

## 2 Fachbereich Chemie

### 2.1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Die Chemie untersucht und beschreibt die stoffliche Welt unter Berücksichtigung der chemischen Reaktion als Einheit aus Stoff- und Energieumwandlung durch Teilchen- und Strukturveränderungen und Umbau chemischer Bindungen.

Der Chemieunterricht in der Sekundarstufe I und II versetzt die Schülerinnen und Schüler in die Lage, Phänomene der Lebenswelt auf der Grundlage ihrer Kenntnisse über Stoffe und chemische Reaktionen zu erklären, zu bewerten, Entscheidungen zu treffen, Urteile zu fällen und dabei adressatengerecht zu kommunizieren.

Die Schülerinnen und Schüler erkennen die Bedeutung der Wissenschaft Chemie, der chemischen Industrie und der chemierelevanten Berufe für Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt. Gleichzeitig werden sie für eine nachhaltige Nutzung von Ressourcen sensibilisiert. Das schließt den verantwortungsbewussten Umgang mit Chemikalien und Gerätschaften aus Haushalt, Labor und Umwelt sowie das sicherheitsbewusste Experimentieren ein. Die Fachkonferenz Chemie hat den im folgenden Kapitel zusammengefassten schulinternen Lehrplan (SiLP) beschlossen (**neu: Jgst. Q2**), der alle Vorgaben der aktuell gültigen **Kernlehrpläne** erfüllt und dennoch Spielräume für den Chemieunterricht aufrecht hält:

**KLP Chemie Sekundarstufe I (G9, seit 01.08.2019)** und **KLP Chemie Sekundarstufe II (G9, seit 01.08.2022)** für Nordrhein-Westfalen.

Folgende Lehrwerke finden ihren Einsatz:

**Elemente Chemie** für die Sekundarstufe I (G9), **Fokus Chemie Einführungsphase** und **Elemente Chemie Oberstufe Gesamtband** für die Sekundarstufe II.

Um die chemischen Sachzusammenhänge sowohl in der Sekundarstufe I als auch in der Sekundarstufe II auf wenige Grundprinzipien zurückführen zu können, werden folgende Basiskonzepte festgelegt:

- das Stoff-Teilchen-Konzept (ST),
- das Struktur-Eigenschaftskonzept (SE),
- das Energiekonzept (EN),
- das Konzept des chemischen Gleichgewichts (GG)
- das Donator-Akzeptor-Konzept (DA).

Beim Eintritt in die gymnasiale Oberstufe sollen Schülerinnen und Schüler über allgemeine chemische Kompetenzen verfügen, die für alle Ebenen des chemischen Arbeitens relevant sind. Die zu erreichenden Kompetenzen umfassen insgesamt drei Bereiche:

- **konzeptbezogene Kompetenzen**, die die **Inhaltsdimension** beschreiben, somit das Fachwissen festlegen und sich auf naturwissenschaftliche Basiskonzepte und mit ihnen verbundene Vorstellungen und Begriffe beziehen,
- **prozessbezogene Kompetenzen**, die die **Handlungsdimension** beschreiben und sich auf naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen beziehen. Sie sind in die drei Bereiche unterteilt: **Erkenntnisgewinn, Bewertung und Kommunikation**. Durch systematisches und reflektiertes Experimentieren, durch Nutzen chemischer Untersuchungsmethoden, Theorien und Modellen, durch Auswerten und Bewerten und nicht zuletzt durch Präsentieren und Kommunizieren der Ergebnisse, entwickeln Schülerinnen und Schüler prozessbezogene Kompetenzen. Konkrete, sich entwickelnde und zu beobachtende Kompetenzen verbinden Schüleraktivitäten mit fachlichen Inhalten, sie besitzen also stets eine Handlungs- und eine Inhaltsdimension.
- **Entwicklung personaler und sozialer Kompetenzen**, die lebenslanges Lernen und gesellschaftliche Mitgestaltung ermöglichen.

Die Zuordnung der vom Kernlehrplan vorgegebenen konzeptbezogenen und prozessbezogenen Kompetenzen zu den fachlichen Kontexten und Inhaltsfeldern erfolgt in den folgenden Tabellen.

Im Zuge der sukzessiven Rückkehr zum 9-jährigen Bildungsgang am Geschwister-Scholl-Gymnasium seit dem Schuljahr 2019/20 wurden die Inhalte und die Stoffverteilung für den 1-stündigen Chemieunterricht in Klasse 7 – der epochal erfolgt – sowie für den 2-stündigen Chemieunterricht ab Klasse 8 überarbeitet und eingefügt.

## 2.2 Entscheidungen zum Unterricht

### 2.2.1 Unterrichtsvorhaben in der SI – Tabellarische Übersicht (SiLP)

Jahrgangsstufe 7 (G9)	
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben UV 7.1: Stoffe im Alltag</u></b></p> <p><i>Wie lassen sich Reinstoffe identifizieren und klassifizieren sowie aus Stoffgemischen gewinnen?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b> Siehe nachfolgende Tabelle zur Stoffverteilung</p> <p><b>Inhaltsfelder/Inhaltliche Schwerpunkte IF1:</b> <b>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>Zeitbedarf:</b> ca. 18 Ustd. à 45 Minuten</p>	<p><b><u>Unterrichtsvorhaben UV 7.2: Chemische Reaktionen in unserer Umwelt</u></b></p> <p><i>Woran erkennt man eine chemische Reaktion?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b> Siehe nachfolgende Tabelle zur Stoffverteilung</p> <p><b>Inhaltsfelder/Inhaltliche Schwerpunkte IF2:</b> <b>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>Zeitbedarf:</b> ca. 8 Ustd. à 45 Minuten</p> <p>Auf die Betriebsanweisung, den Umgang mit Gefahrstoffen und die Vorbereitung des Brennerführerscheins entfallen zu Beginn des Schuljahres noch ca. 4 Stunden à 45 Minuten.</p>
Jahrgangsstufe 8 (G9)	
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben UV 8.1: Facetten der Verbrennungsreaktion</u></b></p> <p><i>Was ist eine Verbrennung?</i></p>	<p><b><u>Unterrichtsvorhaben UV 8.2: Vom Rohstoff zum Metall</u></b></p> <p><i>Wie lassen sich Metalle aus Rohstoffen gewinnen?</i></p>

<p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b> Siehe nachfolgende Tabelle zur Stoffverteilung</p> <p><b>Inhaltsfelder/Inhaltliche Schwerpunkte IF3:</b> <b>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</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 16 Ustd. à 45 Minuten</p>	<p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b> Siehe nachfolgende Tabelle zur Stoffverteilung</p> <p><b>Inhaltsfelder/Inhaltliche Schwerpunkte IF4:</b> <b>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>Zeitbedarf:</b> ca. 14 Ustd. à 45 Minuten</p>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben UV 8.3: Elementfamilien schaffen Ordnung</u></b></p> <p><i>Lassen sich die chemischen Elemente anhand ihrer Eigenschaften sinnvoll ordnen?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b> Siehe nachfolgende Tabelle zur Stoffverteilung</p> <p><b>Inhaltsfelder/Inhaltliche Schwerpunkte IF5:</b> <b>Elemente und ihre Ordnung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– physikalische und chemische Eigenschaften von Elementen der Elementfamilien: Alkalimetalle, Halogene, Edelgase</li> <li>– Periodensystem der Elemente</li> <li>– differenzierte Atommodelle</li> <li>– Atombau: Elektronen, Neutronen, Protonen, Elektronenkonfiguration</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 30 Ustd. à 45 Minuten</p>	

<b>Jahrgangsstufe 9 (G9)</b>	
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben UV 9.1: Die Welt der Mineralien</u></b></p> <p><i>Wie lassen sich die besonderen Eigenschaften der Salze anhand ihres Aufbaus erklären?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b> Siehe nachfolgende Tabelle zur Stoffverteilung</p> <p><b>Inhaltsfelder/Inhaltliche Schwerpunkte IF6:</b> <b>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 Verhältnisformel: Gesetz der konstanten Massenverhältnisse, Atomanzahlverhältnis, Reaktionsgleichung</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 22 Ustd. à 45 Minuten</p>	<p><b><u>Unterrichtsvorhaben UV 9.2: Energie aus chemischen Reaktionen</u></b></p> <p><i>Wie lässt sich die Übertragung von Elektronen nutzbar machen?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b> Siehe nachfolgende Tabelle zur Stoffverteilung</p> <p><b>Inhaltsfelder/Inhaltliche Schwerpunkte IF7:</b> <b>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>Zeitbedarf:</b> ca. 16 Ustd. à 45 Minuten</p>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben UV 9.3: Gase in unserer Atmosphäre</u></b></p> <p><i>Welche Gase befinden sich in der Atmosphäre und wie sind deren Moleküle bzw. Atome aufgebaut?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b> Siehe nachfolgende Tabelle zur Stoffverteilung</p> <p><b>Inhaltsfelder/Inhaltliche Schwerpunkte IF8:</b> <b>Molekülverbindungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– unpolare und polare Elektronenpaarbindung</li> </ul>	<p><b><u>Unterrichtsvorhaben UV 9.4: Gase, wichtige Ausgangsstoffe für Industrierohstoffe</u></b></p> <p><i>Wie lassen sich wichtige Rohstoffe aus Gasen synthetisieren?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b> Siehe nachfolgende Tabelle zur Stoffverteilung</p> <p><b>Inhaltsfelder/Inhaltliche Schwerpunkte IF8:</b> <b>Molekülverbindungen</b> Katalysator</p>

<p>Elektronenpaarabstoßungsmodell: Lewis-Schreibweise, räumliche Strukturen</p> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 12 Ustd. à 45 Minuten</p>	<p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 10 Ustd. à 45 Minuten</p>
<b>Jahrgangsstufe 10 (G9)</b>	
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben UV 10.1: Wasser, mehr als ein Lösemittel</u></b></p> <p><i>Wie lassen sich die besonderen Eigenschaften des Wassers erklären?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b> Siehe nachfolgende Tabelle zur Stoffverteilung</p> <p><b>Inhaltsfelder/Inhaltliche Schwerpunkte IF8:</b></p> <p><b>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>Zeitbedarf:</b> ca. 10 Ustd à 45 Minuten</p>	<p><b><u>Unterrichtsvorhaben UV 10.2: Saure und alkalische Lösungen in unserer Umwelt</u></b></p> <p><i>Welche Eigenschaften haben saure und alkalische Lösungen?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b> Siehe nachfolgende Tabelle zur Stoffverteilung</p> <p><b>Inhaltsfelder/Inhaltliche Schwerpunkte IF9</b></p> <p><b>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> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 10 Ustd à 45 Minuten</p>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben UV 10.3: Reaktionen von sauren mit alkalischen Lösungen</u></b></p> <p><i>Wie reagieren saure und alkalische Lösungen miteinander?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b> Siehe nachfolgende Tabelle zur Stoffverteilung</p>	<p><b><u>Unterrichtsvorhaben UV 10.4: Risiken und Nutzen bei der Verwendung saurer und alkalischer Lösungen</u></b></p> <p><i>Wie geht man sachgerecht mit sauren und alkalischen Lösungen um?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b> Siehe nachfolgende Tabelle zur Stoffverteilung</p>

<p><b>Inhaltsfelder/Inhaltliche Schwerpunkte IF9:</b></p> <p><b>Saure und alkalische Lösungen</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>Zeitbedarf:</b> ca. 9 Ustd à 45 Minuten</p>	<p><b>Inhaltsfelder/Inhaltliche Schwerpunkte IF9:</b></p> <p><b>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>Zeitbedarf:</b> ca. 7 Ustd à 45 Minuten</p>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben UV 10.5 Alkane und Alkanole in Natur und Technik</u></b></p> <p><i>Wie können Alkane und Alkanole nachhaltig verwendet werden?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b> Siehe nachfolgende Tabelle zur Stoffverteilung</p> <p><b>Inhaltsfelder/Inhaltliche Schwerpunkte IF10:</b></p> <p><b>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>Zeitbedarf:</b> ca. 16 Ustd à 45 Minuten</p>	<p><b><u>Unterrichtsvorhaben UV 10.6 Vielseitige Kunststoffe</u></b></p> <p><i>Warum werden bestimmte Kunststoffe im Alltag verwendet?</i></p> <p><b>Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung:</b> Siehe nachfolgende Tabelle zur Stoffverteilung</p> <p><b>Inhaltsfelder/Inhaltliche Schwerpunkte IF10:</b></p> <p><b>Organische Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Makromoleküle: ausgewählte Kunststoffe</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 8 Ustd à 45 Minuten</p>

## 2.2.2 Schuleigener Lehrplan SI in tabellarischer Form: Jahrgangsstufe 7 (G9)

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<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 Ustd.</p>	<p><b>IF1: 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>UF1 Wiedergabe und Erklärung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreiben von Phänomenen</li> </ul> <p>UF3 Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassifizieren von Stoffen</li> </ul> <p>E1 Problem und Fragestellung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erkennen von Problemen</li> </ul> <p>E4 Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführen von angeleiteten und selbstentwickelten Experimenten</li> <li>• Beachten der Experimentierregeln</li> </ul> <p>K1 Dokumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfassen von Protokollen nach vorgegebenem Schema</li> <li>• Anfertigen von Tabellen bzw. Diagrammen nach vorgegebenen Schemata</li> </ul> <p>K2 Informationsverarbeitung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationsentnahme</li> </ul>	<p><i>... zur Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundsätze des kooperativen Experimentierens (vgl. Schulprogramm)</li> <li>• Protokolle unter Einsatz von Scaffoldingtechniken anfertigen (vgl. Vereinbarungen zum sprachsensiblen Fachunterricht)</li> </ul> <p><i>... zur Vernetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwenden charakteristischer Stoffeigenschaften zur Einführung der chemischen Reaktion → UV 7.2</li> <li>• Weiterentwicklung der Teilchenvorstellung zu einem einfachen Atommodell → UV 7.3</li> </ul> <p><i>... zu Synergien:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aggregatzustände mithilfe eines einfachen Teilchenmodells darstellen ← Physik UV 6.1</li> </ul>

**Neu:**

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Welche Eigenschaften eignen sich zum Identifizieren von Reinstoffen?</i></p> <p>(ca. 8 Ustd.)</p>	<p>Reinstoffe aufgrund charakteristischer Eigenschaften (Schmelztemperatur/Siedetemperatur, Dichte, Löslichkeit) identifizieren (UF1, UF2), eine geeignete messbare Stoffeigenschaft experimentell ermitteln (E4, E5, K1).</p>	<p>Kontext: Detektive im Labor</p> <p>Problemorientierter Einstieg:</p> <p>Laborglas ohne Etikett mit einer farblosen Flüssigkeit (z. B. Wasser, Glycerin, Ethanol) – Ideensammlung von Verfahren, um herauszufinden, welcher Stoff in dem Laborglas ist (z. B. Kartenabfrage)</p> <p>Erarbeitung verschiedener Stoffeigenschaften (Experimente und Informationsrecherche) mithilfe eines Lernzirkels (individuell erweiterbar je nach Ideen der S'uS)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Löslichkeit in Wasser</li> <li>2. Elektrische Leitfähigkeit</li> <li>3. Siedetemperatur</li> <li>4. Dichte</li> </ol> <p>Hinweise zum Lernzirkel:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Regeln zum sicheren Umgang mit Chemikalien und Geräten, die für die jeweiligen Stationen relevant sind, erfolgen an den entsprechenden Stationen.</li> <li>• Die Experimente sollten alle angeleitet sein.</li> <li>• Einführung des Protokollschemas als Lückentext an den verschiedenen Stationen. Hilfekarten zur Benennung der verwendeten Laborgeräte. [1] [2]</li> <li>• Identifikation der Stoffe mithilfe von Stoffsteckbriefen (Informationsentnahme)</li> </ul> <p>Lernaufgabe: selbstständiges Identifizieren eines Stoffes (z. B. Propanol, Kochsalz, Zucker) mithilfe einer Lerninteraktionsbox [3]</p>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler können	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<i>Wie lassen sich die Aggregatzustandsänderungen auf Teilchenebene erklären?</i> (ca. 2 Ustd.)	Aggregatzustände und deren Änderungen auf der Grundlage eines einfachen Teilchenmodells erklären (E6, K3).	Einstiegsexperiment (DV/SV): Komprimierbarkeit von Metallstab, Wasser und Luft im Vergleich [4]  Deutung auf Teilchenebene in Bezug auf Abstand, Beweglichkeit und Ordnung [5] [6]
<i>Wie kann man die Verwendungsmöglichkeiten von Stoffen anhand ihrer Eigenschaften beurteilen?</i> (ca. 3 Ustd.)	Stoffe aufgrund ihrer Eigenschaften klassifizieren (UF2, UF3), die Verwendung ausgewählter Stoffe im Alltag mithilfe ihrer Eigenschaften begründen (B1, K2).	Untersuchen der charakteristischen Eigenschaften von Metallen [7], Unterscheidung von Metallen und Nichtmetallen anhand ihrer Eigenschaften  Lernaufgaben zur Bewertung der Einsatzmöglichkeiten von Alltagsgegenständen aus Metallen aufgrund ihrer charakteristischen Eigenschaften  Vertiefungsmöglichkeit: Einsatz von Metalllegierungen
<i>Wie lassen sich Reinstoffe aus Stoffgemischen mithilfe physikalischer Trennverfahren gewinnen?</i> (ca. 5 Ustd.)	Experimente zur Trennung eines Stoffgemisches in Reinstoffe (Filtration, Destillation) unter Nutzung relevanter Stoffeigenschaften planen und sachgerecht durchführen (E1, E2, E3, E4, K1).	Möglicher Kontext: Trinkwasser – unser wichtigstes Lebensmittel [8]  Portfolio-Gruppenarbeit, kooperatives Experimentieren, Erweiterung der Regeln zum sicheren Experimentieren (je nach Experimentiersituation z. B. Umgang mit dem Gasbrenner):  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Probleme der Trinkwasserversorgung hier und in anderen Regionen der Welt</li> <li>• Entwicklung eigener Ideen zur Reinigung von verschmutztem Wasser</li> <li>• Entwicklung eines S-Versuchs zur Reinigung durch Filtrieren</li> <li>• Trinkwassergewinnung aus Meerwasser durch Destillation</li> </ul> Integration von sprachsensiblen Unterrichtsmaterialien [9]

## weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<p><a href="http://www.ganzin.de/wp-content/uploads/2015/10/Sprachbildung.pdf">http://www.ganzin.de/wp-content/uploads/2015/10/Sprachbildung.pdf</a></p> <p><a href="https://www.kreis-lippe.de/media/custom/2001_5202_1.PDF?1418911228">https://www.kreis-lippe.de/media/custom/2001_5202_1.PDF?1418911228</a></p> <p><a href="http://oesz.at/sprachsensiblerunterricht/UPLOAD/Praxisreihe_23web.pdf">http://oesz.at/sprachsensiblerunterricht/UPLOAD/Praxisreihe_23web.pdf</a></p>	<p>In Kapitel 4.3.2 werden Strategien und Techniken des systematischen Scaffoldings dargestellt. Die Idee vom Lernenden Schreiben wird anhand des Protokollschreibens im Physikanfangsunterricht vorgestellt. Dabei wird ein Überblick über Scaffolding-Techniken beim Protokollschreiben gegeben.</p> <p>Pineker-Fischer thematisiert in ihrem Vortrag den Fachwortschatz der naturwissenschaftlichen Sprache und erklärt die Grundlagen der Scaffolding-Technik. Mit Folie 35 und 36 werden die sprachlichen Anforderungen an ein Versuchsprotokoll verdeutlicht.</p> <p>Neben Grundlagen und Fördermöglichkeiten zum sprachsensiblen Fachunterricht werden in der Praxisreihe 23 des österreichischen Sprachen-Kompetenz-Zentrums ab S. 14 nach der Methode der Scaffolding-Technik gestufte Lernhilfen am Beispiel des Unterrichtsgegenstands „Destillation“ aufgezeigt. Außerdem werden Tipps zur Adaption von Aufgaben gegeben.</p>
2	<p><a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/cms/sprachsensibler-fachunterricht/sprachsensibler-fachunterricht/sprachsensibler-fachunterricht.html">https://www.schulentwicklung.nrw.de/cms/sprachsensibler-fachunterricht/sprachsensibler-fachunterricht.html</a></p>	<p>QUA-LiS stellt auf dieser Seite Informationen und Materialien zum sprachsensiblen Fachunterricht bereit. Grundlagen zum Modell des „Scaffoldings“ skizziert der Artikel von Kniffka, basierend auf den Forschungen von Gibbons und anderen. Er gibt einen ersten Überblick über den Bereich und kann zum Einstieg in das Thema dienen.</p>
3	<p>J. Koenen. M. Emden. E. Sumfleth. Chemieunterricht im Zeichen der Erkenntnisgewinnung. Münster. Waxmann. 2016 S.15ff</p> <p><a href="http://www.ganzin.de/wp-content/uploads/2015/10/Chemieunterricht-im-Zeichen-der-Erkenntnisgewinnung-1.pdf">http://www.ganzin.de/wp-content/uploads/2015/10/Chemieunterricht-im-Zeichen-der-Erkenntnisgewinnung-1.pdf</a></p>	<p>Koenen, Emden und Sumfleth geben in diesem Artikel einen Überblick über Fördermöglichkeiten beim Training von naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen. Durch die Wahl verschiedener Öffnungsgrade und der Integration von Hinweiskarten in den Interaktionsboxen kann die Lernaufgabe binnendifferenziert werden. Im Anhang (S. 78 ff.) finden sich Übersichten, Materialienlisten und Aufgabenstellungen für die Interaktionsboxen.</p>
4	<p>Schreiber, Silke. Lebendiges Teilchenmodell. Naturwissenschaften im Unterricht Chemie 2004 (79). S. 15-17</p>	<p>Schreiber gibt Informationen zum Versuch zur Komprimierbarkeit mittels Spritzentechnik und dessen Auswertung auf Teilchenebene.</p>

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
5	<a href="http://www.digitale-medien.schule/aggregatzustaende.html">http://www.digitale-medien.schule/aggregatzustaende.html</a>	Die digitale Lernumgebung zu der Erklärung der Aggregatzustände auf Teilchenebene von Wittek, Krause und Eilks ist binnendifferenziert angelegt. Für den Einsatz auf einem iPad wird die "PREZI Viewer" App benötigt.
6	<a href="http://chemie-digital.zum.de/wiki/Frau_Lachner/Aggregatzustände_im_Teilchenmodell">http://chemie-digital.zum.de/wiki/Frau_Lachner/Aggregatzustände_im_Teilchenmodell</a>	Die digitale Lernumgebung von Lachner simuliert die Beschreibung der Aggregatzustände mit dem Kugelteilchenmodell. Zur Übung findet man Lückentexte und MC-Aufgaben.
7	<a href="http://www.chemieunterricht.de/dc2/auto/a-v-077.htm">http://www.chemieunterricht.de/dc2/auto/a-v-077.htm</a>	Experimentiervorschrift zur Unterscheidung von metallischen und nichtmetallischen Festkörpern
8	<a href="https://www.wasser-macht-schule.de/trinkwasser/gewinnung">https://www.wasser-macht-schule.de/trinkwasser/gewinnung</a>  <a href="https://www.wasser-aqualino.de/forscherwerkstatt/arbeitsblaetter">https://www.wasser-aqualino.de/forscherwerkstatt/arbeitsblaetter</a>  <a href="https://www.zeit.de/wissen/umwelt/2019-03/un-weltwasserbericht-klimawandel-trinkwasserversorgung">https://www.zeit.de/wissen/umwelt/2019-03/un-weltwasserbericht-klimawandel-trinkwasserversorgung</a>	<p>Der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e. V. gibt auf der Website „wasser-macht-schule“ Informationen zu Ressourcen, Trinkwassergewinnung, -preis und -nutzung in Deutschland.</p> <p>Die Website „Aqualino“ beinhaltet Arbeitsblätter und Experimentiervorschriften. Sie wird in einer Gemeinschaftsaktion der regionalen Wasserwirtschaft herausgegeben.</p> <p>Mit dem ZEIT-Artikel wird über den UN-Weltwasserbericht informiert und deutlich gemacht, dass mehr als zwei Milliarden Menschen keinen Zugang zu sauberem Wasser haben. Der Zusammenhang von Armut, Klimawandel und der Trinkwasserversorgung wird verdeutlicht.</p>
9	M. Emden. J. Koenen. E. Sumfleth. Chemieunterricht im Zeichen von Diagnostik und Förderung. Münster: Waxmann. 2015.S. 85 ff <a href="http://www.ganzin.de/wp-content/uploads/2015/10/Chemieunterricht-im-Zeichen-von-Diagnostik-und-F%C3%B6rderung.pdf">http://www.ganzin.de/wp-content/uploads/2015/10/Chemieunterricht-im-Zeichen-von-Diagnostik-und-F%C3%B6rderung.pdf</a>	Im Anhang auf S. 85 ff findet man sprachensible Unterrichtsmaterialien zum Thema „Stofftrennung und Stoffgemische“, die von Leisen (Handbuch Sprachförderung im Fach) stammen. Sie wurden von Özcan für die Diagnostik des Einflusses der Fachsprache auf die Leistung im Fach Chemie verwendet.

letzter Zugriff auf die URL: 29.06.2019

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV 7.2: Chemische Reaktionen in unserer Umwelt</b> Woran erkennt man eine chemische Reaktion? ca. 8 Ustd.</p>	<p><b>IF2: Chemische Reaktion</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Stoffumwandlung</li> <li>– Energieumwandlung bei chemischen Reaktionen: chemische Energie, Aktivierungsenergie</li> </ul>	<p>UF1 Wiedergabe und Erklärung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Benennen chemischer Phänomene</li> </ul> <p>E2 Beobachtung und Wahrnehmung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gezieltes Wahrnehmen und Beschreiben chemischer Phänomene</li> </ul> <p>K1 Dokumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dokumentieren von Experimenten</li> </ul> <p>K4 Argumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fachlich sinnvolles Begründen von Aussagen</li> </ul>	<p>... zur Schwerpunktsetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betrachtung chemischer Reaktionen auf der Phänomenebene ausreichend; Entscheidung über eine Betrachtung auf Diskontinuums-ebene bei der jeweiligen Lehrkraft</li> </ul> <p>... zur Vernetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiefung des Reaktionsbegriffs → UV 7.3</li> <li>• Weiterentwicklung der Wortgleichung zur Reaktionsgleichung → UV 9.1</li> <li>• Aufgreifen der Aktivierungsenergie bei der Einführung des Katalysators → UV 9.4</li> </ul> <p>... zu Synergien:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• thermische Energie ← Physik UV 6.1, UV 6.2</li> </ul>

**Neu:**

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Woran erkennt man eine chemische Reaktion?</i></p> <p>(ca. 5-6 Ustd.)</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler können</p> <p>chemische Reaktionen an der Bildung von neuen Stoffen mit anderen Eigenschaften und in Abgrenzung zu physikalischen Vorgängen identifizieren (UF2, UF3),</p> <p>einfache chemische Reaktionen sachgerecht durchführen und auswerten (E4, E5, K1),</p> <p>chemische Reaktionen in Form von Reaktionsschemata in Worten darstellen (UF1, K1),</p> <p>bei ausgewählten chemischen Reaktionen die Energieumwandlung der in den Stoffen gespeicherten Energie (chemische Energie) in andere Energieformen begründet angeben (UF1),</p> <p>bei ausgewählten chemischen Reaktionen die Bedeutung der Aktivierungsenergie zum Auslösen einer Reaktion beschreiben (UF1).</p>	<p>Kontext: Chemische Reaktionen nicht nur im Labor</p> <p>problemorientierter Einstieg: Gewinnung von Salz und Zucker aus Salzwasser bzw. Zuckerwasser durch Eindampfen</p> <p>Beobachtung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beim Salzwasser verdampft das Wasser und zurück bleibt Kochsalz</li> <li>• beim Zuckerwasser verdampft zunächst Wasser, dann entsteht ein zähflüssiger Zuckersirup und anschließend karamellisiert der Zucker [1]</li> </ul> <p>Untersuchung der Vorgänge beim Erhitzen von Zucker [2]:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Beobachtung der Verfärbung der Schmelze von weiß über gelb zu braun bis schwarz (neuer Stoff mit neuen Eigenschaften)</li> <li>– Beobachtung einer farblosen Flüssigkeit (Nachweis von Wasser als zweites Reaktionsprodukt)</li> </ul> <p>Definition der chemischen Reaktion als Stoffumwandlung</p> <p>Chemische Reaktion genauer betrachtet: Reaktion von Eisen und Schwefel zu Eisensulfid</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Beschreibung der Ausgangsstoffe und Endstoffe</li> <li>– Deutung der Versuchsbeobachtungen hinsichtlich der Veränderung der Stoffeigenschaften und der energetischen Beobachtungen</li> <li>– Reaktionsschema für die Reaktion aufstellen</li> <li>– Einführung der Fachbegriffe „chemische Energie“ (in Stoffen gespeicherte Energie) und „Aktivierungsenergie“</li> </ul> <p>Erweiterung der Definition für chemische Reaktionen um energetische Aspekte</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Welche Bedeutung haben chemische Reaktionen für den Menschen?</i></p> <p>(ca. 2-3 Ustd.)</p>	<p>chemische Reaktionen anhand von Stoff- und Energieumwandlungen auch im Alltag identifizieren (E2, UF4), die Bedeutung chemischer Reaktionen in der Lebenswelt begründen (B1, K4).</p>	<p>Lernzirkel „chemische Reaktionen“ im Alltag; Begründungen angeben, warum es sich um chemische Reaktionen handelt; Nutzen der chemischen Reaktion erläutern; mögliche Reaktionen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Untersuchung von Brausepulver [3]</li> <li>- Untersuchung von Backtriebmitteln (Natron, Hirschhornsalz) [4]</li> <li>- Verbrennung von Kohle</li> <li>- Chemische Reaktionen im Menschen (Verdauung) [5]</li> <li>- Kalkentfernung mithilfe saurer Reiniger</li> <li>- ...</li> </ul> <p>Überprüfungs- und Anwendungsaufgaben</p> <p><b>Vertiefungs-/Differenzierungsmöglichkeit:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Energiegehalt von Lebensmitteln (Schokolade) z. B. Backen eines Spiegeleis mit einem Stück brennender Schokolade [6] (Alternative: Verbrennung eines Marshmallows in einem Kalorimeter und Messen des Temperaturanstiegs) [7]</li> <li>- Energieumwandlungen von chemischer Energie in andere Energieformen anhand von Beispielen beschreiben</li> <li>- Recherche nach weiteren chemischen Reaktionen im Alltag</li> </ul>

## weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/material/Teilchen/teilchen/chem-reak/chemreak0.htm">http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/material/Teilchen/teilchen/chem-reak/chemreak0.htm</a>	Lernumgebung zur chemischen Reaktion mit Videoclips und Animationen; Abgrenzung von chemischen Reaktionen zu physikalischen Vorgängen
2	<a href="http://www.chemieunterricht.de/dc2/grunds/versuche/gv-075.htm">http://www.chemieunterricht.de/dc2/grunds/versuche/gv-075.htm</a>	Experiment zum Karamellisieren von Zucker einschließlich Nachweis des Reaktionsprodukts Wasser
3	<a href="https://sinus-sh.lernnetz.de/sinus/materialien/sinus_lft_07112010/brausepulver_skript.pdf">https://sinus-sh.lernnetz.de/sinus/materialien/sinus_lft_07112010/brausepulver_skript.pdf</a>	Unterrichtsmaterialien für den integriert naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht (Jahrgang 5 und 6) zur Förderung der Erkenntnisgewinnung, verschiedene Experimente rund um Brausepulver, u. a. auch Experimente zu den chemischen Reaktionen; zur Beobachtung von chemischen Reaktionen auf Phänomenebene gut geeignet
4	<a href="https://www.uni-regensburg.de/chemie-pharmazie/anorganische-chemie-pfizner/medien/data-demo/2011-2012/ws2011-2012/backmittel_pmnw.pdf">https://www.uni-regensburg.de/chemie-pharmazie/anorganische-chemie-pfizner/medien/data-demo/2011-2012/ws2011-2012/backmittel_pmnw.pdf</a>	Sammlung von Experimenten rund um Backtriebmittel (Backpulver, Hirschhornsalz, Pottasche) einschließlich Erklärungen zu den Beobachtungen
5	<a href="http://www.chemieunterricht.de/dc2/wsu-bclm/kap_03.htm">http://www.chemieunterricht.de/dc2/wsu-bclm/kap_03.htm</a>	Professor Blumes Medienangebot: Überblick über die chemischen Prozesse bei der Verdauung als Hintergrundinformationen für die Lehrkraft
6	<a href="http://www.uni-koeln.de/math-nat-fak/didaktiken/chemie/schokomaterialien/v2.pdf">http://www.uni-koeln.de/math-nat-fak/didaktiken/chemie/schokomaterialien/v2.pdf</a>	Experimentiervorschrift für das Backen eines Spiegeleis mit brennender Schokolade zur Veranschaulichung der chemischen Energie
7	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=cw7q433ynYg">https://www.youtube.com/watch?v=cw7q433ynYg</a>	Es handelt sich um ein Video der Firma Pasco in englischer Sprache zur Bestimmung des Energiegehalts von Marshmallows mit einem sehr einfachen Versuchsaufbau. Statt des im Video gezeigten digitalen Messwertfassungssystems lässt sich das Experiment auch mit einem Thermometer durchführen, eine quantitative Auswertung ist nicht erforderlich.

Letzter Zugriff auf die URL: 09.10.2019

**Auf die Betriebsanweisung, den Umgang mit Gefahrstoffen und die Vorbereitung des Brennerführerscheins entfallen zu Beginn des Schuljahres noch ca. 4 Stunden à 45 Minuten.**

## 2.2.3 Schuleigener Lehrplan SI in tabellarischer Form: Jahrgangsstufe 8 (G9)

Unterrichtsvorhaben UV 8.1	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<p><b>UV 8.1: Facetten der Verbrennungsreaktion</b> <i>Was ist eine Verbrennung?</i></p> <p><b>ca. 18 Ustd.</b></p>	<p><b>IF3: 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</li> </ul>	<p>UF3 Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Einordnen chemischer Sachverhalte</li> </ul> <p>UF4 Übertragung und Vernetzung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Hinterfragen von Alltagsvorstellungen</li> </ul> <p>E4 Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Durchführen von Experimenten und Aufzeichnen von Beobachtungen</li> </ul> <p>E5 Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ziehen von Schlüssen</li> </ul> <p>E6 Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Erklären mithilfe von Modellen</li> </ul> <p>K3 Präsentation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– fachsprachlich angemessenes Vorstellen chemischer Sachverhalte</li> </ul> <p>B1 Fakten- und Situationsanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Benennen chemischer Fakten</li> </ul> <p>B2 Bewertungskriterien und Handlungsoptionen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Aufzeigen von Handlungsoptionen</li> </ul>
<p><b>weitere Vereinbarungen zur Schwerpunktsetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Demonstrations-Modell Brennstoffzellenauto (vgl. Nachhaltigkeitskonzept)</li> </ul>		

**... zur Vernetzung:**

- Einführung der Sauerstoffübertragungsreaktionen → UV 8.2
- Weiterentwicklung des einfachen zum differenzierten Atommodell → UV 8.3
- Weiterentwicklung des Begriffs Oxidbildung zum Konzept der Oxidation → UV 9.2

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler können	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
Wie werden Brände gelöscht? (ca. 5 UStd.)	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).	<p>Kontext: Brände und Brandbekämpfung</p> <p>SuS nennen Vorschläge, um Brände zu löschen: Feuerlöscher, Löschdecke, Wasser ...</p> <p>Überprüfung der Wirksamkeit verschiedener Löschmethoden mittels Experimenten (z. B.: Löschen von brennendem Holz, Ethanol)</p> <p>Erarbeitung der Voraussetzungen für eine Brandentstehung, experimentelle Untersuchung und Ableitung von Löschmethoden: Brennbarkeit von Stoffen, Zündtemperatur von Stoffen, Anwesenheit von Sauerstoff</p> <p>Experiment zum Abkühlen eines Stoffes unter die Zündtemperatur:</p> <p>Kann Papier vor dem Entzünden durch eine Kerze geschützt werden?</p> <p>„Ein Teelicht wird unter einen Papiertrichter gestellt: Er geht in Flammen auf. Beim zweiten Versuch ist der Papiertrichter mit Wasser gefüllt - Er lässt sich nun nicht mehr entflammen, sondern man kann Wasser im Trichter warm machen.“ Mit Wasser kann man Papier unter seinen Flammpunkt gekühlt halten (Flammpkt, Zündtemperatur).</p>

		<p>mögliche Vertiefung: Wann entflammt Feuerzeuggas?</p> <p>Vertiefung: Brandvorsorge</p> <p>arbeitsteilige Gruppenarbeit: Analyse verschiedener Szenarien aus dem Alltag (Kleiderbrand, Fettbrand, Wohnungsbrand, Umgang mit Handyakku, Lagerung von entzündlichen Flüssigkeiten im Haushalt ...) im Hinblick auf die bestmögliche Brandvorbeugung und Löschmethode</p>
<p><i>Was ist eine Verbrennung?</i> (ca. 8 Ustd.)</p>	<p>die Verbrennung als eine chemische Reaktion mit Sauerstoff identifizieren und als Oxidbildung klassifizieren (UF3),</p> <p>den Verbleib von Verbrennungsprodukten (Kohlenstoffdioxid und Wasser) mit dem Gesetz von der Erhaltung der Masse begründen (E3, E6, E7, K3),</p> <p>mit einem einfachen Atommodell Massenänderungen bei chemischen Reaktionen mit Sauerstoff erklären (E5, E6),</p> <p>anhand von Beispielen Reinstoffe in chemische Elemente und Verbindungen einteilen (UF2, UF3).</p>	<p>Kontext: Feuer und Flamme – Was passiert hier?</p> <p>Es werden verschiedene Stoffe entzündet (z. B. Ethanol, Kupferpulver/-blech, (LV) Magnesium, Kohle) und eine chemische Reaktion (ein Stoff verschwindet, neue Stoffe mit neuen Eigenschaften entstehen) wird festgestellt.</p> <p>quantitative Durchführung zur genaueren Untersuchung:</p> <p>Verbrennung von Eisenwolle an der Balkenwaage: Da die Masse zugenommen hat, muss Eisen mit einem weiteren Stoff reagiert haben; dieser muss aus der Luft stammen (Lavoisiers Sauerstofftheorie der Verbrennung).</p> <p>Formulierung von Wortgleichungen zur Verbrennung der o. g. Stoffe</p> <p>Nimmt die gesamte Masse bei Verbrennungen zu oder ab?</p> <p>Untersuchung mittels Verbrennung von a) Eisen b) Streichhölzern im geschlossenen System und Folgerung des Gesetzes von der Erhaltung der Masse [1]. Ergänzend kann Aktivkohle im (geschlossenen) Rundkolben verbrannt werden [2].</p> <p>Einführung des Atombegriffs als kleinste Bausteine chemischer Elemente</p>

		<p>Übertragung des Atommodells auf bekannte chemische Reaktionen und Erklärung der beobachteten Massenänderungen bei chemischen Reaktionen mit Sauerstoff</p> <p>Einteilung von Reinstoffen in Elemente und Verbindungen</p> <p>mögliche Vertiefung: Atommasse</p>
<p><i>Welche Rolle spielt die Luft bzw. der Sauerstoff bei Verbrennungsprozessen?</i> (ca. 3 Ustd.)</p>	<p>die wichtigsten Bestandteile des Gasgemisches Luft, ihre Eigenschaften und Anteile nennen (UF1, UF4), Nachweisreaktionen von Gasen (Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoffdioxid) und Wasser durchführen (E4).</p>	<p>Kontext: Auch Metalle können brennen Anhand der Stoffproben Eisenpulver, Eisenwolle, Eisenblech sollen die Schülerinnen und Schüler begründet Vermutungen entwickeln, welche Stoffprobe (besser) verbrennt (Bestätigungsexperiment, Einführung Zerteilungsgrad). Verbrennung von Eisenwolle bzw. Magnesium im sauerstoffgefüllten Standzylinder und Vergleich mit einer Verbrennung an der Luft (Förderung der Verbrennung bei Erhöhung des Sauerstoffgehalts) Der Vergleich führt zu der Frage, wie viel Sauerstoff in der Luft ist und wie man dies bestimmen kann. Verbrennung von Eisen im Glasrohr zur Bestimmung des Sauerstoffgehalts in der Luft Erstellen von Steckbriefen zu den wichtigsten Bestandteilen der Luft, Nachweise von Sauerstoff, Kohlenstoffdioxid (arbeitsteilig in GA) und Anfertigung eines Kreisdiagramms zu den Hauptbestandteilen der Luft</p>
<p><i>Wie kann Wasserstoff als Kraftstoff genutzt werden?</i> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p>Nachweisreaktionen von Gasen (Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoffdioxid) und Wasser durchführen (E4),</p>	<p>Kontext: Brennstoffzellen im Straßenverkehr Das Brennstoffzellenauto – wie funktioniert es?</p> <p>– Demonstration eines funktionsfähigen Modells eines Brennstoffzellenautos</p>

	<p>die Analyse und Synthese von Wasser als Beispiel für die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen beschreiben (UF1), Vor- und Nachteile einer ressourcenschonenden Energieversorgung auf Grundlage der Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen am Beispiel von Wasser abwägen (B1).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– vereinfachte Beschreibung der Funktionsweise eines Fahrzeugs mit Brennstoffzelle [4]</li> </ul> <p>Gruppenpuzzle, Differenzierung mittels Anforderungsbereich der einzelnen Themen:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) das Brennstoffzellenauto (Modellexperiment) und qualitative energetische Betrachtung</li> <li>b) Vorkommen, Eigenschaften und Verwendung von Wasserstoff</li> <li>c) Wasserstoff-Fahrzeuge: Recherche aktueller Stand</li> </ol> <p>nach der Austauschphase: Sammlung von Vor- und Nachteilen eines Wasserstoff-Autos in den Stammgruppen</p> <p>Wie kann Wasser zerlegt werden, wie kann es hergestellt werden?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Analyse von Wasser: Magnesium verbrennt in siedendem Wasser (Nachweis Wasserstoff). Wasser muss aus den Elementen Wasserstoff (entstandener Wasserstoff) und Sauerstoff (entstandenes Magnesiumoxid) bestehen. Nachweis von Wasserstoff</li> </ul> <p>Synthese von Wasser: Verbrennung Wasserstoff an der Luft, Nachweis von Wasser [4]</p>
--	---	--

**weiterführendes Material:**

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.experimentas.de/experiments/view/2410">https://www.experimentas.de/experiments/view/2410</a>	Tipps und Literaturstelle zur Durchführung des Standardversuchs Verbrennung von Streichhölzern

		(und Eisenwolle) zur Untersuchung der Gesamtmasse
2	<a href="https://www.springer.com/cda/content/document/cda_download-document/10+Boyle.pdf?SGWID=0-0-45-1486850-p176975275">https://www.springer.com/cda/content/document/cda_download-document/10+Boyle.pdf?SGWID=0-0-45-1486850-p176975275</a>	Prof. Barke gibt neben der Durchführung eine didaktische Einordnung der Verbrennung von Kohle in der Entwicklung der Verbrennung und dem Gesetz der Massenerhaltung.
3	<a href="https://www.wdrmaus.de/filme/sachgeschichten/brennstoffzelle.php5">https://www.wdrmaus.de/filme/sachgeschichten/brennstoffzelle.php5</a>	Sachgeschichten WDR Sachgeschichte zur Brennstoffzelle
4	<a href="https://www.experimentas.de/experiments/view/232">https://www.experimentas.de/experiments/view/232</a>	Anleitung zur Verbrennung von Wasserstoff und Nachweis des entstandenen Wassers

Unterrichtsvorhaben UV 8.2	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<b>UV 8.2: Vom Rohstoff zum Metall</b> <i>Wie lassen sich Metalle aus Rohstoffen gewinnen?</i>  <b>Ca. 12 Ustd.</b>	<b>IF4: Metalle und Metallgewinnung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Zerlegung von Metalloxiden</li> <li>– Sauerstoffübertragungsreaktionen</li> <li>– edle und unedle Metalle</li> <li>– Metallrecycling</li> </ul>	UF2 Auswahl und Anwendung <ul style="list-style-type: none"> <li>– Anwenden chemischen Fachwissens</li> </ul> UF3 Ordnung und Systematisierung <ul style="list-style-type: none"> <li>– Klassifizieren chemischer Reaktionen</li> </ul> E3 Vermutung und Hypothese <ul style="list-style-type: none"> <li>– hypothesengeleitetes Planen einer Versuchsreihe</li> </ul> E7 Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten <ul style="list-style-type: none"> <li>– Nachvollziehen von Schritten der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung</li> </ul> B3 Abwägung und Entscheidung <ul style="list-style-type: none"> <li>– begründetes Auswählen von Handlungsoptionen</li> </ul>

		B4 Stellungnahme und Reflexion – Begründen von Entscheidungen
<p><b>weitere Vereinbarungen</b></p> <p><b>... zur Schwerpunktsetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Besuch eines außerschulischen Lernortes zur Metallgewinnung (Kooperation mit außerschulischem Partner)</li></ul> <p><b>... zur Vernetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– energetische Betrachtungen bei chemischen Reaktionen ← UV 7.2</li><li>– Vertiefung Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen ← UV 8.2</li><li>– Vertiefung Element und Verbindung ← UV 8.2</li><li>– Weiterentwicklung des Begriffs der Zerlegung von Metalloxiden zum Konzept der Reduktion → UV 9.2</li></ul> <p><b>... zu Synergien:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>– Versuchsreihen anlegen ← Biologie UV 5.1, UV 5.4</li></ul>		

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler können	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<i>Wie wurden und werden Metalle hergestellt?</i> (ca. 10 Ustd.)	ausgewählte Metalle aufgrund ihrer Reaktionsfähigkeit mit Sauerstoff als edle und unedle Metalle ordnen (UF2, UF3).	<p>Kontext: Kupfer-, Bronze-, Eisenzeit – Warum werden historische Zeitabschnitte nach Metallen oder Metalllegierungen benannt?</p> <p>Metalle als Werkzeuge und Gebrauchsgegenstände: Erstellen von Steckbriefen zu Vorkommen (als Metalloxide, Metallsulfide) und Verwendung von Metallen ← 7.1 als Teilstücke einer Wandzeitung, die am Ende der Unterrichtsreihe gemäß einer Affinität der Metalle zu Sauerstoff geordnet werden kann.</p> <p>Problem: Die wenigsten Metalle kommen gediegen vor – experimentelle Erarbeitung der Herstellung von Metallen</p> <p>Einführen der Metalloxide durch Erarbeitung der Oxidationsreihe der Metalle aufgrund ihrer Reaktionsfähigkeit mit Sauerstoff</p>
	chemische Reaktionen, bei denen Sauerstoff abgegeben wird, als Zerlegung von Oxiden klassifizieren (UF3).	<p>Wie gewinnt man z. B. Silber?</p> <p>Lehrerexperiment: Herstellung von Silber aus Silberoxid zur Einführung der Zerlegung von Oxiden</p> <p>Weiterführung als Schülerexperiment mit arbeitsteiliger Durchführung mit unterschiedlichen Massen zwecks Bestimmung der Massenverhältnisse und Ableitung des Gesetzes der konstanten Massenverhältnisse mit dem Ziel der Herleitung der Verhältnisformel → 9.1</p>

	<p>Experimente zur Zerlegung von ausgewählten Metalloxiden hypothesengeleitet planen und geeignete Reaktionspartner auswählen (E3, E4), Sauerstoffübertragungsreaktionen im Sinne des Donator-Akzeptor-Konzeptes modellhaft erklären (E6), ausgewählte Verfahren zur Herstellung von Metallen erläutern und ihre Bedeutung für die gesellschaftliche Entwicklung beschreiben (E7).</p>	<p>Wie kam Ötzi an sein Kupferbeil? – Einführung in den historischen Kontext mit Auszügen aus einem Jugendbuch [1] oder Zeitungsartikel [2] selbstständige Planung und experimentelle Durchführung der Kupfergewinnung im Schülerversuch (je nach Planung mit Kohlenstoff oder Eisen) Auswertung der Beobachtungen auf der phänomenologischen und submikroskopischen Ebene Aufstellen eines einfachen Reaktionsschemas in Worten</p> <p>Vertiefung: Eisengewinnung früher, heute und morgen in Anbindung an den Besuch des Hochofens im Landschaftspark Nord</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Der Rennofen – Sendung mit der Maus [3]</li> <li>– Der Hochofen – Schemazeichnung und chemische Prozesse als Reaktionsschema in Worten [4]</li> <li>– Der Hochofen von morgen – jetzt schon in Duisburg [5,6]</li> </ul> <p>Beantwortung der Frage nach der Benennung der historischen Zeitabschnitte</p>
<p><i>Wie lassen sich Metallbrände löschen?</i> (ca. 1 Ustd.)</p>	<p>Maßnahmen zum Löschen von Metallbränden auf der Grundlage der Sauerstoffübertragungsreaktion begründet auswählen (B3).</p>	<p>Kontext: Großbrand auf dem Gelände einer Recyclingfirma „Schrottinsel“ in Ruhrort [7] Problemaufriss ausgehend von ausgewählten Zeitungsartikeln, alternativ mit einem Artikel zu einem Magnesiumbrand, z.B. [8] Lehrerdemonstrationsexperiment: Magnesium in Kohlenstoffdioxid verbrennen</p>

		<p>Untersuchung der Reaktionsprodukte Magnesiumoxid und Kohlenstoff durch die Schülerinnen und Schüler</p> <p>Übertragung der Problematik auf das Löschen mit Wasser</p> <p>Entwicklung alternativer Löschmöglichkeiten im Rückgriff auf ← 7.3</p>
<p><i>Wie können Metalle recycelt werden?</i> (ca. 1 Ustd.)</p>	<p>die Bedeutung des Metallrecyclings im Zusammenhang mit Ressourcenschonung und Energieeinsparung beschreiben und auf dieser Basis das eigene Konsum- und Entsorgungsverhalten bewerten (B1, B4, K4).</p>	<p>Kontext: Metalle – Werkstoffe und Wertstoffe</p> <p>Kupferrecycling aus Elektroschrott (Filmausschnitt vom Müll zum Rohstoff) [9]</p> <p>oder</p> <p>„Welcome to Sodom – dein Smartphone ist schon hier“ [10]</p> <p>Bauteile aus Smartphones – Muss es immer ein neues Smartphone sein?</p> <p>Podiumsdiskussion auf der Grundlage vorgefertigter Rollenkarten, die Argumente, Zahlen, Daten und Fakten aus unterschiedlicher Perspektive, bspw. Einer Umweltorganisation, eines Smartphone-Herstellers, eines Verbrauchers und eines Unternehmens, das Ersatzteile für Smartphones fertigt, enthalten. [11, 12, 13]</p>

**weiterführendes Material:**

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	Venzke, Andreas: Ötzi und die Offenbarungen einer Gletschermumie. 2. Auflage, Würzburg: Arena 2015. (Arena Bibliothek des Wissens. Lebendige Biographien) ISBN: 978-3-401-06651-6	Im Zentrum dieser Jugendbuchgeschichte steht die spektakuläre Entdeckung des Ötztalmannes, der aus seiner Perspektive Einblicke in das Leben während der Kupferzeit gibt. Die adressatengerechte Aufbereitung wissenschaftlicher Fakten in Erzählform wird ergänzt durch zahlreiche Sachteile, die Hintergrundinformationen, Abbildungen

		und ein ausführliches Glossar liefern. Im Sachkapitel „Die Beifunde“ wird die Besonderheit des Besitzes eines Beils mit wertvoller Kupferklinge thematisiert.
2	Ötzi lebt, Artikel aus der Süddeutschen Zeitung vom 17./18. September 2016, Ausgabe Nr.216. <a href="https://www.sueddeutsche.de/panorama/gletscher-mumie-oetzi-lebt-1.3164885">https://www.sueddeutsche.de/panorama/gletscher-mumie-oetzi-lebt-1.3164885</a>	Der Artikel thematisiert die Bergung der Leiche, neueste Forschungsergebnisse sowie Verschwörungstheorien und erwähnt unter der Teilüberschrift „Mord“ auch den wertvollen Kupferpickel, den Ötzi bei sich getragen hat.
3	Eisengewinnung. In: Bibliothek der Sachgeschichten von und mit Armin Maiwald. Sendung mit der Maus.	In dieser Sachgeschichte von der Sendung mit der Maus wird die Eisengewinnung mittels eines selbstgebauten Rennofens veranschaulicht und erklärt.
4	<a href="https://www.planet-schule.de/sf/php/sendungen.php?sendung=6903">https://www.planet-schule.de/sf/php/sendungen.php?sendung=6903</a>	Der Film „Vom Erz zum Stahl“ enthält neben dem Filmbeitrag auch – Arbeitsblätter zum Aufbau des Hochofens sowie Anleitungen zu einer Recherche zur Erstellung einer Zeitleiste von der Eisenzeit bis heute.
5	<a href="https://www.thyssenkrupp-steel.com/de/unternehmen/nachhaltigkeit/klimastrategie/">https://www.thyssenkrupp-steel.com/de/unternehmen/nachhaltigkeit/klimastrategie/</a>	Das Unternehmen informiert auf dieser Seite im Zusammenhang mit der Zielsetzung bis 2050 klimaneutral zu arbeiten, über ihren Versuch, Wasserstoff im Hochofen einzusetzen.
6	<a href="https://rp-online.de/nrw/staedte/duisburg/thyssenkrupp-in-duisburg-setzt-wasserstoff-im-hochofen-ein_aid-47127643">https://rp-online.de/nrw/staedte/duisburg/thyssenkrupp-in-duisburg-setzt-wasserstoff-im-hochofen-ein_aid-47127643</a>	Der Zeitungsartikel berichtet über dieses Vorhaben in allgemein verständlicher Weise.
7	<a href="https://www.waz.de/staedte/duisburg/experten-suchen-ursache-fuer-grossbrand-im-duisburger-hafen-id9383772.html">https://www.waz.de/staedte/duisburg/experten-suchen-ursache-fuer-grossbrand-im-duisburger-hafen-id9383772.html</a>	Der Artikel berichtet über einen Brand auf dem Gelände einer Recycling-Firma und kann zum Problemaufwurf für die Fragestellung „Wie können Metallbrände gelöscht werden?“ verwendet werden.
8	<a href="https://www.thueringer-allgemeine.de/leben/blau-licht/magnesium-brand-richtet-bei-sonneberg-millionenschaden-an-id217419241.html">https://www.thueringer-allgemeine.de/leben/blau-licht/magnesium-brand-richtet-bei-sonneberg-millionenschaden-an-id217419241.html</a>	Der Zeitungsartikel zum Magnesiumbrand ist geeignet, um jenseits der o.g. Problematisierung eine

		problemorientierte Anbindung an den nachfolgend durchgeführten Lehrerversuch zu schaffen.
9	DVD: RECYCLING – VOM MÜLL ZUM ROHSTOFF Art.-Nr. Onlinemedium: 5511065 , Art.-Nr. physisches Medium: 4611065	Video/ DVD vom FWU, thematisiert Kupferrecycling aus Elektroschrott
10	<a href="http://www.welcome-to-sodom.de">http://www.welcome-to-sodom.de</a>	Dieser Dokumentarfilm, freigegeben ab 6 Jahren, lief 2018 im Kino und ist mittlerweile auf DVD erhältlich. Es werden Einblicke gegeben in Europas größte Elektroschrotthalde mitten in Afrika (Agbogoshie) und die Verlierer der digitalen Revolution vor Ort porträtiert.
11	<a href="https://www.chemiedidaktik.uni-hannover.de/fileadmin/chemiedidaktik/pdf/Lehrer/urban_mining/2_Materialien_fuer_die_Unterrichtsgestaltung.pdf">https://www.chemiedidaktik.uni-hannover.de/fileadmin/chemiedidaktik/pdf/Lehrer/urban_mining/2_Materialien_fuer_die_Unterrichtsgestaltung.pdf</a>	Hier gibt es fertige Materialien für die Unterrichtsgestaltung. Ausgehend von einer Pressemitteilung zum Diebstahl von Kupferkabeln wird die Problematik der Endlagerung von Elektroschrott am Beispiel von Agbogoshie thematisiert sowie die Frage nach den Bauteilen von Smartphones und deren Recycling aufgeworfen. Das Material verweist auf weiterführende Internetquellen, z.B. planet Schule und germanwatch.
12	<a href="https://www.fairphone.com/de/">https://www.fairphone.com/de/</a>	Auf der Internetseite des Unternehmens finden sich weitere Informationen zum fairen Handel mit Smartphones, die die Vorbereitung einer entsprechenden Rollenkarte unterstützen.
13	<a href="https://www.bund.net/aktuelles/detail-aktuelles/news/handys-und-effizienz-dein-smartphone-ist-ein-dumbphone/">https://www.bund.net/aktuelles/detail-aktuelles/news/handys-und-effizienz-dein-smartphone-ist-ein-dumbphone/</a>	Dieser Artikel vom BUND thematisiert die Frage nach Möglichkeiten einer nachhaltigen Nutzung neuer Medien und kann ebenfalls als Quelle für die Gestaltung einer entsprechenden Rollenkarte dienen.

Unterrichtsvorhaben UV 8.3	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<p><b>UV 8.3: Elementfamilien schaffen Ordnung</b> <i>Lassen sich die chemischen Elemente anhand ihrer Eigenschaften sinnvoll ordnen?</i></p> <p>(ca. 30 Ustd.)</p>	<p><b>IF5: Elemente und ihre Ordnung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– physikalische und chemische Eigenschaften von Elementen der Elementfamilien: Alkalimetalle, Halogene, Edelgase</li> <li>– Periodensystem der Elemente</li> <li>– differenzierte Atommodelle</li> <li>– Atombau: Elektronen, Neutronen, Protonen, Elektronenkonfiguration</li> </ul>	<p>UF3 Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Systematisieren chemischer Sachverhalte nach fachlichen Strukturen</li> </ul> <p>E3 Vermutung und Hypothese</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Formulieren von Hypothesen und Angabe von Möglichkeiten zur Überprüfung</li> </ul> <p>E5 Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ziehen von Schlussfolgerungen aus Beobachtungen</li> </ul> <p>E6 Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Beschreiben und Erklären von Zusammenhängen mit Modellen.</li> <li>– Vorhersagen chemischer Vorgänge durch Nutzung von Modellen und Reflektion der Grenzen</li> </ul> <p>E7 Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Beschreiben der Entstehung, Bedeutung und Weiterentwicklung chemischer Modelle</li> </ul>
<p><b>weitere Vereinbarungen</b> <b>... zur Schwerpunktsetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– in der Regel Erkenntnisgewinnung mittels Experimenten (vgl. Schulprogramm)</li> </ul> <p><b>... zur Vernetzung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– einfaches Atommodell ← UV 8.1</li> </ul>		

<b>... zu Synergien:</b> – Elektronen ← Physik UV 6.3 – einfaches Elektronen-Atomrumpf-Modell → Physik UV 9.6 – Aufbau von Atomen, Atomkernen, Isotopen → Physik UV 10.3		
<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler können	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<i>Was ist eine Elementfamilie?</i> (ca. 5 Ustd.)	Vorkommen und Nutzen ausgewählter chemischer Elemente und ihrer Verbindungen in Alltag und Umwelt beschreiben (UF 1), chemische Elemente anhand ihrer charakteristischen physikalischen und chemischen Eigenschaften den Elementfamilien zuordnen (UF3).	Kontext: Chemische Elemente und ihre Verbindungen in Alltagsprodukten Untersuchung, welche Elemente bzw. Verbindungen in Produkten des Alltags enthalten sind: z.B. Iod in Halogenlampen, Lithiumverbindungen in Akkumulatoren, Edelgase in Leuchtmitteln, Seltenerd-elemente in Handys, Natriumchlorid im Steinsalz ... Fokussierung auf Stoffe, in denen Natriumverbindungen enthalten sind (z. B. Kochsalz, Seife, Backpulver, Zahnpasta). Benennung der Natriumverbindungen. Demonstrationsexperiment: Ein erbsengroßes Stück Natrium wird entzündet und die metallisch glänzende Schnittfläche betrachtet. Ist Natrium ein Metall? Bestätigung durch ein Demonstrationsexperiment: Überprüfung der Leitfähigkeit. [1] Zweites Demonstrationsexperiment: Ein erbsengroßes Stück Natrium wird in Wasser gegeben, das mit Phenolphthalein-Lösung (und einem Tropfen Tensid-Lösung) versetzt wurde. Erarbeiten des Unterschieds zwischen elementarem Natrium und Natriumverbindungen

		<p>Vertiefung: Welche chemische Reaktion hat stattgefunden?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erklärung des Entstehens einer alkalischen Lösung: Bildung von Natriumhydroxid</li> <li>- Entwicklung eines möglichen Experimentes zum Auffangen und Nachweis des Gases - exp. Durchführung mit Lithium</li> <li>- Aufstellen einer Reaktionsgleichung</li> </ul> <p>Überleitung zur Elementfamilie der Alkalimetalle: Die Elemente Lithium und Kalium haben ähnliche Eigenschaften wie Natrium. tabellarische Sammlung gemeinsamer Eigenschaften</p>
<p><i>Gibt es noch weitere Elementfamilien?</i> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p>Vorkommen und Nutzen ausgewählter chemischer Elemente und ihrer Verbindungen in Alltag und Umwelt beschreiben (UF 1), chemische Elemente anhand ihrer charakteristischen physikalischen und chemischen Eigenschaften den Elementfamilien zuordnen (UF3).</p>	<p>Rückgriff auf den Kontext: arbeitsteilige Recherche zu den Elementfamilien der Halogene und der Edelgase (Elemente und Verbindungen) [2], Erkenntnisgewinnung durch Experimente [3][4][5] tabellarische Sammlung von Eigenschaften der Elemente Fluor, Chlor, Iod tabellarische Sammlung der Eigenschaften, Verwendung und Vorkommen der Gase Helium, Neon, Argon, Krypton mögliche Vertiefung: Erdalkalimetalle</p>
<p><i>Wie kann man eine Ordnung in die Elemente bringen?</i> (ca. 2 Ustd.)</p>	<p>chemische Elemente anhand ihrer charakteristischen physikalischen und chemischen Eigenschaften den Elementfamilien zuordnen (UF3), physikalische und chemische Eigenschaften von Alkalimetallen, Halogenen und Edelgasen mithilfe ihrer Stellung im Periodensystem begründet vorhersagen (E3).</p>	<p>Kontext: historischer Bezug zur Entwicklung des PSE durch Mendelejew bzw. Meyer Für jedes der untersuchten Elemente Lithium, Natrium, Kalium, , Fluor, Chlor, Iod, Helium, Neon, Argon und Krypton werden Steckbrief-Kärtchen mit der Angabe der Atommassen angelegt. (Exkurs Atommasse) Kann man diese Elemente sinnvoll sortieren?</p>

		<p>Zusammenlegen der Puzzleteile nach den untersuchten Eigenschaften, Diskussion verschiedener Kriterien, Entwicklung nach ansteigender Atommasse und ähnlichem Verhalten. Zwischen Chlor und Iod bleibt eine Lücke.</p> <p>Welcher Stoff gehört in die Lücke? Welche Eigenschaften könnte er haben?</p> <p>Sammlung von Hypothesen zu den Eigenschaften des fehlenden Stoffes. Überprüfung im Demonstrationsexperiment: Reaktion von Brom mit Natrium</p>
<p><i>Was sind kritische Rohstoffe?</i> (ca. 4 Ustd.)</p>	<p>Vorkommen und Nutzen ausgewählter chemischer Elemente und ihrer Verbindungen in Alltag und Umwelt beschreiben (UF 1), vor dem Hintergrund der begrenzten Verfügbarkeit eines chemischen Elements bzw. seiner Verbindungen Handlungsoptionen für ein ressourcenschonendes Konsumverhalten entwickeln (B3).</p>	<p>Rückgriff auf den Kontext: Chemische Elemente und ihre Verbindungen in Alltagsprodukten - Gruppenpuzzle zu kritischen Rohstoffen (z. B. Platin, Palladium, Gold, Iridium, Aluminium, Germanium, Titan, [6][7]), ressourcenschonenden Verhaltens durch</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Optimierung von Produktionsprozessen</li> <li>- Substitution kritischer Rohstoffe</li> <li>- Recycling</li> </ul>
<p><i>Wie kann das systematische Verhalten der chemischen Elemente erklärt werden?</i> (ca. 13 Ustd.)</p>	<p>die Entwicklung eines differenzierten Kern-Hülle-Modells auf der Grundlage von Experimenten, Beobachtungen und Schlussfolgerungen beschreiben (E2, E6, E7), aus dem Periodensystem der Elemente wesentliche Informationen zum Atombau der Hauptgruppenelemente (Elektronenkonfiguration, Atommasse) herleiten (UF3, UF4, K3).</p>	<p>Einstieg: Die Suche nach einer Erklärung zum wiederkehrenden ähnlichen Verhalten chemischer Elemente führt zur Notwendigkeit, die Atome genauer zu untersuchen.</p> <p style="text-align: center;">Schritt: Vorhandensein von Ladungsträgern im Atom</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Experiment: Erzeugung der elektrischen Aufladung eines Körpers durch Reibung (z.B. Kunststoffstab/Wollappen – Haare bzw. sehr kleine Papierschnipsel, 2 Plastikfolien – Papier bzw. Plastik).</li> <li>- Auswertung: Da zwischen den Atomen nichts ist, müssen die Ladungsträger mit positiver</li> </ul>

		<p>bzw. negativer Ladung durch die Atome verursacht worden sein. Negative Ladungsträger: Elektronen</p> <p>2. Schritt: Wo befinden sich die negativen und positiven Ladungsträger im Atom? Rutherfordscher Streuversuch (Animation [8]), Atomhülle, Atomkern, Atommasse, Kern-Hülle-Modell</p> <p>3. Schritt: Wie ist der Atomkern aufgebaut? Erklärung der Atommasse über den Aufbau des Atomkerns bestehend aus Neutronen und Protonen</p> <p>4. Schritt: Wie ist die Atomhülle aufgebaut? Warum muss man unterschiedliche Energie aufwenden, um die Elektronen zu entfernen? das Schalenmodell der Elektronenhülle, Elektronenkonfiguration, Zusammenhang zwischen der Besetzung der Schalen und dem Aufbau des PSE Anwendungs- und Vertiefungsaufgaben</p>
<p>Welches Atommodell ist denn nun das „richtige“? (ca. 2 Ustd.)</p>	<p>die Aussagekraft verschiedener Kern-Hülle-Modelle beschreiben (E6, E7).</p>	<p>Vergleich des Kern-Hülle-Atommodells mit dem Schalenmodell:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Aussagen des jeweiligen Modells</li> <li>– Sachverhalte, die mit Hilfe des Modells erklärt werden können</li> <li>– Sachverhalte, die mit Hilfe des Modells nicht erklärt werden können</li> </ul> <p>Nachvollzug des Weges der Erkenntnisgewinnung, ggf. unter Einbezug weiterer Atommodelle</p>

## weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.experimentas.de/experiments/view/17">https://www.experimentas.de/experiments/view/17</a>	Auf der Internetseite <a href="http://www.experimentas.de">www.experimentas.de</a> findet sich eine sehr große Sammlung von klassischen und neueren Schulversuchen für den Chemieunterricht. Sehr hilfreich für die Unterrichtsplanung ist ebenfalls, dass zu klassischen Versuchen verschiedene Varianten aufgeführt werden und natürlich immer die Quellen mit den ausführlicheren Versuchsanweisungen angegeben werden. Informationen zur Durchführung zahlreicher Schulversuche hier: Leitfähigkeit von Natrium
2	<a href="https://www.seilnacht.com/Lexikon/53Iod.tm">https://www.seilnacht.com/Lexikon/53Iod.tm</a> <a href="https://www.seilnacht.com/Lexikon/09Fluor.htm">https://www.seilnacht.com/Lexikon/09Fluor.htm</a>	Ausführliche Beschreibungen zu den Elementen und ihren Verbindungen.
3	<a href="https://www.experimentas.de/experiments/view/54">https://www.experimentas.de/experiments/view/54</a>	Herstellung von Chlorgas
4	<a href="https://www.experimentas.de/experiments/view/2094">https://www.experimentas.de/experiments/view/2094</a>	Herstellung von Kochsalz aus den Elementen im Langzeitversuch
5	<a href="https://degintu.dguv.de/login">https://degintu.dguv.de/login</a>	Das Online-Portal „Gefahrstoffinformationssystem für den naturwissenschaftlich-technischen Unterricht der Gesetzlichen Unfallversicherung (DEGINTU)“ soll die Schulleiterinnen und Schulleiter, Sammlungsleiterinnen und Sammlungsleiter sowie Lehrkräfte bei der sicheren Vorbereitung und Durchführung des Unterrichts unterstützen. Es wurde für den Geltungsbereich der RICHTLINIE ZUR SICHERHEIT IM UNTERRICHT (RISU) –

		Empfehlung der Kultusministerkonferenz vom 26.02.2016 bzw. 14.06.2019 konzipiert. DEGINTU wird von der DGUV kostenlos und frei allen Schulen, Schülerlabors und Institutionen der Lehramtsausbildung zur Verfügung gestellt. Modul 3 beinhaltet Versuchsbeschreibungen bewährter Experimente inklusive der vorgeschriebenen Gefährdungsbeurteilungen.
6	z.B. Platin <a href="https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/rohstoffsteckbrief_pt.pdf?__blob=publicationFile&amp;v=2">https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/rohstoffsteckbrief_pt.pdf?__blob=publicationFile&amp;v=2</a> Palladium <a href="https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/rohstoffsteckbrief_pd.pdf?__blob=publicationFile&amp;v=2">https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Min_rohstoffe/Downloads/rohstoffsteckbrief_pd.pdf?__blob=publicationFile&amp;v=2</a>	Ausführliche Steckbriefe zu den Rohstoffen Platin, Palladium, Silicium, Titan, Blei, Gallium, Nickel, Zink, Kupfer, Chrom finden sich bei der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
7	Prechtl, Reiners, Kritische Metalle, NiU Heft 161 September 2017	In dieser Ausgabe der NiU werden Seltenerdelemente (u.a. Cer, Neodymsulfat) in verschiedenen Verwendungsmöglichkeiten sowie Gold und Kupfer ausführlich betrachtet.
8	<a href="https://www.chemie-interaktiv.net/ff.htm#pse">https://www.chemie-interaktiv.net/ff.htm#pse</a>	Auf dieser Internetseite finden sich Interessante Animationen zur Erklärung von Vorgängen auf Stoff- und auf Teilchenebene für verschiedene unterrichtsrelevante Themen. Hier wurde die Animation zum Rutherford'schen Streuversuch ausgewählt.

## 2.2.4 Schuleigener Lehrplan SI in tabellarischer Form: Jahrgangsstufe 9 (G9)

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 Ustd.</p>	<p><b>IF6: 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>UF1 Wiedergabe und Erklärung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellen von Bezügen zu zentralen Konzepten</li> </ul> <p>UF2 Auswahl und Anwendung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zielgerichtetes Anwenden von chemischem Fachwissen</li> </ul> <p>E6 Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreiben und Erklären chemischer Vorgänge und Zusammenhänge mithilfe von Modellen</li> </ul> <p>E7 Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwickeln von Gesetzen und Regeln</li> </ul> <p>B1 Fakten und Situationsanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifizieren naturwissenschaftlicher Sachverhalte und Zusammenhänge</li> </ul>	<p><i>... zur Vernetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atombau: Elektronenkonfiguration ← UV 8.1</li> <li>• Anbahnung der Elektronenübertragungsreaktionen → UV 9.2</li> <li>• Ionen in sauren und alkalischen Lösungen → UV 10.2</li> </ul> <p><i>... zu Synergien:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrische Ladungen → Physik UV 9.6</li> </ul>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler können	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<i>Welche besonderen Eigenschaften haben Salze?</i> (ca. 1 Ustd.)	ausgewählte Eigenschaften von Salzen mit ihrem Aufbau aus Ionen und der Ionenbindung erläutern (UF1).	Kontext: Wunderschöne Salzkristalle – den Eigenschaften und dem Aufbau von Salzen auf der Spur Wir züchten Salzkristalle und untersuchen sie: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Züchten von Salzkristallen (Kochsalz, Alaun, Kupfersulfatpentahydrat)</li> <li>- fakultativ: Erstellen eines Zeitraffervideos</li> <li>- Beschreibung von Form und Farbe anhand gegebener Kristalle aus der Sammlung</li> </ul>
<i>Warum leiten eine Kochsalzschmelze und eine Kochsalzlösung den elektrischen Strom, Kochsalz als Kristall aber nicht?</i> (ca. 4 Ustd.)	ausgewählte Eigenschaften von Salzen mit ihrem Aufbau aus Ionen und der Ionenbindung erläutern (UF1).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vergleich der elektrischen Leitfähigkeit eines Kochsalzkristalls und einer Kochsalzschmelze Lehrerdemonstrationsexperiment zur Leitfähigkeit eines Salzkristalls und seiner Schmelze [1]</li> </ul> <p>Entwicklung der Fragestellung: „Wie kann die gute Leitfähigkeit der Kochsalzschmelze erklärt werden?“ Erklärung der Leitfähigkeit durch das Vorhandensein beweglicher, elektrisch geladener Teilchen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Postulieren des Vorhandenseins geladener Teilchen</li> <li>- Einführung des Ionenbegriffs</li> </ul> <p>Aufwerfen der Fragestellung: Leitet eine Kochsalzlösung den elektrischen Strom? experimentelle Messung der Leitfähigkeit von destilliertem Wasser und einer Kochsalzlösung mithilfe einer einfachen Apparatur mit Glühlampe Vertiefungsaufgabe: Enthält Leitungswasser Ionen? Überprüfungsexperiment</p>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler können	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<p><i>Wie sind Kochsalzkristalle aufgebaut?</i></p> <p>(ca. 5 Ustd.)</p>	<p>an einem Beispiel die Salzbildung unter Einbezug energetischer Betrachtungen auch mit Angabe einer Reaktionsgleichung in Ionenschreibweise erläutern (UF2).</p>	<p>Entwicklung der Fragestellung: „Wie werden Ionen gebildet?“</p> <p>Erarbeitung der Ionenbildung und -bindung auch unter energetischen Aspekten am Beispiel der Kochsalzsynthese (Lernaufgabe) mithilfe von Videos (Herstellung von Natriumchlorid im Experiment) und Animationen (Vorgänge auf Teilchenebene [2, 3])</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- sprachsensible Unterstützung der Unterscheidung von Beobachtung auf der Stoffebene und Deutung sowohl auf Stoff- als auch auf Teilchenebene</li> <li>- Erklärung der Ionenbildung unter Verwendung des Schalenmodells und des Begriffs der „Edelgaskonfiguration“</li> <li>- Entstehen eines Ionengitters (Ionenbindung)</li> <li>- Aufstellen der Wortgleichungen</li> </ul> <p>mögliche Differenzierung (Förderung leistungsstarker Schülerinnen und Schüler): vereinfachter Born-Haber-Kreislauf [4, 5]</p>
<p><i>Wie lassen sich die Eigenschaften von Salzen durch ihren Aufbau erklären?</i></p> <p>(ca. 2 Ustd.)</p>	<p>ausgewählte Eigenschaften von Salzen mit ihrem Aufbau aus Ionen und der Ionenbindung erläutern (UF1).</p>	<p>Untersuchung der selbstgezüchteten Kristalle</p> <p>Struktur bestimmt Eigenschaft: Das Ionengitter wird zur Erklärung weiterer Eigenschaften wie Sprödigkeit (im Vergleich zur Formbarkeit der Metalle), Härte und Schmelzpunkt herangezogen.</p> <p>Durchführen und Erklären von Experimenten zu den Eigenschaften und dem Aufbau von Salzkristallen in Kleingruppen, ggf. als Lernzirkel (Härte und Sprödigkeit von Salzkristallen, Schmelztemperaturen) [6, 7]</p>

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Wie kommen unterschiedliche Verhältnisformeln für verschiedene Salze zustande?</i></p> <p>(ca. 4 Ustd.)</p>	<p>an einem Beispiel das Gesetz der konstanten Massenverhältnisse erklären und eine chemische Verhältnisformel herleiten (E6, E7, K1), an einem Beispiel die Salzbildung unter Einbezug energetischer Betrachtungen auch mit Angabe einer Reaktionsgleichung in Ionenschreibweise erläutern (UF2).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ermittlung des Massenverhältnisses von Magnesiumoxid durch Verbrennung von Magnesium in Sauerstoff in einer geschlossenen Apparatur im Lehrerexperiment [8]</li> <li>- ermittelte Verhältnisformel Magnesiumoxid bestätigt abgeleitete Aussagen zur Elektronenkonfiguration der Außenschale und den Aufbau des PSE</li> <li>- Problematisierung der Ableitung von Verhältnisformeln von Salzen mit Nebengruppenelementen</li> <li>- experimentelle Bestimmung von Verhältnisformeln solcher salzartigen Verbindungen exemplarisch am Bsp. von Silberoxid [9, 10]</li> </ul> <p>Übung: Aufstellen von Verhältnisformeln</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ableitung von Verhältnisformeln von Salzen aus Hauptgruppenelementen und zusätzliche Übungen [11]</li> </ul>
<p><i>Wieviel Salz ist gut für uns und die Umwelt?</i></p> <p>(ca. 6 UStd)</p>	<p>den Gehalt von Salzen in einer Lösung durch Eindampfen ermitteln (E4), unter Umwelt- und Gesundheitsaspekten die Verwendung von Salzen im Alltag reflektieren (B1).</p>	<p>Kontext: Bewusste Ernährung Schülerinnen und Schüler prüfen ausgehend vom Barcode mit einer App Lebensmittel auf ihre Zusammensetzung und problematisieren die daraus abgeleitete Bewertung hinsichtlich ihrer Einstufung als „gesundes“ oder „ungesundes“ Lebensmittel [12]. Wieviel ist drin? - Bestimmung des Gesamtsalzgehaltes in verschiedenen Lebensmitteln, z.B. Mineralwasserproben Kritische Reflexion der Aussage von Apps hinsichtlich der undifferenzierten Aussage zum Salzgehalt am Beispiel verschiedener Mineralwässer Wieviel ist zuviel? - Kritische Auseinandersetzung durch arbeitsteilige Erarbeitung verschiedener Aspekte im Themenfeld „<b>Salze und Gesundheit</b>“ mit anschließender Plakatpräsentation auf einer fiktiven <b>Gesundheitsmesse</b>, z.B. Fluorid in der Zahnpasta, Verzehr von jodiertem Speisesalz [13],</p>

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		<p>Empfehlungen bestimmter Mineralwassersorten, Ratgeber zu salzreicher Ernährung [14, 15]</p> <p>Ist <b>Salzstreuen im Winter</b> alternativlos? Durchführung eines Experiments zur phänomenologischen Reproduktion der Gefrierpunktserniedrigung [16]</p> <p>Podiumsdiskussion zum Einsatz von Streusalz vor verschiedenen öffentlichen Einrichtungen und verschiedenen Schnellstraßen auf der Grundlage einer angeleiteten Recherche zu Vor- und Nachteilen des Streuens mit Salz</p> <p>Mögliche Vertiefung: Überprüfung von populärwissenschaftlichen Texten und Werbungen hinsichtlich fachlich richtiger Aussagen zu Salzen. [17, 18, 19]</p>

## weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.experimentas.de/experiments/view/2505">https://www.experimentas.de/experiments/view/2505</a>	Ein Halitkristall (erhältlich bspw. in Reformhäusern) wird zwischen zwei Eisennägeln eingespannt und die Leitfähigkeit gemessen. Unter dem Kristall wird der Bunsenbrenner positioniert. Bei einsetzendem Schmelzen setzt die Leitfähigkeit ein und steigt allmählich.
2	<a href="https://www.chemie-interaktiv.net/flashfilme.htm#nacl_synthese_anim">https://www.chemie-interaktiv.net/flashfilme.htm#nacl_synthese_anim</a>	Chemie-Didaktik der Universität Wuppertal: Flashanimationen zur Kochsalzsynthese (Videoclips zum Experiment, Animationen zur Ionenbildung und Kristallbildung, Aufstellen von Reaktionsgleichungen)

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
3	<a href="http://www.chemieunterricht.de/dc2/nacl/experim.htm">http://www.chemieunterricht.de/dc2/nacl/experim.htm</a>	Prof. Blumes Bildungsserver: Rund ums Kochsalz; Experimente zu den Stoffeigenschaften von Kochsalz mit Hintergrundinformationen
4	<a href="http://www.u-helmich.de/che/0809/04-Ionen/Ionenbindung-04.html">http://www.u-helmich.de/che/0809/04-Ionen/Ionenbindung-04.html</a>	Zur Förderung leistungsstarker Schülerinnen und Schüler kann vertiefend die Darstellung zur energetischen Betrachtung der Natriumchloridsynthese nach Helmich individuell erarbeitet und referiert werden.
5	<a href="https://www.chemie.schule/k10/k10ab/born_haber_kp.htm">https://www.chemie.schule/k10/k10ab/born_haber_kp.htm</a>	Das Arbeitsblatt thematisiert auf einfachem Niveau den Born-Haber-Kreisprozess. Der Lückentext hilft, die Gitterbildung noch einmal zu rekapitulieren und erlaubt die Berechnung der Gitterenergie aus den einzelnen Teilenergien. Zusätzlich eingeführte Fachbegriffe wie z.B. die Dissoziationenthalpie sind aus dem Text heraus selbsterklärend. Der Enthalpiebegriff wird vereinfacht mit dem Begriff der Reaktionswärme erklärt.
6	<a href="https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/chemie/bs/6bg/6bg1/lpe_6_ionen_und_salze/eigenschaften_von_salzen/">https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/chemie/bs/6bg/6bg1/lpe_6_ionen_und_salze/eigenschaften_von_salzen/</a>	Bildungsserver Baden-Württemberg: Experimente zu den Stoffeigenschaften von Kochsalz (Arbeitsblätter mit Lösungen)

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<b>UV 9.2: Energie aus chemischen Reaktionen</b>  <i>Wie lässt sich die Übertragung von Elektronen nutzbar machen?</i>  ca. 16 Ustd.	<b>IF7: Chemische Reaktionen durch Elektronenübertragung</b>  – Reaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen – Oxidation, Reduktion	UF1 Wiedergabe und Erklärung <ul style="list-style-type: none"> <li>Erläutern chemischer Reaktionen und Beschreiben der Grundelemente chemischer Verfahren</li> </ul> UF3 Ordnung und Systematisierung	<i>... zur Schwerpunktsetzung:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Symbolschreibweise wird mittels Formulierungshilfen zu den Vorgängen auf der submikroskopischen Ebene sprachsensibel gestaltet.</li> </ul> <i>... zur Vernetzung:</i>

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Energiequellen: Galvanisches Element, Akkumulator, Batterie, Brennstoffzelle</li> <li>– Elektrolyse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einordnen chemischer Sachverhalte</li> </ul> <p>UF4 Übertragung und Vernetzung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vernetzen naturwissenschaftlicher Konzepte</li> </ul> <p>E3 Vermutung und Hypothese</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• hypothesengeleitetes Planen von Experimenten</li> </ul> <p>E4 Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anlegen und Durchführen einer Versuchsreihe</li> </ul> <p>E6 Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwenden von Modellen als Mittel zur Erklärung</li> </ul> <p>B3 Abwägung und Entscheidung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• begründetes Auswählen von Maßnahmen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung und Transfer der Kenntnisse zur Ionenbildung auf die Elektronenübertragung ← UV 9.1 Salze und Ionen</li> <li>• Übungen zum Aufstellen von Reaktionsgleichungen ← UV 9.1 Salze und Ionen</li> <li>• Thematisierung des Aufbaus und der Funktionsweise komplexerer Batterien und anderer Energiequellen → Gk Q1 UV 3, Lk Q1 UV 2</li> </ul> <p><i>... zu Synergien:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• funktionales Thematisieren der Metallbindung → Physik UV 9.6</li> </ul>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler können	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<p><i>Wie funktioniert eine Batterie?</i> (ca. 8 Ustd.)</p>	<p>die Abgabe von Elektronen als Oxidation einordnen (UF3),</p> <p>die Aufnahme von Elektronen als Reduktion einordnen (UF3),</p> <p>Reaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen als Elektronenübertragungsreaktionen deuten und diese auch mithilfe digitaler Animationen und Teilgleichungen erläutern (UF1),</p> <p>Experimente planen, die eine Einordnung von Metallionen hinsichtlich ihrer Fähigkeit zur Elektronenaufnahme erlauben und diese sachgerecht durchführen (E3, E4),</p> <p>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),</p> <p>Elektronenübertragungsreaktionen im Sinne des Donator-Akzeptor-Prinzips modellhaft erklären (E6), den grundlegenden Aufbau und die Funktionsweise einer Batterie, eines Akkumulators und einer Brennstoffzelle beschreiben (UF1).</p>	<p>möglicher Kontext: Chemie macht mobil – die Entwicklung mobiler Energieträger (Einstieg über handelsübliche Batterien)</p> <p>Entwicklung der Fragestellungen: Wie ist eine Batterie aufgebaut und wie funktioniert sie? - Betrachtung des Querschnitts einer Zink-Luft-Knopfzelle</p> <p>Demonstrationsexperiment: Eisennagel in Kupfersulfatlösung</p> <p>Auswertung des Versuchs auf makroskopischer und submikroskopischer und symbolischer Ebene</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deuten des Experiments</li> <li>- Betrachtung der Vorgänge auf submikroskopischer Ebene, unterstützt durch eine Animation [1]</li> <li>- Aufstellen der Teilgleichungen und Einführung der Oxidation als Abgabe von Elektronen und Reduktion als Aufnahme von Elektronen</li> </ul> <p>„Wer gibt ab, wer nimmt auf?“ - Durchführung von Experimenten zur Einordnung von Metallionen hinsichtlich ihrer Fähigkeit zur Elektronenaufnahme (Oxidationsreihe) [2]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erklärung der Beobachtungen mithilfe des Donator-Akzeptor-Prinzips als Aufnahme und Abgabe von Elektronen</li> <li>- Veranschaulichung der Elektronenübergänge mit Hilfe digitaler Animationen, z. B. [3]</li> <li>- Übung: Aufstellen der entsprechenden Teilgleichungen und der jeweiligen Redoxreaktion</li> </ul> <p>Entwicklung der Fragestellung: Wie lässt sich die Elektronenübertragung nutzbar machen? [4]</p>

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		<p>Hinführung zum Daniell-Element (ggf. historische Betrachtung der ersten einsatzfähigen Batterien) [5] Durchführung als Schülerexperiment</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deutung der Vorgänge auf submikroskopischer Ebene (ggf. Thematisieren der Metallbindung) [6]</li> </ul> <p>mögliche Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Egg-Race: Wer baut das stärkste Galvanische Element?</li> <li>- Transfer der Erkenntnisse auf das Volta-Element [7]</li> </ul> <p>Energie aus der Luft? - Erarbeitung der Funktionsweise einer Zink-Luft-Knopfzelle hinsichtlich der Elektronenübergänge</p>
<p><i>Wie kann elektrische Energie mit chemischen Reaktionen gespeichert werden?</i> (ca. 8 Ustd.)</p>	<p>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),</p> <p>den grundlegenden Aufbau und die Funktionsweise einer Batterie, eines Akkumulators und einer Brennstoffzelle beschreiben (UF1),</p> <p>Kriterien für den Gebrauch unterschiedlicher elektrochemischer Energiequellen im Alltag reflektieren (B2, B3, K2).</p>	<p>Batterie oder Akkumulator? Entwicklung der Fragestellung: Welche chemischen Vorgänge laufen im Akkumulator ab? Demonstrationsexperiment: Elektrolyse einer Zinkiodidlösung [8,9]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Deutung der Beobachtungen auf makroskopischer Ebene</li> <li>- Erläuterung der Vorgänge bei der Elektrolyse durch Anwendung und Transfer der Kenntnisse zur Ionenbildung auf die Elektronenübertragungsreaktion</li> </ul> <p>Umkehrung der Elektrolyse der Zinkiodidlösung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Messung der Stromstärke</li> <li>- Betreiben eines kleinen Motors</li> </ul> <p>Aufstellen der Teilgleichungen und der gesamten Redoxreaktionen und Erklärung der Funktionsweise eines Akkumulators [10,11] Abgrenzung der Begriffe Batterie und Akkumulator, z. B. „Autobatterie“ unter Rückgriff auf alltagssprachliche Texte oder Werbung</p> <p>mögliche Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Galvanisieren [12]</li> </ul>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler können	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- „Autobatterie“</li> <li>„Saubere Autos?“ – Brennstoffzelle</li> <li>- Einstieg mit einer Sachgeschichte der Sendung mit der Maus [13]</li> <li>- Demonstrationsversuch mit einem Brennstoffzellenmodellauto (Hydrocar)</li> <li>- Erarbeitung der Vorgänge auf der submikroskopischen Ebene [14,15]</li> <li>- Zur Vertiefung: Maxwissen Video zur Brennstoffzelle und Elektrolyse [16]</li> </ul> <p>Vergleich der Verwendung von Batterien und Akkumulatoren unter Aspekten der nachhaltigen Nutzung mobiler Energieträger</p>

**weiterführendes Material:**

<b>Nr.</b>	<b>URL / Quellenangabe</b>	<b>Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle</b>
1	<a href="https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/fileadmin/Chemie/chemiedidaktik/files/html5_animations/rp-schmitz/reaktion_eisennagel-kupfersulfat/eisennagel-kupfersulfat-loesung.html">https://chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/fileadmin/Chemie/chemiedidaktik/files/html5_animations/rp-schmitz/reaktion_eisennagel-kupfersulfat/eisennagel-kupfersulfat-loesung.html</a>	Animation, die die Vorgänge auf der submikroskopischen Ebene anschaulich darstellt.
2	Wißner, Oliver: Die Spannungsreihe der Metalle. Abgestufte Lernhilfen bei der Planung, Durchführung und Auswertung einer Experimentierreihe. In: NiUC 142 (2014) 25, S.32-37.	Der Artikel stellt ein problemorientiertes Arbeitsblatt inklusive gestufte Hilfen zur Verfügung.

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
3	<a href="https://www.chemie-interaktiv.net/ff.htm">https://www.chemie-interaktiv.net/ff.htm</a>	Auf dieser Seite finden sich mehrere Flash-Animationen, die das Daniell-Element und den Aufbau und die Funktionsweise weiterer Galvanischer Elemente darstellen sowie eine Messanordnung interaktiv vornehmen lassen. Ebenso ist eine interaktive Übung zum Galvanischen Element gegeben.
4	Brand, B.-H.: Von der Redox-Reaktion zum galvanischen Element. Das Daniell-Element – Grundlage für ein tieferes Verständnis elektrochemischer Stromerzeugung. In: PdNChidS 2 (2015) 64, S.36-41.	Dieser Artikel schildert einen Versuchsgang, der die Schülerinnen und Schüler das Daniell-Element ausgehend von der Redoxreaktion zwischen elementarem Zink und einer Kupfersulfatlösung selbstständig entwickeln lässt. Der Artikel enthält darüber hinaus viele anschauliche Darstellungen antizipierter Schülerlösungsansätze.
5	2.2.4.1 <a href="http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/daniell_element/daniel_element.htm">http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/daniell_element/daniel_element.htm</a>	Aufbau, Entstehung der Spannung und des Stromflusses werden auf einfachem Niveau erklärt.
6	<a href="https://www.chemie-interaktiv.net/ff.htm">https://www.chemie-interaktiv.net/ff.htm</a>	Mit Hilfe ausgewählter Animationen auf dieser Seite kann die aus dem Physikunterricht ggf. bekannte metallische Bindung bei Bedarf nochmals wiederholt werden.
7	<a href="https://www.planet-schule.de/wissenspool/meilensteine-der-naturwissenschaft-und-technik/inhalt/unterricht/elektrizitaet/alessandro-volta-und-die-batterie.html#1">https://www.planet-schule.de/wissenspool/meilensteine-der-naturwissenschaft-und-technik/inhalt/unterricht/elektrizitaet/alessandro-volta-und-die-batterie.html#1</a>	Hintergrundinformationen zum Leben Alessandro Voltas und der Erfindung der Batterie sowie Arbeitsmaterialien zur Funktionsweise einer Zink-Kohle-Batterie und dem Aufbau einer Volta-Säule
8	<a href="https://www.chemie.schule/k10/k10ab/elektrolyse_zni.htm">https://www.chemie.schule/k10/k10ab/elektrolyse_zni.htm</a>	Versuchsanleitung inklusive Arbeitsblatt zur Elektrolyse einer Zink-Iodid-Lösung mit Lückentext, Hypothesenbewertung und Thematisierung weiterführender Fragestellungen.
9	<a href="http://dozenten.alp.dillingen.de/2.2/images/Errata/07_MeS_Synthese_und_Elektrolyse_von_Zinkiodid_Han-korr.pdf">http://dozenten.alp.dillingen.de/2.2/images/Errata/07 MeS Synthese und Elektrolyse von Zinkiodid_Han-korr.pdf</a>	Experimentieranleitung im Kleinmaßstab zur Schülerübung geeignet.
10	<a href="http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/9-10/V9-587.pdf">http://www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/material/9-10/V9-587.pdf</a>	Versuchsanleitung zum Zink-Iod-Akkumulator

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
11	<a href="http://www.kappenberg.com/experiments/pot/pdf-aka11/e03a.pdf">http://www.kappenberg.com/experiments/pot/pdf-aka11/e03a.pdf</a>	Im Anschluss an die Versuchsbeschreibung findet sich ein Arbeitsblatt, auf dem die Vorgänge auf submikroskopischer Ebene eingezeichnet werden können.
12	<a href="https://www.chemie-interaktiv.net/ff.htm">https://www.chemie-interaktiv.net/ff.htm</a>	Animation zum Galvanisieren
13	<a href="https://www.wdrmaus.de/filme/sachgeschichten/brennstoffzelle.php5">https://www.wdrmaus.de/filme/sachgeschichten/brennstoffzelle.php5</a>	Auf sehr einfachem Niveau geht es hier um eine erste Annäherung an das Thema alternative Treibstoffe.
14	Nickel, Heike: Die Brennstoffzelle als Modell. Veranschaulichung der Vorgänge in einer Brennstoffzelle. In: NiUCh 146 (2015) 26, S.45-47.	Der Artikel liefert eine Anleitung für den Selbstbau eines Demonstrationsmodells, das gegenüber der filmischen Darstellung eine behutsamere Einführung in die komplexen Vorgänge der Brennstoffzelle erlaubt. Hilfreich ist zudem die tabellarische Gegenüberstellung von Modell und Realität, die auch von den Lernenden selbst vorgenommen, also als Arbeitsblatt eingereicht werden kann.
15	<a href="https://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/3936?print=yes">https://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/3936?print=yes</a>	Aus der 16. Ausgabe des <i>Techmax</i> mit dem Titel „Knallgas unter Kontrolle – Brennstoffzellen für den breiten Einsatz fit gemacht“ lassen sich durch Kürzung Informationen zusammenstellen, die auf die Sekundarstufe I zugeschnitten werden können.
16	<a href="https://www.max-wissen.de/164804/Brennstoffzelle_2">https://www.max-wissen.de/164804/Brennstoffzelle_2</a>	Das Video erklärt zu Beginn nochmals die Redoxreaktion als Elektronenübertragungsreaktion am Beispiel der Bildung von Wasser aus Wasserstoff und Sauerstoff. Im Anschluss werden die Vorgänge in einer Brennstoffzelle modellhaft und adressatengerecht erklärt. Die abschließende Erklärung der Gewinnung von Wasserstoff aus Wasser durch Elektrolyse mittels erneuerbarer Energien, hier Windkraft, gibt einen Hinweis darauf, wie eine nachhaltige Energieversorgung aussehen könnte, ohne hier schon damit verbundene Schwierigkeiten aufzuzeigen.

Letzter Zugriff auf die URL: 03.01.2020

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 UStd.</p>	<p><b>IF8: Molekülverbindungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– unpolare und polare Elektronenpaarbindung</li> <li>– Elektronenpaarabstoßungsmodell: Lewis-Schreibweise, räumliche Strukturen</li> </ul>	<p>UF1 Wiedergabe und Erklärung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fachsprachlich angemessenes Darstellen chemischen Wissens</li> <li>• Herstellen von Bezügen zu zentralen Konzepten</li> </ul> <p>E6 Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreiben und Erklären chemischer Vorgänge und Zusammenhänge mithilfe von Modellen</li> </ul> <p>K1 Dokumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwenden fachtypischer Darstellungsformen</li> </ul> <p>K3 Präsentation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwenden digitaler Medien</li> <li>• Präsentieren chemischer Sachverhalte unter Verwendung fachtypischer Darstellungsformen</li> </ul>	<p><i>... zur Schwerpunktsetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellung kleiner Moleküle auch mit der Software Chemsketch</li> </ul> <p><i>... zur Vernetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atombau: Elektronenkonfiguration ← UV 8.1</li> <li>• polare Elektronenpaarbindung → UV 10.1</li> <li>• ausgewählte Stoffklassen der organischen Chemie → UV 10.5</li> </ul>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler können	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<p><i>Welche Gase befinden sich in der Atmosphäre und warum sind diese Stoffe gasförmig?</i></p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p>an ausgewählten Beispielen die Elektronenpaarbindung erläutern (UF1), mithilfe der Lewis-Schreibweise den Aufbau einfacher Moleküle beschreiben (UF1).</p>	<p>Kontext: Gase in unserer Atmosphäre</p> <p>Einstieg: arbeitsteilige Internetrecherche zu Gasen in unserer Umwelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gase in unserer Atmosphäre (O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, Ar) [1]</li> <li>- Gase in der Landwirtschaft (NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>) [2]</li> <li>- Gase in Vulkanen (H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, HCl, H<sub>2</sub>) [3]</li> </ul> <p>Sammlung der Rechercheergebnisse; Systematisierung in Elemente und Verbindungen, Bezug zum PSE</p> <p>Ableitung einer Leitfrage:</p> <p>Welche Struktur haben die kleinsten Bausteine (oder besser kleinsten Teilchen?) der Gase</p> <p>Erarbeitung der unpolaren Elektronenpaarbindung am Bsp. Wasserstoff mithilfe von Folienmodellen [4]; Einführung der Lewis-Schreibweise</p> <p>Übertragung des Gelernten auf weitere Gase bzw. deren Moleküle: z. B. HCl, H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, Bau der Moleküle mit dem Molekülbaukasten und Darstellung der Moleküle in der Lewis-Schreibweise [4]</p> <p>Beantwortung der Leitfrage</p>
<p><i>Wie ist die räumliche Struktur der Gasmoleküle?</i></p> <p>(ca. 6 Ustd.)</p>	<p>die räumliche Struktur von Molekülen mit dem Elektronenpaarabstoßungsmodell veranschaulichen (E6, K1), unterschiedliche Darstellungen von Modellen kleiner Moleküle auch mithilfe einer Software vergleichend gegenüberstellen (B1, K1, K3).</p>	<p>Ableitung der Leitfrage: Wie lässt sich die räumliche Gestalt der Moleküle erklären?</p> <p>Einführung des Elektronenpaarabstoßungsmodell am Bsp. des Methanmoleküls mithilfe des Luftballonmodells [5] Erklärung der räumlichen Gestalt des Methanmoleküls</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		<p>Darstellung der räumlichen Struktur verschiedener Moleküle der Gase aus der Atmosphäre (s. o.) als Elektronenpaarabstoßungsmodell, Darstellung der Moleküle mit Chemskech [6, 7, 8]; Erklärung der räumlichen Struktur der Moleküle; Vergleich der Darstellungen mit den Molekülmodellen des Baukastens;</p> <p>Alternative: Darstellung der Moleküle und der Molekülgeometrien mithilfe von Simulationen der Universität Colorado [9, 10, 11]</p>

## weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://bildungsserver.hamburg.de/atmosphaere-und-treibhauseffekt/2068640/atmosphaere-aufbau-artikel/">https://bildungsserver.hamburg.de/atmosphaere-und-treibhauseffekt/2068640/atmosphaere-aufbau-artikel/</a>	Unterrichtsmaterial zum Klimawandel mit einem sehr ausführlichen Kapitel zum Aufbau und zur Zusammensetzung der Atmosphäre; gelungene Graphik zur chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre einschließlich diverser Spurengase (darunter z. B. auch Wasserstoff);
2	<a href="https://www.rotthalmuenster.de/fileadmin/fotos/PDF-Dateien/sonstiges/Gase_in_der_Landwirtschaft.pdf">https://www.rotthalmuenster.de/fileadmin/fotos/PDF-Dateien/sonstiges/Gase_in_der_Landwirtschaft.pdf</a>	Seite der Homepage der Stadt Rotthalmünster; Auflistung von Gasen, die durch Landwirtschaft entstehen
3	<a href="https://www.eskp.de/grundlagen/naturgefahren/zusammensetzung-vulkanischer-gase/">https://www.eskp.de/grundlagen/naturgefahren/zusammensetzung-vulkanischer-gase/</a>	Wissensplattform „Erde und Umwelt“ des Forschungsbereichs Erde und Umwelt der Helmholtz-Gemeinschaft (die Plattform wird von acht Helmholtz-Zentren getragen); Information zur Zusammensetzung vulkanischer Gase
4	<a href="https://www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&amp;mod=contentText&amp;action=attempt&amp;courseId=43&amp;unitId=207&amp;contentId=560#content_headline">https://www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&amp;mod=contentText&amp;action=attempt&amp;courseId=43&amp;unitId=207&amp;contentId=560#content_headline</a>	lebensnaher Chemieunterricht: Folien zur Elektronenpaarbindung am Bsp. des Wasserstoffs; Vorschlag für einen Unterrichtsgang zur Einführung der unpolaren Elektronenpaarbindung; Übungsaufgaben

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
5	<a href="https://www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&amp;mod=contentText&amp;action=attempt&amp;courseId=43&amp;unitId=207&amp;contentId=657#content_headline">https://www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&amp;mod=contentText&amp;action=attempt&amp;courseId=43&amp;unitId=207&amp;contentId=657#content_headline</a>	lebensnaher Chemieunterricht: Unterrichtsvorschlag mit Video zur Einführung des Elektronenpaarabstoßungsmodells mithilfe des Luftballonmodells
6	<a href="https://chemsketch.de.softonic.com/">https://chemsketch.de.softonic.com/</a>	kostenloser Download des Moleküleditors Chems sketch
7	<a href="https://www.w-hoelzel.de/images/documents/multimedia/chemsketch/Tutorial%20%20Chemsketch%20Teil%202_Tutorial.pdf">https://www.w-hoelzel.de/images/documents/multimedia/chemsketch/Tutorial%20%20Chemsketch%20Teil%202_Tutorial.pdf</a>	ausführliches Tutorial zum Moleküleditor Chems sketch; sehr gute Anleitung zur Zeichnung von Molekülen in unterschiedlichen Darstellungsweisen;
8	<a href="https://www.chemie-interaktiv.net/jsmol_viewer_3a.htm">https://www.chemie-interaktiv.net/jsmol_viewer_3a.htm</a>	3D-Molekül-Viewer: mit dem Viewer lassen sich fertige Bilder von Molekülmodellen vom Computer oder aus einer Molekülliste auswählen und in verschiedenen Darstellungen (z. B. Kugel-Stab-Modell, Kalottenmodell, Elektronendichteverteilung u. a.) anzeigen;
9	<a href="https://phet.colorado.edu/de/simulation/legacy/build-a-molecule">https://phet.colorado.edu/de/simulation/legacy/build-a-molecule</a>	interaktive Simulation eines Moleküleditors zum Bau von Molekülen aus Atomen der Universität Colorado; zum Öffnen der Datei wird ein Java-Ausführungsprogramm benötigt ( <a href="https://www.dateiendung.com/format/jar">https://www.dateiendung.com/format/jar</a> );
10	<a href="https://phet.colorado.edu/de/simulation/molecule-shapes">https://phet.colorado.edu/de/simulation/molecule-shapes</a>	interaktive Simulation zum Elektronenpaarabstoßungsmodell und zu Molekülgeometrien der Universität Colorado;
11	<a href="https://cloud.owncube.com/s/q95TK2nSZdEyaNZ#pdfviewer">https://cloud.owncube.com/s/q95TK2nSZdEyaNZ#pdfviewer</a>	Beschreibung der Simulation zum Elektronenpaarabstoßungsmodell und zu Molekülgeometrien der Universität Colorado mit Hinweisen zum Einsatz im Unterricht, Bezügen zum Lehrplan und Links zu Arbeitsmaterialien
	<a href="https://www.didaktik.chemie.uni-rostock.de/forschung/chemie-fuers-leben-sek-i/4-kugelwolkenmodell/aufbau-des-kwm/">https://www.didaktik.chemie.uni-rostock.de/forschung/chemie-fuers-leben-sek-i/4-kugelwolkenmodell/aufbau-des-kwm/</a>	Seite der Didaktik der Universität Rostock; Downloadmöglichkeit eines kostenlosen interaktiven 3D-Computerprogramms zur Darstellung von Atomen und Molekülen (Ionen) im Kugelwolkenmodell; einfach auch von Schülern zu bedienen; sehr gelungene Darstellung der räumlichen Strukturen der Moleküle
	<a href="https://www.kappenberg.com/cbk/apps/cbk-game.html">https://www.kappenberg.com/cbk/apps/cbk-game.html</a>	Mithilfe des digitalen Chemiebaukastens können die Moleküle interaktiv gebaut werden. Dieses Programm ist browsergestützt.

letzter Zugriff auf die URL: 08.12.2019

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 Ustd.</p>	<p><b>IF8: Molekülverbindungen</b></p> <p>– Katalysator</p>	<p>UF1 Wiedergabe und Erklärung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fachsprachlich angemessenes Erläutern chemischen Wissens</li> </ul> <p>E6 Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreiben und Erklären chemischer Vorgänge und Zusammenhänge mithilfe von Modellen</li> </ul> <p>K2 Informationsverarbeitung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• selbstständiges Filtern von Informationen und Daten aus digitalen Medienangeboten</li> </ul> <p>B2 Bewertungskriterien und Handlungsoptionen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Festlegen von Bewertungskriterien</li> </ul>	<p><i>... zur Vernetzung:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktivierungsenergie ← UV 7.2</li> <li>• Treibhauseffekt → UV 10.5</li> </ul>

2 Alternativen zur Sequenzierung (vgl. Qualis NRW: Beispiele/Konkretisierungen unter KLP SI Ch)

## 2.2.5 Schuleigener Lehrplan SI in tabellarischer Form: Jahrgangsstufe 10 (G9)

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
<p><b>UV 10.1: Wasser, mehr als ein Lösemittel</b></p> <p>Wie lassen sich die besonderen Eigenschaften des Wassers erklären?</p> <p>ca. 10 Ustd. (5 Doppelstd.)</p>	<p><b>IF8: Molekülverbindungen</b></p> <p>unpolare und polare Elektronenpaarbindung</p> <p>Elektronenpaarabstoßungsmodell: Lewis-Schreibweise, räumliche Strukturen, Dipolmoleküle</p> <p>zwischenmolekulare Wechselwirkungen: Wasserstoffbrücken, Wasser als Lösemittel</p>	<p>UF1 Wiedergabe und Erklärung Herstellen von Bezügen zu zentralen Konzepten</p> <p>E2 Beobachtung und Wahrnehmung</p> <p>Trennen von Beobachtung und Deutung</p> <p>E6 Modell und Realität</p> <p>Beschreiben und Erklären chemischer Vorgänge und Zusammenhänge mithilfe von Modellen</p>	<p>Vergleich verschiedener Darstellungsformen von Wassermolekülen</p> <p>... zur Vernetzung:</p> <p>Atombau: Elektronenkonfiguration ← UV 8.1</p> <p>unpolare Elektronenpaarbindung ← UV 9.3</p> <p>saure und alkalische Lösungen → UV 10.2</p>
<p><b>UV 10.2: Saure und alkalische Lösungen in unserer Umwelt</b></p> <p>Welche Eigenschaften haben saure und alkalische Lösungen?</p> <p>ca. 10 Ustd. (5 Doppelstd.)</p>	<p><b>IF9: Saure und alkalische Lösungen</b></p> <p>Eigenschaften saurer und alkalischer Lösungen</p> <p>Ionen in sauren und alkalischen Lösungen</p>	<p>UF3 Ordnung und Systematisierung</p> <p>Systematisieren chemischer Sachverhalte</p> <p>E1 Problem und Fragestellung</p>	<p>„Säure und Lauge“ (Alltagssprache) vs. saure und alkalische Lösung (Fachsprache) (sprachsensibler Fachunterricht)</p> <p>... zur Vernetzung:</p> <p>Aufbau Ionen</p>

		Identifizieren und Formulieren chemischer Fragestellungen E4 Untersuchung und Experiment zielorientiertes Durchführen von Experimenten E5 Auswertung und Schlussfolgerung Erklären von Beobachtungen und Ziehen von Schlussfolgerungen	← UV 9.1 Strukturmodell Ammoniak-Molekül ← UV 9.3 Wasser als Lösemittel, Wassermoleküle ← UV 10.1 Säuren und Basen als Protonendonatoren und Protonenakzeptoren → UV 10.3
<b>UV 10.3: Reaktionen von sauren mit alkalischen Lösungen</b>  Wie reagieren saure und alkalische Lösungen miteinander?  ca. 8 Ustd.	<b>IF9: Saure und alkalische Lösungen</b>  Neutralisation und Salzbildung einfache stöchiometrische Berechnungen: Stoffmenge, Stoffmengenkonzentration  Protonenabgabe und -aufnahme an einfachen Beispielen	UF3 Ordnung und Systematisierung  Systematisieren chemischer Sachverhalte und Zuordnen zentraler chemischer Konzepte  E3 Vermutung und Hypothese  Formulieren von überprüfbaren Hypothesen zur Klärung von chemischen Fragestellungen  Angeben von Möglichkeiten zur Überprüfung der Hypothesen	...zur Schwerpunktsetzung:  digitale Präsentation einer Neutralisationsreaktion auf Teilchenebene als Erklärvideo oder Power-Point-Präsentation  ... zur Vernetzung: saure und alkalische Lösungen ← UV 10.2  Verfahren der Titration → Gk Q1 UV 1, Lk Q1 UV 1

		<p>E4 Untersuchung und Experiment</p> <p>Planen, Durchführen und Beobachten von Experimenten zur Beantwortung der Hypothesen</p> <p>E5 Auswertung und Schlussfolgerung</p> <p>Auswerten von Beobachtungen in Bezug auf die Hypothesen und Ableiten von Zusammenhängen</p> <p>K3 Präsentation</p> <p>sachgerechtes Präsentieren von chemischen Sachverhalten und Überlegungen in Form von kurzen Vorträgen unter Verwendung digitaler Medien</p>	<p>ausführliche Betrachtung des Säure-Base-Konzepts nach Brönsted</p> <p>→ Gk Q1 UV 1, Lk Q1 UV 1</p>
<p><b>UV 10.4: Risiken und Nutzen bei der Verwendung saurer und alkalischer Lösungen</b></p> <p>Wie geht man sachgerecht mit sauren und alkalischen Lösungen um?</p> <p>ca. 8 Ustd.</p>	<p><b>IF9: Saure und alkalische Lösungen</b></p> <p>Eigenschaften saurer und alkalischer Lösungen</p> <p>Ionen in sauren und alkalischen Lösungen</p> <p>Neutralisation und Salzbildung</p>	<p>E4 Untersuchung und Experiment</p> <p>Planen und Durchführen von Experimenten</p> <p>E5 Auswertung und Schlussfolgerung</p>	<p>... zur Schwerpunktsetzung:</p> <p>Definition des pH-Wertes (evtl. über den Logarithmus nur nach Absprache mit der Fachschaft Mathematik, alternativ: Gk Q1 UV 2 )</p> <p>... zur Vernetzung:</p>

		<p>Ziehen von Schlussfolgerungen aus Beobachtungen</p> <p>K2 Informationsverarbeitung</p> <p>Filtern von Informationen und Daten aus analogen und digitalen Medienangeboten und Analyse in Bezug auf ihre Qualität</p> <p>B3 Abwägung und Entscheidung</p> <p>Auswählen von Handlungsoptionen nach Abschätzung der Folgen</p>	<p>saure und alkalische Lösungen ← UV 10.2</p> <p>organische Säuren → Gk Q1 UV 2, Lk Q1 UV 1</p>
<p><b>UV 10.5 Alkane und Alkanole in Natur und Technik</b></p> <p>Wie können Alkane und Alkanole nachhaltig verwendet werden?</p> <p>ca. 16 UStd.</p>	<p><b>IF10: Organische Chemie</b></p> <p>Ausgewählte Stoffklassen der organischen Chemie: Alkane und Alkanole</p> <p>Zwischenmolekulare Wechselwirkungen: Van-der-Waals-Kräfte</p> <p>Treibhauseffekt</p>	<p>UF3 Ordnung und Systematisierung</p> <p>Systematisieren nach fachlichen Strukturen und Zuordnen zu zentralen chemischen Konzepten</p> <p>E5 Auswertung und Schlussfolgerung</p> <p>Interpretieren von Messdaten auf Grundlage von Hypothesen</p> <p>Reflektion möglicher Fehler</p> <p>E6 Modell und Realität</p>	<p>Vergleich verschiedener Darstellungsformen (digital (z. B. Chems-ketch), zeichnerisch etc.)</p> <p>... zur Vernetzung:</p> <p>ausführliche Behandlung der Regeln der systematischen Nomenklatur</p> <p>→ EF UV 4</p>

		<p>Erklären chemischer Zusammenhänge mit Modellen</p> <p>Reflektieren verschiedener Modelldarstellungen</p> <p>K2 Informationsverarbeitung</p> <p>Analysieren und Aufbereiten relevanter Messdaten</p> <p>K4 Argumentation</p> <p>faktenbasiertes Argumentieren auf Grundlage chemischer Erkenntnisse und naturwissenschaftlicher Denkweisen</p> <p>B4 Stellungnahme und Reflexion</p> <p>Reflektieren von Entscheidungen</p>	
<p><b>UV 10.6 Vielseitige Kunststoffe</b></p> <p>Warum werden bestimmte Kunststoffe im Alltag verwendet?</p> <p>ca. 8 UStd.</p>	<p><b>IF10: Organische Chemie</b></p> <p>Makromoleküle: ausgewählte Kunststoffe</p>	<p>UF2 Auswahl und Anwendung</p> <p>zielgerichtetes Anwenden von chemischem Fachwissen</p> <p>B3 Abwägung und Entscheidung</p> <p>Auswählen von Handlungsoptionen durch Abwägen von Kriterien</p>	<p>Beitrag des Faches Chemie zum Thema „Nachhaltigkeit“</p> <p>einfache Stoffkreisläufe im Zusammenhang mit dem Recycling von Kunststoffen als Abfolge von Reaktionen</p>

		<p>und nach Abschätzung der Folgen für Natur, das Individuum und die Gesellschaft</p> <p>B4    Stellungnahme und Reflexion</p> <p>argumentatives Vertreten von Bewertungen</p> <p>K4    Argumentation</p> <p>faktenbasiertes Argumentieren auf Grundlage chemischer Erkenntnisse und naturwissenschaftlicher Denkweisen</p>	<p>... zur Vernetzung:</p> <p>ausführliche Behandlung von Kunststoffsynthesen → Gk Q2 UV 2, Lk Q2 UV 1</p> <p>Behandlung des Kohlenstoffkreislaufs → EF UV 2</p>
--	--	---	--

Vorschläge zur Sequenzierung (vgl. Qualis NRW: Beispiele/Konkretisierungen unter KLP SI Ch)

## 2.2.6 Unterrichtsvorhaben SII (ab 01.08.2022) – Tabellarische Übersicht (SiLP)

### 2.2.6.1 Übersichtsraster über die Unterrichtsvorhaben in der Einführungsphase (G9) (EF ab Schuljahr 2022-23)

Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase (ca. 80 UStd.)			
Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...
<b>Unterrichtsvorhaben I</b> <b>Die Anwendungsvielfalt der Alkohole</b>	Einstiegsdiagnose zur Elektronenpaarbindung, zwischenmolekularen Wechselwirkungen, der Stoffklasse der Alkane und deren Nomenklatur	<b>Inhaltsfeld Organische Stoffklassen</b> – funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe,	<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> </ul>

<p><i>Kann Trinkalkohol gleichzeitig Gefahrstoff und Genussmittel sein?</i></p> <p><i>Alkohol(e) auch in Kosmetikartikeln?</i></p> <p>ca. 30 UStd.</p>	<p>Untersuchungen von Struktur-Eigen-schaftsbeziehungen des Ethanol</p> <p>Experimentelle Erarbeitung der Oxidati-onsreihe der Alkohole</p> <p>Erarbeitung eines Fließschemas zum Abbau von Ethanol im menschlichen Körper</p> <p>Bewertungsaufgabe zur Frage Ethanol – Genuss- oder Gefahrstoff? und Be-rechnung des Blutalkoholgehaltes</p> <p>Untersuchung von Struktureigen-schaftsbeziehungen weiterer Alkohole in Kosmetikartikeln</p> <p>Recherche zur Funktion von Alkoholen in Kosmetikartikeln mit anschließender Bewertung</p>	<p>Carboxygruppe und Estergruppe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Eigenschaften ausgewählter Stoff- klassen: Löslichkeit, Schmelztem- peratur, Siedetemperatur</li> <li>– Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Mole- külgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>– Konstitutionsisomerie</li> <li>– intermolekulare Wechselwirkungen</li> <li>– Oxidationsreihe der Alkanole: Oxi- dationszahlen</li> <li>– Estersynthese</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern intermolekulare Wechselwirkun- gen organischer Verbindungen und erklä- ren 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 Alka- nole (S4, S12, S14, S16),</li> <li>• stellen Isomere von Alkanolen dar und er- klären die Konstitutionsisomerie (S11, E7),</li> <li>• stellen auch unter Nutzung digitaler Werk- zeuge die Molekülgeometrie von Kohlen- stoffverbindungen dar und erklären die Molekülgeometrie mithilfe des EPA-Mo- dellis (E7, S13),</li> <li>• deuten die Beobachtungen von Experi- menten zur Oxidationsreihe der Alkanole und weisen die jeweiligen Produkte nach (E2, E5, S14),</li> <li>• stellen Hypothesen zu Struktureigen- schäftsbeziehungen einer ausgewählten Stoffklasse auf und untersuchen diese ex- perimentell (E3, E4),</li> <li>• beurteilen die Auswirkungen der Auf- nahme 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 Lösemit- teln in Produkten des Alltags auch im Hin- blick auf die Entsorgung aus chemischer und ökologischer Perspektive (B1, B7,</li> </ul>
--	---	---	--

B8, B11, B14, S2, S10, E11).

**Leistungsbewertung:** Klausuraufgaben zu organischen Stoffklassen und zu Herstellung bzw. Eigenschaften von Alkoholen**Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:**Material zur Wirkung von Alkohol auf den menschlichen Körper: [www.suchtschweiz.ch/fileadmin/user\\_upload/.../alkohol\\_koerper.pdf](http://www.suchtschweiz.ch/fileadmin/user_upload/.../alkohol_koerper.pdf)Film zur künstlichen Herstellung von Wein und zur Verwendung künstlich hergestellter Aromen in Lebensmitteln, z.B. in Fruchtojoghurt:  
[http://mdien.wdr.de/m/1257883200/quarks/wdr\\_fernsehen\\_quarks\\_und\\_co\\_20091110.mp4](http://mdien.wdr.de/m/1257883200/quarks/wdr_fernsehen_quarks_und_co_20091110.mp4)Animation zur Handhabung eines Gaschromatographen: Virtueller Gaschromatograph: [http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/3/anc/croma/virtuell\\_gc1.vlu.htm](http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/3/anc/croma/virtuell_gc1.vlu.htm)Gaschromatogramme von Weinaromen und weitere Informationen zu Aromastoffen in Wein: [http://www.forschung-frankfurt.uni-frankfurt.de/36050169/Aromaforschung\\_8-15.pdf](http://www.forschung-frankfurt.uni-frankfurt.de/36050169/Aromaforschung_8-15.pdf)  
<http://www.analytik-news.de/Fachartikel/Volltext/shimadzu12.pdf> [http://www.lwg.bayern.de/analytik/wein\\_getraenke/32962/linkurl\\_2.pdf](http://www.lwg.bayern.de/analytik/wein_getraenke/32962/linkurl_2.pdf)Journalistenmethode zur Bewertung der Verwendung von Moschusduftstoffen in Kosmetika: <http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/material/Journalistenmethode%20Moschusduftstoffe.pdf>**Unterrichtsvorhaben II****Säuren contra Kalk***Wie kann ein Wasserkocher möglichst schnell entkalkt werden?**Wie lässt sich die Reaktionsgeschwindigkeit bestimmen und beeinflussen?*

ca. 14 UStd.

Planung und Durchführung qualitativer Experimente zum Entkalken von Gegenständen aus dem Haushalt mit ausgewählten Säuren

Definition der Reaktionsgeschwindigkeit und deren quantitative Erfassung durch Auswertung entsprechender Messreihen

Materialgestützte Erarbeitung der Funktionsweise eines Katalysators und Betrachtung unterschiedlicher Anwendungsbereiche in Industrie und Alltag

**Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht**

- Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit
- Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (Kc)
- natürlicher Stoffkreislauf
- technisches Verfahren
- Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck
- Katalyse

- erklären den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit auch anhand grafischer Darstellungen (S3, S8, S9),
- definieren die Durchschnittsgeschwindigkeit chemischer Reaktionen und ermitteln diese grafisch aus experimentellen Daten (E5, K7, K9),
- überprüfen aufgestellte Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit durch Untersuchungen des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion (E3, E4, E10, S9),
- 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)

**Unterrichtsvorhaben III**

Materialgestützte Erarbeitung der Stoffklasse der Carbonsäuren hinsichtlich ihres Einsatzes als Lebensmittelzusatzstoff und experimentelle Untersuchung

**Inhaltsfeld Organische Stoffklassen**

- funktionelle Gruppen verschiedener

- ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein und benennen diese nach systematischer Nomenklatur (S1, S6,

<p><b>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 UStd.</p>	<p>der konservierenden Wirkung ausgewählter Carbonsäuren</p> <p>Experimentelle Herstellung eines Fruchtaromas und Auswertung des Versuches mit Blick auf die Erarbeitung und Einführung der Stoffklasse der Ester und ihrer Nomenklatur sowie des chemischen Gleichgewichts</p> <p>Veranschaulichung des chemischen Gleichgewichts durch ausgewählte Modellexperimente</p> <p>Diskussion um die Ausbeute nach Herleitung und Einführung des Massenwirkungsgesetzes</p> <p>Erstellung eines informierenden Blogeintrages, der über natürliche, naturidentische und synthetische Aromastoffe aufklärt</p> <p>Bewertung des Einsatzes von Konservierungs- und Aromastoffen in der Lebensmittelindustrie</p>	<p>Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxylgruppe und Estergruppe</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur,</li> <li>- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>- Konstitutionsisomerie</li> <li>- intermolekulare Wechselwirkungen</li> <li>- Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen</li> <li>- Estersynthese</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit</li> <li>- Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (<math>K_c</math>)</li> <li>- natürlicher Stoffkreislauf – technisches Verfahren</li> <li>- Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck</li> <li>- Katalyse</li> </ul>	<p>S11),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern intermolekulare Wechselwirkungen organischer Verbindungen und erklären ausgewählte Eigenschaften sowie die Verwendung organischer Stoffe auf dieser Grundlage (S2, S13, E7),</li> <li>• führen Estersynthesen durch und leiten aus Stoffeigenschaften der erhaltenen Produkte Hypothesen zum strukturellen Aufbau der Estergruppe ab (E3, E5),</li> <li>• diskutieren den Einsatz von Konservierungs- und Aromastoffen in der Lebensmittelindustrie aus gesundheitlicher und ökonomischer Perspektive und leiten entsprechende Handlungsoptionen zu deren Konsum ab (B5, B9, B10, K5, K8, K13), <b>(VB B Z3)</b></li> <li>• beschreiben die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtes anhand ausgewählter Reaktionen (S7, S15, K10),</li> <li>• bestimmen rechnerisch Gleichgewichtslagen ausgewählter Reaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und interpretieren diese (S7, S8, S17),</li> <li>• simulieren den chemischen Gleichgewichtszustand als dynamisches Gleichgewicht auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge (E6, E9, S15, K10). <b>(MKR 1.2)</b></li> </ul>
<p><b>Leistungsbewertung:</b> Klausuraufgabe zur Oxidationsreihe der Alkohole, sowie zur Veresterung und Beeinflussung des Gleichgewichts</p>			
<p><b>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</b></p>			

Material zur Wirkung von Alkohol auf den menschlichen Körper: [www.suchtschweiz.ch/fileadmin/user\\_upload/.../alkohol\\_koerper.pdf](http://www.suchtschweiz.ch/fileadmin/user_upload/.../alkohol_koerper.pdf)

Film zur künstlichen Herstellung von Wein und zur Verwendung künstlich hergestellter Aromen in Lebensmitteln, z.B. in Fruchtojoghurt:

[http://medien.wdr.de/m/1257883200/quarks/wdr\\_fernsehen\\_quarks\\_und\\_co\\_20091110.mp4](http://medien.wdr.de/m/1257883200/quarks/wdr_fernsehen_quarks_und_co_20091110.mp4) Animation zur Handhabung eines Gaschromatographen: Virtueller Gaschromatograph: [http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/3/anc/croma/virtuell\\_gc1.vlu.htm](http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/3/anc/croma/virtuell_gc1.vlu.htm)

Gaschromatogramme von Weinaromen und weitere Informationen zu Aromastoffen in Wein: [http://www.forschung-frankfurt.uni-frankfurt.de/36050169/Aromafor-schung\\_8-15.pdf](http://www.forschung-frankfurt.uni-frankfurt.de/36050169/Aromafor-schung_8-15.pdf) <http://www.analytik-news.de/Fachartikel/Volltext/shimadzu12.pdf> [http://www.lwg.bayern.de/analytik/wein\\_getraenke/32962/linkurl\\_2.pdf](http://www.lwg.bayern.de/analytik/wein_getraenke/32962/linkurl_2.pdf)

Journalistenmethode zur Bewertung der Verwendung von Moschusduftstoffen in Kosmetika: <http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/material/Journalistenmethode%20Moschusduftstoffe.pdf>

<p><b>Unterrichtsvorhaben IV:</b></p> <p><b>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 synthetischer Kraftstoffe zur Bewältigung der Klimakrise leisten?</i></p> <p>ca. 20 UStd.</p>	<p>Materialgestützte Erarbeitung des natürlichen Kohlenstoffkreislaufes</p> <p>Fokussierung auf anthropogene Einflüsse hinsichtlich zusätzlicher Kohlenstoffdioxidemissionen</p> <p>Exemplarische Vertiefung durch experimentelle Erarbeitung des Kohlensäure-Kohlenstoffdioxid-Gleichgewichtes und Erarbeitung des Prinzips von Le Chatelier</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung der Methanolsynthese im Rahmen der Diskussion um alternative Antriebe in der Binnenschifffahrt</p> <p>Bewertungsaufgabe zu Chancen und Gefahren des menschlichen Eingriffs in natürliche Stoffkreisläufe.</p>	<p><b>Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit</li> <li>- Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (K<sub>c</sub>)</li> <li>- natürlicher Stoffkreislauf</li> <li>- technisches Verfahren</li> <li>- Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck</li> <li>- Katalyse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit auch anhand grafischer Darstellungen (S3, S8, S9),</li> <li>• beschreiben die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtes anhand ausgewählter Reaktionen (S7, S15, K10),</li> <li>• erklären anhand ausgewählter Reaktionen die Beeinflussung des chemischen Gleichgewichtes 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 Urhebererschaft 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><b>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</b></p> <p>Ausführliche Hintergrundinformationen und experimentelle Vorschläge zur Aufnahme von CO<sub>2</sub> in den Ozeanen findet man z.B. unter:</p> <p><a href="http://systemerde.ipn.uni-kiel.de/materialien_Sek2_2.html">http://systemerde.ipn.uni-kiel.de/materialien_Sek2_2.html</a></p> <p><a href="ftp://ftp.rz.uni-kiel.de/pub/ipn/SystemErde/09_Begleittext_oL.pdf">ftp://ftp.rz.uni-kiel.de/pub/ipn/SystemErde/09_Begleittext_oL.pdf</a></p> <p>Die Max-Planck-Gesellschaft stellt in einigen Heften aktuelle Forschung zum Thema Kohlenstoffdioxid und Klima vor:</p>			

<http://www.maxwissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/Kohlenstoffkreislauf.html>  
<http://www.maxwissen.de//Fachwissen/show/0/Heft/Klimarekonstruktion>  
<http://www.maxwissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/Klimamodelle.html>  
 Informationen zum Film „Treibhaus Erde“:  
<http://www.planet-schule.de/wissenspool/total-phaenomenal/inhalt/sendungen/treibhaus-erde.html>

### 2.2.6.2 Übersichtsraster über die Unterrichtsvorhaben in der Qualifikationsphase I (G9) (Q1 ab Schuljahr 2023/24)

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase I – <u>Grundkurs</u> (ca. 90 UStd.)			
Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen <b>Die Schülerinnen und Schüler</b>
<p><b>Unterrichtsvorhaben I</b></p> <p><b>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>Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der Eigenschaften von ausgewählten sauren, alkalischen und neutralen Reinigern zur Wiederholung bzw. Einführung des Säure-Base-Konzepts nach Brønsted, der pH-Wert-Skala einschließlich pH-Wert-Berechnungen von starken Säuren und Basen</p> <p>Vergleich der Reaktion von Kalk mit Essigreiniger und Urinsteinlöser auf Salzsäurebasis zur Wiederholung des chemischen Gleichgewichts und Ableitung des pKs-Werts von schwachen Säuren</p> <p>Praktikum zur Konzentrationsbestimmung der Säuren- und Basenkonzentration</p>	<p><b>Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (KS, pKs, KB, pKb), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (Kc), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von starken Säuren und starken Basen</li> <li>– analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen von starken Säuren und starken Basen (mit Umschlagspunkt)</li> <li>– energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Kalorimetrie</li> <li>– Ionengitter, Ionenbindung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• klassifizieren die auch in Alltagsprodukten identifizierten Säuren und Basen mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted und erläutern ihr Reaktionsverhalten unter Berücksichtigung von Protolysegleichungen (S1, S6, S7, S16, K6), (VB B Z6)</li> <li>• erklären die unterschiedlichen Reaktionsgeschwindigkeiten von starken und schwachen Säuren mit unedlen Metallen oder Salzen anhand der Protolysereaktionen (S3, S7, S16),</li> <li>• interpretieren die Gleichgewichtslage von Protolysereaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und die daraus resultierenden Säure-/Base-Konstanten (S2, S7),</li> <li>• berechnen pH-Werte wässriger Lösungen von Säuren und Basen bei vollständiger Protolyse (S17),</li> </ul>

<p><i>Wie lassen sich saure und alkalische Lösungen entsorgen?</i></p> <p>ca. 32 UStd.</p>	<p>tion in verschiedenen Reinigern (Essigreiniger, Urinsteinlöser, Abflussreiniger) mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagpunkt</p> <p>Erarbeitung von Praxistipps für die sichere Nutzung von Reinigern im Haushalt zur Beurteilung von sauren und basischen Reinigern hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und ihres Gefahrenpotentials</p> <p>Experimentelle Untersuchung von Möglichkeiten zur Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung des Enthalpiebegriffs am Beispiel der Neutralisationsenthalpie im Kontext der fachgerechten Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen</p>		<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> <li>• bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer</li> </ul>
--	--	--	--

<p><b>Unterrichtsvorhaben II</b></p> <p><b>Salze – hilfreich und lebensnotwendig!</b></p> <p><i>Welche Stoffeigenschaften sind verantwortlich für die vielfältige Nutzung verschiedener Salze?</i></p> <p><i>Lässt sich die Lösungswärme von Salzen sinnvoll nutzen?</i></p> <p>ca. 12 – 14 UStd.</p>	<p>Einstiegsdiagnose zur Ionenbindung</p> <p>Praktikum zu den Eigenschaften von Salzen und zu ausgewählten Nachweisreaktionen der verschiedenen Ionen in den Salzen</p> <p>Recherche zur Verwendung, Wirksamkeit und möglichen Gefahren verschiedener ausgewählter Salze in Alltagsbezügen einschließlich einer kritischen Reflexion</p> <p>Materialgestützte Untersuchung der Lösungswärme verschiedener Salze zur Beurteilung der Eignung für den Einsatz in selbsterhitzenden und kühlenden Verpackungen</p> <p>Bewertungsaufgabe zur Nutzung von selbsterhitzenden Verpackungen</p>	<p><b>Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (<math>K_S</math>, <math>pK_S</math>, <math>K_B</math>, <math>pK_B</math>), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (<math>K_C</math>), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von starken Säuren und starken Basen</li> <li>– analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen von starken Säuren und starken Basen (mit Umschlagspunkt)</li> <li>– energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Kalorimetrie</li> <li>– Ionengitter, Ionenbindung</li> </ul>	<p>Aussagekraft (B3, B8, K8). (VB B Z3)</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><b>Unterrichtsvorhaben III</b></p> <p><b>Mobile Energieträger im Vergleich</b></p>	<p>Analyse der Bestandteile von Batterien anhand von Anschauungsobjekten; Diagnose bekannter Inhalte aus der SI</p> <p>Experimente zu Reaktionen von verschiedenen Metallen und Salzlösungen (Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen, Wiederholung der Ionenbindung, Erarbeitung der Metallbindung)</p> <p>Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element): Messung von Spannung und Stromfluss (elektrochemische Doppelschicht)</p>	<p><b>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>– Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung</li> <li>– Elektrolyse</li> <li>– alternative Energieträger</li> <li>– Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Redoxreaktionen als dynamische Gleichgewichtsreaktionen unter Berücksichtigung des Donator-Akzeptor-Konzepts (S7, S12, K7),</li> <li>• nennen die metallische Bindung und die Beweglichkeit hydratisierter Ionen als Voraussetzungen für einen geschlossenen Stromkreislauf der galvanischen Zelle und der Elektrolyse (S12, S15, K10),</li> <li>• erläutern den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle hinsichtlich der chemischen Prozesse auch</li> </ul>

<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 UStd.</p>	<p>virtuelles Messen von weiteren galvanischen Zellen, Berechnung der Zellspannung bei Standardbedingungen (Bildung von Hypothesen zur Spannungsreihe, Einführung der Spannungsreihe)</p> <p>Hypothesenentwicklung zum Ablauf von Redoxreaktionen und experimentelle Überprüfung</p> <p>Modellexperiment einer Zink-Luft-Zelle, Laden und Entladen eines Zink-Luft-Akkus (Vergleich galvanische Zelle – Elektrolyse)</p> <p>Lernzirkel zu Batterie- und Akkutypen</p> <p>Lernaufgabe: Bedeutung von Akkumulatoren für den Ausgleich von Spannungsschwankungen bei der Nutzung regenerativen Stromquellen</p>	<p>– energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, heterogene Katalyse</p>	<p>mit digitalen Werkzeugen und berechnen die jeweilige Zellspannung (S3, S17, E6, K11), (MKR 1.2)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen und möglicher Zellspannungen (S10, S12, K9),</li> <li>• erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S12, K8),</li> <li>• interpretieren energetische Erscheinungen bei Redoxreaktionen als Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit (S3, E11),</li> <li>• entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallatomen und -ionen und überprüfen diese experimentell (E3, E4, E5, E10),</li> <li>• ermitteln Messdaten ausgewählter galvanischer Zellen zur Einordnung in die elektrochemische Spannungsreihe (E6, E8),</li> <li>• diskutieren Möglichkeiten und Grenzen bei der Umwandlung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie auf Grundlage der relevanten chemischen und thermodynamischen Aspekte im Hinblick auf nachhaltiges Handeln (B3, B10, B13, E12, K8), (VB D Z1, Z3)</li> </ul>
<p><b>Unterrichtsvorhaben IV</b></p>	<p>Entwicklung von Kriterien zum Autokauf in Bezug auf verschiedene Treibstoffe</p>	<p><b>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern den Aufbau und die Funktion</li> </ul>

<p><b>Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft?</b></p> <p><i>Wie viel Energie wird bei der Verbrennungsreaktion verschiedener Energieträger freigesetzt?</i></p> <p><i>Wie funktioniert die Wasserstoffverbrennung in der Brennstoffzelle?</i></p> <p><i>Welche Vor- und Nachteile hat die Verwendung der verschiedenen Energieträger?</i></p> <p>ca. 19 UStd.</p>	<p>(Wasserstoff, Erdgas, Autogas, Benzin und Diesel)</p> <p>Untersuchen der Verbrennungsreaktionen von Erdgas, Autogas, Wasserstoff, Benzin (Heptan) und Diesel (Heizöl): Nachweisreaktion der Verbrennungsprodukte, Aufstellen der Redoxreaktionen, energetische Betrachtung der Redoxreaktionen (Grundlagen der chemischen Energetik), Ermittlung der Reaktionsenthalpie, Berechnung der Verbrennungsenthalpie</p> <p>Wasserstoff als Autoantrieb: Verbrennungsreaktion in der Brennstoffzelle (Erarbeitung der heterogenen Katalyse); Aufbau der PEM-Brennstoffzelle</p> <p>Schülerversuch: Bestimmung des energetischen Wirkungsgrads der PEM-Brennstoffzelle</p> <p>Versuch: Elektrolyse von Wasser zur Gewinnung von Wasserstoff (energetische und stoffliche Betrachtung)</p> <p>Podiumsdiskussion zum Einsatz der verschiedenen Energieträger im Auto mit Blick auf eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität mit festgelegten Positionen / Verfassen eines Beratungstextes (Blogeintrag) für den Autokauf mit Blick auf eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität (Berechnung zu verschiedenen Antriebstechniken, z. B.</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>ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen und möglicher Zellspannungen (S10, S12, K9),</p> <ul style="list-style-type: none"> <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>
---	--	--	---

	des Energiewirkungsgrads auch unter Einbeziehung des Elektroantriebs aus UV III)		
<b>Unterrichtsvorhaben V</b>  <b>Korrosion von Metallen</b>  <i>Wie kann man Metalle vor Korrosion schützen?</i>  ca. 8 UStd.	Erarbeitung einer Mindmap von Korrosionsfolgen anhand von Abbildungen, Materialproben, Informationen zu den Kosten und ökologischen Folgen  Experimentelle Untersuchungen zur Säure- und Sauerstoffkorrosion, Bildung eines Lokalelements, Opferanode  Experimente zu Korrosionsschutzmaßnahmen entwickeln und experimentell überprüfen  Diskussion der Nachhaltigkeit verschiedener Korrosionsschutzmaßnahmen	<b>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>– Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung</li> <li>– Elektrolyse</li> <li>– alternative Energieträger</li> <li>– Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz</li> <li>– energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, heterogene Katalyse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S12, K8),</li> <li>• erläutern die Bildung eines Lokalelements bei Korrosionsvorgängen auch mithilfe von Reaktionsgleichungen (S3, S16, E1),</li> <li>• entwickeln eigenständig ausgewählte Experimente zum Korrosionsschutz (Galvanik, Opferanode) und führen sie durch (E1, E4, E5), (VB D Z3)</li> <li>• beurteilen Folgen von Korrosionsvorgängen und adäquate Korrosionsschutzmaßnahmen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B12, B14, E1). (VB D Z3)</li> </ul>

<b>Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase I – Leistungskurs (ca. 150 UStd.)</b>			
<b>Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)</b>	<b>Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben</b>	<b>Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen</b>
			<b>Die Schülerinnen und Schüler</b>
<b>Unterrichtsvorhaben I</b>  <b>Saure und basische Reiniger</b>	Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der Eigenschaften	<b>Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• klassifizieren die auch in Produkten des Alltags identifizierten Säuren und Basen mithilfe des Säure-Base-Konzepts von</li> </ul>

<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 UStd.</p>	<p>ten von ausgewählten sauren, alkalischen und neutralen Reinigern zur Wiederholung bzw. Einführung des Säure-Base-Konzepts nach Brønsted, der pH-Wert-Skala einschließlich pH-Wert-Berechnungen</p> <p>Vergleich der Reaktion von Kalk mit Essigreiniger und Urinsteinlöser auf Salzsäurebasis zur Wiederholung des chemischen Gleichgewichts und zur Ableitung des <math>pK_s</math>-Werts von schwachen Säuren</p> <p>Ableitung des <math>pK_B</math>-Werts von schwachen Basen</p> <p>pH-Wert-Berechnungen von starken und schwachen Säuren und Basen in verschiedenen Reinigern (Essigreiniger, Urinsteinlöser, Abflussreiniger, Fensterreiniger) zur Auswahl geeigneter Indikatoren im Rahmen der Konzentrationsbestimmung mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt</p> <p>Praktikum zur Konzentrationsbestimmung Säuren und Basen in verschiedenen Reinigern auch unter Berücksichtigung mehrprotoniger Säuren</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (<math>K_S</math>, <math>pK_s</math>, <math>K_B</math>, <math>pK_B</math>), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (<math>K_c</math>), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen, Puffersysteme</li> <li>- Löslichkeitsgleichgewichte</li> <li>- analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve), potentiometrische pH-Wert-Messung</li> <li>- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Lösungsenthalpie, Kalorimetrie</li> <li>- Entropie</li> <li>- Ionengitter, Ionenbindung</li> </ul>	<p>Brønsted und erläutern ihr Reaktionsverhalten unter Berücksichtigung von Protolysegleichungen (S1, S6, S7, S16, K6), (VB B Z6)</p> <ul style="list-style-type: none"> <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> <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</li> </ul>
--	---	---	---

	<p>Erarbeitung von Praxistipps für die sichere Nutzung von Reinigern im Haushalt zur Beurteilung von sauren und basischen Reinigern hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und ihres Gefahrenpotentials</p> <p>Experimentelle Untersuchung von Möglichkeiten zur Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung des Enthalpiebegriffs am Beispiel der Neutralisationsenthalpie im Kontext der fachgerechten Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen</p>		<p>zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• führen das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung mittels Indikator durch und werten die Ergebnisse auch unter Berücksichtigung einer Fehleranalyse aus (E5, E10, K10),</li> <li>• bestimmen die Reaktionsenthalpie der Neutralisationsreaktion von starken Säuren mit starken Basen kalorimetrisch und vergleichen das Ergebnis mit Literaturdaten (E5, K1), (MKR 2.1, 2.2)</li> <li>• beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren, Basen und Salzen als Inhaltsstoffe in Alltagsprodukten und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab (B8, B11, K8), (VB B Z3, Z6)</li> <li>• bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8).</li> </ul>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben II</u></b></p> <p><b>Salze – hilfreich und lebensnotwendig!</b></p> <p><i>Welche Stoffeigenschaften sind verantwortlich für die</i></p>	<p>Einstiegsdiagnose zur Ionenbindung</p> <p>Praktikum zu den Eigenschaften von Salzen und zu ausgewählten Nachweisreaktionen der verschiedenen Ionen in den Salzen</p>	<p><b>Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (<math>K_S</math>, <math>pK_{S,}</math>, <math>K_B</math>, <math>pK_B</math>), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (<math>K_c</math>), pH-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Wirkung eines Puffersystems auf Grundlage seiner Zusammensetzung (S2, S7, S16),</li> <li>• berechnen den pH-Wert von Puffersystemen anhand der Henderson-Hasselbalch-Gleichung (S17),</li> <li>• erklären endotherme und exotherme Lösungsvorgänge bei Salzen unter Ein-</li> </ul>

<p><i>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 UStd.</p>	<p>Untersuchung der Löslichkeit schwerlöslicher Salze zur Einführung des Löslichkeitsprodukts am Beispiel der Halogenid-Nachweise mit Silbernitrat</p> <p>Praktikum zur Untersuchung der Lösungswärme verschiedener Salze zur Beurteilung der Eignung für den Einsatz in selbsterhitzenden und kühlenden Verpackungen</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung einer Erklärung von endothermen Lösungsvorgängen zur Einführung der Entropie</p> <p>Bewertungsaufgabe zur Nutzung von selbsterhitzenden Verpackungen</p> <p>Recherche zur Verwendung, Wirksamkeit und möglichen Gefahren verschiedener ausgewählter Salze in Alltagsbezügen einschließlich einer kritischen Reflexion</p> <p>Recherche zur Bedeutung von Salzen für den menschlichen Körper (Regulation des Wasserhaushalts, Funktion der Nerven und Muskeln, Regulation des Säure-Base-Haushalts etc.)</p>	<p>Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen, Puffersysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Löslichkeitsgleichgewichte</li> <li>- analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrations (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve), potentiometrische pH-Wert-Messung</li> <li>- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Lösungsenthalpie, Kalorimetrie</li> <li>- Entropie</li> <li>- Ionengitter, Ionenbindung</li> </ul>	<p>beziehung der Gitter- und Solvatationsenergie und führen den spontanen Ablauf eines endothermen Lösungsvorgangs auf die Entropieänderung zurück (S12, K8),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Fällungsreaktionen auf der Grundlage von Löslichkeitsgleichgewichten (S2, S7),</li> <li>• weisen ausgewählte Ionensorten (Halogenid-Ionen, Ammonium-Ionen, Carbonat-Ionen) salzartiger Verbindungen qualitativ nach (E5),</li> <li>• interpretieren die Messdaten von Lösungsenthalpien verschiedener Salze unter Berücksichtigung der Entropie (S12, E8),</li> <li>• beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von 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>Materialgestützte Erarbeitung der Funktion und Zusammensetzung von Puffersystemen im Kontext des menschlichen Körpers (z. B. Kohlensäure-Hydrogencarbonatpuffer im Blut, Dihydrogenphosphat-Hydrogenphosphatpuffer im Speichel, Ammoniak-Ammoniumpuffer in der Niere) einschließlich der gesundheitlichen Folgen bei Veränderungen der pH-Werte in den entsprechenden Körperflüssigkeiten</p> <p>Anwendungsaufgaben zum Löslichkeitsprodukt im Kontext der menschlichen Gesundheit (z. B. Bildung von Zahnstein oder Nierensteine, Funktion von Magnesiumhydroxid als Antazidum)</p>		
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben III</u></b></p> <p><b>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>Analyse der Bestandteile von Batterien anhand von Anschauungsobjekten; Diagnose bekannter Inhalte aus der SI</p> <p>Experimente zu Reaktionen von verschiedenen Metallen und Salzlösungen (Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen, Wiederholung der Ionenbindung, Erarbeitung der Metallbindung)</p> <p>Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element): Messung von Spannung und</p>	<p><b>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>- galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung)</li> <li>- Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung)</li> <li>- Redoxtitration</li> <li>- alternative Energieträger</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern Redoxreaktionen als dynamische Gleichgewichtsreaktionen unter Berücksichtigung des Donator-Akzeptor-Konzepts (S7, S12, K7),</li> <li>• nennen die metallische Bindung und die Beweglichkeit hydratisierter Ionen als Voraussetzungen für einen geschlossenen Stromkreislauf der galvanischen Zelle und der Elektrolyse (S12, S15, K10),</li> <li>• erläutern den Aufbau und die Funktionsweise galvanischer Zellen hinsichtlich der chemischen Prozesse auch mithilfe digitaler Werkzeuge und berechnen auch unter Berücksichtigung der</li> </ul>

<p>Wie kann die Leistung von Akkumulatoren berechnet und bewertet werden?</p> <p>ca. 24 USt.</p>	<p>Stromfluss (elektrochemische Doppelschicht)</p> <p>Messen von weiteren galvanischen Zellen, Berechnung der Zellspannung bei Standardbedingungen (mithilfe von Animationen), Bildung von Hypothesen zur Spannungsreihe, Einführung der Spannungsreihe</p> <p>Hypothesenentwicklung zum Ablauf von Redoxreaktionen und experimentelle Überprüfung</p> <p>Messen der Zellspannung verschiedener Konzentrationszellen und Ableiten der Nernst-Gleichung zur Überprüfung der Messergebnisse</p> <p>Berechnung der Leistung verschiedener galvanischer Zellen auch unter Nicht-Standardbedingungen</p> <p>Modellexperiment einer Zink-Luft-Zelle, Laden und Entladen eines Zink-Luft-Akkus (Vergleich galvanische Zelle – Elektrolyse)</p> <p>Lernzirkel zu Batterie- und Akkutypen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energiespeicherung</li> <li>- Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz</li> <li>- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse</li> </ul>	<p>Nernst-Gleichung die jeweilige Zellspannung (S3, S17, E6, K11), (MKR 1.2)</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>• erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S16, K10),</li> <li>• entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metall- und Nichtmetallatomen sowie Ionen und überprüfen diese experimentell (E3, E4, E5, E10),</li> <li>• ermitteln Messdaten ausgewählter galvanischer Zellen zur Einordnung in die elektrochemische Spannungsreihe (E6, E8),</li> <li>• erklären die Herleitung elektrochemischer und thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten (Faraday, Nernst, Gibbs-Helmholtz) aus experimentellen Daten (E8, S17, K8),</li> <li>• diskutieren Möglichkeiten und Grenzen bei der Umwandlung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie auch unter Berücksichtigung thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten im Hinblick auf nachhaltiges Handeln (B3, B10, B13, E12, K8). (VB D Z1, Z3)</li> </ul>
--	--	--	---

	Lernaufgabe Bewertung: Vergleich der Leistung, Ladezyklen, Energiedichte verschiedener Akkumulatoren für verschiedene Einsatzgebiete; Diskussion des Einsatzes mit Blick auf nachhaltiges Handeln (Kriterienentwicklung)		
<p><b>Unterrichtsvorhaben IV</b></p> <p><b>Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft?</b></p> <p><i>Wie viel Energie wird bei der Verbrennungsreaktion verschiedener Energieträger freigesetzt?</i></p> <p><i>Wie funktioniert die Wasserstoffverbrennung in der Brennstoffzelle?</i></p> <p><i>Wie beeinflussen Temperatur und Elektrodenmaterial die Leistung eines Akkus?</i></p> <p>ca. 30 UStd.</p>	<p>Entwicklung von Kriterien zum Autokauf in Bezug auf verschiedene Treibstoffe (Wasserstoff, Erdgas, Autogas, Benzin und Diesel)</p> <p>Untersuchen der Verbrennungsreaktionen von Erdgas, Autogas, Wasserstoff, Benzin (Heptan) und Diesel (Heizöl): Nachweisreaktion der Verbrennungsprodukte, Aufstellen der Redoxreaktionen, energetische Betrachtung der Redoxreaktionen (Grundlagen der chemischen Energetik), Ermittlung der Reaktionsenthalpie, Berechnung der Verbrennungsenthalpie</p> <p>Wasserstoff als Autoantrieb: Vergleich der Verbrennungsreaktion in der Brennstoffzelle mit der Verbrennung von Wasserstoff (Vergleich der Enthalpie: Unterscheidung von Wärme und elektrischer Arbeit; Erarbeitung der heterogenen Katalyse); Aufbau der PEM-Brennstoffzelle,</p>	<p><b>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>- galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung)</li> <li>- Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung)</li> <li>- Redoxtitration</li> <li>- alternative Energieträger</li> <li>- Energiespeicherung</li> <li>- Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz</li> <li>- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz und Zweiter der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern und vergleichen den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen sowie möglicher Zellspannungen (S10, S12, S16, K9),</li> <li>• erklären am Beispiel einer Brennstoffzelle die Funktion der heterogenen Katalyse unter Verwendung geeigneter Medien (S8, S12, K11),</li> <li>• erklären die für eine Elektrolyse benötigte Zersetzungsspannung unter 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-</li> </ul>

	<p>Schülerversuch: Bestimmung des energetischen Wirkungsgrads der PEM-Brennstoffzelle</p> <p>Versuch: Elektrolyse von Wasser zur Gewinnung von Wasserstoff (energetische und stoffliche Betrachtung, Herleitung der Faraday-Gesetze)</p> <p>Herleitung der Gibbs-Helmholtz-Gleichung mit Versuchen an einem Kupfer-Silber-Element und der Brennstoffzelle</p> <p>Vergleich von Brennstoffzelle und Akkumulator: Warum ist die Leistung eines Akkumulators temperaturabhängig? (Versuch: Potentialmessung in Abhängigkeit von der Temperatur zur Ermittlung der freien Enthalpie)</p> <p>Vergleich von Haupt- und Nebenreaktionen in galvanischen Zellen zur Erklärung des Zweiten Hauptsatzes</p> <p>Lernaufgabe: Wasserstoff – Bus, Bahn oder Flugzeug? Verfassen eines Beitrags für ein Reisemagazin (siehe Unterstützungsmaterial).</p>		<p>Helmholtz) aus experimentellen Daten (E8, S17, K8),</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• ermitteln die Leistung einer elektrochemischen Spannungsquelle an einem Beispiel (E5, E10, S17),</li><li>• ermitteln die Standardreaktionsenthalpien ausgewählter Redoxreaktionen unter Anwendung des Satzes von Hess auch rechnerisch (E2, E4, E7, S16, 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>
--	--	--	--

<p><b>Unterrichtsvorhaben V</b></p> <p><b>Korrosion von Metallen</b></p> <p><i>Wie kann man Metalle nachhaltig vor Korrosion schützen?</i></p> <p>ca. 12 UStd.</p>	<p>Erarbeitung einer Mindmap von Korrosionsfolgen anhand von Abbildungen, Materialproben, Informationen zu den Kosten und ökologischen Folgen</p> <p>Experimentelle Untersuchungen zur Säure- und Sauerstoffkorrosion, Bildung eines Lokalelements, Opferanode</p> <p>Experimente zu Korrosionsschutzmaßnahmen entwickeln und experimentell überprüfen (Opferanode, Galvanik mit Berechnung von abgeschiedener Masse und benötigter Ladungsmenge)</p> <p>Diskussion der Nachhaltigkeit verschiedener Korrosionsschutzmaßnahmen</p> <p>Lern-/Bewertungsaufgabe: Darstellung der elektrolytischen Metallgewinnungsmöglichkeiten und Berechnung der Ausbeute im Verhältnis der eingesetzten Energie</p>	<p><b>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>- galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung)</li> <li>- Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung)</li> <li>- Redoxtitration</li> <li>- alternative Energieträger</li> <li>- Energiespeicherung</li> <li>- Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz</li> <li>- energetische Aspekte: Erster und Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• berechnen Stoffumsätze unter Anwendung der Faraday-Gesetze (S3, S17),</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 Z 3)</li> <li>• diskutieren ökologische und ökonomische Aspekte der elektrolytischen Gewinnung eines Stoffes unter Berücksichtigung der Faraday-Gesetze (B10, B13, E8, K13), (VB D Z 3)</li> <li>• beurteilen Folgen von Korrosionsvorgängen und adäquate Korrosionsschutzmaßnahmen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B12, B14, E1). (VB D Z 3)</li> </ul>
<p><b>Unterrichtsvorhaben VI</b></p> <p><b>Quantitative Analyse von Produkten des Alltags</b></p>	<p>Wiederholung der Konzentrationsbestimmung mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt am Beispiel der Bestimmung des Essigsäuregehalts in Speiseessig</p> <p>Bestimmung der Essigsäurekonzentration in Aceto Balsamico zur Einführung</p>	<p><b>Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (<math>K_S</math>, <math>pK_S</math>, <math>K_B</math>, <math>pK_B</math>), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (<math>K_c</math>), pH-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sagen den Verlauf von Titrationskurven von starken und schwachen Säuren und Basen anhand der Berechnung der charakteristischen Punkte (Anfangs-pH-Wert, Halbäquivalenzpunkt, Äquivalenzpunkt) voraus (S10, S17),</li> <li>• planen hypothesengeleitet Experimente zur Konzentrationsbestimmung von</li> </ul>

<p>Wie hoch ist die Säure-Konzentration in verschiedenen Lebensmitteln?</p> <p>ca. 18 UStd.</p>	<p>der potentiometrischen pH-Wert-Messung einschließlich der Ableitung und Berechnung von Titrationskurven</p> <p>Aufbau und Funktionsweise einer pH-Elektrode (Nernst-Gleichung)</p> <p>Anwendungsmöglichkeit der Nernst-Gleichung zur Bestimmung der Metallionenkonzentration</p> <p>Projektunterricht zur Bestimmung des Säure-Gehalts in Lebensmitteln z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zitronensäure in Orangen</li> <li>- Milchsäure in Joghurt</li> <li>- Oxalsäure in Rhabarber</li> <li>- Weinsäure in Weißwein</li> <li>- Phosphorsäure in Cola</li> </ul> <p>Bestimmung des Gehalts an Konservierungsmitteln bzw. Antioxidantien in Getränken (z. B. schwefliger Säure im Wein, Ascorbinsäure in Fruchtsäften) zur Einführung der Redoxtitration</p> <p>Bewertungsaufgabe zur kritischen Reflexion zur Nutzung von Konservierungsmitteln bzw. Antioxidantien anhand erhobener Messdaten</p>	<p>Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen, Puffersysteme</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Löslichkeitsgleichgewichte</li> <li>- analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrations (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve), potentiometrische pH-Wert-Messung</li> <li>- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Lösungsenthalpie, Kalorimetrie</li> <li>- Entropie</li> <li>- Ionengitter, Ionenbindung</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>- galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung)</li> <li>- Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung)</li> <li>- Redoxtitration</li> <li>- alternative Energieträger</li> <li>- Energiespeicherung</li> <li>- Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz</li> </ul>	<p>Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• werten pH-metrische Titrations von ein- und mehrprotonigen Säuren aus und erläutern den Verlauf der Titrationskurven auch bei unvollständiger Protolyse (S9, E8, E10, K7),</li> <li>• bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8), (VB B/D Z3)</li> <li>• beurteilen verschiedene Säure-Base-Titrationsverfahren hinsichtlich ihrer Angemessenheit und Grenzen (B3, K8, K9),</li> <li>• wenden das Verfahren der Redoxtitration zur Ermittlung der Konzentration eines Stoffes begründet an (E5, S3, K10).</li> <li>• ermitteln die Ionenkonzentration von ausgewählten Metall- und Nichtmetallionen mithilfe der Nernst-Gleichung aus Messdaten galvanischer Zellen (E6, E8, S17, K5)</li> </ul>
---	---	--	--

		- energetische Aspekte: Erster und Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse	
--	--	---	--

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase II – Grundkurs (ca. 70 UStd.)			
Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen
			Die Schülerinnen und Schüler
<p><b>Unterrichtsvorhaben VI</b></p> <p><b>Vom Erdöl zur Plastiktüte</b></p> <p><i>Wie lässt sich Polyethylen aus Erdöl herstellen?</i></p> <p><i>Wie werden Polyethylen-Abfälle entsorgt?</i></p> <p>ca. 30 UStd.</p>	<p>Einstiegsdiagnose zu den organischen Stoffklassen (funktionelle Gruppen, Nomenklatur, Isomerie, Struktur-Eigenschaftsbeziehungen)</p> <p>Brainstorming zu Produkten, die aus Erdöl hergestellt werden, Fokussierung auf Herstellung von Plastiktüten (PE-Verpackungen)</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung des Crackprozesses zur Herstellung von Ethen (Alkenen) als Ausgangsstoff für die Herstellung von Polyethylen</p> <p>Unterscheidung der gesättigten Edukte und ungesättigten Produkte mit Bromwasser</p> <p>Erarbeitung der Reaktionsmechanismen „radikalische Substitution“ und „elektrophile Addition“</p>	<p><b>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe</li> <li>- Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>- Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie)</li> <li>- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>- Naturstoffe: Fette</li> <li>- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition</li> <li>- Estersynthese: Homogene Katalyse, Prinzip von Le Chatelier</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen den Aufbau von Vertretern der Stoffklassen der Alkane, Halogenalkane, Alkene, Alkine, Alkanole, Alkanale, Alkanone, Carbonsäuren, Ester und Amine auch mit digitalen Werkzeugen dar und berücksichtigen dabei auch ausgewählte Isomere (S1, E7, K11),</li> <li>• erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der 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> <li>• schließen mithilfe von spezifischen</li> </ul>

	<p>Materialgestützte Vertiefung der Nomenklaturregeln für Alkane, Alkene, Alkine und Halogenalkane einschließlich ihrer Isomere</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung der Synthese des Polyethylens durch die radikalische Polymerisation</p> <p>Gruppenpuzzle zur Entsorgung von PE-Abfällen (Deponierung, thermisches Recycling, rohstoffliches Recycling) mit anschließender Bewertung der verschiedenen Verfahren</p> <p>Abschließende Zusammenfassung: Erstellung eines Schaubildes oder Fließdiagramms über den Weg einer PE-Verpackung (Plastiktüte) von der Herstellung aus Erdöl bis hin zur möglichen Verwertung 7)</p> <p>Anlegen einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (mit dem Ziel einer fortlaufenden Ergänzung)</p>	<p><b>Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere)</li> <li>- Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation</li> <li>- Rohstoffgewinnung und -verarbeitung</li> <li>- Recycling: Kunststoffverwertung</li> </ul>	<p>Nachweisen der Reaktionsprodukte (Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen, Carbonyl- und Carboxy-Gruppe) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• recherchieren und bewerten Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B1, B11, K2, K4),</li> <li>• erläutern die Verknüpfung von Monomermolekülen zu Makromolekülen mithilfe von Reaktionsgleichungen an einem Beispiel (S4, S12, S16),</li> <li>• beschreiben den Weg eines Anwendungsproduktes von der Rohstoffgewinnung über die Produktion bis zur Verwertung (S5, S10, K1, K2),</li> <li>• bewerten stoffliche und energetische Verfahren der Kunststoffverwertung unter Berücksichtigung ausgewählter Nachhaltigkeitsziele (B6, B13, S3, K5, K8).</li> </ul>
<p><b>Unterrichtsvorhaben VII</b></p> <p><b>Kunststoffe – Werkstoffe für viele Anwendungsprodukte</b></p>	<p>Anknüpfen an das vorangegangene Unterrichtsvorhaben anhand einer Recherche zu weiteren Kunststoffen für Verpackungsmaterialien (Verwendung, Herstellung, eingesetzte Monomere)</p> <p>Praktikum zur Untersuchung der</p>	<p><b>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen den Aufbau von Vertretern der Stoffklassen der Alkane, Halogenalkane, Alkene, Alkine, Alkanole, Alkanale, Alkanone, Carbonsäuren, Ester und Amine auch mit digitalen Werkzeugen dar und berücksichtigen dabei auch ausgewählte Isomere (S1, E7, K11),</li> </ul>

<p><i>Welche besonderen Eigenschaften haben Kunststoffe?</i></p> <p><i>Wie lassen sich Kunststoff mit gewünschten Eigenschaften herstellen?</i></p> <p>ca. 20 UStd.</p>	<p>Kunststoffeigenschaften (u. a. Kratzfestigkeit, Bruchbarkeit, Verformbarkeit, Brennbarkeit) anhand von verschiedenen Kunststoffproben (z. B. PE, PP, PS, PVC, PET)</p> <p>Klassifizierung der Kunststoffe in Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere durch materialgestützte Auswertung der Experimente</p> <p>Gruppenpuzzle zur Erarbeitung der Herstellung, Entsorgung und Untersuchung der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen ausgewählter Kunststoffe in Alltagsbezügen (Expertengruppen z. B. zu Funktionsbekleidung aus Polyester, zu Gleitschirmen aus Polyamid, zu chirurgischem Nahtmaterial aus Polymilchsäure, zu Babywindeln mit Superabsorber)</p> <p>Bewertungsaufgabe von Kunststoffen aus Erdöl (z. B. Polyester) und nachwachsenden Rohstoffen (z. B. Milchsäure) hinsichtlich ihrer Herstellung, Verwendung und Entsorgung</p> <p>Fortführung der tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (siehe UV VI)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>- Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie)</li> <li>- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>- Naturstoffe: Fette</li> <li>- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition</li> <li>- Estersynthese: Homogene Katalyse, Prinzip von Le Chatelier</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere)</li> <li>- Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation</li> <li>- Rohstoffgewinnung und -verarbeitung</li> <li>- Recycling: Kunststoffverwertung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13),</li> <li>• erklären die Eigenschaften von Kunststoffen aufgrund 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 Eigenschaften verschiedener Kunststoffe Experimente zur Trennung und Verwertung von Verpackungsabfällen (E4, S2),</li> <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 Bewertungs-</li> </ul>
---	--	---	--

			kriterien Produkte aus unterschiedlichen Kunststoffen und leiten daraus Handlungsoptionen für die alltägliche Nutzung ab (B5, B14, K2, K8, K13).
<p><b>Unterrichtsvorhaben VIII</b></p> <p><b>Ester in Lebensmitteln und Kosmetikartikeln</b></p> <p><i>Welche Fette sind in Lebensmitteln enthalten?</i></p> <p><i>Wie werden Ester in Kosmetikartikeln hergestellt?</i></p> <p>ca. 20 UStd.</p>	<p>Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der Eigenschaften von ausgewählten fett- und ölhaltigen Lebensmitteln:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Eigenschaften (Löslichkeit) von gesättigten und ungesättigten Fetten</li> <li>• Experimentelle Unterscheidung von gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (Jodzahl)</li> <li>• Fetthärtung: Hydrierung von Fettsäuren (z. B. Demonstrationsversuch Hydrierung von Olivenöl mit Nickelkatalysator) und Wiederholung von Redoxreaktionen</li> </ul> <p>Materialgestützte Bewertung der Qualität von verarbeiteten Fetten auch in Bezug auf Ernährungsempfehlungen</p> <p>Aufbau, Verwendung, Planung der Herstellung des Wachsesters Myristylmyristat mit Wiederholung der Estersynthese</p> <p>Experimentelle Erarbeitung der Synthese von Myristylmyristat (Ermittlung des chemischen Gleichgewichts und der Ausbeute, Einfluss von Konzentrationsänderungen – Le Chatelier, Bedeutung von Katalysatoren)</p> <p>Fortführung der tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich</p>	<p><b>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe</li> <li>– Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>– Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>– Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie)</li> <li>– inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>– Naturstoffe: Fette</li> <li>– Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition</li> <li>– Estersynthese: Homogene Katalyse, Prinzip von Le Chatelier</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern den Aufbau und die Eigenschaften von gesättigten und ungesättigten Fetten (S1, S11, S13),</li> <li>• erklären Redoxreaktionen in organischen Synthesewegen unter Berücksichtigung der Oxidationszahlen (S3, S11, S16),</li> <li>• erklären die Estersynthese aus Alkoholen und Carbonsäuren unter Berücksichtigung der Katalyse (S4, S8, S9, K7),</li> <li>• schließen mithilfe von spezifischen Nachweisen der Reaktionsprodukte (Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen, Carbonyl- und Carboxy-Gruppe) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10),</li> <li>• erläutern die Planung und Durchführung einer Estersynthese in Bezug auf die Optimierung der Ausbeute auf der Grundlage des Prinzips von Le Chatelier (E4, E5, K13),</li> <li>• unterscheiden experimentell zwischen gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (E5, E11),</li> <li>• beurteilen die Qualität von Fetten hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Verarbeitung im Bereich der Lebensmitteltechnik und der eigenen Ernährung (B7, B8, K8).</li> </ul>

	entsprechender Nachweisreaktionen (siehe UV VI, VII)		
--	--	--	--

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase II – Leistungskurs (ca. 114 UStd.)			
Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen
			Die Schülerinnen und Schüler ...
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben VII</u></b></p> <p><b>Vom Erdöl zur Kunststoffverpackung</b></p> <p><i>Aus welchen Kunststoffen bestehen Verpackungsmaterialien und welche Eigenschaften haben diese Kunststoffe?</i></p> <p><i>Wie lässt sich Polyethylen aus Erdöl herstellen?</i></p> <p><i>Wie werden Verpackungsabfälle aus Kunststoff entsorgt?</i></p> <p>ca. 44 UStd.</p>	<p>Einstiegsdiagnose zu den organischen Stoffklassen (funktionelle Gruppen, Nomenklatur, Isomerie, Struktur-Eigenschaftsbeziehungen)</p> <p>Recherche zu verschiedenen Kunststoffen (z. B. Name des Kunststoffs, Monomere) für Verpackungsmaterialien anhand der Recyclingzeichen</p> <p>Praktikum zur Untersuchung von Kunststoffeigenschaften anhand von Verpackungsmaterialien (u. a. Kratzfestigkeit, Bruchsicherheit, Verformbarkeit, Brennbarkeit)</p> <p>Materialgestützte Auswertung der Experimente zur Klassifizierung der Kunststoffe</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung des Crackprozesses zur Herstellung von</p>	<p><b>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe</li> <li>- Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>- Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems</li> <li>- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>- Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Mesomerie, Chiralität</li> <li>- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster und zweiter Ordnung, elektrophile Erstsubstitu-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen den Aufbau der Moleküle (Konstitutionsisomerie, Stereoisomerie, Molekülgeometrie, Chiralität am asymmetrischen C-Atom) von Vertretern der Stoffklassen der Alkane, Halogenalkane, Alkene, Alkine Alkanole, Alkanale, 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</li> </ul>

	<p>Ethen (Alkenen) als Ausgangsstoff für die Herstellung von Polyethylen</p> <p>Unterscheidung der gesättigten Edukte und ungesättigten Produkte mit Bromwasser</p> <p>Erarbeitung der Reaktionsmechanismen „radikalische Substitution“ und „elektrophile Addition“</p> <p>Vertiefende Betrachtung des Mechanismus der elektrophilen Addition zur Erarbeitung des Einflusses der Substituenten im Kontext der Herstellung wichtiger organischer Rohstoffe aus Alkenen (u. a. Alkohole, Halogenalkane)</p> <p>Materialgestützte Vertiefung der Nomenklaturregeln für Alkane, Alkene, Alkine und Halogenalkane einschließlich ihrer Isomere</p> <p>Vertiefende Betrachtung der Halogenalkane als Ausgangsstoffe für wichtige organische Produkte (u. a. Alkohole, Ether) zur Erarbeitung der Mechanismen der nucleophilen Substitution erster und zweiter Ordnung</p> <p>Anlegen einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (mit dem Ziel einer fortlaufenden Ergänzung)</p>	<p>tion, Kondensationsreaktion (Ester-synthese)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prinzip von Le Chatelier</li> <li>- Koordinative Bindung: Katalyse</li> <li>- Naturstoffe: Fette</li> <li>- Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung</li> <li>- Analytische Verfahren: Chromatografie</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere)</li> <li>- Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation (Mechanismus der radikalischen Polymerisation)</li> <li>- Rohstoffgewinnung und -verarbeitung</li> <li>- Recycling: Kunststoffverwertung, Wertstoffkreisläufe</li> <li>- technisches Syntheseverfahren</li> <li>- Nanochemie: Nanomaterialien, Nanostrukturen, Oberflächeneigenschaften</li> </ul>	<p>(Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-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> </ul>
--	---	---	--

	<p>Materialgestützte Erarbeitung der radikalischen Polymerisation am Beispiel von LD-PE und HD-PE einschließlich der Unterscheidung der beiden Polyethylen-Arten anhand ihrer Stoffeigenschaften</p> <p>Lernaufgabe zur Entsorgung von PE-Abfällen (Deponierung, thermisches Recycling, rohstoffliches Recycling) mit abschließender Bewertung der verschiedenen Verfahren</p> <p>Abschließende Zusammenfassung: Erstellung eines Schaubildes oder Fließdiagramms über den Weg einer PE-Verpackung (Plastiktüte) von der Herstellung aus Erdöl bis hin zur möglichen Verwertung</p> <p>Recherche zu weiteren Kunststoff-Verpackungen (z. B. PS, PP, PVC) zur Erarbeitung von Stoffsteckbriefen und Experimenten zur Trennung von Verpackungsabfällen</p> <p>Materialgestützte Bewertung der verschiedenen Verpackungskunststoffe z. B. nach der Warentest-Methode</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern ein technisches Syntheseverfahren auch unter Berücksichtigung der eingesetzten Katalysatoren (S8, S9),</li> <li>• planen zielgerichtet anhand der Eigenschaften verschiedener Kunststoffe Experimente zur Trennung und Verwertung von Verpackungsabfällen (E4, S2),</li> <li>• bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung und die Verwendung von Produkten aus Kunststoffen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Perspektive (B9, B12, B13),</li> <li>• bewerten stoffliche und energetische Verfahren der Kunststoffverwertung unter Berücksichtigung ausgewählter Nachhaltigkeitsziele (B6, B13, S3, K5, K8),</li> </ul>
<p><b><u>Unterrichtsvorhaben VIII</u></b></p> <p><b>„InnoProducts“ – Werkstoffe nach Maß</b></p> <p><i>Wie werden Werkstoffe für funktionale Regenbekleidung hergestellt und welche</i></p>	<p>Einführung in die Lernfirma „InnoProducts“ durch die Vorstellung der hergestellten Produktpalette (Regenbekleidung aus Polyester mit wasserabweisender Beschichtung aus Nanomaterialien)</p> <p>Grundausbildung – Teil 1:</p>	<p><b>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe</li> <li>– Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen den Aufbau 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,</li> </ul>

<p><i>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 UStd.</p>	<p>Materialgestützte Erarbeitung der Herstellung von Polyestern und Recycling-Polyester einschließlich der Untersuchung der Stoffeigenschaften der Polyester</p> <p>Grundausbildung – Teil 2: Stationenbetrieb zur Erarbeitung der Eigenschaften von Nanopartikeln (Größenordnung von Nanopartikeln, Reaktivität von Nanopartikeln, Eigenschaften von Oberflächenbeschichtungen auf Nanobasis)</p> <p>Grundausbildung – Teil 3: Materialgestützte Erarbeitung des Aufbaus und der Eigenschaften eines Laminats für Regenbekleidung mit DWR (durable water repellent) -Imprägnierung auf Nanobasis</p> <p>Verteilung der Auszubildenden auf die verschiedenen Forschungsabteilungen der Lernfirma</p> <p>Arbeitsteilige Erarbeitung der Struktur, Herstellung, Eigenschaften, Entsorgungsmöglichkeiten, Besonderheiten ausgewählter Kunststoffe</p> <p>Präsentation der Arbeitsergebnisse in Form eines Messestands bei einer Innovationsmesse einschließlich einer Diskussion zu kritischen Fragen (z. B. zur Entsorgung, Umweltverträglichkeit, gesundheitlichen Aspekten etc.) der</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems</li> <li>- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>- Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Mesomerie, Chiralität</li> <li>- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster und zweiter Ordnung, elektrophile Erstsubstitution, Kondensationsreaktion (Ester-synthese)</li> <li>- Prinzip von Le Chatelier</li> <li>- Koordinative Bindung: Katalyse</li> <li>- Naturstoffe: Fette</li> <li>- Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung</li> <li>- Analytische Verfahren: Chromatografie</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere)</li> <li>- Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation (Mechanismus der radikalischen Polymerisation)</li> <li>- Rohstoffgewinnung und -verarbeitung</li> <li>- Recycling: Kunststoffverwertung,</li> </ul>	<p>K11),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13),</li> <li>• erklären die Eigenschaften von Kunststoffen aufgrund der molekularen Strukturen (Kettenlänge, Vernetzungsgrad, Anzahl und Wechselwirkung verschiedenartiger Monomere) (S11, S13),</li> <li>• erläutern ein technisches Syntheseverfahren auch unter Berücksichtigung der eingesetzten Katalysatoren (S8, S9),</li> <li>• beschreiben Merkmale von Nanomaterialien am Beispiel von Alltagsprodukten (S1, S9),</li> <li>• führen eigenständig geplante Experimente zur Untersuchung von Eigenschaften organischer Werkstoffe durch und werten diese aus (E4, E5),</li> <li>• erläutern ermittelte Stoffeigenschaften am Beispiel eines Funktionspolymers mit geeigneten Modellen (E1, E5, E7, S13),</li> <li>• veranschaulichen die Größenordnung und Reaktivität von Nanopartikeln (E7, E8),</li> <li>• erklären eine experimentell ermittelte Oberflächeneigenschaft eines ausgewählten Nanoprodukts anhand der Nanostruktur (E5, S11),</li> </ul>
---	--	--	---

	<p>Messebesucher</p> <p>Reflexion der Methode und des eigenen Lernfortschrittes</p> <p>Dekontextualisierung: Prinzipien der Steuerung der Stoffeigenschaften für Kunststoffe und Nanoprodukte einschließlich einer Bewertung der verschiedenen Werkstoffe</p> <p>Fortführung einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen</p>	<p>Wertstoffkreisläufe</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Technisches Syntheseverfahren</li><li>- Nanochemie: Nanomaterialien, Nanostrukturen, Oberflächeneigenschaften</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><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 Risikovermeidung sowie erneuerbare Ressourcen (B1, B10),</li><li>• recherchieren in verschiedenen Quellen die Chancen und Risiken von Nanomaterialien am Beispiel eines Alltagsproduktes und bewerten diese unter Berücksichtigung der Intention der Autoren (B2, B4, B13, K2, K4),</li></ul>
--	--	--	---

<p><b><u>Unterrichtsvorhaben IX</u></b></p> <p><b>Ester in Lebensmitteln und Kosmetikartikeln</b></p> <p><i>Welche Fette sind in Lebensmitteln enthalten?</i></p> <p><i>Wie werden Ester in Kosmetikartikeln hergestellt?</i></p> <p>Ca. 20 Std.</p>	<p>Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der Eigenschaften von ausgewählten fett- und ölhaltigen Lebensmitteln:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Eigenschaften (Löslichkeit) von gesättigten und ungesättigten Fetten</li> <li>• Experimentelle Unterscheidung von gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (Jodzahl)</li> <li>• Fetthärtung: Hydrierung von Fettsäuren (z. B. Demonstrationsversuch Hydrierung von Olivenöl mit Nickelkatalysator) und Wiederholung von Redoxreaktionen, Oxidationszahlen</li> </ul> <p>Materialgestützte Bewertung der Qualität von verarbeiteten Fetten auch in Bezug auf Ernährungsempfehlungen</p> <p>Aufbau, Verwendung, Planung der Herstellung des Wachesters Myristylmyristat mit Wiederholung der Estersynthese</p> <p>Experimentelle Erarbeitung der Synthese von Myristylmyristat (Mechanismus der Estersynthese, Ermittlung des chemischen Gleichgewichts und der</p>	<p><b>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe</li> <li>- Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>- Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems</li> <li>- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>- Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Mesomerie, Chiralität</li> <li>- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster und zweiter Ordnung, elektrophile Erstsubstitution, Kondensationsreaktion (Estersynthese)</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>	<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> <li>• erläutern ein technisches Syntheseverfahren auch unter Berücksichtigung der eingesetzten Katalysatoren</li> </ul>
--	---	---	---

	<p>Ausbeute, Einfluss von Konzentrationsänderungen – Le Chatelier, Bedeutung von Katalysatoren)</p> <p>8) Fortführung einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen</p>		(S8, S9), 9)
<p><b>Unterrichtsvorhaben X</b></p> <p><b>Die Welt ist bunt</b></p> <p><i>Warum erscheinen uns einige organische Stoffe farbig?</i></p> <p>ca. 16 UStd.</p>	<p>Materialgestützte und experimentelle Erarbeitung von Farbstoffen im Alltag</p> <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> <li>• Schülerversuch: Identifizierung von Farbstoffen in Alltagsprodukten durch Dünnschichtchromatographie</li> </ul> <p>Synthese eines Farbstoffs mithilfe einer Lewis-Säure an ein aromatisches System:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erarbeitung des Reaktionsmechanismus der elektrophilen Substitution am Aromaten</li> <li>• Beschreiben der koordinativen Bindung der Lewis-Säure als Katalysator der Reaktion</li> </ul>	<p><b>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe</li> <li>– Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>– Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems</li> <li>– Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>– Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Mesomerie, Chiralität</li> <li>– inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>– Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster und zweiter Ordnung, elektrophile Erstsubstitution, Kondensationsreaktion (Ester-synthese)</li> <li>– Prinzip von Le Chatelier</li> <li>– Koordinative Bindung: Katalyse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den Aufbau und die Wirkungsweise eines Katalysators unter Berücksichtigung des Konzepts der koordinativen Bindung als Wechselwirkung von Metallkationen mit freien Elektronenpaaren (S13, S15),</li> <li>• erklären die Reaktivität eines aromatischen Systems anhand der Struktur und 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),</li> <li>• trennen mithilfe eines chromatografischen Verfahrens Stoffgemische und analysieren ihre Bestandteile durch Interpretation der Retentionsfaktoren</li> </ul>

	<p>Bewertung recherchierter Einsatzmöglichkeiten verschiedene Farbstoffe in Alltagsprodukten</p> <p>Fortführung einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Naturstoffe: Fette</li><li>- Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung</li><li>- Analytische Verfahren: Chromatografie</li></ul>	<p>(E4, E5),</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• interpretieren Absorptionsspektren ausgewählter Farbstofflösungen (E8, K2),</li><li>• beurteilen die Möglichkeiten und Grenzen von Modellvorstellungen bezüglich der Struktur organischer Verbindungen und die Reaktionsschritte von Synthesen für die Vorhersage der Bildung von Reaktionsprodukten (B1, B2, K10),</li><li>• bewerten den Einsatz verschiedener Farbstoffe in Alltagsprodukten aus chemischer, ökologischer und ökonomischer Sicht (B9, B13, S13).</li></ul>
--	---	---	--

## 2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Kompetenzerwartungen und Kriterien der Leistungsbewertung müssen den Schülern/innen sowie deren Erziehungsberechtigten im Voraus transparent gemacht werden.

Leistungsfeststellungen und Leistungsbewertungen geben den Schülern/innen Rückmeldungen über den erreichten **Kompetenzstand**. Individuelle Lernfortschritte werden bei der Leistungsfeststellung berücksichtigt. Grundsätzlich ist zwischen **Lern- und Leistungssituationen** zu unterscheiden.

- In **Lernsituationen** ist das Ziel Kompetenzerwerb. Fehler und Umwege dienen den Schülern/innen als Erkenntnismittel, den Lehrkräften geben sie Hinweise für die weitere Unterrichtsplanung. Das Erkennen von Fehlern und der produktive Umgang mit ihnen sind konstruktiver Teil des Lernprozesses.
- Bei **Leistungs- und Überprüfungssituationen** steht die Vermeidung von Fehlern im Vordergrund. Das Ziel ist, die Verfügbarkeit der erwarteten Kompetenzen nachzuweisen.

Für die **Feststellung der Leistung** werden die Ergebnisse **Mündlicher Leistungen und sonstiger Leistungen im Unterricht**, sowie Ergebnisse aus **schriftlichen Übungen in der SEK I und Klausuren in der SEK II** herangezogen.

### 2.3.1 Vereinbarungen zur SI

#### 2.3.1.1 Vereinbarungen zur sonstigen Mitarbeit

Die rechtlich verbindlichen Hinweise zur Leistungsbewertung sowie zu Verfahrensvorschriften sind im Schulgesetz § 48 (1) (2) sowie in der APO-SI § 6 (1) (2) dargestellt. Die Fachkonferenz legt nach § 70 (4) SchG Grundsätze zu Verfahren und Kriterien der Leistungsbewertung fest.

Die Leistungsbewertung bezieht sich auf die im Zusammenhang mit dem Unterricht erworbenen Fähigkeiten (siehe Kernlehrpläne der Fächer). Grundsätzlich sollen alle im Lehrplan ausgewiesenen Bereiche (prozessbezogenen und konzeptbezogenen Kompetenzen) bei der Leistungsbewertung angemessen berücksichtigt werden.

Die zur Leistungsbeurteilung führenden Beobachtungen erfassen die *Qualität*, die *Häufigkeit* und die *Kontinuität* der Beiträge, die die Schüler/innen im Unterricht einbringen. Diese Beiträge sollen unterschiedliche *mündliche* und *schriftliche Formen* in enger Bindung an die Aufgabenstellung und das Anspruchsniveau der jeweiligen Unterrichtseinheit umfassen. Gemeinsam ist diesen Formen, dass sie in der Regel einen *längeren, abgegrenzten, zusammenhängenden Unterrichtsbeitrag* von Schülern/innen (in der Regel einzeln, aber z. B. beim Referat auch in Gruppen) darstellen.

Zu solchen Unterrichtsbeiträgen zählen beispielsweise:

- mündliche Beiträge wie Hypothesenbildung, Lösungsvorschläge, Darstellen von fachlichen Zusammenhängen oder Bewerten von Ergebnissen

- Analyse und Interpretation von Texten, Graphiken oder Diagrammen
- qualitatives und quantitatives Beschreiben von Sachverhalten, unter korrekter Verwendung der Fachsprache
- selbstständige Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten
- Verhalten beim Experimentieren, Grad der Selbständigkeit, Beachtung der Vorgaben, Genauigkeit bei der Durchführung
- Erstellen von Produkten wie Dokumentationen zu Aufgaben, Untersuchungen und Experimenten, Präsentationen, Protokolle, Lernplakate, Modelle
- Erstellen und Vortragen eines Referates
- Führung eines Heftes (oder Lerntagebuchs)
- Beiträge zur gemeinsamen Gruppenarbeit
- kurze schriftliche Überprüfungen (schriftliche Übungen)

Das Anfertigen von Hausaufgaben gehört nach § 42 (3) SchG zu den Pflichten der Schüler(innen). Unterrichtsbeiträge auf der Basis der Hausaufgaben können zur Leistungsbewertung herangezogen werden.

Am Ende eines jeden Schulhalbjahres erhalten die Schülerinnen und Schüler eine Zeugnisnote gemäß § 48 SchG, die Auskunft darüber gibt, inwieweit ihre Leistungen im Halbjahr den im Unterricht gestellten Anforderungen entsprochen haben. In die Note gehen alle im Zusammenhang mit dem Unterricht erbrachten Leistungen ein.

Die Ergebnisse schriftlicher Überprüfungen dürfen keine dominierende Stellung innerhalb der Notengebung haben. Bei schriftlichen Übungen wird zur Notenfindung folgendes Punkteschema verwendet:

Note	1	2	3	4	5	6
ab (in %)	85	70	55	40	20	0

Es erscheint der Fachkonferenz **nicht sinnvoll**, die Gewichtung der Formen der Lernerfolgsüberprüfung für einzelne Klassen festzulegen. So haben beispielsweise in kleinen Klassen mit lebhafter mündlicher Beteiligung und der Bereitschaft der Schüler/innen zu längeren mündlichen Beiträgen schriftliche Lernerfolgsüberprüfungen einen deutlich geringeren Stellenwert bzw. sind ganz verzichtbar.

Die Kriterien zur Beurteilung der sonstigen Mitarbeit der Schüler/innen im Unterricht wird im Folgenden mit Bezug zur allgemeinen Notendefinition tabellarisch dargestellt:

Klassengespräch	Gruppenarbeit (Schülerexperimente)	Referate	Heftführung	Bezug zur allgemeinen Notendefinition	Notenstufen (Punkte)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- folgt dem Unterricht nicht</li> <li>- verweigert jegliche Mitarbeit</li> <li>- Äußerungen auf Anfrage sind immer falsch</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- beteiligt sich überhaupt nicht an den Arbeiten</li> <li>- kann keinerlei Fragen über den Verlauf und die Ergebnisse der Arbeit beantworten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- unstrukturierter und unverständlicher Vortrag</li> <li>- keine Veranschaulichung über den Vortrag hinaus</li> <li>- zahlreiche grobe Fehler</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kein Heft abgegeben</li> </ul>	Die Leistung entspricht den <b>Anforderungen nicht</b> . Selbst Grundkenntnisse sind so lückenhaft, dass die Mängel in absehbarer Zeit nicht beherrschbar sind.	Note: 6 (Punkte: 0)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- beteiligt sich so gut wie nie und ist oft über lange Zeit hinweg unaufmerksam</li> <li>- beschäftigt sich oft mit anderen Dingen kann auf Anfrage grundlegende Inhalte nicht oder nur falsch wiedergeben</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- beteiligt sich nur wenig an den Arbeiten</li> <li>- bringt keine Kenntnisse ein</li> <li>- kann den Verlauf und die Ergebnisse der Arbeit nur unzureichend erklären</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vollständig abgelesener Vortrag</li> <li>- nicht adressatenorientiert, unbrauchbare Medien</li> <li>- Fakten ohne Zusammenhang und mit mehreren groben Fehlern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fehlen wesentlicher Heftinhalte</li> <li>- Außerachtlassung der Kriterien zur Heftgestaltung (Gestaltung, Struktur, Sauberkeit, Ordnung, Reihenfolge, Inhaltsverzeichnis)</li> </ul>	Die Leistung entspricht den <b>Anforderungen nicht, notwendige Grundkenntnisse sind jedoch vorhanden</b> und die Mängel in absehbarer Zeit beherrschbar.	Note: 5 (Punkte: 1-3)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- beteiligt sich selten am Unterricht</li> <li>- Beiträge sind überwiegend Antworten auf einfache oder reproduktive Fragen</li> <li>- kann (auf Anfrage) i.d.R. Grundlegende Inhalte/Zusammenhänge der letzten Stunde(n) wiedergeben</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- beteiligt sich an den Arbeiten</li> <li>- bringt Kenntnisse ein</li> <li>- kann den Verlauf und die Ergebnisse der Arbeit in Grundzügen richtig darstellen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- vollständig abgelesener Vortrag, aber noch adressatenorientiert</li> <li>- geringe Anschaulichkeit, geringer Medieneinsatz</li> <li>- Fakten ohne Zusammenhang und mit mehreren leichten Fehlern</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lückenhafter Heftinhalt</li> <li>- weitgehende Außerachtlassung der Kriterien zur Heftgestaltung (s. o.)</li> </ul>	Die Leistung weist zwar <b>Mängel</b> auf, entspricht im <b>Ganzen aber noch den Anforderungen</b> .	Note: 4 (Punkte: 4-6)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- beteiligt sich regelmäßig gehaltvoll</li> <li>- bringt zu grundlegenden Fragestellungen Lösungsansätze ein</li> <li>- ordnet den Stoff in die Unterrichtsreihe ein</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- beteiligt sich an der Planung und Durchführung</li> <li>- bringt Kenntnisse ein, die die Arbeit voranbringen</li> <li>- stellt den Verlauf und die Ergebnisse der Arbeit in den wesentlichen Punkten richtig und nachvollziehbar dar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- teilweise abgelesener Vortrag, adressatenorientiert</li> <li>- deutliches Bemühen um anschauliche Gestaltung</li> <li>- Fakten ohne Fehler dargestellt</li> <li>- Zusammenhänge werden nicht immer deutlich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Heftinhalte sind weitgehend vollständig</li> <li>- Deutliches Bemühen, Kriterien zur Heftgestaltung (s. o.) einzuhalten</li> </ul>	Die Leistung entspricht im Allgemeinen den Anforderungen.	Note: 3 (Punkte: 7-9)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- gestaltet das Unterrichtsgespräch durch eigene Ideen auch bei anspruchsvollen Problemstellungen mit</li> <li>- versteht schwierige Sachverhalte und kann sie richtig erklären</li> <li>- stellt Zusammenhänge zu früher Gelerntem her</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wirkt aktiv an der Planung und Durchführung mit</li> <li>- gestaltet die Arbeit aufgrund seiner Kenntnisse mit</li> <li>- stellt den Verlauf und die Ergebnisse der Arbeit vollständig, richtig und verständlich dar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- freier Vortrag, adressatenorientiert</li> <li>- anschauliche Gestaltung</li> <li>- Fakten und Zusammenhänge sind ohne Fehler dargestellt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Heftinhalte sind vollständig (s. u.)</li> <li>- Kriterien zur Heftgestaltung (s. u.) sind überwiegend eingehalten</li> </ul>	Die Leistung entspricht in <b>vollem Umfang</b> den Anforderungen.	Note: 2 (Punkte: 10-12)
<ul style="list-style-type: none"> <li>- wirkt maßgeblich an der Lösung schwieriger Sachverhalte mit</li> <li>- bringt immer wieder eigenständige gedankliche Leistungen zu komplexen Sachverhalten ein</li> <li>- überträgt früher Gelerntes auf neue Sachverhalte und gelangt so zu neuen Fragestellungen und vertiefenden Einsichten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wirkt maßgeblich an der Planung und Durchführung mit</li> <li>- bringt besondere Kenntnisse und zielführende Ideen ein</li> <li>- stellt den Verlauf und die Ergebnisse der Arbeit umfassend, strukturiert und überzeugend dar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- freier und flüssiger Vortrag</li> <li>- überzeugende und ausgewogene Veranschaulichung durch Bilder, Schemata usw.</li> <li>- Fakten und Zusammenhänge sind richtig und überzeugend dargestellt (Quellenarbeit, Fachwissen, Hintergrundwissen sind eingebracht)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Heftinhalte sind vollständig (z.B. Arbeitsblätter, Hausaufgaben, Unterrichtsmitschriften, Tafelbilder, beschriftete Skizzen)</li> <li>- Alle Kriterien zur Heftgestaltung (Gestaltung, Struktur, Sauberkeit, Ordnung, Reihenfolge, Inhaltsverzeichnis) sind eingehalten</li> </ul>	Die Leistung entspricht den <b>Anforderungen in ganz besonderem Maße</b> .	Note: 1 (Punkte: 13-15)

### 2.3.2 Vereinbarungen zur SII

Für die **Sekundarstufe II** gilt, dass die schriftlichen Leistungen in den **Klausuren** sowie die in der **Sonstigen Mitarbeit** erbrachten mündlichen Leistungen **gleich gewichtet** werden.

#### 2.3.2.1 Vereinbarungen zur Bewertung der Klausuren

**Klausuren** beziehen sich überwiegend auf den unmittelbar vorangegangenen Unterricht. Die Fachkonferenz Chemie hält es aber für wichtig, in schriftlichen Arbeiten auch Problemstellungen zu erfassen, die im Rahmen von Vernetzung aus weiter vorhergehenden Themengebieten stammen und ausreichend wiederholt wurden.

Dabei dürfen sich die Klausuren **nicht auf Reproduktion** beschränken. Schüler/innen sollen zunehmend Aufgaben bearbeiten, bei denen es um **Begründungen, die Darstellung von Zusammenhängen, Interpretationen und kritische Reflexionen** geht. Hierbei sind besonders **prozessbezogenen Kompetenzen** zu berücksichtigen. Es sind ebenfalls Aufgaben einzubeziehen, bei denen nicht von vornherein eine eindeutige Lösung feststeht, sondern bei denen Schüler/innen individuelle Lösungs- oder Gestaltungsideen einbringen können.

Die Anzahl und die Dauer der Klausuren in einem Schulhalbjahr in der gymnasialen Oberstufe werden in der folgenden Tabelle detailliert dargestellt. Dabei gelten die Angaben für den Grundkurs nur für Schüler/innen, die das Fach Chemie schriftlich gewählt haben.

	Jahrgang	EF.1	EF.2	Q1.1	Q1.2	Q2.1	Q2.2
GK	Wochenstunden im Halbjahr	3	3	3	3	3	3
	Anzahl der Klausuren im Halbjahr	1	1	2	2	2	1
	Dauer der Klausuren in Schulstunden/Minuten min.	2/90min.	2/90min.	2/90min.	2/90min.	3,5/155min.	5/225min.
LK	Wochenstunden im Halbjahr	----	----	5	5	5	5
	Anzahl der Klausuren im Halbjahr	----	----	2	2	2	1
	Dauer der Klausuren in Schulstunden/Minuten min.	----	----	3.5/155min.	3,5/155min.	5/225min.	6/270min.

Die Aufgaben in Klausuren entsprechen **ungefähr zu 40% dem Anforderungsbereich I** (Reproduzieren), zu **etwa 50% dem Anforderungsbereich II** (Reorganisation, Zusammenhänge herstellen) und zu **ca. 10% dem Anforderungsbereich III** (Verallgemeinern und Reflektieren).

Des Weiteren werden bei der Formulierung der Aufgabenstellungen die von der Bezirksregierung Arnsberg vorgegeben Operatoren berücksichtigt und verwendet, um einen sachgerechten Umgang zur Vorbereitung auf das Zentralabitur zu gewährleisten.

In der folgenden Tabelle sind die Anteile der Rohpunkte angegeben, bis zu denen hinunter in etwa die verschiedenen Notenstufen gelten. Hierbei kann es sich nur um eine ungefähre Zuordnung handeln, da Noten pädagogische und nicht mathematische Bewertungsinstrumente sind!

<b>Notenpunkte</b>	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
<b>Sechser- skala</b>	1+	1	1-	2+	2	2-	3+	3	3-	4+	4	4-	5+	5	5-	6
<b>ab (in %)</b>	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	33	27	20	0

Die Arbeiten im Jahrgang **Q2.2** werden gemäß Beschluss der Schulkonferenz unter Abiturbedingungen geschrieben. Diejenigen Schüler, die in **Q2.2** die Schriftlichkeit des Faches Chemie abgewählt haben (GK), erhalten ihre Endnote aus den Teilnoten für die Sonstige Mitarbeit.

### 2.3.2.2 Vereinbarungen zur sonstigen Mitarbeit

Es gelten für die **Oberstufe** die gleichen Kriterien zur Beurteilung der sonstigen Mitarbeit der Schüler/innen im Unterricht wie für die Sekundarstufe I (s. 3.1.1). Wichtig ist, an dieser Stelle noch einmal zu erwähnen, dass in der Oberstufe die Notenfindung für ein Schulhalbjahr aus der gleichen Gewichtung der schriftlichen und mündlichen Leistungsbewertung erfolgt.

### 2.3.3 Vereinbarungen zur Leistungsbewertung im Distanzlernen

## Leistungsbewertung im Distanzlernen

### Grundsätze

Die gesetzlichen Vorgaben zur Leistungsüberprüfung gelten auch für die im Distanzunterricht vermittelten / thematisierten Inhalte. Die Leistungsbewertung erstreckt sich daher auch auf die im Distanzunterricht vermittelten Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten. Leistungsbewertungen im Bereich „schriftliche Arbeiten“ können demnach auch auf Inhalte des Distanzunterrichts aufbauen. „Schriftliche Arbeiten“, die in den naturwissenschaftlichen Fächern nur in der Sekundarstufe II bzw. im Differenzierungsbereich der Sekundarstufe I vorgesehen sind, finden in der Regel im Präsenzunterricht statt, können aber ein Mal pro Schuljahr durch eine andere gleichwertige Leistungsüberprüfung ersetzt werden. Die im Distanzunterricht erbrachten Leistungen werden also i.d.R. in die Bewertung der sonstigen Leistungen im Unterricht einbezogen.

Um die Motivation im Distanzlernen aufrecht zu erhalten, ist ein wertschätzender Umgang mit Schülerarbeiten wichtig. Jeder Schüler/jede Schülerin, die Aufgaben oder Lernprodukte einreichen, erhalten eine Nachricht über den Eingang der Arbeit. Individuelles Feedback ist erstrebenswert, aber bei der Vielzahl der Schüler und Schülerinnen, die eine Lehrkraft unterrichtet, nicht immer möglich, so dass z.T. auch ein

allgemeines Feedback zur Gesamtheit der Arbeiten sinnvoll sein kann oder Feedback kumulativ im rollierenden System erfolgen kann.

### Mögliche Kriterien zur Leistungsüberprüfung im Distanzunterricht:

- Bewertung der Qualität von eingereichten Aufgabenbearbeitungen oder Lernprodukten (Schaubilder, Videos, Fotos z.B. von Modellen, ...)
- Bewertung der Quantität und Häufigkeit der Abgaben
- Bewertung des Engagements und der Arbeitshaltung (Nachfragen, Anregungen, Darstellungsleistung, ...)

### Mögliche Formen des Feedbacks

- Musterlösungen zur Selbstkontrolle (als prozessbegleitende Lernberatung zu Schwächen und Stärken sowie als Hinweis zum Weiterlernen)
- Peer-to-Peer-Feedback mit Musterlösung: Schüler und Schülerinnen bilden Tandems und geben sich gegenseitig mithilfe einer von der Lehrkraft zur Verfügung gestellten Musterlösung Rückmeldung zu ihren digital geteilten Aufgabenbearbeitungen
- Peer-to-Peer-Feedback ohne Musterlösung: Schüler und Schülerinnen bilden Tandems und geben sich gegenseitig selbstständig Rückmeldung zu ihren digital geteilten Aufgabenbearbeitungen
- Individuelles Feedback durch die Lehrkraft (als Text, als Erwartungshorizont, mündlich per Videokonferenz oder bei der Verzahnung von Distanz- und Präsenzunterricht, ...)

### Bewertungsmaßstab der im Distanzunterricht erbrachten Leistungen:

Bezug zur allgemeinen Notendefinition	Notenstufen (Punkte)
Die Leistung entspricht den <b>Anforderungen in ganz besonderem Maße.</b>	Note: 1 (Punkte: 13-15)
Die Leistung entspricht in <b>vollem Umfang</b> den Anforderungen.	Note: 2 (Punkte: 10-12)
Die Leistung entspricht im Allgemeinen den Anforderungen.	Note: 3 (Punkte: 7-9)
Die Leistung weist zwar <b>Mängel</b> auf, entspricht im <b>Ganzen aber noch den Anforderungen.</b>	Note: 4 (Punkte: 4-6)

Die Leistung entspricht den <b>Anforderungen nicht, notwendige Grundkenntnisse sind jedoch vorhanden</b> und die Mängel in absehbarer Zeit behebbar.	Note: 5 (Punkte: 1-3)
Die Leistung entspricht den <b>Anforderungen nicht</b> . Selbst Grundkenntnisse sind so lückenhaft, dass die Mängel in absehbarer Zeit nicht behebbar sind.	Note: 6 (Punkte: 0)

<https://broschüren.nrw/distanzunterricht/home/#!/leistungsueberpruefung-und-leistungsbeurteilung>

<https://broschüren.nrw/distanzunterricht/home/#!/beratung-und-feedback>

## 2.4 Beitrag des Faches zum Hausaufgabenkonzept

Das Fach Chemie bezieht sich bezüglich der Erarbeitung der Hausaufgaben auf die allgemeinen Grundsätze zur Gestaltung von Hausaufgaben (s. Kapitel...).

### 2.4.1 Festlegungen in der SI

Darüber hinaus ergeben sich Möglichkeiten zu praxisorientierten Experimenten mit Alltags- bzw. Haushaltsmitteln. Diese Experimente können zuhause durchgeführt werden und sollen in geeignetem Maße dokumentiert werden (z.B. Versuchsprotokoll, evtl. auch bildhafte oder filmische Dokumentation).

### 2.4.2 Festlegungen in der SII

Die Möglichkeit für experimentelle Hausaufgaben gilt im Grundsatz auch für die Sekundarstufe II, mit den entsprechenden Anforderungsniveaus bzw. -bereichen.

## 2.5 Beiträge zur individuellen Förderung

## Rahmenkonzept individueller Förderung für das Fach Chemie und die gesamte Schule

Die Fachkonferenz Chemie gestaltet die individuelle Förderung, indem sie sich besonders auf Lerngruppen und Schülerinnen und Schüler bezieht.

Handlungsfelder/ Zielgruppen	Grundlagen schaffen – Beobachtungs- kompetenz stärken	Mit Vielfalt umgehen/Stärken stärken Unterschiedlichkeit als Chance nutzen			Übergänge Begleiten – Lernbiografien bruchlos gestalten	Wirksamkeit prüfen – Förderung über Struk- turen sichern
		Formen Innerer Differenzierung	Formen äußerer Differenzierung	Lernbegleitung und Beratung		
<b>Schüler/ Schülerinnen</b>	Naturphänomene zur Beobachtung anbieten, Anleitung zur Dokumentation von Sachverhalten, konzept- und prozessbezogene Lernkompetenzen entwickeln und individuell fördern	Stellen individueller Aufgaben zu differenzierten chemischen Sachproblemen und unterschiedlichen Themen, Rücksichtnahme auf individuelle Lernzeit sowie Angebot verschiedener Materialien bzw. Medien	Nutzung des schuleigenen Selbstlernzentrums sowie der Fachbibliothek	Auf eigene Lösungen neugierig bzw. auf alternative Lösungsansätze aufmerksam machen sowie dementsprechende gezielte Zusatzangebote unterbreiten (materiell, experimentell) u.a. auch bei der Beratung zu Facharbeiten	Individuelle Beratung bei anstehenden Kurswahlen im Rahmen des Übergangs zur gymnasialen Oberstufe bzw. zur Qualifikationsphase (Grundkurs- und Leistungskurse/Projektkurse)	Kontrolle des Lernzuwachses über die von den SchülerInnen angefertigten Portfolios/Lerntagebüchern und anschließenden Rückmeldung an die SchülerInnen
<b>Lerngruppe</b>	Mit Hilfe von Lernerfolgsüberprüfungen den Lernstand erheben, Interessenschwerpunkte ermitteln	Innere Differenzierung durch arbeitsgleiche bzw. arbeitsteilige Gruppenarbeit, Portfolioarbeit	Förderung durch unterschiedliche Gruppenzusammensetzungen (Zufallsprinzip, geschlechtsheterogene Gruppen) insbesondere durch Projektarbeit	Erfahrungsaustausch und Evaluation im Rahmen der Fachkonferenzen zur Verbesserung von Unterrichtsvorgehensweisen (z.B. inhaltlich, methodisch) Beratung in Absprache mit der zuständigen Klassen- bzw. Studienleitung	Exemplarische Darstellung des Faches Chemie im Rahmen des Tags der offenen Tür zum Austausch zwischen Beteiligten (Eltern, Schüler, Lehrer) Transparentmachung der Inhalte, Methoden und Rahmenbedingungen des Faches Chemie vor Wahlen zu Kursen in der Oberstufe	Immanente Evaluation der Ergebnisse zu den erbrachten Kompetenzen im Abitur zur weiteren Optimierung
<b>Schule als System</b>	z. B. Festlegung von Basiskompetenzen (Lern-, Arbeits-, Sozialverhalten, und fachliche Standards) Fortbildung zur individuellen Förderung organisieren	z.B. Projekttag für Jahrgangsstufen, Paten	z. B. Lernstudio	z. B. Schülersprechtag etablieren, Einzelfallberatung	z.B. Berufspraktika, Uni-Schnuppertage	Analyse der Zahlen von Nichtversetzung, Blaue Briefe, Qualitätssicherung, Transparenz und Offenheit, regelmäßiger Austausch über Notwendigkeiten individueller Förderung gegenüber Eltern und Schülern

## 2.6 Beitrag des Faches zur Umsetzung der **Rahmenvorgabe „Verbraucherbildung in Schule“** (SI)

Die Perspektive des Faches **Chemie** richtet sich auf die Auseinandersetzung mit der natürlich und synthetisch gestalteten stofflichen Lebenswelt. Schülerinnen und Schüler werden in die Lage versetzt, auf der Grundlage ihrer Kenntnisse über Stoffe und chemische Reaktionen verbraucherrelevante Sachverhalte zu erklären, zu bewerten, Entscheidungen zu treffen, Urteile zu fällen und dabei adressatengerecht zu kommunizieren. Gleichzeitig werden sie für eine nachhaltige Nutzung von Ressourcen sensibilisiert. Das schließt den verantwortungsbewussten Umgang mit Stoffen und Gerätschaften aus Haushalt, Labor und Umwelt ein.

### **Inhaltsfeld 3: Verbrennung**

Die Schülerinnen und Schüler können

- Vor- und Nachteile einer ressourcenschonenden Energieversorgung auf Grundlage der Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen am Beispiel von Wasser abwägen. (VB D, Z3, Z5)

### **Inhaltsfeld 4: Metalle und Metallgewinnung**

Die Schülerinnen und Schüler können

- die Bedeutung des Metallrecyclings im Zusammenhang mit Ressourcenschonung und Energieeinsparung beschreiben und auf dieser Basis das eigene Konsum- und Entsorgungsverhalten bewerten. (VB Ü, VB D, Z1, Z5)

### **Inhaltsfeld 6: Salze und Ionen**

Die Schülerinnen und Schüler können

- unter Umwelt- und Gesundheitsaspekten die Verwendung von Salzen im Alltag reflektieren. (VB B, Z3)

### **Inhaltsfeld 8: Molekülverbindungen**

Die Schülerinnen und Schüler können

- Informationen für ein technisches Verfahren zur Industrierohstoffgewinnung aus Gasen mithilfe digitaler Medien beschaffen und Bewertungskriterien auch unter Berücksichtigung der Energiespeicherung festlegen. (VB Ü, VB D, Z3, Z5)

### **Inhaltsfeld 9: Saure und alkalische Lösungen**

Die Schülerinnen und Schüler können

- beim Umgang mit sauren und alkalischen Lösungen Risiken und Nutzen abwägen und angemessene Sicherheitsmaßnahmen begründet auswählen, (VB D, Z5)

### **Inhaltsfeld 10: Organische Chemie**

Die Schülerinnen und Schüler können

- Vor- und Nachteile der Nutzung von fossilen und regenerativen Energieträgern unter ökologischen, ökonomischen und ethischen Gesichtspunkten diskutieren, (VB Ü, VB D, Z1, Z3, Z5, Z6)
- 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. (VB Ü, Z3, Z5)

## **2.7 Integration von Zielen und Inhaltsbereichen der Rahmenvorgabe Verbraucherbildung in den Kernlehrplan Chemie für die gymnasiale Oberstufe (SII)**

### **Übergeordnete Kompetenzerwartungen am Ende der Einführungsphase**

Schülerinnen und Schüler

- entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug, (VB B Z3)
- beurteilen Chancen und Risiken ausgewählter Produkte und Verhaltensweisen fachlich und bewerten diese. (VB B Z3)

### **Konkretisierte Kompetenzerwartungen am Ende der Einführungsphase**

Schülerinnen und Schüler

- 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)
- 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)
- 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)

**Übergeordnete Kompetenzerwartungen am Ende der Qualifikationsphase**

Schülerinnen und Schüler

- entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug und wägen sie gegeneinander ab, (VB B Z3)
- beurteilen Chancen und Risiken ausgewählter Technologien, Produkte und Verhaltensweisen fachlich und bewerten diese. (VB B Z3)

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen am Ende der Qualifikationsphase (Grundkurs)**

Schülerinnen und Schüler

- 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)
- 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)
- 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)
- entwickeln eigenständig ausgewählte Experimente zum Korrosionsschutz (Galvanik, Opferanode) und führen sie durch (E1, E4, E5), (VB D Z3)
- bewerten die Verbrennung fossiler Energieträger und elektrochemischer Energiewandler hinsichtlich Effizienz und Nachhaltigkeit auch mithilfe von recherchierten thermodynamischen Daten (B2, B4, E8, K3, K12), (VB D Z1, Z3)
- 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)
- beurteilen Folgen von Korrosionsvorgängen und adäquate Korrosionsschutzmaßnahmen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B12, B14, E1), (VB D Z3)
- recherchieren und bewerten Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B1, B11, K2, K4), (VB B Z3)
- beurteilen die Qualität von Fetten hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Verarbeitung im Bereich der Lebensmitteltechnik und der eigenen Ernährung (B7, B8, K8), (VB B Z6)
- beschreiben den Weg eines Anwendungsproduktes von der Rohstoffgewinnung über die Produktion bis zur Verwertung (S5, S10, K1, K2), (VB D Z1)

- planen zielgerichtet anhand der Eigenschaften verschiedener Kunststoffe Experimente zur Trennung und Verwertung von Verpackungsabfällen (E4, S 2), (VB D Z3)
- 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), (VB D Z3)
- vergleichen anhand von Bewertungskriterien Produkte aus unterschiedlichen Kunststoffen und leiten daraus Handlungsoptionen für die alltägliche Nutzung ab (B5, B14, K2, K8, K13), (VB D Z6)
- bewerten stoffliche und energetische Verfahren der Kunststoffverwertung unter Berücksichtigung ausgewählter Nachhaltigkeitsziele (B6, B13, S3, K5, K8). (VB D Z3)

### **Konkretisierte Kompetenzerwartungen am Ende der Qualifikationsphase (Leistungskurs)**

#### Schülerinnen und Schüler

- 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)
- 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)
- bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnisse und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8), (VB B/D Z3)
- entwickeln ausgewählte Verfahren zum Korrosionsschutz (Galvanik, Opferanode) und führen diese durch (E1, E4, E5, K13), (VB D Z3)
- bewerten auch unter Berücksichtigung des energetischen Wirkungsgrads fossile und elektrochemische Energiequellen (B2, B4, K3, K12), (VB D Z1, Z3)
- 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)
- diskutieren ökologische und ökonomische Aspekte der elektrolytischen Gewinnung eines Stoffes unter Berücksichtigung der Faraday-Gesetze (B10, B13, E8, K13), (VB D Z 3)
- beurteilen Folgen von Korrosionsvorgängen und adäquate Korrosionsschutzmaßnahmen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B12, B14, E1), (VB D Z3)

- recherchieren und bewerten Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter selbst entwickelten Fragestellungen (B1, B11, K2, K4), (VB B Z 3)
- beurteilen die Qualität von Fetten hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Verarbeitung im Bereich der Lebensmitteltechnik und der eigenen Ernährung (B7, B8, K8), (VB B Z 6)
- bewerten den Einsatz verschiedener Farbstoffe in Alltagsprodukten aus chemischer, ökologischer und ökonomischer Sicht (B9, B13, S13), (VB B/D Z 5)
- beschreiben den Weg eines Anwendungsproduktes von der Rohstoffgewinnung über die Produktion bis zur Verwertung (S5, S10, K1, K2), (VB D Z 1)
- planen zielgerichtet anhand der Eigenschaften verschiedener Kunststoffe Experimente zur Trennung und Verwertung von Verpackungsabfällen (E4, S2), (VB D Z 3)
- 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), (VB D Z3)
- vergleichen anhand von Bewertungskriterien Produkte aus unterschiedlichen Kunststoffen und leiten daraus Handlungsoptionen für die alltägliche Nutzung ab (B5, B14, K2, K8, K13), (VB D Z6)
- bewerten stoffliche und energetische Verfahren der Kunststoffverwertung unter Berücksichtigung ausgewählter Nachhaltigkeitsziele (B6, B13, S3, K5, K8), (VB D Z3)
- beurteilen die Bedeutung der Reaktionsbedingungen für die Synthese eines Kunststoffs im Hinblick auf Atom- und Energieeffizienz, Abfall- und Risikovermeidung sowie erneuerbare Ressourcen (B1, B10), (VB D Z1)
- 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). (VB D Z 6)

## 2.8 Einbindung der Ziele des **Medienkompetenzrahmens NRW (SI)**

### **Übergeordnete Kompetenzerwartungen – Erste Stufe:**

Die Schülerinnen und Schüler können

- nach Anleitung chemische Informationen und Daten aus analogen und digitalen Medienangeboten (Fachtexte, Filme, Tabellen, Diagramme, Abbildungen, Schemata) entnehmen, sowie deren Kernaussagen wiedergeben und die Quelle notieren (MKR 2.1, 2.2)

### **Übergeordnete Kompetenzerwartungen – Zweite Stufe:**

Die Schülerinnen und Schüler können

- selbstständig Informationen und Daten aus analogen und digitalen Medienangeboten filtern, sie in Bezug auf ihre Relevanz, ihre Qualität, ihren Nutzen und ihre Intention analysieren, sie aufbereiten und deren Quellen korrekt belegen (MKR 2.1, 2.2, Spalte 4, insbesondere 4.3)
- chemische Sachverhalte, Überlegungen und Arbeitsergebnisse unter Verwendung der Bildungs- und Fachsprache sowie fachtypischer Sprachstrukturen und Darstellungsformen sachgerecht, adressatengerecht und situationsbezogen in Form von kurzen Vorträgen und schriftlichen Ausarbeitungen präsentieren und dafür digitale Medien reflektiert und sinnvoll verwenden (MKR Spalte 4, insbesondere 4.1, 4.2)

### **Konkretisierte Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können

- Reaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen als Elektronenübertragungsreaktionen deuten und diese auch mithilfe digitaler Animationen und Teilgleichungen erläutern (MKR 1.2)
- Informationen für ein technisches Verfahren zur Industrierohstoffgewinnung aus Gasen mithilfe digitaler Medien beschaffen und Bewertungskriterien auch unter Berücksichtigung der Energiespeicherung festlegen (MKR 2.2)
- unterschiedliche Darstellungen von Modellen kleiner Moleküle auch mithilfe einer Software vergleichend gegenüberstellen (MKR 1.2, Spalte 4, insbesondere 4.2)
- eine ausgewählte Neutralisationsreaktion auf Teilchenebene als digitale Präsentation gestalten (MKR Spalte 4, insbesondere 4.1, 4.2)
- Aussagen zu sauren, alkalischen und neutralen Lösungen in analogen und digitalen Medien kritisch hinterfragen (MKR 2.3)
- räumliche Strukturen von Kohlenwasserstoffmolekülen auch mithilfe von digitalen Modellen veranschaulichen (MKR 1.2)

## 2.9 Integration der Ziele des **Medienkompetenzrahmens NRW** (MKR) in den Kernlehrplan Chemie für die gymnasiale Oberstufe (SII)

Als Querschnittsaufgabe über alle Fächer und den gesamten Bildungsgang trägt der neue Kernlehrplan für die gymnasiale Oberstufe u.a. zu einer Bildung in einer zunehmend digitalen Welt bei.

Die Ziele des Medienkompetenzrahmens NRW werden in alle Schulfächer integriert. In der Synopse werden die entsprechenden Kompetenzen und Inhalte des vorliegenden Kernlehrplans aufgeführt. Alle Fächer tragen auch in der Sekundarstufe II dazu bei, dass das Lernen und Leben mit digitalen Medien zur Selbstverständlichkeit im Unterricht wird und leisten ihren spezifischen Beitrag zur Entwicklung der geforderten Kompetenzen.

**Übergeordnete Kompetenzerwartungen am Ende der Einführungsphase**

Schülerinnen und Schüler

- nutzen digitale Werkzeuge und Medien zum Aufnehmen, Darstellen und Auswerten von Messwerten, Modellierungen und Simulationen, (MKR 1.2)
- recherchieren angeleitet zu chemischen Sachverhalten in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus, (MKR 2.1, 2.3)
- überprüfen die Vertrauenswürdigkeit verwendeter Quellen und Medien (z. B. anhand ihrer Herkunft und Qualität), (MKR 2.3)
- präsentieren chemische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien, (MKR 4.1)
- berücksichtigen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate, (MKR 4.3, 4.4)
- tauschen sich mit anderen über chemische Sachverhalte auch in digitalen kollaborativen Arbeitssituationen aus und reflektieren den eigenen Standpunkt, (MKR 3.1)
- beurteilen nach vorgegeben Kriterien die Inhalte verwendeter Quellen und Medien, (MKR 2.3, 5.2)
- diskutieren die Auswahl von Quellen und Darstellungsformen im Zusammenhang mit der Intention der Autorin/des Autors. (MKR 2.3, 5.2)

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen am Ende der Einführungsphase**

Schülerinnen und Schüler

- stellen auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge die Molekülgeometrie von Kohlenstoffverbindungen dar und erklären die Molekülgeometrie mithilfe des EPA-Modells (E7, S13), (MKR 1.2)
- 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)
- simulieren den chemischen Gleichgewichtszustand als dynamisches Gleichgewicht auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge (E6, E9, S15, K10), (MKR 1.2)
- analysieren und beurteilen im Zusammenhang mit der jeweiligen Intention der Urheberschaft verschiedene Quellen und Darstellungsformen zu den Folgen anthropogener Einflüsse in einen natürlichen Stoffkreislauf (B2, B4, S5, K1, K2, K3, K4, K12). (MKR 2.3, 5.2)

**Übergeordnete Kompetenzerwartungen am Ende der Qualifikationsphase**

Schülerinnen und Schüler

- nutzen digitale Werkzeuge und Medien zum Aufnehmen, Darstellen und Auswerten von Messwerten, für Berechnungen, Modellierungen und Simulationen, (MKR 1.2)

- recherchieren zu chemischen Sachverhalten zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus, (MKR 2.1, 2.3)
- überprüfen die Vertrauenswürdigkeit verwendeter Quellen und Medien (z. B. anhand ihrer Herkunft und Qualität), (MKR 2.3)
- präsentieren chemische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien, (MKR 4.1)
- prüfen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate, (MKR 4.3, 4.4)
- tauschen sich mit anderen konstruktiv über chemische Sachverhalte auch in digitalen kollaborativen Arbeitssituationen aus und vertreten, reflektieren und korrigieren gegebenenfalls den eigenen Standpunkt, (MKR 3.1)
- beurteilen die Inhalte verwendeter Quellen und Medien (z. B. anhand der fachlichen Richtigkeit und Vertrauenswürdigkeit), (MKR 2.3, 5.2)
- analysieren und beurteilen die Auswahl von Quellen und Darstellungsformen im Zusammenhang mit der Intention der Autorin/des Autors. (MKR 2.3, 5.2)

### **Konkretisierte Kompetenzerwartungen am Ende der Qualifikationsphase (Grundkurs)**

Schülerinnen und Schüler

- 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)
- 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)
- erklären am Beispiel einer Brennstoffzelle die Funktion der heterogenen Katalyse unter Verwendung geeigneter Medien (S8, S12, K11), (MKR 1.2)
- 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), (MKR 1.2)
- erläutern die Reaktionsmechanismen der radikalischen Substitutions- und elektrophilen Additionsreaktion unter Berücksichtigung der spezifischen Reaktionsbedingungen auch mit digitalen Werkzeugen (S8, S9, S14, E9, K11). (MKR 1.2)

### **Konkretisierte Kompetenzerwartungen am Ende der Qualifikationsphase (Leistungskurs)**

Schülerinnen und Schüler

- 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)
- 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)
- stellen den Aufbau der Moleküle (Konstitutionsisomerie, Stereoisomerie, Molekülgeometrie, Chiralität am asymmetrischen C-Atom) von Vertretern der Stoffklassen der Alkane, Halogenalkane, Alkene, Alkine Alkanole, Alkanale, Alkaneone, Carbonsäuren, Ester und Amine auch mit digitalen Werkzeugen dar (S1, E7, K11), (MKR 1.2)
- erläutern auch mit digitalen Werkzeugen die Reaktionsmechanismen unter Berücksichtigung der spezifischen Reaktionsbedingungen (S8, S9, S14, E9, K11), (MKR 1.2)
- 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). (MKR 2.2, 2.3, 5.2)