

**Johannes-Kepler-Gymnasium Ibbenbüren**

**Schulinterner Lehrplan  
für die Sekundarstufe II  
Chemie**

**Ibbenbüren, November 2023**

# Inhalt

	Seite
<b>1 Die Fachgruppe Chemie am Johannes-Kepler-Gymnasium Ibbenbüren</b>	<b>3</b>
1.1 Bezug zu curricular relevanten Aspekten des Schulprogramms / Beitrag zur Erreichung der Erziehungsziele der Schule	3
1.2 Umfeld der Schule	3
1.3 Fachspezifische Ziele und Schwerpunkte der Fachgruppenarbeit	4
<b>2 Entscheidungen zum Unterricht</b>	<b>4</b>
2.1 Unterrichtsvorhaben	4
2.1.1 <i>Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben</i>	5
2.1.2 <i>Konkretisierte Unterrichtsvorhaben</i>	13
2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit	48
2.2.1 <i>Überfachliche Grundsätze:</i>	48
2.2.2 <i>Fachliche Grundsätze:</i>	48
2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung	50
2.3.1 <i>Bewertung der sonstigen Mitarbeit</i>	50
2.3.2 <i>Bewertung der schriftlichen Leistungen</i>	51
2.4 Lehr- und Lernmittel	52
<b>3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen</b>	<b>52</b>
3.1 Überfachliche Absprachen	52
3.2 Zusammenarbeit mit anderen Fächern	53
3.3 Außerschulische Partner	53
3.4 Außerschulische Lernorte	53
3.5 Wettbewerbe	53
3.6 Beiträge zur Gewaltprävention	53
3.7 Beiträge zur Medienerziehung	54
3.8 Beiträge zum Förder-Forderkonzept	54
<b>4 Qualitätssicherung und Evaluation</b>	<b>54</b>
4.1 Aufgabenverteilung und Verantwortlichkeiten	54
4.3 Evaluation des schulinternen Curriculums	58
<b>5 Fortbildung</b>	<b>60</b>

# **1 Die Fachgruppe Chemie am Johannes-Kepler-Gymnasium Ibbenbüren**

## **1.1 Bezug zu curricular relevanten Aspekten des Schulprogramms / Beitrag zur Erreichung der Erziehungsziele der Schule**

Die im Schulprogramm vereinbarten Erziehungsziele werden auch im Fachbereich Chemie verfolgt: Soziale Verantwortung ist die Grundlage experimentellen Arbeitens in Schülerübungen und wird daher besonders gefördert.

Die Vermittlung methodischer und fachlicher Kompetenzen sind ebenso wie die Erziehung zu selbstständigen Persönlichkeiten die Leitziele unseres Unterrichts. Einen besonderen Schwerpunkt im Bezug auf das Schulprogramm ist die Kooperation mit außerschulischen Partnern, insbesondere mit den Firmen Wiewelhove und Nobian: Regelmäßig besuchen Schülergruppen der Leistungs- oder Grundkurse der Qualifikationsphase die Chemie-Unternehmen.

## **1.2 Umfeld der Schule**

Das Johannes-Kepler-Gymnasium Ibbenbüren befindet sich im ländlichen Raum mit guter Verkehrsanbindung zu den Städten Münster und Osnabrück. In Ibbenbüren sowie den benachbarten Städten sind Chemieunternehmen ansässig mit denen eine Kooperation besteht. So können Schüler\*innen der Schule dort Berufsorientierungspraktika machen und Besichtigungen des Betriebs durch Schüler\*innen sind fester Bestandteil der Zusammenarbeit. Darüber hinaus bestehen vielfältige Kooperationen mit Unternehmen verschiedenster Branchen.

Im Rahmen der Studien- und Berufswahlorientierung besteht ein differenziertes Beratungsangebot. Dazu wurde auch ein Angebot mit Eltern und ehemaligen Schüler\*innen aufgebaut, die neben weiteren Referenten ihre Berufe einmal im Jahr in der Schule vorstellen und auch darüber hinaus teilweise als Ansprechpartner zur Verfügung stehen. Dabei spielen auch technische Berufe und naturwissenschaftliche Studiengänge eine deutliche Rolle.

Das Fach Chemie ist in der Regel je nach Schülerzahl in der Einführungsphase mit 2-3 Grundkursen, in der Qualifikationsphase, je Jahrgangsstufe, mit 2-3 Grundkursen und mit 1 Leistungskurs vertreten.

Das Johannes-Kepler-Gymnasium kooperiert im Oberstufenbereich mit dem Goethe-Gymnasium und der Erna de Vries Gesamtschule in Ibbenbüren, dies betrifft im Chemiebereich sowohl Grundkurse als auch Leistungskurse in der Qualifikationsphase.

In der Schule sind die Unterrichtseinheiten als Langstunden à 60 Minuten organisiert, in der Oberstufe gibt es im Grundkurs pro Schuljahr in drei Quartalen zwei Einzelstunden pro Woche, in einem Quartal drei. Im Leistungskurs wird Chemie mit einer Doppelstunde und zwei Einzelstunden wöchentlich für drei Quartale bzw. einer Doppelstunde und einer Einzelstunde in einem Quartal unterrichtet.

Dem Fach Chemie stehen drei experimentell voll ausgestattete und für Schülerübungen geeignete Fachräume zur Verfügung. Die Ausstattung der Chemiesammlung mit

Geräten und Materialien für Demonstrations- und für Schülerexperimente ist gut, die vom Schulträger darüber hinaus bereitgestellten Mittel reichen für das Erforderliche aus. Zudem wird regelmäßig ein Antrag an den Fonds der Chemischen Industrie gestellt, wodurch dem Fachbereich zusätzlich finanzielle Mittel zur Verfügung stehen.

### **1.3 Fachspezifische Ziele und Schwerpunkte der Fachgruppenarbeit**

Die Fachschaft Chemie möchte möglichst viele Schüler\*innen mit ihrem Unterrichtsangebot ansprechen und ihnen eine erfolgreiche Mitarbeit in diesem Fach ermöglichen. Motivierend in diesem Zusammenhang ist der Schwerpunkt experimenteller Schülerversuche im Rahmen eines forschend entwickelnden und selbstgesteuerten Unterrichts, ausgehend von kontext- und problemorientierten Fragestellungen.

Neben dieser Breitenförderung sollen begabte Schüler\*innen gefordert werden. Hierzu werden Schüler\*innen ermuntert, sich über den Unterricht hinaus mit chemischen Fragestellungen auseinander zu setzen, z.B. durch die Teilnahme an Schülerwettbewerben. Dazu machen die Fachlehrkräfte auf stattfindende Wettbewerbe aufmerksam. Die Schüler\*innen erhalten Unterstützung durch die Fachlehrer\*innen. In den Grund- oder Leistungskursen besteht die Möglichkeit, eine Facharbeit zu schreiben und sich darin vertiefend mit einer naturwissenschaftlichen Fragestellung zu beschäftigen.

## **2 Entscheidungen zum Unterricht**

### **2.1 Unterrichtsvorhaben**

Die Darstellung der Unterrichtsvorhaben im schulinternen Lehrplan besitzt den Anspruch, sämtliche im Kernlehrplan angeführten Kompetenzen abzudecken. Dies entspricht der Verpflichtung jeder Lehrkraft, alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans bei den Lernenden auszubilden und zu entwickeln.

Die entsprechende Umsetzung erfolgt auf zwei Ebenen: der Übersichts- und der Konkretisierungsebene.

Im „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.1.1) wird die für alle Lehrer\*innen gemäß Fachkonferenzbeschluss verbindliche Verteilung der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Das Übersichtsraster dient dazu, den Kolleg\*innen einen schnellen Überblick über die Zuordnung der Unterrichtsvorhaben zu den einzelnen Jahrgangsstufen sowie den im Kernlehrplan genannten Inhaltsfeldern und inhaltlichen Schwerpunkten zu verschaffen. Die konkretisierten Kompetenzerwartungen werden erst auf der Ebene konkretisierter Unterrichtsvorhaben Berücksichtigung finden. Die zugeordneten übergeordneten Kompetenzen (in Klammern angegeben) sind im Kernlehrplan ausgewiesen. Der ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. Um Spielraum für Vertiefungen, besondere Schüler\*inneninteressen, aktuelle Themen bzw. die Erfordernisse anderer besonderer Ereignisse (z.B. Praktika, Kursfahrten o.ä.) zu erhalten, wurden im Rahmen dieses schulinternen Lehrplans nur ca. 75 Prozent der

Bruttounterrichtszeit verplant. (Als 75 % wurden für die Einführungsphase 90 Unterrichtsstunden, für den Grundkurs in der Q1 ebenfalls 90 und in der Q2 60 Stunden und für den Leistungskurs in der Q1 150 und für Q2 90 Unterrichtsstunden zugrunde gelegt.)

Während der Fachkonferenzbeschluss zum „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ zur Gewährleistung vergleichbarer Standards sowie zur Absicherung von Lerngruppenübertritten und Lehrkraftwechseln für alle Mitglieder der Fachkonferenz Bindekraft entfalten soll, besitzt die exemplarische Ausweisung „konkretisierter Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.1.2) empfehlenden Charakter. Referendar\*innen sowie neuen Kolleg\*innen dienen diese vor allem zur standardbezogenen Orientierung in der neuen Schule, aber auch zur Verdeutlichung von unterrichtsbezogenen fachgruppeninternen Absprachen zu didaktisch-methodischen Zugängen, fächerübergreifenden Kooperationen, Lernmitteln und -orten sowie vorgesehenen Leistungsüberprüfungen. Abweichungen von den vorgeschlagenen Vorgehensweisen bezüglich der konkretisierten Unterrichtsvorhaben sind im Rahmen der pädagogischen Freiheit der Lehrkräfte jederzeit möglich. Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass im Rahmen der Umsetzung der Unterrichtsvorhaben insgesamt alle Kompetenzen des Kernlehrplans Berücksichtigung finden.

### 2.1.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben

Einführungsphase	
<p><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></p> <p><b>Kontexte:</b> <i>Kann Trinkalkohol gleichzeitig Gefahrstoff und Genussmittel sein? Alkohol(e) auch in Kosmetikartikeln?</i></p> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Organische Stoffklassen</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe</li> <li>• Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur</li> <li>• Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>• Konstitutionsisomerie</li> <li>• intermolekulare Wechselwirkungen</li> <li>• Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 23 Std. à 60 min</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Wie kann ein Wasserkocher möglichst schnell entkalkt werden? Wie lässt sich die Reaktionsgeschwindigkeit bestimmen und beeinflussen?</i></p> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit</li> <li>• Katalyse</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 10 Std. à 60 min</p>

<p><u>Unterrichtsvorhaben III:</u></p> <p><b>Kontext:</b> Fußnoten in der Speisekarte – Was verbirgt sich hinter den sogenannten E-Nummern? Fruchtiger Duft im Industriegebiet – Wenn mehr Frucht benötigt wird als angebaut werden kann</p> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Organische Stoffklassen Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxylgruppe und Estergruppe</li> <li>• Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur</li> <li>• intermolekulare Wechselwirkungen</li> <li>• Estersynthese</li> <li>• Gleichgewichtsreaktionen</li> <li>• Massenwirkungsgesetz (<math>K_c</math>)</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 12 Std. à 60 min</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben IV:</u></p> <p><b>Kontext:</b> Welche Auswirkungen hat ein Anstieg der Emission an Kohlenstoffdioxid auf die Versauerung der Meere? Welchen Beitrag kann die chemische Industrie durch die Produktion eines synthetischen Kraftstoffes zur Bewältigung der Klimakrise leisten?</p> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier</li> <li>• natürlicher Stoffkreislauf</li> <li>• technisches Verfahren</li> <li>• Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck</li> <li>• Katalyse</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 15 Std. à 60 min</p>
--	--

<b>Qualifikationsphase I Grundkurs</b>	
<p><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></p> <p><b>Kontexte:</b> Welche Wirkung haben Säuren und Basen in sauren und basischen Reinigern? Wie lässt sich die unterschiedliche Reaktionsgeschwindigkeit der Reaktionen Essigsäure mit Kalk und Salzsäure mit Kalk erklären? Wie lässt sich die Säure- bzw. Basenkonzentration bestimmen? Wie lassen sich saure und alkalische Lösungen entsorgen?</p> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Säuren, Basen und analytische Verfahren</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (<math>K_S</math>, <math>pK_S</math>, <math>K_B</math>, <math>pK_B</math>),</li> <li>• Reaktionsgeschwindigkeit</li> <li>• chemisches Gleichgewicht</li> <li>• Massenwirkungsgesetz (<math>K_c</math>),</li> <li>• pH-Wert-Berechnungen wässriger</li> </ul>	<p><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></p> <p><b>Kontext:</b> Welche Stoffeigenschaften sind verantwortlich für die vielfältige Nutzung verschiedener Salze? Lässt sich die Lösungswärme von Salzen sinnvoll nutzen?</p> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Säuren, Basen und analytische Verfahren</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen</li> <li>• Ionengitter, Ionenbindung</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 10 Std. à 60 min</p>

<p>Lösungen von starken Säuren und starken Basen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analytische Verfahren:</li> <li>• Säure-Base-Titrationen von starken Säuren und starken Basen (mit Umschlagspunkt)</li> <li>• energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Kalorimetrie</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 24 Std. à 60 min</p>	
<p><u>Unterrichtsvorhaben III:</u></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Wie unterscheiden sich die Spannungen verschiedener Redoxsysteme? Wie sind Batterien und Akkumulatoren aufgebaut? Welcher Akkumulator ist für den Ausgleich von Spannungsschwankungen bei regenerativen Energien geeignet?</i></p> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Elektrochemische Prozesse und Energetik</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>• Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung</li> <li>• Elektrolyse</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 14 Std. à 60 min</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben IV:</u></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Wie viel Energie wird bei der Verbrennungsreaktion verschiedener Energieträger freigesetzt? Wie funktioniert die Wasserstoffverbrennung in der Brennstoffzelle? Welche Vor- und Nachteile hat die Verwendung der verschiedenen Energieträger??</i></p> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Elektrochemische Prozesse und Energetik</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrolyse</li> <li>• alternative Energieträger</li> <li>• energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, heterogene Katalyse</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 14 Std. à 60 min</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben V:</u></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Wie kann man Metalle vor Korrosion schützen?</i></p> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Elektrochemische Prozesse und Energetik</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 6 Std. à 60 min</p>	

## Qualifikationsphase II Grundkurs

### Unterrichtsvorhaben VI:

**Kontexte:** *Wie lässt sich Polyethylen aus Erdöl herstellen?*

*Wie werden Polyethylen-Abfälle entsorgt?*

**Inhaltsfeld:** Reaktionswege der organischen Chemie

Moderne Werkstoffe

#### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Alkene, Alkine, Halogenalkane
- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen
- Molekülgeometrie (EPA-Modell)
- Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie)
- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen
- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition
  
- Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation
- Rohstoffgewinnung und -verarbeitung
- Recycling: Kunststoffverwertung

**Zeitbedarf:** ca. 23 Std. à 60 min

### Unterrichtsvorhaben VII:

**Kontext:** *Welche besonderen Eigenschaften haben Kunststoffe?*

*Wie lassen sich Kunststoff mit gewünschten Eigenschaften herstellen?*

**Inhaltsfeld:** Reaktionswege der organischen Chemie

Moderne Werkstoffe

#### **Inhaltlicher Schwerpunkt:**

- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe
- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen
- Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere)
- Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation
- Rohstoffgewinnung und -verarbeitung
- Recycling: Kunststoffverwertung

**Zeitbedarf:** ca. 15 Std. à 60 min

### Unterrichtsvorhaben VIII:

**Kontext:** *Welche Fette sind in Lebensmitteln enthalten?*

*Wie werden Ester in Kosmetikartikeln hergestellt?*

**Inhaltsfeld:** Reaktionswege der organischen Chemie

#### **Inhaltlicher Schwerpunkt:**

- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise
- Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe
- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen
- Naturstoffe: Fette
- Estersynthese: Homogene Katalyse, Prinzip von Le Chatelier

**Zeitbedarf:** ca. 15 Std. à 60 min

## Qualifikationsphase I Leistungskurs

### Unterrichtsvorhaben I:

**Kontexte:** Welche Wirkung haben Säuren und Basen in sauren und basischen Reinigern?

Wie lässt sich die unterschiedliche Reaktionsgeschwindigkeit der Reaktionen Essigsäure mit Kalk und Salzsäure mit Kalk erklären?

Wie lässt sich die Säure- bzw. Basenkonzentration bestimmen?

Wie lassen sich saure und alkalische Lösungen entsorgen?

**Inhaltsfeld:** Säuren, Basen und analytische Verfahren

#### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten ( $K_S$ ,  $pK_S$ ,  $K_B$ ,  $pK_B$ ),
- Reaktionsgeschwindigkeit
- chemisches Gleichgewicht
- Massenwirkungsgesetz ( $K_c$ ),
- pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von starken Säuren und starken Basen
- analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrations (mit Umschlagspunkt)
- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Kalorimetrie

**Zeitbedarf:** ca. 30 Std. à 60 min

### Unterrichtsvorhaben III:

**Kontext:** Welche Faktoren bestimmen die Spannung und die Stromstärke zwischen verschiedenen Redoxsystemen?

Wie sind Batterien und Akkumulatoren aufgebaut?

Wie kann die Leistung von Akkumulatoren berechnet und bewertet werden?

**Inhaltsfeld:** Elektrochemische Prozesse und Energetik

### Unterrichtsvorhaben II:

**Kontext:** Welche Stoffeigenschaften sind verantwortlich für die vielfältige Nutzung verschiedener Salze?

Lässt sich die Lösungswärme von Salzen sinnvoll nutzen?

Welche Bedeutung haben Salze für den menschlichen Körper?

**Inhaltsfeld:** Säuren, Basen und analytische Verfahren

#### **Inhaltlicher Schwerpunkt:**

- Puffersysteme
- Löslichkeitsgleichgewichte
- analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen,
- energetische Aspekte: Lösungsenthalpie
- Entropie
- Ionengitter, Ionenbindung

**Zeitbedarf:** ca. 10 Std. à 60 min

### Unterrichtsvorhaben IV:

**Kontext:** Wie viel Energie wird bei der Verbrennungsreaktion verschiedener Energieträger freigesetzt?

Wie funktioniert die Wasserstoffverbrennung in der Brennstoffzelle?

Wie beeinflussen Temperatur und Elektrodenmaterial die Leistung eines Akkus?

**Inhaltsfeld:** Elektrochemische Prozesse und Energetik

#### **Inhaltlicher Schwerpunkt:**

- Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung)

<p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>• Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung</li> <li>• Elektrolyse</li> <li>• Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>• galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung)</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 17 Std. à 60 min</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• alternative Energieträger</li> <li>• Energiespeicherung</li> <li>• energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 22 Std. à 60 min</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben V:</u></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Wie kann man Metalle vor Korrosion schützen?</i></p> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Elektrochemische Prozesse und Energetik</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse K</li> <li>• Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 9 Std. à 60 min</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben VI:</u></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Quantitative Analyse von Produkten des Alltags: Wie hoch ist die Säure-Konzentration in verschiedenen Lebensmitteln?</i></p> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Säuren, Basen und analytische Verfahren Elektrochemische Prozesse und Energetik</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analytische Verfahren: Säure-Base-Titrationen (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve), potentiometrische pH-Wert-Messung</li> <li>• Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>• galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung)</li> <li>• Redoxtitration</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 9 Std. à 60 min</p>
<b>Qualifikationsphase II Leistungskurs</b>	
<p><u>Unterrichtsvorhaben VII:</u></p> <p><b>Kontexte:</b> <i>Aus welchen Kunststoffen bestehen Verpackungsmaterialien und welche Eigenschaften haben diese Kunststoffe?</i></p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben VIII:</u></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Wie werden Werkstoffe für funktionale Regenbekleidung hergestellt und welche besonderen Eigenschaften haben diese Werkstoffe?</i></p>

<p><i>Wie lässt sich Polyethylen aus Erdöl herstellen?</i></p> <p><i>Wie werden Verpackungsabfälle aus Kunststoff entsorgt?</i></p> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Reaktionswege der organischen Chemie Moderne Werkstoffe</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe</li> <li>• Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>• Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen</li> <li>• Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>• Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Chiralität</li> <li>• inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>• Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster und zweiter Ordnung</li> <li>• Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere)</li> <li>• Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation (Mechanismus der radikalischen Polymerisation)</li> <li>• Rohstoffgewinnung und -verarbeitung</li> <li>• Recycling: Kunststoffverwertung, Wertstoffkreisläufe</li> <li>• technisches Syntheseverfahren</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 33 Std. à 60 min</p>	<p><i>Welche besonderen Eigenschaften haben Werkstoffe aus Kunststoffen und Nanomaterialien und wie lassen sich diese Materialien herstellen?</i></p> <p><i>Welche Vor- und Nachteile haben Kunststoffe und Nanoprodukte mit spezifischen Eigenschaften?</i></p> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Reaktionswege der organischen Chemie Moderne Werkstoffe</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe</li> <li>• inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>• Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen</li> <li>• Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation</li> <li>• Rohstoffverarbeitung</li> <li>• Recycling: Kunststoffverwertung, Wertstoffkreisläufe</li> <li>• Nanochemie: Nanomaterialien, Nanostrukturen, Oberflächeneigenschaften</li> <li>•</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 26 Std. à 60 min</p>
<p><u><i>Unterrichtsvorhaben IX:</i></u></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Welche Fette sind in Lebensmitteln enthalten?</i> <i>Wie werden Ester in Kosmetikartikeln hergestellt?</i></p> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Reaktionswege der organischen Chemie</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p>	<p><u><i>Unterrichtsvorhaben X:</i></u></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Die Welt ist bunt: Warum erscheinen uns einige organische Stoffe farbig</i></p> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Reaktionswege der organischen Chemie</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise</li> <li>• Estergruppe</li> <li>• Elektronenpaarbindung: Oxidationszahlen</li> <li>• Reaktionsmechanismen: Kondensationsreaktion (Estersynthese)</li> <li>• Prinzip von Le Chatelier</li> <li>• Naturstoffe: Fette</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 15 Std. à 60 min</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesomerie,</li> <li>• Reaktionsmechanismen: elektrophile Erstsstitution</li> <li>• Koordinative Bindung: Katalyse</li> <li>• Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung</li> <li>• Analytische Verfahren: Chromatografie</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 12 Std. à 60 min</p>
--	---

## **2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben**

Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase (ca. 60 UStd. á 60 Minuten)			
Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Die Schüler*innen
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben I</u></b></p> <p><b>Die Anwendungsvielfalt der Alkohole</b></p> <p><i>Kann Trinkalkohol gleichzeitig Gefahrstoff und Genussmittel sein?</i></p> <p><i>Alkohol(e) auch in Kosmetikartikeln?</i></p> <p>ca. 23 UStd.</p>	<p>Einstiegsdiagnose zur Elektronenpaarbindung, zwischenmolekularen Wechselwirkungen, der Stoffklasse der Alkane und deren Nomenklatur</p> <p>Untersuchungen von Struktur-Eigenschaftsbeziehungen des Ethanol</p> <p>Experimentelle Erarbeitung der Oxidationsreihe der Alkohole</p> <p>Erarbeitung eines Fließschemas zum Abbau von Ethanol im menschlichen Körper</p> <p>Bewertungsaufgabe zur Frage Ethanol – Genuss- oder Gefahrstoff? und Berechnung des Blutalkoholgehaltes</p> <p>Untersuchung von Struktureigenschaftsbeziehungen weiterer Alkohole in Kosmetikartikeln</p> <p>Recherche zur Funktion von Alkoholen in Kosmetikartikeln mit anschließender Bewertung</p>	<p><b>Inhaltsfeld Organische Stoffklassen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe und Estergruppe (→ UVIII)</li> <li>– Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur,</li> <li>– Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>– Konstitutionsisomerie</li> <li>– intermolekulare Wechselwirkungen</li> <li>– Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen</li> <li>– <del>Estersynthese</del> (→ UVIII)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein und benennen diese nach systematischer Nomenklatur (S1, S6, S11),</li> <li>• erläutern intermolekulare Wechselwirkungen organischer Verbindungen und erklären ausgewählte Eigenschaften sowie die Verwendung organischer Stoffe auf dieser Grundlage (S2, S13, E7),</li> <li>• erläutern das Donator-Akzeptor-Prinzip unter Verwendung der Oxidationszahlen am Beispiel der Oxidationsreihe der Alkanole (S4, S12, S14, S16),</li> <li>• stellen Isomere von Alkanolen dar und erklären die Konstitutionsisomerie (S11, E7),</li> <li>• stellen auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge die Molekülgeometrie von Kohlenstoffverbindungen dar und erklären die Molekülgeometrie mithilfe des EPA-Modells (E7, S13),</li> <li>• deuten die Beobachtungen von Experimenten zur Oxidationsreihe der Alkanole und weisen die jeweiligen Produkte nach (E2, E5, S14),</li> <li>• stellen Hypothesen zu Struktureigenschaftsbeziehungen einer ausgewählten Stoffklasse auf und untersuchen diese experimentell (E3,</li> </ul>

			<p>E4),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beurteilen die Auswirkungen der Aufnahme von Ethanol hinsichtlich oxidativer Abbauprozesse im menschlichen Körper unter Aspekten der Gesunderhaltung (B6, B7, E1, E11, K6), (VB B Z6)</li> <li>• beurteilen die Verwendung von Lösemitteln in Produkten des Alltags auch im Hinblick auf die Entsorgung aus chemischer und ökologischer Perspektive (B1, B7, B8, B11, B14, S2, S10, E11).</li> </ul>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben II</u></b></p> <p><b>Säuren contra Kalk</b></p> <p><i>Wie kann ein Wasserkocher möglichst schnell entkalkt werden?</i></p> <p><i>Wie lässt sich die Reaktionsgeschwindigkeit bestimmen und beeinflussen?</i></p> <p>ca. 10 UStd.</p>	<p>Planung und Durchführung qualitativer Experimente zum Entkalken von Gegenständen aus dem Haushalt mit ausgewählten Säuren</p> <p>Definition der Reaktionsgeschwindigkeit und deren quantitative Erfassung durch Auswertung entsprechender Messreihen</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung der Funktionsweise eines Katalysators und Betrachtung unterschiedlicher Anwendungsbereiche in Industrie und Alltag</p>	<p><b>Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit</li> <li>- Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier (→ UVIV); Massenwirkungsgesetz (K<sub>e</sub>) (→ UVIII)</li> <li>- natürlicher Stoffkreislauf (→ UVIV)</li> <li>- technisches Verfahren (→ UVIV)</li> <li>- Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck (→ UVIV)</li> <li>- Katalyse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit auch anhand grafischer Darstellungen (S3, S8, S9),</li> <li>• überprüfen aufgestellte Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit durch Untersuchungen des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion (E3, E4, E10, S9),</li> <li>• definieren die Durchschnittsgeschwindigkeit chemischer Reaktionen und ermitteln diese grafisch aus experimentellen Daten (E5, K7, K9),</li> <li>• stellen den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen auf molekularer Ebene mithilfe der Stoßtheorie auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge dar und deuten die Ergebnisse (E6, E7, E8, K11). (MKR 1.2)</li> </ul>

<p><b>Unterrichtsvorhaben III</b></p> <p><b>Aroma- und Zusatzstoffe in Lebensmitteln</b></p> <p>1) <i>Fußnoten in der Speisekarte – Was verbirgt sich hinter den sogenannten E-Nummern?</i></p> <p>2) <i>Fruchtiger Duft im Industriegebiet – Wenn mehr Frucht benötigt wird als angebaut werden kann ca. 12 UStd.</i></p>	<p>Materialgestützte Erarbeitung der Stoffklasse der Carbonsäuren hinsichtlich ihres Einsatzes als Lebensmittelzusatzstoff und experimentelle Untersuchung der konservierenden Wirkung ausgewählter Carbonsäuren</p> <p>Experimentelle Herstellung eines Fruchtaromas und Auswertung des Versuches mit Blick auf die Erarbeitung und Einführung der Stoffklasse der Ester und ihrer Nomenklatur sowie des chemischen Gleichgewichts</p> <p>Veranschaulichung des chemischen Gleichgewichts durch ausgewählte Modellexperimente</p> <p>Diskussion um die Ausbeute nach Herleitung und Einführung des Massenwirkungsgesetzes</p> <p>Erstellung eines informierenden Blogbeitrages, der über natürliche, naturidentische und synthetische Aromastoffe aufklärt</p> <p>Bewertung des Einsatzes von Konservierungs- und Aromastoffen in der Lebensmittelindustrie</p>	<p><b>Inhaltsfeld Organische Stoffklassen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxylgruppe und Estergruppe</li> <li>- Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur,</li> <li>- <del>Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) (→ UVI)</del></li> <li>- <del>Konstitutionsisomerie (→ UVI)</del></li> <li>- intermolekulare Wechselwirkungen</li> <li>- <del>Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen (→ UVI)</del></li> <li>- Estersynthese</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <del>Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit (→ UVII)</del></li> <li>- Gleichgewichtsreaktionen: <del>Prinzip von Le Chatelier (→ UVIV); Massenwirkungsgesetz (K<sub>c</sub>)</del></li> <li>- <del>natürlicher Stoffkreislauf – technisches Verfahren (→ UVIV)</del></li> <li>- <del>Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck (→ UV IV)</del></li> <li>- Katalyse (→ UV II)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein und benennen diese nach systematischer Nomenklatur (S1, S6, S11),</li> <li>• erläutern intermolekulare Wechselwirkungen organischer Verbindungen und erklären ausgewählte Eigenschaften sowie die Verwendung organischer Stoffe auf dieser Grundlage (S2, S13, E7),</li> <li>• führen Estersynthesen durch und leiten aus Stoffeigenschaften der erhaltenen Produkte Hypothesen zum strukturellen Aufbau der Estergruppe ab (E3, E5),</li> <li>• diskutieren den Einsatz von Konservierungs- und Aromastoffen in der Lebensmittelindustrie aus gesundheitlicher und ökonomischer Perspektive und leiten entsprechende Handlungsoptionen zu deren Konsum ab (B5, B9, B10, K5, K8, K13), <b>(VB B Z3)</b></li> <li>• beschreiben die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtes anhand ausgewählter Reaktionen (S7, S15, K10),</li> <li>• bestimmen rechnerisch Gleichgewichtslagen ausgewählter Reaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und interpretieren diese (S7, S8, S17),</li> <li>• simulieren den chemischen Gleichgewichtszustand als dynamisches Gleichgewicht auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge (E6, E9, S15, K10). <b>(MKR 1.2)</b></li> </ul>
--	--	---	---

<p><b><u>Unterrichtsvorhaben IV:</u></b></p> <p><b>Kohlenstoffkreislauf und Klima</b></p> <p>3) <i>Welche Auswirkungen hat ein Anstieg der Emission an Kohlenstoffdioxid auf die Versauerung der Meere?</i></p> <p>4)</p> <p>5) <i>Welchen Beitrag kann die chemische Industrie durch die Produktion eines synthetischen Kraftstoffes zur Bewältigung der Klimakrise leisten?</i> ca. 15 UStd.</p>	<p>Materialgestützte Erarbeitung des natürlichen Kohlenstoffkreislaufes</p> <p>Fokussierung auf anthropogene Einflüsse hinsichtlich zusätzlicher Kohlenstoffdioxidemissionen</p> <p>Exemplarische Vertiefung durch experimentelle Erarbeitung des Kohlen säure-Kohlenstoffdioxid-Gleichgewichtes und Erarbeitung des Prinzips von Le Chatelier</p> <p>Material:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&amp;mod=course&amp;action=learn&amp;courseId=25">https://www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&amp;mod=course&amp;action=learn&amp;courseId=25</a></li> </ul> <p>Beurteilen die Folgen des menschlichen Eingriffs in natürliche Stoffkreisläufe</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung der Methanolsynthese im Rahmen der Diskussion um alternative Antriebe in der Binnenschifffahrt</p> <p>Material:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">Methanolherstellung – Chemie-Schule</a></li> <li>• <a href="https://www.essen.de/meldungen/pressemeldung_1104623.de.html">https://www.essen.de/meldungen/pressemeldung_1104623.de.html</a></li> <li>• <a href="https://greenshipping-niedersachsen.de/wp-content/uploads/2021/02/Methanol-Uebersicht_V2_final.pdf">https://greenshipping-niedersachsen.de/wp-content/uploads/2021/02/Methanol-Uebersicht_V2_final.pdf</a></li> </ul>	<p><b>Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <del>Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit (→ UVII)</del></li> <li>- Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; <del>Massenwirkungsgesetz (K<sub>c</sub>) (→ UVIII)</del></li> <li>- natürlicher Stoffkreislauf</li> <li>- technisches Verfahren</li> <li>- Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck</li> <li>- Katalyse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit auch anhand grafischer Darstellungen (S3, S8, S9),</li> <li>• beschreiben die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtes anhand ausgewählter Reaktionen (S7, S15, K10),</li> <li>• erklären anhand ausgewählter Reaktionen die Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts nach dem Prinzip von Le Chatelier auch im Zusammenhang mit einem technischen Verfahren (S8, S15, K10),</li> <li>• beurteilen den ökologischen wie ökonomischen Nutzen und die Grenzen der Beeinflussbarkeit chemischer Gleichgewichtslagen in einem technischen Verfahren (B3, B10, B12, E12),</li> <li>• analysieren und beurteilen im Zusammenhang mit der jeweiligen Intention der Urheberschaft verschiedene Quellen und Darstellungsformen zu den Folgen anthropogener Einflüsse in einem natürlichen Stoffkreislauf (B2, B4, S5, K1, K2, K3, K4, K12), (MKR 2.3, 5.2)</li> <li>• bewerten die Folgen eines Eingriffs in einen Stoffkreislauf mit Blick auf Gleichgewichtsprozesse in aktuell-gesellschaftlichen Zusammenhängen (B12, B13, B14, S5, E12, K13). (VB D Z3)</li> </ul>
--	--	--	---

**Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase I – Grundkurs (ca. 67 UStd. á 60 Minuten)**

Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schüle*innen
<p><b>Unterrichtsvorhaben I</b> <b>Saure und basische Reiniger im Haushalt</b> <i>Welche Wirkung haben Säuren und Basen in sauren und basischen Reinigern?</i></p> <p><i>Wie lässt sich die unterschiedliche Reaktionsgeschwindigkeit der Reaktionen Essigsäure mit Kalk und Salzsäure mit Kalk erklären?</i></p> <p><i>Wie lässt sich die Säure- bzw. Basenkonzentration bestimmen?</i></p> <p><i>Wie lassen sich saure und alkalische Lösungen entsorgen?</i></p> <p>ca. 24 UStd.</p>	<p>Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der Eigenschaften von ausgewählten sauren, alkalischen und neutralen Reinigern zur Wiederholung bzw. Einführung des Säure-Base-Konzepts nach Brønsted, der pH-Wert-Skala einschließlich pH-Wert-Berechnungen von starken Säuren und Basen <a href="https://www.didaktik.chemie.uni-rostock.de/storages/uni-rostock/Alle_MNF/Chemie_Didaktik/Forschung/Sekundarstufe_I/7_Reinigungsmittel.pdf">https://www.didaktik.chemie.uni-rostock.de/storages/uni-rostock/Alle_MNF/Chemie_Didaktik/Forschung/Sekundarstufe_I/7_Reinigungsmittel.pdf</a></p> <p>Vergleich der Reaktion von Kalk mit Essigreiniger und Urinsteinlöser auf Salzsäurebasis zur Wiederholung des chemischen Gleichgewichts und Ableitung des pKs-Werts von schwachen Säuren</p> <p>Praktikum zur Konzentrationsbestimmung der Säuren- und Basenkonzentration in verschiedenen Reinigern (Essigreiniger, Urinsteinlöser,</p>	<p><b>Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (KS, pKs, KB, pKb), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (Kc), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von starken Säuren und starken Basen</li> <li>- analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen von starken Säuren und starken Basen (mit Umschlagspunkt)</li> <li>- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Kalorimetrie</li> <li>- Ionengitter, Ionenbindung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• klassifizieren die auch in Alltagsprodukten identifizierten Säuren und Basen mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted und erläutern ihr Reaktionsverhalten unter Berücksichtigung von Protolysegleichungen (S1, S6, S7, S16, K6), (VB B Z6)</li> <li>• erklären die unterschiedlichen Reaktionsgeschwindigkeiten von starken und schwachen Säuren mit unedlen Metallen oder Salzen anhand der Protolysereaktionen (S3, S7, S16),</li> <li>• interpretieren die Gleichgewichtslage von Protolysereaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und die daraus resultierenden Säure-/Base-Konstanten (S2, S7),</li> <li>• berechnen pH-Werte wässriger Lösungen von Säuren und Basen bei vollständiger Protolyse (S17),</li> <li>• definieren den Begriff der Reaktionsenthalpie und grenzen diesen von der inneren Energie ab (S3),</li> <li>• erklären im Zusammenhang mit der Neutralisationsreaktion den ersten Hauptsatz der Thermodynamik (Prinzip der Energieerhaltung) (S3, S10),</li> <li>• erläutern die Neutralisationsreaktion unter Berücksichtigung der Neutralisationsenthalpie (S3, S12),</li> <li>• planen hypothesengeleitet Experimente zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4),</li> </ul>

	<p>Abflussreiniger) mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt  <a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6063">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6063</a></p> <p>Erarbeitung von Praxistipps für die sichere Nutzung von Reinigern im Haushalt zur Beurteilung von sauren und basischen Reinigern hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und ihres Gefahrenpotentials</p> <p>Experimentelle Untersuchung von Möglichkeiten zur Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung des Enthalpiebegriffs am Beispiel der Neutralisationsenthalpie im Kontext der fachgerechten Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen  <a href="https://www.chemieunterricht.de/dc2/energie/en-v02.htm">https://www.chemieunterricht.de/dc2/energie/en-v02.htm</a>  <a href="https://www.teachershelper.de/experiments/g-temp/pdf-11-ma/q06.pdf">https://www.teachershelper.de/experiments/g-temp/pdf-11-ma/q06.pdf</a></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• führen das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung mittels Indikator am Beispiel starker Säuren und Basen durch und werten die Ergebnisse auch unter Berücksichtigung einer Fehleranalyse aus (E5, E10, K10),</li> <li>• bestimmen die Reaktionsenthalpie der Neutralisationsreaktion von starken Säuren mit starken Basen kalorimetrisch und vergleichen das Ergebnis mit Literaturdaten (E5, K1), (MKR 2.1, 2.2)</li> <li>• beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren, Basen und Salzen als Inhaltsstoffe in Alltagsprodukten und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab (B8, B11, K8), (VB B Z3, Z6)</li> <li>• bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8). (VB B Z3)</li> </ul>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben II</u></b></p> <p><b>Salze – hilfreich und lebensnotwendig!</b></p> <p><i>Welche Stoffeigenschaften sind verantwortlich für die vielfältige Nutzung verschiedener Salze?</i></p> <p><i>Lässt sich die Lösungswärme von Salzen sinnvoll nutzen?</i> ca. 9 – 11 UStd.</p>	<p>Einstiegsdiagnose zur Ionenbindung</p> <p>Praktikum zu den Eigenschaften von Salzen und zu ausgewählten Nachweisreaktionen der verschiedenen Ionen in den Salzen</p> <p>Recherche zur Verwendung, Wirksamkeit und möglichen Gefahren verschiedener ausgewählter Salze in</p>	<p><b>Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (<math>K_S</math>, <math>pK_S</math>, <math>K_B</math>, <math>pK_B</math>), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (<math>K_c</math>), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von starken Säuren und starken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• deuten endotherme und exotherme Lösungsvorgänge bei Salzen unter Berücksichtigung der Gitter- und Solvationsenergie (S12, K8),</li> <li>• weisen ausgewählte Ionensorten (Halogenid-Ionen, Ammonium-Ionen, Carbonat-Ionen) salzartiger Verbindungen qualitativ nach (E5),</li> <li>• beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren, Basen und Salzen als Inhaltsstoffe in Alltagsprodukten und leiten</li> </ul>

	<p>Alltagsbezügen einschließlich einer kritischen Reflexion</p> <p>Materialgestützte Untersuchung der Lösungswärme verschiedener Salze zur Beurteilung der Eignung für den Einsatz in selbsterhitzenden und kühlenden Verpackungen  <a href="https://www.pflb-journal.de/index.php/pflb/article/view/3305/3458">https://www.pflb-journal.de/index.php/pflb/article/view/3305/3458</a></p> <p>Bewertungsaufgabe zur Nutzung von selbsterhitzenden Verpackungen  <a href="https://www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&amp;mod=contentText&amp;action=attempt&amp;courseId=37&amp;unitId=120&amp;contentId=523">https://www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&amp;mod=contentText&amp;action=attempt&amp;courseId=37&amp;unitId=120&amp;contentId=523</a></p>	<p>Basen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen von starken Säuren und starken Basen (mit Umschlagspunkt)</li> <li>- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Kalorimetrie</li> <li>- Ionengitter, Ionenbindung</li> </ul>	<p>daraus begründet Handlungsoptionen ab (B8, B11, K8), (VB B Z3, Z6)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8). (VB B Z3)</li> </ul>
--	--	---	---

**Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase I – Grundkurs (ca. 67 UStd. á 60 Minuten)**

<b>Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)</b>	<b>Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben</b>	<b>Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schüle*innen</b>
<p><u>Unterrichtsvorhaben III</u></p> <p><b>Mobile Energieträger im Vergleich</b></p>	<p>(Analyse der Bestandteile von Batterien anhand von Anschauungsobjekten); Diagnose bekannter Inhalte aus der SI</p> <p>Experimente zu Reaktionen von verschiedenen Metallen und Salzlösungen (Redoxreaktionen als</p>	<p><b>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>- Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Redoxreaktionen als dynamische Gleichgewichtsreaktionen unter Berücksichtigung des Donator-Akzeptor-Konzepts (S7, S12, K7),</li> <li>• nennen die metallische Bindung und die Beweglichkeit hydratisierter Ionen als Voraussetzungen für einen geschlossenen Stromkreislauf der galvanischen Zelle und der Elektrolyse (S12, S15, K10),</li> <li>• erläutern den Aufbau und die</li> </ul>

<p>Wie unterscheiden sich die Spannungen verschiedener Redoxsysteme?</p> <p>Wie sind Batterien und Akkumulatoren aufgebaut?</p> <p>Welcher Akkumulator ist für den Ausgleich von Spannungsschwankungen bei regenerativen Energien geeignet?</p> <p>ca. 14 UStd.</p>	<p>Elektronenübertragungsreaktionen, Wiederholung der Ionenbindung, Erarbeitung der Metallbindung)</p> <p>SV: Redoxreaktionen am Beispiel ausgewählter Metalle (z. B. Magnesium, Kupfer) mit Sauerstoff (und Brom (LV)), Redox-Reaktionen in Lösung (vgl. V2 + V3, S. 211)</p> <p>ÜA: Bestimmung von Oxidationszahlen SV: Entwicklung Redoxreihe der Metalle (Vgl. V1 + V2, S. 220) ggf. SV: Entwicklung Redoxreihe einiger Nichtmetalle (Vgl. V3, S. 220)</p> <p>Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element): Messung von Spannung und Stromfluss (elektrochemische Doppelschicht)</p> <p>SV: Entwicklung eines Experiments zum Nachweis von Stromfluss (DANIELL-Element)</p> <p>(virtuelles) Messen von weiteren galvanischen Zellen, Berechnung der Zellspannung bei Standardbedingungen (Bildung von Hypothesen zur Spannungsreihe, Einführung der Spannungsreihe)</p> <p>SV: Messung von Redoxpotenzialen</p> <p>Hypothesenentwicklung zum Ablauf von Redoxreaktionen und experimentelle Überprüfung</p> <p>Modellexperiment einer Zink-Luft-Zelle, Laden und Entladen eines Zink-Luft-Akkus</p> <p>(Vergleich galvanische Zelle – Elektrolyse)</p> <p>SV: Elektrolyse einer Elektrolytlösung, z. B. Zinkiodid-Lösung (V1, S. 245)</p>	<p>Zellspannung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Elektrolyse</li> <li>– alternative Energieträger</li> <li>– Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz</li> <li>– energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, heterogene Katalyse</li> </ul>	<p>Funktionsweise einer galvanischen Zelle hinsichtlich der chemischen Prozesse auch mit digitalen Werkzeugen und berechnen die jeweilige Zellspannung (S3, S17, E6, K11), (MKR 1.2)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen und möglicher Zellspannungen (S10, S12, K9)</li> <li>• erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S12, K8),</li> <li>• interpretieren energetische Erscheinungen bei Redoxreaktionen als Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit (S3, E11),</li> <li>• entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallatomen und -ionen und überprüfen diese experimentell (E3, E4, E5, E10),</li> <li>• ermitteln Messdaten ausgewählter galvanischer Zellen zur Einordnung in die elektrochemische Spannungsreihe (E6, E8),</li> <li>• diskutieren Möglichkeiten und Grenzen bei der Umwandlung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie auf Grundlage der relevanten chemischen und thermodynamischen Aspekte im Hinblick auf nachhaltiges Handeln (B3, B10, B13, E12, K8), (VB D Z1, Z3)</li> </ul>
---	---	--	---

	<p>Lernzirkel zu Batterie- und Akkutypen <i>Referate zu ausgewählten galvanischen Zellen und Akkumulatoren</i></p> <p>Lernaufgabe: Bedeutung von Akkumulatoren für den Ausgleich von Spannungsschwankungen bei der Nutzung regenerativen Stromquellen</p> <p>Mögliche Exkursion: Nobian</p>		
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben IV</u></b></p> <p><b>Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft?</b></p> <p><i>Wie viel Energie wird bei der Verbrennungsreaktion verschiedener Energieträger freigesetzt?</i></p> <p><i>Wie funktioniert die Wasserstoffverbrennung in der Brennstoffzelle?</i></p> <p><i>Welche Vor- und Nachteile hat die Verwendung der verschiedenen Energieträger?</i></p> <p>ca. 14 UStd.</p>	<p>Entwicklung von Kriterien zum Autokauf in Bezug auf verschiedene Treibstoffe (Wasserstoff, Erdgas, Autogas, Benzin und Diesel)</p> <p>Untersuchen der Verbrennungsreaktionen von Erdgas, Autogas, Wasserstoff, Benzin (Heptan) und Diesel (Heizöl): Nachweisreaktion der Verbrennungsprodukte, Aufstellen der Redoxreaktionen, energetische Betrachtung der Redoxreaktionen (Grundlagen der chemischen Energetik), Ermittlung der Reaktionsenthalpie, Berechnung der Verbrennungsenthalpie</p> <p>Wasserstoff als Autoantrieb: Verbrennungsreaktion in der Brennstoffzelle (Erarbeitung der heterogenen Katalyse); Aufbau der PEM-Brennstoffzelle</p> <p>Versuch: Bestimmung des energetischen Wirkungsgrads der PEM-Brennstoffzelle</p>	<p><b>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>- Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung</li> <li>- Elektrolyse</li> <li>- alternative Energieträger</li> <li>- Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz</li> <li>- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, heterogene Katalyse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen und möglicher Zellspannungen (S10, S12, K9),</li> <li>• erklären am Beispiel einer Brennstoffzelle die Funktion der heterogenen Katalyse unter Verwendung geeigneter Medien (S8, S12, K11), (MKR 1.2)</li> <li>• erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S12, K8),</li> <li>• interpretieren energetische Erscheinungen bei Redoxreaktionen als Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit (S3, E11),</li> <li>• ermitteln auch rechnerisch die Standardreaktionsenthalpien ausgewählter Redoxreaktionen unter Anwendung des Satzes von Hess (E4, E7, S17, K2),</li> <li>• bewerten die Verbrennung fossiler Energieträger und elektrochemische</li> </ul>

	<p>Versuch: Elektrolyse von Wasser zur Gewinnung von Wasserstoff (energetische und stoffliche Betrachtung)  <i>LV: Elektrolyse im Hofmann-Zersetzungsgapparat</i></p> <p>Diskussion zum Einsatz der verschiedenen Energieträger im Auto mit Blick auf eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität mit festgelegten Positionen / Verfassen eines Beratungstextes (Blogeintrag) für den Autokauf mit Blick auf eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität (Berechnung zu verschiedenen Antriebstechniken, z. B. des Energiewirkungsgrads auch unter Einbeziehung des Elektroantriebs aus UV III)</p>		<p>Energiewandler hinsichtlich Effizienz und Nachhaltigkeit auch mithilfe von recherchierten thermodynamischen Daten (B2, B4, E8, K3, K12), (VB D Z1, Z3)</p>
--	---	--	---

<p><b>Unterrichtsvorhaben V</b></p> <p><b>Korrosion von Metallen</b></p> <p><i>Wie kann man Metalle vor Korrosion schützen?</i></p> <p>ca. 6 UStd.</p>	<p>Erarbeitung einer Mindmap von Korrosionsfolgen anhand von Abbildungen, Materialproben, Informationen zu den Kosten und ökologischen Folgen</p> <p>Experimentelle Untersuchungen zur Säure- und Sauerstoffkorrosion, Bildung eines Lokalelements, Opferanode</p> <p>Experimente zu Korrosionsschutzmaßnahmen entwickeln und experimentell überprüfen</p> <p>Diskussion der Nachhaltigkeit verschiedener Korrosionsschutzmaßnahmen</p>	<p><b>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>- Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung</li> <li>- Elektrolyse</li> <li>- alternative Energieträger</li> <li>- Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz</li> <li>- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, heterogene Katalyse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S12, K8),</li> <li>- erläutern die Bildung eines Lokalelements bei Korrosionsvorgängen auch mithilfe von Reaktionsgleichungen (S3, S16, E1),</li> <li>- entwickeln eigenständig ausgewählte Experimente zum Korrosionsschutz (Galvanik, Opferanode) und führen sie durch (E1, E4, E5), (VB D Z3)</li> <li>- beurteilen Folgen von Korrosionsvorgängen und adäquate Korrosionsschutzmaßnahmen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B12, B14, E1). (VB D Z3)</li> </ul>
--	---	--	---

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase II – Grundkurs (ca. 53 UStd.)			
Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schüler*innen
<p><b>Unterrichtsvorhaben VI</b></p> <p><b>Vom Erdöl zur Plastiktüte</b></p> <p><i>Wie lässt sich Polyethylen aus Erdöl herstellen?</i></p> <p><i>Wie werden Polyethylen-Abfälle entsorgt?</i></p>	<p>Einstiegsdiagnose zu den organischen Stoffklassen (funktionelle Gruppen, Nomenklatur, Isomerie, Struktur-Eigenschaftsbeziehungen) →Mindimo Mindmap</p> <p>Brainstorming zu Produkten, die aus Erdöl hergestellt werden, Fokussierung</p>	<p><b>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe</li> <li>- Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen den Aufbau von Vertretern der Stoffklassen der Alkane, Halogenalkane, Alkene, Alkine, Alkanole, Alkanale, Alkanone, Carbonsäuren, Ester und Amine auch mit digitalen Werkzeugen dar und berücksichtigen dabei auch ausgewählte Isomere (S1, E7, K11),</li> <li>• erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der</li> </ul>

<p>ca. 23 UStd.</p>	<p>auf Herstellung von Plastiktüten (PE-Verpackungen)</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung des Crackprozesses zur Herstellung von Ethen (Alkenen) als Ausgangsstoff für die Herstellung von Polyethylen → <i>GIDA-Film: Erdölaufbereitung</i></p> <p>Unterscheidung der gesättigten Edukte und ungesättigten Produkte mit Bromwasser → <i>Versuch V1 Seite 297</i></p> <p>Erarbeitung der Reaktionsmechanismen „radikalische Substitution“ (→ <i>Versuch V1 Seite 291</i>) und „elektrophile Addition“ → <i>Selbstlerneinheit: Klett S. 290, Medien, Reaktionsmechanismen</i></p> <p>Materialgestützte Vertiefung der Nomenklaturregeln für Alkane, Alkene, Alkine und Halogenalkane einschließlich ihrer Isomere</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung der Synthese des Polyethylens durch die radikalische Polymerisation → <i>S. 380ff.</i></p> <p>Gruppenpuzzle zur Entsorgung von PE-Abfällen (Deponierung, thermisches Recycling, rohstoffliches Recycling) mit anschließender Bewertung der verschiedenen Verfahren</p> <p>Abschließende Zusammenfassung: Erstellung eines Schaubildes oder Fließdiagramms über den Weg einer PE-Verpackung (Plastiktüte) von der</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>- Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie)</li> <li>- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>- Naturstoffe: Fette</li> <li>- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition</li> <li>- Estersynthese: Homogene Katalyse, Prinzip von Le Chatelier</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere)</li> <li>- Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation</li> <li>- Rohstoffgewinnung und -verarbeitung</li> <li>- Recycling: Kunststoffverwertung</li> </ul>	<p>jeweiligen funktionellen Gruppen unter Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Reaktionsmechanismen der radikalischen Substitutions- und elektrophilen Additionsreaktion unter Berücksichtigung der spezifischen Reaktionsbedingungen auch mit digitalen Werkzeugen (S8, S9, S14, E9, K11),</li> <li>• schließen mithilfe von spezifischen Nachweisen der Reaktionsprodukte (Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen, <b>Carbonyl- und Carboxy-Gruppe</b>) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10),</li> <li>• recherchieren und bewerten Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B1, B11, K2, K4),</li> <li>• erläutern die Verknüpfung von Monomermolekülen zu Makromolekülen mithilfe von Reaktionsgleichungen an einem Beispiel (S4, S12, S16),</li> <li>• beschreiben den Weg eines Anwendungsproduktes von der Rohstoffgewinnung über die Produktion bis zur Verwertung (S5, S10, K1, K2),</li> <li>• bewerten stoffliche und energetische Verfahren der Kunststoffverwertung unter Berücksichtigung ausgewählter Nachhaltigkeitsziele (B6, B13, S3, K5, K8).</li> </ul>
---------------------	---	--	---

	<p>Herstellung aus Erdöl bis hin zur möglichen Verwertung 6) Anlegen einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (mit dem Ziel einer fortlaufenden Ergänzung)</p> <p>s. Unterstützungsmaterial Schulentwicklung <a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-ii/gymnasiale-oberstufe-neue-klp/chemie/hinweise-und-materialien/">https://www.schulentwicklung.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-ii/gymnasiale-oberstufe-neue-klp/chemie/hinweise-und-materialien/</a></p>		
<p><b>Unterrichtsvorhaben VII</b></p> <p><b>Kunststoffe – Werkstoffe für viele Anwendungsprodukte</b></p> <p><i>Welche besonderen Eigenschaften haben Kunststoffe?</i></p> <p><i>Wie lassen sich Kunststoff mit gewünschten Eigenschaften herstellen?</i></p> <p>ca. 15 UStd.</p>	<p>Anknüpfen an das vorangegangene Unterrichtsvorhaben anhand einer Recherche zu weiteren Kunststoffen für Verpackungsmaterialien (Verwendung, Herstellung, eingesetzte Monomere)</p> <p>Praktikum zur Untersuchung der Kunststoffeigenschaften (u. a. Kratzfestigkeit, Bruchsicherheit, Verformbarkeit, Brennbarkeit) anhand von verschiedenen Kunststoffproben (z. B. PE, PP, PS, PVC, PET)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➔ <i>Kunststoffkoffer als Anschauungsmaterialien</i></li> <li>➔ <i>„Haushaltskunststoffe“ der SuS</i></li> <li>➔ <i>Alternative: Selbstlerneinheit: Klett S. 379, Medien, Kunststoff-Gruppen</i></li> </ul> <p>Klassifizierung der Kunststoffe in Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere</p>	<p><b>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe</li> <li>– Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>– Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>– Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie)</li> <li>– inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>– Naturstoffe: Fette</li> <li>– Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition</li> <li>– Estersynthese: Homogene Katalyse,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen den Aufbau von Vertretern der Stoffklassen der Alkane, Halogenalkane, Alkene, Alkine, Alkanole, Alkane, Alkanone, Carbonsäuren, Ester und Amine auch mit digitalen Werkzeugen dar und berücksichtigen dabei auch ausgewählte Isomere (S1, E7, K11),</li> <li>• erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13),</li> <li>• erklären die Eigenschaften von Kunststoffen aufgrund ihrer molekularen Strukturen (Kettenlänge, Vernetzungsgrad) (S11, S13),</li> <li>• klassifizieren Kunststoffe anhand ihrer Eigenschaften begründet nach Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren (S1, S2),</li> <li>• führen eigenständig geplante Experimente zur Untersuchung von</li> </ul>

	<p>durch materialgestützte Auswertung der Experimente</p> <p>Gruppenpuzzle zur Erarbeitung der Herstellung, Entsorgung und Untersuchung der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen ausgewählter Kunststoffe in Alltagsbezügen (Expertengruppen z. B. zu Funktionsbekleidung aus Polyester, zu Gleitschirmen aus Polyamid, zu chirurgischem Nahtmaterial aus Polymilchsäure, zu Babywindeln mit Superabsorber)</p> <p>→ <i>Herstellung von Poly-Milchsäure (Anleitung auf Internetseite Prof. Blume)</i></p> <p>Bewertungsaufgabe von Kunststoffen aus Erdöl (z. B. Polyester) und nachwachsenden Rohstoffen (z. B. Milchsäure) hinsichtlich ihrer Herstellung, Verwendung und Entsorgung</p> <p>→ <i>Biomüll-Beutel aus Bio-Kunststoff</i></p> <p>→ <i>Bio-PE</i></p> <p>Fortführung der tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (siehe UV VI)</p>	<p>Prinzip von Le Chatelier</p> <p><b>Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere)</li> <li>- Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation</li> <li>- Rohstoffgewinnung und -verarbeitung</li> <li>- Recycling: Kunststoffverwertung</li> </ul>	<p>Eigenschaften organischer Werkstoffe durch und werten diese aus (E4, E5), planen zielgerichtet anhand der Eigenschaften verschiedener Kunststoffe Experimente zur Trennung und Verwertung von Verpackungsabfällen (E4, S2),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären ermittelte Stoffeigenschaften am Beispiel eines Funktionspolymers mit geeigneten Modellen (E1, E5, E7, S2),</li> <li>• bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung und die Verwendung von Produkten aus Kunststoffen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Perspektive (B9, B12, B13),</li> <li>• vergleichen anhand von Bewertungskriterien Produkte aus unterschiedlichen Kunststoffen und leiten daraus Handlungsoptionen für die alltägliche Nutzung ab (B5, B14, K2, K8, K13).</li> </ul>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben VIII</u></b></p> <p><b>Ester in Lebensmitteln und Kosmetikartikeln</b></p>	<p>Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der</p>	<p><b>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern den Aufbau und die Eigenschaften von gesättigten und ungesättigten Fetten (S1, S11, S13),</li> <li>• erklären Redoxreaktionen in organischen Synthesewegen unter Berücksichtigung der Oxidationszahlen (S3, S11, S16),</li> </ul>

<p>Welche Fette sind in Lebensmitteln enthalten?</p> <p>Wie werden Ester in Kosmetikartikeln hergestellt?</p> <p>ca. 15 UStd.</p>	<p>Eigenschaften von ausgewählten fett- und ölhaltigen Lebensmitteln:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Eigenschaften (Löslichkeit) von gesättigten und ungesättigten Fetten</li> <li>• Experimentelle Unterscheidung von gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (Jodzahl) → <i>Experiment Nachweis ungesättigter Fettsäurereste, Klett S. 311 V3 (PVP-Iod-Lsg. müsste ggf. noch erworben werden)</i></li> <li>• Fetthärtung: Hydrierung von Fettsäuren (z. B. Demonstrationsversuch Hydrierung von Olivenöl mit Nickelkatalysator) und Wiederholung von Redoxreaktionen, Oxidationszahlen → <i>Experiment: Klett S. 311 V1 oder ggf. V2</i></li> </ul> <p>Materialgestützte Bewertung der Qualität von verarbeiteten Fetten auch in Bezug auf Ernährungsempfehlungen</p> <p>Aufbau, Verwendung, Planung der Herstellung des Wachesters Myristylmyristat mit Wiederholung der Estersynthese (→ <i>Klett S. 298ff.</i>); <i>Experiment: <a href="https://media.suub.uni-bremen.de/bitstream/elib/5560/4/Dissertation%20Bibliothek%2009_12_2021.pdf">https://media.suub.uni-bremen.de/bitstream/elib/5560/4/Dissertation%20Bibliothek%2009_12_2021.pdf</a>; S. 158 (Novozym, Myristinsäure und Myristylalkohol müssten ggf. noch erworben werden)</i></p> <p>Experimentelle Erarbeitung der Synthese von Myristylmyristat (Mechanismus der Estersynthese, Ermittlung des chemischen Gleichgewichts und der Ausbeute, Einfluss von</p>	<p>Aminogruppe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>– Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>– Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie)</li> <li>– inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>– Naturstoffe: Fette</li> <li>– Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition</li> <li>– Estersynthese: Homogene Katalyse, Prinzip von Le Chatelier</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Estersynthese aus Alkanolen und Carbonsäuren unter Berücksichtigung der Katalyse (S4, S8, S9, K7),</li> <li>• schließen mithilfe von spezifischen Nachweisen der Reaktionsprodukte (Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen, Carbonyl- und Carboxy-Gruppe) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10),</li> <li>• erläutern die Planung und Durchführung einer Estersynthese in Bezug auf die Optimierung der Ausbeute auf der Grundlage des Prinzips von Le Chatelier (E4, E5, K13),</li> <li>• unterscheiden experimentell zwischen gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (E5, E11),</li> <li>• beurteilen die Qualität von Fetten hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Verarbeitung im Bereich der Lebensmitteltechnik und der eigenen Ernährung (B7, B8, K8).</li> </ul>
---	---	--	--

	Konzentrationsänderungen – Le Chatelier, Bedeutung von Katalysatoren)  7) Fortführung einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (siehe UV VI, VII)		
--	---	--	--

**Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase I – Leistungskurs (ca. 113 UStd.)**

<b>Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)</b>	<b>Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben</b>	<b>Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schüler*innen</b>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben I</u></b></p> <p><b>Saure und basische Reiniger</b></p> <p><i>Welche Wirkung haben Säuren und Basen in sauren und basischen Reinigern?</i></p> <p><i>Wie lässt sich die unterschiedliche Reaktionsgeschwindigkeit der Reaktionen Essigsäure mit Kalk und Salzsäure mit Kalk erklären?</i></p> <p><i>Wie lassen sich die Konzentrationen von starken und schwachen Säuren und Basen in sauren und alkalischen Reinigern bestimmen?</i></p>	<p>Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der Eigenschaften von ausgewählten sauren, alkalischen und neutralen Reinigern zur Wiederholung bzw. Einführung des Säure-Base-Konzepts nach Brønsted, der pH-Wert-Skala einschließlich pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen</p> <p>Vergleich der Reaktion von Kalk mit Essigreiniger und Urinsteinlöser auf Salzsäurebasis zur Wiederholung des chemischen Gleichgewichts und zur Ableitung des <math>pK_s</math>-Werts von schwachen Säuren</p> <p>Ableitung des <math>pK_B</math>-Werts von schwachen Basen</p> <p>pH-Wert-Berechnungen von starken und schwachen Säuren und Basen in verschiedenen Reinigern (Essigreiniger, Urinsteinlöser, Abflussreiniger, Fensterreiniger) zur</p>	<p><b>Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (<math>K_s</math>, <math>pK_s</math>, <math>K_B</math>, <math>pK_B</math>), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (<math>K_c</math>), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen, Puffersysteme</li> <li>– Löslichkeitsgleichgewichte</li> <li>– analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrations (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve), potentiometrische pH-Wert-Messung</li> <li>– energetische Aspekte: Erster</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• klassifizieren die auch in Produkten des Alltags identifizierten Säuren und Basen mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted und erläutern ihr Reaktionsverhalten unter Berücksichtigung von Protolysegleichungen (S1, S6, S7, S16, K6), (VB B Z6)</li> <li>• erläutern die unterschiedlichen Reaktionsgeschwindigkeiten von starken und schwachen Säuren mit unedlen Metallen oder Salzen anhand der unterschiedlichen Gleichgewichtslage der Protolysereaktionen (S3, S7, S16),</li> <li>• leiten die Säure-/Base-Konstante und den <math>pK_s/pK_B</math>-Wert von Säuren und Basen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes ab und berechnen diese (S7, S17),</li> <li>• interpretieren die Gleichgewichtslage von Protolysereaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und die daraus resultierenden Säure-/Base-Konstanten (S2, S7),</li> </ul>

<p>Wie lassen sich saure und alkalische Lösungen entsorgen?</p> <p>ca. 30 UStd.</p>	<p>Auswahl geeigneter Indikatoren im Rahmen der Konzentrationsbestimmung mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt</p> <p>Praktikum zur Konzentrationsbestimmung Säuren und Basen in verschiedenen Reinigern auch unter Berücksichtigung mehrprotoniger Säuren  <a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6063">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6063</a></p> <p>Erarbeitung von Praxistipps für die sichere Nutzung von Reinigern im Haushalt zur Beurteilung von sauren und basischen Reinigern hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und ihres Gefahrenpotentials</p> <p>Experimentelle Untersuchung von Möglichkeiten zur Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung des Enthalpiebegriffs am Beispiel der Neutralisationsenthalpie im Kontext der fachgerechten Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen  <a href="https://www.chemieunterricht.de/dc2/energie/en-v02.htm">https://www.chemieunterricht.de/dc2/energie/en-v02.htm</a>  <a href="https://www.teachershelper.de/experiments/g-temp/pdf-11-ma/q06.pdf">https://www.teachershelper.de/experiments/g-temp/pdf-11-ma/q06.pdf</a></p>	<p>Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Lösungsenthalpie, Kalorimetrie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entropie</li> <li>- Ionengitter, Ionenbindung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• berechnen pH-Werte wässriger Lösungen von Säuren und Basen auch bei nicht vollständiger Protolyse (S17),</li> <li>• definieren den Begriff der Reaktionsenthalpie und grenzen diesen von der inneren Energie ab (S3),</li> <li>• erklären im Zusammenhang mit der Neutralisationsreaktion den ersten Hauptsatz der Thermodynamik (Prinzip der Energieerhaltung) (S3, S10),</li> <li>• erläutern die Neutralisationsreaktion unter Berücksichtigung der Neutralisationsenthalpie (S3, S12),</li> <li>• planen hypothesengeleitet Experimente zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4),</li> <li>• führen das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung mittels Indikator durch und werten die Ergebnisse auch unter Berücksichtigung einer Fehleranalyse aus (E5, E10, K10),</li> <li>• bestimmen die Reaktionsenthalpie der Neutralisationsreaktion von starken Säuren mit starken Basen kalorimetrisch und vergleichen das Ergebnis mit Literaturdaten (E5, K1), (MKR 2.1, 2.2)</li> <li>• beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren, Basen und Salzen als Inhaltsstoffe in Alltagsprodukten und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab (B8, B11, K8), (VB B Z3, Z6)</li> <li>• bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer</li> </ul>
---	---	--	---

			Aussagekraft (B3, B8, K8).
<p><b>Unterrichtsvorhaben II</b></p> <p><b>Salze – hilfreich und lebensnotwendig!</b></p> <p><i>Welche Stoffeigenschaften sind verantwortlich für die vielfältige Nutzung verschiedener Salze?</i></p> <p><i>Lässt sich die Lösungswärme von Salzen sinnvoll nutzen? Welche Bedeutung haben Salze für den menschlichen Körper?</i></p> <p>ca. 20 UStd.</p>	<p>Einstiegsdiagnose zur Ionenbindung</p> <p>Praktikum zu den Eigenschaften von Salzen und zu ausgewählten Nachweisreaktionen der verschiedenen Ionen in den Salzen</p> <p>Untersuchung der Löslichkeit schwerlöslicher Salze zur Einführung des Löslichkeitsprodukts am Beispiel der Halogenid-Nachweise mit Silbernitrat</p> <p>Praktikum zur Untersuchung der Lösungswärme verschiedener Salze zur Beurteilung der Eignung für den Einsatz in selbsterhitzenden und kühlenden Verpackungen  <a href="https://www.youtube.com/watch?v=pAquMQT0Nkg">https://www.youtube.com/watch?v=pAquMQT0Nkg</a></p> <p>Materialgestützte Erarbeitung einer Erklärung von endothermen Lösungsvorgängen zur Einführung der Entropie  <a href="https://www.pflb-journal.de/index.php/pflb/article/view/3305/3458">https://www.pflb-journal.de/index.php/pflb/article/view/3305/3458</a></p> <p>Bewertungsaufgabe zur Nutzung von selbsterhitzenden Verpackungen  <a href="https://www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&amp;mod=contentText&amp;action=attempt&amp;courseId=37&amp;unitId=120&amp;contentId=523">https://www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&amp;mod=contentText&amp;action=attempt&amp;courseId=37&amp;unitId=120&amp;contentId=523</a></p> <p>Recherche zur Verwendung, Wirksamkeit und möglichen Gefahren verschiedener ausgewählter Salze in Alltagsbezügen einschließlich einer kritischen Reflexion</p>	<p><b>Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (<math>K_S</math>, <math>pK_S</math>, <math>K_B</math>, <math>pK_B</math>), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (<math>K_C</math>), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen, Puffersysteme</li> <li>- Löslichkeitsgleichgewichte</li> <li>- analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen (mit Umschlagpunkt, mit Titrationskurve), potentiometrische pH-Wert-Messung</li> <li>- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Lösungsenthalpie, Kalorimetrie</li> <li>- Entropie</li> <li>- Ionengitter, Ionenbindung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Wirkung eines Puffersystems auf Grundlage seiner Zusammensetzung (S2, S7, S16),</li> <li>• berechnen den pH-Wert von Puffersystemen anhand der Henderson-Hasselbalch-Gleichung (S17),</li> <li>• erklären endotherme und exotherme Lösungsvorgänge bei Salzen unter Einbeziehung der Gitter- und Solvatationsenergie und führen den spontanen Ablauf eines endothermen Lösungsvorgangs auf die Entropieänderung zurück (S12, K8),</li> <li>• erklären Fällungsreaktionen auf der Grundlage von Löslichkeitsgleichgewichten (S2, S7),</li> <li>• weisen ausgewählte Ionensorten (Halogenid-Ionen, Ammonium-Ionen, Carbonat-Ionen) salzartiger Verbindungen qualitativ nach (E5),</li> <li>• interpretieren die Messdaten von Lösungsenthalpien verschiedener Salze unter Berücksichtigung der Entropie (S12, E8),</li> <li>• beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von <b>Säuren, Basen und Salzen</b> als Inhaltsstoffe in Alltagsprodukten und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab (B8, B11, K8), (<b>VB B Z3, Z6</b>)</li> <li>• bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und</li> </ul>

	<p>Recherche zur Bedeutung von Salzen für den menschlichen Körper (Regulation des Wasserhaushalts, Funktion der Nerven und Muskeln, Regulation des Säure-Base-Haushalts etc.)</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung der Funktion und Zusammensetzung von Puffersystemen im Kontext des menschlichen Körpers (z. B. Kohlensäure-Hydrogencarbonatpuffer im Blut, Dihydrogenphosphat-Hydrogenphosphatpuffer im Speichel, Ammoniak-Ammoniumpuffer in der Niere) einschließlich der gesundheitlichen Folgen bei Veränderungen der pH-Werte in den entsprechenden Körperflüssigkeiten</p> <p>Anwendungsaufgaben zum Löslichkeitsprodukt im Kontext der menschlichen Gesundheit (z. B. Bildung von Zahnstein oder Nierensteine, Funktion von Magnesiumhydroxid als Antazidum)</p>		<p>beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8). (VB B Z3)</p>
--	---	--	---

**Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase I – Leistungskurs (ca. 67 UStd. á 60 Minuten)**

<b>Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)</b>	<b>Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben</b>	<b>Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schüler*innen</b>
<p><b>Unterrichtsvorhaben III</b></p> <p><b>Mobile Energieträger im Vergleich</b></p> <p><i>Welche Faktoren bestimmen die Spannung und die Stromstärke zwischen</i></p>	<p>(Analyse der Bestandteile von Batterien anhand von Anschauungsobjekten); Diagnose bekannter Inhalte aus der SI</p> <p>Experimente zu Reaktionen von verschiedenen Metallen und Salzlösungen (Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen, Wiederholung der</p>	<p><b>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>- Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Redoxreaktionen als dynamische Gleichgewichtsreaktionen unter Berücksichtigung des Donator-Akzeptor-Konzepts (S7, S12, K7),</li> <li>• nennen die metallische Bindung und die Beweglichkeit hydratisierter Ionen als Voraussetzungen für einen geschlossenen Stromkreislauf der galvanischen Zelle und der Elektrolyse (S12, S15, K10),</li> </ul>

<p>verschiedenen Redoxsystemen?</p> <p>Wie sind Batterien und Akkumulatoren aufgebaut?</p> <p>Wie kann die Leistung von Akkumulatoren berechnet und bewertet werden?</p> <p>ca. 17 USt.</p>	<p>Ionenbindung, Erarbeitung der Metallbindung)</p> <p>SV: Redoxreaktionen am Beispiel ausgewählter Metalle (z. B. Magnesium, Kupfer) mit Sauerstoff (und Brom (LV)), Redox-Reaktionen in Lösung (vgl. V2 + V3, S. 211) ÜA: Bestimmung von Oxidationszahlen SV: Entwicklung Redoxreihe der Metalle (Vgl. V1 + V2, S. 220) ggf. SV: Entwicklung Redoxreihe einiger Nichtmetalle (Vgl. V3, S. 220)</p> <p>Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element): Messung von Spannung und Stromfluss (elektrochemische Doppelschicht)</p> <p>SV: Entwicklung eines Experiments zum Nachweis von Stromfluss (DANIELL-Element))</p> <p>Messen von weiteren galvanischen Zellen, Berechnung der Zellspannung bei Standardbedingungen (mithilfe von Animationen), Bildung von Hypothesen zur Spannungsreihe, Einführung der Spannungsreihe</p> <p>SV: Messung von Redoxpotenzialen</p> <p>Hypothesenentwicklung zum Ablauf von Redoxreaktionen und experimentelle Überprüfung</p> <p>Messen der Zellspannung verschiedener Konzentrationszellen und Ableiten der Nernst-Gleichung zur Überprüfung der Messergebnisse</p> <p>SV: Potenzialdifferenzen zwischen Silber-Konzentrationszellen (V3, S. 228)</p>	<p>Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elektrolyse</li> <li>- alternative Energieträger</li> <li>- Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz</li> </ul> <p><b>energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, heterogene Katalyse</b></p> <p><b>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>- galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung) Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung) Redoxtitration alternative Energieträger Energiespeicherung Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern den Aufbau und die Funktionsweise galvanischer Zellen hinsichtlich der chemischen Prozesse auch mithilfe digitaler Werkzeuge und berechnen auch unter Berücksichtigung der Nernst-Gleichung die jeweilige Zellspannung (S3, S17, E6, K11), (MKR 1.2)</li> <li>• erläutern und vergleichen den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen sowie möglicher Zellspannungen (S10, S12, S16, K9), erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S16, K10),</li> <li>• entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metall- und Nichtmetallatomen sowie Ionen und überprüfen diese experimentell (E3, E4, E5, E10),</li> <li>• ermitteln Messdaten ausgewählter galvanischer Zellen zur Einordnung in die elektrochemische Spannungsreihe (E6, E8),</li> <li>• erklären die Herleitung elektrochemischer und thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten (Faraday, Nernst, Gibbs-Helmholtz) aus experimentellen Daten (E8, S17, K8),</li> <li>• diskutieren Möglichkeiten und Grenzen bei der Umwandlung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie auch unter Berücksichtigung thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten im Hinblick auf nachhaltiges Handeln (B3, B10, B13, E12, K8). (VB D Z1, Z3)</li> </ul>
---	--	--	---

	<p>Berechnung der Leistung verschiedener galvanischer Zellen auch unter Nicht-Standardbedingungen</p> <p>Modellexperiment einer Zink-Luft-Zelle, Laden und Entladen eines Zink-Luft-Akkus (Vergleich galvanische Zelle – Elektrolyse)  <i>SV: Elektrolyse einer Elektrolytlösung, z. B. Zinkiodid-Lösung (V1, S. 245)</i></p> <p>Lernzirkel zu Batterie- und Akkutypen  <i>Referate zu ausgewählten galvanischen Zellen und Akkumulatoren</i></p> <p>Lernaufgabe Bewertung: Vergleich der Leistung, Ladezyklen, Energiedichte verschiedener Akkumulatoren für verschiedene Einsatzgebiete; Diskussion des Einsatzes mit Blick auf nachhaltiges Handeln (Kriterienentwicklung)</p> <p>Mögliches Exkursionsziel: Nobian</p>		
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben IV</u></b></p> <p><b>Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft?</b></p> <p><i>Wie viel Energie wird bei der Verbrennungsreaktion verschiedener Energieträger freigesetzt?</i></p> <p><i>Wie funktioniert die Wasserstoffverbrennung in der Brennstoffzelle?</i></p>	<p>Entwicklung von Kriterien zum Autokauf in Bezug auf verschiedene Treibstoffe (Wasserstoff, Erdgas, Autogas, Benzin und Diesel)</p> <p>Untersuchen der Verbrennungsreaktionen von Erdgas, Autogas, Wasserstoff, Benzin (Heptan) und Diesel (Heizöl): Nachweisreaktion der Verbrennungsprodukte, Aufstellen der Redoxreaktionen, energetische</p>	<p><b>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>- galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung)</li> <li>- Elektrolyse: Faraday-Gesetze,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern und vergleichen den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen sowie möglicher Zellspannungen (S10, S12, S16, K9),</li> <li>• erklären am Beispiel einer Brennstoffzelle die Funktion der heterogenen Katalyse unter Verwendung geeigneter Medien (S8, S12, K11),</li> <li>• erklären die für eine Elektrolyse benötigte Zersetzungsspannung unter</li> </ul>

<p>Wie beeinflussen Temperatur und Elektrodenmaterial die Leistung eines Akkus?</p> <p>ca. 22 UStd.</p>	<p>Betrachtung der Redoxreaktionen (Grundlagen der chemischen Energetik), Ermittlung der Reaktionsenthalpie, Berechnung der Verbrennungsenthalpie</p> <p>Wasserstoff als Autoantrieb: Vergleich der Verbrennungsreaktion in der Brennstoffzelle mit der Verbrennung von Wasserstoff (Vergleich der Enthalpie: Unterscheidung von Wärme und elektrischer Arbeit; Erarbeitung der heterogenen Katalyse); Aufbau der PEM-Brennstoffzelle,</p> <p>Versuch: Bestimmung des energetischen Wirkungsgrads der PEM-Brennstoffzelle LV: Versuch zur Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle (V1, S. 266); Referat</p> <p>Versuch: Elektrolyse von Wasser zur Gewinnung von Wasserstoff (energetische und stoffliche Betrachtung, Herleitung der Faraday-Gesetze) LV: Elektrolyse im Hofmann-Zersetzungsapparat</p> <p>Herleitung der Gibbs-Helmholtz-Gleichung mit Versuchen an einem Kupfer-Silber-Element und der Brennstoffzelle</p> <p>Vergleich von Brennstoffzelle und Akkumulator: Warum ist die Leistung eines Akkumulators temperaturabhängig? (Versuch: Potentialmessung in Abhängigkeit von der Temperatur zur Ermittlung der freien Enthalpie)</p> <p>Vergleich von Haupt- und Nebenreaktionen in galvanischen Zellen zur Erklärung des Zweiten Hauptsatzes</p> <p>Lernaufgabe: Wasserstoff – Bus, Bahn oder Flugzeug? Verfassen eines Beitrags</p>	<p>Zersetzungsspannung (Überspannung)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redoxtitration</li> <li>- alternative Energieträger</li> <li>- Energiespeicherung</li> <li>- Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz</li> <li>- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz und Zweiter der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse</li> </ul>	<p>Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (S12, K8),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• interpretieren energetische Erscheinungen bei Redoxreaktionen auf die Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit unter Berücksichtigung der Einschränkung durch den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik (S3, S12, K10),</li> <li>• berechnen die freie Enthalpie bei Redoxreaktionen (S3, S17, K8),</li> <li>• erklären die Herleitung elektrochemischer und thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten (Faraday, Nernst, Gibbs-Helmholtz) aus experimentellen Daten (E8, S17, K8),</li> <li>• ermitteln die Leistung einer elektrochemischen Spannungsquelle an einem Beispiel (E5, E10, S17),</li> <li>• ermitteln die Standardreaktionsenthalpien ausgewählter Redoxreaktionen unter Anwendung des Satzes von Hess auch rechnerisch (E2, E4, E7, S16, S17, K2),</li> <li>• bewerten auch unter Berücksichtigung des energetischen Wirkungsgrads fossile und elektrochemische Energiequellen (B2, B4, K3, K12). (VB D Z1, Z3)</li> </ul>
---	--	---	---

	für ein Reisemagazin (siehe Unterstützungsmaterial).		
<p><b>Unterrichtsvorhaben V</b></p> <p><b>Korrosion von Metallen</b></p> <p><i>Wie kann man Metalle nachhaltig vor Korrosion schützen?</i></p> <p>ca. 9 UStd.</p>	<p>Erarbeitung einer Mindmap von Korrosionsfolgen anhand von Abbildungen, Materialproben, Informationen zu den Kosten und ökologischen Folgen</p> <p>Experimentelle Untersuchungen zur Säure- und Sauerstoffkorrosion, Bildung eines Lokalelements, Opferanode</p> <p>Experimente zu Korrosionsschutzmaßnahmen entwickeln und experimentell überprüfen (Opferanode, Galvanik mit Berechnung von abgeschiedener Masse und benötigter Ladungsmenge)</p> <p>Diskussion der Nachhaltigkeit verschiedener Korrosionsschutzmaßnahmen</p> <p>Lern-/Bewertungsaufgabe: Darstellung der elektrolytischen Metallgewinnungsmöglichkeiten und Berechnung der Ausbeute im Verhältnis der eingesetzten Energie</p>	<p><b>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>- Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung)</li> <li>- Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung)</li> <li>- Redoxtitration</li> <li>- alternative Energieträger</li> <li>- Energiespeicherung</li> <li>- Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz</li> <li>- energetische Aspekte: Erster und Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- berechnen Stoffumsätze unter Anwendung der Faraday-Gesetze (S3, S17), erklären die Herleitung elektrochemischer und thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten (Faraday, Nernst, Gibbs-Helmholtz) aus experimentellen Daten (E8, S17, K8),</li> <li>- entwickeln Hypothesen zur Bildung von Lokalelementen als Grundlage von Korrosionsvorgängen und überprüfen diese experimentell (E1, E3, E5, S15),</li> <li>- entwickeln ausgewählte Verfahren zum Korrosionsschutz (Galvanik, Opferanode) und führen diese durch (E1, E4, E5, K13), (VB D Z3)</li> <li>- diskutieren ökologische und ökonomische Aspekte der elektrolytischen Gewinnung eines Stoffes unter Berücksichtigung der Faraday-Gesetze (B10, B13, E8, K13), (VB D Z3)</li> <li>- beurteilen Folgen von Korrosionsvorgängen und adäquate Korrosionsschutzmaßnahmen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B12, B14, E1). (VB D Z3)</li> </ul>
<p><b>Unterrichtsvorhaben VI</b></p> <p><b>Quantitative Analyse von Produkten des Alltags</b></p>	<p>Wiederholung der Konzentrationsbestimmung mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt am Beispiel der Bestimmung des Essigsäuregehalts in Speiseessig</p> <p>Bestimmung der Essigsäurekonzentration in Aceto Balsamico zur Einführung der potentiometrischen pH-Wert-Messung</p>	<p><b>Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- analytische Verfahren: Säure-Base-Titrationen (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve), potentiometrische pH-Wert-Messung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sagen den Verlauf von Titrationskurven von starken und schwachen Säuren und Basen anhand der Berechnung der charakteristischen Punkte (Anfangs-pH-Wert, Halbäquivalenzpunkt, Äquivalenzpunkt) voraus (S10, S17),</li> <li>• planen hypothesengeleitet Experimente zur Konzentrationsbestimmung von</li> </ul>

<p><i>Wie hoch ist die Säurekonzentration in verschiedenen Lebensmitteln?</i></p> <p>ca. 9 UStd.</p>	<p>einschließlich der Ableitung und Berechnung von Titrationskurven</p> <p>Aufbau und Funktionsweise einer pH-Elektrode (Nernst-Gleichung)</p> <p>Anwendungsmöglichkeit der Nernst-Gleichung zur Bestimmung der Metallionenkonzentration</p> <p>Projektunterricht zur Bestimmung des Säure-Gehalts in Lebensmitteln z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zitronensäure in Orangen</li> <li>- Milchsäure in Joghurt</li> <li>- Oxalsäure in Rhabarber</li> <li>- Weinsäure in Weißwein</li> <li>- Phosphorsäure in Cola</li> </ul> <p>Bestimmung des Gehalts an Konservierungsmitteln bzw. Antioxidantien in Getränken (z. B. schwefliger Säure im Wein, Ascorbinsäure in Fruchtsäften) zur Einführung der Redoxtitration</p> <p>Bewertungsaufgabe zur kritischen Reflexion zur Nutzung von Konservierungsmitteln bzw. Antioxidantien anhand erhobener Messdaten</p> <p>Mögliche Exkursion: Wiewelhove</p>	<p><b>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>- galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung)</li> <li>- Redoxtitration</li> </ul>	<p>Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• werten pH-metrische Titrations von ein- und mehrprotonigen Säuren aus und erläutern den Verlauf der Titrationskurven auch bei unvollständiger Protolyse (S9, E8, E10, K7),</li> <li>• bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8), (VB B/D Z3)</li> <li>• beurteilen verschiedene Säure-Base-Titrationsverfahren hinsichtlich ihrer Angemessenheit und Grenzen (B3, K8, K9),</li> <li>• wenden das Verfahren der Redoxtitration zur Ermittlung der Konzentration eines Stoffes begründet an (E5, S3, K10).</li> <li>• ermitteln die Ionenkonzentration von ausgewählten Metall- und Nichtmetallionen mithilfe der Nernst-Gleichung aus Messdaten galvanischer Zellen (E6, E8, S17, K5)</li> </ul>
--	--	---	--

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase II – Leistungskurs (ca. 86 UStd.)			
Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen  Die Schüler*innen
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben VII</u></b></p> <p><b>Vom Erdöl zur Kunststoffverpackung</b></p> <p><i>Aus welchen Kunststoffen bestehen Verpackungsmaterialien und welche Eigenschaften haben diese Kunststoffe?</i></p> <p><i>Wie lässt sich Polyethylen aus Erdöl herstellen?</i></p> <p><i>Wie werden Verpackungsabfälle aus Kunststoff entsorgt?</i></p> <p>ca. 33 UStd.</p>	<p>Einstiegsdiagnose zu den organischen Stoffklassen (funktionelle Gruppen, Nomenklatur, Isomerie, Struktur-Eigenschaftsbeziehungen) → <i>Mindimo Mindmap</i></p> <p>Recherche zu verschiedenen Kunststoffen (z. B. Name des Kunststoffs, Monomere) für Verpackungsmaterialien anhand der Recyclingzeichen</p> <p>Praktikum zur Untersuchung von Kunststoffeigenschaften anhand von Verpackungsmaterialien (u. a. Kratzfestigkeit, Bruchsicherheit, Verformbarkeit, Brennbarkeit)</p> <p>→ <i>Kunststoffkoffer als Anschauungsmaterialien</i></p> <p>→ <i>„Haushaltskunststoffe“ der SuS</i></p> <p>→ <i>Alternative: Selbstlerneinheit: Klett S. 379, Medien, Kunststoff-Gruppen</i></p> <p>Materialgestützte Auswertung der Experimente zur Klassifizierung der Kunststoffe</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung des Crackprozesses zur Herstellung von Ethen (Alkenen) als Ausgangsstoff für die</p>	<p><b>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe</li> <li>– Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>– Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems</li> <li>– Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>– Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Mesomerie, Chiralität</li> <li>– inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>– Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster und zweiter Ordnung, elektrophile Erstsubstitution, Kondensationsreaktion (Ester-synthese)</li> <li>– Prinzip von Le Chatelier</li> <li>– Koordinative Bindung: Katalyse</li> <li>– Naturstoffe: Fette</li> <li>– Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung</li> <li>– Analytische Verfahren:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen den Aufbau der Moleküle (Konstitutionsisomerie, Stereoisomerie, Molekülgeometrie, Chiralität am asymmetrischen C-Atom) von Vertretern der Stoffklassen der Alkane, Halogenalkane, Alkene, Alkine, Alkanole, Alkanale, Alkane, Alkane, Alkanone, Carbonsäuren, Ester und Amine auch mit digitalen Werkzeugen dar (S1, E7, K11),</li> <li>• erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13),</li> <li>• erläutern auch mit digitalen Werkzeugen die Reaktionsmechanismen unter Berücksichtigung der spezifischen Reaktionsbedingungen (S8, S9, S14, E9, K11),</li> <li>• schließen mithilfe von spezifischen Nachweisen der Reaktionsprodukte (Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen, Chlorid- und Bromid-Ionen, Carbonyl- und Carboxy-Gruppe) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10),</li> <li>• entwickeln Hypothesen zum Reaktionsverhalten aus der Molekülstruktur (E3, E12, K2),</li> <li>• recherchieren und bewerten Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter selbst entwickelten Fragestellungen (B1, B11, K2, K4),</li> </ul>

	<p>Herstellung von Polyethylen → <i>GIDA-Film: Erdölaufbereitung</i></p> <p>Unterscheidung der gesättigten Edukte und ungesättigten Produkte mit Bromwasser → <i>Versuch V1 Seite 297</i></p> <p>Erarbeitung der Reaktionsmechanismen „radikalische Substitution“ (→ <i>Versuch V1 Seite 291</i>) und „elektrophile Addition“</p> <p>Vertiefende Betrachtung des Mechanismus der elektrophilen Addition zur Erarbeitung des Einflusses der Substituenten im Kontext der Herstellung wichtiger organischer Rohstoffe aus Alkenen (u. a. Alkohole, Halogenalkane)  → <i>Selbstlerninheit: Klett S. 290, Medien, Reaktionsmechanismen</i></p> <p>Materialgestützte Vertiefung der Nomenklaturregeln für Alkane, Alkene, Alkine und Halogenalkane einschließlich ihrer Isomere</p> <p>Vertiefende Betrachtung der Halogenalkane als Ausgangsstoffe für wichtige organische Produkte (u. a. Alkohole, Ether) zur Erarbeitung der Mechanismen der nucleophilen Substitution erster und zweiter Ordnung  → <i>Experiment zu Reaktion von 1-Brombutan und 2-Brombutan mit KOH</i></p> <p>Anlegen einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (mit dem Ziel einer fortlaufenden Ergänzung)</p>	<p>Chromatografie</p> <p><b>Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere)</li> <li>- Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation (Mechanismus der radikalischen Polymerisation)</li> <li>- Rohstoffgewinnung und -verarbeitung</li> <li>- Recycling: Kunststoffverwertung, Wertstoffkreisläufe</li> <li>- technisches Syntheseverfahren</li> <li>- Nanochemie: Nanomaterialien, Nanostrukturen, Oberflächeneigenschaften</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Eigenschaften von Kunststoffen aufgrund der molekularen Strukturen (Kettenlänge, Vernetzungsgrad, Anzahl und Wechselwirkung verschiedenartiger Monomere) (S11, S13),</li> <li>• klassifizieren Kunststoffe anhand ihrer Eigenschaften begründet nach Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren (S1, S2),</li> <li>• erläutern die Verknüpfung von Monomermolekülen zu Makromolekülen mithilfe von Reaktionsgleichungen an einem Beispiel (S4, S12, S16),</li> <li>• erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (S4, S14, S16),</li> <li>• beschreiben den Weg eines Anwendungsproduktes von der Rohstoffgewinnung über die Produktion bis zur Verwertung (S5, S10, K1, K2),</li> <li>• erläutern ein technisches Syntheseverfahren auch unter Berücksichtigung der eingesetzten Katalysatoren (S8, S9),</li> <li>• planen zielgerichtet anhand der Eigenschaften verschiedener Kunststoffe Experimente zur Trennung und Verwertung von Verpackungsabfällen (E4, S2),</li> <li>• bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung und die Verwendung von Produkten aus Kunststoffen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Perspektive (B9, B12, B13),</li> <li>• bewerten stoffliche und energetische Verfahren der Kunststoffverwertung unter Berücksichtigung ausgewählter Nachhaltigkeitsziele (B6, B13, S3, K5, K8),</li> </ul>
--	---	---	---

	<p>Materialgestützte Erarbeitung der radikalischen Polymerisation am Beispiel von LD-PE und HD-PE einschließlich der Unterscheidung der beiden Polyethylen-Arten anhand ihrer Stoffeigenschaften</p> <p>→ <a href="https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/chemie/artikel/polyethylen">https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/chemie/artikel/polyethylen</a></p> <p>Lernaufgabe zur Entsorgung von PE-Abfällen (Deponierung, thermisches Recycling, rohstoffliches Recycling) mit abschließender Bewertung der verschiedenen Verfahren</p> <p>→ <i>Biomüll-Beutel aus Bio-Kunststoff</i></p> <p>→ <i>Bio-PE</i></p> <p>Abschließende Zusammenfassung: Erstellung eines Schaubildes oder Fließdiagramms über den Weg einer PE-Verpackung (Plastiktüte) von der Herstellung aus Erdöl bis hin zur möglichen Verwertung</p> <p>Recherche zu weiteren Kunststoff-Verpackungen (z. B. PS, PP, PVC) zur Erarbeitung von Stoffsteckbriefen und Experimenten zur Trennung von Verpackungsabfällen</p> <p>Materialgestützte Bewertung der verschiedenen Verpackungskunststoffe z. B. nach der Warentest-Methode</p>		
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben VIII</u></b></p> <p><b>„InnoProducts“ – Werkstoffe nach Maß</b></p>	<p>→ <i>Siehe konkretisierte Unterrichtsvorhaben als Unterstützungsmaterial</i></p> <p>Einführung in die Lernfirma „InnoProducts“ durch die Vorstellung der hergestellten Produktpalette (Regenbekleidung)</p>	<p><b>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen den Aufbau der Moleküle (Konstitutionsisomerie, Stereoisomerie, Molekülgeometrie, Chiralität am asymmetrischen C-Atom) von Vertretern der Stoffklassen der Alkane, Halogenalkane, Alkene, Alkine Alkanole, Alkanale, Alkane, Carbonsäuren, Ester und Amine</li> </ul>

<p><i>Wie werden Werkstoffe für funktionale Regenbekleidung hergestellt und welche besonderen Eigenschaften haben diese Werkstoffe?</i></p> <p><i>Welche besonderen Eigenschaften haben Werkstoffe aus Kunststoffen und Nanomaterialien und wie lassen sich diese Materialien herstellen?</i></p> <p><i>Welche Vor- und Nachteile haben Kunststoffe und Nanoprodukte mit spezifischen Eigenschaften?</i></p> <p>ca. 26 UStd.</p>	<p>aus Polyester mit wasserabweisender Beschichtung aus Nanomaterialien)</p> <p>Grundausbildung – Teil 1: Materialgestützte Erarbeitung der Herstellung von Polyestern und Recycling-Polyester einschließlich der Untersuchung der Stoffeigenschaften der Polyester</p> <p>Grundausbildung – Teil 2: Stationenbetrieb zur Erarbeitung der Eigenschaften von Nanopartikeln (Größenordnung von Nanopartikeln, Reaktivität von Nanopartikeln, Eigenschaften von Oberflächenbeschichtungen auf Nanobasis)</p> <p>Grundausbildung – Teil 3: Materialgestützte Erarbeitung des Aufbaus und der Eigenschaften eines Laminate für Regenbekleidung mit DWR (durable water repellent) -Imprägnierung auf Nanobasis</p> <p>Verteilung der Auszubildenden auf die verschiedenen Forschungsabteilungen der Lernfirma</p> <p>Arbeitsteilige Erarbeitung der Struktur, Herstellung, Eigenschaften, Entsorgungsmöglichkeiten, Besonderheiten ausgewählter Kunststoffe</p> <p>Präsentation der Arbeitsergebnisse in Form eines Messestands bei einer Innovationsmesse einschließlich einer Diskussion zu kritischen Fragen (z. B. zur</p>	<p>Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>- Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems</li> <li>- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>- Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Mesomerie, Chiralität</li> <li>- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster und zweiter Ordnung, elektrophile Erstsubstitution, Kondensationsreaktion (Ester-synthese)</li> <li>- Prinzip von Le Chatelier</li> <li>- Koordinative Bindung: Katalyse</li> <li>- Naturstoffe: Fette</li> <li>- Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung</li> <li>- Analytische Verfahren: Chromatografie</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere)</li> <li>- Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation (Mechanismus der radikalischen Polymerisation)</li> <li>- Rohstoffgewinnung und -verarbeitung</li> </ul>	<p>auch mit digitalen Werkzeugen dar (S1, E7, K11),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13),</li> <li>• erklären die Eigenschaften von Kunststoffen aufgrund der molekularen Strukturen (Kettenlänge, Vernetzungsgrad, Anzahl und Wechselwirkung verschiedenartiger Monomere) (S11, S13),</li> <li>• erläutern ein technisches Syntheseverfahren auch unter Berücksichtigung der eingesetzten Katalysatoren (S8, S9),</li> <li>• beschreiben Merkmale von Nanomaterialien am Beispiel von Alltagsprodukten (S1, S9),</li> <li>• führen eigenständig geplante Experimente zur Untersuchung von Eigenschaften organischer Werkstoffe durch und werten diese aus (E4, E5),</li> <li>• erläutern ermittelte Stoffeigenschaften am Beispiel eines Funktionspolymers mit geeigneten Modellen (E1, E5, E7, S13),</li> <li>• veranschaulichen die Größenordnung und Reaktivität von Nanopartikeln (E7, E8),</li> <li>• erklären eine experimentell ermittelte Oberflächeneigenschaft eines ausgewählten Nanoprodukts anhand der Nanostruktur (E5, S11),</li> <li>• bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung und die Verwendung von Produkten aus Kunststoffen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Perspektive (B9, B12, B13),</li> <li>• vergleichen anhand von</li> </ul>
--	--	--	--

	<p>Entsorgung, Umweltverträglichkeit, gesundheitlichen Aspekten etc.) der Messebesucher</p> <p>Reflexion der Methode und des eigenen Lernfortschrittes</p> <p>Dekontextualisierung: Prinzipien der Steuerung der Stoffeigenschaften für Kunststoffe und Nanoprodukte einschließlich einer Bewertung der verschiedenen Werkstoffe</p> <p>Fortführung einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recycling: Kunststoffverwertung, Wertstoffkreisläufe</li> <li>- Technisches Syntheseverfahren</li> <li>- Nanochemie: Nanomaterialien, Nanostrukturen, Oberflächeneigenschaften</li> </ul>	<p>Bewertungskriterien Produkte aus unterschiedlichen Kunststoffen und leiten daraus Handlungsoptionen für die alltägliche Nutzung ab (B5, B14, K2, K8, K13),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beurteilen die Bedeutung der Reaktionsbedingungen für die Synthese eines Kunststoffs im Hinblick auf Atom- und Energieeffizienz, Abfall- und Risikovermeidung sowie erneuerbare Ressourcen (B1, B10),</li> <li>• recherchieren in verschiedenen Quellen die Chancen und Risiken von Nanomaterialien am Beispiel eines Alltagsproduktes und bewerten diese unter Berücksichtigung der Intention der Autoren (B2, B4, B13, K2, K4),</li> </ul>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben IX</u></b></p> <p><b>Ester in Lebensmitteln und Kosmetikartikeln</b></p> <p><i>Welche Fette sind in Lebensmitteln enthalten?</i></p> <p><i>Wie werden Ester in Kosmetikartikeln hergestellt?</i></p> <p>Ca. 15 Std.</p>	<p>Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der Eigenschaften von ausgewählten fett- und ölhaltigen Lebensmitteln:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Eigenschaften (Löslichkeit) von gesättigten und ungesättigten Fetten</li> <li>• Experimentelle Unterscheidung von gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (Jodzahl) → <i>Experiment Nachweis ungesättigter Fettsäurereste, Klett S. 311 V3 (PVP-Iod-Lsg. müsste ggf. noch erworben werden)</i></li> <li>• Fetthärtung: Hydrierung von Fettsäuren (z. B. Demonstrationsversuch Hydrierung von Olivenöl mit Nickelkatalysator) und Wiederholung von Redoxreaktionen, Oxidationszahlen →</li> </ul>	<p><b>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe</li> <li>- Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>- Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems</li> <li>- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>- Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Mesomerie, Chiralität</li> <li>- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>- Reaktionsmechanismen: Radikalische</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern den Aufbau und die Eigenschaften von gesättigten und ungesättigten Fetten (S1, S11, S13),</li> <li>• erklären Redoxreaktionen in organischen Synthesewegen unter Berücksichtigung der Oxidationszahlen (S3, S11, S16),</li> <li>• erklären die Estersynthese aus Alkanolen und Carbonsäuren unter Berücksichtigung der Katalyse (S4, S8, S9, K7),</li> <li>• schließen mithilfe von spezifischen Nachweisen der Reaktionsprodukte (<i>Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen, Chlorid- und Bromid-Ionen, Carbonyl- und Carboxy-Gruppe</i>) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10),</li> <li>• erläutern die Planung und Durchführung einer Estersynthese in Bezug auf die Optimierung der Ausbeute auf der Grundlage des Prinzips von Le Chatelier</li> </ul>

	<p><i>Experiment: Klett S. 311 V1 oder ggf. V2</i>  Materialgestützte Bewertung der Qualität von verarbeiteten Fetten auch in Bezug auf Ernährungsempfehlungen</p> <p>Aufbau, Verwendung, Planung der Herstellung des Wachesters Myristylmyristat mit Wiederholung der Estersynthese (→ <i>Klett S. 298ff.</i>); <i>Experiment: <a href="https://media.suub.uni-bremen.de/bitstream/elib/5560/4/Dissertation%20Bibliothek%2009_12_2021.pdf">https://media.suub.uni-bremen.de/bitstream/elib/5560/4/Dissertation%20Bibliothek%2009_12_2021.pdf</a>; S. 158</i>  <i>(Novozym, Myristinsäure und Myristylalkohol müssten ggf. noch erworben werden)</i></p> <p>Experimentelle Erarbeitung der Synthese von Myristylmyristat (Mechanismus der Estersynthese, Ermittlung des chemischen Gleichgewichts und der Ausbeute, Einfluss von Konzentrationsänderungen – Le Chatelier, Bedeutung von Katalysatoren)</p> <p>8)  Fortführung einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen</p>	<p>Substitution, elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster und zweiter Ordnung, elektrophile Erstsubstitution, Kondensationsreaktion (Estersynthese)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Prinzip von Le Chatelier</li> <li>– Koordinative Bindung: Katalyse</li> <li>– Naturstoffe: Fette</li> <li>– Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung</li> <li>– Analytische Verfahren: Chromatografie</li> </ul>	<p>(E4, E5, K13),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• unterscheiden experimentell zwischen gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (E5, E11),</li> <li>• beurteilen die Qualität von Fetten hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Verarbeitung im Bereich der Lebensmitteltechnik und der eigenen Ernährung (B7, B8, K8),</li> <li>• erläutern ein technisches Syntheseverfahren auch unter Berücksichtigung der eingesetzten Katalysatoren (S8, S9), 9)</li> </ul>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben X</u></b></p> <p><b>Die Welt ist bunt</b></p> <p><i>Warum erscheinen uns einige organische Stoffe farbig?</i></p>	<p>Das Buch Elemente Chemie Oberstufe NRW behandelt das aromatische System in einem eigenen Kapitel (Kapitel 7).</p> <p>Das aromatische System kann auch beim Unterrichtsvorhaben X eingeführt werden (Kapitel 8 im Buch Elemente)</p>	<p><b>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den Aufbau und die Wirkungsweise eines Katalysators unter Berücksichtigung des Konzepts der koordinativen Bindung als Wechselwirkung von Metallkationen mit freien Elektronenpaaren (S13, S15),</li> <li>• erklären die Reaktivität eines aromatischen Systems anhand der Struktur und</li> </ul>

<p>ca. 12 UStd.</p>	<p>Materialgestützte und experimentelle Erarbeitung von Farbstoffen im Alltag</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Farbigekeit und Licht</li> <li>• Selbsterneinheit Farbsubtraktion/Farbaddition in Kapitel 8.1.</li> <li>• Farbe und Struktur (konjugierte Doppelbindungen, Donator-Akzeptorgruppen, Mesomerie)</li> <li>• Klassifikation von Farbstoffen nach ihrer Verwendung und strukturellen Merkmalen</li> <li>• Schülerversuch: Identifizierung von Farbstoffen in Alltagsprodukten durch Dünnschichtchromatographie (z.B. Chlorophyll in Blättern), Kapitel 8.7. Farbstoffe in Lebensmitteln</li> </ul> <p>Synthese eines Farbstoffs mithilfe einer Lewis-Säure an ein aromatisches System:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erarbeitung des Reaktionsmechanismus der elektrophilen Substitution am Aromaten</li> <li>• Beschreiben der koordinativen Bindung der Lewis-Säure als Katalysator der Reaktion</li> </ul> <p>Mögliche Schülerversuche:  Kapitel 8.5. Fluorecein Synthese als Video oder im Schülerversuch  Kapitel 8.9. Färben von Textilien</p>	<p>Aminogruppe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>- Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems</li> <li>- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>- Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Mesomerie, Chiralität</li> <li>- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster und zweiter Ordnung, elektrophile Erstsubstitution, Kondensationsreaktion (Ester-synthese)</li> <li>- Prinzip von Le Chatelier</li> <li>- Koordinative Bindung: Katalyse</li> <li>- Naturstoffe: Fette</li> <li>- Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung</li> <li>- Analytische Verfahren: Chromatografie</li> </ul>	<p>erläutern in diesem Zusammenhang die Mesomerie (S9, S13, E9, E12),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• klassifizieren Farbstoffe sowohl auf Grundlage struktureller Merkmale als auch nach ihrer Verwendung (S10, S11, K8),</li> <li>• erläutern die Farbigekeit ausgewählter Stoffe durch Lichtabsorption auch unter Berücksichtigung der Molekülstruktur mithilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-Akzeptor-Gruppen) (S2, E7, K10),</li> <li>• trennen mithilfe eines chromatografischen Verfahrens Stoffgemische und analysieren ihre Bestandteile durch Interpretation der Retentionsfaktoren (E4, E5),</li> <li>• interpretieren Absorptionsspektren ausgewählter Farbstofflösungen (E8, K2),</li> <li>• beurteilen die Möglichkeiten und Grenzen von Modellvorstellungen bezüglich der Struktur organischer Verbindungen und die Reaktionsschritte von Synthesen für die Vorhersage der Bildung von Reaktionsprodukten (B1, B2, K10),</li> <li>• bewerten den Einsatz verschiedener Farbstoffe in Alltagsprodukten aus chemischer, ökologischer und ökonomischer Sicht (B9, B13, S13).</li> </ul>
---------------------	--	--	---

	<p>Bewertung recherchierter Einsatzmöglichkeiten verschiedene Farbstoffe in Alltagsprodukten</p> <p>Fortführung einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen</p>		
--	---	--	--





---

## **2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit**

In Absprache mit der Lehrkräftekonferenz sowie unter Berücksichtigung des Schulprogramms hat die Fachkonferenz Chemie die folgenden fachmethodischen und fachdidaktischen Grundsätze beschlossen.

### **2.2.1 Überfachliche Grundsätze:**

- Geeignete Problemstellungen zeichnen die Ziele des Unterrichts vor und bestimmen die Struktur der Lernprozesse.
- Inhalt und Anforderungsniveau des Unterrichts entsprechen dem Leistungsvermögen der Schüler\*innen.
- Die Unterrichtsgestaltung ist auf die Ziele und Inhalte abgestimmt.
- Medien und Arbeitsmittel sind Schüler\*inne nah gewählt.
- Die Schüler\*innen erreichen einen Lernzuwachs.
- Der Unterricht fördert und fordert eine aktive Teilnahme der Lernenden.
- Der Unterricht fördert die Zusammenarbeit zwischen den Lernenden und bietet ihnen Möglichkeiten zu eigenen Lösungen.
- Der Unterricht berücksichtigt die individuellen Lernwege der einzelnen Schüler\*innen.
- Die Lernenden erhalten Gelegenheit zu selbstständiger und selbstgesteuerter Arbeit und werden dabei unterstützt.
- Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Einzel-, Partner- bzw. Gruppenarbeit sowie Arbeit in kooperativen Lernformen.
- Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Arbeit im Plenum.
- Die Lernumgebung ist vorbereitet; der Ordnungsrahmen wird eingehalten.
- Die Lehr- und Lernzeit wird intensiv für Unterrichtszwecke genutzt.
- Es herrscht ein positives pädagogisches Klima im Unterricht.

### **2.2.2 Fachliche Grundsätze:**

- Der Chemieunterricht ist problemorientiert und an Unterrichtsvorhaben und Kontexten ausgerichtet.
- Der Chemieunterricht ist kognitiv aktivierend und verständnisfördernd.
- Der Chemieunterricht unterstützt durch seine experimentelle Ausrichtung Lernprozesse bei Schüler\*innen.
- Im Chemieunterricht wird durch Einsatz von Schülerexperimenten Umwelt- und Verantwortungsbewusstsein gefördert und eine aktive Sicherheits- und Umwelt-erziehung erreicht.
- Der Chemieunterricht ist kumulativ, d.h., er knüpft an die Vorerfahrungen und das Vorwissen der Lernenden an und ermöglicht den Erwerb von Kompetenzen.
- Der Chemieunterricht fördert vernetzendes Denken und zeigt dazu eine über die verschiedenen Organisationsebenen bestehende Vernetzung von chemischen Konzepten und Prinzipien mithilfe von Basiskonzepten auf.

- Der Chemieunterricht folgt dem Prinzip der Exemplarizität und gibt den Lernenden die Gelegenheit, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten möglichst anschaulich in den ausgewählten Problemen zu erkennen.
- Der Chemieunterricht bietet nach Erarbeitungsphasen immer auch Phasen der Metakognition, in denen zentrale Aspekte von zu erlernenden Kompetenzen reflektiert werden.
- Im Chemieunterricht wird auf eine angemessene Fachsprache geachtet. Schüler\*innen werden zu regelmäßiger, sorgfältiger und selbstständiger Dokumentation der erarbeiteten Unterrichtsinhalte angehalten.
- Der Chemieunterricht ist in seinen Anforderungen und im Hinblick auf die zu erreichenden Kompetenzen und deren Teilziele für die Schüler\*innen transparent.
- Im Chemieunterricht werden Diagnoseinstrumente zur Feststellung des jeweiligen Kompetenzstandes der Schülerinnen und Schüler durch die Lehrkraft, aber auch durch den Lernenden selbst eingesetzt.
- Der Chemieunterricht bietet immer wieder auch Phasen der Übung und des Transfers auf neue Aufgaben und Problemstellungen.
- Der Chemieunterricht bietet die Gelegenheit zum regelmäßigen wiederholenden Üben sowie zu selbstständigem Aufarbeiten von Unterrichtsinhalten.

## 2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Die Bewertung der schriftlichen und mündlichen Leistungen in der Sekundarstufe II orientiert sich an den Vorgaben und Kompetenzen der Rahmenrichtlinien für das Fach Chemie, Sekundarstufe II, und den Vorgaben für das schriftliche und mündliche Abitur.

### 2.3.1 Bewertung der sonstigen Mitarbeit

Die Bewertung der mündlichen Leistungen erfolgt auf der Basis nachstehender Aspekte:

- mündliche Beiträge wie Hypothesenbildung, Lösungsvorschläge, Darstellen von Zusammenhängen oder Bewerten von Ergebnissen
- selbstständige Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten
- qualitatives und quantitatives Beschreiben von Sachverhalten, unter korrekter Verwendung der Fachsprache
- Verhalten beim Experimentieren, Grad der Selbständigkeit, Beachtung der Vorgaben, Genauigkeit bei der Durchführung
- Führung eines Heftes, Lerntagebuchs oder Portfolios oder Erstellung von Produkten wie Dokumentationen zu Aufgaben, Untersuchungen und Experimenten, Präsentationen, Protokolle, Lernplakate, Modelle
- Erstellen und Vortragen eines Referates
- Beiträge zur gemeinsamen Gruppenarbeit
- Analyse und Interpretation von Texten, Graphiken oder Diagrammen)
- Zur Ergänzung der mündlichen Mitarbeit: kurze schriftliche Überprüfungen des Lernstandes (max. 20 min.)

Die Bewertung der sonstigen Mitarbeit erfolgt – nach Maßgabe der zu erreichenden Kompetenzen lt. KLP - nach folgenden tendenziellen Grundsätzen:

Grundlage der Leistungsbeurteilung	sehr gute Leistung	befriedigende Leistung	mangelhafte Leistung
<b>mdl. Mitarbeit</b> <b>qualitatives und quantitatives Beschreiben von Sachverhalten, unter korrekter Verwendung der Fachsprache</b>	Kontinuierliche Mitarbeit auf qualitativ gutem bis sehr gutem Niveau mit sehr guter Fachsprache	Zufriedenstellende Mitarbeit in Qualität und Kontinuität  Korrektur Einsatz der Fachsprache gelingt nicht immer	Schüler*in ist - auch auf Nachfrage - nicht in der Lage sich in ein Unterrichtsgespräch einzubringen.  Fachsprachliches Niveau sehr lückenhaft

<b>selbstständige Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten</b>  <b>Verhalten bei Experimenten</b>	Zügige und eigenständige Bearbeitung der Aufgabenstellung bzw. der Versuchsanleitung	Bearbeitung der Aufgabenstellung bzw. der Versuchsanleitung gelingt mit Hilfestellungen	Schüler*in gelingt es nur mit Mängeln und deutlichen Hilfestellungen einen Versuch zu planen bzw. entsprechend einer Versuchsanleitung vorzubereiten und durchzuführen
<b>Führung eines Heftes</b>	Heft ist vollständig, inhaltlich korrekt, sinnvoll gegliedert und macht insgesamt einen ordentlichen Eindruck	Heft weist Lücken auf oder ist teilweise unstrukturiert; kleinere inhaltliche Fehler	Heft weist erhebliche Lücken auf; inhaltlich zeigen sich deutliche Fehler; Struktur und Ordnung eher mangelhaft
<b>Erstellen und Vortragen eines Referates</b>	Schüler*in erarbeitet Vortrag eigenständig und trägt Vortrag frei und fachsprachlich angemessen vor	Vortragsqualität befriedigend, der Vortrag erfolgt eher ablesend	Vortrag wird nicht / wenig überarbeitet einer Quelle entnommen und vorlesend vorgetragen
<b>Beiträge zur gemeinsamen Gruppenarbeit</b>	Schüler*in fügt sich mit hoher Kommunikationskompetenz in die Gruppenstrukturen gut ein, übernimmt evtl. Führungsrolle und arbeitet konzentriert und zielstrebig	Schüler*in beteiligt sich gelegentlich mit guten Vorschlägen am Gruppengespräch	Schüler*in bringt sich nur nach Aufforderung in die Gruppe ein; Schüler stört die Gruppenarbeit, da Kommunikationsregeln missachtet werden

### 2.3.2 Bewertung der schriftlichen Leistungen

Eine Übersicht über die Länge der Klausuren in der Oberstufe kann der Tabelle „Übersicht Klausurzeiten Oberstufe“ entnommen werden.

Formal und inhaltlich orientieren Sie sich an den Vorgaben zum Zentralabitur: Es werden in den Aufgabenstellungen Operatoren verwendet, die Aufgabenstellungen ermöglichen die Überprüfung des Kompetenzerwerbs, Darstellungsleistungen werden honoriert und die Bewertung erfolgt nach den Maßstäben für das Zentralabitur entsprechend der nachstehenden prozentuellen Gewichtung:

%-Satz richtiger Lösungen	Note	%-Satz richtiger Lösungen	Note
100 – 95	1+	– 55	3-
– 90	1	– 50	4+
– 85	1-	– 45	4
– 80	2+	– 40	4-
– 75	2	– 33,4	5+
– 70	2-	– 26,7	5
– 65	3+	– 20	5-
– 60	3	– 0	6

### Gewichtung der verschiedenen Formen der Leistungsbeurteilung \*

Jahrgang	Sonstige Mitarbeit	Schriftliche Überprüfungen des Lernstandes	Klausur
EP	60-65%	5-10%	30% (1pro HJ)
Q1	40-45%	5-10%	50%
Q2	40-45%	5-10%	50%

\* Die hier angeführten Prozentwerte dienen als Richtlinie, da eine Note nicht allein rechnerisch ermittelt werden kann, sondern auch Aspekte der pädagogischen Notengebung einfließen.

## 2.4 Lehr- und Lernmittel

Für den Chemieunterricht in der Sekundarstufe II ist am Johannes-Kepler-Gymnasium das Lehrwerk „Elemente Chemie“ aus dem Klett Verlag eingeführt.

## 3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen

### 3.1 Überfachliche Absprachen

Das experimentelle Arbeiten soll Schwerpunkt im Chemieunterricht sein. Ferner besteht Einigkeit darüber, dass neue Medien sinnvoll in den Unterricht, z.B. zur Messwert-Erfassung oder Recherche, eingesetzt werden.

Überfachliche methodische und inhaltliche Absprachen und Absprachen zur Kompetenzvermittlung und Überprüfung finden sich in den konkretisierten Unterrichtsvorhaben wieder.

## **3.2 Zusammenarbeit mit anderen Fächern**

Im Fach Chemie ergeben sich im Unterrichtsverlauf an verschiedenen Stellen Überschneidungen mit anderen Fachbereichen. So sind folgende Regelungen getroffen: Die Einführung der Dichte erfolgt in Klasse 7 Chemie (Absprache mit dem Fachbereich Physik). Die dafür notwendigen Kompetenzen im Umgang mit Größengleichungen werden in vom Fachbereich Mathematik vermittelt.

Ebenfalls vom Fachbereich Mathematik werden Grundkenntnisse zu Logarithmen vermittelt, die mit der Einführung der pH-Wert-Definition in der Einführungsphase notwendig werden.

Mit dem Themenbereich der organischen Chemie in Klasse 9 vermittelt der Fachbereich Chemie die Grundlagen für biochemische Sachverhalte im Bereich Biologie.

## **3.3 Außerschulische Partner**

Die Firmen Wiewelhove und Nobian bieten unseren Schüler\*innenlern die Möglichkeit, in ihren Betrieben Exkursionen und/oder Praktika durchzuführen.

Regelmäßig werden Förderanträge an den Fonds der Chemie gestellt und bewilligt. Abiturienten wird von der GDCh ein Abiturientenpreis verliehen.

## **3.4 Außerschulische Lernorte**

In der Gymnasialen Oberstufe sollen in Absprache mit der Stufenleitung nach Möglichkeit unterrichtsbegleitende Exkursionen durchgeführt werden. Diese sollen im Unterricht vor- bzw. nachbereitet werden.

Über die Erfahrungen wird in den Fachkonferenzen berichtet. Der Besuch außerschulischer Lernorte ist möglich und gewünscht, Erfahrungen werden evaluiert und ggf. in den Lehrplan aufgenommen.

## **3.5 Wettbewerbe**

In der Oberstufe werden die Schüler\*innen durch die Fachlehrer zu möglichen Wettbewerben informiert und zur Teilnahme ermuntert. Die Betreuung der Teilnehmer erfolgt individuell durch die Fachlehrer der Oberstufe.

## **3.6 Beiträge zur Gewaltprävention**

Im Fachbereich Chemie gibt es kein konkretes Projekt zur Gewaltprävention. Beiträge zur Gewaltprävention werden aber durch den Schwerpunkt experimenteller Gruppenarbeiten sowie unterrichtlicher Partnerarbeiten geleistet.

### 3.7 Beiträge zur Medienerziehung

Die Ausstattung aller drei Fachräume mit Notebook, Beamer sowie Dokumentenkameras ermöglicht die jederzeitige Integration verschiedener neuer Medien in den Unterricht. Ebenfalls werden für Recherchen oder Präsentationsentwicklungen die Computerräume genutzt.

Im Rahmen des Medienkonzeptes vermittelt der Fachbereich Chemie die im Lehrplan ausgewiesenen Kompetenzen.

### 3.8 Beiträge zum Förder-Forderkonzept

#### Teilnahme an Schülerwettbewerben

Vgl. Punkt 3.5

## 4 Qualitätssicherung und Evaluation

### 4.1 Aufgabenverteilung und Verantwortlichkeiten

Ständige Aufgaben			
Vorsitz	Fachkonferenzen	Terminabsprache, Einladung, Vorbereitung, Organisation der Tagesordnungspunkte, Leitung	FK Vorsitz
	Teilkonferenzen / Außenvertretung	Teilnahme und Interessenvertretung, Ansprechpartner der Schulleitung	
	Unterrichtsverteilung	Organisation unter Berücksichtigung der Kollegenwünsche	
	Schulbücher	Überprüfen, neue Vorschläge sichten, ggf. Bestellungen	
	Finanzen	Verwaltung des Fachetats (in Absprache mit Sammlungsleitung)	
	Post / Mails	Weiterleiten, Beantworten	
	Überregionale Veranstaltungen	Implementationsveranstaltungen, Bezirksfachkonferenzen, etc.	+ ggf. weitere Kollegen
	Fortbildungsangebote	Recherchieren und an die Kollegen Weiterleiten, Wünsche ermitteln und ggf. Fortbildung organisieren	alle Kollegen
	Informationen zu Schülerwettbewerben	Recherchieren, Informationen an die Kollegen weiterleiten	alle Kollegen
	Fachbereichsentwicklung	Renovierungsbedarf, Sondermittel mit den Kollegen abstimmen	

Sammlung	Gesamtverantwortung	Ordnung, Inventarisierung von Gefahrstoffen, Bestellungen, Bevorratung, Reparaturen, Entsorgung etc.	Samm- lungs- leitung
	Alte Medien	Reparatur von Messgeräten	
	Neue Medien	Laptops, Dokumentenkameras etc.	
Curriculum	Gesamtverantwortung	Aktualisierung der Dokumente und Weiterleitung an die QA-Gruppe	FK Vor- sitz
	Arbeitsplan / Stan- dards	Weiterentwicklung, Evaluation und Ergänzung	Alle Kolle- gen
	Sekundarstufe I	Weiterentwicklung, Evaluation und Ergänzung	Alle Kolle- gen
	Sekundarstufe II	Weiterentwicklung, Evaluation und Ergänzung	Alle Kolle- gen
Kooperatio- nen	Zusammenarbeit mit anderen Fachschaften	Absprachen mit den Fachberei- chen Mathematik, Physik und Bi- ologie	alle Kol- legen
	Außerschulische Partner	Allgemeiner Ansprechpartner Organisation von Exkursionen, Terminvereinbarungen etc.	Kolle- gen der Kurse
Homepage	Gesamtverantwortung	Aktualisierung der Inhalte, Ein- stellen der von den Kollegen an- gefertigten Beiträge	
	Einzelbeiträge	Beiträge und Fotos zu Projekten, Exkursionen, Wettbewerben, er- stellen und zur Einstellung auf die Homepage weiterleiten etc.	alle Kol- legen
Facharbeiten	Themensammlung	Sammlung der Themen und evtl. auch der Arbeiten (als CD) der letzten Jahre	alle Kol- legen
Fachräume	Sammlung	Ordnung, Sauberkeit der Tische, Tafeln, Vollständigkeit und Funk- tionalität der Ausstattung, Raum- pläne	alle Kol- legen
	Raum 218	Ordnung, Sauberkeit der Tische, Tafeln, Vollständigkeit und Funk- tionalität der Ausstattung, Raum- pläne	alle Kol- legen
	Raum 217	Ordnung, Sauberkeit der Tische, Tafeln, Vollständigkeit und	alle Kol- legen

		Funktionalität der Ausstattung, Raumpläne	
	Raum 215	Ordnung, Sauberkeit der Tische, Tafeln, Vollständigkeit und Funktionalität der Ausstattung, Raumpläne	alle Kollegen
Präsentation des Faches	Tag der offenen Tür	Absprache mit den Erprobungsstufenleitern, Präsentationskonzept mit Kollegen abstimmen und durchführen	alle Kollegen
	LK-Wahlen	Vorstellung von Unterrichtsinhalten, Organisation des Erfahrungsaustausches mit LK-Schülern aus der Q	Neue LK-Lehrer



### 4.3 Evaluation des schulinternen Curriculums

Das schulinterne Curriculum stellt keine starre Größe dar, sondern ist als „lebendes Dokument“ zu betrachten. Dementsprechend werden die Inhalte stetig überprüft, um ggf. Modifikationen vornehmen zu können. Die Fachkonferenz trägt durch diesen Prozess zur Qualitätsentwicklung und damit zur Qualitätssicherung des Faches Chemie bei.

Die Evaluation erfolgt jährlich. Zu Schuljahresbeginn werden die Erfahrungen des vergangenen Schuljahres in der Fachschaft gesammelt, bewertet und eventuell notwendige Konsequenzen und Handlungsschwerpunkte formuliert.

Kriterien		Ist-Zustand Auffälligkeiten	Änderungen/ Konsequenzen/ Perspektivplanung	Wer (Verantwortlich)	Bis wann (Zeitraumen)
<b>Funktionen</b>					
Fachvorsitz					
Stellvertreter					
Sonstige Funktionen <small>(im Rahmen der schulprogrammatischen fächerübergreifenden Schwerpunkte)</small>					
<b>Ressourcen</b>					
personell	Fachlehrer/in				
	Lerngruppen				
	Lerngruppengröße				
	...				
räumlich	Fachraum				
	Bibliothek				
	Computerraum				

	Raum für Fachteamarb.				
	...				
materiell/ sachlich	Lehrwerke				
	Fachzeitschriften				
	...				
zeitlich	Abstände Fachteamarbeit				
	Dauer Fachteamarbeit				
	...				
<b>Unterrichtsvorhaben</b>					
<b>Leistungsbewertung/ Einzelinstrumente</b>					
<b>Leistungsbewertung/Grundsätze</b>					

---

## **5 Fortbildung**

Das Fortbildungskonzept wird in der ersten Fachkonferenz im Schuljahr abgestimmt.