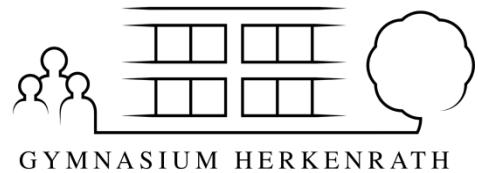


St.-Antonius-Str. 17 51429 Bergisch Gladbach  
Tel.: 02204/984503 Telefax: 02204/984530  
E-Mail: [post@gymnasium-herkenrath.de](mailto:post@gymnasium-herkenrath.de)  
Internet: [www.gymnasium-herkenrath.de](http://www.gymnasium-herkenrath.de)



## **Schulinterner Lehrplan zum Kernlehrplan nach G9 für das Fach**

# **Chemie – Gymnasiale Oberstufe**

**Stand: August 2023**

## Fach Chemie

### 1. Die Fachgruppe Chemie des Gymnasiums Herkenrath

Das Gymnasium Herkenrath ist ein vierzügiges Gymnasium mit ca. 1000 Schülerinnen und Schülern und befindet sich in Bergisch Gladbach. Durch die Nähe zur Bayer AG, der ESA und dem Technologie Park Moitzfeld bieten sich vielfältige Möglichkeiten der Kooperation.

Die Lehrerbesetzung des Gymnasiums Herkenrath ermöglicht einen ordnungsgemäßen Fachunterricht in der Sekundarstufe I, ein NW-AG-Angebot und Wahlpflichtkurse mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt. In der Sekundarstufe I werden die vorgesehenen 7 Wochenstunden in den Jahrgangsstufen 7 bis 10 erteilt. Das Gymnasium Herkenrath wurde im August 2023 erneut als MINT- freundliche Schule zertifiziert.

Dem Fach Chemie stehen seit dem Schuljahr 2023/24 vier Chemieräume zur Verfügung, ein Chemieraum verfügt über mehrere Abzüge und kann als Schülerlabor genutzt werden. Zukünftig soll ein weiterer Chemieraum mit einer Gasanlage versorgt werden.

Die Ausstattung der Chemiesammlungen mit Geräten und Materialien für das experimentelle Arbeiten ist sehr gut, im Schuljahr 2022/23 genehmigte der Schulträger einen Sonderetat um einen Chemieraum, der nicht direkt an die Chemiesammlung angrenzt, voll auszustatten. Durch diese Maßnahme gelingt es der Fachschaft trotz der Umstellung auf G9 den Chemieunterricht in Fachräumen zu erteilen. Der Fachschaft ist es im Zeitraum 2021 bis 2023 gelungen zusätzliche Fördermittel des Fonds der chemischen Industrie in Höhe von 1800,00€ zu erhalten.

In der Oberstufe wählen viele Schülerinnen und Schüler das Fach Chemie. In der Regel können wir in der Einführungsphase 2-3 Grundkurse und in der Qualifikationsphase 2 Grundkurse und einen Leistungskurs anbieten.

Am Gymnasium Herkenrath sind die Unterrichtseinheiten aufteilt in Doppelstunden mit 90 Minuten und als Einzelstunde mit 45 Minuten, die Grundkurse werden mit einer Doppel- und einer Einzelstunde, der Leistungskurs mit zwei Doppel- und einer Einzelstunde wöchentlich unterrichtet.

Ein Ziel der Fachschaft besteht in der Förderung naturwissenschaftlichen Arbeitsinsbesondere und des Experimentierens. Im Rahmen der Facharbeiten konnte die Fachschaft Chemie bereits mehrfach Preisträger des Hans-Riegel-Preises hervorbringen. Neben diesen herausragenden Leistungen nehmen unsere Schülerinnen und Schüler regelmäßig an den Wettbewerben „Chemie entdecken“, „Da stimmt die Chemie“ und am „Dechemax- Wettbewerb“ teil.

Wir bieten unseren Schülerinnen und Schülern in der Oberstufe Besuche unterschiedlicher Lernorte an, so können unsere Schülerinnen und Schüler die Labothek der Universität Wuppertal besuchen. Durch die gute Lage zu den Standorten Köln, Leverkusen und Bonn werden Exkursionen zu Industrieanlagen oder Universitäten im Curriculum verankert.

## 2. Entscheidungen zum Unterricht

**Hinweis:** Die nachfolgend dargestellte Umsetzung der verbindlichen Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans findet auf zwei Ebenen statt. Das **Übersichtsraster** gibt den Lehrkräften einen raschen Überblick über die laut Fachkonferenz verbindlichen Unterrichtsvorhaben pro Schuljahr. In dem Raster sind außer dem Thema des jeweiligen Vorhabens das schwerpunktmäßig damit verknüpfte Inhaltsfeld bzw. die Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte des Vorhabens sowie Schwerpunktkompetenzen ausgewiesen. Die **Konkretisierung von Unterrichtsvorhaben** führt weitere Kompetenzerwartungen auf und verdeutlicht vorhabenbezogene Absprachen, z.B. zur Festlegung auf einen Aufgabentyp bei der Lernfolgsüberprüfung durch eine Klausur.

### 2.1 Unterrichtsvorhaben

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

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

Im „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.1.1) wird die für alle Lehrerinnen und Lehrer gemäß Fachkonferenzbeschluss verbindliche Verteilung der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Das Übersichtsraster dient dazu, den Kolleginnen und Kollegen einen schnellen Überblick über die Zuordnung der Unterrichtsvorhaben zu den einzelnen Jahrgangsstufen sowie den im Kernlehrplan genannten Kompetenzen, Inhaltsfeldern und inhaltlichen Schwerpunkten zu verschaffen. Um Klarheit für die Lehrkräfte herzustellen und die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, werden in der Kategorie „Kompetenzen“ an dieser Stelle nur die übergeordneten Kompetenzerwartungen ausgewiesen, während die konkretisierten Kompetenzerwartungen erst auf der Ebene konkretisierter Unterrichtsvorhaben Berücksichtigung finden. Der ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann.

Während der Fachkonferenzbeschluss zum „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ zur Gewährleistung vergleichbarer Standards sowie zur Absicherung von Lerngruppenübertritten und Lehrkraftwechseln für alle Mitglieder der Fachkonferenz Bindekraft entfalten soll, besitzt die exemplarische Ausweisung „konkretisierter Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.1.2) empfehlenden Charakter. Abweichungen von den vorgeschlagenen Vorgehensweisen bezüglich der konkretisierten Unterrichtsvorhaben sind im Rahmen der pädagogischen Freiheit der Lehrkräfte jederzeit möglich. Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass im Rahmen der Umsetzung der Unterrichtsvorhaben insgesamt alle Kompetenzen des Kernlehrplans Berücksichtigung finden.

## **Kompetenzerwartungen**

### **Sachkompetenz**

*Chemische Konzepte zum Klassifizieren, Strukturieren, Systematisieren und Interpretieren nutzen*

Die Schülerinnen und Schüler..

- S1 beschreiben Ordnungsprinzipien für Stoffe und wenden diese an,
- S2 leiten Voraussagen über die Eigenschaften der Stoffe auf Basis chemischer Strukturen und Gesetzmäßigkeiten an ausgewählten Beispielen begründet ab,
- S3 erklären Phänomene der Stoff- und Energieumwandlung bei chemischen Reaktionen,
- S4 bestimmen an ausgewählten Beispielen Reaktionstypen,
- S5 beschreiben Stoffkreisläufe in Natur oder Technik als Abfolge chemischer Reaktionen.

*Chemische Konzepte auswählen und vernetzen*

Die Schülerinnen und Schüler..

- S6 unterscheiden begründet zwischen Stoff- und Teilchenebene,
- S7 beschreiben die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen, das dynamische Gleichgewicht und das Donator-Akzeptor-Prinzip und wenden diese an,
- S8 beschreiben an ausgewählten Beispielen Einflussfaktoren auf chemische Reaktionen und Möglichkeiten der Steuerung durch Variation von Reaktionsbedingungen sowie durch den Einsatz von Katalysatoren,
- S9 beschreiben unterschiedliche Reaktivitäten und Reaktionsverläufe,
- S10 nutzen chemische Konzepte zur Vernetzung von Sachverhalten innerhalb der Chemie sowie mit anderen Unterrichtsfächern.

*Chemische Zusammenhänge qualitativ-modellhaft erklären*

Die Schülerinnen und Schüler..

- S11 erklären an ausgewählten Beispielen die Vielfalt der Stoffe und ihrer Eigenschaften auf der Basis unterschiedlicher Kombinationen und Anordnungen von Teilchen,
- S12 deuten an ausgewählten Beispielen Stoff- und Energieumwandlungen hinsichtlich der Veränderung von Teilchen sowie des Umbaus chemischer Bindungen,
- S13 nutzen vorgegebene Modelle zur chemischen Bindung und zu intra- und intermolekularen Wechselwirkungen,
- S14 beschreiben ausgewählte Reaktionsabfolgen auch auf Teilchenebene,
- S15 unterscheiden den statischen Zustand auf Stoffebene vom dynamischen Zustand auf Teilchenebene.

*Chemische Zusammenhänge quantitativ-mathematisch beschreiben*

Die Schülerinnen und Schüler...

- S16 entwickeln an ausgewählten Beispielen Reaktionsgleichungen,
- S17 wenden bekannte mathematische Verfahren angeleitet auf chemische Sachverhalte an.

### **Erkenntnisgewinnungskompetenz**

*Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien bilden*

Die Schülerinnen und Schüler..

- E1 leiten ausgewählte chemische Sachverhalte aus Alltagssituationen ab,
- E2 identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu ausgewählten chemischen Sachverhalten,
- E3 stellen überprüfbare Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.

*Fachspezifische Modelle und Verfahren anwenden und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen*

Die Schülerinnen und Schüler..

- E4 planen unter Berücksichtigung der Variablenkontrolle Experimente auch zur Prüfung von Hypothesen, Aussagen oder Theorien,
- E5 führen qualitative und quantitative experimentelle Untersuchungen – den chemischen Arbeitsweisen und Sicherheitsregeln entsprechend – durch, protokollieren sie und werten diese unter Anleitung aus,
- E6 nutzen digitale Werkzeuge und Medien zum Aufnehmen, Darstellen und Auswerten von Messwerten, Modellierungen und Simulationen,
- E7 wenden geeignete Real- oder Denkmodelle (z. B. Atommodelle, Periodensystem der Elemente, Formelschreibweise) an und nutzen sie, um chemische Fragestellungen zu bearbeiten.

*Erkenntnisprozesse und Ergebnisse diskutieren*

Die Schülerinnen und Schüler...

- E8 finden in erhobenen Daten Strukturen, Beziehungen und Trends, erklären diese und ziehen Schlussfolgerungen,
- E9 diskutieren an ausgewählten Beispielen Möglichkeiten und Grenzen von Modellen,
- E10 diskutieren die eigenen Ergebnisse und den eigenen Prozess der Erkenntnisgewinnung,
- E11 stellen bei der Deutung von Untersuchungsbefunden fachübergreifende Bezüge her.  
*Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren.*

**Kommunikationskompetenz**

*Informationen erschließen*

Die Schülerinnen und Schüler..

- K1 recherchieren angeleitet zu chemischen Sachverhalten in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus,
- K2 wählen relevante und aussagekräftige Informationen und Daten zu chemischen Sachverhalten und anwendungsbezogenen Fragestellungen aus und erschließen Informationen aus Quellen mit verschiedenen Darstellungsformen,
- K3 prüfen die Übereinstimmung verschiedener Quellen oder Darstellungsformen im Hinblick auf deren Aussagen,
- K4 überprüfen die Vertrauenswürdigkeit verwendeter Quellen und Medien (z. B. anhand ihrer Herkunft und Qualität).

*Informationen aufbereiten*

Die Schülerinnen und Schüler..

- K5 wählen unterstützt chemische Sachverhalte und Informationen sach-, adressaten- und situationsgerecht aus,
- K6 unterscheiden zunehmend sicher zwischen Alltags- und Fachsprache,
- K7 nutzen vorgegebene Darstellungsformen für chemische Sachverhalte und überführen diese ineinander,
- K8 strukturieren ausgewählte Informationen und leiten Schlussfolgerungen ab.

*Informationen austauschen und diskutieren*

Die Schülerinnen und Schüler..

- K9 verwenden Fachbegriffe und -sprache zunehmend korrekt,
- K10 erklären ausgewählte chemische Sachverhalte und argumentieren fachlich schlüssig,
- K11 präsentieren chemische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien,
- K12 berücksichtigen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate,
- K13 tauschen sich mit anderen über chemische Sachverhalte auch in digitalen kollaborativen Arbeitssituationen aus und reflektieren den eigenen Standpunkt.

## **Bewertungskompetenz**

### *Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen*

Die Schülerinnen und Schüler..

- B1 betrachten Aussagen und Verfahren aus unterschiedlichen Perspektiven und beurteilen diese sachgerecht auf der Grundlage chemischer Kenntnisse,
- B2 beurteilen nach vorgegebenen Kriterien die Inhalte verwendeter Quellen und Medien,
- B3 beurteilen Daten hinsichtlich ihrer Angemessenheit und Grenzen,
- B4 diskutieren die Auswahl von Quellen und Darstellungsformen im Zusammenhang mit der Intention der Autorin/des Autors.

### *Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen*

Die Schülerinnen und Schüler..

- B5 entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug,
- B6 beurteilen Chancen und Risiken ausgewählter Produkte und Verhaltensweisen fachlich und bewerten diese,
- B7 treffen mithilfe festgelegter fachlicher Kriterien begründete Entscheidungen in Alltagssituationen,
- B8 beurteilen die Bedeutung fachlicher Kompetenzen in Bezug auf Alltagssituationen,
- B9 diskutieren Möglichkeiten und Grenzen chemischer Sichtweisen,
- B10 bewerten den gesellschaftlichen und ökologischen Nutzen der angewandten Chemie,
- B11 beurteilen grundlegende Aspekte zu Gefahren und Sicherheit in Labor und Alltag.

### *Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren*

Die Schülerinnen und Schüler..

- B12 beurteilen und bewerten Verfahren und Erkenntnisse in aktuellen gesellschaftlichen Zusammenhängen,
- B13 beurteilen und bewerten Auswirkungen des eigenen Handelns im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer und ökonomischer Perspektive,
- B14 identifizieren Kriterien für Entscheidungen aus chemischer Perspektive.

| 2.1 Übersichtsraster: Einführungsphase  |  |
|---|--|
| <p><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></p> <p><b>Kontext:</b> Die Anwendungsvielfalt der Alkohole</p> <p><b>inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise (Alkene, Alkine)</li> <li>➤ Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen (Löslichkeit, Siede- Schmelztemperaturen)</li> <li>➤ Oxidationsreihe der Alkanole, Oxidationszahlen</li> <li>➤ Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindung, Molekülgeometrie</li> <li>➤ Konstitutionsisomerie</li> <li>➤ zwischenmolekulare Wechselwirkungen (ZMK)</li> </ul> <p><b>übergeordnete Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S1, S6, S10, S11, S13, E8, E7, E8, E11, B1, B4, B6, B7, B8, B11, B13, B14, Verbraucherbildung (VB), Medienbildung (MB), Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 30 Std. à 45min</p> | <p><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></p> <p><b>Kontext:</b> Methoden der Kalkentfernung im Haushalt- Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</p> <p><b>inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit</li> <li>➤ Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier, MWG</li> <li>➤ Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck</li> <li>➤ Katalyse</li> </ul> <p><b>übergeordnete Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S3, S7, S8, S9, S15, S17, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10, B3, B10, B12, K7, K9, K10, K11 MB, BNE</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 26 Std. à 45 min</p> |
| <p><u>Unterrichtsvorhaben III:</u></p> <p><b>Kontext:</b> Aroma- und Zusatzstoffe in Lebensmitteln</p> <p><b>inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise</li> <li>➤ Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelz- und Siedetemperatur</li> <li>➤ intermolekulare Wechselwirkungen</li> <li>➤ Estersynthese</li> <li>➤ Gleichgewichtsreaktionen</li> <li>➤ Massenwirkungsgesetz</li> </ul> <p><b>übergeordnete Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S1, S2, S6, S7, S8, S11, S13, S15, S17, E3, E5, E6, E7, E9, B5, B9, B10, K5, K8, K10, K13, VB, MK</li> </ul>  | <p><u>Unterrichtsvorhaben IV:</u></p> <p><b>Kontext:</b> Kohlenstoffkreislauf und Klima</p> <p><b>inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit</li> <li>➤ Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier, MWG</li> <li>➤ natürlicher Stoffkreislauf</li> <li>➤ technisches Verfahren</li> <li>➤ Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck</li> <li>➤ Katalyse</li> </ul> <p><b>übergeordnete Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S5, S7, S8, S15, E12, B3, B4, B10, B12, B13, B14, K1, K2, K3, K4, K10, K12, K13 MB, BNE</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 20 Std. à 45 min</p>    |
| <b>Summe Einführungsphase: 80 Stunden</b>   |  |

| <b>2.1 Übersichtsraster Qualifikationsphase<br/>Q1 Grundkurs</b>   |  |
|--|--|
| <u><b>Unterrichtsvorhaben I:</b></u> <p><b>Kontext:</b> Saure und basische Reiniger im Haushalt</p> <p><b>inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted</li> <li>➤ Säure-/Basen-Konstanten</li> <li>➤ Reaktionsgeschwindigkeit</li> <li>➤ chemisches Gleichgewicht</li> <li>➤ pH-Wert Berechnungen von starken Säuren und Basen</li> <li>➤ energetische Aspekte: 1. Hauptsatz der Thermodynamik</li> </ul> <p><b>übergeordnete Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S1, S2, S3, S6, S7, S10, S12, S16, S17, B3, B8, B11, E1, E2, E3, E4, E5, E10, K1, K6, K8, K10, Verbraucherbildung (VB), Medienkompetenz (MK)</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 32 Std. à 45min</p> | <u><b>Unterrichtsvorhaben III:</b></u> <p><b>Kontext:</b> Mobile Energieträger im Vergleich</p> <p><b>inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Redoxreaktionen als Elektronenübergangsreaktionen</li> <li>➤ Galvanische Zellen</li> <li>➤ Elektrolyse</li> </ul> <p><b>übergeordnete Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S3, S7, S10, S12, S15, S17, B3, B10, B13, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E10, E11, E12, K8, K9, K10, K11, VB</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 19 Std. à 45 min</p>                                      |
| <u><b>Unterrichtsvorhaben II:</b></u> <p><b>Kontext:</b> Salze- hilfreich und lebensnotwendig</p> <p><b>inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ analytische Verfahren</li> <li>➤ Nachweisreaktionen (Fällungsreaktionen)</li> <li>➤ Nachweise von Ionen</li> <li>➤ Ionengitter und Ionenbindungen</li> </ul> <p><b>übergeordnete Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S12, E5, B8, B11, K8, VB</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 12 Std. à 45 min</p>  | <u><b>Unterrichtsvorhaben IV:</b></u> <p><b>Kontext:</b> Wasserstoff- Brennstoff der Zukunft</p> <p><b>inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Elektrolyse</li> <li>➤ alternative Energieträger</li> <li>➤ energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, heterogene Katalyse</li> </ul> <p><b>übergeordnete Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S3, S7, S10, S12, S17, E4, E7, E11, K2, K8, K9, K11MB, BNE</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 19 Std. à 45 min</p> |
|  | <u><b>Unterrichtsvorhaben IV:</b></u> <p><b>Kontext:</b> Korrosion von Metallen</p> <p><b>inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sauerstoff- und Säurekorrosion</li> <li>➤ Korrosionsschutz</li> </ul> <p><b>übergeordnete Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S3, S7, S12, S16, B12, B14, E1, E4, E5, K8, VB</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 8 Std. à 45 min</p>  |
| <b>Summe GK Q1: 90 Stunden</b>   |  |

| <b>2.1 Übersichtsraster: Qualifikationsphase<br/>Q2 Grundkurs</b>   |  |
|---|--|
| <u><b>Unterrichtsvorhaben VI:</b></u> <p><b>Kontext:</b> <i>Vom Erdöl zur Plastiktüte</i></p> <p><b>inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>➤ Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie</li> <li>➤ Konstitutions- und Stereoisomerie (cis-Trans-Isomerie)</li> <li>➤ inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>➤ Reaktionsmechanismen <math>S_R</math>, <math>A_E</math></li> <li>➤ Struktur und Eigenschaften von Kunststoffen</li> <li>➤ Kunststoffsynthese- Polymerisation</li> <li>➤ Rohstoffgewinnung und -verarbeitung</li> <li>➤ Recycling, Kunststoffverwertung</li> </ul> <p><b>übergeordnete Kompetenzerwartungen:</b></p> <p>S1, S2, S4, S5, S10, S13, S14, S16, B6, B11, B13, E5, E7, E9, K1, K2, K4, K5, K8, K10, K11</p> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 30 Std. à 45min</p> | <u><b>Unterrichtsvorhaben VIII:</b></u> <p><b>Kontext:</b> <i>Ester in Lebensmitteln und Kosmetikartikeln</i></p> <p><b>inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen(Carbonyl, Carboxy-, Estergruppe)</li> <li>➤ Elektronenpaarbindung: Einfach- Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen</li> <li>➤ Naturstoffe: Fette</li> <li>➤ Estersynthese: Homologe Katalyse, Prinzip von Le Chatelier</li> </ul> <p><b>übergeordnete Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S1, S3, S4, S8, S9, S11, S13, S16, B7, B8, E4, E5, E7, E11, K7, K8, K10, K13</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 20 Std. à 45min</p> |
| <b>Summe GK Q2 70 Stunden</b>   |  |

| <b>2.1 Übersichtsraster: Qualifikationsphase<br/>Q1 Leistungskurs</b>   |   |
|---|---|
| <p><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></p> <p><b>Kontext:</b> Saure und basische Reiniger im Haushalt</p> <p><b>inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted</li> <li>➤ Säure-/Basen-Konstanten</li> <li>➤ Reaktionsgeschwindigkeit</li> <li>➤ chemisches Gleichgewicht</li> <li>➤ pH-Wert Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen</li> <li>➤ analytische Verfahren (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung)</li> <li>➤ Nachweise von Ionen</li> <li>➤ Säure-Base-Titrationen mit Umschlagspunkt</li> <li>➤ energetische Aspekte: 1. Hauptsatz der Thermodynamik, Reaktions-Neutralisationsenthalpie</li> <li>➤ Kalorimetrie</li> <li>➤ Satz von HESS</li> </ul> <p><b>übergeordnete Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S1, S2, S3, S6, S7, S10, S12, S16, S17, B3, B8, B11, E1, E2, E3, E4, E5, E10, K1, K6, K8, K10, VB, MK</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 40 Std. à 45min</p> | <p><u>Unterrichtsvorhaben III:</u></p> <p><b>Kontext:</b> Mobile Energieträger im Vergleich</p> <p><b>inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Redoxreaktionen als Elektronenübergangsreaktionen</li> <li>➤ Galvanische Zellen</li> <li>➤ Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmmodell)</li> <li>➤ Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung)</li> <li>➤ spontane Prozesse und freie Reaktionsenthalpie</li> <li>➤ Energieumwandlungen</li> </ul> <p><b>übergeordnete Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S3, S7, S10, S12, S15, S16, S17, B3, B10, B13, E3, E4, E6, E8, E10, E12, K7, K8, K9, K10, K11, VB, MK</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 24 Std. à 45 min</p> |
| <p><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></p> <p><b>Kontext:</b> Salze- hilfreich und lebensnotwendig</p> <p><b>inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Puffersysteme</li> <li>➤ Löslichkeitsgleichgewichte</li> <li>➤ analytische Verfahren</li> <li>➤ energetische Aspekte: Lösungsenthalpie</li> <li>➤ Entropie als Maß der Unordnung</li> <li>➤ Ionengitter, Ionenbindung</li> </ul> <p><b>übergeordnete Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S2, S7, S12, S16, S17, E5, E8, B3, B8, B11, K8, VB</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 26 Std. à 45 min</p>   | <p><u>Unterrichtsvorhaben IV:</u></p> <p><b>Kontext:</b> Wasserstoff- Brennstoff der Zukunft</p> <p><b>inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Elektrolyse</li> <li>➤ alternative Energieträger</li> <li>➤ Energiespeicher</li> <li>➤ Faraday-Gesetze</li> <li>➤ energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, Gibbs-Helmholz-Gleichung, heterogene Katalyse</li> </ul> <p><b>übergeordnete Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ S3, S8, S10, S12, S16, S17, B2, B4, E2, E4, E5, E7, E10, K2, K3, K8, K9, K10, K11, K12, VB</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 30 Std. à 45 min</p>  |

|  |   |
|--|---|
| <p><u>Unterrichtsvorhaben V:</u></p> <p><b>Kontext:</b> Korrosion von Metallen</p> <p><b>inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Elektrolyse, Faraday-Gesetze</li> <li>➤ Sauerstoff- und Säurekorrosion</li> <li>➤ Korrosionsschutz</li> </ul> <p><b>übergeordnete Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S3, S15, S17, B12, B14, E1, E3, E4, E5, E8, K8, K13, VB</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 12 Std. à 45 min</p> | <p><u>Unterrichtsvorhaben VI:</u></p> <p><b>Kontext:</b> Quantitative Analyse von Produkten im Alltag</p> <p><b>inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ analytische Verfahren, Säure-Base-Titrationen (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve), potentiometrische Titrationskurve</li> <li>➤ Redoxtitrationen</li> </ul> <p><b>übergeordnete Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S3, S9, S10, S17, B3, B8, E1, E2, E3, E4, E5, E6, E8, E10, K5, K7, K8, K9, VB</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 18 Std. à 45 min</p> |
| <b>Summe LK Q1 150 Stunden</b>   |   |

| <b>2.1 Übersichtsraster: Qualifikationsphase<br/>Q2 Leistungskurs</b>   |   |
|---|---|
| <p><u>Unterrichtsvorhaben VII:</u></p> <p><b>Kontext:</b> Vom Erdöl zur Plastiktüte</p> <p><b>inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>➤ Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie</li> <li>➤ Konstitutions- und Stereoisomerie (cis-Trans-Isomerie), Chiralität</li> <li>➤ inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>➤ Reaktionsmechanismen S<sub>R</sub>, A<sub>E</sub>, S<sub>N</sub> 1. und 2. Ordnung</li> <li>➤ Struktur und Eigenschaften von Kunststoffen</li> <li>➤ Kunststoffsynthese- Polymerisation (Mechanismus der radikalischen Polymerisation)</li> <li>➤ Rohstoffgewinnung und -verarbeitung</li> <li>➤ Recycling, Kunststoffverwertung</li> <li>➤ technisches Syntheseverfahren</li> </ul> <p><b>übergeordnete Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S1, S2, S3, S4, S5, S8, S9, S10, S11, S12, S13, S14, S16, B1, B6, B9, B11, B12, B13, E3, E4, E5, E7, E9, E12, K1, K2, K4, K5, K8, K10, K11</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 44 Std. à 45min</p> | <p><u>Unterrichtsvorhaben VIII:</u></p> <p><b>Kontext:</b> „InnoProducts“-Werkstoffe nach Maß</p> <p><b>inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise (Hydroxy-, Carboxy-, Ester-, Aminogruppe)</li> <li>➤ inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>➤ Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften</li> <li>➤ Kunststoffsynthese</li> <li>➤ Rohstoffverarbeitung</li> <li>➤ Recycling: Kunststoffverwertung, Wertstoffkreislauf</li> <li>➤ Nanochemie: Nanomaterialien, Nanostrukturen, Oberflächeneigenschaften</li> </ul> <p><b>übergeordnete Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S1, S2, S8, S9, S11, S13, B5, B1, B2, B4, B9, B10, B12, B13, B14, E1, E4, E5, E7, E8, K2, K4, K8, K11, K13</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 34 Std. à 45min</p> |

|  |   |
|--|---|
| <p><u>Unterrichtsvorhaben IX:</u></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Ester in Lebensmitteln und Kosmetikartikeln</i></p> <p><b>inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen(Estergruppe)</li> <li>➤ Elektronenpaarbindung</li> <li>➤ Oxidationszahlen</li> <li>➤ Reaktionsmechanismen: Kondensationsreaktion, Estersynthese</li> <li>➤ Prinzip von Le Chatelier</li> <li>➤ Naturstoffe: Fette</li> <li>➤ Nachweise von Primären Aminen, Ester, Aldehyden und Carbonsäuren</li> </ul> <p><b>übergeordnete Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S1, S3, S4, S8, S9, S11, S13, S16, B7, B8, E4, E5, E7, E11, K7, K8, K10, K13</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 16 Std. à 45min</p> | <p><u>Unterrichtsvorhaben X:</u></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Die Welt ist bunt</i></p> <p><b>inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems</li> <li>➤ Mesomerie</li> <li>➤ Reaktionsmechanismen: elektrophile Erstsubstitution</li> <li>➤ Koordinative Bindung, Katalyse</li> <li>➤ Einteilung der Farbstoffe, deren Struktur, Eigenschaften und Verwendung</li> <li>➤ Analytische Verfahren: Chromatographie</li> </ul> <p><b>übergeordnete Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S2, S10, S11, S13, S15, B1, B2, B9, B13, E4, E5, E7, E8 E9, E12, K2, K8, K10</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 20 Std. à 45 min</p> |
| <b>SummeLK Q2: 114 Stunden</b>   |   |

| 2.1.2 Unterrichtsvorhaben der Einführungsphase (ca. 80 UStd.) <i>in Erprobung</i>  |   |  |  |
|--|---|--|--|
| Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)  | Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben   | Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte  | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  |
| <p><b>Unterrichtsvorhaben I</b></p> <p><b>Die Anwendungsvielfalt der Alkohole</b></p> <p><i>Kann Trinkalkohol gleichzeitig Gefahrstoff und Genussmittel sein?</i></p> <p><i>Alkohol(e) auch in Kosmetikartikeln?</i></p> <p>ca. 30 UStd.</p> | <p>Einstiegsdiagnose zur Elektronenpaarbindung, zwischenmolekularen Wechselwirkungen, der Stoffklasse der Alkane und deren Nomenklatur</p> <p>Untersuchungen von Struktur-Eigenschaftsbeziehungen des Ethanols</p> <p>Experimentelle Erarbeitung der Oxidationsreihe der Alkohole</p> <p>Erarbeitung eines Fließschemas zum Abbau von Ethanol im menschlichen Körper</p> <p>Bewertungsaufgabe zur Frage Ethanol – Genuss- oder Gefahrstoff? und Berechnung des Blutalkoholgehaltes</p> <p>Untersuchung von Struktureigenschaftsbeziehungen weiterer Alkohole in Kosmetikartikeln</p> <p>Recherche zur Funktion von Alkoholen in Kosmetikartikeln mit anschließender Bewertung</p> | <p><b>Inhaltsfeld Organische Stoffklassen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe</li> <li>– Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur,</li> <li>– Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>– Konstitutionsisomerie</li> <li>– intermolekulare Wechselwirkungen</li> <li>– Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen</li> </ul> | <p><b>Die Schülerinnen und Schüler</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein und benennen diese nach systematischer Nomenklatur (S1, S6, S11),</li> <li>• erläutern intermolekulare Wechselwirkungen organischer Verbindungen und erklären ausgewählte Eigenschaften sowie die Verwendung organischer Stoffe auf dieser Grundlage (S2, S13, E7),</li> <li>• erläutern das Donator-Akzeptor-Prinzip unter Verwendung der Oxidationszahlen am Beispiel der Oxidationsreihe der Alkanole (S4, S12, S14, S16),</li> <li>• stellen Isomere von Alkanolen dar und erklären die Konstitutionsisomerie (S11, E7),</li> <li>• stellen auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge die Molekülgeometrie von Kohlenstoffverbindungen dar und erklären die Molekülgeometrie mithilfe des EPA-Modells (E7, S13),</li> <li>• deuten die Beobachtungen von Experimenten zur Oxidationsreihe der Alkanole und weisen die jeweiligen Produkte nach (E2, E5, S14),</li> <li>• stellen Hypothesen zu Struktureigenschaftsbeziehungen</li> </ul> |

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
|  |   |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>einer ausgewählten Stoffklasse auf und untersuchen diese experimentell (E3, E4),</li> <li>beurteilen die Auswirkungen der Aufnahme von Ethanol hinsichtlich oxidativer Abbauprozesse im menschlichen Körper unter Aspekten der Gesunderhaltung (B6, B7, E1, E11, K6), (VB B Z6)</li> <li>beurteilen die Verwendung von Lösemitteln in Produkten des Alltags auch im Hinblick auf die Entsorgung aus chemischer und ökologischer Perspektive (B1, B7, B8, B11, B14, S2, S10, E11).</li> </ul>  |
| <p><b>Unterrichtsvorhaben II</b></p> <p><b>Säuren contra Kalk</b></p> <p><i>Wie kann ein Wasserkocher möglichst schnell entkalkt werden?</i></p> <p><i>Wie lässt sich die Reaktionsgeschwindigkeit bestimmen und beeinflussen?</i></p> <p>ca. 14 UStd.</p> | <p>Planung und Durchführung qualitativer Experimente zum Entkalken von Gegenständen aus dem Haushalt mit ausgewählten Säuren</p> <p>Definition der Reaktionsgeschwindigkeit und deren quantitative Erfassung durch Auswertung entsprechender Messreihen</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung der Funktionsweise eines Katalysators und Betrachtung unterschiedlicher Anwendungsbereiche in Industrie und Alltag</p> | <p><b>Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit</li> <li>- Katalyse</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>erklären den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit auch anhand grafischer Darstellungen (S3, S8, S9),</li> <li>überprüfen aufgestellte Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit durch Untersuchungen des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion (E3, E4, E10, S9),</li> <li>definieren die Durchschnittsgeschwindigkeit chemischer Reaktionen und ermitteln diese grafisch aus experimentellen Daten (E5, K7, K9),</li> <li>stellen den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen auf molekularer Ebene mithilfe der Stoßtheorie auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge dar und deuten die Ergebnisse (E6, E7, E8, K11). (MKR 1.2)</li> </ul> |

|   |  |   |   |
|---|--|---|---|
| <p><b>Unterrichtsvorhaben III</b></p> <p><b>Aroma- und Zusatzstoffe in Lebensmitteln</b></p> <p><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>Materialgestützte Erarbeitung der Stoffklasse der Carbonsäuren hinsichtlich ihres Einsatzes als Lebensmittelzusatzstoff und experimentelle Untersuchung der konservierenden Wirkung ausgewählter Carbonsäuren</p> <p>Experimentelle Herstellung eines Fruchtaromas und Auswertung des Versuches mit Blick auf die Erarbeitung und Einführung der Stoffklasse der Ester und ihrer Nomenklatur sowie des chemischen Gleichgewichts</p> <p>Veranschaulichung des chemischen Gleichgewichts durch ausgewählte Modellexperimente</p> <p>Diskussion um die Ausbeute nach Herleitung und Einführung des Massenwirkungsgesetzes</p> <p>Erstellung eines informierenden Blogeintrages, der über natürliche, naturidentische und synthetische Aromastoffe aufklärt</p> <p>Bewertung des Einsatzes von Konservierungs- und Aromastoffen in der Lebensmittelindustrie</p> | <p><b>Inhaltsfeld Organische Stoffklassen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxylgruppe und Estergruppe</li> <li>- Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur,</li> <li>- intermolekulare Wechselwirkungen</li> <li>- Estersynthese</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (<math>K_c</math>)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein und benennen diese nach systematischer Nomenklatur (S1, S6, S11),</li> <li>• erläutern intermolekulare Wechselwirkungen organischer Verbindungen und erklären ausgewählte Eigenschaften sowie die Verwendung organischer Stoffe auf dieser Grundlage (S2, S13, E7),</li> <li>• führen Estersynthesen durch und leiten aus Stoffeigenschaften der erhaltenen Produkte Hypothesen zum strukturellen Aufbau der Estergruppe ab (E3, E5),</li> <li>• diskutieren den Einsatz von Konservierungs- und Aromastoffen in der Lebensmittelindustrie aus gesundheitlicher und ökonomischer Perspektive und leiten entsprechende Handlungsoptionen zu deren Konsum ab (B5, B9, B10, K5, K8, K13), (VB B Z3)</li> <li>• beschreiben die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtes anhand ausgewählter Reaktionen (S7, S15, K10),</li> <li>• bestimmen rechnerisch Gleichgewichtslagen ausgewählter Reaktionen mithilfe des 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). (MKR 1.2)</li> </ul> |
|---|--|---|---|

|  |   |  |   |
|--|---|--|---|
| <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 eines synthetischen Kraftstoffes 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>Beurteilen die Folgen des menschlichen Eingriffs in natürliche Stoffkreisläufe</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung der Methanolsynthese im Rahmen der Diskussion um alternative Antriebe in der Binnenschifffahrt</p> | <p><b>Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (<math>K_c</math>)</li> <li>- natürlicher Stoffkreislauf</li> <li>- technisches Verfahren</li> <li>- Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck</li> <li>- Katalyse</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit auch anhand grafischer Darstellungen (S3, S8, S9),</li> <li>• beschreiben die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtes anhand ausgewählter Reaktionen (S7, S15, K10),</li> <li>• erklären anhand ausgewählter Reaktionen die Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts nach dem Prinzip von Le Chatelier auch im Zusammenhang mit einem technischen Verfahren (S8, S15, K10),</li> <li>• beurteilen den ökologischen wie ökonomischen Nutzen und die Grenzen der Beeinflussbarkeit chemischer Gleichgewichtslagen in einem technischen Verfahren (B3, B10, B12, E12),</li> <li>• analysieren und beurteilen im Zusammenhang mit der jeweiligen Intention der Urheberschaft verschiedene Quellen und Darstellungsformen zu den Folgen anthropogener Einflüsse in einem natürlichen Stoffkreislauf (B2, B4, S5, K1, K2, K3, K4, K12), (MKR 2.3, 5.2)</li> <li>• bewerten die Folgen eines Eingriffs in einen Stoffkreislauf mit Blick auf Gleichgewichtsprozesse in aktuell-gesellschaftlichen Zusammenhängen (B12, B13, B14, S5, E12, K13). (VB D Z3)</li> </ul> |
|--|---|--|---|

| <b>2.1.2 Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase I – Grundkurs (ca. 90 UStd.) in Erprobung</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>Unterrichtsvorhaben I</b><br><b>Saure und basische Reiniger im Haushalt</b><br><i>Welche Wirkung haben Säuren und Basen in sauren und basischen Reinigern?</i><br><i>Wie lässt sich die unterschiedliche Reaktionsgeschwindigkeit der Reaktionen Essigsäure mit Kalk und Salzsäure mit Kalk erklären?</i><br><i>Wie lässt sich die Säure- bzw. Basenkonzentration bestimmen?</i><br><i>Wie lassen sich saure und alkalische Lösungen entsorgen?</i><br>ca. 32 UStd. | <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 <math>pK_s</math>-Werts von schwachen Säuren</p> <p>Praktikum zur Konzentrationsbestimmung der Säuren- und Basenkonzentration in verschiedenen Reinigern (Essigreiniger, Urinsteinlöser, Abflussreiniger) mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt</p> <p>Erarbeitung von Praxistipps für die sichere Nutzung von Reinigern im Haushalt zur Beurteilung von sauren und basischen Reinigern hinsichtlich</p> | <b>Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren</b> <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: Säure-Base-Titrationen von starken Säuren und starken Basen (mit Umschlagspunkt)</li> <li>- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Kalorimetrie</li> </ul> | <b>Die Schülerinnen und Schüler</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• klassifizieren die auch in Alltagsprodukten identifizierten Säuren und Basen mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted und erläutern ihr Reaktionsverhalten unter Berücksichtigung von Protolysegleichungen (S1, S6, S7, S16, K6), (VB B Z6)</li> <li>• erklären die unterschiedlichen Reaktionsgeschwindigkeiten von starken und schwachen Säuren mit unedlen Metallen oder Salzen anhand der Protolysereaktionen (S3, S7, S16),</li> <li>• interpretieren die Gleichgewichtslage von Protolysereaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und die daraus resultierenden Säure-/Base-Konstanten (S2, S7),</li> <li>• berechnen pH-Werte wässriger Lösungen von Säuren und Basen bei vollständiger Protolyse (S17),</li> <li>• definieren den Begriff der Reaktionsenthalpie und grenzen diesen von der inneren Energie ab (S3),</li> <li>• erklären im Zusammenhang mit der Neutralisationsreaktion den ersten Hauptsatz der Thermodynamik (Prinzip der Energieerhaltung) (S3, S10),</li> </ul> |

|  |   |  |
|--|---|--|
|  | <p>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>• erläutern die Neutralisationsreaktion unter Berücksichtigung der Neutralisationsenthalpie (S3, S12),</li> <li>• planen hypothesesgeleitet 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 als Inhaltsstoffe in Alltagsprodukten und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab (B8, B11, K8), (VB B Z3, Z6)</li> <li>• bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8). (VB B Z3)</li> </ul> |
|--|---|--|

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
| <p><b><u>Unterrichtsvorhaben II</u></b></p> <p><b>Salze – hilfreich und lebensnotwendig!</b></p> <p><i>Welche Stoffeigenschaften sind verantwortlich für die vielfältige Nutzung verschiedener Salze?</i></p> <p><i>Lässt sich die Lösungswärme von Salzen sinnvoll nutzen?</i></p> <p>ca. 12 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>- analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen</li> <li>- Ionengitter, Ionenbindung</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• deuten endotherme und exotherme Lösungsvorgänge bei Salzen unter Berücksichtigung der Gitter- und Solvationsenergie (S12, K8),</li> <li>• weisen ausgewählte Ionensorten (Halogenid-Ionen, Ammonium-Ionen, Carbonat-Ionen) salzartiger Verbindungen qualitativ nach (E5),</li> <li>• beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Salzen als Inhaltsstoffe in Alltagsprodukten und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab (B8, B11, K8), (VB B Z3, Z6)</li> <li>• bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8). (VB B Z3)</li> </ul> |
| <p><b><u>Unterrichtsvorhaben III</u></b></p> <p><b>Mobile Energieträger im Vergleich</b></p> <p><i>Wie unterscheiden sich die Spannungen verschiedener Redoxsysteme?</i></p> <p><i>Wie sind Batterien und Akkumulatoren aufgebaut?</i></p> <p><i>Welcher Akkumulator ist für den Ausgleich von Spannungsschwankungen</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 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> </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 mit digitalen</li> </ul>  |

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
| <p><i>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<br/>(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>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) 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 elektr. Energie auf Grundlage der relevanten chemischen und thermodynamische Aspekte im Hinblick auf nachhaltiges Handeln (B3, B10, B13, E12, K8), (VB D Z1, Z3)</li> </ul> |
|--|--|--|---|

| <b>Unterrichtsvorhaben IV</b>   |   |   |  |
|---|---|---|--|
| <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>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 Reaktionenthalpie, Berechnung der Verbrennungenthalpie</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><b>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elektrolyse</li> <li>- alternative Energieträger</li> <li>- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, heterogene Katalyse</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Brennstoffzelle) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen und möglicher Zellspannungen (S10, S12, K9),</li> <li>• erklären am Beispiel einer Brennstoffzelle die Funktion der heterogenen Katalyse unter Verwendung geeigneter Medien (S8, S12, K11), (MKR 1.2)</li> <li>• erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene (S7, S12, K8),</li> <li>• interpretieren energetische Erscheinungen bei Redoxreaktionen als Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit (S3, E11),</li> <li>• ermitteln auch rechnerisch die Standardreaktionsenthalpien ausgewählter Redoxreaktionen unter Anwendung des Satzes von Hess (E4, E7, S17, K2),</li> <li>• bewerten die Verbrennung fossiler Energieträger und elektrochemische Energiewandler hinsichtlich Effizienz und Nachhaltigkeit auch mithilfe von recherchierten thermodynamischen Daten (B2, B4, E8, K3, K12), (VB D Z1, Z3)</li> </ul> |

|  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| <p><b>Unterrichtsvorhaben V</b></p> <p><b>Korrosion von Metallen</b></p> <p><i>Wie kann man Metalle vor Korrosion schützen?</i></p> <p>ca. 8 UStd.</p> | <p>Erarbeitung einer Mindmap von Korrosionsfolgen anhand von Abbildungen, Materialproben, Informationen zu den Kosten und ökologischen Folgen</p> <p>Experimentelle Untersuchungen zur Säure- und Sauerstoffkorrosion, Bildung eines Lokalelements, Opferanode</p> <p>Experimente zu Korrosionsschutzmaßnahmen entwickeln und experimentell überprüfen</p> | <p><b>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer (S7, S12, K8),</li> <li>• erläutern die Bildung eines Lokalelements bei Korrosionsvorgängen auch mithilfe von Reaktionsgleichungen (S3, S16, E1),</li> <li>• entwickeln eigenständig ausgewählte Experimente zum Korrosionsschutz (Galvanik, Opferanode) und führen sie durch (E1, E4, E5), (VB D Z3)</li> <li>• beurteilen Folgen von Korrosionsvorgängen und adäquate Korrosionsschutzmaßnahmen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B12, B14, E1). (VB D Z3)</li> </ul> |
|--|--|---|---|

| Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase II – Grundkurs (ca. 70 UStd.)  |   |  |  |
|--|---|--|--|
| Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)  | Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben   | Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte  | Konkretisierte Kompetenzerwartungen  |
| <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</p> | <p><b>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>- Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie)</li> <li>- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen den Aufbau von Vertretern der Stoffklassen der Alkane, Halogenalkane, Alkene, Alkine, auch mit digitalen Werkzeugen dar und berücksichtigen dabei auch ausgewählte Isomere (S1, E7, K11),</li> <li>• erklären 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</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>Materialgestützte Vertiefung der Nomenklaturregeln für Alkane, Alkene, Alkine und Halogenalkane einschließlich ihrer Isomere</p> <p>Praktikum zur Untersuchung der Kunststoffeigenschaften (u. a. Kratzfestigkeit, Bruchsicherheit, Verformbarkeit, Brennbarkeit) anhand von verschiedenen Kunststoffproben (z. B. PE, PP, PS, PVC, PET)</p> <p>Klassifizierung der Kunststoffe in Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere durch materialgestützte Auswertung der Experimente</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung der Synthese des Polyethylens durch die radikalische Polymerisation</p> <p>Erarbeitung der Entsorgung von PE-Abfällen (Deponierung, thermisches Recycling, rohstoffliches Recycling) mit anschließender Bewertung der verschiedenen Verfahren</p> <p>Abschließende Zusammenfassung:</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>elektrophilen Additionsreaktion unter Berücksichtigung der spezifischen Reaktionsbedingungen auch mit digitalen Werkzeugen (S8, S9, S14, E9, K11),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schließen mithilfe von spezifischen Nachweisen der Reaktionsprodukte (Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10),</li> <li>• recherchieren und bewerten Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B1, B11, K2, K4)</li> <li>• 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>• 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</li> </ul> |
|--|---|---|---|

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
|   | <p>Erstellung eines Schaubildes oder Fließdiagramms über den Weg einer PE-Verpackung (Plastiktüte) von der Herstellung aus Erdöl bis hin zur möglichen Verwertung<br/>6)</p> <p>Anlegen einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (mit dem Ziel einer fortlaufenden Ergänzung)</p>  |   | <p>Verfahren der Kunststoffverwertung unter Berücksichtigung ausgewählter Nachhaltigkeitsziele (B6, B13, S3, K5, K8).</p>  |
| <p><b>Unterrichtsvorhaben VII</b></p> <p><b>Kunststoffe – Werkstoffe für viele Anwendungsprodukte</b></p> <p><i>Welche besonderen Eigenschaften haben Kunststoffe?</i></p> <p><i>Wie lassen sich Kunststoff mit gewünschten Eigenschaften herstellen?</i></p> <p>ca. 20 UStd.</p> | <p>Anknüpfen an das vorangegangene Unterrichtsvorhaben anhand einer Recherche zu weiteren Kunststoffen für Verpackungsmaterialien (Verwendung, Herstellung, eingesetzte Monomere)</p> <p>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> | <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>- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <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>• 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>• 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 Bewertungskriterien Produkte aus unterschiedlichen Kunststoffen und leiten daraus Handlungsoptionen für die alltägliche Nutzung ab (B5, B14),</li> </ul> |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  | 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 öhlhaltigen 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 (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 entsprechender Nachweisreaktionen (siehe UV VI, VII)</p> | <p><b>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe</li> <li>- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen</li> <li>- Naturstoffe: Fette</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 Alkanolen und Carbonsäuren unter Berücksichtigung der Katalyse (S4, S8, S9, K7),</li> <li>• schließen mithilfe von spezifischen Nachweisen der Reaktionsprodukte (Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen, Carbonyl- und Carboxy-Gruppe) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10),</li> <li>• erläutern die Planung und Durchführung einer Estersynthese in Bezug auf die Optimierung der Ausbeute auf der Grundlage des Prinzips von Le Chatelier (E4, E5, K13),</li> <li>• unterscheiden experimentell zwischen gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (E5, E11),</li> <li>• beurteilen die Qualität von Fetten hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Verarbeitung im Bereich der Lebensmitteltechnik und der eigenen Ernährung (B7, B8, K8).</li> </ul> |

| Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase I – Leistungskurs (ca. 150 UStd.)  |   |  |   |
|--|---|--|---|
| Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)  | Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben   | Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte  | Konkretisierte Kompetenzerwartungen   |
| <p><b>Unterrichtsvorhaben I</b></p> <p><b>Saure und basische Reiniger</b></p> <p><i>Welche Wirkung haben Säuren und Basen in sauren und basischen Reinigern?</i></p> <p><i>Wie lässt sich die unterschiedliche Reaktionsgeschwindigkeit der Reaktionen Essigsäure mit Kalk und Salzsäure mit Kalk erklären?</i></p> <p><i>Wie lassen sich die Konzentrationen von starken und schwachen Säuren und Basen in sauren und alkalischen Reinigern bestimmen?</i></p> <p><i>Wie lassen sich saure und alkalische Lösungen entsorgen?</i></p> <p>ca. 40 UStd.</p> | <p>Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der Eigenschaften von ausgewählten sauren, alkalischen und neutralen Reinigern zur Wiederholung bzw. Einführung des Säure-Base-Konzepts nach Brønsted, der pH-Wert-Skala einschließlich pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen</p> <p>Vergleich der Reaktion von Kalk mit Essigreiniger und Urinsteinlöser auf Salzsäurebasis zur Wiederholung des chemischen Gleichgewichts und zur Ableitung des <math>pK_s</math>-Werts von schwachen Säuren</p> <p>Ableitung des <math>pK_b</math>-Werts von schwachen Basen</p> <p>pH-Wert-Berechnungen von starken und schwachen Säuren und Basen in verschiedenen Reinigern (Essigreiniger, Urinsteinlöser, Abflussreiniger, Fensterreiniger) zur Auswahl geeigneter Indikatoren im Rahmen der Konzentrationsbestimmung mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt</p> | <p><b>Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (<math>K_s</math>, <math>pK_s</math>, <math>K_b</math>, <math>pK_b</math>), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (<math>K_c</math>), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen,</li> <li>- analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen (mit Umschlagspunkt)</li> <li>- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Lösungsenthalpie, Kalorimetrie</li> </ul> | <p><b>Die Schülerinnen und Schüler</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• klassifizieren die auch in Produkten des Alltags identifizierten Säuren und Basen mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted und erläutern ihr Reaktionsverhalten unter Berücksichtigung von Protolysegleichungen (S1, S6, S7, S16, K6), (VB B Z6)</li> <li>• erläutern die unterschiedlichen Reaktionsgeschwindigkeiten von starken und schwachen Säuren mit unedlen Metallen oder Salzen anhand der unterschiedlichen Gleichgewichtslage der Protolysereaktionen (S3, S7, S16),</li> <li>• leiten die Säure-/Base-Konstante und den <math>pK_s/pK_b</math>-Wert von Säuren und Basen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes ab und berechnen diese (S7, S17),</li> <li>• interpretieren die Gleichgewichtslage von Protolysereaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und die daraus resultierenden Säure-/Base-Konstanten (S2, S7),</li> <li>• berechnen pH-Werte wässriger Lösungen von Säuren und Basen auch bei nicht vollständiger Protolyse (S17),</li> <li>• definieren den Begriff der Reaktionsenthalpie und grenzen</li> </ul> |

|  |   |  |   |
|--|---|--|---|
|  | <p>Praktikum zur Konzentrationsbestimmung Säuren und Basen in verschiedenen Reinigern auch unter Berücksichtigung mehrprotoniger Säuren</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> |  | <p>diesen von der inneren Energie ab (S3),</p> <ul style="list-style-type: none"> <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 hypothesesgeleitete Experimente zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4),</li> <li>• führen das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung mittels Indikator durch und werten die Ergebnisse auch unter Berücksichtigung einer Fehleranalyse aus (E5, E10, K10),</li> <li>• bestimmen die Reaktionsenthalpie der Neutralisationsreaktion von starken Säuren mit starken Basen kalorimetrisch und vergleichen das Ergebnis mit Literaturdaten (E5, K1), (MKR 2.1, 2.2)</li> <li>• beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen 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</li> </ul> |
|--|---|--|---|

|  |  |   |   |
|--|--|---|---|
|  |  |   | die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8).   |
| <p><b>Unterrichtsvorhaben II</b></p> <p><b>Salze – hilfreich und lebensnotwendig!</b></p> <p><i>Welche Stoffeigenschaften sind verantwortlich für die vielfältige Nutzung verschiedener Salze?</i></p> <p><i>Lässt sich die Lösungswärme von Salzen sinnvoll nutzen?</i></p> <p><i>Welche Bedeutung haben Salze für den menschlichen Körper?</i></p> <p>ca. 26 UStd.</p> | <p>Einstiegsdiagnose zur Ionenbindung</p> <p>Praktikum zu den Eigenschaften von Salzen und zu ausgewählten Nachweisreaktionen der verschiedenen Ionen in den Salzen</p> <p>Untersuchung der Löslichkeit schwerlöslicher Salze zur Einführung des Löslichkeitsprodukts am Beispiel der Halogenid-Nachweise mit Silbernitrat</p> <p>Praktikum zur Untersuchung der Lösungswärme verschiedener Salze zur Beurteilung der Eignung für den Einsatz in selbsterhitzenden und kühlenden Verpackungen</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><b>Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Puffersysteme</li> <li>- Löslichkeitsgleichgewichte</li> <li>- analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen</li> <li>- energetische Aspekte: Lösungsenthalpie, Entropie</li> <li>- Ionengitter, Ionenbindung</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Wirkung eines Puffersystems auf Grundlage seiner Zusammensetzung (S2, S7, S16),</li> <li>• berechnen den pH-Wert von Puffersystemen anhand der Henderson-Hasselbalch-Gleichung (S17),</li> <li>• erklären endotherme und exotherme Lösungsvorgänge bei Salzen unter Einbeziehung der Gitter- und Solvationsenergie und führen den spontanen Ablauf eines endothermen Lösungsvorgangs auf die Entropieänderung zurück (S12, K8),</li> <li>• erklären Fällungsreaktionen auf der Grundlage von Löslichkeitsgleichgewichten (S2, S7),</li> <li>• weisen ausgewählte Ionensorten (Halogenid-Ionen, Ammonium-Ionen, Carbonat-Ionen) salzartiger Verbindungen qualitativ nach (E5),</li> <li>• interpretieren die Messdaten von Lösungsenthalpien verschiedener Salze unter Berücksichtigung der Entropie (S12, E8),</li> <li>• beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von 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</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>die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8). (VB B Z3)</p>   |
| <p><b>Unterrichtsvorhaben III</b></p> <p><b>Mobile Energieträger im Vergleich</b></p> <p><i>Welche Faktoren bestimmen die Spannung und die Stromstärke zwischen verschiedenen Redoxsystemen?</i></p> <p><i>Wie sind Batterien und Akkumulatoren aufgebaut?</i></p> <p><i>Wie kann die Leistung von Akkumulatoren berechnet und bewertet werden?</i></p> <p>ca. 24 USt.</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>Messen von weiteren galvanischen Zellen, Berechnung der Zellspannung bei Standardbedingungen (mithilfe von Animationen), Bildung von Hypothesen zur Spannungsreihe, Einführung der Spannungsreihe</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> </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 Nernst-Gleichung die jeweilige Zellspannung (S3, S17, E6, K11), (MKR 1.2)</li> <li>• erläutern und vergleichen den Aufbau und die Funktion</li> </ul> |

|  |   |  |   |
|--|---|--|---|
|  | <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> <p>Lernaufgabe Bewertung: Vergleich der Leistung, Ladezyklen, Energiedichte verschiedener Akkumulatoren für verschiedene Einsatzgebiete; Diskussion des Einsatzes mit Blick auf nachhaltiges Handeln (Kriterien-Entwicklung)</p> |  | <p>ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen sowie möglicher Zellspannungen (S10, S12, S16, K9),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, 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> |
|--|---|--|---|

| <b>Unterrichtsvorhaben IV</b>  |  | <b>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</b>  |   |
|--|--|---|---|
| <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>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>- Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung)</p> <p>- alternative Energieträger</p> <p>- Energiespeicherung</p> <p>- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz und Zweiter der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern und vergleichen den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Brennstoffzelle) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen sowie möglicher Zellspannungen (S10, S12, S16, K9),</li> <li>• erklären am Beispiel einer Brennstoffzelle die Funktion der heterogenen Katalyse unter Verwendung geeigneter Medien (S8, S12, K11),</li> <li>• erklären die für eine Elektrolyse benötigte Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (S12, K8),</li> <li>• interpretieren energetische Erscheinungen bei Redoxreaktionen auf die Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit unter Berücksichtigung der Einschränkung durch den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik (S3, S12, K10),</li> <li>• berechnen die freie Enthalpie bei Redoxreaktionen (S3, S17, K8),</li> <li>• erklären die Herleitung elektrochemischer und thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten (Faraday, Nernst, Gibbs-Helmholtz) aus experimentellen Daten (E8, S17, K8),</li> <li>• ermitteln die Leistung einer elektrochemischen Spannungsquelle an einem Beispiel (E5, E10, S17),</li> <li>• ermitteln die</li> </ul> |

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
|  | <p>Vergleich von Brennstoffzelle und Akkumulator: Warum ist die Leistung eines Akkumulators temperatur-abhängig? (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>Standardreaktionsenthalpien ausgewählter Redoxreaktionen unter Anwendung des Satzes von Hess auch rechnerisch (E2, E4, E7, S16, S 17, K2),</p> <ul style="list-style-type: none"> <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</p> | <p><b>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung)</li> <li>- Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz</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 Z3)</li> <li>• diskutieren ökologische und ökonomische Aspekte der elektrolytischen Gewinnung eines Stoffes unter Berücksichtigung der Faraday-Gesetze (B10, B13, E8,</li> </ul> |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  | Berechnung der Ausbeute im Verhältnis der eingesetzten Energie   |  | K13), (VB D Z 3)<br><ul style="list-style-type: none"> <li>beurteilen Folgen von Korrosionsvorgängen und adäquate Korrosionsschutzmaßnahmen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B12, B14, E1). (VB D Z3)</li> </ul>  |
| <p><b>Unterrichtsvorhaben VI</b></p> <p><b>Quantitative Analyse von Produkten des Alltags</b></p> <p><i>Wie hoch ist die Säure-Konzentration in verschiedenen Lebensmitteln?</i></p> <p>ca. 18 UStd.</p> | <p>Wiederholung der Konzentrationsbestimmung mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt am Beispiel der Bestimmung des Essigsäuregehalts in Speiseessig</p> <p>Bestimmung der Essigsäurekonzentration in Aceto Balsamico zur Einführung der potentiometrischen pH-Wert-Messung 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><b>Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- analytische Verfahren: Säure-Base-Titrationen (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve), potentiometrische pH-Wert-Messung</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>- galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung)</li> <li>- Redoxtitration</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>sagen den Verlauf von Titrationskurven von starken und schwachen Säuren und Basen anhand der Berechnung der charakteristischen Punkte (Anfangs-pH-Wert, Halbäquivalenzpunkt, Äquivalenzpunkt) voraus (S10, S17),</li> <li>planen hypothesengeleitet Experimente zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4),</li> <li>werten pH-metrische Titrationen 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> </ul> |

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
|  | Bewertungsaufgabe zur kritischen Reflexion zur Nutzung von Konservierungsmitteln bzw. Antioxidantien anhand erhobener Messdaten |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• ermitteln die Ionenkonzentration von ausgewählten Metall- und Nichtmetallionen mithilfe der Nernst-Gleichung aus Messdaten galvanischer Zellen (E6, E8, S17, K5)</li> </ul> |
|--|---|--|--|

#### Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase II – Leistungskurs (ca. 114 UStd.)

| Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)  | Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben   | Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte   | Konkretisierte Kompetenzerwartungen   |
|--|---|---|---|
|  |   |   | Die Schülerinnen und Schüler ...  |
| <b>Unterrichtsvorhaben VII</b><br><b>Vom Erdöl zur Kunststoffverpackung</b><br><i>Aus welchen Kunststoffen bestehen Verpackungsmaterialien und welche Eigenschaften haben diese Kunststoffe?</i><br><i>Wie lässt sich Polyethylen aus Erdöl herstellen?</i><br><i>Wie werden Verpackungsabfälle aus Kunststoff entsorgt?</i><br>ca. 44 UStd. | Einstiegsdiagnose zu den organischen Stoffklassen (funktionelle Gruppen, Nomenklatur, Isomerie, Struktur-Eigenschaftsbeziehungen)<br>Recherche zu verschiedenen Kunststoffen (z. B. Name des Kunststoffs, Monomere) für Verpackungsmaterialien anhand der Recyclingzeichen<br>Praktikum zur Untersuchung von Kunststoffeigenschaften anhand von Verpackungsmaterialien (u. a. Kratzfestigkeit, Bruchsicherheit, Verformbarkeit, Brennbarkeit)<br>Materialgestützte Auswertung der Experimente zur Klassifizierung der Kunststoffe<br>Materialgestützte Erarbeitung des Crackprozesses zur Herstellung von | <b>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe</li> <li>- Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>- Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Chiralität</li> <li>- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster und zweiter Ordnung</li> </ul> <b>Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere)</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 auch mit digitalen Werkzeugen dar (S1, E7, K11),</li> <li>• erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13),</li> <li>• erläutern auch mit digitalen Werkzeugen die Reaktionsmechanismen unter Berücksichtigung der spezifischen Reaktionsbedingungen (S8, S9, S14, E9, K11),</li> <li>• schließen mithilfe von spezifischen Nachweisen der Reaktionsprodukte (Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen, Chlorid- und Bromid-Ionen) auf den</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 Nomenklurregeln 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>Materialgestützte Erarbeitung der radikalischen Polymerisation am Beispiel von LD-PE und HD-PE</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation (Mechanismus der radikalischen Polymerisation)</li> <li>- Rohstoffgewinnung und -verarbeitung</li> <li>- Recycling: Kunststoffverwertung, Wertstoffkreisläufe</li> <li>- technisches Syntheseverfahren</li> </ul> | <p>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,) (S11, S13),</li> <li>• klassifizieren Kunststoffe anhand ihrer Eigenschaften begründet nach Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren (S1, S2),</li> <li>• erläutern die Verknüpfung von Monomermolekülen zu Makromolekülen mithilfe von Reaktionsgleichungen an einem Beispiel (S4, S12, S16),</li> <li>• erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (S4, S14, S16),</li> <li>• beschreiben den Weg eines Anwendungsproduktes von der Rohstoffgewinnung über die Produktion bis zur Verwertung (S5, S10, K1, K2),</li> <li>• erläutern ein technisches Syntheseverfahren (S8, S9),</li> <li>• planen zielgerichtet anhand der Eigenschaften verschiedener Kunststoffe Experimente zur Trennung und Verwertung von Verpackungsabfällen (E4, S2),</li> </ul> |
|--|---|--|---|

|   |  |  |   |
|---|--|--|---|
|   | <p>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>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>Unterrichtsvorhaben VIII</b></p> <p><b>„InnoProducts“ – Werkstoffe nach Maß</b></p> <p><i>Wie werden Werkstoffe für funktionale Regenbekleidung hergestellt und welche besonderen Eigenschaften haben diese Werkstoffe?</i></p> | <p>Einführung in die Lernfirma „InnoProducts“ durch die Vorstellung der hergestellten Produktpalette (Regenbekleidung aus Polyester mit wasserabweisender Beschichtung aus Nanomaterialien)</p> <p>Grundausbildung – Teil 1: Materialgestützte Erarbeitung der Herstellung von Polyestern und Recycling-Polyester einschließlich der Untersuchung der Stoffeigenschaften</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, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe</li> <li>inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>stellen den Aufbau der Moleküle von Vertretern der Stoffklassen der 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> </ul>                               |

|  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| <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>der Polyester</p> <p>Grundausbildung – Teil 2:<br/>Stationenbetrieb zur Erarbeitung der Eigenschaften von Nanopartikeln (Größenordnung von Nanopartikeln, Reaktivität von Nanopartikeln, Eigenschaften von Oberflächenbeschichtungen auf Nanobasis)</p> <p>Grundausbildung – Teil 3:<br/>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 Messebesucher</p> <p>Reflexion der Methode und des eigenen Lernfortschrittes</p> | <p><b>Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften</li> <li>- Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen,</li> <li>- Rohstoff und -verarbeitung</li> <li>- Recycling: Kunststoffverwertung, Wertstoffkreisläufe</li> <li>- Nanochemie: Nanomaterialien, Nanostrukturen, Oberflächeneigenschaften</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Eigenschaften von Kunststoffen aufgrund der molekularen Strukturen (Kettenlänge, Vernetzungsgrad, Anzahl und Wechselwirkung verschiedenartiger Monomere) (S11, S13),</li> <li>• erläutern ein technisches Syntheseverfahren (S8, S9),</li> <li>• beschreiben Merkmale von Nanomaterialien am Beispiel von Alltagsprodukten (S1, S9),</li> <li>• führen eigenständig geplante Experimente zur Untersuchung von Eigenschaften organischer Werkstoffe durch und werten diese aus (E4, E5),</li> <li>• erläutern ermittelte Stoffeigenschaften am Beispiel eines Funktionspolymers mit geeigneten Modellen (E1, E5, E7, S13),</li> <li>• veranschaulichen die Größenordnung und Reaktivität von Nanopartikeln (E7, E8),</li> <li>• erklären eine experimentell ermittelte Oberflächeneigenschaft eines ausgewählten Nanoprodukts anhand der Nanostruktur (E5, S11),</li> <li>• bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung und die Verwendung von Produkten aus Kunststoffen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Perspektive (B9, B12, B13),</li> <li>• vergleichen anhand von Bewertungskriterien Produkte aus</li> </ul> |
|--|--|---|---|

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|   | <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>unterschiedlichen Kunststoffen und leiten daraus Handlungsoptionen für die alltägliche Nutzung ab (B5, B14, K2, K8, K13),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beurteilen die Bedeutung der Reaktionsbedingungen für die Synthese eines Kunststoffs im Hinblick auf Atom- und Energieeffizienz, Abfall- und Risikovermeidung sowie erneuerbare Ressourcen (B1, B10),</li> <li>• recherchieren in verschiedenen Quellen die Chancen und Risiken von Nanomaterialien am Beispiel eines Alltagsproduktes und bewerten diese unter Berücksichtigung der Intention der Autoren (B2, B4, B13, K2, K4),</li> </ul>  |
| <p><b>Unterrichtsvorhaben IX</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</p> | <p><b>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Estergruppe</li> <li>- Elektronenpaarbindung: Oxidationszahlen</li> <li>- Reaktionsmechanismen: Kondensationsreaktion (Estersynthese)</li> <li>- Prinzip von Le Chatelier</li> <li>- Naturstoffe: Fette</li> <li>-</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 (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</li> </ul> |

|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
|   | <p>auch in Bezug auf Ernährungsempfehlungen</p> <p>z.B. Aufbau, Verwendung, Planung der Herstellung des Wachesters Myristylmyristat mit Wiederholung der Estersynthese</p> <p>z.B. Experimentelle Erarbeitung der Synthese von z.B. Myristylmyristat (Mechanismus der Estersynthese, Ermittlung des chemischen Gleichgewichts und der Ausbeute, Einfluss von Konzentrationsänderungen – Le Chatelier, Bedeutung von Katalysatoren)</p> <p>Fortführung einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen</p> |  | <p>Prinzip von Le Chatelier (E4, E5, K13),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>unterscheiden experimentell zwischen gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (E5, E11),</li> <li>beurteilen die Qualität von Fetten hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Verarbeitung im Bereich der Lebensmitteltechnik und der eigenen Ernährung (B7, B8, K8),</li> <li>erläutern ein technisches Syntheseverfahren auch unter Berücksichtigung der eingesetzten Katalysatoren (S8, S9),</li> </ul>  |
| <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</p>   | <p><b>Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems</li> <li>Mesomerie</li> <li>Reaktionsmechanismen: elektrophile Erstsubstitution,</li> <li>Koordinative Bindung: Katalyse</li> <li>Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung</li> <li>Analytische Verfahren: Chromatografie</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> </ul> |

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
|  | <p>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>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>• 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 (E4, E5),</li> <li>• interpretieren Absorptionsspektren ausgewählter Farbstofflösungen (E8, K2),</li> <li>• beurteilen die Möglichkeiten und Grenzen von Modellvorstellungen bezüglich der Struktur organischer Verbindungen und die Reaktionsschritte von Synthesen für die Vorhersage der Bildung von Reaktionsprodukten (B1, B2, K10),</li> <li>• bewerten den Einsatz verschiedener Farbstoffe in Alltagsprodukten aus chemischer, ökologischer und ökonomischer Sicht (B9, B13, S13).</li> </ul> |
|--|---|--|--|

## Kompetenzerwartungen

### **Sachkompetenz**

#### *Chemische Konzepte zum Klassifizieren, Strukturieren, Systematisieren und Interpretieren nutzen*

Die Schülerinnen und Schüler

- S1 beschreiben Ordnungsprinzipien für Stoffe und wenden diese an,
- S2 leiten Voraussagen über die Eigenschaften der Stoffe auf Basis chemischer Strukturen und Gesetzmäßigkeiten an ausgewählten Beispielen begründet ab,
- S3 erklären Phänomene der Stoff- und Energieumwandlung bei chemischen Reaktionen,
- S4 bestimmen an ausgewählten Beispielen Reaktionstypen,
- S5 beschreiben Stoffkreisläufe in Natur oder Technik als Abfolge chemischer Reaktionen.

#### *Chemische Konzepte auswählen und vernetzen*

Die Schülerinnen und Schüler

- S6 unterscheiden begründet zwischen Stoff- und Teilchenebene,
- S7 beschreiben die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen, das dynamische Gleichgewicht und das Donator-Akzeptor-Prinzip und wenden diese an,
- S8 beschreiben an ausgewählten Beispielen Einflussfaktoren auf chemische Reaktionen und Möglichkeiten der Steuerung durch Variation von Reaktionsbedingungen sowie durch den Einsatz von Katalysatoren,
- S9 beschreiben unterschiedliche Reaktivitäten und Reaktionsverläufe,
- S10 nutzen chemische Konzepte zur Vernetzung von Sachverhalten innerhalb der Chemie sowie mit anderen Unterrichtsfächern.

#### *Chemische Zusammenhänge qualitativ-modellhaft erklären*

Die Schülerinnen und Schüler

- S11 erklären an ausgewählten Beispielen die Vielfalt der Stoffe und ihrer Eigenschaften auf der Basis unterschiedlicher Kombinationen und Anordnungen von Teilchen,
- S12 deuten an ausgewählten Beispielen Stoff- und Energieumwandlungen hinsichtlich der Veränderung von Teilchen sowie des Umbaus chemischer Bindungen,
- S13 nutzen vorgegebene Modelle zur chemischen Bindung und zu intra- und intermolekularen Wechselwirkungen,
- S14 beschreiben ausgewählte Reaktionsabfolgen auch auf Teilchenebene,
- S15 unterscheiden den statischen Zustand auf Stoffebene vom dynamischen Zustand auf Teilchenebene.

#### *Chemische Zusammenhänge quantitativ-mathematisch beschreiben*

Die Schülerinnen und Schüler

- S16 entwickeln an ausgewählten Beispielen Reaktionsgleichungen,
- S17 wenden bekannte mathematische Verfahren angeleitet auf chemische Sachverhalte an.

## **Erkenntnisgewinnungskompetenz**

*Fragestellungen und Hypothesen auf Basis von Beobachtungen und Theorien bilden*

Die Schülerinnen und Schüler

- E1 leiten ausgewählte chemische Sachverhalte aus Alltagssituationen ab,
- E2 identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu ausgewählten chemischen Sachverhalten,
- E3 stellen überprüfbare Hypothesen zur Bearbeitung von Fragestellungen auf.

*Fachspezifische Modelle und Verfahren anwenden und zur Untersuchung von Sachverhalten nutzen*

Die Schülerinnen und Schüler

- E4 planen unter Berücksichtigung der Variablenkontrolle Experimente auch zur Prüfung von Hypothesen, Aussagen oder Theorien,
- E5 führen qualitative und quantitative experimentelle Untersuchungen – den chemischen Arbeitsweisen und Sicherheitsregeln entsprechend – durch, protokollieren sie und werten diese unter Anleitung aus,
- E6 nutzen digitale Werkzeuge und Medien zum Aufnehmen, Darstellen und Auswerten von Messwerten, Modellierungen und Simulationen,
- E7 wenden geeignete Real- oder Denkmodelle (z. B. Atommodelle, Periodensystem der Elemente, Formelschreibweise) an und nutzen sie, um chemische Fragestellungen zu bearbeiten.

*Erkenntnisprozesse und Ergebnisse diskutieren*

Die Schülerinnen und Schüler

- E8 finden in erhobenen Daten Strukturen, Beziehungen und Trends, erklären diese und ziehen Schlussfolgerungen,
- E9 diskutieren an ausgewählten Beispielen Möglichkeiten und Grenzen von Modellen,
- E10 diskutieren die eigenen Ergebnisse und den eigenen Prozess der Erkenntnisgewinnung,
- E11 stellen bei der Deutung von Untersuchungsbefunden fachübergreifende Bezüge her.

*Merkmale wissenschaftlicher Aussagen und Methoden charakterisieren und reflektieren*

Die Schülerinnen und Schüler

- E12 reflektieren Möglichkeiten und Grenzen des konkreten Erkenntnisgewinnungsprozesses sowie der gewonnenen Erkenntnisse an ausgewählten Beispielen.

## **Kommunikationskompetenz**

*Informationen erschließen*

Die Schülerinnen und Schüler

- K1 recherchieren angeleitet zu chemischen Sachverhalten in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke passende Quellen aus,
- K2 wählen relevante und aussagekräftige Informationen und Daten zu chemischen Sachverhalten und anwendungsbezogenen Fragen aus, erschließen Informationen aus Quellen mit verschiedenen Darstellungsformen,
- K3 prüfen die Übereinstimmung verschiedener Quellen oder Darstellungsformen im Hinblick auf deren Aussagen,

K4 überprüfen die Vertrauenswürdigkeit verwendeter Quellen und Medien (z. B. anhand ihrer Herkunft und Qualität).

*Informationen aufbereiten*

Die Schülerinnen und Schüler

K5 wählen unterstützende chemische Sachverhalte und Informationen sach-, adressaten- und situationsgerecht aus,

K6 unterscheiden zunehmend sicher zwischen Alltags- und Fachsprache,

K7 nutzen vorgegebene Darstellungsformen für chemische Sachverhalte und überführen diese ineinander,

K8 strukturieren ausgewählte Informationen und leiten Schlussfolgerungen ab.

*Informationen austauschen und diskutieren*

Die Schülerinnen und Schüler

K9 verwenden Fachbegriffe und -sprache zunehmend korrekt,

K10 erklären ausgewählte chemische Sachverhalte und argumentieren fachlich schlüssig,

K11 präsentieren chemische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien,

K12 berücksichtigen die Urheberschaft, belegen verwendete Quellen und kennzeichnen Zitate,

K13 tauschen sich mit anderen über chemische Sachverhalte auch in digitalen kollaborativen Arbeitssituationen aus und reflektieren den eigenen Standpunkt.

**Bewertungskompetenz**

*Sachverhalte und Informationen multiperspektivisch beurteilen*

Die Schülerinnen und Schüler

B1 betrachten Aussagen und Verfahren aus unterschiedlichen Perspektiven und beurteilen diese sachgerecht auf der Grundlage chemischer Kenntnisse,

B2 beurteilen nach vorgegebenen Kriterien die Inhalte verwendeter Quellen und Medien,

B3 beurteilen Daten hinsichtlich ihrer Angemessenheit und Grenzen,

B4 diskutieren die Auswahl von Quellen und Darstellungsformen im Zusammenhang mit der Intention der Autorin/des Autors.

*Kriteriengeleitet Meinungen bilden und Entscheidungen treffen*

Die Schülerinnen und Schüler

B5 entwickeln anhand relevanter Bewertungskriterien Handlungsoptionen in gesellschaftlich- oder alltagsrelevanten Entscheidungssituationen mit fachlichem Bezug,

B6 beurteilen Chancen und Risiken ausgewählter Produkte und Verhaltensweisen fachlich und bewerten diese,

B7 treffen mithilfe festgelegter fachlicher Kriterien begründete Entscheidungen in Alltagssituationen,

B8 beurteilen die Bedeutung fachlicher Kompetenzen in Bezug auf Alltagssituationen,

B9 diskutieren Möglichkeiten und Grenzen chemischer Sichtweisen,

B10 bewerten den gesellschaftlichen und ökologischen Nutzen der angewandten Chemie,

B11 beurteilen grundlegende Aspekte zu Gefahren und Sicherheit in Labor und Alltag.

*Entscheidungsprozesse und Folgen reflektieren*

Die Schülerinnen und Schüler

- B12 beurteilen und bewerten Verfahren und Erkenntnisse in aktuellen gesellschaftlichen Zusammenhängen,
- B13 beurteilen und bewerten Auswirkungen des eigenen Handelns im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer und ökonomischer Perspektive,
- B14 identifizieren Kriterien für Entscheidungen aus chemischer Perspektive.

Stand August 2023