

# Schulinterner Lehrplan

## Chemie Leistungskurs

DIETRICH  
BONHOEFFER  
GYMNASIUM  
NEUNKIRCHEN  
SIEGERLAND



## Qualifikationsphase Q1 + Q2

**Bemerkung:**

*Durch die Umstellung auf das neu bearbeitete Lehrwerk, kann es in Einzelfällen zu fehlerhaften Kapitelbezeichnungen kommen.*

|   | Inhaltliche Aspekte / Kontextbezüge  | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans<br>Die Schülerinnen und Schüler ...  | Elemente Chemie Oberstufe<br>Qualifikationsphase:<br>Umsetzungsimpulse und Bezüge  | Vereinbarungen der Fachkonferenz   |
|---|--|--|--|--|
|   | <p><b>Sicherheitsbelehrung</b></p> <p>Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sonstige Mitarbeit</li> <li>- Klausuren</li> </ul> <p>Lehr- und Lernmittel</p>  |  | <p><u>Anhang Der Umgang mit Chemikalien</u></p> <p><u>Anhang Entsorgung von Chemikalienabfällen</u></p> <p><u>Anhang Gefahren- und Sicherheitshinweise: H- und P-Sätze</u></p>   | <p>Verhalten im Chemieraum:<br/>Grundregeln für das sachgerechte Verhalten und Experimentieren im Chemieunterricht werden aufgegriffen und vertieft.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Leistungsrückmeldungen unter inhalts- und darstellungsbezogenen Kriterien zu Beiträgen der sonstigen Mitarbeit</li> <li>- Klausuren: Anzahl, Bewertung unter Angabe eines Kriterienrasters</li> <li>- Kursmappe DIN A4, kariertes Papier. Kopien sind mit dem Datum des Erhalts einzuheften.</li> </ul>  |
| 0 | <p><b>Inhaltsfeld 2: Säuren, Basen und analytische Verfahren</b></p> <p><b>Kapitel 6: Säuren-Base-Reaktionen und analytische Verfahren</b></p>   |  |  |  |
|   | <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <p>Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen<br/>Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen<br/>Titrationsmethoden im Vergleich</p> <p><b>Kontexte:</b></p> <p>Säuren und Basen in Alltagsprodukten: Starke und schwache Säuren und Basen</p> <p>Konzentrationsbestimmungen von starken und schwachen Säuren bzw. starken und schwachen Basen in Lebensmitteln und Reinigern</p> <p><b>Basiskonzept Struktur-Eigenschaft</b></p> <p>Merkmale von Säuren bzw. Basen<br/>Leitfähigkeit</p> <p><b>Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht</b></p> <p>Autoprotolyse des Wassers<br/>pH-Wert<br/>Stärke von Säuren und Basen</p> | <p><b><u>Umgang mit Fachwissen:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags und beschreiben diese mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted (UF1, UF3),</li> <li>• interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des <math>K_S</math>-Wertes (UF2, UF3),</li> <li>• erläutern die Autoprotolyse und das Ionenprodukt des Wassers (UF1),</li> <li>• berechnen pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen (Hydroxide) (UF2),</li> <li>• klassifizieren Säuren und Basen mithilfe von <math>K_S</math>-, <math>K_B</math>- und <math>pK_S</math>-, <math>pK_B</math>-Werten (UF3),</li> <li>• berechnen pH-Werte wässriger Lösungen einprotoniger schwacher Säuren und entsprechender schwacher Basen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes (UF2).</li> </ul> <p><b><u>Erkenntnisgewinnung:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zeigen an Protolysereaktionen auf, wie sich der Säure-Base-Begriff durch das Konzept von Brønsted verändert hat (E6, E7),</li> <li>• planen Experimente zur Bestimmung der Konzentration von Säuren und Basen in Alltagsprodukten bzw. Proben aus der Umwelt angeleitet und selbstständig (E1, E3),</li> <li>• erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator, führen diese zielgerichtet durch und werten sie aus (E3, E4, E5),</li> <li>• beschreiben eine pH-metrische Titration, interpretieren charakteristische Punkte der Titrationskurve (u.a. Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt) und erklären den Verlauf mithilfe des Protolysekonzepts (E5),</li> <li>• erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen frei beweglicher Ionen (E6),</li> <li>• erläutern die unterschiedlichen Leitfähigkeiten von sauren und alkalischen Lösungen sowie von Salzlösungen gleicher Stoffmengenkonzentration (E6),</li> </ul> | <p><u>6.2 Die Entwicklung des Säure-Base-Begriffs</u></p> <p><u>6.3 Die Säure-Base-Theorie nach BRØNSTED</u><br/>Brønstedsäuren/Protonendonatoren<br/>Brønstedbasen/Protonenakzeptoren<br/>Protolysen<br/>Säure-Base-Paare<br/>Funktionsschema für Säure-Base-Reaktionen<br/>Ampholyte<br/>Schrittweise Protonenabgabe (mehrprotonige Säuren)</p> <p><u>6.4 Die Neutralisationswärme</u><br/>Reaktionswärme<br/>Neutralisationswärme<br/>Ermittlung einer Neutralisationswärme</p> <p><u>6.6 Autoprotolyse des Wassers und pH-Wert</u><br/>Autoprotolyse des Wassers<br/>Ionenprodukt des Wassers<br/>Definition des pH-Wertes<br/>Zusammenhänge zwischen <math>K_w</math>, <math>c(\text{H}_3\text{O}^+)</math>, <math>c(\text{OH}^-)</math> bzw. <math>pK_w</math>, pH, pOH</p> <p><u>6.7 Die Stärke von Säuren und Basen</u><br/>Protolysegleichgewicht<br/>Säure- und Basenkonstante<br/><math>K_S</math>-Wert, <math>pK_S</math>-Wert<br/><math>K_B</math>-Wert, <math>pK_B</math>-Wert</p> | <p>Aufgreifen und Vertiefen von Kenntnissen aus der Sekundarstufe I und der Einführungsphase; es kann sowohl ein Überblick über das gesamte Inhaltsfeld als auch ein Schwerpunkt gelegt werden.</p> <p>Historische Stationen der Entwicklung des Säure-Base-Begriffes; V1 kann genutzt werden, die Gemeinsamkeiten saurer Lösungen im Schülerversuch zu wiederholen, zusammenzuführen oder zu erschließen;</p> <p>Grundlegende Einführung des Säure-Base-Konzepts von BRØNSTED; aus Kap. 6.2 und 6.3 geht die Veränderung des Säure-Base-Begriffs deutlich hervor. Die Deutung der Versuche V2 und V3 untermauert die Verknüpfung der Säure und der Base, der Protonenabgabe mit der Protonenaufnahme. Die Aufgabe A1 erfordert den Umgang mit Strukturformeln, sie kann unterrichtsbegleitend oder als Hausaufgabe eingesetzt werden. Die Aufgaben A2 bis A6 können für die selbstständige Erarbeitung und Vertiefung (Einzelarbeit, Partnerarbeit, arbeitsgleiche Gruppenarbeit) eingesetzt werden.</p> <p>Der Versuch V1 kann arbeitsteilig mit einfachen Mitteln durchgeführt werden. Die thermometrische Titration (V2) ist nicht verpflichtend, lässt sich aber leicht ebenfalls mit einfachen Mitteln durchführen.</p> <p>Titriert man eine saure Lösung mit einer alkalischen Lösung ohne Zugabe eines Indikators, so ist die gleichzeitige Wärmeentwicklung der einzige Hinweis, dass bei der Neutralisation eine chemische Reaktion abläuft.</p> <p>Das Ionenprodukt des Wassers und der pH-Wert lassen sich einsichtig und zügig im Lehrvortrag vermitteln. Die Aufgaben A2 bis A6 können wieder für die selbstständige Erarbeitung und Vertiefung (Einzelarbeit, Partnerarbeit, arbeitsgleiche Gruppenarbeit) eingesetzt werden. Durch die intensive Auseinandersetzung mit den Aufgaben gewinnen die Lerngruppenmitglieder Sicherheit. Der Umgang mit Logarithmen und auch Potenzen ist vielen Schülerinnen und Schülern wenig vertraut. Hier bietet sich als Exkurs das Kapitel „Potenzen und Logarithmen“ aus dem Anhang an.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler müssen pH-Werte wässriger Lösungen (sehr) starker und schwacher einprotoniger Säuren berechnen können. Die Aufgaben A1 und A3 müssen die Lerngruppenmitglieder lösen können. Die Aufgabe A2 regt zu einer kritischen Auseinandersetzung über den Zusammenhang zwischen der Konzentration einer Säure und dem pH-Wert einer sauren Lösung an.</p> |

| Inhaltliche Aspekte / Kontextbezüge  | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans<br>Die Schülerinnen und Schüler ...  | Elemente Chemie Oberstufe<br>Qualifikationsphase:<br>Umsetzungsimpulse und Bezüge   | Vereinbarungen der Fachkonferenz  |
|--|--|---|---|
| <p><b>Basiskonzept Donator-Akzeptor</b><br/>Säure-Base-Konzept von Brønsted<br/>Protonenübergänge bei Säure-Base-Reaktionen<br/>pH-metrische Titration</p> <p><b>Basiskonzept Energie</b><br/>Neutralisationswärme</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben das Verfahren der Leitfähigkeitstiteration (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Säuren bzw. Basen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt und werten vorhandene Messdaten aus (E2, E4, E5),</li> <li>machen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktionen anhand von <math>K_S</math>- und <math>K_B</math>-Werten und von <math>pK_S</math>- und <math>pK_B</math>-Werten (E3),</li> <li>bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5),</li> <li>vergleichen unterschiedliche Titrationsmethoden (u.a. Säure-Base-Titration mit einem Indikator, Leitfähigkeitstiteration, pH-metrische Titration) hinsichtlich ihrer Aussagekraft für ausgewählte Fragestellungen (E1, E4),</li> <li>erklären die Reaktionswärme bei Neutralisationen mit der zugrundeliegenden Protolyse (E3, E6).</li> </ul> <p><b>Kommunikation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>stellen eine Säure-Base-Reaktion in einem Funktionsschema dar und erklären daran das Donator-Akzeptor-Prinzip (K1, K3),</li> <li>dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstiteration und einer pH-metrischen Titration mithilfe graphischer Darstellungen (K1),</li> <li>erklären fachsprachlich angemessen und mithilfe von Reaktionsgleichungen den Unterschied zwischen einer schwachen und einer starken Säure bzw. einer schwachen und einer starken Base unter Einbeziehung des Gleichgewichtskonzepts (K3),</li> <li>recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren unterschiedliche Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4),</li> <li>beschreiben und erläutern Titrationskurven starker und schwacher Säuren (K3),</li> <li>nutzen chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Auswahl eines geeigneten Indikators für eine Titration mit Endpunktsbestimmung (K2).</li> </ul> <p><b>Bewertung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2),</li> <li>bewerten die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen (B1),</li> <li>bewerten durch eigene Experimente gewonnene oder recherchierte Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen auf der Grundlage von Kriterien der Produktqualität oder des Umweltschutzes (B4),</li> <li>beschreiben den Einfluss von Säuren und Basen auf die Umwelt an Beispielen und bewerten mögliche Folgen (B3).</li> </ul> | <p><b>6.8 Protolysen in Salzlösungen</b><br/>Kationen als Säuren<br/>Anionen als Säuren<br/>Neutrale Salzlösungen<br/>Inhaltsstoffe von Lebensmitteln und Reinigern</p> <p><b>6.9 pH-Werte von Säurelösungen</b><br/>pH-Werte starker Säuren<br/>pH-Werte schwacher Säuren</p> <p><b>6.10 pH-Werte von Basenlösungen</b><br/>pH-Werte der wässrigen Lösung starker Basen (Hydroxide) und schwacher Basen</p> <p><b>6.13 pH-metrische Titration</b><br/>Titration einer starken Säure<br/>Titration einer schwachen Säure<br/>Titration einer mehrprotonigen Säure<br/>Äquivalenzpunkt<br/>Wendepunkt<br/>Neutralpunkt<br/>pH-Sprung</p> <p><b>6.14 Halbtiteration</b><br/>Halbäquivalenzpunkt<br/>Bestimmung des <math>K_S</math>-Wertes über die Ermittlung des Halbäquivalenzpunktes</p> <p><b>6.15 Titration und Indikator</b><br/>Indikatorwahl und Titration</p> <p><b>6.16 Leitfähigkeitstiteration</b><br/>Leitfähigkeit von Ionenlösungen<br/>Unterschiedliche Ionenleitfähigkeiten (Ionenäquivalentleitfähigkeit)<br/>Durchführung einer Leitfähigkeitstiteration<br/>Dokumentation der Ergebnisse einer Leitfähigkeitstiteration mithilfe graphischer Darstellungen</p> | <p>Die Schülerinnen und Schüler müssen die pH-Wert-Berechnung wässriger Lösungen starker Basen (Hydroxide) und schwacher Basen (für eine Protonenaufnahme) beherrschen. Die Aufgabe A1 muss deshalb von den Lerngruppenmitgliedern sicher gelöst werden. Die Aufgabe A2a vertieft das Aufstellen von Säure-Base-Reaktionen. Die Bearbeitung der Aufgabe A2b ermöglicht es, sich mit der Strukturformel auseinanderzusetzen und die alkalische Spaltung von Fetten anzusprechen.</p> <p>Die Behandlung von Puffersystemen ist nicht verbindlich. Das Kapitel ermöglicht die Vertiefung der Säure-Base-Reaktionen.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler müssen den Halbäquivalenzpunkt als einen charakteristischen Punkt der Titrationskurve einer schwachen Säure bzw. schwachen Base interpretieren können.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler müssen das Verfahren einer Leitfähigkeitstiteration (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Säuren bzw. Basen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt beschreiben und vorhandene Messdaten auswerten können.</p> <p>Die Bestimmung sowohl der Hydroxid- als auch der Carbonationen in einem festen Rohrreiniger ist anspruchsvoll. Der Versuch bietet sich auch für die Anfertigung einer Facharbeit an. Die Beschränkung auf die Bestimmung der Gesamtbasenkonzentration in einer Titration mit Salzsäure kann sinnvoll sein.</p> <p>In der Auseinandersetzung mit den Versuchsergebnissen und dem Einsatz der Säuren und Basen dieser Alltagsprodukte werden die Kompetenzen der Bewertung in besonderem Maße gefördert.</p> <p>Der Merksatz „Die Wahl des Titrationsverfahrens hängt von den Konzentrationen der Lösungen und den Stärken der Säuren und Basen ab“ drückt genau die Probleme bzw. intellektuellen Chancen einer Diskussion zu Wahl der Methode aus. Die Schülerinnen und Schüler müssen die unterschiedlichen Titrationsmethoden hinsichtlich ihrer Aussagekraft für ausgewählte Fragestellungen vergleichen können. Die beiden Aufgaben A1 und A2 unterstützen den Erwerb der Kompetenz.</p> <p>Die zentralen Begriffe sind verbindlich. Alle Aufgaben können zum Üben und Vertiefen genutzt werden.</p> |

| Inhaltliche Aspekte / Kontextbezüge  | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans<br>Die Schülerinnen und Schüler ...  | Elemente Chemie Oberstufe<br>Qualifikationsphase:<br>Umsetzungsimpulse und Bezüge  | Vereinbarungen der Fachkonferenz   |
|--|--|--|--|
| <b>Inhaltsfeld 3: Elektrochemie</b><br><b>Kapitel 7: Elektrochemie</b>   |  |  |  |
| <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte</b></p> <p>Elektrochemische Gewinnung von Stoffen<br/>Mobile Energiequellen<br/>Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse<br/>Korrosion und Korrosionsschutz</p> <p><b>Kontexte</b></p> <p>Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon<br/>Verzinken gegen Rost<br/>Elektroautos - Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse</p> <p><b>Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht</b></p> <p>Umkehrbarkeit von Redoxreaktionen</p> <p><b>Basiskonzept Donator-Akzeptor</b></p> <p>Spannungsreihe der Metalle und Nichtmetalle<br/>Elektrolyse<br/>Galvanische Zellen<br/>Elektrochemische Korrosion<br/>Korrosionsschutz</p> <p><b>Basiskonzept Energie</b></p> <p>Faraday-Gesetze<br/>elektrochemische Energieumwandlungen<br/>Standardelektrodenpotentiale<br/>Nernst-Gleichung<br/>Kenndaten von Batterien und Akkumulatoren</p> | <p><b>Umgang mit Fachwissen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erklären den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (u.a. Daniell-Element) (UF1, UF3),</li> <li>beschreiben den Aufbau einer Standard-Wasserstoff-Halbzelle (UF1),</li> <li>berechnen Potentialdifferenzen unter Nutzung der Standardelektrodenpotentiale und schließen auf die möglichen Redoxreaktionen (UF2, UF3),</li> <li>berechnen Potentiale und Potentialdifferenzen mithilfe der Nernst-Gleichung und ermitteln Ionenkonzentrationen von Metallen und Nichtmetallen (u.a. Wasserstoff und Sauerstoff) (UF2),</li> <li>erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegender Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4),</li> <li>beschreiben und erläutern Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3),</li> <li>deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF4),</li> <li>erläutern den Aufbau und die Funktionsweise einer Wasserstoff-Brennstoffzelle (UF1, UF3),</li> <li>erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2),</li> <li>erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2),</li> <li>erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge und Maßnahmen zum Korrosionsschutz (u.a. galvanischer Überzug, Opferanode) (UF1, UF3).</li> </ul> <p><b>Erkenntnisgewinnung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7),</li> <li>entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallen/Metallionen und Nichtmetallen/Nichtmetallionen (E3),</li> <li>planen Experimente zum Aufbau galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab (E1, E2, E4, E5),</li> <li>planen Versuche zur quantitativen Bestimmung einer Metallionen-Konzentration mithilfe der Nernst-Gleichung (E4),</li> <li>erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6),</li> </ul> | <p><b>7.1 Mobile Energiequellen</b><br/>Mobile Energiequellen<br/>Historische Batterien<br/>Akkus machen mobil<br/>Lithium-Ionen-Akkumulatoren<br/>Primär- und Sekundärelemente<br/>Kondensatoren als Energiespeicher</p> <p><b>7.2 Oxidation und Reduktion</b><br/>Elektronenübergänge<br/>Redoxreaktionen<br/>Oxidationsmittel<br/>Reduktionsmittel<br/>Korrespondierende Redoxpaare</p> <p><b>7.3 Oxidationszahlen</b><br/>Regeln zur Ermittlung von Oxidationszahlen</p> <p><b>7.6 Die Redoxreihe</b><br/>Redoxreihe der Metalle<br/>Redoxreihe der Nichtmetalle</p> <p><b>7.7 Galvanische Elemente</b><br/>Daniell-Element<br/>Aufbau einer galvanischen Zelle (Halbelement, Anode, Kathode, Pluspol, Minuspol, Diaphragma)<br/>Spannung galvanischer Elemente<br/>Modellhafte Darstellung des Zustandekommens der Spannung eines Daniell-Elements<br/>Volta-Element</p> <p><b>7.8 Die elektrochemische Spannungsreihe</b><br/>Standardwasserstoffelektrode<br/>Standardpotentiale<br/>Messung eines Standardpotentials<br/>Elektrochemische Spannungsreihe</p> <p><b>7.9 Ionenkonzentration und Spannung</b><br/>Aufbau eines Konzentrationselements<br/>Spannung eines Konzentrationselements</p> | <p>Die Kursmitglieder sind bereits in der Einführungsphase mit Oxidationszahlen und Redoxgleichungen in Berührung gekommen (vgl. Kap. 2.13 und 2.14). In der Regel sind das Auffrischen und Systematisieren dieser Kenntnisse und Kompetenzen notwendig. Die Schülerinnen und Schüler nutzen die Kapitel 7.2 und 7.3 weitgehend selbstständig. Zu ihrer Selbstüberprüfung lösen sie die Aufgaben.</p> <p>Redox titrationen sind auch im Leistungskurs nicht verbindlich.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler des Leistungskurses müssen sicher mit der Nernst-Gleichung umgehen. Die Bearbeitung der Aufgabe A1 zeigt, ob die Lerngruppenmitglieder die Nernst-Gleichung sicher formulieren können. Die weiteren Aufgaben sind nach Schwierigkeitsgrad geordnet und sollen von allen Lerngruppenmitgliedern sicher gelöst werden.</p> <p>Das Löslichkeitsprodukt ist auch für Leistungskurse nicht verpflichtend. Das Kapitel bietet aber die Möglichkeit der Vertiefung und verdeutlicht die Chancen der Konzentrationsbestimmung mithilfe der Nernst-Gleichung.</p> <p>Grundlegend sind der Versuch 1 und die Auswertung bis zum Faraday-Gesetz. Die Aufgaben A1 und A2 müssen von den Lerngruppenmitgliedern sicher gelöst werden können.</p> <p>Die verschiedenen Batterietypen können im Selbststudium erarbeitet und danach vorgestellt werden.</p> <p>Das Funktionsprinzip einer Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle ist für Lerngruppenmitglieder in der Regel leicht zu verstehen. Es lohnt sich, die Vorzüge und Schwächen des Einsatzes von Akkumulatoren bzw. Brennstoffzellen für Autos zu diskutieren.</p> <p>Das Kapitel „Korrosion und Korrosionsschutz“ ist für den Leistungskurs grundlegend. Es ist sehr sinnvoll, dieses Kapitel mit dem Kapitel 7.24 „Praktikum Korrosion und Korrosionsschutz“ zu behandeln. Die Lerngruppenmitglieder können dann in einem umfangreicheren Unterrichtsblock selbststeuernd die Experimente durchführen und sich die Sachverhalte aneignen. Die Aufgaben dienen der Eigenkontrolle der Schülerinnen und Schüler und der Überprüfung des Verständnisses der Lehrkraft.</p> |

|   | Inhaltliche Aspekte / Kontextbezüge | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans<br>Die Schülerinnen und Schüler ...   | Elemente Chemie Oberstufe<br>Qualifikationsphase:<br>Umsetzungsimpulse und Bezüge  | Vereinbarungen der Fachkonferenz |
|---|-------------------------------------|---|--|----------------------------------|
|   |                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5),</li> <li>entwickeln aus vorgegebenen Materialien galvanische Zellen und treffen Vorhersagen über die zu erwartende Spannung unter Standardbedingungen (E1, E3),</li> <li>werten Daten elektrochemischer Untersuchungen mithilfe der Nernst-Gleichung und der Faraday-Gesetze aus (E5),</li> <li>schließen aus experimentellen Daten auf elektrochemische Gesetzmäßigkeiten (u.a. Faraday-Gesetze) (E6).</li> </ul> <p><b><u>Kommunikation:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1),</li> <li>stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3),</li> <li>recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3),</li> <li>argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4),</li> <li>recherchieren Beispiele für elektrochemische Korrosion und Möglichkeiten des Korrosionsschutzes (K2, K3).</li> </ul> <p><b><u>Bewertung:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern und beurteilen die elektrolytische Gewinnung eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B3),</li> <li>vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle, Alkaline-Zelle) (B1),</li> <li>diskutieren die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie (B4),</li> <li>diskutieren Möglichkeiten der elektrochemischen Energiespeicherung als Voraussetzung für die zukünftige Energieversorgung (B4),</li> <li>diskutieren ökologische Aspekte und wirtschaftliche Schäden, die durch Korrosionsvorgänge entstehen können (B2),</li> <li>bewerten für konkrete Situationen ausgewählte Methoden des Korrosionsschutzes bezüglich ihres Aufwandes und Nutzens (B3, B2).</li> </ul> | <p><b><u>7.10 Die Nernst-Gleichung</u></b><br/>Nernst-Gleichung für Metall/Metallionen-Halbelement<br/>Nernst Gleichung für Nichtmetallionen/Nichtmetall-Halbelement<br/>Nernst-Gleichung und Massenwirkungsgesetz<br/>Berechnung von Spannungen galvanischer Elemente mit der Nernst-Gleichung<br/>pH-Wert-Messung mit Wasserstoffelektroden<br/>pH-Messung mit der Einstabmesskette<br/>pH-Abhängigkeit von Redoxpotentialen</p> <p><b><u>7.13 Elektrolysen in wässrigen Lösungen</u></b><br/>Elektrolyse<br/>Elektrolysezelle<br/>Zersetzungsspannung<br/>Polarisationsspannung<br/>Abscheidungspotential<br/>Überspannung<br/>Überpotential<br/>Abscheidungspotentiale und Elektrolysen</p> <p><b><u>7.14 Quantitative Betrachtung der Elektrolyse</u></b><br/>Faraday-Gesetze</p> <p><b><u>7.17 Batterien</u></b><br/>Zink-Kohle-Batterie<br/>Alkali-Mangan-Batterie<br/>Zink-Luft-Knopfzelle<br/>Lithium-Mangan-Batterie</p> <p><b><u>7.19 Akkumulatoren</u></b><br/>Bleiakkumulator<br/>Nickel-Metall-Hydrid-Akkumulator<br/>Lithium-Ionen-Akkumulator</p> <p><b><u>7.20 Brennstoffzellen</u></b><br/>Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle<br/>PEM-Brennstoffzelle<br/>Direktmethanol-Brennstoffzelle</p> <p><b><u>7.23 Korrosion und Korrosionsschutz</u></b><br/>Lokalelement<br/>Säurekorrosion<br/>Sauerstoffkorrosion<br/>Rosten<br/>Passiver Korrosionsschutz<br/>Kathodischer Korrosionsschutz</p> |                                  |
| <p><b>Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe</b></p> <p><b>Kapitel 8: Organische Verbindungen und ihre Reaktionswege</b></p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkte: Organische Verbindungen und Reaktionswege, Reaktionsabläufe</b></p> |                                     |   |  |                                  |

|  | Inhaltliche Aspekte / Kontextbezüge   | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans<br>Die Schülerinnen und Schüler ...   | Elemente Chemie Oberstufe<br>Qualifikationsphase:<br>Umsetzungsimpulse und Bezüge   | Vereinbarungen der Fachkonferenz  |
|--|---|---|---|---|
|  | <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b><br/>Organische Verbindungen und Reaktionstypen<br/>radikalische Substitution<br/>nucleophile Substitution<br/>Veresterung und Verseifung<br/>Eliminierung<br/>elektrophile Addition<br/>Reaktionsfolge</p> <p><b>Kontexte:</b><br/>Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt<br/>Vom Erdöl zum Superbenzin</p> <p><b>Basiskonzept Struktur-Eigenschaft</b><br/>Stoffklassen und Reaktionstypen<br/>elektrophile Addition<br/>zwischenmolekulare Wechselwirkungen</p> <p><b>Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht</b><br/>Reaktionssteuerung und Produktausbeute</p> <p><b>Basiskonzept Donator-Akzeptor</b><br/>Reaktionsschritte</p> | <p><b>Umgang mit Fachwissen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den Aufbau der Moleküle (u.a. Strukturisomerie) und die charakteristischen Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihre chemischen Reaktionen (u.a. Veresterung, Oxidationsreihe der Alkohole) (UF1, UF3),</li> <li>• erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften vorher (UF1),</li> <li>• erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4),</li> <li>• klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3),</li> <li>• formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und einer nucleophilen Substitution und erläutern diese (UF1),</li> <li>• verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4),</li> <li>• erklären Reaktionsabläufe unter dem Gesichtspunkt der Produktausbeute und Reaktionsführung (UF4).</li> </ul> <p><b>Erkenntnisgewinnung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen (sowohl im niedermolekularen (als auch im makromolekularen) Bereich) (E4),</li> <li>• schätzen das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen aus den Molekülstrukturen ab (u.a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3).</li> </ul> <p><b>Kommunikation:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3),</li> <li>• beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle den Verlauf ausgewählter chemischer Reaktionen in Teilschritten (K3),</li> <li>• präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3),</li> <li>• recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).</li> </ul> | <p><u>Aufbau organischer Moleküle und charakteristische Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihrer chemischen Reaktionen (Veresterung, Oxidationsreihe)</u></p> <p><u>8.5 Halogenierung der Alkane</u><br/>Bromierung von Heptan<br/>Substitution</p> <p><u>8.6 Exkurs Radikalische Substitution</u><br/>Reaktionsschritte der radikalischen Substitution<br/>Energiebilanz der Chlorierung von Methan<br/>Energiediagramm der Reaktion von Chlor mit Methan</p> <p><u>8.7 Aus Halogenalkanen entstehen Alkohole - S<sub>N</sub>-Reaktionen</u><br/>S<sub>N</sub>1<br/>S<sub>N</sub>2</p> <p><u>8.13 Reaktionen der Alkene - elektrophile Addition</u><br/>Additionsreaktion<br/>elektrophile Addition<br/>Verlauf einer elektrophilen Addition nach Markownikow</p> <p><u>8.14 Vom C4-Schnitt zur organisch-chemischen Synthese</u><br/>Reaktionsfolge<br/>Stoffkreislauf<br/>Erhöhung der Klopffestigkeit von Benzin durch MTBE bzw. ETBE</p> | <p>Die radikalische Reaktion ist auch für den Leistungskurs nicht zwingend zu behandeln. Allerdings ist die radikalische Polymerisation verbindlich. Die radikalische Substitution ist für Schülerinnen und Schüler als erster Reaktionsmechanismus leichter zu durchschauen.</p> <p>Mit diesem Kapitel ist diese Unterrichtseinheit zunächst abgeschlossen. Sie kann aber sehr sinnvoll mit einem Ausblick auf Biodiesel und Biotreibstoffe erweitert werden. Dadurch werden die Kompetenzerwartungen der Bewertung unterstützt.</p> <p>Anknüpfung an den Aufbau von Estern, Vergleich von Diesel und Biodiesel (V1, A4). Es bietet sich die Einbeziehung des Kapitels 4.12 Erneuerbare Energiequellen mit den Impulsen „Biotreibstoff - pro und contra“ an.</p> |

|   | Inhaltliche Aspekte / Kontextbezüge   | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans<br>Die Schülerinnen und Schüler ...  | Elemente Chemie Oberstufe<br>Qualifikationsphase:<br>Umsetzungsimpulse und Bezüge   | Vereinbarungen der Fachkonferenz  |
|---|---|--|---|---|
|   |   | <p><b>Bewertung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3),</li> <li>• diskutieren Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3),</li> <li>• beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).</li> <li>• bewerten die Grenzen chemischer Modellvorstellungen über die Struktur organischer Verbindungen und die Reaktionsschritte von Synthesen für die Vorhersage der Bildung von Reaktionsprodukten (B4).</li> </ul>   |   |   |
| <p><b>Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe</b></p> <p><b>Kapitel 9: Aromaten</b></p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt: Organische Verbindungen und Reaktionswege, Reaktionabläufe</b></p> |   |  |   |   |
|   | <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b><br/>Organische Verbindungen und Reaktionstypen<br/>Benzol als aromatisches System und elektrophile Ersts- und Zweitsubstitution<br/>zwischenmolekulare Wechselwirkungen</p> <p><b>Kontexte:</b><br/>Erforschung des Benzols</p> <p><b>Basiskonzept Struktur-Eigenschaft</b><br/>Stoffklassen und Reaktionstypen<br/>Benzol, Phenol und das aromatische System<br/>elektrophile Erst- und Zweitsubstitution am Aromaten<br/>Vergleich von elektrophiler Addition und elektrophiler Substitution<br/>zwischenmolekulare Wechselwirkungen</p> <p><b>Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht</b><br/>Reaktionssteuerung und Produktausbeute</p> <p><b>Basiskonzept Donator-Akzeptor</b><br/>Reaktionsschritte</p> | <p><b>Umgang mit Fachwissen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern das Reaktionsverhalten von aromatischen Verbindungen (u.a. Benzol, Phenol) und erklären dies mit Reaktionsschritten der elektrophilen Erst- und Zweitsubstitution (UF1, UF2).</li> </ul> <p><b>Erkenntnisgewinnung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen (sowohl im niedermolekularen (als auch im makromolekularen) Bereich (E4),</li> <li>• vergleichen ausgewählte organische Verbindungen und entwickeln Hypothesen zu deren Reaktionsverhalten aus den Molekülstrukturen (u.a. I-Effekt, M-Effekt, sterischer Effekt) (E3),</li> <li>• analysieren und vergleichen die Reaktionsschritte unterschiedlicher Reaktionstypen (u.a. elektrophile Addition und elektrophile Substitution) (E6),</li> <li>• machen eine Voraussage über den Ort der elektrophilen Zweitsubstitution am Aromaten und begründen diese mit dem Einfluss des Ersts-Substituenten (E3, E6),</li> <li>• beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und erläutern Grenzen dieser Modellvorstellung (E6, E7),</li> <li>• stellen Erkenntnisse der Strukturchemie in ihrer Bedeutung für die Weiterentwicklung der Chemie (u.a. Aromaten, Makromoleküle) dar (E7).</li> </ul> | <p><b>9.1 Aromaten und Arzneimittel</b><br/>Benzol<br/>Phenol<br/>Aromastoffe</p> <p><b>9.2 Erforschung des Benzols</b><br/>Isolierung und Benennung des Benzols<br/>Eigenschaften des Benzols<br/>Molekülbau und Reaktivität des Benzols</p> <p><b>9.3 Bindungsverhältnisse im Benzolmolekül</b><br/>Struktur des Benzolmoleküls<br/>Bindungen im Benzolmolekül<br/>Mesomerie und Grenzformeln</p> <p><b>9.4 Mesomerie und Aromatizität</b><br/>Grenzformeln und Regeln<br/>Hückel Regel<br/>Heterocyclische Aromaten<br/>Polycyclische Aromaten</p> <p><b>9.5 Exkurs Das Benzolmolekül im Orbitalmodell</b><br/>Orbitale<br/>Elektronenkonfiguration des C-Atoms<br/>sp<sup>2</sup>- und sp<sup>2</sup>-Hybridisierung<br/>σ- und π-Bindung</p> | <p>Das Kapitel „Aromaten“ kann auch direkt mit dem Kapitel „Organische Farbstoffe“ (Inhaltlicher Schwerpunkt: Farbstoffe und Farbigkeit) verknüpft werden, allerdings taucht der Benzolring auch bei Kunststoffen auf. Es ist deshalb lohnenswert, die Aromaten in einer Unterrichtseinheit separat zu behandeln und dabei die besonderen Bindungsverhältnisse herauszuarbeiten.</p> <p>Es genügt, sich zunächst auf Benzol, Phenol und die Aromastoffe zu fokussieren, da diese im Mittelpunkt des Kompetenzerwerbs für Leistungskurse stehen.</p> <p>Die Entdeckung des Benzols und die Strukturaufklärung sind faszinierend und bieten sich an, den historisch-genetischen Weg der Strukturaufklärung in Ausschnitten aufzugreifen. Die Aufgaben A1, A2 und A3 eignen sich gut, der Strukturaufklärung des Benzolmoleküls nachzuvollziehen. Der Benennung der Isomere des Dibrombenzols kann mithilfe von B4 nachgegangen werden.</p> <p>Die Bindungsverhältnisse im Benzolmolekül können rein beschreibend dargestellt werden, dieses entspricht der Kompetenzerwartung der Erkenntnisgewinnung auch im Leistungskurs.<br/>Die Hydrierungsenergie und die Mesomerieenergie müssen nicht behandelt werden.</p> |

|  | Inhaltliche Aspekte / Kontextbezüge   | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans<br>Die Schülerinnen und Schüler ...  | Elemente Chemie Oberstufe<br>Qualifikationsphase:<br>Umsetzungsimpulse und Bezüge  | Vereinbarungen der Fachkonferenz   |
|--|---|--|--|--|
|  |   | <p><b><u>Kommunikation:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3),</li> <li>• recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3),</li> </ul> <p><b><u>Bewertung:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).</li> <li>• bewerten die Grenzen chemischer Modellvorstellungen über die Struktur organischer Verbindungen und die Reaktionsschritte von Synthesen für die Vorhersage der Bildung von Reaktionsprodukten (B4).</li> </ul>   | <p><b><u>9.6 Halogenierung von Benzol</u></b><br/>elektrophile Ersts substitution</p> <p><b><u>9.7 Reaktionsmechanismen im Vergleich</u></b><br/>elektrophile Addition und elektrophile Substitution im Vergleich<br/>Substitutionsreaktion in der Seitenkette und am Benzolring</p> <p><b><u>9.8 Benzolderivate</u></b><br/>Phenol<br/>Nitrobenzol<br/>Anilin<br/>Toulo<br/>Benzylalkohol, Benzaldehyd, Benzoesäure</p> <p><b><u>9.9 Zweitsubstitution an Aromaten</u></b><br/>Geschwindigkeit der Zweitsubstitution<br/>Ort der Zweitsubstitution<br/>I-Effekt<br/>M-Effekt<br/>Grenzformeln des Phenolmoleküls<br/>Grenzformeln des Nitrobenzolmoleküls<br/>Carbokation und Zweitsubstitution</p> | <p>Schülerinnen und Schüler des Leistungskurses müssen die Reaktionsschritte unterschiedlicher Reaktionstypen (u.a. elektrophile Addition und elektrophile Substitution) analysieren und vergleichen können.</p> <p>In Kurzreferaten können Stoffe aus den Kapiteln 9.8 und 9.14 vorgestellt werden.</p> <p>Die Kapitel 9.10 bis 9.13 können zur individuellen Schwerpunktsetzung außerhalb der verpflichtenden Inhalte genutzt werden.</p>  |
| <p><b>Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe</b></p> <p><b>Kapitel 10: Kunststoffe</b></p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt: Organische Werkstoffe</b></p> |   |  |  |  |
|  | <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b><br/>Organische Werkstoffe<br/>Organische Verbindungen und Reaktionstypen</p> <p><b>Kontexte:</b><br/>Maßgeschneiderte Werkstoffe</p> <p><b>Basiskonzept Struktur-Eigenschaft</b><br/>Stoffklassen und Reaktionstypen<br/>Eigenschaften makromolekularer Verbindungen<br/>Polykondensation und radikalische Polymerisation</p> | <p><b><u>Umgang mit Fachwissen:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4),</li> <li>• erklären Reaktionsabläufe unter dem Gesichtspunkt der Produktausbeute und Reaktionsführung (UF4),</li> <li>• erklären den Aufbau von Makromolekülen aus Monomer-Bausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u.a. Polyester, Polyamide, Polycarbonate) (UF1, UF3),</li> <li>• beschreiben und erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF 3),</li> <li>• erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF3, UF4).</li> </ul> | <p><b><u>10.2 Eigenschaften und Struktur der Kunststoffe</u></b><br/>Einteilung der Kunststoffe in:<br/>- Thermoplaste<br/>- Duroplaste (Duromere)<br/>- Elastomere<br/>kristallin, teilkristallin, amorph<br/>zwischenmolekulare Kräfte</p> <p><b><u>10.3 Kunststoffe durch Polymerisation</u></b><br/>Radikalische Polymerisation<br/>Polymerisate:<br/>- Polyethen<br/>- Polypropen<br/>- Polystyrol<br/>- Polyvinylchlorid<br/>- Polyacrylnitril<br/>- Polymethylmethacrylat<br/>- Polytetrafluorethen</p>   | <p>Polyester und Polyamide müssen wie auch die Polykondensation den Lerngruppenmitgliedern vertraut sein. Wichtig ist es, dass die funktionellen Gruppen sowohl der Monomere als auch der Polymere sicher identifiziert werden können.</p> <p>Die Polyaddition ist nicht verbindlich, allerdings vervollständigt der Blick auf die weit verbreiteten Produkte durch Polyaddition die Möglichkeit der Gewinnung von Polymeren. Die Schülerinnen und Schüler müssen Polyadditionen nicht selbstständig formulieren können, sie sollen aber eine vorgegebene Reaktionsgleichung erläutern können.</p> <p>Über die Verarbeitung der Polymerisate, Polykondensate und Polyaddukte erhalten die Schülerinnen und Schüler eine Vorstellung über den Weg vom Reaktionsprodukt zum Produkt des Alltags. Es bieten sich zusätzlich zu dem Schülerbuchkapitel der Filmeinsatz und der Besuch eines kunststoffverarbeitenden Betriebes an.</p> |



| Inhaltliche Aspekte / Kontextbezüge   | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans<br>Die Schülerinnen und Schüler ...  | Elemente Chemie Oberstufe<br>Qualifikationsphase:<br>Umsetzungsimpulse und Bezüge   | Vereinbarungen der Fachkonferenz   |
|---|--|---|--|
| <p>Zwischenmolekulare Wechselwirkungen</p> <p><b>Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht</b></p> <p>Reaktionssteuerung und Produktausbeute</p> <p><b>Basiskonzept Donator-Akzeptor</b></p> <p>Reaktionsschritte</p> | <p><b><u>Erkenntnisgewinnung:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4),</li> <li>• untersuchen Kunststoffe auf ihre Eigenschaften, planen dafür zielgerichtete Experimente (u.a. zum thermischen Verhalten), führen diese durch und werten sie aus (E1, E2, E4, E5),</li> <li>• ermitteln Eigenschaften von organischen Werkstoffen und erklären diese anhand der Struktur (u.a. Thermoplaste, Elastomere und Duromere) (E5).</li> </ul> <p><b><u>Kommunikation:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3),</li> <li>• präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3),</li> <li>• recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3),</li> <li>• demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3),</li> <li>• beschreiben und diskutieren aktuelle Entwicklungen im Bereich organischer Werkstoffe und Farbstoffe unter vorgegebenen und selbstständig gewählten Fragestellungen (K4).</li> </ul> <p><b><u>Bewertung:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3),</li> <li>• diskutieren und bewerten Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3).</li> </ul> | <p><b><u>10.4 Copolymere</u></b><br/>Möglichkeiten der Copolymerisation<br/>ABS-Copolymere<br/>Styrol-Butadien-Copolymere</p> <p><b><u>10.5 Kunststoffe durch Polykondensation</u></b><br/>Polyester<br/>Polycarbonate<br/>Polyesterharz<br/>Polyamide<br/>Perlon</p> <p><b><u>10.6 Kunststoffe durch Addition</u></b><br/>Polyaddition<br/>Epoxidharze<br/>Elastanfasern</p> <p><b><u>10.8 Kunststoffe im Alltag</u></b><br/>Bauindustrie<br/>Elektroindustrie<br/>Compact-Discs<br/>Kunststoffe im Auto<br/>Synthesefasern<br/>Atmungsaktive Membranen</p> <p><b><u>10.13 Praktikum Herstellung von Kunststoffen</u></b><br/>Härtung eines Epoxidharzklebers<br/>Alleskleber aus Polystyrol und Essigsäureethylester<br/>Folien aus PVC<br/>Kunststoff aus Citronensäure und Glycerin</p> | <p>Die vielfältigen Aspekte und Inhalte dieses Kapitels bieten Chancen für Referate, Recherchen und Versuchsplanungen (z.B. Untersuchung eines Superabsorbers).</p> <p>Bei genügender Zeit lohnt es sich die drei Exkurskapitel 10.10 bis 10.13 als Grundlage für projektorientiertes Arbeiten einzusetzen.</p> <p>Alle Aufgaben sind für das Üben und Vertiefen geeignet.</p> |

| Inhaltliche Aspekte / Kontextbezüge   | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans<br>Die Schülerinnen und Schüler ...  | Elemente Chemie Oberstufe Qualifikationsphase:<br>Umsetzungsimpulse und Bezüge  | Vereinbarungen der Fachkonferenz   |
|---|--|---|--|
| <b>Inhaltsfeld 4: Organische Produkte - Werkstoffe und Farbstoffe</b><br><b>Kapitel 11: Organische Farbstoffe</b><br><b>Inhaltlicher Schwerpunkt: Farbstoffe und Farbigkeit, Konzentrationsbestimmung durch Lichtabsorption</b>   |  |   |  |
| <b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b><br>Farbstoffe und Farbigkeit<br>Konzentrationsbestimmung durch Lichtabsorption<br><br><b>Basiskonzept Struktur-Eigenschaft</b><br>Molekülstruktur und Farbigkeit<br><br><b>Basiskonzept Donator-Akzeptor</b><br>Reaktionsschritte<br><br><b>Basiskonzept Energie</b><br>Spektrum und Lichtabsorption<br>Energiestufenmodell zur Lichtabsorption<br>Lambert-Beer-Gesetz | <p><b><u>Umgang mit Fachwissen:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>geben ein Reaktionsschema für die Synthese eines Azofarbstoffes an und erläutern die Azokupplung als elektrophile Zweitsubstitution (UF1, UF3),</li> <li>erklären die Farbigkeit von vorgegebenen Stoffen (u.a. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe) durch Lichtabsorption und erläutern den Zusammenhang zwischen Farbigkeit und Molekülstruktur mithilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-/Akzeptorgruppen) (UF1, E6).</li> </ul> <p><b><u>Erkenntnisgewinnung:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe) (E6),</li> <li>werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5),</li> <li>berechnen aus Messwerten zur Extinktion mithilfe des Lambert-Beer-Gesetzes die Konzentration von Farbstoffen in Lösungen (E5),</li> <li>stellen Erkenntnisse der Strukturchemie in ihrer Bedeutung für die Weiterentwicklung der Chemie (u.a. Aromaten, Makromoleküle) dar (E7).</li> </ul> <p><b><u>Kommunikation:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3),</li> <li>beschreiben und diskutieren aktuelle Entwicklungen im Bereich organischer Werkstoffe und Farbstoffe unter vorgegebenen und selbstständig gewählten Fragestellungen (K4).</li> </ul> <p><b><u>Bewertung:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>gewichten Analyseergebnisse (u.a. fotometrische Messung) vor dem Hintergrund umweltrelevanter Fragestellungen (B1, B2),</li> <li>beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).</li> </ul> | <p><b><u>11.1 Farbstoffe und Farbigkeit</u></b><br/>           Das Spektrum des sichtbaren Lichtes<br/>           Signalfarben<br/>           Naturfarben<br/>           Lebensmittelfarben<br/>           Wirkung von Farben<br/>           Indikatorfarbstoffe<br/>           Malerfarben aus Steinkohlenteer</p> <p><b><u>11.2 Licht und Farbe</u></b><br/>           Licht und Energie<br/>           Entstehung von Farbe<br/>           Komplementärfarben<br/>           Additive Farbmischung<br/>           Subtraktive Farbmischung<br/>           Monochromatisches Licht</p> <p><b><u>11.3 Kolorimetrie und Fotometrie</u></b><br/>           Kolorimetrie<br/>           Farbe und Licht<br/>           Fotometrie<br/>           Transmissionsgrad<br/>           Absorptionsgrad<br/>           Extinktion</p> <p><b><u>11.4 Struktur und Farbe</u></b><br/>           Farbe und Molekülstruktur<br/>           Absorptionssysteme<br/>           M-Effekt</p> <p><b><u>11.6 Farbstoffklassen</u></b><br/>           Azofarbstoffe<br/>           Absorptionssysteme bei Azofarbstoffen<br/>           pH-Abhängigkeit von Azofarbstoffen<br/>           Die Synthese von Azofarbstoffen<br/>           Triphenylmethanfarbstoffe<br/>           Carbonylfarbstoffe</p> <p><b><u>11.7 Lebensmittel Farbstoffe</u></b><br/>           Farbstoffe als Lebensmittelzusatzstoffe<br/>           Natürliche Lebensmittel Farbstoffe<br/>           Synthetische Lebensmittel Farbstoffe<br/>           Praktikum<br/>           V1 Isolieren von Lebensmittel Farbstoffen<br/>           V2 Redoxeigenschaften eines blauen Lebensmittel Farbstoffs<br/>           V3 Identifizieren eines Farbstoffgemisches</p> | <p>Wichtig sind die Zusammenhänge zwischen der Farbe (Wellenlänge) des sichtbaren Lichts und der Energie der Photonen und zwischen der Farbe des absorbierten Lichts und der zugehörigen Komplementärfarbe.<br/>           Die Aufgabe A1 muss von allen Kursmitgliedern gelöst werden.</p> <p>Das Kapitel bietet Leistungskursmitgliedern einen grundlegenden Einblick in die Kolorimetrie und die Fotometrie. Absorptionsspektren müssen sicher erstellt und interpretiert werden. Die Berechnung der Konzentration von Farbstoffen aus der Extinktion muss beherrscht werden.</p> <p>Die Lebensmittel Farbstoffe bieten einen Anknüpfungspunkt an die Kompetenzerwartung der Bewertung (... beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4)).</p> <p>Insgesamt bieten die Kapitel 11.7, 11.8 und 11.9 vielfältige Möglichkeiten zur Unterstützung von Facharbeiten und zur Mitarbeit an Wettbewerben.</p> <p>Der Umgang mit Farben und Färbeverfahren ist bei Schülerinnen und Schülern sehr beliebt. Das Praktikum bietet sich auch an, den Unterricht aufzulockern, da z.B. der Umgang mit Azofarbstoffen aus Gründen der Gesundheitsgefährdung begrenzt ist.</p> <p>Eine interessante Entwicklung, die Schülerinnen und Schülern einen Einblick in zukunfts-trächtige Technologien erlaubt. Das Kapitel kann auch Ausgangspunkt für Facharbeiten sein.</p> <p>Alle Aufgaben sollten von den Schülerinnen und Schülern gelöst werden können.</p> |

| Inhaltliche Aspekte /<br>Kontextbezüge | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans<br>Die Schülerinnen und Schüler ... | Elemente Chemie Oberstufe<br>Qualifikationsphase:<br>Umsetzungsimpulse und Bezüge | Vereinbarungen der Fachkonferenz |
|--|---|---|----------------------------------|
|  |   |   |                                  |

|   | Inhaltliche Aspekte /<br>Kontextbezüge | Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans<br>Die Schülerinnen und Schüler ... | Elemente Chemie Oberstufe<br>Qualifikationsphase:<br>Umsetzungsimpulse und Bezüge | Vereinbarungen der Fachkonferenz |
|---|--|---|---|----------------------------------|
|   |  |   |   |                                  |
| 0 |  |   |   |                                  |

## Kompetenzbereiche und Kompetenzerwartungen bis zum Ende der Qualifikationsphase

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| <b>UF: Umgang mit Fachwissen</b>  | <b>Schülerinnen und Schüler können ...</b>   |
| UF1 Wiedergabe                    | Phänomene und Sachverhalte im Zusammenhang mit Theorien, übergeordneten Prinzipien und Gesetzen der Chemie beschreiben und erläutern,  |
| UF2 Auswahl                       | zur Lösung chemischer Probleme zielführende Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen chemischen Größen angemessen und begründet auswählen,  |
| UF3 Systematisierung              | chemische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren,  |
| UF4 Vernetzung                    | Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines gut vernetzten chemischen Wissens erschließen und aufzeigen.   |
| <b>E: Erkenntnisgewinnung</b>     | <b>Schülerinnen und Schüler können ...</b>   |
| E1 Probleme und Fragestellungen   | selbstständig in unterschiedlichen Kontexten chemische Probleme identifizieren, analysieren und in Form chemischer Fragestellungen präzisieren,  |
| E2 Wahrnehmung und Messung        | komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden,  |
| E3 Hypothesen                     | mit Bezug auf Theorien, Konzepte, Modelle und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten,   |
| E4 Untersuchungen und Experimente | Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften durchführen oder deren Durchführung beschreiben,         |
| E5 Auswertung                     | Daten/Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder auch mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern,   |
| E6 Modelle                        | Modelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen chemische Prozesse erklären oder vorhersagen,   |
| E7 Arbeits- und Denkweisen        | bedeutende naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen.   |
| <b>K: Kommunikation</b>           | <b>Schülerinnen und Schüler können ...</b>   |
| K1 Dokumentation                  | bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden,   |
| K2 Recherche                      | zu chemischen und anwendungsbezogenen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen, |
| K3 Präsentation                   | chemische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren,   |
| K4 Argumentation                  | sich mit anderen über chemische Sachverhalte und Erkenntnisse kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen.  |
| <b>B: Bewertung</b>               | <b>Schülerinnen und Schüler können ...</b>   |
| B1 Kriterien                      | fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Maßstäbe bei Bewertungen von naturwissenschaftlich-technischen Sachverhalten unterscheiden und angeben,  |
| B2 Entscheidungen                 | Auseinandersetzungen und Kontroversen zu chemischen und anwendungsbezogenen Problemen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Standpunkte auf der Basis von Sachargumenten vertreten,               |
| B3 Werte und Normen               | an Beispielen von Konfliktsituationen mit chemischen Hintergründen kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten,  |
| B4 Möglichkeiten und Grenzen      | begründet die Möglichkeiten und Grenzen chemischer und anwendungsbezogener Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten.                       |