

### Chemie

**EF Jahresthema: Vom Alkohol zum Aromastoff, Reaktionsgeschwindigkeit und chemische Kreisläufe**

**Q1 Jahresthema: Gewinnung und Nutzung von elektrischer Energie aus chemischer Energie, Reaktionswege und Säure/Basen und Analytische Verfahren**

**Q2 Jahresthema: Bunte Kleidung, Wenn das Erdöl zu Ende geht und maßgeschneiderte Produkte aus Kunststoffen**

**Städtische  
Gesamtschule Kaarst-  
Büttgen**

Hubertusstraße 22 - 24

41564 Kaarst

## Literaturverzeichnis

1	Inhalt	
	Städtische Gesamtschule Kaarst-Büttgen .....	1
1	Inhalt .....	2
<b>2</b>	<b>Entscheidungen zum Unterricht</b> .....	<b>3</b>
2.1	Unterrichtsvorhaben .....	4
2.1.1	Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben.....	4
2.1.2	Konkretisierte Unterrichtsvorhaben.....	7
2.2	Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit.....	52
2.3	Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung .....	53
2.4	Lehr- und Lernmittel .....	54
<b>3</b>	<b>Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen</b> .....	<b>54</b>
<b>4</b>	<b>Qualitätssicherung und Evaluation</b> .....	<b>56</b>
5	Anhang:.....	57

## 2 Entscheidungen zum Unterricht

### Implementation der 17 Ziele in den Lehrplan

Die im Jahre 2015 verabschiedeten Ziele der Weltgemeinschaft, die sogenannten **SGD**'s (Sustain Development Goals) umfassen sowohl ökologische, ökonomische als auch soziale Aspekte bzw. Dimensionen im Hinblick auf die weitere Entwicklung der Welt (Agenda 2030<sup>1</sup>). Die Ziele richten sich nicht nur an Staaten, Regierungen und Firmen, sondern auch an Institutionen und Privatpersonen.

Folglich müssen Schüler\*innen sensibilisiert werden die multidimensional-komplexen Probleme der Zukunft zu visualisieren, um diese nachhaltig lösen zu können und in einer global-vernetzten Welt ihren Platz zu finden. Dieser Aufgabe muss sich Schule als Institution stellen und neben Fachwissen der oben erwähnten nachhaltigen Entwicklung einen wichtigen Stellenwert einräumen. Ziele, wie etwa „Geschlechtergerechtigkeit“, „Hochwertige Bildung“, „Weniger Ungleichheiten“ und „Frieden, Gerechtigkeit und starke Institutionen“<sup>2</sup> sollten immer im Zentrum eines guten Unterrichts stehen und das Fundament jeder Schule bilden, um jede\*n Schüler\*in gleichsam in den Blick zu nehmen. Einzelne Ziele jedoch können in verschiedenen Unterrichtsreihen entsprechend besonders in den Fokus genommen und vertieft werden.

Der in der Qualifikationsphase I stattfindende Projektkurs, der momentan im Fach Chemie erteilt wird, „Die Brennstoffzelle und ich“, nimmt an dieser Stelle einen besonderen Fokuspunkt für die Punkte, die sich mit nachhaltiger Energie(-versorgung) beschäftigen, ein. „Bezahlbare und saubere Energie“, „Nachhaltige Städte und Gemeinden/nachhaltiger Konsum und Produktion“ und natürlich „Maßnahmen zum Klimaschutz“ stellen seit jeher einen genuin-integralen Teil des erfolgreichen und verantwortungsvollen Chemieunterrichts dar. Durch die Schüler\*innenarbeiten zum Thema der Brennstoffzelle, die Kooperationspartner<sup>3</sup> kann auch hier eine innovativ-nachhaltige Basis als Teil des Unterrichts geschaffen werden, die die Realisierung der 17 Ziele vorantreibt und den Schüler\*innen eine nachhaltige Perspektive alternativer, ökologisch verträglicher Energieversorgung vermittelt.

Um diese Entwicklung der 17 Ziele in der Lehrplanarbeit und somit dem Unterricht auch angemessen zu visualisieren, finden sich im Anschluss die 17 Ziele in chronologischer Auflistung, sowie die Farbe, in der diese im Lehrplan zu finden sind:

### 17 Ziele:

1. Keine Armut
2. Kein Hunger
3. Gesundheit und Wohlergehen
4. Hochwertige Bildung
5. Geschlechtergleichheit
6. Sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen
7. Bezahlbare und Saubere Energie
8. Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum
9. Industrie, Innovation und Infrastruktur
10. Weniger Ungleichheiten
11. Nachhaltige Städte und Gemeinden
12. Nachhaltiger Konsum und Produktion
13. Maßnahmen zum Klimaschutz

<sup>1</sup> [https://worldtop20.org/global-movement?gclid=EAlalQobChMIjuXE1YyJ9QIVC9d3Ch2rDQTLEAAYBCAAEgLkj\\_D\\_BwE](https://worldtop20.org/global-movement?gclid=EAlalQobChMIjuXE1YyJ9QIVC9d3Ch2rDQTLEAAYBCAAEgLkj_D_BwE)

<sup>2</sup> <https://17ziele.de/>

<sup>3</sup> Stand Dezember 2021: Das rheinische Revier

- 14. Leben unter Wasser
- 15. Leben an Land
- 16. Frieden, Gerechtigkeit und starke Institutionen
- 17. Partnerschaften zur Erreichung der Ziele

- 2.1 Unterrichtsvorhaben
- 2.1.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben

**Jahrgangsstufe EF:**

<p>Einführungsphase:</p> <p><b>Unterrichtsvorhaben I:</b> <u>Vom Alkohol zum Aromastoff</u>                  Zeitbedarf: ca. 48 Std. à 45 min                  Folgende Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF2 Auswahl</li> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• E2 Wahrnehmung und Messung</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• K 2 Recherche</li> <li>• K3 Präsentation</li> <li>• B1 Kriterien</li> <li>• B2 Entscheidungen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen  <b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b> w Organische (und anorganische) Kohlenstoffverbindungen</p>	<p><b>Unterrichtsvorhaben II:</b> <u>Kalkentfernung im Haushalt</u>                  Zeitbedarf: ca. 14 Std. à 45 min                  Folgende Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• E3 Hypothesen</li> <li>• E5 Auswertung</li> <li>• K1 Dokumentation</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen  <b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b> Gleichgewichtsreaktionen und Reaktionsgeschwindigkeit</p>
<p><b>Unterrichtsvorhaben III:</b> <u>Kohlenstoffdioxidkreislauf im Ökosystem</u>                  Zeitbedarf: ca. 16 Std. à 45 min                  Folgende Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• E1 Probleme und Fragestellungen</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• K4 Argumentation</li> <li>• B3 Werte und Normen</li> <li>• B4 Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen  <b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Organische und anorganische Kohlenstoffverbindungen; Gleichgewichtsreaktionen; Stoffkreislauf in der Natur</p>	<p><b>Unterrichtsvorhaben IV:</b> <u>Nicht nur Graphit und Diamant – Erscheinungsformen des Kohlenstoffs</u>                  Zeitbedarf: ca. 8 Std. à 45 min</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF4 Vernetzung</li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• E7 Arbeits- und Denkweisen</li> <li>• K3 Präsentation</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen  <b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> Nanochemie des Kohlenstoffs</p>

Insgesamt: 86 Stunden

**Jahrgangsstufe Q1:**

<p><b><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></b> Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie.</p> <p><u>Zeitbedarf:</u> ungefähr 40 Stunden</p> <p><b><u>Inhaltsfeld 3:</u></b> Elektrochemie</p> <p><b><u>Inhaltlicher Schwerpunkt:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Elektrochemische Gewinnung von Stoffen</li><li>• Mobile Energiequellen</li><li>• Quantitative Aspekte</li><li>• elektrochemischer Prozesse</li><li>• Korrosion und Korrosionsschutz</li></ul>	<p><b><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></b> Reaktionswege zur Gewinnung von Stoffen in der organischen Chemie</p> <p><u>Zeitbedarf:</u> ungefähr 20 Stunden</p> <p><b><u>Inhaltsfeld 4:</u></b> Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe</p> <p><b><u>Inhaltlicher Schwerpunkt:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Organische Verbindungen und Reaktionswege</li><li>• Organische Werkstoffe</li></ul>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben III:</u></b> Säuren, Basen und analytische Verfahren.</p> <p><u>Zeitbedarf:</u> ungefähr 30 Stunden</p> <p><b><u>Inhaltsfeld 2:</u></b> Säuren und Basen</p> <p><b><u>Inhaltlicher Schwerpunkt:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen</li><li>• Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen durch Titration</li></ul>	

**Jahrgangsstufe Q2:****Qualifikationsphase II:**

<p><b><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></b> Maßgeschneiderte Produkte aus Kunststoffen</p> <p><u>Zeitbedarf:</u> ungefähr 40 Stunden</p> <p><b><u>Inhaltsfeld 3:</u></b> Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe</p> <p><b><u>Inhaltlicher Schwerpunkt:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Organische Verbindungen und Reaktionswege</li><li>• Organische Werkstoffe</li></ul>	<p><b><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></b> Bunte Kleidung</p> <p><u>Zeitbedarf:</u> ungefähr 40 Stunden</p> <p><b><u>Inhaltsfeld 4:</u></b> Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe</p> <p><b><u>Inhaltlicher Schwerpunkt:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Organische Verbindungen und Reaktionswege</li><li>• Organische Werkstoffe</li><li>• Farbstoffe und Farbigkeit</li></ul>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben III:</u></b> Wenn das Erdöl zu Ende geht.</p> <p><u>Zeitbedarf:</u> ungefähr 10 Stunden</p> <p><b><u>Inhaltsfeld:</u></b> Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe</p> <p><b><u>Inhaltlicher Schwerpunkt:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>○ Organische Verbindungen und Reaktionswege</li></ul>	

2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben

**Jahrgangsstufe EF:**

**Einführungsphase - Unterrichtsvorhaben I**

**Kontext:** *Vom Alkohol zum Aromastoff*

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

Basiskonzept Struktur – Eigenschaft,  
Basiskonzept Donator - Akzeptor

**Inhaltsfeld:** Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen Inhaltliche Schwerpunkte: Organische Kohlenstoffverbindungen

**Zeitbedarf:** ca. 48 Std. à 45 Minuten

**17 Ziele:**

- ✓ **Gesundheit und Wohlergehen**
- ✓ **Hochwertige Bildung**
- ✓ **Geschlechtergleichheit**
- ✓ **Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum**
- ✓ **Industrie, Innovation und Infrastruktur**
- ✓ **Nachhaltiger Konsum und Produktion**
- ✓ **Maßnahmen zum Klimaschutz**

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schüler\*innen können:

**Kompetenzbereich**

Umgang mit Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• zur Lösung von Problemen in eingegrenzten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kriteriengeleitet beobachten und erfassen und</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• in vorgegebenen Zusammenhängen selbstständig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bei Bewertungen in naturwissenschaftlich-technischen</li> </ul>

<p>Bereichen chemische Konzepte auswählen und anwenden und dabei Wesentliches von Unwesentlichem unterscheiden (UF2).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>die Einordnung chemischer Sachverhalte und Erkenntnisse in gegebene fachliche Strukturen begründen (UF3).</li> </ul>	<p>gewonnene Ergebnisse frei von eigenen Deutungen beschreiben (E2).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>unter Beachtung von Sicherheitsvorschriften einfache Experimente zielgerichtet planen und durchführen und dabei mögliche Fehler betrachten (E4).</li> </ul>	<p>chemische und anwendungsbezogene Fragestellungen mithilfe von Fachbüchern und anderen Quellen bearbeiten (K 2).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>chemische Sachverhalte, Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse adressatengerecht sowie formal, sprachlich und fachlich korrekt in Kurzvorträgen oder kurzen Fachtexten darstellen (K3).</li> </ul>	<p>Zusammenhängen Bewertungskriterien angeben und begründet gewichten (B 1).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>für Bewertungen in chemischen und anwendungsbezogenen Zusammenhängen kriteriengeleitet Argumente abwägen und einen begründeten Standpunkt beziehen (B 2).</li> </ul>
<p><b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b> Die Schüler*innen:</p>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>ordnen Veresterungsreaktionen dem Reaktionstyp der Kondensationsreaktion begründet zu (UF1).</li> <li>erläutern die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtszustands an ausgewählten Beispielen (UF1).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stellen anhand von Strukturformeln Vermutungen zu Eigenschaften ausgewählter Stoffe auf und schlagen geeignete Experimente zur Überprüfung vor (E3).</li> <li>erläutern die Grundlagen der</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stellen für Reaktionen zur Untersuchung der Reaktionsgeschwindigkeit den Stoffumsatz in Abhängigkeit von der Zeit tabellarisch und graphisch dar (K1).</li> <li>dokumentieren Experimente in angemessener</li> </ul>	<p>zeigen Vor- und Nachteile ausgewählter Produkte des Alltags (u.a. Aromastoffe, Alkohole) und ihrer Anwendung auf, gewichten diese und beziehen begründet Stellung zu deren Einsatz (B1, B2).</p>



<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären an Verbindungen aus den Stoffklassen der Alkane und Alkene das C-C-Verknüpfungsprinzip (UF2).</li> <li>• erklären die Oxidationsreihen der Alkohole auf molekularer Ebene und ordnen den Atomen Oxidationszahlen zu (UF2).</li> <li>• beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester (UF2).</li> <li>• benennen ausgewählte organische Verbindungen mithilfe der Regeln der systematischen Nomenklatur (IUPAC) (UF3).</li> </ul>	<p>Entstehung eines Gaschromatogramms und entnehmen diesem Informationen zur Identifizierung eines Stoffes (E5).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nutzen bekannte Atom- und Bindungsmodelle zur Beschreibung organischer Moleküle und Kohlenstoffmodifikationen (E6).</li> <li>• beschreiben und erläutern das chemische Gleichgewicht mithilfe von Modellen (E6).</li> <li>• führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4).</li> <li>• planen quantitative Versuche (u.a. zur Untersuchung des</li> </ul>	<p>Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen, zur Einstellung einer Gleichgewichtsreaktion, zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislaufs). (K1)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nutzen angeleitet und selbständig chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Planung und Auswertung von Experimenten und zur Ermittlung von Stoffeigenschaften. (K2).</li> <li>• wählen bei der Darstellung chemischer Sachverhalte die jeweils angemessene Formelschreibweise aus (Verhältnisformel, Summenformel, Strukturformel) (K3).</li> </ul>	
--	--	--	--

<ul style="list-style-type: none"> <li>• ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein (UF3).</li> <li>• erläutern ausgewählte Eigenschaften organischer Verbindungen mit Wechselwirkungen zwischen den Molekülen (u.a. Wasserstoffbrücken, van-der-Waals-Kräfte) (UF1, UF3).</li> <li>• beschreiben den Aufbau einer homologen Reihe und die Strukturisomerie (Gerüstisomerie und Positionsisomerie) am Beispiel der Alkane und Alkohole. (UF1, UF3)</li> </ul>	<p>zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion), führen diese zielgerichtet durch und dokumentieren die Ergebnisse (E2, E4).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben Beobachtungen von Experimenten zu Oxidationsreihen der Alkohole und interpretieren diese unter dem Aspekt des Donator-Akzeptor-Prinzips (E2, E6).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle die Strukturen organischer Verbindungen (K3).</li> <li>• analysieren Aussagen zu Produkten der organischen Chemie (u.a. aus der Werbung) im Hinblick auf ihren chemischen Sachverhalt und korrigieren unzutreffende Aussagen sachlich fundiert (K4).</li> <li>• recherchieren angeleitet und unter vorgegebenen Fragestellungen die Eigenschaften und Verwendungen ausgewählter Stoffe und präsentieren die Rechercheergebnisse adressatengerecht (K2, K3).</li> </ul>	
--	---	--	--

**Kontext:** Kalkentfernung im Haushalt

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

Basiskonzept Energie

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Gleichgewichtsreaktionen

**Zeitbedarf:** ca. 14 Std. à 45 Minuten

**17 Ziele:**

- ✓ Gesundheit und Wohlergehen
- ✓ Sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen
- ✓ Bezahlbare und Saubere Energie
- ✓ Industrie, Innovation und Infrastruktur
- ✓ Nachhaltiger Konsum und Produktion
- ✓ Maßnahmen zum Klimaschutz

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schüler\*innen können:

Kompetenzbereich

Umgang mit Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ausgewählte Phänomene und Zusammenhänge erläutern und dabei Bezüge zu übergeordneten Prinzipien, Gesetzen und Basiskonzepten der Chemie herstellen (UF1).</li> <li>• die Einordnung chemischer Sachverhalte und Erkenntnisse in gegebene fachliche Strukturen begründen (UF3).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zur Klärung chemischer Fragestellungen begründete Hypothesen formulieren und Möglichkeiten zu ihrer Überprüfung angeben (E3).</li> <li>• Daten bezüglich einer Fragestellung interpretieren, daraus qualitative und quantitative Zusammenhänge ableiten und diese in Form</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten nach gegebenen Strukturen dokumentieren und stimmig rekonstruieren, auch mit Unterstützung digitaler Werkzeuge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bei Bewertungen in naturwissenschaftlich-technischen Zusammenhängen Bewertungskriterien angeben und begründet gewichten (B1).</li> <li>• Möglichkeiten und Grenzen chemischer</li> </ul>

	einfacher funktionaler Beziehungen beschreiben (E5).	(K1).	und anwendungsbezogener Problemlösungen und Sichtweisen mit Bezug auf die Zielsetzungen der Naturwissenschaften darstellen (B4).
<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b> Die Schüler*innen:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern den Ablauf einer chemischen Reaktion unter dem Aspekt der Geschwindigkeit und definieren die Reaktionsgeschwindigkeit als Differenzenquotient <math>\Delta c/\Delta t</math> (UF1).</li> <li>• formulieren für ausgewählte Gleichgewichtsreaktionen das Massenwirkungsgesetz (UF3).</li> <li>• interpretieren Gleichgewichtskonstanten in Bezug auf die</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• formulieren Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit und entwickeln Versuche zu deren Überprüfung (E3).</li> <li>• interpretieren den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern (u.a. Oberfläche, Konzentration, Temperatur) (E5).</li> <li>• erklären den zeitlichen Ablauf chemischer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen für Reaktionen zur Untersuchung der Reaktionsgeschwindigkeit den Stoffumsatz in Abhängigkeit von der Zeit tabellarisch und graphisch dar (K1).</li> <li>• dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen, zur Einstellung einer Gleichgewichtsreaktion, zu Stoffen und Reaktionen eines</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und beurteilen Chancen und Grenzen der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit und des chemischen Gleichgewichts (B1).</li> </ul>

<p>Gleichgewichtslage (UF4).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erläutern den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit mithilfe vorgegebener graphischer Darstellungen (UF1, UF3).</li> </ul>	<p>Reaktionen auf der Basis einfacher Modelle auf molekularer Ebene (u.a. Stoßtheorie nur für Gase) (E6).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• planen quantitative Versuche (u.a. zur Untersuchung des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion), führen diese zielgerichtet durch und dokumentieren die Ergebnisse (E2, E4).</li> <li>• interpretieren ein einfaches Energie-Reaktionsweg-Diagramm (E5, K3).</li> </ul>	<p>natürlichen Kreislaufes) (K1)</p>	
---	--	--------------------------------------	--

**Kontext:** Kohlenstoffdioxidkreislauf im Ökosystem

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

Basiskonzepte Struktur - Eigenschaft

Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

**Inhaltliche Schwerpunkte:** Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen

**Zeitbedarf:** ca. 16 Std. à 45 Minuten

**17 Ziele:**

- ✓ Gesundheit und Wohlergehen
- ✓ Hochwertige Bildung
- ✓ Sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen
- ✓ Bezahlbare und Saubere Energie
- ✓ Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum
- ✓ Industrie, Innovation und Infrastruktur
- ✓ Nachhaltige Städte und Gemeinden
- ✓ Nachhaltiger Konsum und Produktion
- ✓ Maßnahmen zum Klimaschutz
- ✓ Leben unter Wasser
- ✓ Leben an Land
- ✓ Partnerschaften zur Erreichung der Ziele

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schüler\*innen können:

Kompetenzbereich

Umgang mit Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ausgewählte Phänomene und Zusammenhänge erläutern und dabei Bezüge zu übergeordneten Prinzipien, Gesetzen und Basiskonzepten der Chemie herstellen (UF1).</li> <li>• die Einordnung chemischer Sachverhalte und Erkenntnisse in</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kriteriengeleitet beobachten und erfassen und gewonnene Ergebnisse frei von eigenen Deutungen beschreiben (E2).</li> <li>• unter Beachtung von Sicherheitsvorschriften einfache Experimente zielgerichtet planen und durchführen und dabei mögliche Fehler</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• chemische Sachverhalte, Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse adressatengerecht sowie formal, sprachlich und fachlich korrekt in Kurzvorträgen oder kurzen Fachtexten darstellen (K3).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bei Bewertungen in naturwissenschaftlich-technischen Zusammenhängen Bewertungskriterien angeben und begründet gewichte (B1)</li> <li>• in bekannten Zusammenhängen ethische Konflikte bei Auseinandersetzungen mit chemischen Fragestellungen</li> </ul>

<p>gegebene fachliche Strukturen begründen (UF3).</p>	<p>betrachten (E4).</p>		<p>darstellen sowie mögliche Konfliktlösungen aufzeigen (B3).</p>
<p><b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b> Die Schüler*innen:</p>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern an ausgewählten Reaktionen die Beeinflussung der Gleichgewichtslage durch eine Konzentrationsänderung (bzw. Stoffmengenänderung), Temperaturänderung (bzw. Zufuhr oder Entzug von Wärme) und Druckänderung (bzw. Volumenänderung) (UF3).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• unterscheiden zwischen dem natürlichen und dem anthropogen erzeugten Treibhauseffekt und beschreiben ausgewählte Ursachen und ihre Folgen (E1).</li> <li>• formulieren Fragestellungen zum Problem des Verbleibs und des Einflusses anthropogen erzeugten Kohlenstoffdioxids (u.a. im Meer) unter Einbezug von Gleichgewichten (E1).</li> <li>• formulieren Hypothesen zur Beeinflussung natürlicher Stoffkreisläufe (u.a. Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen, zur Einstellung einer Gleichgewichtsreaktion, zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislaufes) (K1).</li> <li>• nutzen angeleitet und selbstständig chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Planung und Auswertung von Experimenten und zur Ermittlung von</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und bewerten die gesellschaftliche Relevanz prognostizierter Folgen des anthropogenen Treibhauseffektes (B3).</li> <li>• zeigen Möglichkeiten und Chancen der Verminderung des Kohlenstoffdioxidausstoßes und der Speicherung des Kohlenstoffdioxids auf und beziehen politische und gesellschaftliche Argumente und ethische Maßstäbe in ihre Bewertung ein (B3, B4).</li> </ul>

	<p>(E3).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Vorläufigkeit der Aussagen von Prognosen zum Klimawandel (E7).</li> <li>• führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4).</li> </ul>	<p>Stoffeigenschaften (K2).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• veranschaulichen chemische Reaktionen zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf grafisch oder durch Symbole (K3). 23</li> <li>• recherchieren Informationen (u.a. zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) aus unterschiedlichen Quellen und strukturieren und hinterfragen die Aussagen der Informationen (K2, K4).</li> </ul>	
--	---	--	--

**Kontext:** Nicht nur Graphit und Diamant – Erscheinungsformen des Kohlenstoffs

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

Basiskonzept Struktur – Eigenschaft

**Inhaltliche Schwerpunkte** Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen

**Zeitbedarf:** ca. 8 Std. à 45 Minuten



**17 Ziele:**

- ✓ Bezahlbare und Saubere Energie
- ✓ Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum
- ✓ Industrie, Innovation und Infrastruktur

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schüler\*innen können:

Kompetenzbereich

Umgang mit Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Schüler*innen können bestehendes Wissen aufgrund neuer chemischer Erfahrungen und Erkenntnisse modifizieren und reorganisieren (UF4).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelle begründet auswählen und zur Beschreibung, Erklärung und Vorhersage chemischer Vorgänge verwenden, auch in einfacher formalisierter oder mathematischer Form (E6).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• an ausgewählten Beispielen die Bedeutung, aber auch die Vorläufigkeit naturwissenschaftlicher Regeln, Gesetze und Theorien beschreiben (E7).</li> <li>• chemische Sachverhalte, Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse adressatengerecht sowie formal, sprachlich und fachlich korrekt in Kurzvorträgen oder kurzen Fachtexten darstellen (K3).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Möglichkeiten und Grenzen chemischer und anwendungsbezogener Problemlösungen und Sichtweisen mit Bezug auf die Zielsetzungen der Naturwissenschaften darstellen (B4).</li> </ul>

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen:** Die Schüler\*innen:

<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Strukturen von Diamant</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären den zeitlichen Ablauf chemischer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und visualisieren anhand</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewerten an einem Beispiel Chancen und</li> </ul>
--	---	--	--

<p>und Graphit und vergleichen diese mit neuen Materialien aus Kohlenstoff (u.a. Fullerene) (UF4). erläutern ausgewählte Eigenschaften organischer Verbindungen mit Wechselwirkungen zwischen den Molekülen (u.a. Wasserstoffbrücken, Van-der-Waals-Kräfte) (UF1, UF3).</p>	<p>Reaktionen auf der Basis einfacher Modelle auf molekularer Ebene (u.a. Stoßtheorie für Gase) (E6).</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• nutzen bekannte Atom- und Bindungsmodelle zur Beschreibung organischer Moleküle und Kohlenstoffmodifikationen (E6).</li></ul>	<p>geeigneter Anschauungsmodelle die Strukturen organischer Verbindungen (K3).</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• stellen neue Materialien aus Kohlenstoff vor und beschreiben deren Eigenschaften (K3).</li></ul>	<p>Risiken der Nanotechnologie (B4).</p>
---	---	---	--

**Jahrgangsstufe Q1:****Kontext:** Strom aus chemische Energie für jedermann: Smartphone, Elektroauto und Taschenlampe**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

Basiskonzept Donator-Akzeptor

Basiskonzept Energie

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Elektrochemische Gewinnung von Stoffen
- Mobile Energiequellen
- Quantitative Aspekte
- elektrochemischer Prozesse
- Korrosion und Korrosionsschutz

**Zeitbedarf:** ca. 40 Std. à 45 Minuten**17 Ziele:**

- ✓ Keine Armut
- ✓ Kein Hunger
- ✓ Bezahlbare und Saubere Energie
- ✓ Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum
- ✓ Industrie, Innovation und Infrastruktur
- ✓ Weniger Ungleichheiten
- ✓ Nachhaltige Städte und Gemeinden
- ✓ Nachhaltiger Konsum und Produktion
- ✓ Maßnahmen zum Klimaschutz
- ✓ Leben unter Wasser
- ✓ Leben an Land

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schüler\*innen können:

Kompetenzbereich			
Umgang mit Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
<ul style="list-style-type: none"> <li>Phänomene und Sachverhalte im Zusammenhang mit Theorien, übergeordneten Prinzipien und Gesetzen der Chemie beschreiben und erläutern (UF1).</li> <li>chemische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren (UF 2).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden (E2).</li> <li>Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften durchführen oder deren Durchführung beschreiben (E4).</li> <li>Daten/Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder auch mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern E5).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>chemische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren (K3)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>begründet die Möglichkeiten und Grenzen chemischer und anwendungsbezogener Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten (B4).</li> </ul>

<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Die Schüler*innen:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (u. a. Daniell Element) (UF1, UF3).</li> <li>• beschreiben den Aufbau einer Standard-Wasserstoff-Halbzelle (UF1).</li> <li>• berechnen Potentialdifferenzen unter Nutzung der Standardelektrodenpotentiale und schließen auf die möglichen Redoxreaktionen (UF2, UF3).</li> <li>• erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegender Aspekte galvanischer Zellen (u. a. Zuordnung der Pole,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7).</li> <li>• entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen (E3).</li> <li>• planen Experimente zum Aufbau galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab (E1, E2, E4, E5).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1).</li> <li>• stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3).</li> <li>• recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern und beurteilen die elektrolytische Gewinnung eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B3).</li> <li>• vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u. a. Wasserstoff-Brennstoffzelle) (B1).</li> <li>• diskutieren die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der</li> </ul>

<p>elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben und erklären Vorgänge bei einer Elektrolyse (u. a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3).</li> <li>• deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF4).</li> <li>• erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2).</li> <li>• erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2).</li> <li>• erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge (UF1, UF3).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6).</li> <li>• analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5).</li> </ul>	<p>(K2, K3).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4).</li> </ul>	<p>Chemie (B4).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• diskutieren Folgen von Korrosionsvorgängen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B2).</li> </ul>
<p><b>Vereinbarung der Fachkonferenz:</b></p>			

**Inhalte:**

- Ionen
- Elektrolyt
- Redoxreaktionen (als integrierte Wiederholung)
- Spannungsreihe,
- Standardelektrodenpotential
- NERNST-Gleichung
- Galvanische Elemente und Batterien
- Elektrolyse/Galvanik
- Brennstoffzellen
- Akkumulatoren
- Lambdasonde

**Bewertung:**

- Klausur
- Experimente in Gruppenarbeit
- Präsentationen und Demonstrationsversuche

**Besonderheiten:**

- Geschichte der Stromquellen.
- Korrosion vernichtet Werte
- Bewertung: Fridays for Future: Elektroautos, eine gute Alternative?
- Exkursion: z.B. Innogy/Energiemesse in Düsseldorf
- Gruppenarbeiten zu den verschiedenen Batterietypen

**Kontext:** Vom Erdöl über Isobuten zum Methyl-tert.-butylether (MTBE)

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

Basiskonzept Struktur – Eigenschaft

Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

Basiskonzept Energie

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

Organische Verbindungen und Reaktionswege

**Zeitbedarf:** ca. 20 Std. à 45 Minuten

**17 Ziele:**

1. Sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen
2. Bezahlbare und Saubere Energie
3. Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum
4. Industrie, Innovation und Infrastruktur
5. Nachhaltige Städte und Gemeinden
6. Nachhaltiger Konsum und Produktion
7. Maßnahmen zum Klimaschutz
8. Leben unter Wasser
9. Leben an Land

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schüler\*innen können:

Kompetenzbereich

Umgang mit Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phänomene und Sachverhalte im Zusammenhang mit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• chemische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• begründet die Möglichkeiten und Grenzen chemischer</li> </ul>



<p>Theorien, übergeordneten Prinzipien und Gesetzen der Chemie beschreiben und erläutern (UF1).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines gut vernetzten chemischen Wissens erschließen und aufzeigen (UF4).</li> </ul>	<p>und sachgerecht verwenden (E2)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>mit Bezug auf Theorien, Konzepte, Modelle und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten (E3).</li> <li>Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften durchführen oder deren Durchführung beschreiben (E4).</li> <li>Modelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen chemische Prozesse erklären oder</li> </ul>	<p>situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren (K3).</p>	<p>und anwendungsbezogener Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten (B4).</p>
--	---	--	---

	vorhersagen (E6)		
<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b> Die Schüler*innen:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den Aufbau der Moleküle (u. a. Strukturisomerie) und die charakteristischen Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihre chemischen Reaktionen (u. a. Veresterung, Oxidationsreihe der Alkohole) (UF1, UF3).</li> <li>• erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften vorher (UF1).</li> <li>• erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u. a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4).</li> <li>• schätzen das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen aus den Molekülstrukturen ab (u. a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3).</li> <li>• untersuchen Kunststoffe auf ihre Eigenschaften, planen dafür zielgerichtete Experimente (u. a. zum thermischen Verhalten), führen diese durch und werten sie aus (E1, E2, E4, E5).</li> <li>• ermitteln Eigenschaften von organischen Werkstoffen und</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).</li> <li>• erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3).</li> <li>• präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3).</li> <li>• recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3).</li> <li>• diskutieren Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u. a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3).</li> <li>• beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).</li> </ul>

<p>Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3).</li> <li>• formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und erläutern diese (UF1).</li> <li>• verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).</li> <li>• erklären den Aufbau von Makromolekülen aus Monomer-Bausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u. a. Polyester, Polyamide) (UF1, UF3).</li> <li>• erläutern die</li> </ul>	<p>erklären diese anhand der Struktur (u. a. Thermoplaste, Elastomere und Duromere) (E5).</p>	<p>Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3).</li> </ul>	
--	---	--	--

<p>Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u. a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF2, UF4).</p>			
<p><b>Vereinbarung der Fachkonferenz:</b> <b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Synthesewege</li><li>▪ Reaktionstypen: Addition, Substitution, Eliminierung</li><li>▪ funktionelle Gruppen</li><li>▪ Stoffklassen: Alkane, Alkene, Halogenalkane, Alkohole, Ketone, Aldehyde, Carbonsäuren, Ester, Fette (z. T. als integrierte Wiederholung)</li></ul> <p><b>Bewertung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Klausur</li><li>- Experimente in Gruppenarbeit</li><li>- Präsentationen und Recherchen</li><li>- Diskussionen</li></ul> <p><b>Besonderheiten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Exkursion: Bayer-Darmstadt</li><li>- Gruppenarbeiten/Gruppenexperimente</li><li>- Kenntnis und Nutzung instrumenteller Methoden zur Stofftrennung und -analyse (GC, IR)</li><li>- Arbeiten mit/an Modellen/Baukästen</li></ul>			

**Kontext:** Säuren und Basen in Alltagsprodukten, starke und schwache Säuren und Basen

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

Basiskonzept Struktur – Eigenschaft

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

Säure, Basen und analytische Konzepte

**Zeitbedarf:** ca. 20 Std. à 45 Minuten

**17 Ziele:**

- ✓ Gesundheit und Wohlergehen
- ✓ Sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen
- ✓ Industrie, Innovation und Infrastruktur
- ✓ Maßnahmen zum Klimaschutz
- ✓ Leben unter Wasser
- ✓ Leben an Land

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schüler\*innen können:

Kompetenzbereich

Umgang mit Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phänomene und Sachverhalte im Zusammenhang mit Theorien, übergeordneten Prinzipien und Gesetzen der Chemie beschreiben und erläutern (UF1).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden (E2).</li> <li>• mit Bezug auf Theorien, Konzepte, Modelle</li> </ul>	bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche	<ul style="list-style-type: none"> <li>• für Bewertungen in chemischen und anwendungsbezogenen Zusammenhängen kriteriengeleitet Argumente abwägen und einen begründeten Standpunkt beziehen (B 2).</li> </ul>

	<p>und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten (E2).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften durchführen oder deren Durchführung beschreiben (E4).</li> <li>• Modelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen,</li> </ul>	<p>Darstellungsweisen verwenden (K1). chemische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren (K3).</p>	
--	--	---	--

	Gedankenexperimenten und Simulationen chemische Prozesse erklären oder vorhersagen (E6).		
<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b> Die Schüler*innen:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags und beschreiben diese mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted (UF1, UF3).</li> <li>interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des KS - Wertes (UF2, UF3).</li> <li>erläutern die Autoprotolyse und das Ionenprodukt des Wassers (UF1).</li> <li>berechnen pH-Werte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zeigen an Protolysereaktionen auf, wie sich der Säure-Base-Begriff durch das Konzept von Brønsted verändert hat (E6, E7).</li> <li>planen Experimente zur Bestimmung der Konzentration von Säuren und Basen in Alltagsprodukten bzw. Proben aus der Umwelt angeleitet und selbstständig (E1, E3).</li> <li>erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktsbestimmung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stellen eine Säure-Base-Reaktion in einem Funktionsschema dar und erklären daran das Donator-Akzeptor-Prinzip (K1, K3).</li> <li>dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstition mithilfe graphischer Darstellungen (K1).</li> <li>erklären fachsprachlich angemessen und mithilfe von Reaktionsgleichungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2).</li> <li>bewerten die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen (B1).</li> </ul>

<p>wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen (Hydroxide) (UF2)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• klassifizieren Säuren mithilfe von <math>K_S</math> - und <math>pK_S</math> -Werten (UF3).</li> <li>• berechnen pH-Werte wässriger Lösungen schwacher einprotoniger Säuren mithilfe des Massenwirkungsgesetzes (UF2).</li> </ul>	<p>g über einen Indikator, führen diese zielgerichtet durch und werten sie aus (E3, E4, E5).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen freibeweglicher Ionen (E6).</li> <li>• beschreiben das Verfahren einer Leitfähigkeitstiteration (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Säuren bzw. Basen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt und werten vorhandene Messdaten aus (E2, E4, E5).</li> <li>• machen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktionen anhand</li> </ul>	<p>ngen den Unterschied zwischen einer schwachen und einer starken Säure unter Einbeziehung des Gleichgewichtskonzepts (K3).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren unterschiedliche Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4).</li> </ul>	
--	--	---	--



	<p>von KS - und pKS - Werten (E3).</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u. a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5).</li></ul>		
<b>Vereinbarung der Fachkonferenz:</b>			
<b>Inhalte:</b>			
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Donator-Akzeptor-Konzept verstehen und anwenden</li><li>▪ Maßanalytische Verfahren kennen und anwenden</li><li>▪ quantitatives Arbeiten</li><li>▪ Fehlerbetrachtung und Beurteilung von Messergebnissen</li><li>▪ Erfassen, darstellen und auswerten von Messdaten mit Hilfe des PC</li></ul>			
<b>Bewertung:</b>			
<ul style="list-style-type: none"><li>- Klausur</li><li>- Experimente in Gruppenarbeit</li><li>- Präsentationen und Recherchen</li></ul>			
<b>Besonderheiten:</b>			
<ul style="list-style-type: none"><li>- Untersuchung diverser Alltagssäuren: Phosphorsäure in Cola, Zitronensäure in Zitronen, Kalkreiniger</li></ul>			

- Gruppenarbeiten/Gruppenexperimente: Vorbereitung der Säure/Basebestimmung in Alltagsreinigern
- Titration
- BIO: Puffersysteme im Blut, in Gewässern und Böden (Exkurs)
- Auswirkungen des sauren Regens
- EK: Bodenuntersuchungen (Exkurs)
- pH: elektr. Widerstand und Leitfähigkeit

**Jahrgangsstufe Q2:****Kontext:** Maßgeschneiderte Produkte aus Kunststoffen**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

Basiskonzept Struktur – Eigenschaft

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

Organische Verbindungen und Reaktionswege

Organische Werkstoffe

**Zeitbedarf:** ca. 30 Std. à 45 Minuten**17 Ziele:**

- ✓ Gesundheit und Wohlergehen
- ✓ Bezahlbare und Saubere Energie
- ✓ Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum
- ✓ Industrie, Innovation und Infrastruktur
- ✓ Nachhaltige Städte und Gemeinden
- ✓ Nachhaltiger Konsum und Produktion
- ✓ Maßnahmen zum Klimaschutz
- ✓ Leben unter Wasser
- ✓ Leben an Land

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schüler\*innen können:

Kompetenzbereich

Umgang mit Fachwissen

Erkenntnisgewinnung

Kommunikation

Bewertung

<ul style="list-style-type: none"> <li>Phänomene und Sachverhalte im Zusammenhang mit Theorien, übergeordneten Prinzipien und Gesetzen der Chemie beschreiben und erläutern (UF1).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden (E2).</li> <li>mit Bezug auf Theorien, Konzepte, Modelle und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten (E3).</li> <li>Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften durchführen oder deren Durchführung beschreiben (E4).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden (K1).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>an Beispielen von Konfliktsituationen mit chemischen Hintergründen kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten (B3).</li> </ul>
<p><b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b> Die Schüler*innen:</p>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben den Aufbau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>schätzen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>verwenden geeignete</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern und</li> </ul>

<p>der Moleküle (u. a. Strukturisomerie) und die charakteristischen Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihre chemischen Reaktionen (u. a. Veresterung, Oxidationsreihe der Alkohole) (UF1, UF3).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften vorher (UF1).</li> <li>• erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u. a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4).</li> <li>• klassifizieren organische</li> </ul>	<p>Reaktionsverhalten organischer Verbindungen aus den Molekülstrukturen ab (u. a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• untersuchen Kunststoffe auf ihre Eigenschaften, planen dafür zielgerichtete Experimente (u. a. zum thermischen Verhalten), führen diese durch und werten sie aus (E1, E2, E4, E5).</li> <li>• ermitteln Eigenschaften von organischen Werkstoffen und erklären diese anhand der Struktur (u. a. Thermoplaste, Elastomere und Duromere) (E5).</li> <li>• beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und erläutern Grenzen dieser Modellvorstellung (E6, E7).</li> </ul>	<p>graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3). präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3).</li> <li>• recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse</li> </ul>	<p>bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• diskutieren Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u. a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3).</li> <li>• beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).</li> </ul>
---	---	---	--

<p>Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und erläutern diese (UF1), □ verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).</li> <li>• erklären den Aufbau von Makromolekülen aus Monomer-Bausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u. a. Polyester, Polyamide) (UF1, UF3)</li> <li>• beschreiben und erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen</li> </ul>		<p>adressatengerecht vor (K2, K3).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3).</li> </ul>	
---	--	--	--

<p>Polymerisation (UF1, UF3).</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u. a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF2, UF4).</li><li>• erklären die elektrophile Erstsabstitution am Benzol und deren Bedeutung als Beleg für das Vorliegen eines aromatischen Systems (UF1, UF3)</li></ul>			
<p><b>Vereinbarung der Fachkonferenz:</b></p> <p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Eigenschaften von makromolekularen Verbindungen</li><li>▪ Thermoplaste</li><li>▪ Duromere</li><li>▪ Elastomere Vom Monomer zum Polymer: Bau von Polymeren und Kunststoffsynthesen</li><li>▪ Reaktionsschritte der radikalischen Polymerisation</li><li>▪ Polykondensation Polyester</li><li>▪ Polyamide: Nylonfasern</li><li>▪ Maßgeschneiderte Kunststoffe: Struktur-Eigenschaftsbeziehungen von Kunststoffen mit besonderen Eigenschaften und deren</li></ul>			

Synthesewege aus Basischemikalien z.B.:

- SAN: Styrol- Acrylnitril Copolymerisate
- Cyclodextrine
- Superabsorber

**Bewertung:**

- Klausur
- Experimente in Gruppenarbeit
- Präsentationen und Recherchen
- Diskussion und Darstellung von Ergebnissen

**Besonderheiten:**

- Diskussion von Kunststoffmüll im Kontext der heutigen Umweltdebatte
- Darstellung von Kunststoffen im Alltag
- Gruppenreferate über die verschiedenen Kunststoffe
- Syntheseweg zur Herstellung von SAN aus Basischemikalien
- Modifikation der Werkstoffeigenschaften von Polystyrol durch Copolymerisation mit Acrylnitril
- Flussdiagramme zur Veranschaulichung von Reaktionswegen

**Kontext:** Bunte Kleidung aus Chemie

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

Basiskonzept Energie

Basiskonzept Struktur – Eigenschaft

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Organische Verbindungen und Reaktionswege



- Organische Werkstoffe
- Farbstoffe und Farbigkeit

**Zeitbedarf:** ca. 25 Std. à 45 Minuten

**17 Ziele:**

- ✓ Keine Armut
- ✓ Kein Hunger
- ✓ Gesundheit und Wohlergehen
- ✓ Sauberes Wasser und Sanitäreinrichtungen
- ✓ Bezahlbare und Saubere Energie
- ✓ Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum
- ✓ Industrie, Innovation und Infrastruktur
- ✓ Weniger Ungleichheiten
- ✓ Nachhaltige Städte und Gemeinden
- ✓ Nachhaltiger Konsum und Produktion
- ✓ Maßnahmen zum Klimaschutz
- ✓ Leben unter Wasser
- ✓ Leben an Land

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schüler\*innen können:

Kompetenzbereich

Umgang mit Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phänomene und Sachverhalte im Zusammenhang mit Theorien, übergeordneten Prinzipien und Gesetzen der</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden (E2).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Auseinandersetzungen und Kontroversen zu chemischen und anwendungsbezogenen Problemen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen</li> </ul>

<p>Chemie beschreiben und erläutern (UF1).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mit Bezug auf Theorien, Konzepte, Modelle und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten (E3).</li> <li>• Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften durchführen oder deren Durchführung beschreiben (E4).</li> </ul>	<p>theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden (K1).</p>	<p>und eigene Standpunkte auf der Basis von Sachargumenten vertreten (B2).</p>
--	--	--	--

<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen:</b> Die Schüler*innen:			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den Aufbau der Moleküle (u. a. Strukturisomerie) und die charakteristischen Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihre chemischen Reaktionen (u. a. Veresterung, Oxidationsreihe der Alkohole) (UF1, UF3).</li> <li>• erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften vorher (UF1).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• schätzen das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen aus den Molekülstrukturen ab (u. a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3).</li> <li>• beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und erläutern Grenzen dieser Modellvorstellung (E6, E7).</li> <li>• beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und erläutern Grenzen dieser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).</li> <li>• erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3). präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3).</li> <li>• diskutieren Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u. a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3).</li> <li>• beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"><li>• erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u. a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4).</li><li>• klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3).</li><li>• formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und erläutern diese (UF1), □ verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten</li></ul>	<p>Modellvorstellung (E6, E7).</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u. a. Azofarbstoffe) (E6).</li><li>• werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5).</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).</li></ul>	
---	---	---	--

<p>Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• erklären die elektrophile Erstsstitution am Benzol und deren Bedeutung als Beleg für das Vorliegen eines aromatischen Systems (UF1, UF3)</li><li>• erklären die elektrophile Erstsstitution am Benzol und deren Bedeutung als Beleg für das Vorliegen eines aromatischen Systems (UF1, UF3).</li><li>• erklären die Farbigkeit von vorgegebenen Stoffen (u. a. Azofarbstoffe) durch Lichtabsorption und erläutern den</li></ul>			
--	--	--	--

<p>Zusammenhang zwischen Farbigkeit und Molekülstruktur mithilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-Akzeptor-Gruppen) (UF1, E6).</p>			
<p><b>Vereinbarung der Fachkonferenz:</b></p> <p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Farbigkeit und Licht</li><li>▪ Absorptionsspektrum</li><li>▪ Farbe und Struktur</li><li>▪ Struktur des Benzols</li><li>▪ Benzol als aromatisches System</li><li>▪ Reaktionen des Benzols</li><li>▪ Elektrophile Substitution</li><li>▪ Farbige Derivate des Benzols</li><li>▪ Konjugierte Doppelbindungen</li><li>▪ Donator-/ Akzeptorgruppen</li><li>▪ Mesomerie</li><li>▪ Azogruppe</li><li>▪ ausgewählte Textilfasern</li><li>▪ bedeutsame Textilfarbstoffe</li><li>▪ Wechselwirkung zwischen Faser und Farbstoff</li></ul>			

- Vor- und Nachteile bei Herstellung und Anwendung

**Bewertung:**

- Klausur
- Experimente in Gruppenarbeit
- Präsentationen und Recherchen
- Diskussion und Darstellung von Ergebnissen

**Besonderheiten:**

- Exkursion.
- Textilfarben – gestern und heute im Vergleich
- Experiment: Fotometrie und Absorptionsspektren
- Molekülbaukasten: Ermittlung möglicher Strukturen für Dibrombenzol
- Info: Röntgenstruktur
- Erarbeitung: elektrophile Substitution am Benzol
- Arbeitsblatt: Vergleich der elektrophilen Substitution mit der elektrophilen Addition
- Trainingsblatt: Reaktionsschritte
- Farbigkeit durch Substituenten Einfluss von Donator-/ Akzeptorgruppen

**Kontext:** Wenn das Erdöl zuende geht

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

Basiskonzept Struktur – Eigenschaft

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

Organische Werkstoffe

**Zeitbedarf:** ca. 14 Std. à 45 Minuten

**17 Ziele:**

- ✓ Keine Armut
- ✓ Kein Hunger
- ✓ Gesundheit und Wohlergehen
- ✓ Bezahlbare und Saubere Energie
- ✓ Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum
- ✓ Industrie, Innovation und Infrastruktur
- ✓ Weniger Ungleichheiten
- ✓ Nachhaltige Städte und Gemeinden
- ✓ Nachhaltiger Konsum und Produktion
- ✓ Maßnahmen zum Klimaschutz

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** Die Schüler\*innen können:

Kompetenzbereich

Umgang mit Fachwissen	Erkenntnisgewinnung	Kommunikation	Bewertung
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phänomene und Sachverhalte im Zusammenhang mit Theorien, übergeordneten Prinzipien und Gesetzen der Chemie beschreiben und erläutern (UF1).</li> <li>• Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bedeutende naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen (E7).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sich mit anderen über chemische Sachverhalte und Erkenntnisse kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Maßstäbe bei Bewertungen von naturwissenschaftlich-technischen Sachverhalten unterscheiden und angeben (B1)</li> <li>• Auseinandersetzungen und Kontroversen zu chemischen und anwendungsbezogenen Problemen differenziert</li> </ul>



<p>Vorgängen auf der Grundlage eines gut vernetzten chemischen Wissens erschließen und aufzeigen (UF4).</p>		<p>en durch Argumente belegen bzw. widerlegen (K4).</p>	<p>aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Standpunkte auf der Basis von Sachargumenten vertreten (B2)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• begründet die Möglichkeiten und Grenzen chemischer und anwendungsbezogener Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten (B4)</li> </ul>
<p><b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen: Die Schüler*innen:</b></p>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3).</li> <li>• diskutieren Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengericht vor (K2, K3).</li> </ul>	<p>ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).</li> </ul>
<p><b>Vereinbarung der Fachkonferenz:</b></p> <p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vor- und Nachteile bei Herstellung und Anwendung fossiler Brennstoffe (rückwirkend: Betrachtung der Brennstoffzelle, s. Projektkurs)</li> <li>Alternative Energieformen</li> <li>Historische Erdölförderung/Geschichte der fossilen Brennstoffe</li> </ul> <p><b>Bewertung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Präsentationen und Recherchen (u.A. alternative Energieformen)</li> <li>Diskussion und Darstellung von Ergebnissen</li> </ul> <p><b>Besonderheiten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Eventuell: Exkursion (Energiemesse Düsseldorf/Innogy)</li> </ul>			



## 2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

### Überfachliche Grundsätze

1. Geeignete Problemstellungen zeichnen die Ziele des Unterrichts vor und bestimmen die Struktur der Lernprozesse.
2. Inhalt und Anforderungsniveau des Unterrichts entsprechen dem Leistungsvermögen der Schülerinnen und Schüler und zielen auf eine Progression von der EF bis zum Ende der Qualifikationsphase.
3. Die Unterrichtsgestaltung ist auf die Ziele und Inhalte abgestimmt.
4. Medien und Arbeitsmittel sind schülernah gewählt.
5. Die Schülerinnen und Schüler erreichen einen Lernzuwachs.
6. Der Unterricht fördert eine aktive Teilnahme.
7. Der Unterricht fördert die Zusammenarbeit und bietet Möglichkeiten zu eigenen Lösungen.
8. Die Schülerinnen und Schüler erhalten Gelegenheit zu selbstständiger Arbeit und werden dabei unterstützt.
9. Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Partner- bzw. Gruppenarbeit.
10. Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Arbeit im Plenum.
11. Die Lernumgebung ist vorbereitet; der Ordnungsrahmen wird eingehalten.
12. Die Lehr- und Lernzeit wird intensiv für Unterrichtszwecke genutzt.
13. Es herrscht ein positives pädagogisches Klima im Unterricht.

### Fachliche Grundsätze

15. Fachmethoden und Fachbegriffe werden situationsbedingt angemessen vermittelt. Sie sind an religiöse Fachinhalte gebunden und unterscheiden sich damit von Übungen, die nur als Methodentraining mit beliebigen Inhalten konzipiert sind.
16. Der Unterricht fördert vernetzendes Denken und muss deshalb phasenweise fächerübergreifend ggf. auch projektartig angelegt sein.
17. Im Unterricht werden Meditationen oder Gottesdienste geplant und durchgeführt, Erkundungen unternommen oder externe Fachleute in die Schule geholt, um so an Informationen aus erster Hand zu gelangen.
18. Der Unterricht ist schülerorientiert und knüpft an die Interessen und Erfahrungen der Adressaten an.
19. Die Lerninhalte sind so (exemplarisch) zu wählen, dass die geforderten Kompetenzen erworben und geübt werden können bzw. erworbene Kompetenzen an neuen Lerninhalten erprobt werden können.
20. Der Unterricht ist anschaulich sowie gegenwarts- und zukunftsorientiert und gewinnt dadurch für die Schülerinnen und Schüler an Bedeutsamkeit.

## 2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

### Rechtliche Grundlage

Auf der Grundlage von § 48 SchulG, § 13 APO-GOST sowie Kapitel 2.3 des Kernlehrplans für Chemie (Sek II) hat die Fachkonferenz im Einklang mit dem entsprechenden schulbezogenen Konzept die nachfolgenden Grundsätze zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung beschlossen. Die nachfolgenden Absprachen stellen die Minimalanforderungen an das lerngruppenübergreifende gemeinsame Handeln der Fachgruppenmitglieder dar. Bezogen auf die einzelne Lerngruppe kommen ergänzend weitere der in den Folgeabschnitten genannten Instrumente der Leistungsüberprüfung zum Einsatz.

„Erfolgreiches Lernen ist kumulativ. Entsprechend sind die Kompetenzerwartungen im Lehrplan zumeist in ansteigender Progression und Komplexität formuliert. Dies bedingt, dass Unterricht und Lernerfolgsüberprüfungen darauf ausgerichtet sein müssen, Schülerinnen und Schülern Gelegenheit zu geben, grundlegende Kompetenzen, die sie in den vorangegangenen Jahren erworben haben, wiederholt und in wechselnden Kontexten anzuwenden.“ (KL, S. 30)

Die Leistungsbewertung im schriftlichen Bereich wird mit regelmäßigen Klausuren evaluiert. Diese Klausuren werden in der EF jeweils eine Klausur pro Halbjahr in 90 Minuten geschrieben, in der QI/QII jeweils 2 135 minütige Klausuren pro Halbjahr. Die Konzeption der Aufgaben gestaltet sich progressiv: Die erste Aufgabe stellt eine Zusammenfassung des Textes<sup>4</sup> dar und befindet sich im Anforderungsbereich 1. Weiterhin soll die zweite Aufgabe einen Materialbezug haben, jedoch elementare Inhalte des Unterrichts miteinbeziehen, sodass die Schüler\*innen sich nun im Anforderungsbereich II befinden. Die letzte Aufgabe stellt eine Bewertungs- oder Beurteilungsaufgabe dar, die den Anforderungsbereich 3 abdeckt. Die Schüler\*innen bewerten bzw. beurteilen, gewichten Argumente und kommen zu einem persönlichen Fazit. Das Einüben der Operatoren stellt eine wichtige Aufgabe im Unterricht dar. Die schriftliche Note wird gemeinsam mit der Mündlichen am Ende jedes Quartals gewichtet.

An der städtischen Gesamtschule Kaarst-Büttgen kann Chemie als schriftliches Abiturfach gewählt werden, wenn der/die Schüler\*in das Fach durchgehend schriftlich belegte.

Um einen konkretes Bewertungsraster plausibel und vor allem plastisch nachvollziehbar darzustellen, ist eine komplette Klausur der Erprobungsphase angehängt. Im Folgenden kann diese als Maßstab für eine Klausur gesehen werden, da sie sowohl den bereits beschriebenen inhaltlichen Teil mittels der drei Anforderungsbereiche abdeckt, als auch die vom Inhalt zum Teil unabhängige Darstellungsleistung<sup>5</sup>.

Mündliche Leistungsbewertung im Fach Chemie in der Sekundarstufe II betrifft die meisten Schüler\*innen in der Oberstufe. Dies kann auf vielfältige (u.A. auch in den konkretisierten Unterrichtsvorhaben zu finden) Art geschehen:

- mündliche Beiträge zum Unterricht (z. B. Beiträge zu unterschiedlichen Gesprächs- und Diskussionsformen, Kurzreferate, Präsentationen)
- Beiträge während den Experimenten, der Vor- und Nachbereitung
- schriftliche Beiträge zum Unterricht (z. B. Ergebnisse der Arbeit an und mit Texten und weiteren Materialien, Ergebnisse von Recherchen, Mindmaps, Protokolle)

---

<sup>4</sup> Zur Zeit sind nur Texte abiturelevant

<sup>5</sup> 80% Inhaltliche Leistung/20% Darstellungsleistung

---

*Klausur 1 – Qualifikationsphase 1*

- fachspezifische Ergebnisse experimenteller Gestaltungen
- Dokumentation längerfristiger Lern- und Arbeitsprozesse (Portfolios, Lerntagebücher)
- Beiträge im Prozess eigenverantwortlichen, schüleraktiven Handelns (z. B. Wahrnehmung der Aufgaben im Rahmen von Gruppenarbeit und projektorientiertem Handeln).

Die Bewertungskriterien für ein Produkt bzw. ein Ergebnis müssen den Schülerinnen und Schülern transparent und klar sein. Die folgenden übergeordneten Kriterien gelten sowohl für die mündlichen als auch für die schriftlichen Formen:

- Qualität der mündlichen und schriftlichen Beiträge
- Quantität der mündlichen und schriftlichen Beiträge
- Kontinuität der mündlichen und schriftlichen Beiträge
- sachliche Richtigkeit
- Komplexität, Grad der Abstraktion
- Selbstständigkeit im Arbeitsprozess
- Einhaltung gesetzter Fristen
- Differenziertheit der Reflexion
- Bei Gruppenarbeiten
  - Selbstständige Themenfindung
  - Einbringen in die Arbeit der Gruppe
  - Durchführung fachlicher Arbeitsanteile
  - Kooperation mit dem Lehrenden, Aufnahme von Beratung

Die Leistungsrückmeldung erfolgt in mündlicher und schriftlicher Form, sollte der Schüler/die Schülerin eine Klausur schreiben. Die Grundsätze der Leistungsbewertung werden den Schülerinnen und Schülern immer zu Schuljahresbeginn, bei Lehrerwechsel auch zu Halbjahresbeginn mitgeteilt. Ein Hinweis dazu wird im Kursbuch vermerkt; die Erziehungsberechtigten werden im Rahmen der Elternmitwirkung informiert. Für den Bereich „Sonstige Mitarbeit“ erhalten die Schülerinnen und Schüler zu Beginn der Oberstufe eine Übersicht zu Kriterien und Prinzipien der Beurteilung. Eine Leistungsrückmeldung erfolgt auf Wunsch des Schülers/der Schülerin jederzeit, spätestens zum Quartalsende.

## 2.4 Lehr- und Lernmittel

Im Unterricht wird mit ausgewählten Texten gearbeitet. Ein Lernwerk ist nicht eingeführt. Die Fachkonferenz hat sich daher auf das Buch „Chemie 2000+“<sup>6</sup> geeinigt, da hier der Textfokus breit gestreut ist. Darüber hinaus werden im Religionsunterricht Filme und Bilder sowie weitere Medien verwendet.

## 3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen

Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen bezüglich der Planung des Unterrichts werden gemeinschaftlich, kollegial in der Fachkonferenz getroffen, die

---

<sup>6</sup> Von Wachtendonk, Tausch: Chemie 2000+ - Qualifikationsphase, CC Buchner Verlag, 2017 Bamberg

auf Einberufung der Fachschaftsvorsitzenden stets tagen kann. Relevant ist, dass auch die zu planenden Messen gemeinschaftlich getragen und gestaltet werden. Diese demokratischen Strukturen werden in das Klassenzimmer weitergetragen und ermöglichen einen lebendigen Austausch. Weiterhin gelten folgende Punkte:

- Das Fach Chemie unterstützt das schulinterne Methodenkonzept durch die Schulung überfachlicher und fachspezifischer Methoden sowie von Medienkompetenz im Zusammenhang mit den festgelegten konkretisierten Unterrichtsvorhaben (Anfertigung von Referaten, Protokollen, Recherchen, Präsentationen); die Lernenden führen ein entsprechendes Methodenheft. Im Rahmen von Methodentagen für die Schülerinnen und Schüler der Einführungs- sowie Qualifikationsphase bereitet die Fachkonferenz Chemie ein Modul zu einer ausgewählten Methode vor. Weiterhin wird die mediale Ausstattung der Schule (Smartboards, Computerräume) genutzt, um auch die Schüler\*innen etwa bei Literaturrecherchen zu unterstützen. Dies bezieht sich auch auf den experimentellen Unterricht.
- Im Zuge der Sprachförderung wird sowohl auf eine präzise Verwendung von Fachbegriffen als auch auf eine konsequente Verbesserung des (fach-) sprachlichen Ausdrucks geachtet. Die Schülerinnen und Schüler legen eigenständig ein fortlaufendes Glossar zu relevanten Fachbegriffen an; (Lern-) Aufgaben werden meist als Fließtext oder im vorher vereinbarten einheitlichen Protokollstil formuliert.
- Mindestens einmal pro Schuljahr finden – angebunden an die konkretisierten Unterrichtsvorhaben – vor- und nachbereitete Unterrichtsgänge bzw. Exkursionen zu außerschulischen Lernorten statt. Die Möglichkeiten im zentralen Nordrhein-Westfalen sind hier vielfältig, da auch Exkursionsorte wie etwa die Batterieforschungsanlage in Münster gut erreichbar sind. Durch die Vernetzung und die Ausblicke über den reinen Unterrichtsinhalt hinaus, erweitern die Schüler\*innen ihren Horizont und erkennen die Vielfältigkeit für eine spätere Karriere.
- Kolleginnen und Kollegen nehmen regelmäßig an Fortbildungen teil und informieren die Fachschaften über Inhalte der Veranstaltungen.

### **Mündliche Abiturprüfung**

Für jede mündliche Abiturprüfung (im 4. Fach oder bei Abweichungs- bzw. Bestehensprüfungen im 1. bis 3. Fach) wird ein Kriterienraster für den ersten und zweiten Prüfungsteil vorgelegt, aus dem auch deutlich die Kriterien für eine gute und eine ausreichende Leistung hervorgehen.

#### 4 Qualitätssicherung und Evaluation

Der schulinterne Lehrplan stellt keine starre Größe dar, sondern ist als „lebendes Dokument“ zu betrachten. Dementsprechend sind die Inhalte stetig zu überprüfen, um ggf. Modifikationen vornehmen zu können. Die Fachkonferenz (als professionelle Lerngemeinschaft) trägt durch diesen Prozess zur Qualitätsentwicklung und damit zur Qualitätssicherung des Faches bei.

Die Evaluation erfolgt auch über Schüler\*innen-Feedback, die dies genauso wie die Rückmeldung der Quartalsnote den unterrichtenden Lehrer\*innen mitteilen. Nur so kann der Unterricht im beidseitigen Einvernehmen und vor allem verstehen gestaltet und nachhaltig sein. Religiöse Fragen benötigen oft eine Transparenz und gewisse Vertrautheit, sodass auch die Evaluation als Möglichkeit der Unterrichtsgestaltung verstanden werden muss. Zu Schuljahresbeginn werden die Erfahrungen des vergangenen Schuljahres in der Fachschaft gesammelt, bewertet und eventuell notwendige Konsequenzen formuliert. Dies erfolgt auch mit den Lehrer\*innen der Sekundarstufe I.



## 5 Anhang:

Name: \_\_\_\_\_

**Zulässige Hilfsmittel:** Taschenrechner, PSE**Achten Sie auf die angemessene Verwendung von Fachbegriffen. Ergänzen Sie Ihre Ausführungen durch Skizzen und Reaktionsgleichungen.**

## AUFGABENSTELLUNG ZU AUFGABE 1

**Mit den folgenden Stoffen: Cu (s), CuSO<sub>4</sub> (aq), Ag (s) und AgNO<sub>3</sub> (aq) lässt sich nur in einer bestimmten Kombination eine chemische Reaktion durchführen (vgl. M1).**

Beschreiben und erklären Sie die in (M1) dargestellte Reaktion (Beobachtung, Deutung mit Reaktionsgleichung, Begründung für die Stoffauswahl). Erläutern Sie dabei auch das dieser Reaktion zu Grunde liegende Prinzip.

Skizzieren Sie einen Laborversuch, mit dem sich beweisen lässt, dass es sich bei dem oben dokumentierten Vorgang (s. Foto Abb. 1) um eine Elektronenübertragung handelt, beschriften Sie diesen mit den einschlägigen Fachbegriffen und berechnen Sie die zu erwartende Spannung.

Erörtern Sie, wie sich die Spannung durch Konzentrationsänderungen der Lösungen erhöhen ließe.

Schreiben Sie eine fachlich begründete Antwort für die von Patrick im Forum gestellte Frage (M2). Berücksichtigen Sie dabei, dass Patrick vermutlich nur eine ökologisch (= in Bezug auf die Umwelt) und ökonomisch (= wirtschaftlich) vertretbare Lösung akzeptiert.

## AUFGABENSTELLUNG ZU AUFGABE 2

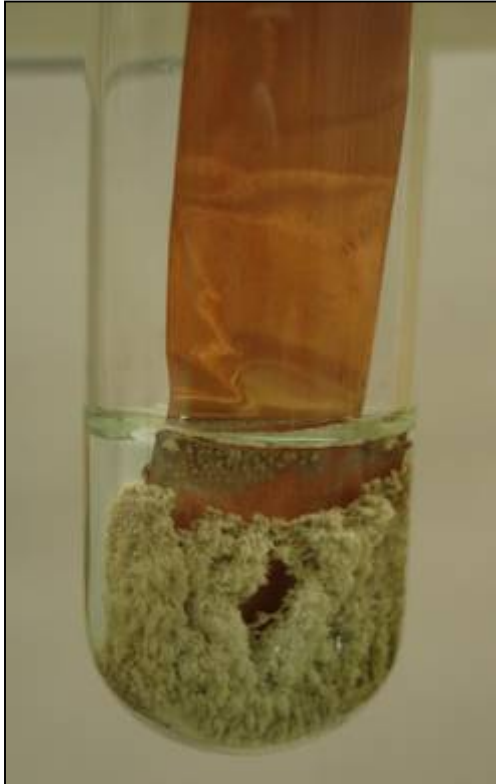
**Elektrolytische Raffination von Rohkupfer**

Erläutern Sie den Begriff der Elektrolyse

Zur Reinigung von Rohkupfer wird ein elektrolytisches Verfahren verwendet, das einer Elektrolyse sehr ähnelt. Zeichnen Sie schematisch den Vorgang der Kupferraffination mit vollständiger Beschriftung (Anode, Kathode, Polung, Auflöse- und Abscheidungsvorgänge des Kupfers).

Bewerten Sie mit Hilfe von Redoxgleichungen, welche Metalle oxidiert werden und welche als Anodenschlamm abfallen. Begründen Sie dies mit Hilfe der Spannungsreihe.

Arbeitsmaterial zu Aufgabe 1



**1.1** Frage im Forum chemie.online.de zur Abwasserreinigung

**1.2** Im Forum <http://www.chemie.online.de> stellt Patrick am 02.11.2011 folgende Frage:

„Hallo,

Ich hätte die Frage, wie man Silbersalze, die in großen Mengen von Fotolaboren verwendet werden und die sich prozessbedingt im Fixierbad anreichern (und die eigentlich nicht ins Abwasser entsorgt werden sollen) wieder aus dem Abwasser herausbekommen kann.

Ich hab mal gelesen, dass die Reinigung mit Kochsalz oder Salzsäure klappen könnte, weil dadurch das

M1: Zementationsreaktion

unlösliche Silberchlorid entsteht. Weiß einer

genaueres über die Reinigung von Silberabfällen,

oder vielleicht eine Reaktionsgleichung? M2: Forumsbeitrag

hilfreich. Danke im Voraus.

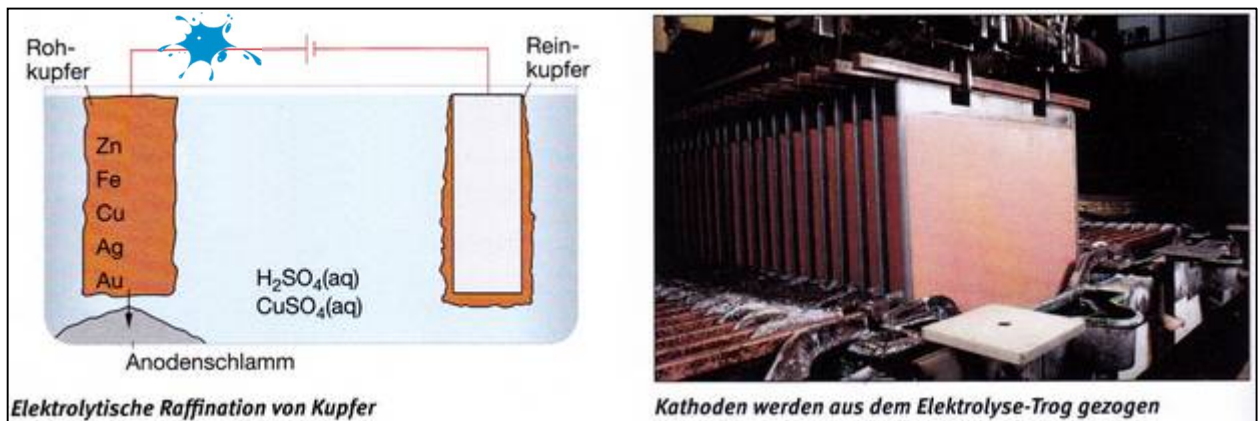
Gruß Patrick.“

**1.3**

Hinweis:

Die Bildung von schwerlöslichem weißem Silberchlorid wird im Labor in der Tat als Nachweis für das Vorhandensein von Ag-Ionen oder Cl-Ionen benutzt. Im Fixierbad sind die Silberionen allerdings so fest an Natriumthiosulfat gebunden, dass die Fällung mit Chloridionen unterbleibt.

## Arbeitsmaterial zu Aufgabe 2



Quelle: Chemie heute, S. 204

Kupfer ist wegen seiner chemischen Stabilität und seiner ausgezeichneten elektrischen Leitfähigkeit ein wichtiger Werkstoff. Allerdings ist seine Leitfähigkeit in hohem Maße von der Reinheit des Metalls abhängig. Ein Anteil von nur 0,07% Arsen vermindert die Leitfähigkeit bereits um etwa ein Drittel. Bei der Verhüttung von Kupfererzen nach Röst- und Reduktionsprozessen fällt 99%iges Rohkupfer an. Das ist für die meisten Anwendungen nicht rein genug.

Neben edleren Metallen wie Silber, Gold und Platin enthält Rohkupfer auch unedlere Metalle wie Zink, Eisen, Blei, Zinn und Arsen. Diese Verunreinigungen werden durch eine elektrolytische Kupfer-Raffination weitestgehend entfernt. Die geringste Zersetzungsspannung  $U = 0 \text{ V}$  ergibt sich, wenn

### M3 Elektrolytische Raffination von Kupfer

Quelle: Chemie heute, S. 204, leicht verändert

das Kupfer auf der einen Seite oxidiert wird und gleichzeitig Kupfer-Ionen an der anderen Seite reduziert werden: In der linken Abbildung löst sich auf der linken Seite Kupfer auf und an der rechten Seite scheidet sich reines Kupfer ab.

### Technische Durchführung:

Bei der Elektrolyse arbeitet man mit einer Spannung von etwa 0,3 V, sodass außer Kupfer nur die unedleren Bestandteile der Rohkupfer-Anode oxidiert werden und in Lösung gehen. Die edleren Metalle fallen bei der elektrochemischen Oxidation an der Anode als unlöslicher Schlamm herab. Aus diesem Anodenschlamm werden Edelmetalle wie Platin, Palladium, Gold und Silber gewonnen.

## ALLGEMEINES ARBEITSMATERIAL

	reduzierte Form	oxidierte Form		$U_H^0$ (Volt)	
Zunahme der Stärke des Reduktionsmittels	Li	/ Li <sup>+</sup>	+ e <sup>-</sup>	-3,02	Zunahme der Stärke des Oxidationsmittels
	K	/ K <sup>+</sup>	+ e <sup>-</sup>	-2,92	
	Ba	/ Ba <sup>2+</sup>	+ 2e <sup>-</sup>	-2,90	
	Ca	/ Ca <sup>2+</sup>	+ 2e <sup>-</sup>	-2,76	
	Na	/ Na <sup>+</sup>	+ e <sup>-</sup>	-2,71	
	Mg	/ Mg <sup>2+</sup>	+ 2e <sup>-</sup>	-2,38	
	Al	/ Al <sup>3+</sup>	+ 3e <sup>-</sup>	-1,67	
	Mn	/ Mn <sup>2+</sup>	+ 2e <sup>-</sup>	-1,03	
	H <sub>2</sub> + 2 OH <sup>-</sup>	/ 2 H <sub>2</sub> O	+ 2e <sup>-</sup>	-0,84	
	Zn	/ Zn <sup>2+</sup>	+ 2e <sup>-</sup>	-0,76	
	Cr	/ Cr <sup>3+</sup>	+ 3e <sup>-</sup>	-0,74	
	S <sup>2-</sup>	/ S <sub>(s)</sub>	+ 2e <sup>-</sup>	-0,51	
	Fe	/ Fe <sup>2+</sup>	+ 2e <sup>-</sup>	-0,41	
	Cd	/ Cd <sup>2+</sup>	+ 2e <sup>-</sup>	-0,40	
	Pb + SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	/ PbSO <sub>4(s)</sub>	+ 2e <sup>-</sup>	-0,36	
	Co	/ Co <sup>2+</sup>	+ 2e <sup>-</sup>	-0,28	
	Ni	/ Ni <sup>2+</sup>	+ 2e <sup>-</sup>	-0,23	
	Sn	/ Sn <sup>2+</sup>	+ 2e <sup>-</sup>	-0,14	
	Pb	/ Pb <sup>2+</sup>	+ 2e <sup>-</sup>	-0,13	
	1/2 H <sub>2</sub>	/ H <sup>+</sup>	+ e <sup>-</sup>	+0,00	
	Sn <sup>2+</sup>	/ Sn <sup>4+</sup>	+ 2e <sup>-</sup>	+0,15	
	H <sub>2</sub> SO <sub>3</sub> + H <sub>2</sub> O	/ SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> + 4 H <sup>+</sup>	+ 2e <sup>-</sup>	+0,20	
	Cu	/ Cu <sup>2+</sup>	+ 2e <sup>-</sup>	+0,35	
	4 OH <sup>-</sup>	/ O <sub>2</sub> + 2 H <sub>2</sub> O	+ 4e <sup>-</sup>	+0,40	
	2 I <sup>-</sup>	/ I <sub>2</sub>	+ 2e <sup>-</sup>	+0,54	
	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	/ O <sub>2</sub> + 2 H <sup>+</sup>	+ 2e <sup>-</sup>	+0,68	
	Fe <sup>2+</sup>	/ Fe <sup>3+</sup>	+ e <sup>-</sup>	+0,77	
	Ag	/ Ag <sup>+</sup>	+ e <sup>-</sup>	+0,80	
	Hg	/ Hg <sup>2+</sup>	+ 2e <sup>-</sup>	+0,85	
	2 Br <sup>-</sup>	/ Br <sub>2</sub>	+ 2e <sup>-</sup>	+1,06	
	Pt	/ Pt <sup>2+</sup>	+ 2e <sup>-</sup>	+1,20	
	Mn <sup>2+</sup> + 2 H <sub>2</sub> O	/ MnO <sub>2(s)</sub> + 4 H <sup>+</sup>	+ 2e <sup>-</sup>	+1,21	
2 Cr <sup>3+</sup> + 7 H <sub>2</sub> O	/ Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup> + 14 H <sup>+</sup>	+ 6e <sup>-</sup>	+1,33		
2 Cl <sup>-</sup>	/ Cl <sub>2</sub>	+ 2e <sup>-</sup>	+1,36		
Au	/ Au <sup>3+</sup>	+ 3e <sup>-</sup>	+1,42		
Pb <sup>2+</sup> + 2 H <sub>2</sub> O	/ PbO <sub>2(s)</sub> + 4 H <sup>+</sup>	+ 2e <sup>-</sup>	+1,47		
Mn <sup>2+</sup> + 4 H <sub>2</sub> O	/ MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> + 8 H <sup>+</sup>	+ 5e <sup>-</sup>	+1,51		
PbSO <sub>4(s)</sub> + 2 H <sub>2</sub> O	/ PbO <sub>2(s)</sub> + SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> + 4 H <sup>+</sup>	+ 2e <sup>-</sup>	+1,68		
MnO <sub>2(s)</sub> + 2 H <sub>2</sub> O	/ MnO <sub>4</sub> <sup>-</sup> + 4 H <sup>+</sup>	+ 3e <sup>-</sup>	+1,68		
2 H <sub>2</sub> O	/ H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> + 2 H <sup>+</sup>	+ 2e <sup>-</sup>	+1,77		
2 F <sup>-</sup>	/ F <sub>2</sub>	+ 2e <sup>-</sup>	+2,87		

Inhaltliche Leistung

Pu  
nk  
te

Aufgabe 1:			
	Zu beobachten ist die Ausbildung von Silberschlamm an einem Kupferblech.		
	Beschreibt die zu beobachtende Reaktion als Zementationsreaktion, bei der ein Stoff aus der Lösung durch Elektronenübertragung eines anderen Stoffes ausfällt.		
	Folglich muss es sich um die Stoffe $\text{AgNO}_{3(\text{aq})}$ (gelöstes Silbernitrat) u. elementares Kupfer $\text{Cu}_{(\text{s})}$ handeln.		
	Führt die Reaktionsgleichungen auf: Oxidation: $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$ Reduktion: $2\text{Ag}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow 2\text{Ag}$ Redoxreaktion: $\text{Cu} + 2\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{Ag}$   exotherm		
	Kupfer ist laut Spannungsreihe das unedlere Metall. Damit hat es eine höhere Lösungstension und gibt Elektronen ab (Reduktionsmittel). Gleichzeitig ist Silber das stärkere Oxidationsmittel und nimmt Elektronen auf. Damit muss Silber zunächst in der oxidierten Form vorliegen, damit es Elektronen aufnehmen kann und die Reaktion freiwillig abläuft.		
	Nennt das der Reaktion zugrundeliegende Prinzip: Redoxreaktion (Elektronenübertragungsreaktion).		
	<b>Summe 1.1</b>		
	Fertigt eine korrekte und vollständig beschriftete schematische Zeichnung mit zwei galvanischen Halbzellen an. Bestehend aus: Reaktionsgefäßen, Elektroden, Elektrolyt, Kupfer in Kupfersulfatlösung und Silber in Silbernitratlösung, Schaltkreis, Verbraucher/Multimeter und Diaphragma.		
	Beschriftet wie folgt: Kupferhalbzelle: Donator, Anode, Oxidation bzw. Silberhalbzelle: Akzeptor, Kathode, Reduktion Notiert ein Zelldiagramm: $\text{Cu} / \text{Cu}^{2+} (1\text{mol/L}) // \text{Ag}^+ (1\text{mol/L}) / \text{Ag}$		
	Spannung: $U_{(\text{Zelle})} = U_{(\text{Akz})} - U_{(\text{Don})} = 0,8\text{V} - (-0,35\text{V}) = 1,15\text{V}$ Formuliert eine Antwort: <i>Die Spannung der Zelle beträgt 1,15 V. Der Elektronenfluss ist damit bewiesen.</i>		
	<b>Summe 1.2</b>		
	Die Lösungstension steigt, wenn die Ionenkonzentration der in Lösung gehenden Ionen zunächst gering ist. Somit sollte die Ionenkonzentration der $\text{Cu}^{2+}$ -Ionen in der Kupferhalbzelle klein sein oder sogar 0 betragen.		
	Das Bestreben der Elementarisierung in der Akzeptorhalbzelle steigt, wenn die Ionenkonzentration groß ist. Somit muss die Silberionenkonzentration möglichst groß gewählt werden.		
	<b>Summe 1.3</b>		
	Geht auf die starken Bindungskräfte mit dem Natriumthiosulfat ein und rät von dieser Idee ab.		
	Schlägt eine elektrochemische Herangehensweise vor um das ionisierte Silber mittels Elektronenübertragung zu elementarem Silber zu reduzieren.		

	Konkretisiert die Vorgehensweise durch Beispielhafte Nennung eines unedleren Metalls als Reduktionsmittel (Mg, Fe, Cu,...), welches elementar in die Lösung eingebracht werden muss und erläutert die Elektronenübertragung und Ausfällung des Silbers als Zementationsreaktion. Anschließend kann dieses abfiltriert werden.		
	Rät zu Eisen als Reduktionsmittel, da dieses umweltverträglich und günstig in der Beschaffung ist.		
	<b>Summe 1.4</b>		
<b>Summe Aufgabe 1</b>			
<b>Aufgabe 2:</b>			
	Erläutert die Elektrolyse als <b>Umkehrreaktion</b> einer galvanischen Zelle und führt dabei aus, dass das Reduktionsmittel (bzw. unedlere Element) in die oxidierte Form überführt und gleichzeitig das Oxidationsmittel (bzw. edlere Element) in die reduzierte Form durch gelassen einer Mindestspannung		
	<b>Summe 2.1</b>		
	Zeichnet und beschriftet eine schematische Kupferraffination mit der Oxidation des Kupfers am Pluspol/Anode ( $\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+}$ ), dem Anodenschlamm bestehend aus den edleren Metallen und dem Reinkupfer als Reduktionsprodukt am Minuspol/Kathode ( $\text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{Cu}$ ).		
	<b>Summe 2.2</b>		
	Führt die Oxidation der unedleren Metalle Zink, Eisen sowie Blei auf und nennt gleichzeitig die Standard-Elektronenpotentiale dieser Elemente: Bsp. $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2e^-$ ( $U_0 = -0,76\text{V}$ )		
	Führt die nicht stattfindende Oxidation der edleren Metalle Gold, Silber und Platin auf und nennt gleichzeitig die Standard-Elektrodenpotentiale dieser Elemente. Bsp.: $\text{Au} \rightarrow \text{Au}^{3+} + 3e^-$ ( $U_0 = +1,42\text{V}$ )		
	Erläutert den Lösungsvorgang (die Oxidation) der unedleren Metalle mit der während der Elektrolyse eingestellten Zersetzungsspannung von 0,3V (Quelle: M4). Führt darüber hinaus aus, dass sich die edleren Metalle nicht lösen (nicht oxidiert werden), da die nötige Zersetzungsspannung z.B. von Gold ( $U_0 = 1,42\text{V}$ ) mit der angelegten Spannung von 0,3V nicht erreicht ist.		
	<b>Summe 2.4</b>		
<b>Summe Aufgabe 2</b>			
<b>Summe über inhaltliche Leistungen</b>			
<b>Darstellungsleistung</b>			
	führt seine Gedanken schlüssig, stringent und klar aus.		
	strukturiert seine Darstellung sachgerecht und übersichtlich,		
	verwendet eine differenzierte und präzise Sprache,		
	veranschaulicht seine Ausführungen durch geeignete Skizzen, Schemata etc.,		
	formal ansprechende Gestaltung, Lesbarkeit, Fehler in der Rechtschreibung (Gr, R, Z) und im Ausdruck (A, Sb)		

Name:

**Kurs: CH (Cram)  
Erwartungshorizont**

1. Klausur Grundkurs – Qualifikationsphase 1

<b>Summe über Darstellungsleistungen</b>		
<b>Gesamtpunktzahl</b>		

**Note:**

**Korrekturzeichen:**

R Rechtschreibung  
Z Zeichensetzung

G Grammatik  
A Ausdruck  
Fs Fachsprache  
Ff Folgefehler  
Wh Wiederholung  
Sb Satzbau  
Gs Geschlecht  
Bz Bezug fehlt  
Sa Sachfehler  
Γ Fehlendes Wort  
Zt Zeit  
- / | halber / ganzer Fehler

Name:

**Kurs: CH (Cram)  
Erwartungshorizont**

*1. Klausur Grundkurs – Qualifikationsphase 1*

**Notenschema**

1			2			3				
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	
95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
100	94	89	84	79	74	69	64	59	54	