

# Schulinternes Curriculum im Fach Chemie



## **Chemie-Curriculum des Erzbischöflichen St.-Angela-Gymnasiums Bad Münstereifel**

1. Grundlagen der Leistungsbewertung
2. Lehrbücher
3. Curricula in tabellarischer Form

Stand: November 2024

## Präambel

Die Chemielehrerinnen und -lehrer des Erzbischöflichen St.-Angela-Gymnasium Bad Münstereifel verfolgen das Ziel, bei ihren Schülerinnen und Schülern Interesse an naturwissenschaftlichen Fragestellungen zu wecken und sie auf eine mögliche berufliche Zukunft im naturwissenschaftlichen Kontext vorzubereiten. Neben den naturwissenschaftlichen Grundlagen sollen im Chemieunterricht auch Themen, die sich aus einem christlichen Menschenbild ergeben, Berücksichtigung finden, so etwa „Nachhaltigkeit“ bzw. „Bewahrung der Schöpfung“ (z.B. im Kontext „Treibhauseffekt“ oder „Kunststoffe“) sowie „ethische Grundsätze“. Ein fächerübergreifendes, ethisches Projekt ist beispielsweise in der Jahrgangsstufe EF möglich, wenn das Thema „Haber-Bosch-Verfahren“ behandelt wird. Mit der Entdeckung von Ammoniak war es einerseits möglich, durch die daraus hergestellten Düngemittel die Welternährung zu sichern, andererseits wurde damit der Grundstein für die Herstellung von Giftgas gelegt. Entsprechend lässt sich anhand dieses Themas über Fluch und Segen der Chemie zu sprechen.

In der Fachschaft Chemie liegt ein weiterer Fokus darauf, den Schülerinnen und Schülern grundlegende, fachübergreifende Methoden zu vermitteln. So sollen sie themenbezogen den systematischen Aufbau und die Durchführung von Versuchen sowie deren Protokollierung ebenso erlernen wie das Erstellen von analogen und digitalen Lernprodukten, wie beispielsweise Plakaten, Concepts Maps oder Stop-Motion-Videos. Auch das Einüben von Vorträgen sowie die Arbeit mit Modellen werden im Chemieunterricht trainiert. Somit kommt auch dem Fach Chemie eine große Bedeutung in der Schulung der Methoden- und Medienkompetenz zu. Das selbstständige Arbeiten wird nicht nur im Unterricht, sondern auch im eigenverantwortlichen Arbeiten trainiert, dabei motivieren wir Chemielehrerinnen und -lehrer unsere Schülerinnen und Schüler zur Teilnahme an Chemie-Wettbewerben (u.a. „dechemax“) und an der Internationalen Chemie-Olympiade und unterstützen sie dabei.

Der Chemieunterricht wird in den Jahrgangsstufen 7, 9 und 10 je zweistündig, in Klasse 8 einstündig und in der gymnasialen Oberstufe dreistündig (im Leistungskurs fünfstündig) unterrichtet. Alle durch die Stundentafel vorgesehenen Unterrichtseinheiten werden durch Fachpersonal abgedeckt, da die Fachschaft mit vier Kolleginnen und Kollegen breit aufgestellt ist. Seit dem Schuljahr 2013/14 existiert an unserer Schule ein Doppelstundenmodell, wodurch auch der naturwissenschaftliche Unterricht möglichst in Doppelstunden stattfindet, was das experimentelle Arbeiten deutlich erleichtert.

In jedem Jahr wird in der Oberstufe mindestens ein Chemie-Grundkurs, regelmäßig auch ein Chemie-Leistungskurs eingerichtet. Die Schule verfügt über zwei Chemie-Fachräume, in denen Schülerübungen möglich sind, sowie über zugehörige Vorbereitungsräume und eine für Demonstrations- wie Schülerexperimente hinreichenden Material- und Medienausstattung. Zusätzlich zu Internetzugängen in beiden Fachräumen verfügt der eine Chemieraum über ein mit Apple TV gekoppeltes Smartboard, der andere über eine mit Beamer-Laptop-verbundene Projektionsfläche samt Tafel.

# 1. Grundlagen der Leistungsbewertung

Die rechtlich verbindlichen Grundsätze der Leistungsbewertung sind im Schulgesetz (§ 48 SchulG „Grundsätze der Leistungsbewertung“) sowie in der Ausbildungs- und Prüfungsordnung für die Sekundarstufe I (§ 6 APO-SI „Leistungsbewertung, Klassenarbeiten, Nachteilsausgleich“) im Schulgesetz § 48 (1) (2), in der APO-S I § 6 (1) (2) und für die Sek II in der APO-GOST § 13 – 17 dargestellt („3. Abschnitt: Leistungsbewertung“).

Nähere Angaben für das Fach Chemie finden sich im „Kernlehrplan Sekundarstufe I Gymnasien in Nordrhein-Westfalen“ (vgl. Kap. 3 Leistungsbewertung, S. 37 ff) sowie im „Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium/Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen“ (vgl. Kap. 3 „Lernerfolgsüberprüfungen und Leistungsbewertung“, S. 49 ff und Kap. 4 „Abitur“, S. 54 ff).

Nach SchulG § 48 soll die Leistungsbewertung über den Stand des Lernprozesses der Schülerinnen und Schüler Aufschluss geben; sie soll auch Grundlage für die weitere Förderung der Schülerin oder des Schülers sein. Die Leistungsbewertung bezieht sich dabei auf die im Unterricht vermittelten Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten. Grundlage der Leistungsbewertung sind alle von der Schülerin oder dem Schüler im Beurteilungsbereich „Schriftliche Arbeiten“ und im Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht“ erbrachten Leistungen. Beide Beurteilungsbereiche sind angemessen zu berücksichtigen. Die Leistungsbewertung bezieht sich auf die im schulinternen Curriculum Chemie ausgewiesenen Kompetenzen. Die nachfolgenden Ausführungen formulieren entsprechend § 48 SchG Grundsätze der Leistungsbewertung.

## 1.1 Leistungsbewertung im Bereich „Sonstige Leistungen im Unterricht“ der Sekundarstufe I / II

Da insbesondere das Fach Chemie sehr systematisch angelegt ist und neue Inhalte meist auf vorangegangenen Themen aufbauen, kommt dem spiralcurricularen, kumulativen Aufbau eine besondere Bedeutung zu. Entsprechend sind die Kompetenzerwartungen im Kernlehrplan meist in ansteigender Lernprogression und Komplexität formuliert. Inhalte und Fähigkeiten werden, auch jahrgangsübergreifend, wiederholt und auf neue Kontexte angewendet. Entsprechend der Lernprogression werden in den „höheren“ Jahrgangsstufen 8, 9 und 10 sowie insbesondere in der Sekundarstufe II Transferleistungen von den Lernenden erwartet.

In Folge dessen sollen den Schülerinnen und Schülern möglichst frühzeitig Defizite aufgezeigt werden, beispielsweise durch Selbstevaluationsaufgaben (mind. einmal in der Sek I und einmal in der Sek II) oder individuelle Rückmeldungen. Die Beurteilung von Leistungen soll demnach

grundsätzlich mit der Diagnose des erreichten Lernstandes und Hinweisen zum individuellen Lernfortschritt verknüpft sein.

In Anlehnung an die gültigen Kernlehrpläne beschließt die Fachschaft Chemie aus dem folgenden Katalog Beiträge zur Bewertung von Schülerleistungen in der Sekundarstufe I und II heranzuziehen.

- a) Mündliche Beiträge wie Hypothesenbildung, Lösungsvorschläge, Darstellen von Zusammenhängen oder Bewerten von Ergebnissen
- b) Analyse und Interpretation von Texten, Graphiken und Diagrammen
- c) Qualitatives und quantitatives Beschreiben von Sachverhalten, unter korrekter Verwendung der Fachsprache
- d) Selbstständige Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten
- e) Verhalten beim Experimentieren, Grad der Selbstständigkeit, Beachtung der Vorgaben, Genauigkeit bei der Durchführung; Beiträge in Gruppenarbeiten
- f) Erstellen von analogen und digitalen Lernprodukten wie die Dokumentation von Aufgaben und Versuchen (insbesondere Protokollen), Präsentationen, Lernplakaten
- g) Erstellen und Vortragen von Referaten
- h) Schriftliche Überprüfungen

Das Anfertigen von Hausaufgaben gehört nach § 42 (3) SchG zu den Pflichten der Schülerinnen und Schüler. Hausaufgaben sollen die individuelle Förderung unterstützen. So dienen sie u. a. zur Vertiefung von Gelerntem, zur Vorbereitung auf ein neues begrenztes Gebiet, zur Schulung der Fähigkeit, einen Sachverhalt mündlich oder schriftlich in angemessener Fachsprache darzulegen, zum Erlernen zielorientierten Arbeitens, zum Anwenden fachmethodischer Techniken oder zum Anwenden von Unterrichtsergebnissen. Die Kontrolle der Hausaufgaben dient der Berichtigung von Fehlern, der Bestätigung konkreter Lösungen sowie der Anerkennung eigenständiger Schülerleistungen.

### **1.1.1 Anforderungen und Kriterien zur Beurteilung**

#### **zu a) Mündliche Beiträge wie Hypothesenbildung, Lösungsvorschläge, Darstellen von Zusammenhängen oder Bewerten von Ergebnissen**

Die mündliche Mitarbeit im Chemieunterricht stellt eine wesentliche Grundlage für die Bewertung von Schülerleistungen in der Sekundarstufe I und II dar, da Chemie als sogenanntes mündliches Fach gilt. Die Leistungsanforderungen differenzieren je nach Anforderungsbereich; die online abrufbare Operatorenliste des Ministeriums gibt hier einen übersichtlichen Überblick.

Eine Schülerin, ein Schüler kann beispielsweise die unten dargestellten mündlichen Beiträge zum Unterrichtsgespräch beitragen:

- Wiedergabe von chemischem Grundwissen, auch aus vorangegangenen Stunde(n)
- Reorganisation von bekannten Inhalten, Ergebnissen und Methoden
- Vorstellung von Hausaufgaben und Übungen
- Beschreiben und Vergleichen chemischer Sachverhalte und Zusammenhänge
- Finden und Formulieren von neuen Fragestellungen
- Äußerung von Vermutungen (Hypothesenbildung)
- Finden und Begründen von Lösungsvorschlägen
- Bezug auf Beiträge von Mitschülerinnen und Mitschülern
- Sachliches Argumentieren
- Transferleistungen
- Bewertung von Ergebnissen

Die Beobachtungen der Schülerbeiträge erfassen die Qualität, Quantität sowie die Kontinuität der Beiträge über einen längeren Zeitraum. Als Bewertungsgrundlage dienen neben der sachlichen Richtigkeit auch die Vollständigkeit sowie Originalität der Beiträge. Auch die gedankliche Klarheit und (fachsprachlich richtige) Darstellung der Äußerungen ist ebenso Teil der Bewertung. Auch wird berücksichtigt, inwieweit Beiträge einer Schülerin bzw. eines Schülers das Unterrichtsgespräch voranbringen und vorangegangene Inhalte vernetzend einbringen.

#### **zu b) Analyse und Interpretation von Texten, Graphiken und Diagrammen**

Naturwissenschaftliche Sachzusammenhänge werden in der Chemie sehr oft in Texten, Graphiken und Diagrammen dargestellt. Diesen (kontinuierlichen und diskontinuierlichen) Materialien die Hauptaussagen entnehmen zu können, erfordert methodische Kompetenzen, die im Unterricht fortlaufend eingeübt werden. Bei der Bewertung wird darauf geachtet, wie gut es einer Schülerin / einem Schüler gelingt, die Informationen fachlich richtig und detailliert zu entnehmen sowie die Inhalte angemessen zu interpretieren.

### **zu c) Qualitatives und quantitatives Beschreiben von Sachverhalten, unter korrekter Verwendung der Fachsprache**

Eine grundlegende Methode der Chemie ist das genaue Beobachten von Versuchsbeobachtungen. Der Beschreibung von chemischen Sachverhalten kommt daher eine zentrale Bedeutung zu. Die zu beschreibenden chemischen Phänomene werden im Chemieunterricht in unterschiedlicher Form medial präsentiert (Foto, Modell, Experiment, Animation o.ä.). Die Schülerinnen und Schüler müssen die Beobachtungen (unter Verwendung der Fachsprache) sachlich richtig und vollständig beschreiben und zwischen einer Beobachtung und einer Auswertung / Erklärung unterscheiden.

### **zu d) Selbstständige Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten**

Versuche und Experimente spielen eine wichtige Rolle im Chemieunterricht. Experimente sollten im Unterricht möglichst selbstständig von den Schülerinnen und Schülern meist in Gruppenarbeit geplant, durchgeführt und ausgewertet werden. Das Versuchsprotokoll (von Schüler- und Demonstrationsversuchen) dient der Dokumentation aller Versuchsschritte sowie dem Erlernen des wissenschaftlichen Denkens und Arbeitens. Die Bewertung der Schülerleistung richtet sich vor allem nach der sachlichen Richtigkeit, Vollständigkeit und formalen Gestalt des Versuchsprotokolls, beispielsweise ob es alle erforderlichen Gliederungsschritte enthält.

### **zu e) Verhalten beim Experimentieren, Grad der Selbstständigkeit, Beachtung der Vorgaben, Genauigkeit bei der Durchführung; Beiträge in Gruppenarbeiten**

Im Fachbereich Chemie haben insbesondere experimentelle Gruppenarbeiten einen hohen Stellenwert. Diese können als gemeinsame Durchführung und Protokollierung von Experimenten, Stationenlernen, etc. organisiert werden. Es sollte den Schülerinnen und Schülern bewusst gemacht werden, dass der prozessbezogenen Bewertung ein hoher Stellenwert zukommt. Es erfolgt also keine ausschließlich ergebnisorientierte Bewertung, sondern auch das Verhalten in der Gruppe, die Beiträge zur Problemlösung und die Fähigkeit zur Moderation und Präsentation sind wichtig. Beispielsweise wird von Seiten der Lehrkraft beobachtet, ob eine Schülerin / ein Schüler die Gruppe als Führungsperson maßgeblich lenkt und mit seinen Anregungen voranbringt oder nur nach Aufforderung kleine, vorgegebene Aufgaben durchführt.

Die Bewertung der Schülerleistung beim Experimentieren schließt auch das Verhalten beim Experimentieren, also die prozessualen Kompetenzen, mit ein. Hierzu gehören neben den oben genannten Kriterien der Grad der Selbstständigkeit, die Beachtung der Vorgaben, die Genauigkeit bei der Durchführung, die Kooperationsbereitschaft und Teamfähigkeit sowie das Verantwortungsbewusstsein.

### **zu f) Erstellen von analogen und digitalen Lernprodukten wie die Dokumentation von Aufgaben, Untersuchungen und Experimenten, Präsentationen, Protokolle, Lernplakate und Modelle**

Im Chemieunterricht spielt die Dokumentation von Ergebnissen eine zentrale Rolle. Dies betrifft einerseits, wie unter d) beschrieben, Versuchsprotokolle, die eine herausgehobene Bedeutung haben. Zusätzlich sollen die Schülerinnen und Schüler im Chemieunterricht erlernen, wie Plakate / Wandzeitungen, PowerPoint-Präsentationen oder Lernvideos (wie Stop-Motion-Videos) erstellt werden. Ein Fokus liegt dabei jeweils auf der (Kriterien gestützten) Reflektion der Produkte, die möglichst auch von Mitschülerinnen und Mitschülern durchgeführt werden soll, um deren Bewertungskompetenz zu schulen.

### **zu g) Anfertigung und Präsentation von Referaten**

Gemäß der Absprache in der Fachschaft sollen (insbesondere in der Sekundarstufe I) möglichst keine für das Verständnis der Chemie essentiellen Themen als Referatsthemen vergeben werden. Dennoch sollen die Schülerinnen und Schüler je nach Unterrichtsthema zunehmend auch an die Methodik der (Kurz-) Vorträge herangeführt werden. Hierfür sollen im Unterricht nach Möglichkeit „Grundlagen für gelungene Präsentationen“ erarbeitet werden.

### **zu h) Schriftliche Überprüfungen**

Schriftliche Übungen sind zentraler Bestandteil der Lernerfolgskontrolle. Ihr Inhalt sollte sich auf die vorausgegangene Unterrichtsreihe beziehen und i. d. R. den Stoff der letzten 6-8 Unterrichtsstunden nicht überschreiten. Pro Halbjahr sollte mindestens eine schriftliche Überprüfung in jeder Klasse / in jedem Kurs erfolgen. Die Lernerfolgskontrolle sollte rechtzeitig angekündigt werden und in der Regel 20 min nicht überschreiten. An einem Tag mit schriftlichen Arbeiten sollten nach Möglichkeit keine schriftlichen Übungen geschrieben werden. Darüber hinaus können unangekündigte Hausaufgabenüberprüfungen geschrieben werden.

## **1.2 Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht/Sonstige Mitarbeit“ in der Sekundarstufe II**

Im Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht/Sonstige Mitarbeit“ entsprechen die Inhalte und Methoden weitestgehend denen der Sekundarstufe I. Im Verlauf der gymnasialen Oberstufe ist in diesem Beurteilungsbereich sicherzustellen, dass Formen, die im Rahmen der Abiturprüfungen – insbesondere in den mündlichen Prüfungen – von Bedeutung sind, frühzeitig vorbereitet und angewendet werden.

Zu den Bestandteilen der „Sonstigen Leistungen im Unterricht/Sonstigen Mitarbeit“ zählen u.a.:

- unterschiedliche Formen der selbstständigen und kooperativen Aufgabenerfüllung (mündlich und schriftlich)
- Beiträge zum Unterricht
- von der Lehrkraft abgerufene Leistungsnachweise, wie z.B. die schriftliche Übung
- von der Schülerin oder dem Schüler vorbereitete, in abgeschlossener Form eingebrachte Elemente zur Unterrichtsarbeit, die z.B. in Form von Präsentationen, Protokollen, Referaten und Portfolios möglich werden.

Schülerinnen und Schüler bekommen durch die Verwendung unterschiedlicher Überprüfungsformen vielfältige Möglichkeiten, ihre eigene Kompetenzentwicklung darzustellen und zu dokumentieren. Der Bewertungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht/Sonstige Mitarbeit“ erfasst die im Unterrichtsgeschehen durch mündliche, schriftliche und ggf. praktische Beiträge sichtbare Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler. Der Stand der Kompetenzentwicklung in der „Sonstigen Mitarbeit“ wird sowohl durch Beobachtung während des Schuljahres (Prozess der Kompetenzentwicklung) als auch durch punktuelle Überprüfungen (Stand der Kompetenzentwicklung) festgestellt.

## **1.3 Leistungsbewertung im Bereich „Klausuren“ der Sek. II**

Über ihre unmittelbare Funktion als Instrument der Leistungsbewertung hinaus sollen Klausuren im Laufe der gymnasialen Oberstufe auch zunehmend auf die inhaltlichen und formalen Anforderungen des schriftlichen Teils der Abiturprüfungen vorbereiten. Dazu gehört u.a. auch die Schaffung angemessener Transparenz im Zusammenhang mit einer kriteriengeleiteten Bewertung (Erwartungshorizont). Operatoren beschreiben das Ausmaß der erwarteten Leistung (siehe online abrufbare Operatorenliste des Schulministeriums).

Da in Klausuren neben der Verdeutlichung des fachlichen Verständnisses auch die Darstellung bedeutsam ist, muss diesem Sachverhalt bei der Leistungsbewertung hinreichend Rechnung getragen werden. Gehäufte Verstöße gegen die sprachliche Richtigkeit führen zu einer Absenkung

der Note gemäß APO-GOST. Abzüge für Verstöße gegen die sprachliche Richtigkeit sollen nicht erfolgen, wenn diese bereits bei der Darstellungsleistung fachspezifisch berücksichtigt wurden. In der Qualifikationsphase kann im 2. Halbjahr der Q1 eine Klausur durch eine Facharbeit ersetzt werden.

**Klausurdauer:**

Stufe	Halbjahr	Anzahl	Dauer (in Minuten)
EF	1	1	90
	2	2	90
Q1	1	2	GK: 90
			LK: 150
	2	2	GK: 90
			LK: 150
Q2	1	2	GK: 150
			LK: 225

## 2. Lehrbücher

Das Buch *elemente chemie 7-10* des Klett-Verlags (ISBN-Nummer: 978-3-12-756141-8) erhalten alle Schülerinnen und Schüler der **Sekundarstufe I** als Lehrwerk.

In der **Einführungsphase** arbeiten alle Lernenden mit dem Buch *elemente Chemie Einführungsphase* des Klett-Verlags (ISBN-Nummer: 978-3-12-756870-7).

Im **Grundkurs** wird das Klett-Buch *elemente Chemie 2* (ISBN-Nummer: 978-3-12-756830-1) eingesetzt, während alle **Leistungskurs**-schülerinnen und -schüler mit dem Lehrwerk *elemente Chemie Oberstufe* vom Klett-Verlag (ISBN-Nummer: 978-3-12-756880-1) arbeiten.

## Jahrgangsstufe 7

- zweistündig -

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV 7.0: Forscher werden</b></p> <p><i>Was ist Chemie &amp; wie arbeiten Chemikerinnen und Chemiker (sicher)?</i></p> <p>ca. 8 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF 1: Stoffe und Stoffeigenschaften</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• messbare und nicht-messbare Stoffeigenschaften</li> <li>• Gemische und Reinstoffe</li> <li>• Stofftrennverfahren</li> <li>• einfache Teilchenvorstellung</li> </ul>	<p><b>Die Lernenden können ...</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Experimente sachgerecht durchführen und auswerten (E4, E5, K1).</li> <li>▪ die Bedeutung chemischer Reaktionen in der Lebenswelt begründen (B1, K4).</li> </ul>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundregeln des (kooperativen) Experimentierens</li> <li>• Gefahrstoffe, inkl. H- &amp; -Sätzen</li> <li>• Sicherheitseinrichtungen im Chemieraum</li> <li>• Relevanz der Chemie im Alltag</li> <li>• Überblick über chemierelevante Berufe</li> <li>• Unterscheidung: Beobachtung – Erklärung</li> </ul> <p><i>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stationenlernen zu „Sicherheit im Chemieunterricht“ (fakultativ)</li> </ul>
<b>Mögliche Experimente</b>			
<p><i>Lehrerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>		<p><i>Schülerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umgang mit dem Bunsenbrenner</li> </ul>	

<p><b>UV 7.1: Stoffe im Alltag</b></p> <p><i>Wie lassen sich Reinstoffe identifizieren und klassifizieren sowie aus Stoffgemischen gewinnen?</i></p> <p>ca. 18 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF 1: Stoffe und Stoffeigenschaften</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• messbare und nicht-messbare Stoffeigenschaften</li> <li>• Gemische und Reinstoffe</li> <li>• Stofftrennverfahren</li> <li>• einfache Teilchenvorstellung</li> </ul>	<p><b>Die Lernenden können ...</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reinstoffe aufgrund charakteristischer Eigenschaften (Schmelz- und Siedetemperatur, Dichte, Löslichkeit) identifizieren (UF1, UF2). <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Vernetzung:</b> Chemische Reaktion (UV 7.2)</li> </ul> </li> <li>• Stoffe aufgrund ihrer Eigenschaften klassifizieren (UF2, UF3).</li> <li>• eine geeignete messbare Stoffeigenschaft experimentell ermitteln (E4, E5, K1).</li> <li>• Experimente zur Trennung eines Stoffgemisches in Reinstoffe (Filtration, Destillation) unter Nutzung relevanter Stoffeigenschaften planen u. sachgerecht durchführen (E1, E2, E3, E4, K1).</li> <li>• die Verwendung ausgewählter Stoffe im Alltag mithilfe ihrer Eigenschaften begründen (B1, K2).</li> <li>• Aggregatzustände und deren Änderungen auf der Grundlage eines einfachen Teilchenmodells erklären (E6, K3). <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Vernetzung:</b> einfaches Atommodell (UV 7.3)</li> <li>○ <b>Synergien:</b> Aggregatzustände; Physik (UV 6.1)</li> </ul> </li> </ul>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachsprachliche Trennung von Stoff- und Teilchenebene</li> <li>• Grundaufbau Versuchsprotokoll</li> <li>• Kontext: „Speisen und Getränke - alles Chemie?“ - Wir untersuchen Lebensmittel, Getränke und ihre Bestandteile &amp; verändern Lebensmittel durch Kochen oder Backen (<b>fakultativ</b>)</li> <li>• Kontext: „Salz- und Sandgemisch“ (<b>fakultativ</b>)</li> </ul> <p><i>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protokolle unter Einsatz von Scaffoldingtechniken anfertigen (<b>fakultativ</b>)</li> </ul>
---	--	--	---

## Mögliche Experimente

### *Lehrerexperimente:*

- *Destillation von Rotwein*

### *Schülerexperimente:*

- *Stoffe (Mehl, Salz, Zucker, ...) anhand von Stoffeigenschaften identifizieren*
- *Wasser erhitzen*
- *Trennverfahren*

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV 7.2: Chemische Reaktionen in unserer Umwelt</b></p> <p><i>Woran erkennt man eine chemische Reaktion?</i></p> <p>ca. 8 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF 2: Chemische Reaktion</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffumwandlung</li> <li>• Energieumwandlung bei chemischen Reaktionen: chemische Energie, Aktivierungsenergie</li> </ul>	<p><b>Die Lernenden können ...</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• chemische Reaktionen an der Bildung von neuen Stoffen mit anderen Eigenschaften und in Abgrenzung zu physikalischen Vorgängen identifizieren (UF2, UF3). <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Vernetzung:</b> Vertiefung des Reaktionsbegriffs (UV 7.3).</li> </ul> </li> <li>• chemische Reaktionen in Form von Reaktionsschemata in Worten darstellen (UF1, K1). <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Vernetzung:</b> Weiterentwicklung der Wort- zur Reaktionsgleichung (UV 9.1).</li> </ul> </li> <li>• bei ausgewählten chemischen Reaktionen die Energieumwandlung der in den Stoffen gespeicherten Energie (chemische Energie) in andere Energieformen begründet angeben (UF1). <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Synergien:</b> Physik (UV 6.1, 6.2)</li> </ul> </li> <li>• bei ausgewählten chemischen Reaktionen die Bedeutung der Aktivierungsenergie zum Auslösen einer Reaktion beschreiben (UF1). <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Vernetzung:</b> Aufgreifen der Aktivierungsenergie bei Einführung des Katalysators (UV 9.4).</li> </ul> </li> </ul>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• exotherme und endotherme Energieverläufe</li> </ul> <p><i>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutzung der gebastelten Modelle zum Energieverlauf (<b>fakultativ</b>)</li> <li>• Besuch bei der Feuerwehr Bad Münstereifel (<b>fakultativ</b>)</li> <li>• Betrachtung chemischer Reaktionen auf der Phänomenebene ausreichend; Entscheidung über eine Betrachtung auf Diskontinuumsebene (Teilchenebene) liegt bei der jeweiligen Lehrkraft</li> </ul>

- |  |  |   |  |
|--|--|---|--|
|  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• einfache chemische Reaktionen sachgerecht durchführen und auswerten (E4, E5, K1).</li> <li>• chemische Reaktionen anhand von Stoff- und Energieumwandlungen auch im Alltag identifizieren (E2, UF4).</li> <li>• die Bedeutung chemischer Reaktionen in der Lebenswelt begründen (B1, K4).</li> </ul> |  |
|--|--|---|--|

**Vorschläge für Experimente**

*Lehrerexperimente:*

- *Synthese von Eisensulfid*

*Schülerexperimente:*

- *Erhitzen von Eisennagel, Eisenwolle, Eisenpulver*
- *Glimmspanprobe*
- *Kalkwasserprobe mit dem Kohlenstoffdioxid aus Mineralwasser*

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV 7.3: Facetten der Verbrennungsreaktion</b></p> <p><i>Was ist eine Verbrennung?</i></p> <p>ca. 20 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF 3: Verbrennung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbrennung als Reaktion mit Sauerstoff: Oxidbildung, Zündtemperatur, Zerteilungsgrad</li> <li>• chemische Elemente und Verbindungen: Analyse, Synthese</li> <li>• Nachweisreaktionen</li> <li>• Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen: Wasser als Oxid</li> <li>• Gesetz von der Erhaltung der Masse</li> <li>• einfaches Atommodell (Dalton)</li> </ul>	<p><b>Die Lernenden können ...</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• anhand von Beispielen Reinstoffe in chemische Elemente und Verbindungen einteilen (UF2, UF3).</li> <li>• die wichtigsten Bestandteile des Gasgemisches Luft, ihre Eigenschaften und Anteile nennen (UF1, UF4).</li> <li>• die Verbrennung als eine chemische Reaktion mit Sauerstoff identifizieren und als Oxidbildung klassifizieren (UF3). <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Vernetzung:</b> Einführung der Sauerstoff-übertragungsreaktionen (UV 7.4)</li> <li>○ <b>Vernetzung:</b> Weiterentwicklung des Begriffs Oxidbildung zum Konzept der Oxidation (UV 9.2)</li> </ul> </li> <li>• die Analyse und Synthese von Wasser als Beispiel für die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen beschreiben (UF1).</li> <li>• mit einem einfachen Atommodell Massenänderungen bei chemischen Reaktionen mit Sauerstoff erklären (E5, E6). <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Vernetzung:</b> Weiterentwicklung des einfachen zum differenzierten Atommodell (UV 8.1)</li> </ul> </li> </ul>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontext „Brände und Brandbekämpfung“</li> <li>• Kontext „Katastrophe von Fukushima“ (<b>fakultativ</b>)</li> <li>• Nachweisreaktionen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <i>Glimmspanprobe</i></li> <li>○ <i>Knallgasprobe</i></li> <li>○ <i>Kalkwasserprobe</i></li> <li>○ <i>Kupfersulfat</i></li> <li>○ <i>Watesmo-Papier</i> (<b>fakultativ</b>)</li> </ul> </li> </ul> <p><i>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lego®-Modell zur Massenerhaltung (<b>fakultativ</b>)</li> <li>• Demonstrations-Modell eines Brennstoffzellenautos (vgl. Nachhaltigkeitskonzept) (<b>fakultativ</b>)</li> <li>• Besuch der Kläranlage Arloff als außerschulischer Lernort (<b>fakultativ</b>)</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachweisreaktionen von Gasen (Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoffdioxid) und Wasser durchführen (E4).</li> <li>• den Verbleib von Verbrennungsprodukten (Kohlenstoffdioxid, Wasser) mit dem Gesetz von der Erhaltung der Masse begründen (E3, E6, E7, K3).</li> <li>• in vorgegebenen Situationen Handlungsmöglichkeiten zum Umgang mit brennbaren Stoffen zur Brandvorsorge sowie mit offenem Feuer zur Brandbekämpfung bewerten und sich begründet für eine Handlung entscheiden (B2, B3, K4).</li> <li>• Vor- und Nachteile einer ressourcenschonenden Energieversorgung auf Grundlage der Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen am Beispiel von Wasser beschreiben (B1).</li> </ul>	
--	--	---	--

**Vorschläge für Experimente**

<p><i>Lehrerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Knallgasprobe</i></li> <li>• <i>Streichholz-Luftballon-Versuch zur Massenerhaltung</i></li> <li>• <i>Blaues und weißes Kupfersulfat</i></li> </ul>	<p><i>Schülerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Kupferbrief</i></li> </ul>
---	--

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV 7.4: Vom Rohstoff zum Metall</b></p> <p><i>Wie lassen sich Metalle aus Rohstoffen gewinnen?</i></p> <p>ca. 14 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF 4: Metalle und Metallgewinnung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zerlegung von Metalloxiden</li> <li>• Sauerstoffübertragungsreaktionen</li> <li>• edle und unedle Metalle</li> <li>• Metallrecycling</li> </ul>	<p><b>Die Lernenden können ...</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• chemische Reaktionen, bei denen Sauerstoff abgegeben wird, als Zerlegung von Oxiden klassifizieren (UF3). <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Vernetzung:</b> energetische Betrachtungen bei chemischen Reaktionen (UV 7.2)</li> <li>○ <b>Vernetzung:</b> Vertiefung Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen (UV 7.3)</li> <li>○ <b>Vernetzung:</b> Vertiefung Element und Verbindung (UV 7.3)</li> <li>○ <b>Vernetzung:</b> Weiterentwicklung des Begriffs der Zerlegung von Metalloxiden zum Konzept der Reduktion (UV 9.2)</li> </ul> </li> <li>• ausgewählte Metalle aufgrund ihrer Reaktionsfähigkeit mit Sauerstoff als edle und unedle Metalle ordnen (UF2, UF3).</li> <li>• Experimente zur Zerlegung von ausgewählten Metalloxiden hypothesen-geleitet planen und geeignete Reaktionspartner auswählen (E3, E4). <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Synergien:</b> Versuchsreihen anlegen; Biologie (UV 5.1, 5.4)</li> </ul> </li> <li>• Sauerstoffübertragungsreaktionen im Sinne des Donator-Akzeptor-Konzeptes</li> </ul>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontext „Das Leben des Ötzi“ (<b>fakultativ</b>)</li> <li>• Kontext „Der Hochofen - ein großtechnischer Prozess“ (<b>fakultativ</b>)</li> <li>• Kontext „Stahl - ein Hightechprodukt“ (<b>fakultativ</b>)</li> </ul> <p><i>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Besuch eines außerschulischen Lernortes zur Metallgewinnung (Kooperation mit außerschulischem Partner) (<b>fakultativ</b>)</li> </ul>

		<p>modellhaft erklären (E6).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ausgewählte Verfahren zur Herstellung von Metallen erläutern und ihre Bedeutung für die gesellschaftliche Entwicklung beschreiben (E7).</li> <li>• die Bedeutung des Metallrecyclings im Zusammenhang mit Ressourcenschonung und Energieeinsparung beschreiben und auf dieser Basis das eigene Konsum- und Entsorgungsverhalten bewerten (B1, B4, K4).</li> <li>• Maßnahmen zum Löschen von Metallbränden auf der Grundlage der Sauerstoffübertragungsreaktion begründet auswählen (B3)</li> </ul>	
--	--	--	--

**Vorschläge für Experimente**

<p><i>Lehrerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Thermit-Versuch</i></li> </ul>	<p><i>Schülerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Versuche zur Leitfähigkeit</i></li> <li>• <i>Reaktion von Kupferoxid mit Holzkohle (und Kalkwassernachweis)</i></li> </ul>
---	--

## Jahrgangsstufe 8

- einstündig -

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV 8.1: Elementfamilien schaffen Ordnung</b></p> <p><i>Lassen sich die chemischen Elemente anhand ihrer Eigenschaften sinnvoll ordnen?</i></p> <p>ca. 30 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF 5: Elemente und ihre Ordnung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• physikalische und chemische Eigenschaften von Elementen der Elementfamilien: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Alkalimetalle</li> <li>○ Halogene</li> <li>○ Edelgase</li> </ul> </li> <li>• Periodensystem der Elemente</li> <li>• differenzierte Atommodelle</li> <li>• Atombau: Elektronen, Neutronen, Protonen, Elektronenkonfiguration</li> </ul>	<p><b>Die Lernenden können ...</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorkommen und Nutzen ausgewählter chemischer Elemente und ihrer Verbindungen in Alltag und Umwelt beschreiben (UF1).</li> <li>• chemische Elemente anhand ihrer charakteristischen physikalischen und chemischen Eigenschaften den Elementfamilien zuordnen (UF3).</li> <li>• aus dem Periodensystem der Elemente wesentliche Informationen zum Atombau der Hauptgruppenelemente (Elektronenkonfiguration, Atommasse) herleiten (UF3, UF4, K3).</li> <li>• physikalische und chemische Eigenschaften von Alkalimetallen, Halogenen und Edelgasen mithilfe ihrer Stellung im Periodensystem begründet vorhersagen (E3).</li> <li>• die Entwicklung eines differenzierten Kern-Hülle-Modells auf der Grundlage von Experimenten, Beobachtungen und</li> </ul>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurzüberblick: Erdalkalimetalle</li> <li>• Isotope</li> </ul> <p><i>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PSE-Puzzle von LNCU (<i>fakultativ</i>)</li> <li>• Hotelmodell (<i>fakultativ</i>)</li> <li>• Erstellung von Plakaten zu Elementfamilien / der Geschichte des PSE (<i>fakultativ</i>)</li> <li>• Erstellung und kriteriengestützte Evaluation von Erklärvideos zu Elementfamilien oder (als Sicherung) zum Rutherford'schen Atommodell (<i>Medienkompetenz</i>) (<i>fakultativ</i>)</li> </ul>

		<p>Schlussfolgerungen beschreiben (E2, E6, E7).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Vernetzung:</b> einfaches Atommodell (UV 7.3)</li> <li>○ <b>Synergien:</b> Elektronen; Physik (UV 6.3)</li> <li>○ <b>Synergien:</b> einfaches Elektronen-Atomrumpf-Modell; Physik (UV 9.6)</li> <li>○ <b>Synergien:</b> Aufbau von Atomen, Atomkernen, Isotopen; Physik (UV 10.3)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Aussagekraft verschiedener Kern-Hülle-Modelle beschreiben (E6, E7).</li> <li>• vor dem Hintergrund der begrenzten Verfügbarkeit eines chemischen Elements bzw. seiner Verbindungen Handlungsoptionen für ein ressourcenschonendes Konsumverhalten entwickeln (B3).</li> </ul>	
<b>Vorschläge für Experimente</b>			
<p><i>Lehrerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Lithium in Wasser</i></li> <li>• <i>Natrium in Wasser</i></li> </ul>		<p><i>Schülerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Flammenfärbungen</i></li> </ul>	

## Jahrgangsstufe 9

- zweistündig -

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV 9.1: Die Welt der Mineralien</b></p> <p><i>Wie lassen sich die besonderen Eigenschaften der Salze anhand ihres Aufbaus erklären?</i></p> <p>ca. 22 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF 6: Salze und Ionen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ionenbindung: Anionen, Kationen, Ionengitter, Ionenbildung</li> <li>• Eigenschaften von Ionenverbindungen: Kristalle, Leitfähigkeit von Salzschnmelzen/-lösungen</li> <li>• Gehaltsangaben</li> <li>• Verhältnisformel: Gesetz der konstanten Massenverhältnisse, Atomanzahlverhältnis, Reaktionsgleichung</li> </ul>	<p><b>Die Lernenden können ...</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ausgewählte Eigenschaften von Salzen mit ihrem Aufbau aus Ionen und der Ionenbindung erläutern (UF1). <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Vernetzung:</b> Atombau: Elektronenkonfiguration (UV 8.1)</li> <li>○ <b>Vernetzung:</b> Ionen in sauren und alkalischen Lösungen (UV 10.2)</li> </ul> </li> <li>• an einem Beispiel die Salzbildung unter Einbezug energetischer Betrachtungen auch mit Angabe einer Reaktionsgleichung in Ionenschreibweise erläutern (UF2). <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Vernetzung:</b> Anbahnung der Elektronenübertragungsreaktionen (UV 9.2)</li> <li>○ <b>Synergien:</b> Elektrische Ladungen; Physik (UV 9.6)</li> </ul> </li> <li>• den Gehalt von Salzen in einer Lösung durch Eindampfen ermitteln (E4).</li> <li>• an einem Beispiel das Gesetz der konstanten Massenverhältnisse erklären</li> </ul>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitfähigkeit von Salzlösungen</li> <li>• Einstieg in die Formelsprache</li> </ul> <p><i>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ionengitter aus Knete bauen &amp; Stop-Motion-Videos aufnehmen (<b>Medienkompetenz</b>) (fakultativ)</li> <li>• Lego®-Modell zur Einführung der Formelsprache (fakultativ)</li> </ul>

- |  |  |   |  |
|--|--|---|--|
|  |  | <p>und eine chemische Verhältnisformel herleiten (E6, E7, K1).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• unter Umwelt- und Gesundheitsaspekten die Verwendung von Salzen im Alltag reflektieren (B1).</li> </ul> |  |
|--|--|---|--|

**Vorschläge für Experimente**

*Lehrerexperimente:*

- 

*Schülerexperimente:*

- *Leitfähigkeit von Salzlösungen / Getränken*
- *Abdampfen von Leitungs-, Mineral- und destilliertem Wasser*
- *Halogenid-Nachweis mit Silbernitrat*
- *Kristallzüchtung*

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV 9.2: Energie aus chemischen Reaktionen</b></p> <p><i>Wie lässt sich die Übertragung von Elektronen nutzbar machen?</i></p> <p>ca. 16 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF 7: Chemische Reaktionen durch Elektronenübertragung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen</li> <li>• Oxidation, Reduktion</li> <li>• Energiequellen: Galvanisches Element, Akkumulator, Batterie, Brennstoffzelle</li> <li>• Elektrolyse</li> </ul>	<p><b>Die Lernenden können ...</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Abgabe von Elektronen als Oxidation einordnen (UF3).</li> <li>• die Aufnahme von Elektronen als Reduktion einordnen (UF3).</li> <li>• Reaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen als Elektronenübertragungsreaktionen deuten und diese auch mithilfe digitaler Animationen und Teilgleichungen erläutern (UF1). <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Vernetzung:</b> Übungen zum Aufstellen von Reaktionsgleichungen (UV 9.1)</li> <li>○ <b>Synergien:</b> funktionales Thematisieren der Metallbindung; Physik (UV 9.6)</li> </ul> </li> <li>• die chemischen Prozesse eines galvanischen Elements und einer Elektrolyse unter dem Aspekt der Umwandlung in Stoffen gespeicherter Energie in elektrische Energie und umgekehrt erläutern (UF2, UF4).</li> <li>• den grundlegenden Aufbau und die Funktionsweise einer Batterie, eines Akkumulators und einer Brennstoffzelle beschreiben (UF1). <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Vernetzung:</b> Thematisierung des Aufbaus und der Funktionsweise komplexerer Batterien und anderer</li> </ul> </li> </ul>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sprachensible Gestaltung der Symbolschreibweise mit Formulierungshilfen</li> <li>• Bezug zum E-Waste-Race (Teilnahme der Schule im März 2024)</li> <li>▪ Kontext „Dem Rost auf der Spur“ / „Metallüberzüge: nicht nur Schutz vor Korrosion“ / „Zukunftssichere Energieversorgung“ / „Das Ende des Ölzeitalters?“ / „Mobilität- die Zukunft des Autos“ / „Strom ohne Steckdose“ (<b>fakultativ</b>)</li> <li>▪ Energiebilanzen</li> </ul> <p><i>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einbezug digitaler Animationen</li> <li>• Erstellung und kriteriengestützte Evaluation von Erklärvideos oder Powerpoint®-gestützten Referaten zu Energiequellen (<b>Medienkompetenz</b>) (<b>fakultativ</b>)</li> </ul>

		<p>Energiequellen (Gk Q1 UV 3; LK Q1 UV 2)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimente planen, die eine Einordnung von Metallionen hinsichtlich ihrer Fähigkeit zur Elektronenaufnahme erlauben und diese sachgerecht durchführen (E3, E4).</li> <li>• Elektronenübertragungsreaktionen im Sinne des Donator-Akzeptor-Prinzips modellhaft erklären (E6). <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Vernetzung:</b> Anwendung und Transfer der Kenntnisse zur Ionenbildung auf die Elektronenübertragung (UV 9.1)</li> </ul> </li> <li>• Kriterien für den Gebrauch unterschiedlicher elektrochemischer Energiequellen im Alltag reflektieren (B2, B3, K2).</li> </ul>	
--	--	--	--

**Vorschläge für Experimente**

<p><i>Lehrerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Elektrolyse von Zinkiodid</i></li> </ul>	<p><i>Schülerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Baukasten Elektrochemie</i></li> <li>• <i>Modell-Autos</i></li> </ul>
---	---

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV 9.3: Gase in unserer Atmosphäre</b></p> <p><i>Welche Gase befinden sich in der Atmosphäre und wie sind deren Moleküle bzw. Atome aufgebaut?</i></p> <p>ca. 12 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF 8: Molekülverbindungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unpolare (und polare) Elektronenpaarbindung</li> <li>• Elektronenpaarabstoßungsmodell: Lewis-Schreibweise, räumliche Strukturen</li> </ul>	<p><b>Die Lernenden können ...</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• an ausgewählten Beispielen die Elektronenpaarbindung erläutern (UF1). <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Vernetzung:</b> Atombau: Elektronenkonfiguration (UV 8.1)</li> <li>○ <b>Vernetzung:</b> polare Elektronenpaarbindung (UV 10.1)</li> </ul> </li> <li>• mithilfe der Lewis-Schreibweise den Aufbau einfacher Moleküle beschreiben (UF1). <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Vernetzung:</b> ausgewählte Stoffklassen der organischen Chemie (UV 10.5)</li> </ul> </li> <li>• die räumliche Struktur von Molekülen mit dem Elektronenpaarabstoßungsmodell veranschaulichen (E6, K1).</li> <li>• unterschiedliche Darstellungen von Modellen kleiner Moleküle auch mithilfe einer Software vergleichend gegenüberstellen (B1, K1, K3).</li> </ul>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <p><i>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutzung des Molekülbaukastens</li> <li>• Stationenlernen zum Kugelwolkenmodell (<b>fakultativ</b>)</li> <li>• Darstellung kleiner Moleküle auch mit der Software Chem-sketch (<b>Medienkompetenz</b>) (<b>fakultativ</b>)</li> </ul>
<b>Vorschläge für Experimente</b>			
<p><i>Lehrerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Entzünden eines Wasserstoffballons</i></li> </ul>		<p><i>Schülerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV 9.4: Gase, wichtige Ausgangsstoffe für Industrierohstoffe</b></p> <p><i>Wie lassen sich wichtige Rohstoffe aus Gasen synthetisieren?</i></p> <p>ca. 10 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF 8: Molekülverbindungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Katalysator</li> </ul>	<p><b>Die Lernenden können ...</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Synthese eines Industrierohstoffs aus Synthesegas (z.B. Methan oder Ammoniak) auch mit Angabe von Reaktionsgleichungen erläutern (UF1, UF2). <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Vernetzung:</b> Treibhauseffekt (UV 10.5)</li> </ul> </li> <li>• die Wirkungsweise eines Katalysators modellhaft an der Synthese eines Industrierohstoffs erläutern (E6). <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Vernetzung:</b> Aktivierungsenergie (UV 7.2)</li> </ul> </li> <li>• Informationen für ein technisches Verfahren zur Industrierohstoffgewinnung aus Gasen mithilfe digitaler Medien beschaffen und Bewertungskriterien auch unter Berücksichtigung der Energiespeicherung festlegen (B2, K2).</li> </ul>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiederholung des Begriffs „Aktivierungsenergie“</li> </ul> <p><i>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Kontext: Treibhauseffekt (fakultativ)</i></li> </ul>
<b>Vorschläge für Experimente</b>			
<p><i>Lehrerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Verbrennung von Methan (mit Kalkwassernachweis)</i></li> </ul>		<p><i>Schülerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV 9.5: Wasser, mehr als ein Lösemittel</b></p> <p><i>Wie lassen sich die besonderen Eigenschaften des Wassers erklären?</i></p> <p>ca. 10 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF 8: Molekülverbindungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (Unpolare und) polare Elektronenpaarbindung</li> <li>• Elektronenpaarabstoßungsmodell: Lewis-Schreibweise, räumliche Strukturen, Dipolmoleküle</li> <li>• zwischenmolekulare Wechselwirkungen: Wasserstoffbrücken, Wasser als Lösemittel</li> </ul>	<p><b>Die Lernenden können ...</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• an ausgewählten Beispielen die Elektronenpaarbindung erläutern (UF1). <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Vernetzung:</b> Atombau: Elektronenkonfiguration (UV 8.1)</li> <li>○ <b>Vernetzung:</b> unpolare Elektronenpaarbindung (UV 9.3)</li> </ul> </li> <li>• mithilfe der Lewis-Schreibweise den Aufbau einfacher Moleküle beschreiben (UF1).</li> <li>• die räumliche Struktur von Molekülen mit dem Elektronenpaarabstoßungsmodell veranschaulichen (E6, K1).</li> <li>• unterschiedliche Darstellungen von Modellen kleiner Moleküle auch mithilfe einer Software vergleichend gegenüberstellen (B1, K1, K3).</li> <li>• die Temperaturänderung beim Lösen von Salzen in Wasser erläutern (E1, E2, E6).</li> <li>• typische Eigenschaften von Wasser mithilfe des Dipol-Charakters der Wassermoleküle und der Ausbildung von Wasserstoffbrücken zwischen den Molekülen erläutern (E2, E6). <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Vernetzung:</b> saure und alkalische Lösungen (UV 10.2)</li> </ul> </li> </ul>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fokus auf Polaritäten und Wechselwirkungen, Lösen von Salzen (inkl. exo- und endotherm)</li> <li>• Wasser-, Ammoniak- und Chlorwasserstoffmoleküle als Dipole</li> <li>• Vergleich verschiedener Darstellungsformen von Wassermolekülen</li> <li>• Kontext „hotpacks und coolpacks“ (<b>fakultativ</b>)</li> </ul> <p><i>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stop-Motion-Videos zur Hydratisierung von Salzen erstellen (<b>Medienkompetenz</b>) (<b>fakultativ</b>)</li> <li>• „Filmleiste“ als Visualisierungshilfe (Material LNCU) (<b>fakultativ</b>)</li> </ul>

## Vorschläge für Experimente

### *Lehrerexperimente:*

- 

### *Schülerexperimente:*

- *Ablenkung Wasserstrahl mit Luftballon*
- *Versuche zur Oberflächenspannung*

## Jahrgangsstufe 10

- zweistündig -

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV 10.1: Saure und alkalische Lösungen in unserer Umwelt</b></p> <p><i>Welche Eigenschaften haben saure und alkalische Lösungen?</i></p> <p>ca. 10 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF 9: Saure und alkalische Verbindungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Eigenschaften saurer und alkalischer Lösungen</li> <li>Ionen in sauren und alkalischen Lösungen</li> </ul>	<p><b>Die Lernenden können ...</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>die Eigenschaften von sauren und alkalischen Lösungen mit dem Vorhandensein charakteristischer hydratisierter Ionen erklären (UF1). <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Vernetzung:</b> Aufbau Ionen (UV 9.1)</li> <li><b>Vernetzung:</b> Wasser als Lösemittel (UV 10.1)</li> </ul> </li> <li>charakteristische Eigenschaften von sauren Lösungen (elektrische Leitfähigkeit, Reaktionen mit Metallen, Reaktionen mit Kalk) und alkalischen Lösungen ermitteln und auch unter Angabe von Reaktionsgleichungen erläutern (E4, E5, E6). <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Vernetzung:</b> Säuren und Basen als Protonendonatoren und Protonenakzeptoren (UV 10.3)</li> </ul> </li> <li>beim Umgang mit sauren und alkalischen Lösungen Risiken und Nutzen abwägen und angemessene</li> </ul>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Scaffolding-Techniken zum Sprachgebrauch „Säure und Lauge“ (Alltagssprache) vs. saure und alkalische Lösung (Fachsprache) (vgl. Vereinbarungen zum sprachsensiblen Fachunterricht)</li> <li>Kontext „Reinigungsmittel“ / „Säuren und Laugen im Alltag“ / „Haut und Haar, alles im neutralen Bereich“ / „Waldschäden durch Verbrennungsprodukte“ (fakultativ)</li> </ul> <p><i>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li></li> </ul>

		Sicherheitsmaßnahmen begründet auswählen (B3). <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aussagen zu sauren, alkalischen u. neutralen Lösungen in analogen u. digitalen Medien kritisch hinterfragen (B1, K2).</li> </ul>	
<b>Vorschläge für Experimente</b>			
<i>Lehrerexperimente:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>		<i>Schülerexperimente:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Rotkohlversuch</i></li> </ul>	

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV 10.2: Reaktionen von sauren mit alkalischen Lösungen</b></p> <p><i>Wie reagieren saure und alkalische Lösungen miteinander?</i></p> <p>ca. 9 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF 9: Saure und alkalische Verbindungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Neutralisation und Salzbildung</li> <li>• einfache stöchiometrische Berechnungen: Stoffmenge, Stoffmengenkonzentration</li> <li>• Protonenabgabe und -aufnahme an einfachen Beispielen</li> </ul>	<p><b>Die Lernenden können ...</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Protonendonatoren als Säuren und Protonenakzeptoren als Basen klassifizieren (UF3). <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Vernetzung:</b> Strukturmodell Ammoniak-Molekül (UV 9.3)</li> <li>○ <b>Vernetzung:</b> ausführliche Betrachtung des Säure-Base-Konzepts nach Brønsted (GK Q1 UV 1; LK Q1 UV1)</li> </ul> </li> <li>• an einfachen Beispielen die Vorgänge der Protonenabgabe und -aufnahme beschreiben (UF1). <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Vernetzung:</b> saure und alkalische Lösungen (UV 10.2)</li> </ul> </li> <li>• Neutralisationsreaktionen und Salzbildungen erläutern (UF1).</li> <li>• ausgehend von einfachen stöchiometrischen Berechnungen Hypothesen und Reaktionsgleichungen zur Neutralisation von sauren bzw. alkalischen Lösungen aufstellen und experimentell überprüfen (E3, E4). <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Vernetzung:</b> Verfahren der Titration (GK Q1 UV 1; LK Q1 UV1)</li> </ul> </li> <li>• eine ausgewählte Neutralisationsreaktion auf Teilchenebene als digitale Präsentation gestalten (E6, K3).</li> </ul>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einblick in das Säure-Base-Konzept nach Brønsted sowie Übungsaufgaben dazu</li> <li>• Einführung der Begriffe einprotonig, einbasig, etc.</li> </ul> <p><i>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• digitale Präsentation einer Neutralisationsreaktion auf Teilchenebene als Erklärvideo (<b>Medienkompetenz</b>)</li> </ul>
<p><b>Vorschläge für Experimente</b></p>			

*Lehrerexperimente:*

- *Ammoniak-Springbrunnen*

*Schülerexperimente:*

- *Titration von Essig*

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV 10.3: Risiken und Nutzen bei der Verwendung saurer und alkalischer Lösungen</b></p> <p><i>Wie geht man sachgerecht mit sauren und alkalischen Lösungen um?</i></p> <p>ca. 7 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF 9: Saure und alkalische Lösungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenschaften saurer und alkalischer Lösungen</li> <li>• Ionen in sauren und alkalischen Lösungen</li> <li>• Neutralisation und Salzbildung</li> </ul>	<p><b>Die Lernenden können ...</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Neutralisationsreaktionen und Salzbildungen erläutern (UF1).</li> <li>• charakteristische Eigenschaften von sauren Lösungen (elektrische Leitfähigkeit, Reaktionen mit Metallen, Reaktionen mit Kalk) und alkalischen Lösungen ermitteln und auch unter Angabe von Reaktionsgleichungen erläutern (E4, E5, E6). <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Vernetzung:</b> organische Säuren (GK Q1 UV 2; LK Q1 UV1)</li> </ul> </li> <li>• den pH-Wert einer Lösung bestimmen und die pH-Wertskala mithilfe von Verdünnungen ableiten (E4, E5, K1). <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Vernetzung:</b> pH-Wert (GK Q1 UV 2; LK Q1 UV1)</li> <li>○ <b>Synergien:</b> ggf. Anwendung Logarithmus (Mathematik UV 10.5)</li> </ul> </li> <li>• ausgehend von einfachen stöchiometrischen Berechnungen Hypothesen und Reaktionsgleichungen zur Neutralisation von sauren bzw. alkalischen Lösungen aufstellen und experimentell überprüfen (E3, E4).</li> <li>• beim Umgang mit sauren und alkalischen Lösungen Risiken und Nutzen abwägen und angemessene</li> </ul>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition des pH-Wertes über den Logarithmus nur nach Absprache mit der Fachschaft Mathematik, alternativ: Gk Q1 UV 2</li> </ul> <p><i>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontext „Friseursalon“ / Reinigung im Haushalt (fakultativ)</li> </ul>

		<p>Sicherheitsmaßnahmen begründet auswählen (B3).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aussagen zu sauren, alkalischen und neutralen Lösungen in analogen und digitalen Medien kritisch hinterfragen (B1, K2).</li> </ul>	
<b>Vorschläge für Experimente</b>			
<p><i>Lehrerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Wirkweise von Schwefelsäure auf ein Taschentuch</i></li> </ul>		<p><i>Schülerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Reaktion saurer Lösungen mit Marmor / Magnesium / Zink</i></li> <li>• <i>Leitfähigkeit saurer Lösungen</i></li> </ul>	

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV 10.4: Alkane und Alkanole in Natur und Technik</b></p> <p><i>Wie können Alkane und Alkanole nachhaltig verwendet werden?</i></p> <p>ca. 16 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF 10: Organische Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgewählte Stoffklassen der organischen Chemie: Alkane und Alkanole</li> <li>• Zwischenmolekulare Wechselwirkungen: Van-der-Waals-Kräfte</li> <li>• Treibhauseffekt</li> </ul>	<p><b>Die Lernenden können ...</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• organische Molekülverbindungen aufgrund ihrer Eigenschaften in Stoffklassen einordnen (UF3).</li> <li>• ausgewählte organische Verbindungen nach der systematischen Nomenklatur benennen (UF2). <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Vernetzung:</b> ausführliche Behandlung der Regeln der systematischen Nomenklatur (EF UV 4)</li> </ul> </li> <li>• Treibhausgase und ihre Ursprünge beschreiben (UF1). <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Synergien:</b> Treibhauseffekt (Erdkunde Klasse 5 UV 10)</li> </ul> </li> <li>• räumliche Strukturen von Kohlenwasserstoffmolekülen auch mithilfe von digitalen Modellen veranschaulichen (E6, K1).</li> <li>• typische Stoffeigenschaften wie Löslichkeit und Siedetemperatur von ausgewählten Alkanen und Alkanolen ermitteln und mithilfe ihrer Molekülstrukturen und zwischenmolekularen Wechselwirkungen erklären (E4, E5, E6).</li> <li>• Messdaten von Verbrennungsvorgängen fossiler und regenerativer Energierohstoffe digital beschaffen und vergleichen (E5, K2).</li> </ul>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• christliches Schulprofil: Bewahrung der Schöpfung</li> <li>• Einführung der Schreibweisen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Summenformel</li> <li>○ Strukturformel</li> <li>○ Halbstrukturformel</li> <li>○ Skelettschreibweise (fakultativ)</li> </ul> </li> </ul> <p><i>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergleich verschiedener Darstellungsformen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ digital (z. B. Chems sketch) (Medienkompetenz)</li> <li>○ zeichnerisch</li> <li>○ Modellbaukasten</li> </ul> </li> <li>• Methode Podiumsdiskussion (fakultativ)</li> </ul>

- |  |  |   |  |
|--|--|---|--|
|  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vor- und Nachteile der Nutzung von fossilen und regenerativen Energieträgern unter ökologischen, ökonomischen und ethischen Gesichtspunkten diskutieren (B4, K4). <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Vernetzung:</b> Behandlung des Kohlenstoffkreislaufs (EF UV2)</li> </ul> </li> </ul> |  |
|--|--|---|--|

**Vorschläge für Experimente**

*Lehrerexperimente:*

- 

*Schülerexperimente:*

- *Alkoholische Gärung*
- *Rotweindestillation*
- *Reaktion von Ouzo mit Wasser*
- *Viskosität von Alkoholen*

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV 10.5: Vielseitige Kunststoffe</b></p> <p><i>Warum werden bestimmte Kunststoffe im Alltag verwendet?</i></p> <p>ca. 8 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF 10: Organische Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Makromoleküle: ausgewählte Kunststoffe</li> </ul>	<p><b>Die Lernenden können ...</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Abfolge verschiedener Reaktionen in einem Stoffkreislauf erklären (UF4). <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Vernetzung:</b> ausführliche Behandlung von Kunststoffsynthesen (GK Q2 UV2, LK Q2 UV1)</li> </ul> </li> <li>• die vielseitige Verwendung von Kunststoffen im Alltag mit ihren Eigenschaften begründen (UF2).</li> <li>• ausgewählte Eigenschaften von Kunststoffen auf deren makromolekulare Struktur und räumliche Anordnung zurückführen (E6).</li> <li>• am Beispiel eines chemischen Produkts Kriterien hinsichtlich Verwendung, Ökonomie, Recyclingfähigkeit und Umweltverträglichkeit abwägen und im Hinblick auf die Verwendung einen eigenen sachlich fundierten Standpunkt beziehen (B3, B4, K4).</li> </ul>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• christliches Schulprofil: Bewahrung der Schöpfung</li> <li>• Beitrag des Faches Chemie zum schulweiten Projekttag „Nachhaltigkeit“ (<b>fakultativ</b>)</li> <li>• einfache Stoffkreisläufe im Zusammenhang mit dem Recycling von Kunststoffen als Abfolge von Reaktionen (<b>fakultativ</b>)</li> </ul> <p><i>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellung von Cartoons (<b>Medienkompetenz</b>) (<b>fakultativ</b>)</li> <li>• Methode Podiumsdiskussion (<b>fakultativ</b>)</li> </ul>
<b>Vorschläge für Experimente</b>			
<p><i>Lehrerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Festigkeit &amp; thermische Eigenschaften von Kunststoffen</i></li> </ul>		<p><i>Schülerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Superabsorber in Babywindeln</i></li> <li>• <i>Schwimmverhalten von Kunststoffen</i></li> </ul>	

## Jahrgangsstufe EF

- dreistündig -

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV I: 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. 30 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF: Organische Stoffklassen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Hydroxygruppe</li> <li>○ Carbonylgruppe</li> <li>○ Carboxygruppe</li> <li>○ Estergruppe</li> </ul> </li> <li>• Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur</li> <li>• Elektronenpaarbindung             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Einfach- und Mehrfachbindungen</li> <li>○ Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> </ul> </li> <li>• Konstitutionsisomerie</li> <li>• intermolekulare Wechselwirkungen</li> <li>• Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen</li> </ul>	<p><b>Die Lernenden...</b></p> <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</li> </ul>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einstiegsdiagnose als Eigen- oder Fremddiagnose:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Elektronenpaarbindung</li> <li>○ Zwischenmolekulare WWK</li> <li>○ Stoffklasse der Alkane und deren Nomenklatur</li> <li>○ <b>Vernetzung:</b> Nomenklatur (UV 10.5)</li> </ul> </li> <li>• Einführung der Schreibweisen:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Summenformel</li> <li>○ Strukturformel</li> <li>○ Halbstrukturformel</li> <li>○ Skelettschreibweise</li> </ul> </li> <li>• Betrachtung der physikalischen und chemischen Eigenschaften; Training: Auswerten von Diagrammen</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estersynthese</li> </ul>	<p>Kohlenstoffverbindungen dar und erklären die Molekülgeometrie mithilfe des EPA-Modells (E7, S13).</p> <ul style="list-style-type: none"> <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, E4).</li> <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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Untersuchen der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen des Ethanols</li> <li>• Berechnung des Blutalkoholgehalts &amp; Methode der Gaschromatographie zur Blutalkoholbestimmung (fakultativ)</li> <li>• Alternativer Einstieg über Graphit, Diamant, Fullerene etc. möglich (fakultativ)</li> <li>• Kontext: „Alkohole in Kosmetikartikeln“ (fakultativ)</li> </ul> <p>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeit mit den Modellbaukästen</li> <li>• Experimentelle Erarbeitung der Oxidationsreihe der Alkohole (fakultativ)</li> <li>• Arbeit mit dem Methodenkoffer rund um „Alkoholprävention“ (fakultativ)</li> <li>• Synergien: fachübergreifender Bezug zur Biologie und Rechtskunde-AG</li> <li>• Erarbeitung eines digitalen Fließschemas zum Abbau von Ethanol im menschlichen Körper (Medienkompetenz) (fakultativ)</li> <li>• Recherche zur Funktion von Alkoholen in Kosmetikartikeln mit</li> </ul>
--	---	--	--

			anschließender Bewertung (Medienkompetenz) (fakultativ) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Freiarbeit: Aus vorgegebenen Namen selbst auf die Regeln schließen (fakultativ)</li> <li>• arbeitsteilige Gruppenarbeit inkl. Recherche zur Löslichkeit der Alkohole („Haushalt“, „Kosmetika“, „Frostschutz in Natur und Technik“ sowie „Lebensmittel“ (Medienkompetenz) (fakultativ)</li> </ul>
<b>Mögliche Experimente</b>			
<i>Lehrerexperimente:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Oxidationsreihe der Alkohole</i></li> </ul>		<i>Schülerexperimente:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Rätselhafter Ouzo</i></li> <li>• <i>Löslichkeit von Alkoholen</i></li> <li>• <i>Fehling / Tollens</i></li> </ul>	

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV II: 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. 14 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF: Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit</li> <li>• Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (Kc)</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>Die Lernenden...</b></p> <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><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition der Reaktionsgeschwindigkeit und deren quantitative Erfassung durch Auswertung entsprechender Messreihen (<b>fakultativ</b>)</li> <li>• Einfluss der Konzentration, Temperatur und des Zerteilungsgrades auf die Reaktionsgeschwindigkeit</li> <li>• Stoßtheorie</li> <li>• Geschwindigkeitsgesetz, Geschwindigkeitskonstante</li> <li>• Räumliche Orientierung</li> <li>• Mindestenergie (RGT-Regel)</li> <li>• Kontext: „Dreiwege-Katalysator / Bio-Katalysator“ (<b>fakultativ</b>) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Synergien:</b> fachübergreifender Bezug zur Biologie</li> </ul> </li> </ul> <p><i>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutzung der Styropormodelle (<b>fakultativ</b>)</li> <li>• Nutzung des „Disko-Modells“ (<b>fakultativ</b>)</li> <li>• Nutzung von Animationen</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planung und Durchführung qualitativer Experimente zum Entkalken von Gegenständen aus dem Haushalt mit ausgewählten Säuren (fakultativ)</li> <li>• Materialgestützte Erarbeitung der Funktionsweise eines Katalysators und Betrachtung unterschiedlicher Anwendungsbereiche in Industrie und Alltag (fakultativ)</li> </ul>
--	--	--	---

**Vorschläge für Experimente**

<p><i>Lehrerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	<p><i>Schülerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Eierschale und Essig</i></li> <li>• <i>Marmor + Salzsäure</i></li> <li>• <i>Metall + Salzsäure</i></li> <li>• <i>Einfluss von Druck, Temperatur und Zerteilungsgrad auf die Reaktionsgeschwindigkeit (qualitativ)</i></li> </ul>
--	--

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV III: Aroma- und Zusatzstoffe in Lebensmitteln</b></p> <p><i>Fußnoten in der Speisekarte – Was verbirgt sich hinter den sogenannten E-Nummern?</i></p> <p><i>Fruchtiger Duft im Industriegebiet – Wenn mehr Frucht benötigt wird als angebaut werden kann</i></p> <p>ca. 16 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF: Organische Stoffklassen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Hydroxygruppe</li> <li>○ Carbonylgruppe</li> <li>○ Carboxylgruppe</li> <li>○ Estergruppe</li> </ul> </li> <li>• Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Löslichkeit</li> <li>○ Schmelztemperatur</li> <li>○ Siedetemperatur</li> </ul> </li> <li>• Elektronenpaarbindung: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Einfach- und Mehrfachbindungen</li> <li>○ Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> </ul> </li> <li>• Konstitutionsisomerie</li> <li>• intermolekulare Wechselwirkungen</li> <li>• Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen</li> <li>• Estersynthese</li> </ul> <p><b>Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionskinetik: Beeinflussung der</li> </ul>	<p><b>Die Lernenden...</b></p> <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), (VB B Z3).</li> <li>• beschreiben die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtes anhand ausgewählter Reaktionen (S7, S15, K10).</li> <li>• bestimmen rechnerisch Gleichgewichtslagen ausgewählter Reaktionen mithilfe des</li> </ul>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialgestützte Erarbeitung der Stoffklasse der Carbonsäuren hinsichtlich ihres Einsatzes als Lebensmittelzusatzstoff und experimentelle Untersuchung der konservierenden Wirkung ausgewählter Carbonsäuren</li> <li>• Diskussion um die Ausbeute nach Herleitung und Einführung des Massenwirkungsgesetzes, ggf. mithilfe der Gaschromatographie (<i>fakultativ</i>)</li> <li>• Bewertung des Einsatzes von Konservierungs- und Aromastoffen in der Lebensmittelindustrie (<i>fakultativ</i>)</li> </ul> <p><i>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> </ul>

	<p>Reaktionsgeschwindigkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (<math>K_c</math>)</li> <li>• natürlicher Stoffkreislauf – technisches Verfahren</li> <li>• Steuerung chemischer Reaktionen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Oberfläche</li> <li>○ Konzentration</li> <li>○ Temperatur</li> <li>○ Druck</li> </ul> </li> <li>• Katalyse</li> </ul>	<p>Massenwirkungsgesetzes und interpretieren diese (S7, S8, S17).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• simulieren den chemischen Gleichgewichtszustand als dynamisches Gleichgewicht auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge (E6, E9, S15, K10) (MKR 1.2).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Veranschaulichung des chemischen Gleichgewichts durch ausgewählte Modellexperimente, z.B. Apfelkrieg, Stechheber, Kugelspiel, Streichholzversuch</li> <li>• Kontext „Lernfirma Gummi Fructus“ (RAAbits) (<i>fakultativ</i>)</li> <li>• Erstellung eines informierenden Blogbeitrages, der über natürliche, naturidentische und synthetische Aromastoffe aufklärt (<i>fakultativ</i>)</li> </ul>
<b>Vorschläge für Experimente</b>			
<i>Lehrerexperimente:</i>		<i>Schülerexperimente:</i>	
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Konservierende Wirkung der Carbonsäuren</i></li> <li>• <i>Estersynthese</i></li> </ul>	

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV IV: Kohlenstoffkreislauf und Klima</b></p> <p><i>Welche Auswirkungen hat ein Anstieg der Emission an Kohlenstoffdioxid auf die Versauerung der Meere?</i></p> <p><i>Welchen Beitrag kann die chemische Industrie durch die Produktion eines synthetischen Kraftstoffes zur Bewältigung der Klimakrise leisten?</i></p> <p>ca. 20 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF: Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit</li> <li>• Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (Kc)</li> <li>• natürlicher Stoffkreislauf</li> <li>• technisches Verfahren</li> <li>• Steuerung chemischer Reaktionen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Oberfläche</li> <li>○ Konzentration</li> <li>○ Temperatur</li> <li>○ Druck</li> </ul> </li> <li>• Katalyse</li> </ul>	<p><b>Die Lernenden...</b></p> <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>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fokussierung auf anthropogene Einflüsse hinsichtlich zusätzlicher Kohlenstoffdioxidemissionen <b>(fakultativ)</b></li> <li>• Exemplarische Vertiefung durch experimentelle Erarbeitung des Kohlenstoffdioxid-Gleichgewichtes und Erarbeitung des Prinzips von Le Chatelier <b>(fakultativ)</b></li> <li>• Beurteilen die Folgen des menschlichen Eingriffs in natürliche Stoffkreisläufe <b>(fakultativ)</b></li> <li>• Kontext „Kohlenstoffkreislauf, Ozeanversauerung“ / „Haber-Bosch-Verfahren“ / Verknüpfung zu ethischen Fragen: Fritz Haber: Zwischen Welternährung und Vernichtungswaffe / „Methanolsynthese im Rahmen der Diskussion um alternative Antriebe in der Binnenschifffahrt“ <b>(fakultativ)</b></li> </ul> <p><i>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</i></p>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialgestützte Erarbeitung des natürlichen Kohlenstoffkreislaufes (fakultativ)</li> <li>• Arbeitsteilige Gruppenarbeit zum Prinzip von Le Chatelier (fakultativ)</li> <li>• Nutzung von Animationen zum MWG (Medienkompetenz) (fakultativ)</li> <li>• Einführung oder Vertiefung der Methode der Concept Map (fakultativ)</li> <li>• Podiumsdiskussion Klimawandel: „Speicherung – eine Lösung des CO<sub>2</sub>-Problems? (fakultativ)</li> </ul>
--	--	--	---

**Vorschläge für Experimente**

<p><i>Lehrerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Reaktion von Eisen(III)-chlorid- und Kaliumthiocyanat-Lösung</i></li> </ul>	<p><i>Schülerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Bildung und Spaltung eines Esters</i></li> <li>• <i>Stechheber-Versuch</i></li> </ul>
--	---

## Jahrgangsstufe Q1 GK

- dreistündig -

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV I: Saure und basische Reiniger im Haushalt</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 lässt sich die Säure- bzw. Basenkonzentration bestimmen?</i></p> <p><i>Wie lassen sich saure und alkalische Lösungen entsorgen?</i></p> <p>ca. 32 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF: Säuren, Basen und analytische Verfahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protolysereaktionen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Säure-Base-Konzept nach Brønsted</li> <li>○ 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 Lösungen von starken Säuren und starken Basen</li> </ul> </li> <li>• analytische Verfahren: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung)</li> <li>○ Nachweise von Ionen</li> <li>○ Säure-Base-Titrationen von starken Säuren und</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Die Lernenden ...</b></p> <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> </ul>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiederholung bzw. Einführung von: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Säure-Base-Konzept nach Brønsted</li> <li>○ pH-Wert-Skala</li> <li>○ pH-Wert-Berechnungen von starken Säuren und Basen</li> <li>○ <b>Vernetzung:</b> saure und alkalische Lösungen (UV 10.2); Brønsted (UV 10.3)</li> </ul> </li> <li>• Autoprotolyse des Wassers</li> <li>• <math>K_w</math>-Wert</li> <li>• Stärke von Säuren und Basen</li> <li>• <math>pK_S</math> und <math>pK_B</math></li> <li>• detaillierte Beschreibung von Titrationskurven</li> <li>• Kontext „saure, alkalische und neutrale Reiniger“ (<b>fakultativ</b>)</li> </ul>

	<p>starken Basen (mit Umschlagspunkt)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• energetische Aspekte: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Erster Hauptsatz der Thermodynamik</li> <li>○ Neutralisationsenthalpie</li> <li>○ Kalorimetrie</li> </ul> </li> <li>• Ionengitter, Ionenbindung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <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 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> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialgestützte Erarbeitung des Enthalpiebegriffs am Beispiel der Neutralisationsenthalpie im Kontext der fachgerechten Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen (fakultativ)</li> </ul> <p>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zur Wiederholung des chemischen Gleichgewichts und der Ableitung des pKs-Wertes von schwachen Säuren (fakultativ) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Reaktion von Kalk mit Essigreiniger</li> <li>○ Reaktion von Urinsteinlöser auf Salzsäurebasis</li> </ul> </li> <li>• Erarbeitung von Praxistipps und digitale Darstellung, z.B. als Sketchnotes, für die sichere Nutzung von Reinigern im Haushalt hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und ihres Gefahrenpotentials (Medienkompetenz) (fakultativ)</li> </ul>
--	--	--	--

- |  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  | <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> |  |
|--|--|--|--|

**Vorschläge für Experimente**

*Lehrerexperimente:*

- *Synthese von Salzsäure*

*Schülerexperimente:*

- *pH-Messungen von Alltagsprodukten*
- *Rotkohlversuch*
- *Reaktion von Kalk mit Essigreiniger*
- *Reaktion von Urinsteinlöser auf Salzsäurebasis*
- *Konzentrationsbestimmung durch Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt in verschiedenen Reinigern (Essigreiniger, Urinsteinlöser, Abflussreiniger) oder Essig oder Weißwein*

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV II: 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></p> <p>ca. 12-14 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF: Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protolysereaktionen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Säure-Base-Konzept nach Brønsted</li> <li>○ 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 Lösungen von starken Säuren und starken Basen</li> </ul> </li> <li>• analytische Verfahren: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung)</li> <li>○ Nachweise von Ionen</li> <li>○ Säure-Base-Titrationen von starken Säuren und starken Basen (mit Umschlagspunkt)</li> </ul> </li> <li>• energetische Aspekte: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Erster Hauptsatz der Thermodynamik</li> <li>○ Neutralisationsenthalpie</li> <li>○ Kalorimetrie</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Die Lernenden...</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• deuten endotherme und exotherme Lösungsvorgänge bei Salzen unter Berücksichtigung der Gitter- und Solvatationsenergie (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 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><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einstiegsdiagnose zur Ionenbindung <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Vernetzung:</b> Ionenbindung (UV 9.1)</li> </ul> </li> <li>• Kontext „Blutpuffer“ (<i>fakultativ</i>)</li> </ul> <p><i>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recherche zur Verwendung, Wirksamkeit und möglichen Gefahren verschiedener ausgewählter Salze in Alltagsbezügen einschließlich einer kritischen Reflexion (<i>fakultativ</i>)</li> <li>• Materialgestützte Untersuchung der Lösungswärme verschiedener Salze zur Beurteilung der Eignung für den Einsatz in selbsterhitzenden und kühlenden Verpackungen (<i>fakultativ</i>)</li> <li>• Bewertungsaufgabe zur Nutzung von selbsterhitzenden Verpackungen (<i>fakultativ</i>)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ionengitter, Ionenbindung</li> </ul>		
<b>Vorschläge für Experimente</b>			
<i>Lehrerexperimente:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>		<i>Schülerexperimente:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Praktikum zu den Eigenschaften von Salzen und zu ausgewählten Nachweisreaktionen der verschiedenen Ionen in den Salzen</i></li> </ul>	

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV III: Mobile Energieträger im Vergleich</b></p> <p><i>Wie unterscheiden sich die Spannungen verschiedener Redoxsysteme?</i></p> <p><i>Wie sind Batterien und Akkumulatoren aufgebaut?</i></p> <p><i>Welcher Akkumulator ist für den Ausgleich von Spannungsschwankungen bei regenerativen Energien geeignet?</i></p> <p>ca. 18 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF: 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>	<p><b>Die Lernenden...</b></p> <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 Funktionsweise einer galvanischen Zelle hinsichtlich der chemischen Prozesse auch mit digitalen Werkzeugen und berechnen die jeweilige Zellspannung (S3, S17, E6, K11), (MKR 1.2).</li> <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> </ul>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnose bekannter Inhalte aus der SI <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>○ Wiederholung der Ionenbindung</li> <li>○ <b>Vernetzung:</b> Ionenbindung (UV 9.1); Elektronenübertragungsreaktionen (UV 9.2)</li> <li>○ Erarbeitung der Metallbindung</li> </ul> </li> <li>• Syn- und Disproportionierung (<b>fakultativ</b>)</li> <li>• Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element): Messung von Spannung und Stromfluss (elektrochemische Doppelschicht) (<b>fakultativ</b>)</li> </ul> <p><i>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse der Bestandteile von Batterien anhand von Anschauungsobjekten (<b>fakultativ</b>)</li> <li>• virtuelles Messen von weiteren galvanischen Zellen, Berechnung</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <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>der Zellspannung bei Standardbedingungen (Bildung von Hypothesen zur Spannungsreihe, Einführung der Spannungsreihe) (fakultativ)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hypothesenentwicklung zum Ablauf von Redoxreaktionen und experimentelle Überprüfung (fakultativ)</li> <li>Modellexperiment einer Zink-Luft-Zelle, Laden und Entladen eines Zink-Luft-Akkus (Vergleich galvanische Zelle – Elektrolyse) (fakultativ)</li> <li>Lernzirkel zu Batterie- und Akkutypen (fakultativ) <ul style="list-style-type: none"> <li>Vernetzung: Batterien, Akkus, Brennstoffzellen (UV 9.2)</li> </ul> </li> <li>Lernaufgabe: Bedeutung von Akkumulatoren für den Ausgleich von Spannungsschwankungen bei der Nutzung regenerativen Stromquellen (fakultativ)</li> <li>Referate / Präsentationen / Lernvideos zu verschiedenen Batterien und Akkus (Medienkompetenz) (fakultativ)</li> </ul>
--	--	---	--

**Vorschläge für Experimente**

<p><i>Lehrerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Zinkiodid-Elektrolyse (qualitativ und quantitativ)</li> </ul>	<p><i>Schülerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Experimente zu Reaktionen von verschiedenen Metallen und Salzlösungen</li> <li>Salzsäure reagiert mit verschiedenen Metallen</li> <li>Bau eines Daniell-Elements</li> </ul>
---	--

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV IV: 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. 19 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF: Elektrochemische Prozesse und Energetik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>• Galvanische Zellen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell),</li> <li>○ Ionenbindung</li> <li>○ elektrochemische Spannungsreihe</li> <li>○ elektrochemische Spannungsquellen</li> <li>○ Berechnung der Zellspannung</li> </ul> </li> <li>• Elektrolyse</li> <li>• alternative Energieträger</li> <li>• Korrosion: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sauerstoff- und Säurekorrosion</li> <li>○ Korrosionsschutz</li> </ul> </li> <li>• energetische Aspekte: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Erster Hauptsatz der Thermodynamik</li> <li>○ Standardreaktionsenthalpien</li> <li>○ Satz von Hess</li> <li>○ heterogene Katalyse</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Die Lernenden...</b></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>• 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 Energiewandler hinsichtlich Effizienz und Nachhaltigkeit auch mithilfe von recherchierten thermodynamischen Daten (B2, B4, E8, K3, K12), (VB D Z1, Z3).</li> </ul>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasserstoff als Autoantrieb: Verbrennungsreaktion in der Brennstoffzelle (Erarbeitung der heterogenen Katalyse); Aufbau der PEM-Brennstoffzelle (fakultativ)</li> </ul> <p><i>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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 (fakultativ)</li> <li>• Kontext Kupferherstellung zur Betrachtung der ökologischen und ökonomischen Betrachtungsweise des Stromverbrauchs (fakultativ)</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung von Kriterien zum Autokauf in Bezug auf verschiedene Treibstoffe (Wasserstoff, Erdgas, Autogas, Benzin und Diesel) (fakultativ)</li> <li>• Podiumsdiskussion zum Einsatz der verschiedenen Energieträger im Auto mit Blick auf eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität mit festgelegten Positionen (fakultativ)</li> <li>• 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) (fakultativ)</li> <li>• Erstellung eines digitalen Comics / Referaten / Präsentationen / Lernvideos zu alternativen Energieträgern (Medienkompetenz) (fakultativ)</li> </ul>
--	--	--	--

**Vorschläge für Experimente**

<p><i>Lehrerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Demonstration der Miniatur-Brennstoffzelle</i></li> <li>• <i>Hoffmannscher Wasserersetzer: Elektrolyse von Wasser</i></li> </ul>	<p><i>Schülerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Bestimmung des energetischen Wirkungsgrads der PEM-Brennstoffzelle</i></li> </ul>
---	---

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV V: Korrosion von Metallen</b></p> <p><i>Wie kann man Metalle vor Korrosion schützen?</i></p> <p>ca. 8 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF: Elektrochemische Prozesse und Energetik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>• Galvanische Zellen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell)</li> <li>○ Ionenbindung</li> <li>○ elektrochemische Spannungsreihe</li> <li>○ elektrochemische Spannungsquellen</li> <li>○ Berechnung der Zellspannung</li> </ul> </li> <li>• Elektrolyse</li> <li>• alternative Energieträger</li> <li>• Korrosion: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sauerstoff- und Säurekorrosion</li> <li>○ Korrosionsschutz</li> </ul> </li> <li>• energetische Aspekte: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Erster Hauptsatz der Thermodynamik</li> <li>○ Standardreaktionsenthalpien</li> <li>○ Satz von Hess</li> <li>○ heterogene Katalyse</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Die Lernenden...</b></p> <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>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontext „Brückenschäden“ (fakultativ)</li> </ul> <p><i>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erarbeitung einer Mindmap von Korrosionsfolgen anhand von Abbildungen, Materialproben, Informationen zu den Kosten und ökologischen Folgen (fakultativ)</li> <li>• Experimente zu Korrosionsschutzmaßnahmen entwickeln und experimentell überprüfen (fakultativ)</li> <li>• Diskussion der Nachhaltigkeit verschiedener Korrosionsschutzmaßnahmen (fakultativ)</li> </ul>

## Vorschläge für Experimente

### Lehrerexperimente:

- 

### Schülerexperimente:

- *Experimentelle Untersuchungen zur Säure- und Sauerstoffkorrosion, Bildung eines Lokalelements, Opferanode (z.B. RAAbits-Verlag)*

## Jahrgangsstufe Q2 GK

- dreistündig -

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV VI: 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>ca. 30 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF: Reaktionswege der organischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Hydroxygruppe</li> <li>○ Carbonylgruppe</li> <li>○ Carboxygruppe</li> <li>○ Estergruppe</li> <li>○ Aminogruppe</li> </ul> </li> <li>• Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>• Elektronenpaarbindung: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Einfach- und Mehrfachbindungen</li> <li>○ Oxidationszahlen</li> <li>○ Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> </ul> </li> <li>• Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie)</li> <li>• inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> </ul>	<p><b>Die Lernenden...</b></p> <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). <i>(Medienkompetenz)</i></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 die Reaktionsmechanismen der radikalischen Substitutions- und elektrophilen Additionsreaktion unter Berücksichtigung der spezifischen Reaktionsbedingungen auch mit digitalen Werkzeugen (S8, S9, S14, E9, K11).</li> </ul>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einstiegsdiagnose <ul style="list-style-type: none"> <li>○ organische Stoffklassen</li> <li>○ funktionelle Gruppen</li> <li>○ Nomenklatur</li> <li>○ Isomerie</li> <li>○ Struktur-Eigenschaftsbeziehungen</li> <li>○ <b>Vernetzung:</b> Stoffklassen Organik, Nomenklatur (UV 10.5)</li> </ul> </li> <li>• Anlegen einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (mit dem Ziel einer fortlaufenden Ergänzung)</li> <li>• Reaktionsmechanismen „radikalische Substitution“ und „elektrophile Addition“ inkl.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Naturstoffe: Fette</li> <li>• Reaktionsmechanismen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Radikalische Substitution</li> <li>○ elektrophile Addition</li> </ul> </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: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Struktur und Eigenschaften</li> <li>○ Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere)</li> </ul> </li> <li>• Kunststoffsynthese: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen</li> <li>○ Polymerisation</li> </ul> </li> <li>• Rohstoffgewinnung und -verarbeitung</li> <li>• Recycling: Kunststoffverwertung</li> </ul>	<p>(Medienkompetenz)</p> <ul style="list-style-type: none"> <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>• 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).  → Christliches Schulprofil: Bewahrung der Schöpfung</li> </ul>	<p>Stabilität von Zwischenprodukten (+I/-I-Effekt)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialgestützte Vertiefung der Nomenklaturregeln für Alkane, Alkene, Alkine und Halogenalkane einschließlich ihrer Isomere</li> </ul> <p>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein Reaktionsbaum wird in der Reihe sukzessiv entwickelt und gliedert das Thema. Er gibt den SuS eine Übersicht (Advance Organizer) (fakultativ)</li> <li>• Die einzelnen Mechanismen können durch verschiedene Methoden erarbeitet werden, wie z.B. Strukturlegetechnik, Stopmotion-Videos, Streichholzlegetechnik, Puzzle u.v.m. (z.T. Medienkompetenz) (fakultativ)</li> <li>• Brainstorming zu Produkten, die aus Erdöl hergestellt werden, Fokussierung auf Herstellung von Plastiktüten (PE-Verpackungen) (fakultativ)</li> <li>• Materialgestützte Erarbeitung des Crackprozesses zur Herstellung von Ethen (Alkenen) als</li> </ul>
--	---	---	--

			<p>Ausgangsstoff für die Herstellung von Polyethylen (fakultativ)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Materialgestützte Erarbeitung der Synthese des Polyethylens durch die radikalische Polymerisation (fakultativ)</li><li>• Gruppenpuzzle zur Entsorgung von PE-Abfällen (Deponierung, thermisches Recycling, rohstoffliches Recycling) mit anschließender Bewertung der verschiedenen Verfahren (fakultativ)</li><li>• Abschließende Zusammenfassung: Erstellung eines digitalen Schaubildes oder Fließdiagramms über den Weg einer PE-Verpackung (Plastiktüte) von der Herstellung aus Erdöl bis hin zur möglichen Verwertung (Medienkompetenz) (fakultativ)</li><li>• Exkursion zum Chemiebetrieb Greven in Bad Münstereifel (fakultativ)</li></ul>
--	--	--	---

## Vorschläge für Experimente

### *Lehrerexperimente:*

- *Radikalische Substitution mit Brom (Videoversuch)*
- *Unterscheidung der gesättigten Edukte und ungesättigten Produkte mit Bromwasser*

### *Schülerexperimente:*

-

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV VII: 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. 20 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF: Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Hydroxygruppe</li> <li>○ Carbonylgruppe</li> <li>○ Carboxygruppe</li> <li>○ Estergruppe</li> <li>○ Aminogruppe</li> </ul> </li> <li>• Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>• Elektronenpaarbindung: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Einfach- und Mehrfachbindungen</li> <li>○ Oxidationszahlen</li> <li>○ Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> </ul> </li> <li>• Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie)</li> <li>• inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>• Naturstoffe: Fette</li> <li>• Reaktionsmechanismen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Radikalische Substitution</li> <li>○ elektrophile Addition</li> </ul> </li> <li>• Estersynthese: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Homogene Katalyse</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Die Lernenden ...</b></p> <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 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 Eigenschaften organischer Werkstoffe durch und werten diese aus (E4, E5).</li> <li>• planen zielgerichtet anhand der</li> </ul>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortführung der tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (siehe UV VI)</li> <li>• Klassifizierung der Kunststoffe in Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere durch materialgestützte Auswertung der Experimente; Struktur-Eigenschaftsprinzip (<i>fakultativ</i>)</li> <li>• Exkurs: Polyurethan – Polyaddition (<i>fakultativ</i>)</li> </ul> <p><i>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anknüpfen an vorangegangenes Unterrichtsvorhaben: Recherche zu weiteren Kunststoffen für Verpackungsmaterialien (Verwendung, Herstellung, eingesetzte Monomere) (<i>fakultativ</i>)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Prinzip von Le Chatelier</li> </ul> <p><b>Moderne Werkstoffe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kunststoffe: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Struktur und Eigenschaften</li> <li>○ Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere)</li> </ul> </li> <li>• Kunststoffsynthese: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen</li> <li>○ Polymerisation</li> </ul> </li> <li>• Rohstoffgewinnung und -verarbeitung</li> <li>• Recycling: Kunststoffverwertung</li> </ul>	<p>Eigenschaften verschiedener Kunststoffe</p> <p>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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gruppenpuzzle zur Erarbeitung der Herstellung, Entsorgung und Untersuchung der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen ausgewählter Kunststoffe in Alltagsbezügen (Expertengruppen) (fakultativ) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Funktionsbekleidung aus Polyester</li> <li>○ Gleitschirme aus Polyamid</li> <li>○ chirurgisches Nahtmaterial aus Polymilchsäure</li> <li>○ Babywindeln mit Superabsorber</li> </ul> </li> <li>• Bewertungsaufgabe von Kunststoffen aus Erdöl (z. B. Polyester) und nachwachsenden Rohstoffen (z. B. Milchsäure) hinsichtlich ihrer Herstellung, Verwendung und Entsorgung (fakultativ)</li> <li>• Physikalische und chemische Eigenschaften der Kunststoffe – Ein Stationenlernen zu Dichte, Brennbarkeit, Verschmelzung, Lösungsmittelbeständigkeit, Elastizität von Kunststoffen (fakultativ)</li> <li>• Erarbeitung der Reaktionswege der radikalischen Polymerisation (&amp; Wiederholung +I-Effekts) zur Herstellung von Polyethylen (Duschgelflaschen) oder Polystyrol (Joghurtbecher) (fakultativ)</li> </ul>
--	--	---	--

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung der Reaktionsgleichung (Polykondensation) im Schülerexperiment &amp; Strukturlegetechnik (Pullover aus Polyester) (fakultativ)</li> <li>• Kontext „Polycarbonat (CD)“ / „Der Natur abgeschaut – Polyamide“</li> <li>• Alles Müll? – Erarbeitung von Wiederverwertungsmöglichkeiten von Kunststoffen im Gruppenpuzzle; Verknüpfung mit dem Aspekt der Nachhaltigkeit (fakultativ)</li> <li>• Vom Granulat zur Gießkanne – Verarbeitungsmöglichkeiten von Kunststoffen – (Rückgriff auf Erkenntnisse über die Eigenschaften der Kunststoffe) (fakultativ)</li> </ul>
--	--	--	---

**Vorschläge für Experimente**

<p><i>Lehrerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Brennbarkeit von Kunststoffen</i></li> </ul>	<p><i>Schülerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Praktikum zur Untersuchung der Kunststoffeigenschaften (u. a. Kratzfestigkeit, Bruchsicherheit, Verformbarkeit) anhand von verschiedenen Kunststoffproben (z. B. PE, PP, PS, PVC, PET)</i></li> </ul>
---	---

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV VIII: 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. 20 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF: Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Hydroxygruppe</li> <li>○ Carbonylgruppe</li> <li>○ Carboxygruppe</li> <li>○ Estergruppe</li> <li>○ Aminogruppe</li> </ul> </li> <li>• Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>• Elektronenpaarbindung: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Einfach- und Mehrfachbindungen</li> <li>○ Oxidationszahlen</li> <li>○ Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> </ul> </li> <li>• Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie)</li> <li>• inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>• Naturstoffe: Fette</li> <li>• Reaktionsmechanismen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Radikalische Substitution</li> <li>○ elektrophile Addition</li> </ul> </li> <li>• Estersynthese: Homogene</li> </ul>	<p><b>Die Lernenden...</b></p> <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 (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</li> </ul>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortführung der tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (siehe UV VI, VII)</li> <li>• Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der Eigenschaften von ausgewählten fett- und ölhaltigen Lebensmitteln: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aufbau und Eigenschaften (Löslichkeit) von gesättigten und ungesättigten Fetten</li> <li>○ Fetthärtung: Hydrierung von Fettsäuren</li> <li>○ Wiederholung von Redoxreaktionen (fakultativ)</li> </ul> </li> <li>• Materialgestützte Bewertung der Qualität von verarbeiteten Fetten, auch in Bezug auf Ernährungsempfehlungen (fakultativ)</li> </ul> <p><i>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</i></p>

	Katalyse, Prinzip von Le Chatelier	Lebensmitteltechnik und der eigenen Ernährung (B7, B8, K8).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau, Verwendung, Planung der Herstellung des Wachsesters Myristylmyristat mit Wiederholung der Estersynthese (fakultativ)</li> <li>• Experimentelle Erarbeitung der Synthese von Myristylmyristat (fakultativ) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ermittlung des chemischen Gleichgewichts und der Ausbeute</li> <li>○ Einfluss von Konzentrationsänderungen</li> <li>○ Le Chatelier</li> <li>○ Bedeutung von Katalysatoren)</li> </ul> </li> <li>• Gruppenpuzzle: Le Chatelier (fakultativ)</li> </ul>
--	------------------------------------	---	---

**Vorschläge für Experimente**

<p><i>Lehrerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentelle Unterscheidung von gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (Jodzahl)</li> <li>• Hydrierung von Olivenöl mit Nickelkatalysator</li> </ul>	<p><i>Schülerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>
--	---

## Jahrgangsstufe Q1 LK

- fünfstündig -

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV I: 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><i>Wie lassen sich saure und alkalische Lösungen entsorgen?</i></p> <p>ca. 40 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF: Säuren, Basen und analytische Verfahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protolysereaktionen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Säure-Base-Konzept nach Brønsted</li> <li>○ 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 Lösungen von Säuren und Basen</li> <li>○ Puffersysteme</li> </ul> </li> <li>• Löslichkeitsgleichgewichte</li> <li>• analytische Verfahren: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung)</li> <li>○ Nachweise von Ionen</li> <li>○ Säure-Base-Titrationen</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Die Lernenden...</b></p> <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</li> </ul>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der Eigenschaften von ausgewählten sauren, alkalischen und neutralen Reinigern zur Wiederholung bzw. Einführung von <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Säure-Base-Konzept nach Brønsted</li> <li>○ pH-Wert-Skala</li> <li>○ pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen</li> <li>○ <b>Vernetzung:</b> saure und alkalische Lösungen (UV 10.2), Brønsted (UV 10.3)</li> </ul> </li> <li>• Vergleich der Reaktion von Kalk mit Essigreiniger und Urinsteinlöser auf Salzsäurebasis <ul style="list-style-type: none"> <li>○ zur Wiederholung des chemischen Gleichgewichts</li> </ul> </li> </ul>

	<p>(mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ potentiometrische pH-Wert-Messung</li> <li>• energetische Aspekte: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Erster Hauptsatz der Thermodynamik</li> <li>○ Neutralisationsenthalpie</li> <li>○ Lösungsenthalpie</li> <li>○ Kalorimetrie</li> </ul> </li> <li>• Entropie</li> <li>• Ionengitter, Ionenbindung</li> </ul>	<p>resultierenden Säure-/Base-Konstanten (S2, S7).</p> <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,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ zur Ableitung des pKS-Werts von schwachen Säuren (fakultativ)</li> <li>• Ableitung des pKB-Werts von schwachen Basen</li> <li>• pH-Wert-Berechnungen von starken und schwachen Säuren und Basen in verschiedenen Reinigern (Essigreiniger, Urinsteinlöser, Abflussreiniger, Fensterreiniger) zur Auswahl geeigneter Indikatoren (Konzentrationsbestimmung mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt) (fakultativ)</li> </ul> <p>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erarbeitung von Praxistipps für die sichere Nutzung von Reinigern im Haushalt zur Beurteilung von sauren und basischen Reinigern hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und ihres Gefahrenpotentials (fakultativ)</li> <li>• Materialgestützte Erarbeitung des Enthalpiebegriffs am Beispiel der Neutralisationsenthalpie im Kontext der fachgerechten Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen (fakultativ)</li> </ul>
--	--	--	--

		<p>Basen und Salzen als Inhaltsstoffe in Alltagsprodukten und leiten 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).</li> </ul>	
--	--	--	--

**Vorschläge für Experimente**

<p><i>Lehrerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	<p><i>Schülerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Praktikum zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen in verschiedenen Reinigern, auch unter Berücksichtigung mehrprotoniger Säuren</i></li> <li>• <i>Experimentelle Untersuchung von Möglichkeiten zur Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen</i></li> <li>• <i>pH-Messungen von Alltagsprodukten</i></li> <li>• <i>Rotkohlversuch</i></li> <li>• <i>Reaktion von Kalk mit Essigreiniger</i></li> <li>• <i>Reaktion von Urinsteinlöser auf Salzsäurebasis</i></li> <li>• <i>Konzentrationsbestimmung durch Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt in verschiedenen Reinigern (Essigreiniger, Urinsteinlöser, Abflussreiniger) oder Essig oder Weißwein</i></li> </ul>
--	---

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV II: 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></p> <p><i>Welche Bedeutung haben Salze für den menschlichen Körper?</i></p> <p>ca. 26 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF: Säuren, Basen und analytische Verfahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protolysereaktionen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Säure-Base-Konzept nach Brønsted</li> <li>○ 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 Lösungen von Säuren und Basen</li> <li>○ Puffersysteme</li> </ul> </li> <li>• Löslichkeitsgleichgewichte</li> <li>• analytische Verfahren: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung),</li> <li>○ Nachweise von Ionen</li> <li>○ Säure-Base-Titrationen (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve)</li> <li>○ potentiometrische pH-Wert-Messung</li> </ul> </li> <li>• energetische Aspekte: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Erster Hauptsatz der Thermodynamik</li> <li>○ Neutralisationsenthalpie</li> <li>○ Lösungsenthalpie</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Die Lernenden...</b></p> <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> <li>• berechnen pH-Werte wässriger Lösungen von Säuren und Basen auch bei nicht vollständiger Protolyse (S17).</li> </ul>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einstiegsdiagnose zur Ionenbindung <ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Vertiefung:</b> Ionenbindung (UV 9.1)</li> </ul> </li> <li>• Materialgestützte Erarbeitung einer Erklärung von endothermen Lösungsvorgängen zur Einführung der Entropie</li> <li>• Bewertungsaufgabe zur Nutzung von selbsterhitzenden Verpackungen (<b>fakultativ</b>)</li> <li>• Materialgestützte Erarbeitung der Funktion und Zusammensetzung von Puffersystemen im Kontext des menschlichen Körpers, z.B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Kohlensäure-Hydrogencarbonatpuffer im Blut</li> <li>○ Dihydrogenphosphat-Hydrogenphosphatpuffer im Speichel</li> <li>○ Ammoniak-Ammoniumpuffer in der Niere</li> </ul> </li> </ul> <p>einschließlich der gesundheitlichen Folgen bei Veränderungen der pH-Werte in den entsprechenden Körperflüssigkeiten (<b>fakultativ</b>)</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Kalorimetrie</li> <li>• Entropie</li> <li>• Ionengitter, Ionenbindung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <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> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendungsaufgaben zum Löslichkeitsprodukt im Kontext der menschlichen Gesundheit, z.B.: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Bildung von Zahnstein</li> <li>○ Bildung von Nierensteinen</li> <li>○ Funktion von Magnesiumhydroxid als Antazidum (fakultativ)</li> </ul> </li> </ul> <p>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recherche zur Verwendung, Wirksamkeit und möglichen Gefahren verschiedener ausgewählter Salze in Alltagsbezügen einschließlich einer kritischen Reflexion (fakultativ)</li> <li>• Recherche zur Bedeutung von Salzen für den menschlichen Körper <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Regulation des Wasserhaushalts</li> <li>○ Funktion der Nerven und Muskeln</li> <li>○ Regulation des Säure-Base-Haushalts (fakultativ)</li> </ul> </li> </ul>
--	---	---	---

- |  |  |   |  |
|--|--|---|--|
|  |  | <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).</li> </ul> |  |
|--|--|---|--|

### Vorschläge für Experimente

#### *Lehrerexperimente:*

- *Synthese von Salzsäure*

#### *Schülerexperimente:*

- *Praktikum zu den Eigenschaften von Salzen und zu ausgewählten Nachweisreaktionen der verschiedenen Ionen in den Salzen*
- *Praktikum zur Untersuchung der Lösungswärme verschiedener Salze zur Beurteilung der Eignung für den Ein-satz in selbsterhitzenden und kühlen-den Verpackungen*
- *Untersuchung der Löslichkeit schwerlöslicher Salze zur Einführung des Löslichkeitsprodukts am Beispiel der Halogenid-Nachweise mit Silbernitrat*

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV III: Mobile Energieträger im Vergleich</b></p> <p><i>Welche Faktoren bestimmen die Spannung und die Stromstärke zwischen verschiedenen Redoxsystemen?</i></p> <p><i>Wie sind Batterien und Akkumulatoren aufgebaut?</i></p> <p><i>Wie kann die Leistung von Akkumulatoren berechnet und bewertet werden?</i></p> <p>ca. 24 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF: Elektrochemische Prozesse und Energetik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>• galvanische Zellen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell)</li> <li>○ Ionenbindung</li> <li>○ elektrochemische Spannungsreihe</li> <li>○ elektrochemische Spannungsquellen</li> <li>○ Berechnung der Zellspannung</li> <li>○ Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung)</li> </ul> </li> <li>• Elektrolyse: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Faraday-Gesetze</li> <li>○ Zersetzungsspannung (Überspannung)</li> </ul> </li> <li>• Redoxtitration</li> <li>• alternative Energieträger</li> <li>• Energiespeicherung</li> <li>• Korrosion: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sauerstoff- und Säurekorrosion</li> <li>○ Korrosionsschutz</li> </ul> </li> <li>• energetische Aspekte: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Erster Hauptsatz der Thermodynamik</li> <li>○ Standardreaktionsenthalpien</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Die Lernenden...</b></p> <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 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).</li> <li>• 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</li> </ul>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnose bekannter Inhalte aus der SI <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>○ Wiederholung der Ionenbindung</li> <li>○ Erarbeitung der Metallbindung</li> <li>○ <b>Vernetzung:</b> Elektronenübertragungsreaktionen (UV 9.2)</li> </ul> </li> <li>• Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element): <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Messung von Spannung und Stromfluss (elektrochemische Doppelschicht)</li> </ul> </li> <li>• Messen von weiteren galvanischen Zellen</li> <li>• Berechnung der Leistung und Zellspannung bei Standardbedingungen und Nicht-Standardbedingungen (auch mithilfe von Animationen)</li> <li>• Bildung von Hypothesen zur Spannungsreihe</li> <li>• Einführung der Spannungsreihe</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Satz von Hess</li> <li>○ freie Enthalpie</li> <li>○ Gibbs-Helmholtz-Gleichung</li> <li>○ heterogene Katalyse</li> </ul>	<p>überprüfen diese experimentell (E3, E4, E5, E10).</p> <ul style="list-style-type: none"> <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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hypothesenentwicklung zum Ablauf von Redoxreaktionen und experimentelle Überprüfung</li> <li>• Syn- und Disproportionierung (fakultativ)</li> </ul> <p>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse der Bestandteile von Batterien anhand von Anschauungsobjekten (fakultativ)</li> <li>• Lernzirkel zu Batterie- und Akkutypen (fakultativ) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Vernetzung: Batterien, Akkus, Brennstoffzellen (UV 9.2)</li> </ul> </li> <li>• Lernaufgabe Bewertung: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Vergleich der Leistung</li> <li>○ Ladezyklen</li> <li>○ Energiedichte verschiedener Akkumulatoren für verschiedene Einsatzgebiete</li> <li>○ Diskussion des Einsatzes mit Blick auf nachhaltiges Handeln (Kriterienentwicklung) (fakultativ)</li> </ul> </li> <li>• Referate / Präsentationen / Lernvideos zu verschiedenen Batterien und Akkus (Medienkompetenz) (fakultativ)</li> </ul>
--	--	---	--

**Vorschläge für Experimente**

*Lehrerexperimente:*

- *Modellexperiment einer Zink-Luft-Zelle*

*Schülerexperimente:*

- *Experimente zu Reaktionen von verschiedenen Metallen und*

- *Laden und Entladen eines Zink-Luft-Akkus (Vergleich galvanische Zelle – Elektrolyse)*
- *Elektrolyse von Zinkiodid*
- *Messen der Zellspannung verschiedener Konzentrationszellen und Ableiten der Nernst-Gleichung zur Überprüfung der Messergebnisse*

#### *Salzlösungen*

- *Salzsäure reagiert mit verschiedenen Metallen*
- *Bau eines Daniell-Elements*

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV IV: 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>Wie beeinflussen Temperatur und Elektrodenmaterial die Leistung eines Akkus?</i></p> <p>ca. 30 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF: Elektrochemische Prozesse und Energetik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>• galvanische Zellen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell)</li> <li>○ Ionenbindung</li> <li>○ elektrochemische Spannungsreihe</li> <li>○ elektrochemische Spannungsquellen</li> <li>○ Berechnung der Zellspannung</li> <li>○ Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung)</li> </ul> </li> <li>• Elektrolyse: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Faraday-Gesetze</li> <li>○ Zersetzungsspannung (Überspannung)</li> </ul> </li> <li>• Redoxtitration</li> <li>• alternative Energieträger</li> <li>• Energiespeicherung</li> <li>• Korrosion: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sauerstoff- und Säurekorrosion</li> <li>○ Korrosionsschutz</li> </ul> </li> <li>• energetische Aspekte: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Erster Hauptsatz der Thermodynamik</li> <li>○ Zweiter Hauptsatz der</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Die Lernenden...</b></p> <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 Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (S12, K8).</li> <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</li> </ul>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vergleich von Brennstoffzelle und Akkumulator: Warum ist die Leistung eines Akkumulators temperaturabhängig? (siehe Versuch Potentialmessung) <b>(fakultativ)</b></li> </ul> <p><i>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung von Kriterien zum Autokauf in Bezug auf verschiedene Treibstoffe <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Wasserstoff</li> <li>○ Erdgas</li> <li>○ Autogas</li> <li>○ Benzin</li> <li>○ Diesel <b>(fakultativ)</b></li> </ul> </li> <li>• Untersuchen der Verbrennungsreaktionen von Erdgas, Autogas, Wasserstoff, Benzin (Heptan) und Diesel (Heizöl): <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Nachweisreaktion der Verbrennungsprodukte</li> </ul> </li> </ul>

	<p>Thermodynamik</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Standardreaktionsenthalpien</li> <li>○ Satz von Hess</li> <li>○ freie Enthalpie</li> <li>○ Gibbs-Helmholtz-Gleichung</li> <li>○ heterogene Katalyse</li> </ul>	<p>einem Beispiel (E5, E10, S17).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● ermitteln die Standardreaktionsenthalpien ausgewählter Redoxreaktionen unter Anwendung des Satzes von Hess auch rechnerisch (E2, E4, E7, S16, S 17, K2).</li> <li>● bewerten auch unter Berücksichtigung des energetischen Wirkungsgrads fossile und elektrochemische Energiequellen (B2, B4, K3, K12), (VB D Z1, Z3).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Aufstellen der Redoxreaktionen</li> <li>○ energetische Betrachtung der Redoxreaktionen (Grundlagen der chemischen Energetik)</li> <li>○ Ermittlung der Reaktionsenthalpie</li> <li>○ Berechnung der Verbrennungsenthalpie (fakultativ)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Wasserstoff als Autoantrieb: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Vergleich der Verbrennungsreaktion in der Brennstoffzelle mit der Verbrennung von Wasserstoff (Vergleich der Enthalpie: Unterscheidung von Wärme und elektrischer Arbeit; Erarbeitung der heterogenen Katalyse)</li> <li>○ Aufbau der PEM-Brennstoffzelle (fakultativ)</li> </ul> </li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Lernaufgabe: Wasserstoff – Bus, Bahn oder Flugzeug? Verfassen eines Beitrags für ein Reisemagazin (siehe Unterstützungsmaterial) (fakultativ)</li> </ul>
--	--	--	---

## Vorschläge für Experimente

### Lehrerexperimente:

- *Demonstration der Miniatur-Brennstoffzelle*
- *Hoffmannscher Wasserersetzer: Elektrolyse von Wasser zur Gewinnung von Wasserstoff (energetische und stoffliche Betrachtung; Herleitung Faraday-Gesetze)*
- *Herleitung der Gibbs-Helmholtz-Gleichung mit Versuchen an einem Kupfer-Silber-Element und der Brennstoffzelle*
- *Potentialmessung in Abhängigkeit von der Temperatur zur Ermittlung der freien Enthalpie)*
- *Vergleich von Haupt- und Nebenreaktionen in galvanischen Zellen zur Erklärung des Zweiten Hauptsatzes*

### Schülerexperimente:

- *Bestimmung des energetischen Wirkungsgrads der PEM-Brennstoffzelle*

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV V: Korrosion von Metallen</b></p> <p><i>Wie kann man Metalle nachhaltig vor Korrosion schützen?</i></p> <p>ca. 12 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF: Elektrochemische Prozesse und Energetik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>• galvanische Zellen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell)</li> <li>○ Ionenbindung</li> <li>○ elektrochemische Spannungsreihe</li> <li>○ elektrochemische Spannungsquellen</li> <li>○ Berechnung der Zellspannung</li> <li>○ Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung)</li> </ul> </li> <li>• Elektrolyse: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Faraday-Gesetze</li> <li>○ Zersetzungsspannung (Überspannung)</li> </ul> </li> <li>• Redoxtitration</li> <li>• alternative Energieträger</li> <li>• Energiespeicherung</li> <li>• Korrosion: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sauerstoff- und Säurekorrosion</li> <li>○ Korrosionsschutz</li> </ul> </li> <li>• energetische Aspekte: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Erster Hauptsatz der Thermodynamik</li> <li>○ Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Die Lernenden...</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• berechnen Stoffumsätze unter Anwendung der Faraday-Gesetze (S3, S17).</li> <li>• 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><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontext „Brückenschäden“ (fakultativ)</li> </ul> <p><i>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erarbeitung einer Mindmap von Korrosionsfolgen anhand von Abbildungen, Materialproben, Informationen zu den Kosten und ökologischen Folgen (ggf. digital, z.B. als Sketchnotes; Medienkompetenz) (fakultativ)</li> <li>• Experimente zu Korrosionsschutzmaßnahmen entwickeln und experimentell überprüfen (Opferanode, Galvanik mit Berechnung von abgeschiedener Masse und benötigter Ladungsmenge) (fakultativ)</li> <li>• Diskussion der Nachhaltigkeit verschiedener Korrosionsschutzmaßnahmen (fakultativ)</li> <li>• Lern-/Bewertungsaufgabe: Darstellung der elektrolytischen</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Standardreaktionsenthalpien</li> <li>○ Satz von Hess</li> <li>○ freie Enthalpie</li> <li>○ Gibbs-Helmholtz-Gleichung</li> <li>○ heterogene Katalyse</li> </ul>		<p>Metallgewinnungsmöglichkeiten und Berechnung der Ausbeute im Verhältnis der ein-gesetzten Energie</p> <p>➔ Betrachtung der ökologischen Perspektive; Bewahrung der Schöpfung (christliches Schulprofil) (fakultativ)</p>
<b>Vorschläge für Experimente</b>			
<p><i>Lehrerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>		<p><i>Schülerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Experimentelle Untersuchungen zur Säure- und Sauerstoffkorrosion, Bildung eines Lokalelements, Opferanode (z.B. RAAbits)</i></li> </ul>	

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV VI: Quantitative Analyse von Produkten des Alltags</b></p> <p><i>Wie hoch ist die Säure-Konzentration in verschiedenen Lebensmitteln?</i></p> <p>ca. 18 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF: Säuren, Basen und analytische Verfahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protolysereaktionen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Säure-Base-Konzept nach Brønsted</li> <li>○ Säure-/Base-Konstanten (K<sub>S</sub>, pK<sub>S</sub>, K<sub>B</sub>, pK<sub>B</sub>)</li> <li>○ Reaktionsgeschwindigkeit</li> <li>○ chemisches Gleichgewicht</li> <li>○ Massenwirkungsgesetz (K<sub>c</sub>)</li> <li>○ pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen</li> <li>○ Puffersysteme</li> </ul> </li> <li>• Löslichkeitsgleichgewichte</li> <li>• analytische Verfahren: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung)</li> <li>○ Nachweise von Ionen</li> <li>○ Säure-Base-Titrations (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve)</li> <li>○ potentiometrische pH-Wert-Messung</li> </ul> </li> <li>• energetische Aspekte: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Erster Hauptsatz der Thermodynamik</li> <li>○ Neutralisationsenthalpie</li> <li>○ Lösungsenthalpie</li> <li>○ Kalorimetrie</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Die Lernenden...</b></p> <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 Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4).</li> <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-</li> </ul>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiederholung der Konzentrationsbestimmung mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt am Beispiel der Bestimmung des Essigsäuregehalts in Speiseessig</li> <li>• Aufbau und Funktionsweise einer pH-Elektrode (Nernst-Gleichung)</li> <li>• Anwendungsmöglichkeit der Nernst-Gleichung zur Bestimmung der Metallionenkonzentration</li> </ul> <p><i>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Projektunterricht zur Bestimmung des Säure-Gehalts in Lebensmitteln z. B.: <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 (fakultativ)</li> </ul> </li> <li>• Bewertungsaufgabe zur kritischen Reflexion zur Nutzung von Konservierungsmitteln bzw.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entropie</li> <li>• Ionengitter, Ionenbindung</li> </ul> <p><b>Elektrochemische Prozesse und Energetik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>• galvanische Zellen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell)</li> <li>○ Ionenbindung</li> <li>○ elektrochemische Spannungsreihe</li> <li>○ elektrochemische Spannungsquellen</li> <li>○ Berechnung der Zellspannung</li> <li>○ Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung)</li> </ul> </li> <li>• Elektrolyse: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Faraday-Gesetze</li> <li>○ Zersetzungsspannung (Überspannung)</li> </ul> </li> <li>• Redoxtitration</li> <li>• alternative Energieträger</li> <li>• Energiespeicherung</li> <li>• Korrosion: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sauerstoff- und Säurekorrosion</li> <li>○ Korrosionsschutz</li> </ul> </li> <li>• energetische Aspekte: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Erster Hauptsatz der Thermodynamik</li> </ul> </li> </ul>	<p>Gleichung aus Messdaten galvanischer Zellen (E6, E8, S17, K5).</p>	<p>Antioxidantien anhand erhobener Messdaten (fakultativ)</p>
--	---	---	---

- Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik
- Standardreaktionsenthalpien
- Satz von Hess
- freie Enthalpie
- Gibbs-Helmholtz-Gleichung
- heterogene Katalyse

### Vorschläge für Experimente

#### Lehrerexperimente:

- 

#### Schülerexperimente:

- *Bestimmung der Essigsäurekonzentration in Aceto Balsamico zur Einführung der potentiometrischen pH-Wert-Messung einschließlich der Ableitung und Berechnung von Titrationskurven*
- *Bestimmung des Gehalts an Konservierungsmitteln bzw. Antioxidantien in Getränken (z. B. schwefliger Säure im Wein, Ascorbinsäure in Fruchtsäften) zur Einführung der Redox Titration*

## Jahrgangsstufe Q2 LK

- fünfstündig -

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV VII: 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. 44 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF: Reaktionswege der organischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: <ul style="list-style-type: none"> <li>Hydroxygruppe</li> <li>Carbonylgruppe</li> <li>Carboxygruppe</li> <li>Estergruppe</li> <li>Aminogruppe</li> </ul> </li> <li>Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems</li> <li>Elektronenpaarbindung: <ul style="list-style-type: none"> <li>Einfach- und Mehrfachbindungen</li> <li>Oxidationszahlen</li> <li>Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> </ul> </li> <li>Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Mesomerie, Chiralität</li> <li>inter- und intramolekulare</li> </ul>	<p><b>Die Lernenden...</b></p> <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, 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-</li> </ul>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Einstiegsdiagnose <ul style="list-style-type: none"> <li>organische Stoffklassen</li> <li>funktionelle Gruppen</li> <li>Nomenklatur</li> <li>Isomerie</li> <li>Struktur-Eigenschaftsbeziehungen</li> <li><b>Vernetzung:</b> Stoffklassen Organik, Nomenklatur (UV 10.5)</li> </ul> </li> <li>Anlegen einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (mit dem Ziel einer fortlaufenden Ergänzung)</li> <li>Reaktionsmechanismen „radikalische Substitution“ und</li> </ul>

	<p>Wechselwirkungen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionsmechanismen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Radikalische Substitution</li> <li>○ elektrophile Addition</li> <li>○ nucleophile Substitution erster und zweiter Ordnung</li> <li>○ elektrophile Ersts substitution</li> <li>○ Kondensationsreaktion (Estersynthese)</li> </ul> </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>Moderne Werkstoffe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kunststoffe: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Struktur und Eigenschaften</li> <li>○ Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere)</li> </ul> </li> <li>• Kunststoffsynthese: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen</li> <li>○ Polymerisation (Mechanismus der radikalischen</li> </ul> </li> </ul>	<p>Atomen, Chlorid- und Bromid-Ionen, Carbonyl- und Carboxy-Gruppe) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10).</p> <ul style="list-style-type: none"> <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> <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</li> </ul>	<p>„elektrophile Addition“ inkl. Stabilität von Zwischenprodukten (+I/-I-Effekt)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiefende Betrachtung des Mechanismus der elektrophilen Addition (Einfluss der Substituenten im Kontext der Herstellung wichtiger organischer Rohstoffe aus Alkenen (u. a. Alkohole, Halogenalkane))</li> <li>• 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</li> <li>• Materialgestützte Vertiefung der Nomenklaturregeln für Alkane, Alkene, Alkine und Halogenalkane einschließlich ihrer Isomere</li> <li>• Materialgestützte Auswertung der Experimente zur Klassifizierung der Kunststoffe</li> <li>• Materialgestützte Erarbeitung der radikalischen Polymerisation am Beispiel von LD-PE und HD-PE einschließlich der Unterscheidung der beiden Polyethylen-Arten anhand ihrer Stoffeigenschaften</li> </ul>
--	--	--	--

	<p>Polymerisation)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rohstoffgewinnung und -verarbeitung</li> <li>• Recycling: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Kunststoffverwertung</li> <li>○ Wertstoffkreisläufe</li> </ul> </li> <li>• technisches Syntheseverfahren</li> <li>• Nanochemie: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Nanomaterialien</li> <li>○ Nanostrukturen</li> <li>○ Oberflächeneigenschaften</li> </ul> </li> </ul>	<p>Katalysatoren (S8, S9).</p> <ul style="list-style-type: none"> <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). <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Christliches Schulprofil: Bewahrung der Schöpfung</li> </ul> </li> </ul>	<p>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein Reaktionsbaum wird in der Reihe sukzessiv entwickelt und gliedert das Thema. Er gibt den SuS eine Übersicht (Advance Organizer) (fakultativ)</li> <li>• Die einzelnen Mechanismen können durch verschiedene Methoden erarbeitet werden, wie z.B. Strukturlegetechnik, Stopmotion-Videos, Streichholzlegetechnik, Puzzle u.v.m. (z.T. Medienkompetenz) (fakultativ)</li> <li>• Recherche zu verschiedenen Kunststoffen (z. B. Name des Kunststoffs, Monomere) für Verpackungsmaterialien anhand der Recyclingzeichen (fakultativ)</li> <li>• Materialgestützte Erarbeitung des Crackprozesses zur Herstellung von Ethen (Alkenen) als Ausgangsstoff für die Herstellung von Polyethylen (fakultativ)</li> <li>• Abschließende Zusammenfassung: Erstellung eines digitalen Schaubildes oder Fließdiagramms über den Weg einer PE-Verpackung (Plastiktüte) von der Herstellung aus Erdöl bis</li> </ul>
--	--	--	---

			<p>hin zur möglichen Verwertung (Medienkompetenz) (fakultativ)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Lernaufgabe oder Gruppenpuzzle zur Entsorgung von PE-Abfällen (Deponierung, thermisches Recycling, rohstoffliches Recycling) mit abschließender Bewertung der verschiedenen Verfahren (fakultativ)</li><li>• Recherche zu weiteren Kunststoff-Verpackungen (z. B. PS, PP, PVC) zur Erarbeitung von Stoffsteckbriefen und Experimenten zur Trennung von Verpackungsabfällen (fakultativ)</li><li>• Materialgestützte Bewertung der verschiedenen Verpackungskunststoffe z. B. nach der Warentest-Methode (fakultativ)</li><li>• Physikalische und chemische Eigenschaften der Kunststoffe – Ein Stationenlernen zu Dichte, Brennbarkeit, Verschmelzung, Lösungsmittelbeständigkeit, Elastizität von Kunststoffen (fakultativ)</li><li>• Erarbeitung der Reaktionswege der radikalischen Polymerisation (&amp; Wiederholung +I-Effekt) zur Herstellung von Polyethylen (Duschgefäßen) oder</li></ul>
--	--	--	---

			<p>Polystyrol (Joghurtbecher) (fakultativ)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwicklung der Reaktionsgleichung (Polykondensation) im Schülerexperiment &amp; Strukturlegetechnik (Pullover aus Polyester) (fakultativ)</li> <li>• Kontexte „Polycarbonat (CD)“ / „Der Natur abgeschaut – Polyamide“ (fakultativ)</li> <li>• Alles Müll? – Erarbeitung von Wiederverwertungsmöglichkeiten von Kunststoffen im Gruppenpuzzle; Verknüpfung mit dem Aspekt der Nachhaltigkeit (fakultativ)</li> <li>• Vom Granulat zur Gießkanne – Verarbeitungsmöglichkeiten von Kunststoffen – (Rückgriff auf Erkenntnisse über die Eigenschaften der Kunststoffe) (fakultativ)</li> </ul>
--	--	--	--

**Vorschläge für Experimente**

<p><i>Lehrerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterscheidung der gesättigten Edukte und ungesättigten Produkte mit Bromwasser</li> </ul>	<p><i>Schülerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikum zur Untersuchung von Kunststoffeigenschaften anhand von Verpackungsmaterialien (u. a. Kratzfestigkeit, Bruchsicherheit, Verformbarkeit)</li> </ul>
--	---

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV VIII: „InnoProducts“ – Werkstoffe nach Maß</b></p> <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. 34 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF: Reaktionswege der organischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Hydroxygruppe</li> <li>○ Carbonylgruppe</li> <li>○ Carboxygruppe</li> <li>○ Estergruppe</li> <li>○ Aminogruppe</li> </ul> </li> <li>• Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>• Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems</li> <li>• Elektronenpaarbindung: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Einfach- und Mehrfachbindungen</li> <li>○ Oxidationszahlen</li> <li>○ Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> </ul> </li> <li>• Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Mesomerie, Chiralität</li> <li>• inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>• Reaktionsmechanismen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Radikalische Substitution</li> <li>○ elektrophile Addition</li> <li>○ nucleophile Substitution erster und zweiter</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Die Lernenden...</b></p> <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, 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>• 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</li> </ul>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortführung einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen</li> </ul> <p><i>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Lernfirma „InnoProducts“ durch die Vorstellung der hergestellten Produktpalette (Regenbekleidung aus Polyester mit wasserabweisender Beschichtung aus Nanomaterialien) (Materialsammlung Ministerium)</li> <li>a) Grundausbildung – Teil 1:</li> <li>• Materialgestützte Erarbeitung der Herstellung von Polyestern und Recycling-Polyester einschließlich der Untersuchung der Stoffeigenschaften der Polyester</li> </ul>

	<p>Ordnung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ elektrophile Ersts substitution</li> <li>○ Kondensationsreaktion (Estersynthese)</li> <li>• Prinzip von Le Chatelier</li> <li>• Koordinative Bindung: Katalyse</li> <li>• Naturstoffe: Fette</li> <li>• Farbstoffe: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Einteilung</li> <li>○ Struktur</li> <li>○ Eigenschaften</li> <li>○ Verwendung</li> </ul> </li> <li>• Analytische Verfahren: Chromatografie</li> </ul> <p><b>Moderne Werkstoffe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kunststoffe: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Struktur und Eigenschaften</li> <li>○ Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere)</li> </ul> </li> <li>• Kunststoffsynthese: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen</li> <li>○ Polymerisation (Mechanismus der radikalischen Polymerisation)</li> </ul> </li> <li>• Rohstoffgewinnung und</li> </ul>	<p>Alltagsprodukten (S1, S9).</p> <ul style="list-style-type: none"> <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 Bewertungskriterien Produkte aus unterschiedlichen Kunststoffen und leiten daraus Handlungsoptionen für die alltägliche Nutzung ab (B5, B14, K2, K8, K13).</li> <li>• beurteilen die Bedeutung der Reaktionsbedingungen für die Synthese eines Kunststoffs im Hinblick auf Atom- und Energieeffizienz, Abfall- und</li> </ul>	<p>b) Grundausbildung – Teil 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stationenbetrieb zur Erarbeitung der Eigenschaften von Nanopartikeln (Größenordnung von Nanopartikeln, Reaktivität von Nanopartikeln, Eigenschaften von Oberflächenbeschichtungen auf Nanobasis)</li> </ul> <p>c) Grundausbildung – Teil 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialgestützte Erarbeitung des Aufbaus und der Eigenschaften eines Laminats für Regenbekleidung mit DWR (durable water repellent) - Imprägnierung auf Nanobasis</li> </ul> <p>d) Verteilung der Auszubildenden auf die verschiedenen Forschungsabteilungen der Lernfirma</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitsteilige Erarbeitung der Struktur, Herstellung, Eigenschaften, Entsorgungsmöglichkeiten, Besonderheiten ausgewählter Kunststoffe</li> </ul> <p>e) Präsentation der Arbeitsergebnisse in Form eines Messestands bei einer Innovationsmesse (einschließlich einer Diskussion zu kritischen Fragen (z. B. zur Entsorgung, Umweltverträglichkeit,</p>
--	--	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• -verarbeitung</li> <li>• Recycling: Kunststoffverwertung, Wertstoffkreisläufe</li> <li>• Technisches Syntheseverfahren</li> <li>• Nanochemie: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Nanomaterialien</li> <li>○ Nanostrukturen</li> <li>○ Oberflächen- eigenschaften</li> </ul> </li> </ul>	<p>Risikovermeidung sowie erneuerbare Ressourcen (B1, B10).</p> <ul style="list-style-type: none"> <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>gesundheitlichen Aspekten etc.) der Messebesucher</p> <p>f) Reflexion der Methode und des eigenen Lernfortschrittes</p> <p>g) Dekontextualisierung: Prinzipien der Steuerung der Stoffeigenschaften für Kunststoffe und Nanoprodukte einschließlich einer Bewertung der verschiedenen Werkstoffe (<i>fakultativ</i>)</p>
<b>Vorschläge für Experimente</b>			
<p><i>Lehrerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>		<p><i>Schülerexperimente:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Natürlicher und künstlicher Lotuseffekt</i></li> </ul>	

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV IX: 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. 20 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF: Reaktionswege der organischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Hydroxygruppe</li> <li>○ Carbonylgruppe</li> <li>○ Carboxygruppe</li> <li>○ Estergruppe</li> <li>○ Aminogruppe</li> </ul> </li> <li>• Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>• Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems</li> <li>• Elektronenpaarbindung: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Einfach- und Mehrfachbindungen</li> <li>○ Oxidationszahlen</li> <li>○ Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> </ul> </li> <li>• Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Mesomerie, Chiralität</li> <li>• inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>• Reaktionsmechanismen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Radikalische Substitution</li> <li>○ elektrophile Addition</li> <li>○ nucleophile Substitution erster und zweiter</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Die Lernenden...</b></p> <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 (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>• 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>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <p><i>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortführung der tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (siehe UV VII, VIII)</li> <li>• Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der Eigenschaften von ausgewählten fett- und ölhaltigen Lebensmitteln: <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)</li> <li>○ Fetthärtung: Hydrierung von Fettsäuren</li> <li>○ Wiederholung von Redoxreaktionen (<b>fakultativ</b>)</li> </ul> </li> </ul>

	<p>Ordnung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ elektrophile Erstsstitution,</li> <li>○ Kondensationsreaktion (Estersynthese)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Prinzip von Le Chatelier</li> <li>● Koordinative Bindung: Katalyse</li> <li>● Naturstoffe: Fette</li> <li>● Farbstoffe: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Einteilung</li> <li>○ Struktur</li> <li>○ Eigenschaften</li> <li>○ Verwendung</li> </ul> </li> <li>● Analytische Verfahren: Chromatografie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● erläutern ein technisches Syntheseverfahren auch unter Berücksichtigung der eingesetzten Katalysatoren (S8, S9).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Materialgestützte Bewertung der Qualität von verarbeiteten Fetten, auch in Bezug auf Ernährungsempfehlungen (fakultativ)</li> </ul> <p>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Aufbau, Verwendung, Planung der Herstellung des Wachsesters Myristylmyristat mit Wiederholung der Estersynthese (fakultativ)</li> <li>● Experimentelle Erarbeitung der Synthese von Myristylmyristat (fakultativ) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ermittlung des chemischen Gleichgewichts und der Ausbeute</li> <li>○ Einfluss von Konzentrationsänderungen</li> <li>○ Le Chatelier</li> <li>○ Bedeutung von Katalysatoren)</li> </ul> </li> <li>● Gruppenpuzzle: Le Chatelier (fakultativ)</li> </ul>
--	--	--	--

**Vorschläge für Experimente**

*Lehrerexperimente:*

- *Experimentelle Unterscheidung von gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (Jodzahl)*
- *Hydrierung von Olivenöl mit Nickelkatalysator*

*Schülerexperimente:*

-

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV X: Die Welt ist bunt</b></p> <p><i>Warum erscheinen uns einige organische Stoffe farbig?</i></p> <p>ca. 16 Unterrichtsstunden</p>	<p><b>IF: Reaktionswege der organischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Hydroxygruppe</li> <li>○ Carbonylgruppe</li> <li>○ Carboxygruppe</li> <li>○ Estergruppe</li> <li>○ Aminogruppe</li> </ul> </li> <li>• Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>• Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems</li> <li>• Elektronenpaarbindung: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Einfach- und Mehrfachbindungen</li> <li>○ Oxidationszahlen</li> <li>○ Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> </ul> </li> <li>• Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Mesomerie, Chiralität</li> <li>• inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>• Reaktionsmechanismen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Radikalische Substitution</li> <li>○ elektrophile Addition</li> <li>○ nucleophile Substitution erster und zweiter</li> </ul> </li> </ul>	<p><b>Die Lernenden...</b></p> <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 erläutern in diesem Zusammenhang die Mesomerie (S9, S13, E9, E12).</li> <li>• klassifizieren Farbstoffe sowohl auf Grundlage struktureller Merkmale als auch nach ihrer Verwendung (S10, S11, K8).</li> <li>• erläutern die Farbigkeit ausgewählter Stoffe durch Lichtabsorption auch unter Berücksichtigung der Molekülstruktur mithilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-Akzeptor-Gruppen) (S2, E7, K10). <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Synergie zum Fach Physik</li> </ul> </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> </ul>	<p><i>... zur inhaltlichen Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortführung einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen</li> <li>• Materialgestützte und experimentelle Erarbeitung von Farbstoffen im Alltag <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Farbigkeit und Licht</li> <li>○ Farbe und Struktur (konjugierte Doppelbindungen, Donator-Akzeptorgruppen, Mesomerie)</li> <li>○ Klassifikation von Farbstoffen nach ihrer Verwendung und strukturellen Merkmalen</li> </ul> </li> <li>• Synthese eines Farbstoffs mithilfe einer Lewis-Säure an ein aromatisches System: <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> </li> </ul>

	<p>Ordnung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ elektrophile Erstsabstitution</li> <li>○ Kondensationsreaktion (Estersynthese)</li> <li>• Prinzip von Le Chatelier</li> <li>• Koordinative Bindung: Katalyse</li> <li>• Naturstoffe: Fette</li> <li>• Farbstoffe: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Einteilung</li> <li>○ Struktur</li> <li>○ Eigenschaften</li> <li>○ Verwendung</li> </ul> </li> <li>• Analytische Verfahren: Chromatografie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exkurs „Färbemittel von Textilien“ (Wechselwirkung zwischen Faser und Farbstoff) (<i>fakultativ</i>)</li> </ul> <p>... zur methodischen Schwerpunktsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewertung recherchierter Einsatzmöglichkeiten verschiedene Farbstoffe in Alltagsprodukten (<i>fakultativ</i>)</li> </ul>
--	--	--	--

### Vorschläge für Experimente

#### *Lehrerexperimente:*

- *Einfluss des pH-Werts auf Phenolphthalein*

#### *Schülerexperimente:*

- *Chromatographie-Bilder mit Filzstiften*
- *Identifizierung von Farbstoffen in Alltagsprodukten durch Dünnschichtchromatographie*