

**SCHULTERNER LEHRPLAN FÜR DAS FACH CHEMIE**

Stand: Februar 2020



## **INHALTSVERZEICHNIS**

I. DIE FACHGRUPPE CHEMIE AM PIUS-GYMNASIUM	3
1. SEKUNDARSTUFE	4
1.1. INHALTSFELDER UND ZUORDNUNG DER UNTERRICHTSVORHABEN	4
1.2. UNTERRICHTSVORHABEN	5
2. SEKUNDARSTUFE II	20
2.1. INHALTSFELDER	20
2.1.1. EINFÜHRUNGSPHASE	20
2.1.2. QUALIFIKATIONSPHASE GRUNDKURS	32
2.1.3. QUALIFIKATIONSPHASE LEISTUNGSKURS	52
2.2. ÜBERSICHTSRASTER KOMPETENZEN	72
3. ASPEKTE DER NACHHALTIGKEIT UND DES UMWELTSCHUTZES IM CHEMIEUNTERRICHT	73
4. WERTEERZIEHUNG IM CHEMIEUNTERRICHT	73
5. BEWERTUNGSKRITERIEN	74
5.1. PÄDAGOGISCHER LEISTUNGSBEGRIFF	74
5.2. BEURTEILUNGSBEREICH „SONSTIGE MITARBEIT“	74
5.3. BEURTEILUNGSBEREICH „KLAUSUREN“	75
6. FACHARBEITEN	77

## I. Die Fachgruppe Chemie am Pius-Gymnasium

Das Pius-Gymnasium befindet sich in Aachen, der westlichsten Großstadt Deutschlands. Zurzeit unterrichten ca. 80 Lehrerinnen und Lehrer um die 1000 Schülerinnen und Schüler, die sowohl aus dem Stadtteil des Schulstandorts stammen aber auch zum Teil erhebliche Anfahrtswege aus weiter gelegenen Aachener Stadtteilen haben. Insgesamt ist die Schülerschaft in ihrer Zusammensetzung vom Leistungspotential eher heterogen.

Der Fachgruppe Chemie ist aus Umfragen bewusst, dass ihr Fach bei der Mehrzahl der Schülerinnen und Schüler noch keinen Spitzenplatz in der Beliebtheitskala der Fächer belegt. Daher sehen sich die Lehrkräfte vor die schwierige Aufgabe gestellt, einerseits durch interessante und z.T. spektakuläre Experimente und Einzelaktionen nachhaltig Begeisterung bei den Schülerinnen und Schülern zu wecken, andererseits aber auch die erforderlichen fachwissenschaftlichen Grundlagen für die spätere, intensivere Beschäftigung mit Chemie zu legen, sei es in einem klassischen Chemiestudium oder in einem Studium der Ingenieurs- oder Materialwissenschaften. Des Weiteren wird im Rahmen eines katholischen Wertegerüstes ein nachhaltiger Umgang mit natürlichen und chemischen Ressourcen fächer- und jahrgangsstufenübergreifend gefördert und den Schülerinnen und Schülern mit chemischen Inhalten verknüpfend vermittelt.

Der folgende Lehrplan stellt eine komplette Überarbeitung dar. In der Sekundarstufe I wurden die bisher getrennt behandelten prozess- und inhaltsbezogenen Kompetenzen miteinander verzahnt und direkt mit den Unterrichtsvorhaben und Inhaltsfeldern verknüpft, sodass sich für den Leser ein nun schlüssiges Bild ergibt, welche Inhaltsfelder durch welche Unterrichtsvorhaben gelehrt und welche Kompetenzen von den Schülerinnen und Schülern erworben werden. Darüber hinaus ist der Lehrplan für die Einführungs- und Qualifikationsphase an den aktuellen Kernlehrplan der Oberstufe angepasst. Dieser orientiert sich am Klett-Lehrwerk, Elemente Chemie - Oberstufe, welcher in diesem Lehrplan zitiert wird.

In den letzten Jahren konnten stets Leistungskurse in Chemie eingerichtet werden. Auch die Kooperation mit dem St. Ursula Gymnasium machte dies möglich. Allgemein verzeichnet das Fach in der Oberstufe einen regen Zulauf, so dass neben dem Leistungskurs immer bis zu drei Grundkurse angeboten werden.

Mit Blick auf die heterogene Zusammensetzung der Schülerschaft besteht ein wesentliches Leitziel der Schule in der individuellen Förderung. Die Fachgruppe Chemie versucht in besonderem Maße, jeden Lernenden in seiner Kompetenzentwicklung möglichst gezielt zu fördern und zu fordern. Außerdem wird angestrebt, Interesse an einem naturwissenschaftlich geprägten Studium oder Beruf zu wecken. In diesem Rahmen werden Schülerinnen und Schüler mit besonderen Stärken im Bereich Chemie unterstützt. Dieses drückt sich u.a. in der regelmäßigen Teilnahme von Schülergruppen an Wettbewerben wie *Jugend forscht*, des *Fuel Cell Wettbewerbs*, *Chem-pions* oder der *Chemieolympiade* aus.

Der Unterricht wird – soweit möglich – innerhalb der Unter- und Mittelstufe parallelisiert, ebenso findet ein reger Material- und Informationsaustausch zwischen den Kollegen statt. Auch in der Oberstufe ist der Austausch zu Inhalten, methodischen Herangehensweisen und zu fachdidaktischen Problemen intensiv, z.B. durch das Stellen von Parallelklausuren. Die Fachgruppe nimmt darüber hinaus regelmäßig an Fortbildungsveranstaltungen teil, um den Kompetenzhorizont der Lehrkräfte zu erweitern, moderne Unterrichtsmethoden und -vorhaben verstärkt einzubinden sowie den aktuellen Sicherheitsvorgaben gebührend nachzukommen.

Im Fach Chemie ist die Erfassung von Daten und Messwerten mit modernen digitalen Medien und Gerätschaften ein wesentlicher, inhaltlicher Aspekt. Der naturwissenschaftlichen Fachgruppe stehen hierfür mobile, leistungsfähige Endgeräte in ausreichender Stückzahl zur Verfügung. Diese werden für digitale Auswertungen, Recherchen, Präsentationen oder ähnliches in den Chemieunterricht eingebunden. Die Ausstattung des Übungsraums und der Chemiesammlung ist umfangreich und bietet die Möglichkeit für die Einbindung vielfältiger erkenntnisstiftender Experimente.

Fachkonferenz Chemie  
Februar 2020

**1. Sekundarstufe I****1.1. Inhaltsfelder und Zuordnung der Unterrichtsvorhaben**

<b>Jahrgang</b>	<b>Inhaltsfelder</b>	<b>Unterrichtsvorhaben</b>
7	IF1 - Stoffe und Stoffeigenschaften	UV 7.1 - Stoffe im Alltag
7	IF2 - Chemische Reaktionen	UV 7.2 - Chemische Reaktionen in unserer Umwelt
7	IF3 - Verbrennung	UV 7.3 - Facetten der Verbrennungsreaktion
8	IF4 - Metalle und Metallgewinnung	UV 8.1 - Vom Rohstoff zum Metall
8	IF5 - Elemente und ihre Ordnung	UV 8.2 - Elemente und ihre Ordnung
8	IF6 - Salze und Ionen	UV 8.3 - Die Welt der Mineralien
9	IF7 - Chemische Reaktionen durch Elektronenübertragung	UV 9.1 - Energie aus chemischen Reaktionen
9	IF8 - Molekülverbindungen	UV 9.2 - Gase in der Atmosphäre UV 9.3 - Ammoniaksynthese / Power to Gas UV 9.4 - Wasser
10	IF9 - Saure und alkalische Lösungen	UV 10.1 - Saure und alkalische Lösungen in unserer Umwelt UV 10.2 - Reaktionen von sauren und alkalischen Lösungen UV 10.3 - Risiken und Nutzen bei der Verwendung saurer und alkalischer Lösungen
10	IF 10 - Organische Chemie	UV 10.4 - Alkane und Alkanole in Natur und Technik UV 10.5 - Vielseitige Kunststoffe

1.2. Unterrichtsvorhaben

UV 7.1: Stoffe im Alltag (ca. 20 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
Wie lassen sich Reinstoffe identifizieren und klassifizieren sowie aus Stoffgemischen gewinnen?	<b>IF1: Stoffe und Stoffeigenschaften</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– messbare und nicht-messbare Stoffeigenschaften</li> <li>– Gemische und Reinstoffe</li> <li>– Stofftrennverfahren</li> <li>– einfache Teilchenvorstellung</li> </ul>	UF1 Wiedergabe und Erklärung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreiben von Phänomenen</li> </ul> UF3 Ordnung und Systematisierung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassifizieren von Stoffen</li> </ul> E1 Problem und Fragestellung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erkennen von Problemen</li> </ul> E4 Untersuchung und Experiment <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführen von angeleiteten und selbstentwickelten Experimenten</li> <li>• Beachten der Experimentierregeln</li> </ul> K1 Dokumentation <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfassen von Protokollen nach vorgegebenem Schema</li> <li>• Anfertigen von Tabellen bzw. Diagrammen nach vorgegebenen Schemata</li> </ul> K2 Informationsverarbeitung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationsentnahme</li> </ul>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen:
Welche Eigenschaften eignen sich zum Identifizieren von Reinstoffen?	Reinstoffe aufgrund charakteristischer Eigenschaften (Schmelztemperatur/Siedetemperatur, Dichte, Löslichkeit) identifizieren (UF1, UF2), eine geeignete messbare Stoffeigenschaft experimentell ermitteln (E4, E5, K1).	<b>Medienkompetenz:</b> Bestimmung des Siedepunktes von Wasser und digitale Auswertung <b>Experiment:</b> Die SuS führen den Versuch der Ermittlung des Siedepunktes von Wasser in GA durch. Die Auswertung erfolgt digital.
Wie lassen sich die Aggregatzustandsänderungen auf Teilchenebene erklären?	Aggregatzustände und deren Änderungen auf der Grundlage eines einfachen Teilchenmodells erklären (E6, K3).	<b>Experiment:</b> Die SuS lernen das Phänomen der unterschiedlichen Aggregatzustände und deren Übergänge an den Beispielen Iod (Sublimation und Resublimation) und Butan (Kondensation durch Druckerhöhung) kennen.
Wie kann man die Verwendungsmöglichkeiten von Stoffen anhand ihrer Eigenschaften beurteilen?	Stoffe aufgrund ihrer Eigenschaften klassifizieren (UF2, UF3), die Verwendung ausgewählter Stoffe im Alltag mithilfe ihrer Eigenschaften begründen (B1, K2).	
Wie lassen sich Reinstoffe aus Stoffgemischen mithilfe physikalischer Trennverfahren gewinnen?	Experimente zur Trennung eines Stoffgemisches in Reinstoffe (Filtration, Destillation) unter Nutzung relevanter Stoffeigenschaften planen und sachgerecht durchführen (E1, E2, E3, E4, K1).	<b>Medienkompetenz:</b> Einsatz von Animationen zur Darstellung einer Chromatographie auf Teilchenebene <b>Experiment:</b> Die SuS führen Stofftrennverfahren (Chromatographie und Trennung eines Stoffgemisches aus Wasser, NaCl und Sand).

UV 7.2: Chemische Reaktionen in unserer Umwelt (ca. 20 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
Woran erkennt man eine chemische Reaktion?	<b>IF2: Chemische Reaktion</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Stoffumwandlung</li> <li>- Energieumwandlung bei chemischen Reaktionen: chemische Energie, Aktivierungsenergie</li> </ul>	UF1 Wiedergabe und Erklärung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Benennen chemischer Phänomene</li> </ul> E2 Beobachtung und Wahrnehmung <ul style="list-style-type: none"> <li>• gezieltes Wahrnehmen und Beschreiben chemischer Phänomene</li> </ul> K1 Dokumentation <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dokumentieren von Experimenten</li> </ul> K4 Argumentation <ul style="list-style-type: none"> <li>• fachlich sinnvolles Begründen von Aussagen</li> </ul>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen:
Woran erkennt man eine chemische Reaktion?	Die Schülerinnen und Schüler können  chemische Reaktionen an der Bildung von neuen Stoffen mit anderen Eigenschaften und in Abgrenzung zu physikalischen Vorgängen identifizieren (UF2, UF3),  einfache chemische Reaktionen sachgerecht durchführen und auswerten (E4, E5, K1),  chemische Reaktionen in Form von Reaktionsschemata in Worten darstellen (UF1, K1),  bei ausgewählten chemischen Reaktionen die Energieumwandlung der in den Stoffen gespeicherten Energie (chemische Energie) in andere Energieformen begründet angeben (UF1),  bei ausgewählten chemischen Reaktionen die Bedeutung der Aktivierungsenergie zum Auslösen einer Reaktion beschreiben (UF1).	<b>Experiment:</b> Die chemische Reaktion wird anhand der Umwandlung von Magnesium zu MgO eingeführt.          <b>Experiment:</b> Überführung von blauem Kupfersulfat in seine wasserfreie Form und umgekehrt   <b>Modell:</b> Modell zur Aktivierungsenergie mit Rundkolben (Saugheber-Modell)
Welche Bedeutung haben chemische Reaktionen für den Menschen?	chemische Reaktionen anhand von Stoff- und Energieumwandlungen auch im Alltag identifizieren (E2, UF4),  die Bedeutung chemischer Reaktionen in der Lebenswelt begründen (B1, K4).	<b>Nachhaltigkeit:</b> Zusammensetzung der Luft - Steigende Schadstoffbelastung (Kraftstoffe: Benzin, Diesel, Erdöl, Gas, Wasserstoff)  Nachteile herkömmlicher Kraftstoffe  Herstellung von Wasserstoff als Kraftstoff

UV 7.3: Facetten der Verbrennungsreaktion (ca. 20 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
Was ist eine Verbrennung?	<p><b>IF3: Verbrennung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Verbrennung als Reaktion mit Sauerstoff: Oxidbildung, Zündtemperatur, Zerteilungsgrad</li> <li>– chemische Elemente und Verbindungen: Analyse, Synthese</li> <li>– Nachweisreaktionen</li> <li>– Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen: Wasser als Oxid</li> <li>– Gesetz von der Erhaltung der Masse</li> <li>– einfaches Atommodell</li> </ul>	<p>UF3 Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einordnen chemischer Sachverhalte</li> </ul> <p>UF4 Übertragung und Vernetzung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hinterfragen von Alltagsvorstellungen</li> </ul> <p>E4 Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführen von Experimenten und Aufzeichnen von Beobachtungen</li> </ul> <p>E5 Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ziehen von Schlüssen</li> </ul> <p>E6 Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erklären mithilfe von Modellen</li> </ul> <p>K3 Präsentation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• fachsprachlich angemessenes Vorstellen chemischer Sachverhalte</li> </ul> <p>B1 Fakten- und Situationsanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Benennen chemischer Fakten</li> </ul> <p>B2 Bewertungskriterien und Handlungsoptionen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufzeigen von Handlungsoptionen</li> </ul>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen:
Wie werden Brände gelöscht?	in vorgegebenen Situationen Handlungsmöglichkeiten zum Umgang mit brennbaren Stoffen zur Brandvorsorge sowie mit offenem Feuer zur Brandbekämpfung bewerten und sich begründet für eine Handlung entscheiden (B2, B3, K4).	<b>Sicherheitserziehung:</b> Brandverhütung und -bekämpfung
Was ist eine Verbrennung?	<p>die Verbrennung als eine chemische Reaktion mit Sauerstoff identifizieren und als Oxidbildung klassifizieren (UF3),</p> <p>den Verbleib von Verbrennungsprodukten (Kohlenstoffdioxid und Wasser) mit dem Gesetz von der Erhaltung der Masse begründen (E3, E6, E7, K3),</p> <p>mit einem einfachen Atommodell Massenänderungen bei chemischen Reaktionen mit Sauerstoff erklären (E5, E6),</p> <p>anhand von Beispielen Reinstoffe in chemische Elemente und Verbindungen einteilen (UF2, UF3).</p>	<p><b>Medienkompetenz:</b> Animation der Verbrennung von Eisenwolle im Teilchenmodell</p> <p><b>Experimente:</b> Oxidation und Massenzunahme (Oxidation von Eisenwolle), Streichholzverbrennung in einem geschlossenem System</p>
Welche Rolle spielt die Luft bzw. der Sauerstoff bei Verbrennungsprozessen?	<p>die wichtigsten Bestandteile des Gasgemisches Luft, ihre Eigenschaften und Anteile nennen (UF1, UF4),</p> <p>Nachweisreaktionen von Gasen (Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoffdioxid) und Wasser durchführen (E4).</p>	<b>Experiment:</b> Nachweis von Gasen durch Kalkwasserprobe, Glimmspanprobe, Knallgasprobe
Wie kann Wasserstoff als Kraftstoff genutzt werden?	<p>Nachweisreaktionen von Gasen (Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoffdioxid) und Wasser durchführen (E4),</p> <p>die Analyse und Synthese von Wasser als Beispiel für die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen beschreiben (UF1),</p> <p>Vor- und Nachteile einer ressourcenschonenden Energieversorgung auf Grundlage der Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen am Beispiel von Wasser abwägen (B1).</p>	<b>Experiment:</b> Hoffman'scher Zersetzungsapparat

UV 8.1: Vom Rohstoff zum Metall (ca. 14 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
Wie lassen sich Metalle aus Rohstoffen gewinnen?	<b>IF4: Metalle und Metallgewinnung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Zerlegung von Metalloxiden</li> <li>– Sauerstoffübertragungsreaktionen</li> <li>– edle und unedle Metalle</li> <li>– Metallrecycling</li> </ul>	UF2 Auswahl und Anwendung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwenden chemischen Fachwissens</li> </ul> UF3 Ordnung und Systematisierung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassifizieren chemischer Reaktionen</li> </ul> E3 Vermutung und Hypothese <ul style="list-style-type: none"> <li>• hypothesengeleitetes Planen einer Versuchsreihe</li> </ul> E7 Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachvollziehen von Schritten der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung</li> </ul> B3 Abwägung und Entscheidung <ul style="list-style-type: none"> <li>• begründetes Auswählen von Handlungsoptionen</li> </ul> B4 Stellungnahme und Reflexion <ul style="list-style-type: none"> <li>• Begründen von Entscheidungen</li> </ul>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen:
Wie wurden und werden Metalle hergestellt?	Die Schülerinnen und Schüler können	
	ausgewählte Metalle aufgrund ihrer Reaktionsfähigkeit mit Sauerstoff als edle und unedle Metalle ordnen (UF2, UF3).	
	chemische Reaktionen, bei denen Sauerstoff abgegeben wird, als Zerlegung von Oxiden klassifizieren (UF3).	
	Experimente zur Zerlegung von ausgewählten Metalloxiden hypothesengeleitet planen und geeignete Reaktionspartner auswählen (E3, E4), Sauerstoffübertragungsreaktionen im Sinne des Donator-Akzeptor-Konzeptes modellhaft erklären (E6), ausgewählte Verfahren zur Herstellung von Metallen erläutern und ihre Bedeutung für die gesellschaftliche Entwicklung beschreiben (E7).	<b>Experimente:</b> Reduktion von Kupferoxid mit Kohlenstoff, Zerlegung von Silberoxid durch Erhitzen, Reduktion von Metalloxiden durch Metalle  <b>Experiment:</b> Thermit-Versuch  <b>Medienkompetenz:</b> Videomaterial zum Hochofen und Geschichte der Metallverarbeitung kritisch reflektieren
Wie lassen sich Metallbrände löschen?	Maßnahmen zum Löschen von Metallbränden auf der Grundlage der Sauerstoffübertragungsreaktion begründet auswählen (B3).	
Wie können Metalle recycelt werden?	die Bedeutung des Metallrecyclings im Zusammenhang mit Ressourcenschonung und Energieeinsparung beschreiben und auf dieser Basis das eigene Konsum- und Entsorgungsverhalten bewerten (B1, B4, K4).	



UV 8.2: Elemente und ihre Ordnung (ca. 30 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<i>Lassen sich die chemischen Elemente anhand ihrer Eigenschaften sinnvoll ordnen?</i>	<p><b>IF5: Elemente und ihre Ordnung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- physikalische und chemische Eigenschaften von Elementen der Elementfamilien: Alkalimetalle, Halogene, Edelgase</li> <li>- Periodensystem der Elemente</li> <li>- differenzierte Atommodelle</li> <li>- Atombau: Elektronen, Neutronen, Protonen, Elektronenkonfiguration</li> </ul>	<p>UF3 Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematisieren chemischer Sachverhalte nach fachlichen Strukturen</li> </ul> <p>E3 Vermutung und Hypothese</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulieren von Hypothesen und Angabe von Möglichkeiten zur Überprüfung</li> </ul> <p>E5 Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ziehen von Schlussfolgerungen aus Beobachtungen</li> </ul> <p>E6 Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreiben und Erklären von Zusammenhängen mit Modellen</li> <li>• Vorhersagen chemischer Vorgänge durch Nutzung von Modellen und Reflektion der Grenzen</li> </ul> <p>E7 Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreiben der Entstehung, Bedeutung und Weiterentwicklung chemischer Modelle</li> </ul>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen:
<i>Wie sind Atome aufgebaut?</i>	<p>die Entwicklung eines differenzierten Kern-Hülle-Modells auf der Grundlage von Experimenten, Beobachtungen und Schlussfolgerungen beschreiben (E2, E6, E7),</p> <p>die Aussagekraft verschiedener Kern-Hülle-Modelle beschreiben (E6, E7).</p>	<b>Medienkompetenz:</b> Animation zum Rutherford Streuversuch
<i>Wie ist der Atomkern aufgebaut?</i>	<p>die Entwicklung eines differenzierten Kern-Hülle-Modells auf der Grundlage von Experimenten, Beobachtungen und Schlussfolgerungen beschreiben (E2, E6, E7),</p> <p>aus dem Periodensystem der Elemente wesentliche Informationen zum Atombau der Hauptgruppenelemente (Elektronenkonfiguration, Atommasse) herleiten (UF3, UF4, K3).</p>	
<i>Wie ist die Atomhülle aufgebaut?</i>	<p>die Entwicklung eines differenzierten Kern-Hülle-Modells auf der Grundlage von Experimenten, Beobachtungen und Schlussfolgerungen beschreiben (E2, E6, E7),</p> <p>die Aussagekraft verschiedener Kern-Hülle-Modelle beschreiben (E6, E7).</p>	
<i>Welche Informationen zum Atombau kann man dem PSE entnehmen?</i>	aus dem Periodensystem der Elemente wesentliche Informationen zum Atombau der Hauptgruppenelemente (Elektronenkonfiguration, Atommasse) herleiten (UF3, UF4, K3).	
<i>Welche typischen Eigenschaften haben Alkalimetalle, Halogene und Edelgase?</i>	<p>Vorkommen und Nutzen ausgewählter chemischer Elemente und ihrer Verbindungen in Alltag und Umwelt beschreiben (UF1),</p> <p>physikalische und chemische Eigenschaften von Alkalimetallen, Halogenen und Edelgasen mithilfe ihrer Stellung im Periodensystem begründet vorhersagen (E3),</p>	<b>Experiment:</b> Reaktivität der (Erd-)Alkalimetalle mit Wasser im LV (Na, K) und SV (Li)
<i>Wie kann man die untersuchten Elemente sortieren?</i>	chemische Elemente anhand ihrer charakteristischen physikalischen und chemischen Eigenschaften den Elementfamilien zuordnen (UF3).	
<i>Welches Element ist für unseren Konsum aktuell besonders bedeutsam?</i>	vor dem Hintergrund der begrenzten Verfügbarkeit eines chemischen Elements bzw. seiner Verbindungen Handlungsoptionen für ein ressourcenschonendes Konsumverhalten entwickeln (B3).	

UV 8.3: Die Welt der Mineralien (ca. 20 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
Wie lassen sich die besonderen Eigenschaften der Salze anhand ihres Aufbaus erklären?	<b>IF6: Salze und Ionen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ionenbindung: Anionen, Kationen, Ionenlücken, Ionenbildung</li> <li>– Eigenschaften von Ionenverbindungen: Kristalle, Leitfähigkeit von Salzschnmelzen/-lösungen</li> <li>– Gehaltsangaben</li> <li>– Verhältnisformel: Gesetz der konstanten Massenverhältnisse, Atomanzahlverhältnis, Reaktionsgleichung</li> </ul>	UF1 Wiedergabe und Erklärung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellen von Bezügen zu zentralen Konzepten</li> </ul> UF2 Auswahl und Anwendung <ul style="list-style-type: none"> <li>• zielgerichtetes Anwenden von chemischem Fachwissen</li> </ul> E6 Modell und Realität <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreiben und Erklären chemischer Vorgänge und Zusammenhänge mithilfe von Modellen</li> </ul> E7 Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten <ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwickeln von Gesetzen und Regeln</li> </ul> B1 Fakten und Situationsanalyse <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identifizieren naturwissenschaftlicher Sachverhalte und Zusammenhänge</li> </ul>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen:
Was sind Salze und wie sind sie aufgebaut?	den Gehalt von Salzen in einer Lösung durch Eindampfen ermitteln (E4),  an einem Beispiel die Salzbildung unter Einbezug energetischer Betrachtungen auch mit Angabe einer Reaktionsgleichung in Ionenschreibweise erläutern (UF2).	<b>Medienkompetenz:</b> Animation zur Veranschaulichung der NaCl-Struktur  <b>Experiment:</b> Synthese von Zinkiodid
Welche besonderen Eigenschaften haben Salze und wie lassen sich diese Eigenschaften erklären?	ausgewählte Eigenschaften von Salzen mit ihrem Aufbau aus Ionen und der Ionenbindung erläutern (UF1),  unter Umwelt- und Gesundheitsaspekten die Verwendung von Salzen im Alltag reflektieren (B1).	
In welchem Verhältnis befinden sich positive und negative Ionen in einem Salz?	an einem Beispiel das Gesetz der konstanten Massenverhältnisse erklären und eine chemische Verhältnisformel herleiten (E6, E7, K1).	<b>Experiment:</b> Reaktion von Kupfer mit Schwefel
Sind Salze schädlich für die Umwelt?	ausgewählte Eigenschaften von Salzen mit ihrem Aufbau aus Ionen und der Ionenbindung erläutern (UF1),  unter Umwelt- und Gesundheitsaspekten die Verwendung von Salzen im Alltag reflektieren (B1).	

UV 9.1: Energie aus chemischen Reaktionen (ca. 16 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
Wie lässt sich die Übertragung von Elektronen nutzbar machen?	<p><b>IF7: Chemische Reaktionen durch Elektronenübertragung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Reaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen</li> <li>– Oxidation, Reduktion</li> <li>– Energiequellen: Galvanisches Element, Akkumulator, Batterie, Brennstoffzelle</li> <li>– Elektrolyse</li> </ul>	<p>UF1 Wiedergabe und Erklärung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erläutern chemischer Reaktionen und Beschreiben der Grundelemente chemischer Verfahren</li> </ul> <p>UF3 Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einordnen chemischer Sachverhalte</li> </ul> <p>UF4 Übertragung und Vernetzung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vernetzen naturwissenschaftlicher Konzepte</li> </ul> <p>E3 Vermutung und Hypothese</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• hypothesengeleitetes Planen von Experimenten</li> </ul> <p>E4 Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anlegen und Durchführen einer Versuchsreihe</li> </ul> <p>E6 Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwenden von Modellen als Mittel zur Erklärung</li> </ul> <p>B3 Abwägung und Entscheidung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• begründetes Auswählen von Maßnahmen</li> </ul>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen:
Wie funktioniert eine Batterie?	<p>die Abgabe von Elektronen als Oxidation einordnen (UF3),</p> <p>die Aufnahme von Elektronen als Reduktion einordnen (UF3),</p> <p>Reaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen als Elektronenübertragungsreaktionen deuten und diese auch mithilfe digitaler Animationen und Teilgleichungen erläutern (UF1),</p> <p>Experimente planen, die eine Einordnung von Metallionen hinsichtlich ihrer Fähigkeit zur Elektronenaufnahme erlauben und diese sachgerecht durchführen (E3, E4),</p> <p>die chemischen Prozesse eines galvanischen Elements und einer Elektrolyse unter dem Aspekt der Umwandlung in Stoffen gespeicherter Energie in elektrische Energie und umgekehrt erläutern (UF2, UF4),</p> <p>Elektronenübertragungsreaktionen im Sinne des Donator-Akzeptor-Prinzips modellhaft erklären (E6),</p> <p>den grundlegenden Aufbau und die Funktionsweise einer Batterie, eines Akkumulators und einer Brennstoffzelle beschreiben (UF1).</p>	<p><b>Medienkompetenz:</b> Animation zur Darstellung eines Eisennagels in CuSO<sub>4</sub>-Lösung</p> <p><b>Experiment:</b> Reaktion von Metallen und Metallsalzlösungen</p> <p><b>Experiment:</b> Aufbau und Funktion eines galvanischen Elements (Daniell-Element)</p> <p><b>Medienkompetenz:</b> Animation zur NaCl-Synthese</p> <p><b>Nachhaltigkeit:</b> erneuerbare Energien (Wind-, Wasser-, Sonnenenergie, Photovoltaik), Energiespeicherung (Akkus, Speicherseen, ...), Problem Rohstoffgewinnung für Akkus (z.B. Lithium)</p>
Wie kann elektrische Energie mit chemischen Reaktionen gespeichert werden?	<p>die chemischen Prozesse eines galvanischen Elements und einer Elektrolyse unter dem Aspekt der Umwandlung in Stoffen gespeicherter Energie in elektrische Energie und umgekehrt erläutern (UF2, UF4),</p> <p>den grundlegenden Aufbau und die Funktionsweise einer Batterie, eines Akkumulators und einer Brennstoffzelle beschreiben (UF1),</p> <p>Kriterien für den Gebrauch unterschiedlicher elektrochemischer Energiequellen im Alltag reflektieren (B2, B3, K2).</p>	<p><b>Experiment:</b> Aufbau und Funktion einer PEM-Brennstoffzelle</p>

UV 9.2: Gase in unserer Atmosphäre (ca. 18 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
Welche Gase befinden sich in der Atmosphäre und wie sind deren Moleküle bzw. Atome aufgebaut?	<b>IF8: Molekülverbindungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– unpolare und polare Elektronenpaarbindung</li> <li>– Elektronenpaarabstoßungsmodell: Lewis-Schreibweise, räumliche Strukturen</li> </ul>	UF1 Wiedergabe und Erklärungen <ul style="list-style-type: none"> <li>• fachsprachlich angemessenes Darstellen chemischen Wissens</li> <li>• Herstellen von Bezügen zu zentralen Konzepten</li> </ul> E6 Modell und Realität <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreiben und Erklären chemischer Vorgänge und Zusammenhänge mithilfe von Modellen</li> </ul> K1 Dokumentation <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwenden fachtypischer Darstellungsformen</li> </ul> K3 Präsentation <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwenden digitaler Medien</li> <li>• Präsentieren chemischer Sachverhalte unter Verwendung fachtypischer Darstellungsformen</li> </ul>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen:
Welche Gase befinden sich in der Atmosphäre und warum sind diese Stoffe gasförmig?	an ausgewählten Beispielen die Elektronenpaarbindung erläutern (UF1), mithilfe der Lewis-Schreibweise den Aufbau einfacher Moleküle beschreiben (UF1).	<b>Modelle:</b> Arbeit mit Molekülbaukästen, Modelle und Modellkritik
Wie ist die räumliche Struktur der Gasmoleküle?	die räumliche Struktur von Molekülen mit dem Elektronenpaarabstoßungsmodell veranschaulichen (E6, K1), unterschiedliche Darstellungen von Modellen kleiner Moleküle auch mithilfe einer Software vergleichend gegenüberstellen (B1, K1, K3).	

UV 9.3: Ammoniaksynthese / Power to Gas (ca. 16 Ustd.) (Ammoniaksynthese)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
Wie lassen sich wichtige Rohstoffe aus Gasen synthetisieren?	<b>IF8: Molekülverbindungen</b> – Katalysator	UF1 Wiedergabe und Erklärung <ul style="list-style-type: none"> <li>fachsprachlich angemessene Erläutern chemischen Wissens</li> </ul> E6 Modell und Realität <ul style="list-style-type: none"> <li>Beschreiben und Erklären chemischer Vorgänge und Zusammenhänge mithilfe von Modellen</li> </ul> K2 Informationsverarbeitung <ul style="list-style-type: none"> <li>selbständiges Filtern von Informationen und Daten aus digitalen Medienangeboten</li> </ul> B2 Bewertungskriterien und Handlungsoptionen <ul style="list-style-type: none"> <li>Festlegen von Bewertungskriterien</li> </ul>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen:
Wie lassen sich Gase zur Synthese neuer Stoffe nutzen?	die Synthese eines Industrierohstoffs aus Synthesegas (z. B. Methan oder Ammoniak) auch mit Angabe von Reaktionsgleichungen erläutern (UF1, UF2), die Wirkungsweise eines Katalysators modellhaft an der Synthese eines Industrierohstoffs erläutern (E6).	<b>Experiment:</b> Katalysierter Abbau eines Eisenthiosulfat-Komplexes mit Kupfer(II)-Ionen
Welche Bedeutung hat Ammoniak für die Welternährung?	Informationen für ein technisches Verfahren zur Industrierohstoffgewinnung aus Gasen mithilfe digitaler Medien beschaffen und Bewertungskriterien auch unter Berücksichtigung der Energiespeicherung festlegen (B2, K2).	
Wie lässt sich überschüssiger Strom in Form von Gasen speichern?  Wie lassen sich diese Gase zur Synthese neuer Stoffe nutzen?	die Synthese eines Industrierohstoffs aus Synthesegas (z. B. Methan oder Ammoniak) auch mit Angabe von Reaktionsgleichungen erläutern (UF1, UF2), die Wirkungsweise eines Katalysators modellhaft an der Synthese eines Industrierohstoffs erläutern (E6), Informationen für ein technisches Verfahren zur Industrierohstoffgewinnung aus Gasen mithilfe digitaler Medien beschaffen und Bewertungskriterien auch unter Berücksichtigung der Energiespeicherung festlegen (B2, K2)	
Ist das „Power-to-Gas“-Verfahren der Schlüssel zur nachhaltigen Energieversorgung?	Informationen für ein technisches Verfahren zur Industrierohstoffgewinnung aus Gasen mithilfe digitaler Medien beschaffen und Bewertungskriterien auch unter Berücksichtigung der Energiespeicherung festlegen (B2, K2).	<b>Nachhaltigkeit:</b> alternative Mobilitätskonzepte (Brennstoffzelle, Elektromobilität, Power to Gas, Wasserstoffantrieb)

UV 9.4: Wasser (ca. 10 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<p>Wie lassen sich die besonderen Eigenschaften des Wassers erklären?</p>	<p><b>IF8 Molekülverbindungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– unpolare und polare Elektronenpaarbindung</li> <li>– Elektronenpaarabstoßungsmodell: Lewis-Schreibweise, räumliche Strukturen, Dipolmoleküle</li> <li>– zwischenmolekulare Wechselwirkungen: Wasserstoffbrücken, Wasser als Lösemittel</li> </ul>	<p>UF1 Wiedergabe und Erklärung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellen von Bezügen zu zentralen Konzepten</li> </ul> <p>E2 Beobachtung und Wahrnehmung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trennen von Beobachtung und Deutung</li> </ul> <p>E6 Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreiben und Erklären chemischer Vorgänge und Zusammenhänge mithilfe von Modellen</li> </ul>

Sequenzierung: Fragestellungen inhaltliche Aspekte	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen:
<p>Welche besonderen Eigenschaften hat Wasser?</p> <p>Wie lassen sich diese besonderen Eigenschaften erklären?</p>	<p>typische Eigenschaften von Wasser mithilfe des Dipol-Charakters der Wassermoleküle und der Ausbildung von Wasserstoffbrücken zwischen den Molekülen erläutern (E2, E6),</p> <p>unterschiedliche Darstellungen von Modellen kleiner Moleküle auch mithilfe einer Software vergleichend gegenüberstellen (B1, K1, K3).</p>	<p><b>Medienkompetenz:</b> Animationen zur Dichteanomalie, Kochsalzlösung und Oberflächenspannung</p> <p><b>Experimente:</b> Ablenkung eines Wasserstrahls, Oberflächenspannung mit Büroklammern verdeutlichen</p>
<p>Warum ändert sich die Temperatur, wenn Salze in Wasser gelöst werden?</p>	<p>die Temperaturänderung beim Lösen von Salzen in Wasser erläutern (E1, E2, E6).</p>	<p><b>Experiment:</b> Lösen von Ammoniumchlorid und NaOH in Wasser, Herstellung eines NaAc-Taschenwärmers</p>

UV 10.1: Saure und alkalische Lösungen in unserer Umwelt (10 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
Welche Eigenschaften haben saure und alkalische Lösungen?	<b>IF9: Saure und alkalische Lösungen</b> - Eigenschaften saurer und alkalischer Lösungen - Ionen in sauren und alkalischen Lösungen	UF3 Ordnung und Systematisierung • Systematisieren chemischer Sachverhalte E1 Problem und Fragestellung • Identifizieren und Formulieren chemischer Fragestellungen E4 Untersuchung und Experiment • zielorientiertes Durchführen von Experimenten E5 Auswertung und Schlussfolgerung • Erklären von Beobachtungen und Ziehen von Schlussfolgerungen

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen:
Welche Gemeinsamkeiten haben saure Lösungen?	die Eigenschaften von sauren und alkalischen Lösungen mit dem Vorhandensein charakteristischer hydratisierter Ionen erklären (UF1), charakteristische Eigenschaften von sauren Lösungen (elektrische Leitfähigkeit, Reaktionen mit Metallen, Reaktionen mit Kalk) und alkalischen Lösungen ermitteln und auch unter Angabe von Reaktionsgleichungen erläutern (E4, E5, E6).	<b>Experiment:</b> Leitfähigkeit mit fester und gelöster Zitronensäure, Äpfelsäure  <b>Medienkompetenz:</b> Recherche zu Säuren und Basen im Alltag
Wie lässt sich Salzsäure herstellen?	die Eigenschaften von sauren und alkalischen Lösungen mit dem Vorhandensein charakteristischer hydratisierter Ionen erklären (UF1), Protonendonatoren als Säuren und Protonenakzeptoren als Basen klassifizieren (UF3), an einfachen Beispielen die Vorgänge der Protonenabgabe und -aufnahme beschreiben (UF1).	
Welche Gemeinsamkeiten haben alkalische Lösungen?	die Eigenschaften von sauren und alkalischen Lösungen mit dem Vorhandensein charakteristischer hydratisierter Ionen erklären (UF1), charakteristische Eigenschaften von sauren Lösungen (elektrische Leitfähigkeit, Reaktionen mit Metallen, Reaktionen mit Kalk) und alkalischen Lösungen ermitteln und auch unter Angabe von Reaktionsgleichungen erläutern (E4, E5, E6).	
Ist Ammoniak-Lösung eine saure oder alkalische Lösung?	die Eigenschaften von sauren und alkalischen Lösungen mit dem Vorhandensein charakteristischer hydratisierter Ionen erklären (UF1), Protonendonatoren als Säuren und Protonenakzeptoren als Basen klassifizieren (UF3), an einfachen Beispielen die Vorgänge der Protonenabgabe und -aufnahme beschreiben (UF1)	

UV 10.2: Reaktionen von sauren mit alkalischen Lösungen (ca. 14 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<i>Wie reagieren saure und alkalische Lösungen miteinander?</i>	<b>IF9: Saure und alkalische Lösungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Neutralisation und Salzbildung</li> <li>- einfache stöchiometrische Berechnungen: Stoffmenge, Stoffmengenkonzentration</li> <li>- Protonenabgabe und -aufnahme an einfachen Beispielen</li> </ul>	UF3 Ordnung und Systematisierung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematisieren chemischer Sachverhalte und Zuordnung zentraler chemischer Konzepte</li> </ul> E3 Vermutung und Hypothese <ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulieren von überprüfbaren Hypothesen zur Klärung von chemischen Fragestellungen. Angabe von Möglichkeiten zur Überprüfung der Hypothesen</li> </ul> E4 Untersuchung und Experiment <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planen, Durchführen und Beobachten von Experimenten zur Beantwortung der Hypothesen</li> </ul> E5 Auswertung und Schlussfolgerung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswerten von Beobachtungen in Bezug auf die Hypothesen und Ableiten von Zusammenhängen</li> </ul> K3 Präsentation <ul style="list-style-type: none"> <li>• sachgerechtes Präsentieren von chemischen Sachverhalten und Überlegungen in Form von kurzen Vorträgen unter Verwendung digitaler Medien</li> </ul>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen:
<i>Was ist eine Neutralisation?</i>	beim Umgang mit sauren und alkalischen Lösungen Risiken und Nutzen abwägen und angemessene Sicherheitsmaßnahmen begründet auswählen (B3), Protonendonatoren als Säuren und Protonenakzeptoren als -basen klassifizieren (UF3), an einfachen Beispielen die Vorgänge der Protonenabgabe und -aufnahme beschreiben (UF1), Neutralisationsreaktionen und Salzbildungen erläutern (UF1), eine ausgewählte Neutralisation auf Teilchenebene als digitale Präsentation gestalten (E6, K3).	<b>Experiment:</b> Neutralisationsreaktion unter dem Aspekt der Energetik
<i>Wird die Lösung immer grün?</i>	an einfachen Beispielen die Vorgänge der Protonenabgabe und -aufnahme beschreiben (UF1), Neutralisationsreaktionen und Salzbildungen erläutern (UF1), ausgehend von einfachen stöchiometrischen Berechnungen Hypothesen und Reaktionsgleichungen zur Neutralisation von sauren bzw. alkalischen Lösungen aufstellen und experimentell überprüfen (E3, E4).	<b>Theorie:</b> Rechnen mit molaren Massen und Gehaltsangaben (Avogadro-Konstante, Mol-Begriff, Konzentrationen)



UV 10.3: Risiken und Nutzen bei der Verwendung saurer und alkalischer Lösungen (ca. 8 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
Wie geht man sachgerecht mit sauren und alkalischen Lösungen um?	<b>IF9: Saure und alkalische Lösungen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Eigenschaften saurer und alkalischer Lösungen</li> <li>- Ionen in sauren und alkalischen Lösungen</li> <li>- Neutralisation und Salzbildung</li> </ul>	E4 Untersuchung und Experiment <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planen und Durchführen von Experimenten</li> </ul> E5 Auswertung und Schlussfolgerung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ziehen von Schlussfolgerungen aus Beobachtungen</li> </ul> K2 Informationsverarbeitung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Filtern von Informationen und Daten aus analogen und digitalen Medienangeboten und Analyse in Bezug auf ihre Qualität</li> </ul> B3 Abwägung und Entscheidung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswählen von Handlungsoptionen nach Abschätzung der Folgen</li> </ul>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen:
Wo wird der pH-Wert im Alltag verwendet und wie lässt er sich chemisch beschreiben?	den pH-Wert einer Lösung bestimmen und die pH-Skala mithilfe von Verdünnungen ableiten (E4, E5, K1),  beim Umgang mit sauren und alkalischen Lösungen Risiken und Nutzen abwägen und angemessene Sicherheitsmaßnahmen begründet auswählen (B3),  Aussagen zu sauren, alkalischen und neutralen Lösungen in analogen und digitalen Medien kritisch hinterfragen (B1, K2).	<b>Experiment:</b> Farborgel mit Rotkohlsaft
Wie verwendet man saure und alkalische Lösungen sicher in Alltag, Technik und Umwelt?	charakteristische Eigenschaften von sauren Lösungen (elektrische Leitfähigkeit, Reaktionen mit Metallen, Reaktionen mit Kalk) und alkalischen Lösungen ermitteln und auch unter Angabe von Reaktionsgleichungen erläutern (E4, E5, E6),  beim Umgang mit sauren und alkalischen Lösungen Risiken und Nutzen abwägen und angemessene Sicherheitsmaßnahmen begründet auswählen (B3),  Aussagen zu sauren, alkalischen und neutralen Lösungen in analogen und digitalen Medien kritisch hinterfragen (B1, K2).	<b>Experiment:</b> Reaktion von Zink mit Salzsäure  <b>Nachhaltigkeit:</b> Versauerung und Erwärmung des Meerwassers, Verschwinden der Korallenriffe

UV 10.4: Alkane und Alkanole in Natur und Technik (ca. 20 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
Wie können Alkane und Alkanole nachhaltig verwendet werden?	<p><b>IF10:</b> Organische Chemie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ausgewählte Stoffklassen der organischen Chemie: Alkane und Alkanole</li> <li>- zwischenmolekulare Wechselwirkungen: Van-der-Waals-Kräfte</li> <li>- Treibhauseffekt</li> </ul>	<p>UF3 Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Systematisieren nach fachlichen Strukturen und Zuordnen zu zentralen chemischen Konzepten</li> </ul> <p>E5 Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interpretieren von Messdaten auf Grundlage von Hypothesen</li> <li>• Reflektion möglicher Fehler</li> </ul> <p>E6 Modelle und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erklären chemischer Zusammenhänge mit Modellen</li> <li>• Reflektieren verschiedener Modelldarstellungen</li> </ul> <p>K2 Informationsverarbeitung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analysieren und Aufbereiten relevanter Messdaten</li> </ul> <p>K4 Argumentation</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• faktenbasiertes Argumentieren auf Grundlage chemischer Erkenntnisse und naturwissenschaftlicher Denkweisen</li> </ul> <p>B4 Stellungnahme und Reflexion</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reflektieren von Entscheidungen</li> </ul>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen:
Wie sind fossile Treibstoffe aufgebaut?	<p>organische Molekülverbindungen aufgrund ihrer Eigenschaften in Stoffklassen einordnen (UF3),</p> <p>ausgewählte organische Verbindungen nach der systematischen Nomenklatur benennen (UF2),</p> <p>räumliche Strukturen von Kohlenwasserstoffmolekülen auch mithilfe von digitalen Modellen veranschaulichen (E6, K1),</p> <p>typische Stoffeigenschaften wie Löslichkeit und Siedetemperatur von ausgewählten Alkanen und Alkanolen ermitteln und mithilfe ihrer Molekülstrukturen und zwischenmolekularen Wechselwirkungen erklären (E4, E5, E6).</p>	<p><b>Modelle:</b> Benutzung des Modellbaukastens zum Nachvollziehen des Aufbaus der Alkane und Alkanole</p> <p><b>Theorie:</b> Nomenklatur nach IUPAC</p>
Was passiert bei der Verbrennung von fossilen und regenerativen Brennstoffen?	<p>Treibhausgase und ihre Ursprünge beschreiben (UF1),</p> <p>Messdaten von Verbrennungsvorgängen fossiler und regenerativer Energierohstoffe digital beschaffen und vergleichen (E5, K2).</p>	<p><b>Nachhaltigkeit:</b> Methanausstoß durch Rindfleischproduktion, Erdöl- und Erdgasförderung (auch Kohleabbau und anderer Bergbau)</p> <p>Kohlendioxidausstoß durch Energiegewinnung</p>
Welche Folgen kann der Einsatz von regenerativen Energieträgern haben?	<p>Vor- und Nachteile der Nutzung von fossilen und regenerativen Energieträgern unter ökologischen, ökonomischen und ethischen Gesichtspunkten diskutieren (B4, K4).</p>	<p><b>Nachhaltigkeit:</b> Treibhauseffekt (Abgrenzung zum Ozonloch, „Klimagase“ Methan, CO<sub>2</sub>, Lachgas, Kippunkte)</p> <p>Ursachen und Folgen des Klimawandels</p>

UV 10.5: Vielseitige Kunststoffe (ca. 8 Ustd.)

Fragestellung	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<i>Warum werden bestimmte Kunststoffe im Alltag verwendet?</i>	<b>IF10:</b> Organische Chemie – Makromoleküle: ausgewählte Kunststoffe	UF 2 Auswahl und Anwendung <ul style="list-style-type: none"> <li>• zielgerichtetes Anwenden von chemischem Fachwissen</li> </ul> B3 Abwägung und Entscheidung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswählen von Handlungsoptionen durch Abwägen von Kriterien und nach Abschätzung der Folgen für Natur, das Individuum und die Gesellschaft</li> </ul> B4 Stellungnahme und Reflexion <ul style="list-style-type: none"> <li>• argumentatives Vertreten von Bewertungen</li> </ul> K4 Argumentation <ul style="list-style-type: none"> <li>• faktenbasierte Argumentieren auf Grundlage chemischer Erkenntnisse und naturwissenschaftlicher Denkweisen</li> </ul>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Schülerinnen und Schüler können	Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen:
<i>Warum bestehen viele Produkte unseres Alltags aus Kunststoffen?</i>	die vielseitige Verwendung von Kunststoffen im Alltag mit ihren Eigenschaften begründen (UF2),  ausgewählte Eigenschaften von Kunststoffen auf deren makromolekulare Struktur zurückführen (E6).	<b>Projekt:</b> PlastiCH - den eigenen Umgang mit Kunststoffen kennenlernen und kritisch reflektieren
<i>Wie funktioniert der Kunststoffkreislauf?</i>	die Abfolge verschiedener Reaktionen in einem Stoffkreislauf erklären (UF4).	
<i>Wie kann ein nachhaltiger Umgang mit Kunststoffprodukten aussehen?</i>	am Beispiel einzelner chemischer Produkte Kriterien hinsichtlich ihrer Verwendung, Ökonomie, Recyclingfähigkeit und Umweltverträglichkeit abwägen und im Hinblick auf ihre Verwendung einen eigenen sachlich fundierten Standpunkt beziehen (B3, B4, K4).	<b>Medienkompetenz:</b> Analysieren und Reflektieren von audiovisuellen Medien, die sich mit der Kunststoffproblematik beschäftigen

- 2. Sekundarstufe II
- 2.1. Inhaltsfelder
- 2.1.1. Einführungsphase

### Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben

<p><b>Unterrichtsvorhaben I:</b></p> <p><b>Kontext:</b> Vom Alkohol zum Aromastoff</p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• UF2 Auswahl</li> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• E2 Wahrnehmung und Messung</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• K2 Recherche</li> <li>• K3 Präsentation</li> <li>• B1 Kriterien</li> <li>• B2 Entscheidungen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organische (und anorganische) Kohlenstoffverbindungen</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 38 Stunden à 45 Minuten</p>	<p><b>Unterrichtsvorhaben II:</b></p> <p><b>Kontext:</b> Kohlenstoffdioxid und das Klima - Die Bedeutung der Ozeane</p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• E1 Probleme und Fragestellungen</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• K4 Argumentation</li> <li>• B3 Werte und Normen</li> <li>• B4 Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gleichgewichtsreaktionen</li> <li>• Stoffkreislauf in der Natur</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 22 Stunden à 45 Minuten</p>
<p><b>Unterrichtsvorhaben III:</b></p> <p><b>Kontext:</b> Methoden der Kalkentfernung im Haushalt</p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• E3 Hypothesen</li> <li>• E5 Auswertung</li> <li>• K1 Dokumentation</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gleichgewichtsreaktionen</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 18 Stunden à 45 Minuten</p>	<p><b>Unterrichtsvorhaben IV:</b></p> <p><b>Kontext:</b> Nicht nur Graphit und Diamant - Erscheinungsformen des Kohlenstoffs</p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF4 Vernetzung</li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• E7 Arbeits- und Denkweisen</li> <li>• K3 Präsentation</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nanochemie des Kohlenstoffs</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 8 Stunden à 45 Minuten</p>
<p><b>Summe Einführungsphase: 86 Stunden</b></p>	

<b>Kontext: Vom Alkohol zum Aromastoff</b>	
<b>Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen</b>	
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organische (und anorganische) Kohlenstoffverbindungen</li> </ul> <p>Zeitbedarf: 38 Std. à 45 Minuten</p>	<p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• UF2 Auswahl</li> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• E2 Wahrnehmung und Messung</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• K2 Recherche</li> <li>• K3 Präsentation</li> <li>• B1 Kriterien</li> <li>• B2 Entscheidungen</li> </ul> <p><b>Basiskonzepte (Schwerpunkt):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basiskonzept Struktur-Eigenschaft</li> <li>• Basiskonzept Donator-Akzeptor</li> </ul>

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartung des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler ...	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<p><b>Wenn Wein umkippt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxidation von Ethanol zu Ethansäure</li> <li>• Aufstellung des Redoxschemas unter Verwendung von Oxidationszahlen</li> <li>• Regeln zum Aufstellen von Redoxschemata</li> </ul>	<p>erklären die Oxidationsreihen der Alkohole auf molekularer Ebene und ordnen den Atomen Oxidationszahlen zu (UF2).</p> <p>beschreiben Beobachtungen von Experimenten zu Oxidationsreihen der Alkohole und interpretieren diese unter dem Aspekt des Donator-Akzeptor-Prinzips (E2, E6).</p>	<p><b>Test zur Eingangsdiagnose</b></p> <p><b>Mind Map</b></p> <p><b>Demonstration</b> von zwei Flaschen Wein, eine davon ist seit 2 Wochen geöffnet.</p> <p><b>Schülerexperiment</b> pH-Wert-Bestimmung, Geruch, Farbe von Wein und "umgekipptem" Wein</p>	<p>Anlage einer Mind Map, die im Laufe der Unterrichtssequenz erweitert wird</p> <p><b>Diagnose</b> Begriffe, die aus der SI bekannt sein müssten: funktionelle Gruppen, Hydroxygruppe, intermolekulare Wechselwirkungen, Redoxreaktionen, Elektronendonator/ -akzeptor, Elektronegativität, Säure, saure Lösung.</p> <p>Nach Auswertung des Tests: Bereitstellung von individuellem Fördermaterial zur Wiederholung an entsprechenden Stellen in der Unterrichtssequenz.</p>
<p><b>Alkohol im menschlichen Körper</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ethanal als Zwischenprodukt der Oxidation</li> <li>• Nachweis der Alkanale</li> <li>• Biologische Wirkungen des Alkohols</li> <li>• Berechnung des Blutalkoholgehaltes Alkotest mit dem Drägerröhrchen (fakultativ)</li> </ul>	<p>dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen, zur Einstellung einer Gleichgewichtsreaktion, zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislaufs) (K1).</p> <p>zeigen Vor- und Nachteile ausgewählter Produkte des Alltags (u.a. Aromastoffe, Alkohole) und ihrer Anwendung auf, gewichten diese und beziehen begründet Stellung zu deren Einsatz (B1, B2).</p>	<p><b>Concept-Map zum Arbeitsblatt</b> „Wirkung von Alkohol“</p> <p><b>Schülerexperiment</b> Fehling- und Tollens-Probe</p> <p><b>Film</b> Historischer Alkotest (fakultativ)</p> <p><b>Niveaudifferenzierte Aufgabe</b> zum Redoxschema der Alkotest Reaktion (fakultativ)</p>	<p><b>Wiederholung</b> Redoxreaktionen</p> <p><b>Vertiefung</b> Essigsäure oder Milchsäuregärung.</p>

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartung des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler ...	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<p><b>Ordnung schaffen: Einteilung organischer Verbindungen in Stoffklassen</b></p> <p><b>Alkane und Alkohole als Lösemittel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Löslichkeit</li> <li>• funktionelle Gruppe</li> <li>• intermolekulare Wechselwirkungen: van-der-Waals Ww. und Wasserstoffbrücken</li> <li>• homologe Reihe und physikalische Eigenschaften</li> <li>• Nomenklatur nach IUPAC</li> <li>• Formelschreibweise: Verhältnis-, Summen-, Strukturformel</li> <li>• Verwendung ausgewählter Alkohole</li> </ul> <p><b>Alkanale, Alkanone und Carbonsäuren - Oxidationsprodukte der Alkanole</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxidation von Propanol</li> <li>• Unterscheidung primärer, sekundärer und tertiärer Alkanole durch ihre Oxidierbarkeit</li> <li>• Gerüst- und Positionsisomere am Beispiel der Propanole</li> <li>• Molekülmodelle</li> <li>• Homologe Reihe der Alkanale, Alkanone und Carbonsäuren</li> <li>• Nomenklatur der Stoffklassen und funktionellen Gruppen</li> <li>• Eigenschaften und Verwendung</li> </ul>	<p>nutzen bekannte Atom- und Bindungsmodelle zur Beschreibung organischer Moleküle und Kohlenstoffmodifikationen (E6).</p> <p>benennen ausgewählte organische Verbindungen mithilfe der Regeln der systematischen Nomenklatur (IUPAC) (UF3).</p> <p>ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein (UF3).</p> <p>erklären an Verbindungen aus den Stoffklassen der Alkane und Alkene das C-C-Verknüpfungsprinzip (UF2).</p> <p>beschreiben den Aufbau einer homologen Reihe und die Strukturisomerie (Gerüst-Isomerie und Positionsisomerie) am Beispiel der Alkane und Alkohole (UF1, UF3).</p> <p>erläutern ausgewählte Eigenschaften organischer Verbindungen mit Wechselwirkungen zwischen den Molekülen (u.a. Wasserstoffbrücken, van-der-Waals-Kräfte) (UF1, UF3).</p> <p>beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle die Strukturen organischer Verbindungen (K3).</p> <p>wählen bei der Darstellung chemischer Sachverhalte die jeweils angemessene Formelschreibweise aus (Verhältnisformel, Summenformel, Strukturformel) (K3).</p> <p>beschreiben den Aufbau einer homologen Reihe und die Strukturisomerie (Gerüst-Isomerie und Positionsisomerie) am Beispiel der Alkane und Alkohole (UF1, UF3).</p>	<p><b>Schülerexperiment</b> Löslichkeit von Alkoholen und Alkanen in verschiedenen Lösemitteln</p> <p><b>Arbeitspapiere</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nomenklaturregeln und -Übungen</li> <li>• intermolekulare Wechselwirkungen</li> </ul> <p><b>Schülerexperiment</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxidation von Propanol mit Kupferoxid</li> <li>• Oxidationsfähigkeit von primären, sekundären und tertiären Alkanolen, z.B. mit <math>\text{KMnO}_4</math></li> </ul> <p><b>Gruppenarbeit</b> Darstellung von Isomeren mit Molekülbaukästen</p> <p><b>Schülerexperiment</b> Lernzirkel Carbonsäuren</p>	<p><b>Wiederholung</b> Elektronegativität, Atombau, Bindungslehre, intermolekulare Wechselwirkungen</p> <p><b>Fächerübergreifender Aspekt Biologie</b> Intermolekulare Wechselwirkungen sind Gegenstand der EF in Biologie (z.B. Proteinstrukturen)</p> <p><b>Wiederholung</b> Säuren und saure Lösungen.</p>

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartung des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler ...	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<p><b>Künstlicher Wein?</b> <b>a) Aromen des Weins</b></p> <p><b>Gaschromatographie zum Nachweis der Aromastoffe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau und Funktion eines Gaschromatographen</li> <li>• Identifikation der Aromastoffe des Weins durch Auswertung von Gaschromatogrammen</li> </ul> <p><b>Vor- und Nachteile künstlicher Aromastoffe</b> Beurteilung der Verwendung von Aromastoffen, z.B. von künstlichen Aromen in Joghurt oder Käseersatz</p> <p><b>Stoffklassen der Ester und Alkene</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• funktionelle Gruppen</li> <li>• Stoffeigenschaften</li> <li>• Struktur-Eigenschafts-Beziehungen</li> </ul>	<p>erläutern die Grundlagen der Entstehung eines Gaschromatogramms und entnehmen diesem Informationen zur Identifizierung eines Stoffes (E5).</p> <p>nutzen angeleitet und selbstständig chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Planung und Auswertung von Experimenten und zur Ermittlung von Stoffeigenschaften (K2).</p> <p>beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester (UF2).</p> <p>erklären an Verbindungen aus den Stoffklassen der Alkane und Alkene das C-C-Verknüpfungsprinzip (UF2).</p> <p>analysieren Aussagen zu Produkten der organischen Chemie (u.a. aus der Werbung) im Hinblick auf ihren chemischen Sachverhalt und korrigieren unzutreffende Aussagen sachlich fundiert (K4).</p> <p>zeigen Vor- und Nachteile ausgewählter Produkte des Alltags (u.a. Aromastoffe, Alkohole) und ihrer Anwendung auf, gewichten diese und beziehen begründet Stellung zu deren Einsatz (B1, B2).</p>	<p><b>Film</b> künstlich hergestellter Wein: Quarks und Co (10.11.2009) ab 34. Minute</p> <p><b>Gaschromatographie Animation</b> Virtueller Gaschromatograph</p> <p><b>Arbeitsblatt</b> Grundprinzip eines Gaschromatographen: Aufbau und Arbeitsweise Gaschromatogramme von Weinaromen</p> <p><b>Diskussion ("Fishbowl")</b> Vor- und Nachteile künstlicher Obstaromen in Joghurt, künstlicher Käseersatz auf Pizza, etc. (Eine Alternative zur "Fishbowl"-Diskussion ist die Anwendung der <b>Journalistenmethode</b>)</p>	<p>Der Film wird empfohlen als Einführung ins Thema „künstlicher Wein“ und zur Vorbereitung der Diskussion über Vor- und Nachteile künstlicher Aromen.</p>
<p><b>b) Synthese von Aromastoffen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estersynthese</li> <li>• Vergleich der Löslichkeiten der Edukte (Alkanol, Carbonsäure) und Produkte (Ester, Wasser)</li> <li>• Veresterung als unvollständige Reaktion</li> </ul>	<p>ordnen Veresterungsreaktionen dem Reaktionstyp der Kondensationsreaktion begründet zu (UF1).</p> <p>führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4).</p> <p>stellen anhand von Strukturformeln Vermutungen zu Eigenschaften ausgewählter Stoffe auf und schlagen geeignete Experimente zur Überprüfung vor (E3).</p>	<p><b>Experiment (Demonstration)</b> Synthese von Essigsäureethylester und Veresterung und Analyse der Produkte</p> <p><b>Schülerexperiment</b> Synthese von Aromastoffen (Fruchtestern).</p> <p><b>Gruppenarbeit:</b> Darstellung der Edukte und Produkte der Estersynthese mit Molekülbaukästen</p>	<p><b>Fächerübergreifender Aspekt Biologie:</b> Veresterung von Aminosäuren zu Polypeptiden in der EF.</p>

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartung des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler ...	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<b>Eigenschaften, Strukturen und Verwendungen organischer Stoffe</b>	<p>recherchieren angeleitet und unter vorgegebenen Fragestellungen die Eigenschaften und Verwendungen ausgewählter Stoffe und präsentieren die Rechercheergebnisse adressatengerecht (K2, K3).</p> <p>beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester (UF2).</p>	<p><b>Recherche und Präsentation (als Wiki, Poster oder Kurzvortrag)</b> Eigenschaften und Verwendung organischer Stoffe</p>	<p>Bei den Ausarbeitungen soll die Vielfalt der Verwendungsmöglichkeiten von organischen Stoffen unter Bezugnahme auf deren funktionelle Gruppen und Stoffeigenschaften dargestellt werden.</p> <p><b>Mögliche Themen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ester als Lösemittel für Klebstoffe und Lacke</li> <li>• Aromastoffe (Aldehyde und Alkohole) und Riechvorgang</li> <li>• Carbonsäuren: Antioxidantien (Konservierungsstoffe)</li> <li>• Weinaromen: Abhängigkeit von Rebsorte oder Anbaugebiet</li> <li>• Terpene (Alkene) als sekundäre Pflanzenstoffe</li> </ul>
<p><b>Herstellung eines Parfums</b> (fakultativ)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Duftpyramide</li> <li>• Duftkreis</li> <li>• Extraktionsverfahren</li> </ul>	<p>führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4).</p>	<p><b>Filmausschnitt</b> "Das Parfum"</p> <p><b>Schülerexperiment</b> Extraktion von Aromastoffen</p>	<p>ggf. Exkursion ins Duftlabor</p>



Planung zum Unterrichtsvorhaben II

<b>Kontext: Kohlenstoffdioxid und das Klima - Die Bedeutung der Ozeane</b>	
<b>Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen</b>	
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffkreislauf in der Natur</li> <li>• Gleichgewichtsreaktionen</li> </ul> <p>Zeitbedarf: 22 Std. à 45 Minuten</p>	<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• E1 Probleme und Fragestellungen</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• K4 Argumentation</li> <li>• B3 Werte und Normen</li> <li>• B4 Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkt):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basiskonzept Struktur-Eigenschaft</li> <li>• Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht</li> </ul>

<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartung des Kernlehrplans</b>	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>
	Die Schülerinnen und Schüler ...		
<b>Kohlenstoffdioxid</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenschaften</li> <li>• Treibhauseffekt</li> <li>• Anthropogene Emissionen</li> <li>• Reaktionsgleichungen</li> <li>• Umgang mit Größengleichungen</li> </ul>	unterscheiden zwischen dem natürlichen und dem anthropogen erzeugten Treibhauseffekt und beschreiben ausgewählte Ursachen und ihre Folgen (E1).	<b>Kartenabfrage</b> Begriffe zum Thema Kohlenstoffdioxid  <b>Information</b> Eigenschaften/ Treibhauseffekt z.B. Zeitungsartikel  <b>Berechnungen</b> zur Bildung von CO <sub>2</sub> aus Kohle und Treibstoffen (Alkane) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufstellen von Reaktionsgleichungen</li> <li>• Berechnung des gebildeten CO<sub>2</sub>s</li> <li>• Vergleich mit rechtlichen Vorgaben</li> <li>• weltweite CO<sub>2</sub>-Emissionen</li> </ul> <b>Information</b> Aufnahme von CO <sub>2</sub> u.a. durch die Ozeane	Der Einstieg dient zur Anknüpfung an die Vorkenntnisse aus der SI und anderen Fächern  Implizite Wiederholung: Stoffmenge n, Masse m und molare Masse M

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartung des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler ...	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<p><b>Löslichkeit von CO<sub>2</sub> in Wasser</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• qualitativ Bildung einer sauren Lösung</li> <li>• quantitativ Unvollständigkeit der Reaktion</li> <li>• Umkehrbarkeit</li> </ul>	<p>führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4).</p> <p>dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen, zur Einstellung einer Gleichgewichtsreaktion, zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislaufes) (K1).</p> <p>nutzen angeleitet und selbstständig chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Planung und Auswertung von Experimenten und zur Ermittlung von Stoffeigenschaften (K2).</p>	<p><b>Schülerexperiment</b> Löslichkeit von CO<sub>2</sub> in Wasser (qualitativ) Aufstellen von Reaktionsgleichungen</p> <p><b>Lehrervortrag</b> Löslichkeit von CO<sub>2</sub> (quantitativ):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Löslichkeit von CO<sub>2</sub> in g/l</li> <li>• Berechnung der zu erwartenden Oxoniumionen Konzentration</li> <li>• Nutzung einer Tabelle zum erwarteten pH-Wert</li> <li>• Vergleich mit dem tatsächlichen pH-Wert</li> </ul> <p><b>Ergebnis</b> Unvollständigkeit der ablaufenden Reaktion</p> <p><b>Lehrer-Experiment</b> Löslichkeit von CO<sub>2</sub> bei Zugabe von Salzsäure bzw. Natronlauge</p> <p><b>Ergebnis</b> Umkehrbarkeit/ Reversibilität der Reaktion</p>	<p>Wiederholung der Stoffmengenkonzentration c</p> <p>Wiederholung: Kriterien für Versuchsprotokolle</p> <p>Vorgabe einer Tabelle zum Zusammenhang von pH-Wert und Oxoniumionenkonzentration</p>
<p><b>Chemisches Gleichgewicht</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition</li> <li>• Beschreibung auf Teilchenebene</li> <li>• Modellvorstellungen</li> </ul>	<p>erläutern die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtszustands an ausgewählten Beispielen (UF1).</p> <p>beschreiben und erläutern das chemische Gleichgewicht mithilfe von Modellen (E6).</p>	<p><b>Lehrervortrag</b> Chemisches Gleichgewicht als allgemeines Prinzip vieler chemischer Reaktionen, Definition</p> <p><b>Arbeitsblatt</b> Umkehrbare Reaktionen auf Teilchenebene ggf. Simulation</p> <p><b>Modellexperiment</b> z.B. Stechheber-Versuch, Kugelspiel</p> <p><b>Vergleichende Betrachtung</b> Chemisches Gleichgewicht auf der Teilchenebene, im Modell und in der Realität</p>	

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartung des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler ...	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<p><b>Ozean und Gleichgewichte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufnahme CO<sub>2</sub></li> <li>• Einfluss der Bedingungen der Ozeane auf die Löslichkeit von CO<sub>2</sub></li> <li>• Prinzip von Le Chatelier</li> <li>• Kreisläufe</li> </ul>	<p>formulieren Hypothesen zur Beeinflussung natürlicher Stoffkreisläufe (u.a. Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) (E3).</p> <p>erläutern an ausgewählten Reaktionen die Beeinflussung der Gleichgewichtslage durch eine Konzentrationsänderung (bzw. Stoffmengenänderung), Temperaturänderung (bzw. Zufuhr oder Entzug von Wärme) und Druckänderung (bzw. Volumenänderung) (UF3).</p> <p>formulieren Fragestellungen zum Problem des Verbleibs und des Einflusses anthropogen erzeugten Kohlenstoffdioxids (u.a. im Meer) unter Einbezug von Gleichgewichten (E1).</p> <p>veranschaulichen chemische Reaktionen zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf grafisch oder durch Symbole (K3).</p>	<p><b>Wiederholung</b> CO<sub>2</sub>- Aufnahme in den Meeren</p> <p><b>Schülerexperimente</b> Einfluss von Druck und Temperatur auf die Löslichkeit von CO<sub>2</sub> ggf. Einfluss des Salzgehalts auf die Löslichkeit</p> <p><b>Beeinflussung von chemischen Gleichgewichten</b> (Verallgemeinerung)</p> <p><b>Puzzlemethode</b> Einfluss von Druck, Temperatur und Konzentration auf Gleichgewichte, Vorhersagen</p> <p><b>Erarbeitung</b> Wo verbleibt das CO<sub>2</sub> im Ozean?</p> <p><b>Partnerarbeit</b> Physikalische/ Biologische Kohlenstoffpumpe</p> <p><b>Arbeitsblatt</b> Graphische Darstellung des marinen Kohlenstoffdioxid-Kreislaufs</p>	<p>Hier nur Prinzip von Le Chatelier, kein MWG</p> <p>Mögliche Ergänzungen (auch zur individuellen Förderung) (fakultativ):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tropfsteinhöhlen</li> <li>• Kalkkreislauf</li> <li>• Korallen</li> </ul>
<p><b>Klimawandel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationen in den Medien</li> <li>• Möglichkeiten zur Lösung des CO<sub>2</sub>-Problems</li> </ul>	<p>recherchieren Informationen (u.a. zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) aus unterschiedlichen Quellen und strukturieren und hinterfragen die Aussagen der Informationen (K2, K4).</p> <p>beschreiben die Vorläufigkeit der Aussagen von Prognosen zum Klimawandel (E7).</p> <p>beschreiben und bewerten die gesellschaftliche Relevanz prognostizierter Folgen des anthropogenen Treibhauseffektes (B3).</p> <p>zeigen Möglichkeiten und Chancen der Verminderung des Kohlenstoffdioxidausstoßes und der Speicherung des Kohlenstoffdioxids auf und beziehen politische und gesellschaftliche Argumente und ethische Maßstäbe in ihre Bewertung ein; sie reflektieren das Phänomen des Klimawandels somit unter dem Aspekt „Bewahrung der Schöpfung“ (B3, B4).</p>	<p><b>Recherche</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• aktuelle Entwicklungen</li> <li>• Versauerung der Meere</li> <li>• Einfluss auf den Golfstrom/ Nordatlantikstrom</li> </ul> <p><b>Podiumsdiskussion</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prognosen</li> <li>• Vorschläge zu Reduzierung von Emissionen</li> <li>• Verwendung von CO<sub>2</sub></li> </ul> <p><b>Zusammenfassung</b> z.B. Film „Treibhaus Erde“ aus der Reihe „Total Phänomenal“ des SWR</p> <p><b>Weitere Recherchen</b></p>	

**Planung zum Unterrichtsvorhaben III**

<b>Kontext: Methoden der Kalkentfernung im Haushalt</b>	
<b>Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen</b>	
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gleichgewichtsreaktionen</li> </ul> Zeitbedarf: 18 Std. à 45 Minuten	<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• E3 Hypothesen</li> <li>• E5 Auswertung</li> <li>• K1 Dokumentation</li> </ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkt):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht</li> <li>• Basiskonzept Energie</li> </ul>

<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartung des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>
<b>Kalkentfernung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktion von Kalk mit Säuren</li> <li>• Beobachtungen eines Reaktionsverlaufs</li> <li>• Reaktionsgeschwindigkeit berechnen</li> </ul>	planen quantitative Versuche (u.a. zur Untersuchung des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion), führen diese zielgerichtet durch und dokumentieren die Ergebnisse (E2, E4).  stellen für Reaktionen zur Untersuchung der Reaktionsgeschwindigkeit den Stoffumsatz in Abhängigkeit von der Zeit tabellarisch und graphisch dar (K1).  erläutern den Ablauf einer chemischen Reaktion unter dem Aspekt der Geschwindigkeit und definieren die Reaktionsgeschwindigkeit als Differenzquotienten $\Delta c/\Delta t$ (UF1).	<b>Brainstorming</b> Kalkentfernung im Haushalt  <b>Schülerversuch</b> Entfernung von Kalk mit Säuren Ideen zur Untersuchung des zeitlichen Verlaufs  <b>Schülerexperiment</b> Planung, Durchführung und Auswertung eines entsprechenden Versuchs (z.B. Auffangen des Gases)  <b>(Haus)aufgabe</b> Ermittlung von Reaktionsgeschwindigkeiten an einem Beispiel	Anbindung an CO <sub>2</sub> -Kreislauf: Sedimentation  Wiederholung Stoffmenge  SuS berechnen die Reaktionsgeschwindigkeiten für verschiedene Zeitintervalle im Verlauf der Reaktion
<b>Einfluss auf die Reaktionsgeschwindigkeit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einflussmöglichkeiten</li> <li>• Parameter (Konzentration, Temperatur, Zerteilungsgrad)</li> <li>• Kollisionshypothese</li> <li>• Geschwindigkeitsgesetz für bimolekulare Reaktion</li> <li>• RGT-Regel</li> </ul>	formulieren Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit und entwickeln Versuche zu deren Überprüfung (E3).  interpretieren den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern (u.a. Oberfläche, Konzentration, Temperatur) (E5).  erklären den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen auf der Basis einfacher Modelle auf molekularer Ebene (u.a. Stoßtheorie nur für Gase) (E6).  beschreiben und beurteilen Chancen und Grenzen der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit und des chemischen Gleichgewichts (B1).	<b>Geht das auch schneller?</b>  <b>Arbeitsteilige Schülerexperimente</b> Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von der Konzentration, des Zerteilungsgrades und der Temperatur  <b>Lerntempoduett</b> Stoßtheorie, Deutung der Einflussmöglichkeiten  <b>Erarbeitung</b> Einfaches Geschwindigkeitsgesetz, Vorhersagen  <b>Diskussion</b> RGT-Regel, Ungenauigkeit der Vorhersagen	ggf. Simulation

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartung des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<b>Einfluss der Temperatur</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergänzung Kollisionshypothese</li> <li>• Aktivierungsenergie</li> <li>• Katalyse</li> </ul>	<p>interpretieren ein einfaches Energie-Reaktionsweg-Diagramm (E5, K3).</p> <p>beschreiben und erläutern den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit mithilfe vorgegebener graphischer Darstellungen (UF1, UF3).</p>	<p><b>Wiederholung</b> Energie bei chemischen Reaktionen</p> <p><b>Unterrichtsgespräch</b> Einführung der Aktivierungsenergie</p> <p><b>Schülerexperiment</b> Katalysatoren, z.B. bei der Zersetzung von Wasserstoffperoxid</p>	<p>Empfohlen wird der Film „Wilhelm Ostwald und die Katalyse“ (Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik)</p>
<b>Chemisches Gleichgewicht quantitativ</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiederholung Gleichgewicht</li> <li>• Hin- und Rückreaktion</li> <li>• Massenwirkungsgesetz</li> <li>• Beispielreaktionen</li> </ul>	<p>formulieren für die ausgewählten Gleichgewichtsreaktionen ein Massenwirkungsgesetz (UF3).</p> <p>interpretieren Gleichgewichtskonstanten in Bezug auf die Gleichgewichtslage (UF4).</p> <p>dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen, zur Einstellung einer Gleichgewichtsreaktion, zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislaufes) (K1).</p> <p>beschreiben und beurteilen Chancen und Grenzen der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit und des chemischen Gleichgewichts (B1).</p>	<p><b>Arbeitsblatt</b> Von der Reaktionsgeschwindigkeit zum chemischen Gleichgewicht</p>	<p><b>Lehrervortrag</b> Einführung des Massenwirkungsgesetz</p> <p>Übungsaufgaben</p> <p><b>Trainingsaufgabe</b> Das Eisen-Thiocyanat-Gleichgewicht (mit S-Experiment)</p>

**Planung zum Unterrichtsvorhaben IV**

<b>Kontext: Nicht nur Graphit und Diamant - Erscheinungsformen des Kohlenstoffs</b>	
<b>Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen</b>	
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nanochemie des Kohlenstoffs</li> </ul> Zeitbedarf: 8 Std. à 45 Minuten	<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF4 Vernetzung</li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• E7 Arbeits- und Denkweisen</li> <li>• K3 Präsentation</li> </ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkt):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basiskonzept Struktur-Eigenschaft</li> </ul>

<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartung des Kernlehrplans</b>	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>
	Die Schülerinnen und Schüler ...		
<b>Graphit, Diamant und mehr</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modifikation</li> <li>• Elektronenpaarbindung</li> <li>• Strukturformeln</li> </ul>	nutzen bekannte Atom- und Bindungsmodelle zur Beschreibung organischer Moleküle und Kohlenstoffmodifikationen (E6).  stellen anhand von Strukturformeln Vermutungen zu Eigenschaften ausgewählter Stoffe auf und schlagen geeignete Experimente zur Überprüfung vor (E3).  erläutern Grenzen der ihnen bekannten Bindungsmodelle (E7).  beschreiben die Strukturen von Diamant und Graphit und vergleichen diese mit neuen Materialien aus Kohlenstoff (u.a. Fullerene) (UF4).	<b>Test zur Selbsteinschätzung</b> Atombau, Bindungslehre, Kohlenstoffatom, Periodensystem  <b>Gruppenarbeit</b> „Graphit, Diamant und Fullerene“	Der Einstieg dient zur Angleichung der Kenntnisse zur Bindungslehre, ggf. muss Zusatzmaterial zur Verfügung gestellt werden.  Beim Graphit und beim Fulleren werden die Grenzen der einfachen Bindungsmodelle deutlich. (Achtung: ohne Hybridisierung)
<b>Nanomaterialien</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nanotechnologie</li> <li>• Neue Materialien</li> <li>• Anwendungen</li> <li>• Risiken</li> </ul>	recherchieren angeleitet und unter vorgegebenen Fragestellungen Eigenschaften und Verwendungen ausgewählter Stoffe und präsentieren die Rechercheergebnisse adressatengerecht (K2, K3).  stellen neue Materialien aus Kohlenstoff vor und beschreiben deren Eigenschaften (K3).  bewerten an einem Beispiel Chancen und Risiken der Nanotechnologie und reflektieren diese Technologie somit vor dem Hintergrund des christlichen Menschenbildes (B4).	<b>Recherche</b> zu neuen Materialien aus Kohlenstoff und Problemen der Nanotechnologie (z.B. Kohlenstoff-Nanotubes in Verbundmaterialien zur Verbesserung der elektrischen Leitfähigkeit in Kunststoffen) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau</li> <li>• Herstellung</li> <li>• Verwendung</li> <li>• Risiken</li> <li>• Besonderheiten</li> </ul> <b>Präsentation</b> (Poster, Museumsgang) Die Präsentation ist nicht auf Materialien aus Kohlenstoff beschränkt.	Unter vorgegebenen Rechercheaufträgen können die Schülerinnen und Schüler selbstständig Fragestellungen entwickeln. (Niveaudifferenzierung, individuelle Förderung)  Die Schülerinnen und Schüler erstellen Lernplakate in Gruppen, beim Museumsgang hält jeder/ jede einen Kurzvortrag.



2.1.2. Qualifikationsphase Grundkurs

Inhaltsfeld 2: Säuren, Basen und analytische Verfahren

Kapitel 6: Säure-Base-Reaktionen und analytische Verfahren

30 Stunden à 45 Minuten				
Inhaltliche Schwerpunkte:	Kontexte:	Basiskonzept Struktur-Eigenschaft	Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht	Basiskonzept Donator-Akzeptor
Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen, Säurestärke, pH-Wert, Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen mithilfe einer Säure-Base-Titration mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator und mit einer Leitfähigkeitstitration	Säuren und Basen in Alltagsprodukten: Starke und schwache Säuren und Basen, Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen in Lebensmitteln	Merkmale von Säuren bzw. Basen, Leitfähigkeit	Autoprotolyse des Wassers, pH-Wert, Stärke von Säuren	Säure-Base-Konzept von Brønsted, Protonenübergänge bei Säure-Base-Reaktionen

Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans - Die Schülerinnen und Schüler ...			
Umgang mit Fachwissen:	Erkenntnisgewinnung:	Kommunikation:	Bewertung:
<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 mithilfe von <math>K_S</math>- und <math>pK_S</math>-Werten (UF3),</li> <li>berechnen pH-Werte wässriger Lösungen schwacher einprotoniger Säuren mithilfe des Massenwirkungsgesetzes (UF2).</li> </ul>	<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>erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen freibeweglicher Ionen (E6),</li> <li>beschreiben das Verfahren einer Leitfähigkeitstitration (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>pK_S</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> </ul>	<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 Leitfähigkeitstitration mithilfe graphischer Darstellungen (K1),</li> <li>erklären fachsprachlich angemessen und mithilfe von Reaktionsgleichungen den Unterschied zwischen einer schwachen und einer starken Säure 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> </ul>	<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> </ul>



Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<u>6 Einstiegsseite: Säure-Base-Reaktionen und analytische Verfahren</u>	Aufriss der Thematik über Bilder des Schülerbuchs und Stoffproben aus dem Alltag und der Sammlung
6.1 Säuren und Basen im Alltag und im Labor Aspekte: Indikatoren, pH-Wert (phänomenologisch), Säuren und Basen im Alltag, Neutralisation, Stoffmengenkonzentration	Aufgreifen und Vertiefen von Kenntnissen aus der Sek. I und der Einführungsphase; es kann sowohl ein Überblick über das gesamte Inhaltsfeld als auch ein Schwerpunkt gelegt werden.
<u>6.2 Die Entwicklung des Säure-Base-Begriffs</u>	Historische Stationen der Entwicklung des Säure-Base-Begriffes; V1 kann genutzt werden, die Gemeinsamkeiten saurer Lösungen im Schülerversuch zu wiederholen, zusammenzuführen oder zu erschließen; A1 Hausaufgabe.
6.3 Die Säure-Base-Theorie nach BRØNSTED Brønstedsäuren/Protonendonatoren, Brønstedbasen/Protonenakzeptoren, Protolysen, Säure-Base-Paare, Funktionsschema für Säure-Base-Reaktionen, Ampholyte, Schrittweise Protonenabgabe (mehrprotonige Säuren)	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 unterrichts begleitend oder als Hausaufgabe eingesetzt werden. Die Aufgaben A2 bis A6 können für die selbstständige Erarbeitung und Vertiefung (Einzelarbeit, Partnerarbeit, arbeitssgleiche Gruppenarbeit) eingesetzt werden.
6.6 Autoprotolyse des Wassers und pH-Wert Autoprotolyse des Wassers, Ionenprodukt des Wassers, Definition des pH-Wertes, Zusammenhänge zwischen $K_w$ , $c(\text{H}_3\text{O}^+)$ , $c(\text{OH}^-)$ bzw. $pK_w$ , pH, pOH	Das Ionenprodukt des Wassers und der pH-Wert lassen sich einseitig und zügig im Lehrervortrag vermitteln. Die Aufgaben A2 bis A6 können wieder für die selbstständige Erarbeitung und Vertiefung (Einzelarbeit, Partnerarbeit, arbeitssgleiche 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.
6.7 Die Stärke von Säuren und Basen Protolysegleichgewicht, Säure- und Basenkonstante, $K_S$ -Wert, $pK_S$ -Wert, $K_B$ -Wert, $pK_B$ -Wert	Beim Vergleich der pH-Werte gleich konzentrierter Säuren (V1) wird deutlich, dass nicht der pH-Wert die Säurestärke bestimmt. Die Anwendung des Massenwirkungsgesetzes auf die Gleichgewichtsreaktion einer schwachen Säure führt zur Säurekonstante. Für Grundkurse ist die Basenkonstante nicht unmittelbar verbindlich, allerdings müssen die Lerngruppenmitglieder Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktion mithilfe von $K_S$ - und $pK_S$ -Wert machen können. Es ist deshalb sehr sinnvoll, den Zusammenhang zwischen $K_S$ - und $K_B$ -Wert korrespondierender Säure-Base-Paare zu betrachten. Für viele Schülerinnen und Schüler ist der Umgang mit $K_S$ - und $K_B$ -Werten einfacher als der Umgang mit $pK_S$ - und $pK_B$ -Werten. Es ist deshalb durchaus möglich, den $pK_S$ -Wert bei Rechnungen erst im letzten Rechenschritt zu nutzen (vgl. B4 und A2). Die Bearbeitung der Aufgaben A1 und A2 festigt die wichtigen Kompetenzen im Umgang mit dem pH-Wert und der Säurestärke.
6.8 Protolysen in Salzlösungen Kationen als Säuren, Anionen als Säuren, Neutrale Salzlösungen, Inhaltsstoffe von Lebensmitteln und Reinigern	Protolysen in Salzlösungen müssen nach einem ersten Blick auf den Kernlehrplan nicht behandelt werden. Allerdings enthalten viele Produkte des Alltags Salze, bei denen für Schülerinnen und Schüler nicht sofort erkennbar ist, dass die Kationen oder Anionen Säure-Base-Reaktionen eingehen können. Mit Kenntnissen aus diesem Kapitel kann der Lebenswirklichkeit enger begegnet werden. Die Recherchen zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, werden dadurch auf ein solides Fundament gestellt. Es bietet sich an, die Experimente und vielfältigen Aufgaben dieses Kapitels für eine umfangreichere Gruppenarbeit zu nutzen und die Schülerinnen und Schüler im Dialog intensiv zu stützen.
6.9 pH-Werte von Säurelösungen pH-Werte starker Säuren, pH-Werte schwacher Säuren	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.
6.10 pH-Werte von Basenlösungen pH-Werte der wässrigen Lösung starker Basen (Hydroxide)	Schülerinnen und Schüler müssen „nur“ die pH-Wert-Berechnung wässriger Lösungen starker Basen (Hydroxide) beherrschen. Es genügt also, die entsprechenden Abschnitte und Aufgaben des Kapitels, die sich auf die (sehr) starken Basen beziehen, zu nutzen.

<p><u>6.12 Praktikum Titration mit Endpunktsbestimmung</u> Bestimmung von Essigsäure im Essig, Titration, Maßlösung, Probelösung, Äquivalenzpunkt, Auswertung einer Titration, Stoffmengenkonzentration, Massenanteil, Massenkonzentration, Umgang mit Bürette, Pipette</p>	<p>Schülerinnen und Schüler müssen das Verfahren einer Titration mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator erläutern, zielgerichtet durchführen und auswerten können. Die Aufgaben A1 und A2 fördern das Bewerten der durch eigene Experimente gewonnenen Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen). Auch das Bewerten der Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen wird gefördert. Es bietet sich an, unterschiedliche Essigsorten einzusetzen.</p>
<p><u>6.16 Leitfähigkeitstirration</u> Leitfähigkeit von Ionenlösungen, Unterschiedliche Ionenleitfähigkeiten (Ionenäquivalentleitfähigkeit), Durchführung einer Leitfähigkeitstirration, Dokumentation der Ergebnisse einer Leitfähigkeitstirration mithilfe graphischer Darstellungen</p>	<p>Schülerinnen und Schüler eines Grundkurses müssen das Verfahren einer Leitfähigkeitstirration (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Säuren bzw. Basen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt beschreiben und vorhandene Messdaten auswerten können. Der zentrale Versuch V1 fördert den Erwerb dieser Kompetenz. Die Schülerinnen und Schüler lernen die Durchführung und den grundlegenden Verlauf der Titrationskurven von starken Basen, starken Säuren und schwachen Säuren kennen. Zur Erklärung ziehen die Lerngruppenmitglieder das Vorhandensein frei beweglicher Ionen mit unterschiedlichen Leitfähigkeiten (Ionenäquivalentleitfähigkeiten) heran.</p>
<p><u>6.17 Praktikum Säuren und Basen in Produkten des Alltags</u> V1 Überprüfung des Essigsäureanteils in Essigessenz mit einer Leitfähigkeitstirration V3 Bestimmung von Säuren in Weißwein mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator V4 Bestimmung von Hydroxid- und Carbonationen in einem festen Rohrreiniger</p>	<p>Das Praktikum vertieft und erweitert die für den Grundkurs verbindlichen Säure-Base-Titrationsverfahren. In V2 wird eine potentiometrische Titration durchgeführt, für den Grundkurs sind potentiometrische Titrationsverfahren nicht verbindlich. 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. Im Grundkurs kann die Beschränkung auf die Bestimmung der Gesamtbasenkonzentration in einer Titration mit Salzsäure sinnvoll sein. In der Auseinandersetzung mit den Versuchsergebnissen und dem Einsatz der Säuren und Basen dieser Alltagsprodukte werden die Kompetenzen der Bewertung in besonderem Maße gefördert. Der Komplex „Bewahrung der Schöpfung“ wird hier unter dem Aspekt des sorgsamsten Umgangs mit für das Ökosystem schädlichen Stoffen behandelt.</p>
<p><u>6.19 Impulse Konzentrationsberechnungen</u> Berechnung und Ermittlung von Stoffmengenkonzentrationen</p>	<p>Die Impulseseite vermittelt einen Überblick über den Algorithmus der Berechnung einer Stoffmengenkonzentration für Säure-Base-Reaktionen. Die Aufgabe A1 fördert die Auswertung einer Leitfähigkeitstirration an einem Beispiel aus dem Alltag. Die Aufgabe A2 erfordert den Transfer des an der Konzentrationsbestimmung einer Säure Gelernten auf eine starke Base.</p>
<p><u>6.20 Durchblick Zusammenfassung und Übung</u></p>	<p>Die Begriffe sind mit Ausnahme der Halbtitration und vertiefter Betrachtungen des <math>K_B</math>- bzw. <math>pK_B</math>-Wertes und des <math>pOH</math>-Wertes verbindlich. Für den Grundkurs eignen sich die folgenden Aufgaben: A1, A2, A4, A5, A8. Die Anfertigung einer Concept Map ermöglicht die Selbstüberprüfung der inhaltlichen Schwerpunkte.</p>

42 Stunden à 45 Minuten				
Inhaltliche Schwerpunkte:	Kontexte:	Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht	Basiskonzept Donator-Akzeptor	Basiskonzept Energie
Elektrochemische Gewinnung von Stoffen, Mobile Energiequellen, Korrosion	Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon, Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle	Umkehrbarkeit von Redoxreaktionen	Spannungsreihe der Metalle und Nichtmetalle, Elektrolyse, Galvanische Zellen, Elektrochemische Korrosion	Faraday-Gesetze, elektrochemische Energieumwandlungen, Standardelektrodenpotentiale

Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans - Die Schülerinnen und Schüler ...			
Umgang mit Fachwissen:	Erkenntnisgewinnung:	Kommunikation:	Bewertung:
<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>• 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 erklären 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 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 (UF1, UF3).</li> </ul>	<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 Metallatomen und Metallionen (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>• erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6),</li> <li>• analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5).</li> </ul>	<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> </ul>	<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) (B1),</li> <li>• diskutieren die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie (B4),</li> <li>• diskutieren Folgen von Korrosionsvorgängen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B2).</li> </ul>

Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<u>7 Einstiegsseite: Elektrochemie</u>	Die Bilder und kurzen Textbausteine umreißen die Thematik.
<u>7.1 Mobile Energiequellen</u> Mobile Energiequellen Historische Batterien Akkus machen mobil Lithium-Ionen-Akkumulatoren Primär- und Sekundärelemente Kondensatoren als Energiespeicher	Mit den Beispielen der Kontextseite wird die Themenbreite der Elektrochemie entfaltet. Batterien und Akkus, mit denen die Lerngruppenmitglieder häufig unbewusst umgehen, werden lose vorgestellt. Es kann eine Batterie zerlegt werden (B2 in Kap. 7.18). Teile der Batterie werden beschrieben. Anschließend wird als erster Themenblock „Aufbau und Funktionsweise einer Batterie“ angesteuert. Dazu müssen in der Regel grundlegende Aspekte des Donator-Akzeptor-Basiskonzepts aufgegriffen werden.
<u>7.2 Oxidation und Reduktion</u> Elektronenübergänge Redoxreaktionen Oxidationsmittel Reduktionsmittel Korrespondierende Redoxpaare	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.
<u>7.3 Oxidationszahlen</u> Regeln zur Ermittlung von Oxidationszahlen	
<u>7.4 Impulse Redoxgleichungen</u> Aufstellen einer Redoxgleichung	Die Schülerinnen und Schüler lösen die Aufgaben A1 und A2, stellen in Anlehnung an B1 Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt.
<u>7.5 Praktikum Redoxtitrationen</u> Permanganometrie V1 Titration einer Oxalsäurelösung V2 Bestimmung von Sauerstoff in einer Gewässerprobe	Redoxtitrationen sind nicht verbindlich. Das Kapitel kann z.B. im Rahmen eines Projektes zur Gewässeruntersuchung genutzt werden.
<u>7.6 Die Redoxreihe</u> Redoxreihe der Metalle Redoxreihe der Nichtmetalle	Die Schülerversuche werden arbeitsgleich oder arbeitsteilig eingesetzt, um auf die Redoxreihen hinzuwirken. Die Begriffe „oxidieren, wird oxidiert, reduzieren, wird reduziert“ werden nachhaltig eingefordert.
<u>7.7 Galvanische Elemente</u> Daniell-Element Aufbau einer galvanischen Zelle (Halbelement, Anode, Kathode, Pluspol, Minuspol, Diaphragma) Spannung galvanischer Elemente Modellhafte Darstellung des Zustandekommens der Spannung eines Daniell-Elements Volta-Element	Das Experiment V1 und der „Exkurs Messung von Redoxpotentialen“ sind wie die Inhalte dieses Kapitels grundlegend. Die beiden Aufgaben A1 und A2 werden in Einzelarbeit gelöst und dienen der Überprüfung des Verständnisses. Hinweis: Es sind meist auch grundlegende Aspekte aus der Physik zur Elektrizitätslehre aufzugreifen: Spannung, Stromstärke, Widerstand, elektrische Energie
<u>7.8 Die elektrochemische Spannungsreihe</u> Standardwasserstoffelektrode Standardpotentiale Messung eines Standardpotentials Elektrochemische Spannungsreihe	Die Inhalte des Kapitels sind grundlegend für den Kompetenzerwerb. Der Aufbau und die Funktionsweise der Standardwasserstoffelektrode wird im Lehrvortrag vorgestellt. Es genügt die Messung eines Standardpotentials. Mit den Redoxpotentialen aus Kap. 7.7 und dem gemessenen Standardpotential lässt sich eine elektrochemische Spannungsreihe aufstellen. Der Ausschnitt aus der elektrochemischen Spannungsreihe (B4) wird intensiv besprochen. Mit den Standardpotentialen werden an Beispielen von galvanischen Zellen Spannungen berechnet. Die Aufgaben A1, A2 und A3 werden in Partnerarbeit gelöst. Die Lösungen werden in Kurzvorträgen vorgestellt. Fehlern wird intensiv nachgegangen.
<u>7.9 Ionenkonzentration und Spannung</u> Aufbau eines Konzentrationselements Spannung eines Konzentrationselements	Da die Nernst-Gleichung für den Grundkurs nicht verbindlich ist, muss man sich im Grundkurs mit der Konzentrationsabhängigkeit nicht intensiv befassen. Für die Lehrerin oder den Lehrer ist es in leistungsstarken Grundkursen interessant, die logarithmische Abhängigkeit einer Größe zu verfolgen.
<u>7.10 Die Nernst-Gleichung</u> Nernst Gleichung für Metall/Metallionen- Halbelement Nernst Gleichung für Nichtmetallionen/Nichtmetall-Halbelement Nernst-Gleichung und Massenwirkungsgesetz Berechnung von Spannungen galvanischer Elemente mit der Nernst-Gleichung pH-Wert-Messung mit Wasserstoffelektroden pH-Messung mit der Einstabmesskette pH-Abhängigkeit von Redoxpotentialen	Die Inhalte der Kapitel 7.10 bis 7.12 sind für Grundkurse nicht notwendig. In besonders leistungsstarken Grundkursen bietet es sich an, punktuell Inhalte aufzugreifen, die von Schülerinnen oder Schülern angesprochen werden und der Klärung bedürfen.

<p><u>7.11 Exkurs Bestimmung extrem kleiner Konzentrationen</u> Löslichkeitsprodukt</p>	
<p><u>7.12 Impulse Berechnen einer Potentialdifferenz</u> Schritte zur Berechnung einer Potentialdifferenz</p>	
<p><u>7.13 Elektrolysen in wässrigen Lösungen</u> Elektrolyse Elektrolysezelle Zersetzungsspannung Polarisationsspannung Abscheidungspotential Überspannung Überpotential Abscheidungspotentiale und Elektrolysen</p>	<p>Die Elektrolyse einer Zinkiodidlösung ist das zentrale Einstiegsexperiment, mit dem sich die bei einer Elektrolyse ablaufenden Vorgänge als zwangsweise Umkehrung der Vorgänge einer galvanischen Zelle herausarbeiten lassen. Bei zusätzlichem Einsatz eines Stromstärkemessgerätes lässt sich auch die Umkehrung der Stromrichtung bzw. des Elektronenflusses herausstellen. Die Abbildung B1 unterstützt die Deutung des Versuchs. Der Versuch V2 wird zur Herausarbeitung der Zersetzungsspannung und der Überspannung genutzt. Entscheidend ist es, dass die Lerngruppenmitglieder verstehen, dass eine Elektrolyse erst einsetzt, wenn die Zersetzungsspannung erreicht ist. Die Aufgaben A1, A3 und A4 werden im Unterricht oder als Hausaufgabe bearbeitet. Hinweis: Es lohnt sich, eine gesättigte Natriumsulfatlösung, die mit einigen Tropfen Universalindikatorlösung versetzt wird, in einem Hofmann'schen Apparat zu elektrolysieren. Es wird dann sehr deutlich, dass die Elektrolyse mit der kleinsten Zersetzungsspannung abläuft.</p>
<p><u>7.14 Quantitative Betrachtung der Elektrolyse</u> Faraday-Gesetze</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.</p>
<p><u>7.15 Gewinnung von Zink</u> Vorkommen von Zink Der Werkstoff Zink Zinkgewinnung Recycling von Zink</p>	<p>Die Kapitel 7.15 und 7.16 sprechen großtechnische Prozesse an. Die Kapitel können als Grundlagen für Schülervorträge oder das Selbststudium genutzt werden.</p>
<p><u>7.16 Gewinnung von Aluminium</u> Schmelzflusselektrolyse</p>	<p>Das Kapitel und die Aufgabe A1 kann als Ausgangspunkt für eine Diskussion zum Einsatz von Aluminium aus ökonomischen und ökologischen Perspektiven genutzt werden.</p>
<p><u>7.17 Batterien</u> Zink-Kohle-Batterie Alkali-Mangan-Batterie Zink-Luft-Knopfzelle Lithium-Mangan-Batterie</p>	<p>Die verschiedenen Batterietypen können im Selbststudium erarbeitet und danach vorgestellt werden. Die Aufgaben A1 bis A4 werden selbstständig von den Kursmitgliedern gelöst. Unter Rückgriff auf Kap. 7.13 werden die SuS in die Lage versetzt, Batterien sachgerecht zu entsorgen und geeignete Recyclingverfahren zu verstehen. Der Komplex „Bewahrung der Schöpfung“ wird hier unter dem Aspekt des sorgsam Umgangs mit für das Ökosystem schädlichen Stoffen behandelt.</p>
<p><u>7.18 Praktikum Primärelemente</u> V1 Volta-Elemente V2 Leclanché-Elemente</p>	<p>Das Praktikum soll mit dem Kapitel 7.17 integriert bearbeitet werden.</p>
<p><u>7.19 Akkumulatoren</u> Bleiakkumulator Nickel-Metall-Hydrid-Akkumulator Lithium-Ionen-Akkumulator</p>	<p>Für Lerngruppenmitglieder ist es interessant, am Auto die Starterbatterie zu identifizieren und die Funktion von Starterbatterie und Lichtmaschine zu beschreiben. Steht ein aufgesägter Bleiakkumulator zur Verfügung, so sollten die Einzelteile beschrieben werden. Die Abbildung B2 zum Aufbau einer Starterbatterie kann ergänzend oder ersatzweise eingesetzt werden. Der Versuch V1 zum Laden und Entladen eines Bleiakkumulators ist grundlegend. An zwei „Modellbleiakkumulatoren“ können auch Reihen- und Parallelschaltung demonstriert werden. 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><u>7.20 Brennstoffzellen</u> Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle PEM-Brennstoffzelle Direktmethanol-Brennstoffzelle</p>	

<p><u>7.21 Energiespeicherung</u>  Energiespeicherung  Energieumwandlung  Erzeugung von Brennstoffen:  - Fotokatalytische Wasserspaltung  - Sabatier-Prozess  - Power-to-Gas  - Power-to-Liquid  Wärmespeicher  Pumpspeicherwerke</p>	<p>Die Energiespeicherung ist ein Grundpfeiler der Energiewende. Die Aufgaben unterstützen die Forderung nach einer übersichtlichen grafischen Darstellung von Sachverhalten.</p>
<p><u>7.22 Praktikum Brennstoffzellen</u>  V1 Wirkungsgrade einer Brennstoffzelle  V2 Modellversuch zur Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle</p>	<p>Das Kapitel 7.22 kann mit dem Kapitel 7.20 verknüpft werden.</p>
<p><u>7.23 Korrosion und Korrosionsschutz</u>  Lokalelement  Säurekorrosion  Sauerstoffkorrosion  Rosten  Passiver Korrosionsschutz  Kathodischer Korrosionsschutz</p>	<p>Im Grundkurs ist nur die „Korrosion“ verpflichtend. Es ist sehr sinnvoll, dieses Kapitel mit dem Kapitel 7.24 „Praktikum Korrosion und Korrosionsschutz“ zu behandeln.  Die Lerngruppenmitglieder können dann in einem umfangreichen 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. Die Lehrkraft unterstützt die Lerngruppenmitglieder individuell und überzeugt sich im Dialog vom Verständnis der Lerngruppenmitglieder. Die grafischen Darstellungen werden zur Beschreibung und Erklärung durch die Schülerinnen und Schüler herangezogen.</p>
<p><u>7.24 Praktikum Korrosion und Korrosionsschutz</u>  V1 Rosten von Eisen  V2 Eisen-Sauerstoff-Element  V3 Rostbildung unter einem Salzwassertropfen  V4 Rostbildung an Lokalelementen  V5 Korrosionsschutz durch Metallüberzüge  V6 Kathodischer Korrosionsschutz</p>	
<p><u>7.25 Durchblick Zusammenfassung und Übung</u></p>	<p>Die Aufgaben A1, A2, A4, A6, A7, A8 und A10 müssen von Schülerinnen und Schülern des Grundkurses gelöst werden können.</p>

**Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe**

**Kapitel 8: Organische Verbindungen und ihre Reaktionswege**

**Inhaltlicher Schwerpunkt: Organische Verbindungen und Reaktionswege**

18 Stunden à 45 Minuten			
Inhaltliche Schwerpunkte:	Kontexte:	Basiskonzept Struktur-Eigenschaft	Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht
Organische Verbindungen und Reaktionstypen, radikalische Substitution, nucleophile Substitution, Veresterung und Verseifung, Eliminierung, elektrophile Addition, Reaktionsfolge	Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt, Maßgeschneiderte Produkte	Stoffklassen und Reaktionstypen, elektrophile Addition, nucleophile Substitution, zwischenmolekulare Wechselwirkungen	Reaktionssteuerung

(Variante I) Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans - Die Schülerinnen und Schüler ...			
Umgang mit Fachwissen:	Erkenntnisgewinnung:	Kommunikation:	Bewertung:
<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 erläutern diese (UF1),</li> <li>• verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).</li> </ul>	<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>	<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> </ul>	<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> </ul>

**(Variante II) Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans - Die Schülerinnen und Schüler ...**

<b>Umgang mit Fachwissen:</b>	<b>Erkenntnisgewinnung:</b>	<b>Kommunikation:</b>	<b>Bewertung:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und erläutern diese (UF1),</li> <li>verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).</li> <li>erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, 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) (UF1, UF3),</li> <li>beschreiben und erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF3),</li> <li>erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF2, UF4).</li> </ul>	<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>	<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> </ul>	<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> </ul>

<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>
<u>8 Einstiegsseite: Organische Verbindungen und ihre Reaktionswege</u>	Die Bilder und Textbausteine umreißen zielführend die Pole organische Verbindungen im Reagenzglas und in der Großtechnik.
<u>Aufbau organischer Moleküle und charakteristische Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihrer chemischen Reaktionen (Veresterung, Oxidationreihe)</u>	Selbstüberprüfung der Schülerinnen und Schüler mithilfe von Aufgabenstellungen durch die Lehrkraft; die Schülerinnen und Schüler arbeiten ihre Lücken im Selbststudium mithilfe des Kapitels 2 „Organische Stoffe in Natur und Technik“ auf. Intensivere Hilfestellungen im Dialog sind in der Regel bei der Behandlung der zwischenmolekularen Wechselwirkungen notwendig.
<b>Variante I</b>	
<u>Kontext: Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt, enger gefasst: Vom Erdöl zum Superbenzin</u>	Die Bedeutung des Erdöls für chemische Produkte, die letztendlich jeden betreffen, wird herausgestellt. Die aufgeführten Aspekte vermitteln Leitideen.
<u>8.1 Erdöl - Grundlage für chemische Produkte</u> Energieträger und Rohstoff Funktionelle Gruppe Vom Reagenzglas zum industriellen Synthesereaktor Zwischenstufen und Endprodukte	Demonstrationsexperiment/Film zur Erdöldestillation, Erarbeitung mit dem Buchkapitel. Die Aufgaben A1 und A2 erfordern die zwischenmolekularen Wechselwirkungen (hier: Van-der-Waals-Kräfte) zur Erklärung der Stoffeigenschaften. Die Aufgabe A3 erfordert die Recherche und fördert Kompetenzen der Bewertung. Lücken können mit Kapitel 1.8 „Eigenschaften der Alkane“ geschlossen werden.
<u>8.2 Gewinnung von Kohlenwasserstoffen aus Erdöl</u> fraktionierende Destillation Vakuumdestillation Rohölfraktionen	V1 als Demonstrationsexperiment. Vertiefende Betrachtung von Alkanen, Alkenen, Cycloalkanen und Cycloalkenen. Einsatz von Molekülbaukästen bzw. Computereinsatz. Kapitel 2.12 „Exkurs Wichtige Ether - MTBE und ETBE“ kann zur Erläuterung der Arbeitsweise eines Ottomotors genutzt werden.



<p><u>8.3 Kraftfahrzeugbenzin - Herstellung und Veredelung</u> Klopffestigkeit Reformieren Cracken</p>	
<p><u>8.4 Impulse Molekülstrukturen am Computer</u> Moleküleditoren Zeichnerische Darstellung von Molekülen Molecular Modelling</p>	<p>Nach einer grundlegenden Einführung eines Programms bietet es sich an, dass Schülerinnen und Schüler sich zu Hause mit einem oder unterschiedlichen Programmen auseinandersetzen und ihre Erfahrungen vorstellen.</p>
<p><u>8.13 Reaktionen der Alkene - elektrophile Addition</u> Additionsreaktion elektrophile Addition Verlauf einer elektrophilen Addition nach Markownikow</p>	<p>Einführung von Reaktionsschritten (Reaktionsmechanismus) Mit diesem Kapitel wird der Kompetenzerwerb zur Formulierung und Erläuterung einer elektrophilen Addition in besonderem Maße unterstützt. Die Abbildungen B1 und B2 unterstützen die graphische Darstellung von Reaktionswegen. Die Aufgaben A2 und A3 vertiefen den Inhalt und stützen den Kompetenzerwerb. Die Aufgabe A1 erfordert auch die radikalische Substitution, die für diese Unterrichtseinheit nicht notwendig ist.</p>
<p><u>8.14 Vom C4-Schnitt zur organisch-chemischen Synthese</u> Reaktionsfolge Stoffkreislauf Erhöhung der Klopffestigkeit von Benzin durch MTBE bzw. ETBE</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><u>8.10 Exkurs Biodiesel</u> Aufbau von Fetten Pflanzenöl als Dieseleratz Umesterung von Rapsöl</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>
<p><b>Variante II</b></p>	
<p><u>Kontext: Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt, enger gefasst:</u> <u>Vom Erdöl zum Kunststoff</u></p>	<p>Die Bedeutung des Erdöls für chemische Produkte, die letztendlich jeden betreffen, wird herausgestellt. Es wird hier Erdöl als Grundlage der Kunststoffindustrie betont.</p>
<p><u>8.1 Erdöl - Grundlage für chemische Produkte</u> Energieträger und Rohstoff Funktionelle Gruppe Vom Reagenzglas zum industriellen Synthesereaktor Zwischenstufen und Endprodukte</p>	<p>Demonstrationsexperiment/Film zur Erdöldestillation/ Erarbeitung mit dem Buchkapitel Die Aufgaben A1 und A2 erfordern die zwischenmolekularen Wechselwirkungen (hier: Van-der-Waals-Kräfte) zur Erklärung der Stoffeigenschaften. Die Aufgabe A3 erfordert die Recherche und fördert Kompetenzen der Bewertung. Lücken können mit Kapitel 1.8 „Eigenschaften der Alkane“ geschlossen werden.</p>
<p><u>8.2 Gewinnung von Kohlenwasserstoffen aus Erdöl</u> fraktionierende Destillation Vakuumdestillation Rohölfraktionen</p>	
<p><u>1.10 Ethen - ein Alken</u> Eigenschaften des Ethens Struktur des Ethenmoleküls Additionsreaktionen Die Alkene - eine homologe Reihe E-Z-Isomerie</p>	<p>Die Kapitel 1.10 und 1.11 werden herangezogen, um Grundlagen zu legen oder aufzugreifen. Es kann damit die elektrophile Addition als neue Herangehensweise an eine chemische Reaktion vorbereitet werden.</p>
<p><u>1.11 Exkurs Die Vielfalt der Kohlenwasserstoffe</u> Alkine Cycloalkane Cycloalkene Benzol</p>	<p>Benzol wird hier kurz vorgestellt, sodass die Strukturformel für Verbindungen der Kunststoffe bekannt ist.</p>
<p><u>8.13 Reaktionen der Alkene - elektrophile Substitution</u> Additionsreaktion elektrophile Addition Verlauf einer elektrophilen Addition nach Markownikow</p>	<p>Einführung von Reaktionsschritten (Reaktionsmechanismus) Mit diesem Kapitel wird der Kompetenzerwerb zur Formulierung und Erläuterung einer elektrophilen Addition in besonderem Maße unterstützt. Die Abbildungen B1 und B2 unterstützen die graphische Darstellung von Reaktionswegen. Die Aufgaben A2 und A3 vertiefen den Inhalt und stützen den Kompetenzerwerb. Die Aufgabe A1 erfordert auch die radikalische Substitution, die für diese Unterrichtseinheit nicht notwendig ist.</p>

<p><u>10.3 Kunststoffe durch Polymerisation</u>  Radikalische Polymerisation  Polymerisate:  - Polyethen  - Polypropen  - Polystyrol  - Polyvinylchlorid  - Polyacrylnitril  - Polymethylmethacrylat  - Polytetrafluorethen</p>	<p>Die Beschreibung und Erläuterung einer radikalischen Polymerisation ist verbindlich. Das Kapitel 8.6 „Exkurs Radikalische Substitution“ kann herangezogen werden.  Die Lehrerversuche zur Polymerisation werden zur Demonstration einer Polymerisation genutzt. Die Aufgabe A1 sollte in Einzelarbeit gelöst werden, hierbei können die Lerngruppenmitglieder B2 nutzen. Die Beispiele für wichtige Polymerisate können als Basis für Kurzvorträge oder die Hausaufgabe eingesetzt werden. Am Beispiel von Niederdruckpolyethen und Hochdruckpolyethen kann der Einfluss der Reaktionssteuerung auf die Struktur der Moleküle des Reaktionsproduktes betrachtet werden. Auch der Zusammenhang zwischen der Struktur der Makromoleküle und deren Einfluss auf die Eigenschaften (hier: Dichte und Wärmestabilität) kann beispielhaft erörtert werden.</p>
<p><u>10.4 Copolymere</u>  Möglichkeiten der Copolymerisation  ABS-Copolymere  Styrol-Butadien-Copolymere</p>	<p>Die Bildung der Copolymere verdeutlicht den Schülerinnen und Schülern im besonderen Maße, die Kunststoffe zu variieren und dem gewünschten Zweck anzupassen. Sinnvoll ist es, die Lerngruppenmitglieder komplexere Strukturformeln bzw. Ausschnitte von Darstellungen der Makromoleküle analysieren zu lassen, damit Monomere aufgespürt und Verknüpfungsmöglichkeiten gesehen werden.</p>
<p><u>10.5 Kunststoffe durch Polykondensation</u>  Polyester  Polycarbonate  Polyesterharz  Polyamide  Perlon</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. Mit dem Versuch V1 führen die Schülerinnen und Schüler selbstständig eine Polyesterbildung durch. Der „Nylonseiltrick“ (V2) kann von der Lehrkraft stumm durchgeführt werden. Die Schülerinnen und Schüler beschreiben und interpretieren die Versuchsdurchführung und die Beobachtungen. Ein Vergleich der beiden Versuche kann unter dem Aspekt der Bildung eines Thermoplastes oder Duroplastes sowie Elastomeren vorgenommen werden.</p>
<p><u>10.6 Kunststoffe durch Polyaddition</u>  Polyaddition  Epoxidharze  Elastanfasern</p>	<p>Die Polyaddition ist nicht verbindlich, allerdings vervollständigt der Blick auf die weit verbreiteten Produkte durch Polyaddition die Möglichkeit der Gewinnung von Polymeren.  Schülerinnen und Schüler müssen Polyadditionen nicht selbstständig formulieren können, sie sollen aber eine vorgegebene Reaktionsgleichung erläutern können.</p>
<p><u>10.2 Eigenschaften und Struktur der Kunststoffe</u>  Einteilung der Kunststoffe in:  - Thermoplaste- Duroplaste (Duromere)  - Elastomere  - kristallin, teilkristallin, amorph  - zwischenmolekulare Kräfte</p>	<p>Vielen Schülerinnen und Schülern fällt es leichter, die Eigenschaften und Strukturen zu verstehen, wenn ihnen die Strukturformeln über die Synthesen bekannt sind.  Einstieg über V1 „Verhalten von thermoplastischen Kunststoffen bei Erwärmen“. Interessant ist es für Schülerinnen und Schüler, einen unbekanntes Kunststoff zu identifizieren, dazu kann auch das Schwimmverhalten (Dichte) in Wasser und Salzlösungen herangezogen werden. Die Einteilung der Kunststoffe wird durch Selbststudium mit der Doppelseite erarbeitet, die scheinbare einfache Aufgabe A1 wird zur Verdeutlichung des räumlichen Aufbaus der Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere genutzt; Lerngruppenmitglieder demonstrieren ihre „Wolffädenmodelle“ und referieren über die Einteilung der Kunststoffe.</p>
<p>Kap. 10.7 bis 10.14  Siehe unten im Kapitel „Kunststoffe“</p>	

**Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe**

**Kapitel 9: Aromaten**

**Inhaltlicher Schwerpunkt: Organische Verbindungen und Reaktionswege**

8 Stunden à 45 Minuten		
Inhaltliche Schwerpunkte:	Kontexte:	Basiskonzept Struktur-Eigenschaft
Organische Verbindungen und Reaktionstypen, Benzol als aromatisches System und elektrophile Erstsstitution, zwischenmolekulare Wechselwirkungen	Erforschung des Benzols	Stoffklassen und Reaktionstypen, elektrophile Substitution am Benzol, zwischenmolekulare Wechselwirkungen

Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans - Die Schülerinnen und Schüler ...			
Umgang mit Fachwissen:	Erkenntnisgewinnung:	Kommunikation:	Bewertung:
<ul style="list-style-type: none"> <li>erklären die elektrophile Erstsstitution am Benzol und deren Bedeutung als Beleg für das Vorliegen eines aromatischen Systems (UF1, UF3).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und erläutern Grenzen dieser Modellvorstellung (E6, E7).</li> </ul>	<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>	<ul style="list-style-type: none"> <li>beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).</li> </ul>

Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<u>9 Einstiegsseite: Aromaten</u>	Die Abbildung „Kaffeeverkostung“ versinnbildlicht das Thema.
<u>9.1 Aromaten und Arzneimittel</u> Benzol Aromastoffe	Im Grundkurs genügt es, sich auf das Benzol und die Aromastoffe (A1, A2, A4) zu fokussieren, um dann zum Aufbau des Benzols und zu den Gemeinsamkeiten der Aromastoffe vorzustoßen. Benzol und viele Benzolderivate sind trotz ihres Gefahrenpotentials wichtige Grund- und Zwischenprodukte organischer Synthesen.
<u>9.2 Erforschung des Benzols</u> Isolierung und Benennung des Benzols Eigenschaften des Benzols Molekülbau und Reaktivität des Benzols	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 nachzugehen. Der Benennung der Isomere des Dibrombenzols kann mithilfe von B4 nachgegangen werden.
<u>9.3 Bindungsverhältnisse im Benzolmolekül</u> Struktur des Benzolmoleküls Bindungen im Benzolmolekül Mesomerie und Grenzformeln	Die Bindungsverhältnisse im Benzolmolekül werden rein beschreibend dargestellt, dies entspricht der Kompetenzerwartung der Erkenntnisgewinnung. Sehr interessierten Schülerinnen und Schülern kann mit Kap. 9.5, „Exkurs Das Benzolmolekül im Orbitalmodell“ ein tieferer Einblick geboten werden. Die Hydrierungsenergie und die Mesomerieenergie müssen nicht behandelt werden.
<u>9.4 Mesomerie und Aromatizität</u> Grenzformeln und Regeln Hückel-Regel Heterocyclische Aromaten Polycyclische Aromaten	Die Inhalte gehen teilweise über die Anforderungen zum Erwerb der Kompetenzen im Grundkurs hinaus. Allerdings kann mit diesem Kapitel der Umgang mit mesomeren Grenzformeln auf eine solide Basis im Hinblick auf die Farbstoffe gestellt werden, außerdem sollten sich auch Grundkurschülerinnen und -schüler nicht von Formeln für heterocyclische und polycyclische Aromaten abschrecken lassen.

<p><u>9.6 Halogenierung von Benzol</u> elektrophile Erstsabstitution</p>	<p>der Behandlung dieses Kapitels können die Schülerinnen und Schüler die elektrophile Erstsabstitution am Benzol und deren Bedeutung als Beleg für das Vorliegen eines aromatischen Systems erklären. B1 unterstützt die graphische Darstellung eines Reaktionsweges und erleichtert dessen Erläuterung.</p>
<p><u>9.8 Benzolderivate</u> Phenol Nitrobenzol Anilin Toulo Benzylalkohol, Benzaldehyd, Benzoesäure</p>	<p>Benzolderivate sind für den Grundkurs nicht verbindlich. Das Kapitel kann als „Steinbruch“ genutzt werden. Benzaldehyd und Benzoesäure sind bedeutsame Stoffe des Alltags.</p>
<p><u>9.14 Impulse Aromaten im Alltag</u> Coffein Nikotin Benzpyren</p>	<p>In Kurzreferaten können Stoffe aus den Kapiteln 9.8 und 9.14 vorgestellt werden.</p>
<p><u>9.15 Durchblick Zusammenfassung und Übung</u> Aromatische Kohlenwasserstoffe Mesomerie Substitution an Aromaten</p>	<p>Die Aufgaben A1 und A2 vertiefen zentrale Inhalte des Aromatenkapitels für Grundkurse. A5 und A7 sind geeignet, Reaktionsfolgen zu betrachten.</p>
<p><u>9.10 ASS - ein Jahrhundertarzneimittel</u></p>	<p>Die Kapitel 9.10 bis 9.13 können zur individuellen Schwerpunktsetzung außerhalb der verpflichtenden Inhalte genutzt werden.</p>
<p><u>9.11 Praktikum Acetylsalicylsäure</u></p>	
<p><u>9.12 Dünnschichtchromatografie</u></p>	
<p><u>9.13 Exkurs Wirkungsweise von Schmerzmitteln</u></p>	

**Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe**

**Kapitel 10: Kunststoffe**

**Inhaltlicher Schwerpunkt: Organische Werkstoffe**

<b>24 Stunden à 45 Minuten</b>			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b>	<b>Kontexte:</b>	<b>Basiskonzept Struktur-Eigenschaft</b>	<b>Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht</b>
Organische Werkstoffe, Organische Verbindungen und Reaktionstypen	Maßgeschneiderte Produkte	Stoffklassen und Reaktionstypen, Eigenschaften makromolekularer Verbindungen, Polykondensation und radikalische Polymerisation, Zwischenmolekulare Wechselwirkungen	Reaktionssteuerung

<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans - Die Schülerinnen und Schüler ...</b>			
<b>Umgang mit Fachwissen:</b>	<b>Erkenntnisgewinnung:</b>	<b>Kommunikation:</b>	<b>Bewertung:</b>
<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 den Aufbau von Makromolekülen aus Monomer-Bausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u.a. Polyester, Polyamide) (UF1, UF3),</li> <li>• beschreiben und erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF3),</li> <li>• erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF2, UF4).</li> </ul>	<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>	<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> </ul>	<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> </ul>

Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<u>10 Einstiegsseite: Kunststoffe</u>	Die Bilder vermitteln einen ersten Eindruck von der Vielfalt des Einsatzes und der Begegnung mit den Kunststoffen. Die Alltagsbezüge treten deutlich hervor.
<u>10.1 Kunststoffe - Werkstoffe nach Maß</u> Kein Sport ohne Kunststoffe Unzerbrechliche Bierflaschen Bausteine aus Copolymeren Windkraftanlagen Kunststoffe in der Medizin Umweltgefährdung durch Kunststoffe	Aufriss der Thematik Der Komplex „Bewahrung der Schöpfung“ wird hier unter dem Aspekt des sinnvollen Einsatzes neuer Materialien zum Zwecke des schonenden Umgangs mit natürlichen Ressourcen behandelt.
<u>10.2 Eigenschaften und Struktur der Kunststoffe</u> Einteilung der Kunststoffe in: - Thermoplaste - Duroplaste (Duromere) - Elastomere - kristallin, teilkristallin, amorph - zwischenmolekulare Kräfte	Einstieg über V1 „Verhalten von thermoplastischen Kunststoffen bei Erwärmen“. Interessant ist es für Schülerinnen und Schüler, einen unbekanntes Kunststoff zu identifizieren, dazu kann auch das Schwimmverhalten (Dichte) in Wasser und Salzlösungen herangezogen werden. Die Einteilung der Kunststoffe wird durch Selbststudium mit der Doppelseite erarbeitet, die scheinbare einfache Aufgabe A1 wird zur Verdeutlichung des räumlichen Aufbaus der Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere genutzt; Lerngruppenmitglieder demonstrieren ihre „Wollfädenmodelle“ und referieren über die Einteilung der Kunststoffe.
<u>10.3 Kunststoffe durch Polymerisation</u> Radikalische Polymerisation Polymerisate: - Polyethen - Polypropen - Polystyrol - Polyvinylchlorid - Polyacrylnitril - Polymethylmethacrylat - Polytetrafluorethen	Die Beschreibung und Erläuterung einer radikalischen Polymerisation ist verbindlich. Das Kapitel 8.6 „Exkurs Radikalische Substitution“ kann herangezogen werden. Die Lehrerversuche zur Polymerisation werden zur Demonstration einer Polymerisation genutzt. Die Aufgabe A1 sollte in Einzelarbeit gelöst werden, hierbei können die Lerngruppenmitglieder B2 nutzen. Die Beispiele für wichtige Polymerisate können als Basis für Kurzvorträge oder die Hausaufgabe eingesetzt werden. Am Beispiel von Niederdruckpolyethen und Hochdruckpolyethen kann der Einfluss der Reaktionssteuerung auf die Struktur der Moleküle des Reaktionsproduktes betrachtet werden. Auch der Zusammenhang zwischen der Struktur der Makromoleküle und deren Einfluss auf die Eigenschaften (hier: Dichte und Wärmestabilität) kann beispielhaft erörtert werden.
<u>10.4 Copolymere</u> Möglichkeiten der Copolymerisation ABS-Copolymere Styrol-Butadien-Copolymere	Die Bildung der Copolymere verdeutlicht den Schülerinnen und Schüler im besonderen Maße, wie Kunststoffe variiert und dem gewünschten Zweck angepasst werden. Sinnvoll ist es, die Lerngruppenmitglieder komplexere Strukturformeln bzw. Ausschnitte von Darstellungen der Makromoleküle analysieren zu lassen, damit Monomere aufgespürt und Verknüpfungsmöglichkeiten gesehen werden.
<u>10.5 Kunststoffe durch Polykondensation</u> Polyester Polycarbonate Polyesterharz Polyamide Perlon	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. Mit dem Versuch V1 führen die Schülerinnen und Schüler selbstständig eine Polyesterbildung durch. Der „Nylonseiltrieb“ (V2) kann von der Lehrkraft stumm durchgeführt werden. Die Schülerinnen und Schüler beschreiben und interpretieren die Versuchsdurchführung und die Beobachtungen. Ein Vergleich der beiden Versuche kann unter dem Aspekt der Bildung eines Thermoplastes oder Duroplastes sowie Elastomeren vorgenommen werden.
<u>10.6 Kunststoffe durch Polyaddition</u> Polyaddition Epoxidharze Elastanfasern	Die Polyaddition ist nicht verbindlich, allerdings vervollständigt der Blick auf die weit verbreiteten Produkte durch Polyaddition die Möglichkeit der Gewinnung von Polymeren. Schülerinnen und Schüler müssen Polyadditionen nicht selbstständig formulieren können, sie sollen aber eine vorgegebene Reaktionsgleichung erläutern können. 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.
<u>10.7 Exkurs Verarbeitung von Kunststoffen</u> Verarbeitung von Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren Extrudieren Hohlkörperblasen Folienblasen Pressen Kalandrieren	Die vielfältigen Aspekte und Inhalte dieses Kapitels bieten Chancen für Referate, Recherchen und Versuchsplanungen (z.B. Untersuchung eines Superabsorbers).

<p><u>10.8 Kunststoffe im Alltag</u>          Bauindustrie          Elektroindustrie          Compact-Discs          Kunststoffe im Auto          Synthefasern          Atmungsaktive Membranen</p>	<p>Das Kapitel bietet grundlegende Einsichten in die Verwertung von Kunststoffen. Diese können durch aktuelle und besonders eindrucksvolle bzw. erschreckende Probleme (Müllstrudel im Pazifik) ergänzt und vertieft werden. Die SuS reflektieren ihr Verhalten im Alltag (Müllvermeidung, sachgerechte Entsorgung) und reflektieren unter Rückgriff auf Kap. 10.2 geeignete Recyclingverfahren. Der Komplex „Bewahrung der Schöpfung“ wird hier unter dem Aspekt des sorgsamsten Umgangs mit für das Ökosystem schädlichen Stoffen behandelt.</p>
<p><u>10.9 Exkurs Verwertung von Kunststoffabfall</u>          Vermeiden von Kunststoffabfällen          Stoffliche Verwertung          Energetische Verwertung</p>	
<p><u>10.10 Exkurs Silikone</u>          Eigenschaften          Herstellung          Verwendung</p>	<p>Bei genügender Zeit lohnt es sich die drei Exkurskapitel 10.10 bis 10.13 als Grundlage für projektorientiertes Arbeiten einzusetzen.</p>
<p><u>10.11 Exkurs Carbonfasern</u>          Eigenschaften          Herstellung          Verwendung</p>	
<p><u>10.12 Impulse Biologisch abbaubare Kunststoffe</u>          Kunststoffe aus Polymilchsäure:          - Herstellung          - Abbau</p>	
<p><u>10.13 Praktikum Herstellung von Kunststoffen</u>          Härtung eines Epoxidharzklebers          Alleskleber aus Polystyrol und Essigsäureethylester          Folien aus PVC          Kunststoff aus Citronensäure und Glycerin</p>	
<p><u>10.14 Durchblick Zusammenfassung und Übung</u></p>	

**Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe**

**Kapitel 11: Organische Farbstoffe**

**Inhaltlicher Schwerpunkt: Farbstoffe und Farbigekeit**

20 Stunden à 45 Minuten		
Inhaltliche Schwerpunkte:	Basiskonzept Struktur-Eigenschaft	Basiskonzept Energie
Farbstoffe und Farbigekeit	Molekülstruktur und Farbigekeit	Spektrum und Lichtabsorption, Energiestufenmodell zur Lichtabsorption

Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans - Die Schülerinnen und Schüler ...			
Umgang mit Fachwissen:	Erkenntnisgewinnung:	Kommunikation:	Bewertung:
<ul style="list-style-type: none"> <li>erklären die Farbigekeit von vorgegebenen Stoffen (u.a. Azofarbstoffe) durch Lichtabsorption und erläutern den Zusammenhang zwischen Farbigekeit und Molekülstruktur mithilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-/ Akzeptorgruppen) (UF1, E6).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigekeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe) (E6),</li> <li>werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigekeit fachsprachlich angemessen (K3).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).</li> </ul>

Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<u>11 Einstiegsseite: Organische Farbstoff</u>	Die Vielfalt der Farbstoffe ist überwältigend. Farbstoffe ermöglichen das Leben.
<u>11.1 Farbstoffe und Farbigekeit</u> Das Spektrum des sichtbaren Lichtes Signalfarben Naturfarben Lebensmittelfarben Wirkung von Farben Indikatorfarbstoffe Malerfarben aus Steinkohlenteer	Die Vielaspektigkeite der Farbstoffe und der Farben wirkt auch in ihrer Ästhetik animierend. Vorkenntnisse der Schülerinnen und Schüler aus dem Physik- und Kunstunterricht werden aktiviert. Nach einem allgemeinen Aufriss fokussiert man sich auf das Spektrum des sichtbaren Lichtes und erarbeitet mit dem Kapitel 11.2 die entscheidenden Grundlagen.
<u>11.2 Licht und Farbe</u> Licht und Energie Entstehung von Farbe Komplementärfarben Additive Farbmischung Subtraktive Farbmischung Monochromatisches Licht	Wichtig für die Grundkursmitglieder sind die Zusammenhänge zwischen der Farbe (Wellenlänge) des sichtbaren Lichtes und der Energie der Photonen und zwischen der Farbe des absorbierten Lichtes und der zugehörigen Komplementärfarbe. Die Aufgabe A1 muss von allen Kursmitgliedern gelöst werden.
<u>11.3 Kolorimetrie und Fotometrie</u> Kolorimetrie Farbe und Licht Fotometrie Transmissionsgrad Absorptionsgrad Extinktion	Es muss nur das Prinzip der Fotometrie verstanden und auf ein Absorptionsspektrum angewendet werden. Dabei wird wieder der Zusammenhang zwischen dem absorbierten Licht und der Komplementärfarbe hervorgehoben.
<u>11.4 Struktur und Farbe</u> Farbe und Molekülstruktur Absorptionssysteme M-Effekt	Der Inhalt des Kapitels 11.4 „Struktur und Farbe“ ist für die Kursmitglieder verbindlich. Hinzugezogen werden die Abschnitte „Azofarbstoffe“ und „Absorptionssysteme bei Azofarbstoffen“.
<u>11.5 Exkurs Farbe entsteht im Kopf</u> Die Netzhaut Das Sehen Das Farbsehen	Die Inhalte der Kapitel 11.5 bis 11.10 sind für den Grundkurs nicht verbindlich, mit Ausnahme der Struktur von Azofarbstoffen in Kap. 11.4. Die Kapitel können aber sehr gut für vertiefende Schwerpunkte und Projektkurse genutzt werden.



<p><u>11.6 Farbstoffklassen</u>  Azofarbstoffe  Absorptionssysteme bei Azofarbstoffen  pH-Abhängigkeit von Azofarbstoffen  Die Synthese von Azofarbstoffen  Triphenylmethanfarbstoffe  Carbonylfarbstoffe</p>	<p>Die Struktur von Azofarbstoffen ist verbindlich, siehe Kap. 11.4 Struktur und Farbe.</p>
<p><u>11.7 Lebensmittelfarbstoffe</u>  Farbstoffe als Lebensmittelzusatzstoffe  Natürliche Lebensmittelfarbstoffe  Synthetische Lebensmittelfarbstoffe  Praktikum  V1 Isolieren von Lebensmittelfarbstoffen  V2 Redoxeigenschaften eines blauen Lebensmittelfarbstoffs  V3 Identifizieren eines Farbstoffgemisches  Exkurs Der ADI-Wert</p>	<p>Die Lebensmittelfarbstoffe bieten einen Anknüpfungspunkt an die Kompetenzerwartung der Bewertung (... beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4)).</p>
<p><u>11.8 Exkurs Färbeverfahren</u>  Färbeverfahren  Reaktivfärbung  Küpfenfärbung  Indigo  Indigofärbung</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><u>11.9 Praktikum Farbstoffe und Färben</u>  Carotinoide  V1 Extraktion von Carotinoiden  V2 Chromatografische Untersuchung der Carotinoidgemische  V3 Indigo - Synthese und Färben  V4 Färben mit Indigo  V5 Direktfärbung mit anionischen und kationischen Farbstoffgemischen</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><u>11.10 Die Farbstoff-Solarzelle</u>  Die Grätzel-Zelle, Aufbau, Funktion  Praktikum Herstellung einer Farbstoff-Solarzelle</p>	<p>Eine interessante Entwicklung, die Schülerinnen und Schülern einen Einblick in zukunftsreiche Technologien erlaubt. Das Kapitel kann auch Ausgangspunkt für Facharbeiten sein.</p>
<p><u>11.11 Durchblick Zusammenfassung und Übung</u></p>	<p>Die Aufgaben A1 bis A4 sollten von den Grundkursschülerinnen und -schülern gelöst werden.</p>

Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans - Die Schülerinnen und Schüler ...			
Umgang mit Fachwissen:	Erkenntnisgewinnung:	Kommunikation:	Bewertung:
<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die elektrophile Erstsabstition am Benzol und deren Bedeutung als Beleg für das Vorliegen eines aromatischen Systems (UF1, UF3).</li> <li>• erklären die Farbigkeit von vorgegebenen Stoffen (u.a. Azofarbstoffe) durch Lichtabsorption und erläutern den Zusammenhang zwischen Farbigkeit und Molekülstruktur mithilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-/ Akzeptorgruppen) (UF1, E6).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und erläutern Grenzen dieser Modellvorstellung (E6, E7).</li> <li>• erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe) (E6),</li> <li>• werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5).</li> </ul>	<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> <li>• erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).</li> </ul>

Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<u>Einstiegsseite: Organische Farbstoffe</u>	Die Vielfalt der Farbstoffe ist überwältigend. Farbstoffe ermöglichen das Leben.
<u>11.1 Farbstoffe und Farbigkeit</u> Das Spektrum des sichtbaren Lichtes Signalfarben Naturfarben Lebensmittelfarben Wirkung von Farben Indikatorfarbstoffe Malerfarben aus Steinkohlenteer	Die Vielspektigkeit der Farbstoffe und der Farben wirkt auch in ihrer Ästhetik animierend. Vorkenntnisse der Schülerinnen und Schüler aus dem Physik- und Kunstunterricht werden aktiviert. Nach einem allgemeinen Aufriss fokussiert man sich auf das Spektrum des sichtbaren Lichtes und erarbeitet mit dem Kapitel 11.2 die entscheidenden Grundlagen.
<u>11.2 Licht und Farbe</u> Licht und Energie Entstehung von Farbe Komplementärfarben Additive Farbmischung Subtraktive Farbmischung Monochromatisches Licht	Wichtig für die Grundkursmitglieder 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. Die Aufgabe A1 muss von allen Kursmitgliedern gelöst werden.
<u>9.2 Erforschung des Benzols</u> Isolierung und Benennung des Benzols Eigenschaften des Benzols Molekülbau und Reaktivität des Benzols	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 nachzugehen. Der Benennung der Isomere des Dibrombenzols kann mithilfe von B4 nachgegangen werden.
<u>9.3 Bindungsverhältnisse im Benzolmolekül</u> Struktur des Benzolmoleküls Bindungen im Benzolmolekül Mesomerie und Grenzformeln	Die Bindungsverhältnisse im Benzolmolekül werden rein beschreibend dargestellt, dies entspricht der Kompetenzerwartung der Erkenntnisgewinnung. Sehr interessierten Schülerinnen und Schülern kann mit Kap. 9.5, „Exkurs Das Benzolmolekül im Orbitalmodell“ ein tieferer Einblick geboten werden. Die Hydrierungsenergie und die Mesomerieenergie müssen nicht behandelt werden.
<u>9.4 Mesomerie und Aromatizität</u> Grenzformeln und Regeln Hückel-Regel Heterocyclische Aromaten Polycyclische Aromaten	Die Inhalte gehen teilweise über die Anforderungen zum Erwerb der Kompetenzen im Grundkurs hinaus. Allerdings kann mit diesem Kapitel der Umgang mit mesomeren Grenzformeln auf eine solide Basis im Hinblick auf die Farbstoffe gestellt werden, außerdem sollten sich auch Grundkursschülerinnen und -schüler nicht von Formeln für heterocyclische und polycyclische Aromaten abschrecken lassen.
<u>9.6 Halogenierung von Benzol</u> elektrophile Erstsabstition	Mit der Behandlung dieses Kapitels können die Schülerinnen und Schüler die elektrophile Erstsabstition am Benzol und deren Bedeutung als Beleg für das Vorliegen eines aromatischen Systems erklären. B1 unterstützt die graphische Darstellung eines Reaktionsweges und erleichtert dessen Erläuterung.

<p><u>11.4 Struktur und Farbe</u>  Farbe und Molekülstruktur  Absorptionssysteme  M-Effekt</p>	<p>Der Inhalt des Kapitels 11.4 „Struktur und Farbe“ ist für die Kursmitglieder verbindlich. Hinzugezogen werden die Abschnitte „Azofarbstoffe“ und „Absorptionssysteme bei Azofarbstoffen“</p>
<p><u>11.3 Kolorimetrie und Fotometrie</u>  Kolorimetrie  Farbe und Licht  Fotometrie  Transmissionsgrad  Absorptionsgrad  Extinktion</p>	<p>Es muss nur das Prinzip der Fotometrie verstanden und auf ein Absorptionsspektrum angewendet werden. Dabei wird wieder der Zusammenhang zwischen dem absorbierten Licht und der Komplementärfarbe hervorgehoben.</p>

2.1.3. Qualifikationsphase Leistungskurs

Inhaltsfeld 2: Säuren, Basen und analytische Verfahren

Kapitel 6: Säuren-Base-Reaktionen und analytische Verfahren

36 Stunden à 45 Minuten					
Inhaltliche Schwerpunkte:	Kontexte:	Basiskonzept Struktur-Eigenschaft	Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht	Basiskonzept Donator-Akzeptor	Basiskonzept Energie
Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen, Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen, Titrationsmethoden im Vergleich	Säuren und Basen in Alltagsprodukten: Starke und schwache Säuren und Basen, Konzentrationsbestimmungen von starken und schwachen Säuren bzw. starken und schwachen Basen in Lebensmitteln und Reinigern	Merkmale von Säuren bzw. Basen, Leitfähigkeit	Autoprotolyse des Wassers, pH-Wert, Stärke von Säuren und Basen	Säure-Base-Konzept von Brønsted, Protonenübergänge bei Säure-Base-Reaktionen, pH-metrische Titration	Neutralisationswärme

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans - Die Schülerinnen und Schüler ...**

Umgang mit Fachwissen:	Erkenntnisgewinnung:	Kommunikation:	Bewertung:
<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>	<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> <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>	<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>	<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>

Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<u>6 Einstiegsseite: Säure-Base-Reaktionen und analytische Verfahren</u>	Aufriss der Thematik über Bilder des Schülerbuchs und Stoffproben aus dem Alltag und der Sammlung
<u>6.1 Säuren und Basen im Alltag und im Labor</u> Aspekte: Indikatoren, pH-Wert (phänomenologisch), Säuren und Basen im Alltag, Neutralisation, Stoffmengenkonzentration	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.
<u>6.2 Die Entwicklung des Säure-Base-Begriffs</u>	Historische Stationen der Entwicklung des Säure-Base-Begriffes; V1 kann genutzt werden, die Gemeinsamkeiten saurer Lösungen im Schülerversuch zu wiederholen, zusammenzuführen oder zu erschließen; A1 Hausaufgabe.
<u>6.3 Die Säure-Base-Theorie nach BRØNSTED</u> Brønstedsäuren/Protonendonatoren Brønstedbasen/Protonenakzeptoren Protolysen Säure-Base-Paare Funktionsschema für Säure-Base-Reaktionen Ampholyte Schrittweise Protonenabgabe (mehrprotonige Säuren)	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.
<u>6.4 Die Neutralisationswärme</u> Reaktionswärme Neutralisationswärme Ermittlung einer Neutralisationswärme	Die Schülerinnen und Schüler erklären die Reaktionswärme bei Neutralisationen mit der zugrundeliegenden Protolysereaktion der Oxoniumionen mit den Hydroxidionen. Die Aufgaben A1 und A2 können z.B. als Hausaufgabe bearbeitet werden.
<u>6.5 Praktikum Neutralisation und Wärme</u> V1 Bestimmung der Neutralisationswärme: Salzsäure + Natronlauge, Salzsäure + Kalilauge; Salpetersäure + Natronlauge, Salpetersäure + Kalilauge, V2 Temperaturverlauf einer Säure-Base-Titration (thermometrische Titration)	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. 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.
<u>6.6 Autoprotolyse des Wassers und pH-Wert</u> Autoprotolyse des Wassers Ionenprodukt des Wassers Definition des pH-Wertes Zusammenhänge zwischen $K_w$ , $c(\text{H}_3\text{O}^+)$ , $c(\text{OH}^-)$ bzw. $pK_w$ , pH, pOH	Das Ionenprodukt des Wassers und der pH-Wert lassen sich einseitig und zügig im Lehrervortrag 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.
<u>6.7 Die Stärke von Säuren und Basen</u> Protolysegleichgewicht Säure- und Basenkonstante $K_S$ -Wert, $pK_S$ -Wert $K_B$ -Wert, $pK_B$ -Wert	Beim Vergleich der pH-Werte gleich konzentrierter Säuren (V1) wird deutlich, dass nicht der pH-Wert die Säurestärke bestimmt. Die Anwendung des Massenwirkungsgesetzes auf die Gleichgewichtsreaktion einer schwachen Säure führt zur Säurekonstante. Die Lerngruppenmitglieder müssen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktion mithilfe von $K_S$ - bzw. $pK_S$ - sowie $K_B$ - bzw. $pK_B$ - Werten machen können. Für viele Schülerinnen und Schüler ist der Umgang mit $K_S$ - und $K_B$ -Werten einfacher als der Umgang mit $pK_S$ - und $pK_B$ -Werten. Es ist deshalb durchaus möglich, den $pK_S$ -Wert sowie $pK_B$ -Wert bei Rechnungen erst im letzten Rechenschritt zu nutzen (vgl. B4 und A2). Die Bearbeitung der Aufgaben A1 und A2 festigt die wichtigen Kompetenzen im Umgang mit dem pH-Wert und der Säurestärke.
<u>6.8 Protolysen in Salzlösungen</u> Kationen als Säuren Anionen als Säuren Neutrale Salzlösungen Inhaltsstoffe von Lebensmitteln und Reinigern	Protolysen in Salzlösungen müssen nach einem ersten Blick auf den Kernlehrplan nicht behandelt werden. Allerdings enthalten viele Produkte des Alltags Salze, bei denen für Schülerinnen und Schüler nicht sofort erkennbar ist, dass die Kationen oder Anionen Säure-Base-Reaktionen eingehen können. Mit Kenntnissen aus diesem Kapitel kann der Lebenswirklichkeit enger begegnet werden, die Recherchen zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, werden dadurch auf ein solides Fundament gestellt. Es bietet sich an, die Experimente und umfangreichen Aufgaben dieses Kapitels für eine umfangreichere Gruppenarbeit zu nutzen und die Schülerinnen und Schüler im Dialog intensiv zu stützen.

<p><u>6.9 pH-Werte von Säurelösungen</u> pH-Werte starker Säuren pH-Werte schwacher Säuren</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>
<p><u>6.10 pH-Werte von Basenlösungen</u> pH-Werte der wässrigen Lösung starker Basen (Hydroxide) und schwacher Basen</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><u>6.11 Exkurs Puffersysteme</u> Wirkungsweise eines Puffersystems Henderson-Hasselbalch-Gleichung Kohlensäure-Hydrogencarbonat-Puffersystem Calciumcarbonat-Calciumhydrogencarbonat-Puffersystem</p>	<p>Die Behandlung von Puffersystemen ist nicht verbindlich. Das Kapitel ermöglicht die Vertiefung der Säure-Base-Reaktionen. Gerade Puffersysteme weisen hohe Umwelt- und Lebensweltbezüge auf. Das Kapitel kann auch Ausgangspunkt für die Anfertigung von Facharbeiten sein.</p>
<p><u>6.12 Praktikum Titration mit Endpunktsbestimmung</u> Bestimmung von Essigsäure im Essig Titration Maßlösung Probelösung Äquivalenzpunkt Auswertung einer Titration Stoffmengenkonzentration Massenanteil Massenkonzentration Umgang mit Bürette, Pipette</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler müssen das Verfahren einer Titration mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator erläutern, zielgerichtet durchführen und auswerten können. Die Aufgaben A1 und A2 fördern das Bewerten der durch eigene Experimente gewonnenen Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen). Auch das Bewerten der Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen wird gefördert. Es bietet sich an, unterschiedliche Essigsorten einzusetzen.</p>
<p><u>6.13 pH-metrische Titration</u> Titration einer starken Säure Titration einer schwachen Säure Titration einer mehrprotonigen Säure Äquivalenzpunkt Wendepunkt Neutralpunkt pH-Sprung</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler müssen eine pH-metrische Titration beschreiben, charakteristische Punkte der Titrationskurve (u.a. Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt) interpretieren und den Verlauf mithilfe des Protolysekonzepts erklären können. Die Versuche V1 bis V4 können arbeitsteilig durchgeführt, die Ergebnisse im Schülervortrag vorgestellt werden. Es bietet sich der Einsatz eines Tabellenkalkulationsprogramms an. Die Aufgaben A1 und A2 fördern das Interpretieren einer Titrationskurve.</p>
<p><u>6.14 Halbtitration</u> Halbäquivalenzpunkt Bestimmung des <math>K_s</math>-Wertes über die Ermittlung des Halbäquivalenzpunktes</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler müssen den Halbäquivalentpunkt als einen charakteristischen Punkt der Titrationskurve einer schwachen Säure bzw. schwachen Base interpretieren können.</p>
<p><u>6.15 Titration und Indikator</u> Indikatorwahl und Titration</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler müssen chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Auswahl eines geeigneten Indikators für eine Titration mit Endpunktsbestimmung nutzen können. Der Versuch V1 kann arbeitsteilig durchgeführt werden. Die Aufgaben A1 und A2 fördern den Erwerb der geforderten Kompetenz.</p>
<p><u>6.16 Leitfähigkeitstitration</u> Leitfähigkeit von Ionenlösungen Unterschiedliche Ionenleitfähigkeiten (Ionenäquivalentleitfähigkeit) Durchführung einer Leitfähigkeitstitration Dokumentation der Ergebnisse einer Leitfähigkeitstitration mithilfe graphischer Darstellungen</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler müssen das Verfahren einer Leitfähigkeitstitration (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Säuren bzw. Basen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt beschreiben und vorhandene Messdaten auswerten können. Der zentrale Versuch V1 fördert den Erwerb dieser Kompetenz. Die Schülerinnen und Schüler lernen die Durchführung und den grundlegenden Verlauf der Titrationskurven starker Basen, starker Säuren und schwacher Säuren kennen. Zur Erklärung ziehen die Lerngruppenmitglieder das Vorhandensein frei beweglicher Ionen mit unterschiedlichen Leitfähigkeiten (Ionenäquivalentleitfähigkeiten) heran.</p>
<p><u>6.17 Praktikum Säuren und Basen in Produkten des Alltags</u> V1 Überprüfung des Essigsäureanteils in Essigessenz mit einer Leitfähigkeitstitration V2 Phosphorsäure in einem Cola-Getränk mithilfe einer potentiometrischen Titration V3 Bestimmung von Säuren in Weißwein mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator V4 Bestimmung von Hydroxid- und Carbonationen in einem festen Rohrreiniger</p>	<p>Das Praktikum vertieft und erweitert die verbindlichen Säure-Base-Titrationsverfahren. 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. 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><u>6.18 Titrations im Vergleich</u>  Vergleich der Titrationsverfahren im Hinblick auf die Bestimmung des Äquivalenzpunktes einer Säure-Base-Titration</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><u>6.19 Impulse Konzentrationsberechnungen</u>  Berechnung und Ermittlung von Stoffmengenkonzentrationen</p>	<p>Die Impulseseite vermittelt einen Überblick über den Algorithmus der Berechnung einer Stoffmengenkonzentration für Säure-Base-Reaktionen. Die Aufgabe A1 fördert die Auswertung einer Leitfähigkeitstirration an einem Beispiel aus dem Alltag. Die Aufgabe A2 erfordert den Transfer des an der Konzentrationsbestimmung einer Säure Gelernten auf eine starke Base.</p>
<p><u>6.20 Durchblick Zusammenfassung und Übung</u></p>	<p>Die zentralen Begriffe sind verbindlich. Alle Aufgaben können zum Üben und Vertiefen genutzt werden.</p>



62 Stunden à 45 Minuten				
Inhaltliche Schwerpunkte:	Kontexte:	Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht	Basiskonzept Donator-Akzeptor	Basiskonzept Energie
Elektrochemische Gewinnung von Stoffen, Mobile Energiequellen, Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse, Korrosion und Korrosionsschutz	Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon, Verzinken gegen Rost, Elektroautos - Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozess	Umkehrbarkeit von Redoxreaktionen	Spannungsreihe der Metalle und Nichtmetalle, Elektrolyse, Galvanische Zellen, Elektrochemische Korrosion, Korrosionsschutz	Faraday-Gesetze, elektrochemische Energieumwandlungen, Standardelektrodenpotentiale, Nernst-Gleichung, Kenndaten von Batterien und Akkumulatoren

**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans - Die Schülerinnen und Schüler ...**

Umgang mit Fachwissen:	Erkenntnisgewinnung:	Kommunikation:	Bewertung:
<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>	<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> <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>	<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>	<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>

Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
7 Einstiegsseite: Elektrochemie	Die Bilder und kurzen Textbausteine umreißen die Thematik.
7.1 Mobile Energiequellen Mobile Energiequellen Historische Batterien Akkus machen mobil Lithium-Ionen-Akkumulatoren Primär- und Sekundärelemente Kondensatoren als Energiespeicher	Mit den Beispielen der Kontextseite wird die Themenbreite der Elektrochemie entfaltet. Batterien und Akkus, mit denen die Lerngruppenmitglieder häufig unbewusst umgehen, werden lose vorgestellt. Es kann eine Batterie zerlegt werden (B2 in Kap. 7.18). Teile der Batterie werden beschrieben. Anschließend wird als erster Themenblock „Aufbau und Funktionsweise einer Batterie“ angesteuert. Dazu müssen in der Regel grundlegende Aspekte des Donator-Akzeptor-Basiskonzepts aufgegriffen werden.
7.2 Oxidation und Reduktion Elektronenübergänge Redoxreaktionen Oxidationsmittel Reduktionsmittel Korrespondierende Redoxpaare	
7.3 Oxidationszahlen Regeln zur Ermittlung von Oxidationszahlen	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.
7.4 Impulse Redoxgleichungen Aufstellen einer Redoxgleichung	Die Schülerinnen und Schüler lösen die Aufgaben A1 und A2, stellen in Anlehnung an B1 Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt.
7.5 Praktikum Redoxitrationen Permanganometrie V1 Titration einer Oxalsäurelösung V2 Bestimmung von Sauerstoff in einer Gewässerprobe	Redoxitrationen sind auch im Leistungskurs nicht verbindlich. Das Kapitel kann z.B. im Rahmen eines Projektes zur Gewässeruntersuchung genutzt werden.
7.6 Die Redoxreihe Redoxreihe der Metalle Redoxreihe der Nichtmetalle	Die Schülerversuche werden arbeitsgleich oder arbeitsteilig eingesetzt, um auf die Redoxreihen hinzuarbeiten. Die Begriffe „oxidieren, wird oxidiert, reduzieren, wird reduziert“ werden nachhaltig eingefordert.
7.7 Galvanische Elemente Daniell-Element Aufbau einer galvanischen Zelle (Halbelement, Anode, Kathode, Pluspol, Minuspol, Diaphragma) Spannung galvanischer Elemente Modellhafte Darstellung des Zustandekommens der Spannung eines Daniell-Elements Volta-Element	Das Experiment V1 und der „Exkurs Messung von Redoxpotentialen“ sind wie die Inhalte dieses Kapitels grundlegend. Die beiden Aufgaben A1 und A2 werden in Einzelarbeit gelöst und dienen der Überprüfung des Verständnisses. Hinweis: Es sind meist auch grundlegende Aspekte aus der Physik zur Elektrizitätslehre aufzugreifen: Spannung, Stromstärke, Widerstand, elektrische Energie.
7.8 Die elektrochemische Spannungsreihe Standardwasserstoffelektrode Standardpotentiale Messung eines Standardpotentials Elektrochemische Spannungsreihe	Die Inhalte des Kapitels sind grundlegend für den Kompetenzerwerb. Der Aufbau und die Funktionsweise der Standardwasserstoffelektrode wird im Lehrvortrag vorgestellt. Es genügt die Messung eines Standardpotentials. Mit den Redoxpotentialen aus Kap. 7.7 und dem gemessenen Standardpotential lässt sich eine elektrochemische Spannungsreihe aufstellen. Der Ausschnitt aus der elektrochemischen Spannungsreihe (B4) wird intensiv besprochen. Mit den Standardpotentialen werden an Beispielen von galvanischen Zellen Spannungen berechnet. Die Aufgaben A1, A2 und A3 werden in Partnerarbeit gelöst. Die Lösungen werden in Kurzvorträgen vorgestellt. Fehlern wird intensiv nachgegangen.
7.9 Ionenkonzentration und Spannung Aufbau eines Konzentrationselements Spannung eines Konzentrationselements	Der Versuch V1 kann als Schülerversuch oder als Demonstrationsversuch eingesetzt werden. Bei Wahl als Demonstrationsversuch kann man die Lerngruppenmitglieder jeweils Voraussagen zu den erwarteten Spannungen machen lassen. Dieses erhöht das Interesse der Lerngruppenmitglieder und bereitet auf die logarithmische Abhängigkeit der Spannung vom Konzentrationsverhältnis vor.

<p><u>7.10 Die Nernst-Gleichung</u>  Nernst-Gleichung für Metall/Metallionen- Halbelement  Nernst Gleichung für Nichtmetallionen/Nichtmetall-Halbelement  Nernst-Gleichung und Massenwirkungsgesetz  Berechnung von Spannungen galvanischer Elemente mit der Nernst-Gleichung  pH-Wert-Messung mit Wasserstoffelektroden  pH-Messung mit der Einstabmesskette  pH-Abhängigkeit von Redoxpotentialen</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.  Die Schülerinnen und Schüler ziehen die Abbildungen B3 und B4 für das Aufstellen von Lösungswegen heran.</p>
<p><u>7.11 Exkurs Bestimmung extrem kleiner Konzentrationen</u>  Löslichkeitsprodukt</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><u>7.12 Impulse Berechnen einer Potentialdifferenz</u>  Schritte zur Berechnung einer Potentialdifferenz</p>	<p>Die Lerngruppenmitglieder erhalten einen gut nachvollziehbaren Algorithmus zur Berechnung einer Potentialdifferenz. Die Aufgabe A1 ist in Einzelarbeit oder als Hausaufgabe zu bearbeiten.</p>
<p><u>7.13 Elektrolysen in wässrigen Lösungen</u>  Elektrolyse  Elektrolysezelle  Zersetzungsspannung  Polarisationsspannung  Abscheidungspotential  Überspannung  Überpotential  Abscheidungspotentiale und Elektrolysen</p>	<p>Die Elektrolyse einer Zinkiodidlösung ist das zentrale Einstiegsexperiment, mit dem sich die bei einer Elektrolyse ablaufenden Vorgänge als zwangsweise Umkehrung der Vorgänge einer galvanischen Zelle herausarbeiten lassen. Bei zusätzlichem Einsatz eines Stromstärkemessgerätes lässt sich auch die Umkehrung der Stromrichtung bzw. des Elektronenflusses herausstellen. Die Abbildung B1 unterstützt die Deutung des Versuchs.  Der Versuch V2 wird zur Herausarbeitung der Zersetzungsspannung und der Überspannung genutzt. Entscheidend ist es, dass die Lerngruppenmitglieder verstehen, dass eine Elektrolyse erst einsetzt, wenn die Zersetzungsspannung erreicht ist. Die Aufgaben A1, A3 und A4 werden im Unterricht oder als Hausaufgabe bearbeitet.  Hinweis: Es lohnt sich, eine gesättigte Natriumsulfatlösung, die mit einigen Tropfen Universalindikatorlösung versetzt wird, in einem Hofmann'schen Apparat zu elektrolysieren. Es wird dann sehr deutlich, dass die Elektrolyse mit der kleinsten Zersetzungsspannung abläuft.</p>
<p><u>7.14 Quantitative Betrachtung der Elektrolyse</u>  Faraday-Gesetze</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.</p>
<p><u>7.15 Gewinnung von Zink</u>  Vorkommen von Zink  Der Werkstoff Zink  Zinkgewinnung  Recycling von Zink</p>	<p>Die Kapitel 7.15 und 7.16 sprechen großtechnische Prozesse an. Die Kapitel können auch als Grundlagen für Schülervorträge oder das Selbststudium genutzt werden.</p>
<p><u>7.16 Gewinnung von Aluminium</u>  Schmelzflusselektrolyse</p>	<p>Das Kapitel und die Aufgabe A1 kann als Ausgangspunkt für eine Diskussion zum Einsatz von Aluminium aus ökonomischen und ökologischen Perspektiven genutzt werden.</p>
<p><u>7.17 Batterien</u>  Zink-Kohle-Batterie  Alkali-Mangan-Batterie  Zink-Luft-Knopfzelle  Lithium-Mangan-Batterie</p>	<p>Die verschiedenen Batterietypen können im Selbststudium erarbeitet und danach vorgestellt werden. Die Aufgaben A1 bis A4 werden selbstständig von den Kursmitgliedern gelöst.</p>
<p><u>7.18 Praktikum Primärelemente</u>  V1 Volta-Elemente  V2 Leclanché-Elemente</p>	<p>Das Praktikum soll mit dem Kapitel 7.17 integriert bearbeitet werden.</p>
<p><u>7.19 Akkumulatoren</u>  Bleiakkumulator  Nickel-Metall-Hydrid-Akkumulator  Lithium-Ionen-Akkumulator</p>	<p>Für Lerngruppenmitglieder ist es interessant, am Auto die Starterbatterie zu identifizieren und die Funktion von Starterbatterie und Lichtmaschine zu beschreiben. Steht ein aufgesägter Bleiakkumulator zur Verfügung, so sollten die Einzelteile beschrieben werden. Die Abbildung B2 zum Aufbau einer Starterbatterie kann ergänzend oder ersatzweise eingesetzt werden. Der Versuch V1 zum Laden und Entladen eines Bleiakkumulators ist grundlegend.  An zwei „Modellbleiakkumulatoren“ können auch Reihen- und Parallelschaltung demonstriert werden.</p>
<p><u>7.20 Brennstoffzellen</u>  Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle  PEM-Brennstoffzelle  Direktmethanol-Brennstoffzelle</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><u>7.21 Energiespeicherung</u>  Energiespeicherung  Energieumwandlung  Erzeugung von Brennstoffen:  - Fotokatalytische Wasserspaltung  - Sabatier-Prozess  - Power-to-Gas  - Power-to-Liquid  Wärmespeicher  Pumpspeicherwerke</p>	<p>Die Energiespeicherung ist ein Grundpfeiler der Energiewende. Die Aufgaben unterstützen die Forderung nach einer übersichtlichen grafischen Darstellung von Sachverhalten.</p>
<p><u>7.22 Praktikum Brennstoffzellen</u>  V1 Wirkungsgrade einer Brennstoffzelle  V2 Modellversuch zur Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle</p>	<p>Das Kapitel 7.22 wird mit dem Kapitel 7.20 verknüpft.</p>
<p><u>7.23 Korrosion und Korrosionsschutz</u>  Lokalelement  Säurekorrosion  Sauerstoffkorrosion  Rosten  Passiver Korrosionsschutz  Kathodischer Korrosionsschutz</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. Die Lehrkraft unterstützt die Lerngruppenmitglieder individuell und überzeugt sich im Dialog vom Verständnis der Lerngruppenmitglieder. Die grafischen Darstellungen werden zur Beschreibung und Erklärung durch die Schülerinnen und Schüler herangezogen.</p>
<p><u>7.24 Praktikum Korrosion und Korrosionsschutz</u>  V1 Rosten von Eisen  V2 Eisen-Sauerstoff-Element  V3 Rostbildung unter einem Salzwassertropfen  V4 Rostbildung an Lokalelementen  V5 Korrosionsschutz durch Metallüberzüge  V6 Kathodischer Korrosionsschutz</p>	<p>Die Aufgaben sind von allen Schülerinnen und Schülern zu lösen, möglichst selbstständig und in Alleinarbeit. Die Aufgaben werden in Kurzvorträgen vorgestellt, die Lösungen sind sorgfältig zu begründen. Fehlerhaften Darstellungen ist intensiv nachzugehen.</p>
<p><u>7.25 Durchblick Zusammenfassung und Übung</u></p>	

**Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe**

**Kapitel 8: Organische Verbindungen und ihre Reaktionswege**

**Inhaltlicher Schwerpunkt: Organische Verbindungen und Reaktionswege, Reaktionsabläufe**

30 Stunden à 45 Minuten				
Inhaltliche Schwerpunkte:	Kontexte:	Basiskonzept Struktur-Eigenschaft	Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht	Basiskonzept Donator-Akzeptor
Organische Verbindungen und Reaktionstypen, radikalische Substitution, nucleophile Substitution, Veresterung und Verseifung, Eliminierung, elektrophile Addition, Reaktionsfolge	Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt, Vom Erdöl zum Superbenzin	Stoffklassen und Reaktionstypen, elektrophile Addition, zwischenmolekulare Wechselwirkungen	Reaktionssteuerung und Produktausbeute	Reaktionsschritte

Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans - Die Schülerinnen und Schüler ...			
Umgang mit Fachwissen:	Erkenntnisgewinnung:	Kommunikation:	Bewertung:
<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>	<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>	<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>	<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>

Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<u>8 Einstiegsseite: Organische Verbindungen und ihre Reaktionswege</u>	Die Bilder und Textbausteine umreißen zielführend die Pole organische Verbindungen im Reagenzglas und in der Großtechnik.
<u>Aufbau organischer Moleküle und charakteristische Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihrer chemischen Reaktionen (Veresterung, Oxidationreihe)</u>	Selbstüberprüfung der Schülerinnen und Schüler mithilfe von Aufgabenstellungen durch die Lehrkraft; die Schülerinnen und Schüler arbeiten ihre Lücken im Selbststudium mithilfe des Kapitels 2 „Organische Stoffe in Natur und Technik“ auf. Intensivere Hilfestellungen im Dialog sind in der Regel bei der Behandlung der zwischenmolekularen Wechselwirkungen notwendig.
<u>Kontext: Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt, enger gefasst: Vom Erdöl zu Treibstoffen</u>	Kartenabfrage führt zur Themenformulierung.
<u>8.1 Erdöl - Grundlage für chemische Produkte</u> Energieträger und Rohstoff Funktionelle Gruppe Vom Reagenzglas zum industriellen Synthesereaktor Zwischenstufen und Endprodukte	Die Bedeutung des Erdöls für chemische Produkte, die letztendlich jeden betreffen, wird herausgestellt. Die aufgeführten Aspekte vermitteln Leitideen.
<u>8.2 Gewinnung von Kohlenwasserstoffen aus Erdöl</u> fraktionierende Destillation Vakuumdestillation Rohölfraction	Demonstrationsexperiment/Film zur Erdöldestillation, Erarbeitung mit dem Buchkapitel. Die Aufgaben A1 und A2 erfordern die zwischenmolekularen Wechselwirkungen (hier: Van-der-Waals-Kräfte) zur Erklärung der Stoffeigenschaften. Die Aufgabe A3 erfordert die Recherche und fördert Kompetenzen der Bewertung. Lücken können mit Kapitel 1.8 „Eigenschaften der Alkane“ geschlossen werden.
<u>8.3 Kraftfahrzeugbenzin - Herstellung und Veredelung</u> Klopffestigkeit Reformieren Cracken	V1 als Demonstrationsexperiment. Vertiefende Betrachtung von Alkanen, Alkenen, Cycloalkanen und Cycloalkenen. Einsatz von Molekülbaukästen bzw. Computereinsatz. Kapitel 2.12 „Exkurs Wichtige Ether - MTBE und ETBE“ kann zur Erläuterung der Arbeitsweise eines Ottomotors genutzt werden.
<u>8.4 Impulse Molekülstrukturen am Computer</u> Moleküleditoren Zeichnerische Darstellung von Molekülen Molecular Modelling	Nach einer grundlegenden Einführung eines Programms bietet es sich an, dass die Schülerinnen und Schüler sich zu Hause mit einem oder unterschiedlichen Programmen auseinandersetzen und ihre Erfahrungen vorstellen
<u>8.5 Halogenierung der Alkane</u> Bromierung von Heptan Substitution	Alkane müssen in reaktionsfähige Verbindungen überführt werden, um z.B. daraus Methanol oder Ethanol zu gewinnen. V1 als Lehrerdemonstrationsexperiment
<u>8.6 Exkurs Radikalische Substitution</u> Reaktionsschritte der radikalischen Substitution Energiebilanz der Chlorierung von Methan Energiediagramm der Reaktion von Chlor mit Methan	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.
<u>8.7 Aus Halogenalkanen entstehen Alkohole - S<sub>N</sub>-Reaktionen</u> S <sub>N</sub> 1 S <sub>N</sub> 2	V1 als Schülerversuch, V2 und V3 als Lehrerdemonstrationsversuche. Leitender Gedanke: Alkohole lassen sich durch eine nucleophile Substitution z.B. aus Halogenalkanen gewinnen.
<u>8.13 Reaktionen der Alkene - elektrophile Addition</u> Additionsreaktion elektrophile Addition Verlauf einer elektrophilen Addition nach Markownikow	Mit diesem Kapitel wird der Kompetenzerwerb zur Formulierung und Erläuterung einer elektrophilen Addition in besonderem Maße unterstützt.
<u>8.14 Vom C4-Schnitt zur organisch-chemischen Synthese</u> Reaktionsfolge Stoffkreislauf Erhöhung der Klopffestigkeit von Benzin durch MTBE bzw. ETBE	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.
<u>8.10 Exkurs Biodiesel</u> Aufbau von Fetten Pflanzenöl als Dieseleratz Umesterung von Rapsöl	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.

Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Kapitel 9: Aromaten

Inhaltlicher Schwerpunkt: Organische Verbindungen und Reaktionswege, Reaktionsabläufe

18 Stunden à 45 Minuten				
Inhaltliche Schwerpunkte:	Kontexte:	Basiskonzept Struktur-Eigenschaft	Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht	Basiskonzept Donator-Akzeptor
Organische Verbindungen und Reaktionstypen, Benzol als aromatisches System und elektrophile Ersts- und Zweitsubstitution, zwischenmolekulare Wechselwirkungen	Erforschung des Benzols	Stoffklassen und Reaktionstypen, Benzol, Phenol und das aromatische System, elektrophile Erst- und Zweitsubstitution am Aromaten, Vergleich von elektrophiler Addition und elektrophiler Substitution, zwischenmolekulare Wechselwirkungen	Reaktionssteuerung und Produktausbeute	Reaktionsschritte

Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans - Die Schülerinnen und Schüler ...			
Umgang mit Fachwissen:	Erkenntnisgewinnung:	Kommunikation:	Bewertung:
<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>	<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>	<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>	<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>



Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<u>9 Einstiegsseite: Aromaten</u>	Die Abbildung „Kaffeeverkostung“ versinnbildlicht das Thema.
<u>9.1 Aromaten und Arzneimittel</u> Benzol Phenol Aromastoffe	Es genügt, sich zunächst auf Benzol, Phenol und die Aromastoffe zu fokussieren, da diese im Mittelunkt des Kompetenzerwerbs für Leistungskurse stehen.
<u>9.2 Erforschung des Benzols</u> Isolierung und Benennung des Benzols Eigenschaften des Benzols Molekülbau und Reaktivität des Benzols	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.
<u>9.3 Bindungsverhältnisse im Benzolmolekül</u> Struktur des Benzolmoleküls Bindungen im Benzolmolekül Mesomerie und Grenzformeln	Die Bindungsverhältnisse im Benzolmolekül werden rein beschreibend dargestellt, dieses entspricht der Kompetenzerwartung der Erkenntnisgewinnung auch im Leistungskurs. Die Hydrierungsenergie und die Mesomerieenergie müssen nicht behandelt werden.
<u>9.4 Mesomerie und Aromatizität</u> Grenzformeln und Regeln Hückel Regel Heterocyclische Aromaten Polycyclische Aromaten	Mit diesem Kapitel kann der Umgang mit mesomeren Grenzformeln auf eine solide Basis im Hinblick auf die Farbstoffe gestellt werden. Außerdem sollten sich die Schülerinnen und Schüler nicht von Formeln für heterocyclische und polycyclische Aromaten abschrecken lassen.
<u>9.5 Exkurs Das Benzolmolekül im Orbitalmodell</u> Orbitale Elektronenkonfiguration des C-Atoms sp <sup>3</sup> - und sp <sup>2</sup> -Hybridisierung σ- und π-Bindung	Sehr interessierten Schülerinnen und Schülern bietet dieser Exkurs einen tieferen Einblick.
<u>9.6 Halogenierung von Benzol</u> elektrophile Erstsitution	Mit der Behandlung dieses Kapitels können die Schülerinnen und Schüler die Reaktionsschritte der elektrophilen Erstsitution am Benzol und deren Bedeutung als Beleg für das Vorliegen eines aromatischen Systems erklären. B1 unterstützt die graphische Darstellung eines Reaktionsweges und erleichtert dessen Erläuterung.
<u>9.7 Reaktionsmechanismen im Vergleich</u> elektrophile Addition und elektrophile Substitution im Vergleich Substitutionsreaktion in der Seitenkette und am Benzolring	Schülerinnen und Schüler des Leistungskurses müssen die Reaktionschritte unterschiedlicher Reaktionstypen (u.a. elektrophile Addition und elektrophile Substitution) analysieren und vergleichen können.
<u>9.8 Benzolderivate</u> Phenol Nitrobenzol Anilin Toulo Benzylalkohol, Benzaldehyd, Benzoesäure	Das Kapitel kann als „Steinbruch“ genutzt werden. Benzaldehyd und Benzoesäure sind bedeutsame Stoffe des Alltags. Phenol soll auch als Vorbereitung auf die elektrophile Zweitsitution gründlich behandelt werden.
<u>9.9 Zweitsitution an Aromaten</u> Geschwindigkeit der Zweitsitution Ort der Zweitsitution I-Effekt M-Effekt Grenzformeln des Phenolmoleküls Grenzformeln des Nitrobenzolmoleküls Carbokation und Zweitsitution	Der Einfluss des Erstsitutionen aus das Ausgangsmolekül und das Carbokation werden ausführlich erläutert. Die Aufgaben A1 und A2 vertiefen den Einfluss eines Erstsitutionen auf den Ort der Zweitsitution. Die Aufgabe A3 hebt auf den sterischen Effekt ab.
<u>9.14 Impulse Aromaten im Alltag</u> Coffein Nikotin Benzpyren	In Kurzreferaten können Stoffe aus den Kapiteln 9.8 und 9.14 vorgestellt werden.
<u>9.15 Durchblick Zusammenfassung und Übung</u> Aromatische Kohlenwasserstoffe Mesomerie Phenol Substitution an Aromaten Ort einer Zweisubstitution	Alle Aufgaben sind zur Übung, Vertiefung und Erweiterung geeignet. A5, A6 und A7 fördern die Betrachtung von Reaktionsfolgen.
<u>9.10 ASS - ein Jahrhundertarzneimittel</u>	Die Kapitel 9.10 bis 9.13 können zur individuellen Schwerpunktsetzung außerhalb der verpflichtenden Inhalte genutzt werden.
<u>9.11 Praktikum Acetylsalicylsäure</u>	
<u>9.12 Dünnschichtchromatografie</u>	



## Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

### Kapitel 10: Kunststoffe

#### Inhaltlicher Schwerpunkt: Organische Werkstoffe

34 Stunden à 45 Minuten				
Inhaltliche Schwerpunkte:	Kontexte:	Basiskonzept Struktur-Eigenschaft	Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht	Basiskonzept Donator-Akzeptor
Organische Werkstoffe, Organische Verbindungen und Reaktionstypen	Maßgeschneiderte Werkstoffe	Stoffklassen und Reaktionstypen, Eigenschaften makromolekularer Verbindungen, Polykondensation und radikalische Polymerisation, Zwischenmolekulare Wechselwirkungen	Reaktionssteuerung und Produktausbeute	Reaktionsschritte

Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans - Die Schülerinnen und Schüler ...			
Umgang mit Fachwissen:	Erkenntnisgewinnung:	Kommunikation:	Bewertung:
<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 Monomerbausteinen 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, UF3),</li> <li>erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF3, UF4).</li> </ul>	<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>	<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>	<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>

Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<u>10 Einstiegsseite: Kunststoffe</u>	Die Bilder vermitteln einen ersten Eindruck von der Vielfalt des Einsatzes und der Begegnung mit den Kunststoffen. Die Alltagsbezüge treten deutlich hervor.
<u>10.1 Kunststoffe - Werkstoffe nach Maß</u> Kein Sport ohne Kunststoffe Unzerbrechliche Bierflaschen Bausteine aus Copolymeren Windkraftanlagen Kunststoffe in der Medizin Umweltgefährdung durch Kunststoffe	Aufriss der Thematik
<u>10.2 Eigenschaften und Struktur der Kunststoffe</u> Einteilung der Kunststoffe in: - Thermoplaste - Duroplaste (Duromere) - Elastomere kristallin, teilkristallin, amorph zwischenmolekulare Kräfte	Einstieg über V1 „Verhalten von thermoplastischen Kunststoffen bei Erwärmen“. Interessant ist es für Schülerinnen und Schüler, einen unbekanntesten Kunststoff zu identifizieren, dazu kann auch das Schwimmverhalten (Dichte) in Wasser und Salzlösungen herangezogen werden. Die Einteilung der Kunststoffe wird durch Selbststudium mit der Doppelseite erarbeitet, die scheinbare einfache Aufgabe wird zur Verdeutlichung des räumlichen Aufbaus der Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere genutzt; Lerngruppenmitglieder demonstrieren ihre „Wollfädenmodelle“ und referieren über die Einteilung der Kunststoffe.
<u>10.3 Kunststoffe durch Polymerisation</u> Radikalische Polymerisation Polymerisate: - Polyethen - Polypropen - Polystyrol - Polyvinylchlorid - Polyacrylnitril - Polymethylmethacrylat - Polytetrafluorethen	Die Beschreibung und Erläuterung einer radikalischen Polymerisation ist verbindlich. Das Kapitel 8.6 „Exkurs Radikalische Substitution“ kann herangezogen werden. Die Lehrerversuche zur Polymerisation werden zur Demonstration einer Polymerisation genutzt. Die Aufgabe A1 sollte in Einzelarbeit gelöst werden, hierbei können die Lerngruppenmitglieder B2 nutzen. Die Beispiele für wichtige Polymerisate können als Basis für Kurzvorträge oder die Hausaufgabe eingesetzt werden. Am Beispiel von Niederdruckpolyethen und Hochdruckpolyethen kann der Einfluss der Reaktionssteuerung auf die Struktur der Moleküle des Reaktionsproduktes betrachtet werden. Auch der Zusammenhang zwischen der Struktur der Makromoleküle und deren Einfluss auf die Eigenschaften (hier: Dichte und Wärmestabilität) kann beispielhaft erörtert werden.
<u>10.4 Copolymere</u> Möglichkeiten der Copolymerisation ABS-Copolymere Styrol-Butadien-Copolymere	Die Bildung der Copolymere verdeutlicht den Schülerinnen und Schüler im besonderen Maße, wie Kunststoffe variiert und dem gewünschten Zweck angepasst werden. Sinnvoll ist es, die Lerngruppenmitglieder komplexere Strukturformeln bzw. Ausschnitte von Darstellungen der Makromoleküle analysieren zu lassen, damit Monomere aufgespürt und Verknüpfungsmöglichkeiten gesehen werden.
<u>10.5 Kunststoffe durch Polykondensation</u> Polyester Polycarbonate Polyesterharz Polyamide Perlon	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. Mit dem Versuch V1 führen die Schülerinnen und Schüler selbstständig eine Polyesterbildung durch. Der „Nylonseiltrick“ (V2) kann von der Lehrkraft stumm durchgeführt werden. Die Schülerinnen und Schüler beschreiben und interpretieren die Versuchsdurchführung und die Beobachtungen. Ein Vergleich der beiden Versuche kann unter dem Aspekt der Bildung eines Thermoplastes oder Duroplastes sowie Elastomeren vorgenommen werden.
<u>10.6 Kunststoffe durch Addition</u> Polyaddition Epoxidharze Elastanfasern	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.
<u>10.7 Exkurs Verarbeitung von Kunststoffen</u> Verarbeitung von Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren Extrudieren Hohlkörperblasen Folienblasen Pressen Kalandrieren	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><u>10.8 Kunststoffe im Alltag</u>          Bauindustrie          Elektroindustrie          Compact-Discs          Kunststoffe im Auto          Synthefasern          Atmungsaktive Membranen</p>	<p>Die vielfältigen Aspekte und Inhalte dieses Kapitels bieten Chancen für Referate, Recherchen und Versuchsplanungen (z.B. Untersuchung eines Superabsorbers).</p>
<p><u>10.9 Exkurs Verwertung von Kunststoffabfall</u>          Vermeiden von Kunststoffabfällen          Stoffliche Verwertung          Energetische Verwertung</p>	<p>Das Kapitel bietet grundlegende Einsichten in die Verwertung von Kunststoffen. Diese können durch aktuelle und besonders eindrucksvolle bzw. erschreckende Probleme (Müllstrudel im Pazifik) ergänzt und vertieft werden.</p>
<p><u>10.10 Exkurs Silikone</u>          Eigenschaften          Herstellung          Verwendung</p>	<p>Bei genügender Zeit lohnt es sich die drei Exkurskapitel 10.10 bis 10.13 als Grundlage für projektorientiertes Arbeiten einzusetzen.</p>
<p><u>10.11 Exkurs Carbonfasern</u>          Eigenschaften          Herstellung          Verwendung</p>	
<p><u>10.12 Impulse Biologisch abbaubare Kunststoffe</u>          Kunststoffe aus Polymilchsäure:          - Herstellung          - Abbau</p>	
<p><u>10.13 Praktikum Herstellung von Kunststoffen</u>          Härtung eines Epoxidharzklebers          Alleskleber aus Polystyrol und Essigsäureethylester          Folien aus PVC          Kunststoff aus Citronensäure und Glycerin</p>	
<p><u>10.14 Durchblick Zusammenfassung und Übung</u></p>	<p>Alle Aufgaben sind für das Üben und Vertiefen geeignet</p>

30 Stunden à 45 Minuten			
Inhaltliche Schwerpunkte:	Basiskonzept Struktur-Eigenschaft	Basiskonzept Donator-Akzeptor	Basiskonzept Energie
Farbstoffe und Farbigkeit, Konzentrationsbestimmung durch Lichtabsorption	Molekülstruktur und Farbigkeit	Reaktionsschritte	Spektrum und Lichtabsorption, Energiestufenmodell zur Lichtabsorption, Lambert-Beer-Gesetz

Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans - Die Schülerinnen und Schüler ...			
Umgang mit Fachwissen:	Erkenntnisgewinnung:	Kommunikation:	Bewertung:
<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>	<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>	<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>	<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>

Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<u>11 Einstiegsseite: Organische Farbstoffe</u>	Die Vielfalt der Farbstoffe ist überwältigend. Farbstoffe ermöglichen das Leben.
<u>11.1 Farbstoffe und Farbigkeit</u> Das Spektrum des sichtbaren Lichtes Signalfarben Naturfarben Lebensmittelfarben Wirkung von Farben Indikatorfarbstoffe Malerfarben aus Steinkohlenteer	Die Vielaspektigkeit der Farbstoffe und der Farben wirkt auch in ihrer Ästhetik animierend. Vorkenntnisse der Schülerinnen und Schüler aus dem Physik- und Kunstunterricht werden aktiviert. Nach einem allgemeinen Aufriss fokussiert man sich auf das Spektrum des sichtbaren Lichtes und erarbeitet mit dem Kapitel 11.2 die entscheidenden Grundlagen.
<u>11.2 Licht und Farbe</u> Licht und Energie Entstehung von Farbe Komplementärfarben Additive Farbmischung Subtraktive Farbmischung Monochromatisches Licht	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. Die Aufgabe A1 muss von allen Kursmitgliedern gelöst werden.
<u>11.3 Kolorimetrie und Fotometrie</u> Kolorimetrie Farbe und Licht Fotometrie Transmissionsgrad Absorptionsgrad Extinktion	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><u>11.4 Struktur und Farbe</u>  Farbe und Molekülstruktur  Absorptionssysteme  M-Effekt</p>	<p>Der Inhalt des Kapitels 11.4 „Struktur und Farbe“ ist für die Kursmitglieder verbindlich. Hinzugezogen werden die Abschnitte zu den Azofarbstoffen und Phenylmethanfarbstoffen.</p>
<p><u>11.5 Exkurs Farbe entsteht im Kopf</u>  Die Netzhaut  Das Sehen  Das Farbensehen</p>	<p>Dieses Kapitel bietet die Möglichkeit, biologische Aspekte in den Unterricht einzubeziehen.</p>
<p><u>11.6 Farbstoffklassen</u>  Azofarbstoffe  Absorptionssysteme bei Azofarbstoffen  pH-Abhängigkeit von Azofarbstoffen  Die Synthese von Azofarbstoffen  Triphenylmethanfarbstoffe  Carbonylfarbstoffe</p>	<p>Die Abschnitte zu den Azofarbstoffen und zu den Triphenylmethanfarbstoffen sind verbindlich. In die Betrachtung der Synthese der Azofarbstoffe ist die Zweitsubstitution an Aromaten (Kap. 9.9) einzubeziehen.</p>
<p><u>11.7 Lebensmittelfarbstoffe</u>  Farbstoffe als Lebensmittelzusatzstoffe  Natürliche Lebensmittelfarbstoffe  Synthetische Lebensmittelfarbstoffe  Praktikum  V1 Isolieren von Lebensmittelfarbstoffen  V2 Redoxeigenschaften eines blauen Lebensmittelfarbstoffs  V3 Identifizieren eines Farbstoffgemisches</p>	<p>Die Lebensmittelfarbstoffe bieten einen Anknüpfungspunkt an die Kompetenzerwartung der Bewertung (... beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4)).</p>
<p><u>11.8 Exkurs Färbeverfahren</u>  Färbeverfahren  Reaktivfärbung  Küpenfärbung  Indigo, Indigofärbung</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><u>11.9 Praktikum Farbstoffe und Färben</u>  Carotinoide  V1 Extraktion von Carotinoiden  V2 Chromatografische Untersuchung der Carotinoidegemische  V3 Indigo - Synthese und Färben  V4 Färben mit Indigo  V5 Direktfärbung mit anionischen und kationischen Farbstoffgemischen</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><u>11.10 Die Farbstoff-Solarzelle</u>  Die Grätzel-Zelle, Aufbau, Funktion  Praktikum Herstellung einer Farbstoff-Solarzelle</p>	<p>Eine interessante Entwicklung, die Schülerinnen und Schülern einen Einblick in zukunftssträchtige Technologien erlaubt. Das Kapitel kann auch Ausgangspunkt für Facharbeiten sein.</p>
<p><u>11.11 Durchblick Zusammenfassung und Übung</u></p>	<p>Alle Aufgaben sollten von den Schülerinnen und Schülern gelöst werden können.</p>

## 2.2. Übersichtsraster Kompetenzen

<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.



### 3. Aspekte der Nachhaltigkeit und des Umweltschutzes im Chemieunterricht

Umweltrelevante Aspekte werden im Chemieunterricht der Sekundarstufe 1 umfassend behandelt. Zunächst einmal versetzt die Vermittlung fachsystematischer Kenntnisse und Fertigkeiten die Schülerinnen und Schüler in die Lage, umweltrelevante Probleme auf einem erhöhten Niveau zu verstehen und zu bewerten. Explizit spielen Umwelthemen in allen drei Schuljahren des Sekundarbereichs 1 eine Rolle:

- Im ersten Thema der **Jahrgangsstufe 7** (*Stoffe und Stoffeigenschaften*) wird die manuelle und die automatisierte Trennung von Hausmüll behandelt; dies stärkt die Alltagskompetenz der Schülerinnen und Schüler. Ferner werden die Kinder bei diesem Thema in die Lage versetzt, mit dem knappen Gut Trinkwasser verantwortungsvoll umzugehen. Bei der Behandlung des Themas *Verbrennung* erlernen sie die grundlegenden Zusammenhänge zwischen dem eigenen Verhalten und Umweltphänomenen wie der globalen Erderwärmung und dem sauren Regen.
- Im Verlauf der **Jahrgangsstufe 8** werden den Schülerinnen und Schülern elementare Kenntnisse über den Einsatz von Streusalz und Düngemitteln vermittelt; dies geschieht im Rahmen des Themas *Salze und Ionen*. In diesem Zusammenhang werden auch die negativen Konsequenzen eines verantwortungslosen Umgangs mit diesen Ressourcen intensiv besprochen.
- In der **Jahrgangsstufe 9** spielen umweltrelevante Aspekte vor allem im Rahmen des Themas *Chemische Reaktionen durch Elektronenübertragung* eine Rolle. Auf der Basis einer umfassenden Bestandsaufnahme der gegenwärtigen Energienutzung werden die jungen Menschen in die Lage versetzt, Szenarien für eine zukunftssichere Energieversorgung auf der Basis regenerativer Energiequellen und -träger zu entwerfen und zu bewerten.
- Dieser Aspekt wird in der **Jahrgangsstufe 10** im Rahmen des Themas *Organische Chemie* vertieft und erweitert. Durch Beschäftigung mit nachhaltigeren Alternativen zu den erdölbasierten Kraftstoffen sollen die Schülerinnen und Schüler zu einem umfassenderen Verständnis der Möglichkeiten zur Eindämmung des Klimawandels kommen.

Diese Vorgehensweise sichert die Einbettung der Querschnittsthemen aus dem Bereich Nachhaltigkeit, die schulintern festgelegt worden sind:

Jahrgangsstufe 7: Querschnittsthema *Mobilität*

Jahrgangsstufe 9: Querschnittsthema *Energie*

Jahrgangsstufe 10: Querschnittsthema *Klimawandel*

Die Konkretisierungen der Querschnittsthemen findet sich in den Unterrichtsvorhaben der SI im Kapitel 1.2.

### 4. Werteerziehung und katholische Eigenprägung im Chemieunterricht

In der Chemie werden die Schülerinnen und Schüler dazu angehalten, die Natur und die Mitmenschen mit Respekt und Achtung zu behandeln. Ihnen wird bewusst gemacht, dass die Welt nur Bestand hat, wenn verantwortungsvoll mit den gegebenen Ressourcen umgegangen wird. Sicherheit in der und durch die Technik spielt eine große Rolle in unserem Leben und wird im Unterricht bewusst gemacht.

Diese Themen sind überall auf der Welt von Bedeutung. Nur wenn alle Menschen gleichgültig welcher Nationalität, Hautfarbe und Religion miteinander reden und arbeiten, kann unsere Erde sich in gesundem Rahmen weiterentwickeln und als Lebensraum für uns alle erhalten bleiben. Dabei leisten die Naturwissenschaften in der Schule einen nicht zu unterschätzenden Beitrag.

## 5. Bewertungskriterien

### 5.1. Pädagogischer Leistungsbegriff

Die im Folgenden genannten Bedingungen sind Konsequenzen eines pädagogischen Leistungsbegriffs, der die Grundlage der Planung des Chemieunterrichts am Pius-Gymnasium und der entsprechenden Leistungsbewertung bildet:

- Leistung setzt unter allen Beteiligten (also unter Schülern, Eltern, Lehrern und anderweitig in der Schule involvierten) eine vertrauensvolle Beziehung voraus – sie fördert ebenso echte Lernprozesse, wie sie eine faire Leistungsmessung ermöglicht.
- Leistung setzt institutionalisierte und systematische Unterstützungsangebote voraus – nur so besteht eine echte Chance, individuelle Problemfelder wirklich bearbeiten zu können.
- Leistung setzt differenzierte Anregung voraus - denn Lernen und Leisten sind immer individuelle Prozesse.
- Leistung setzt eine vielfältige Basis der Leistungsbewertung voraus – nicht nur das Produkt, sondern auch Prozess und Präsentation müssen ebenso eine Rolle spielen, wie kreative, soziale und kognitive Handlungen.
- Leistung setzt eine regelmäßige Verständigung auf Augenhöhe voraus – wenn Leistung ein soziales Phänomen ist, muss man sie gemeinsam definieren, damit alle Beteiligten die Kriterien der Leistung und ihrer Messung annehmen können.

### 5.2. Beurteilungsbereich „Sonstige Mitarbeit“

Die Note für die Sonstige Mitarbeit setzt sich aus allen Leistungen zusammen, welche außerhalb von Klassenarbeiten bzw. Klausuren erbracht werden:

- Mitarbeit im Unterrichtsgespräch (Plenum)
- Leistungen in Phasen der Einzel- bzw. Partnerarbeit
- Leistungen in Gruppenarbeitsphasen
- Leistungen beim Experimentieren
- schriftliche Referate, Protokolle, sonstige Ausarbeitungen
- längere mündliche Beiträge (Referate, Erläuterungen von Hausaufgaben, Vorstellung von Ergebnissen vorangegangener Arbeitsphasen, ...)
- Leistungen in kurzen schriftlichen Übungen
- ...

Die Auswahl der zu erbringenden Teilleistungen hängt vom jeweiligen Unterrichtsthema und der methodischen Gestaltung des Unterrichts ab. Es ist von besonderer Bedeutung, dass die Note für die Sonstige Mitarbeit immer auf mehreren dieser Säulen basiert. Für die Beurteilung der Schülerleistungen ist neben dem Grad der Eigeninitiative sowie der Leistungsbereitschaft insbesondere die Differenziertheit und das fachliche bzw. methodische Niveau der Schülerbeiträge maßgebend.

Die Lehrperson macht die Beurteilungskriterien zu Beginn des gemeinsamen Unterrichts durch geeignete Erläuterungen transparent. Bei der Begründung der Note für die Sonstige Mitarbeit erläutert sie der Schülerin / dem Schüler, aus welchen erbrachten Teilleistungen sich die Note zusammensetzt und zeigt Entwicklungsmöglichkeiten auf.

### Zuordnungen von Leistungen zu Noten

#### SI

Note	Beschreibung
1	<ul style="list-style-type: none"><li>• gleichmäßig hohe und selbstständige Mitarbeit im Unterricht in allen Sozialformen (in sehr hohem Maße)</li><li>• Erkennen eines Problems und dessen Einordnung in einen größeren Zusammenhang, eigenständige gedankliche Leistung als Beitrag zur Problemlösung, sachgerechte und ausgewogene Beurteilung</li><li>• angemessene und richtige Verwendung von Fachbegriffen</li><li>• vermittelte Fachkenntnisse und Methoden werden sicher beherrscht und angewendet</li><li>• vollständige und sachgerechte Dokumentation von Ergebnissen</li></ul>
2	<ul style="list-style-type: none"><li>• regelmäßig hohe und selbstständige Mitarbeit im Unterricht in allen Sozialformen (in hohem Maße)</li><li>• Erkennen eines Problems und dessen Einordnung in den Gesamtzusammenhang des Themas, eigenständige gedankliche Leistung als Beitrag zur Problemlösung</li><li>• weitgehend sachgerechte und angemessene Verwendung von Fachbegriffen</li><li>• vermittelte Fachkenntnisse und Methoden werden beherrscht und angewendet</li><li>• überwiegend vollständige und sachgerechte Dokumentation von Ergebnissen</li></ul>
3	<ul style="list-style-type: none"><li>• insgesamt regelmäßig freiwillige Mitarbeit im Unterricht in allen Sozialformen (freiwillig und bemüht)</li><li>• im Wesentlichen richtige Wiedergabe einfacher Fakten und Zusammenhänge aus unmittelbar behandeltem Stoff, gelegentliche Verknüpfung mit Kenntnissen des Stoffes der gesamten Unterrichtsreihe</li><li>• gelegentlich selbstständige Verwendung von Fachbegriffen</li><li>• vermittelte Fachkenntnisse und Methoden werden überwiegend beherrscht und angewendet</li><li>• weitestgehend vollständige und sachgerechte Dokumentation von Ergebnissen</li></ul>
4	<ul style="list-style-type: none"><li>• nur gelegentlich freiwillige Mitarbeit im Unterricht in allen Sozialformen (gelegentlich und eher passiv)</li><li>• Äußerungen beschränken sich auf die Wiedergabe einfacher Fakten und Zusammenhänge aus unmittelbar behandeltem Stoff</li><li>• Verwendung von Fachbegriffen nur unter intensiver Anleitung</li><li>• vermittelte Fachkenntnisse und Methoden werden mit Einschränkungen beherrscht und angewendet</li><li>• unvollständiges Heft</li></ul>
5	<ul style="list-style-type: none"><li>• überwiegend passives Verhalten im Unterricht, EA wird nur mühsam nach Aufforderung begonnen</li><li>• Äußerungen nach Aufforderung sind nur teilweise richtig</li><li>• Defizitäre Grundkenntnisse</li><li>• Sehr lückenhafte Sach- und Methodenkompetenz</li><li>• Unvollständiges, unordentliches Heft</li></ul>
6	<ul style="list-style-type: none"><li>• Keine freiwillige Mitarbeit im Unterricht in allen Sozialformen</li><li>• Äußerungen nach Aufforderung sind falsch</li><li>• nicht zu motivieren</li></ul>

Note	Beschreibung
1	<p>Die Leistungen entsprechen den Anforderungen in besonderem Maße.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• gleichmäßige, äußerst qualitätsvolle Mitarbeit im Unterricht</li> <li>• übernimmt Verantwortung für Gruppenergebnisse und unterstützt Andere</li> <li>• Erkennen eines Problems und dessen Einordnung in einen größeren Zusammenhang, eigenständige gedankliche Leistung als Beitrag zur Problemlösung, sachgerechte und ausgewogene Beurteilung</li> <li>• angemessene, sichere und richtige Verwendung der Fachsprache</li> <li>• Experimente werden selbstständig geplant und durchgeführt; Textaufgaben schwierigen Niveaus bearbeitet</li> <li>• HA regelmäßig, mit herausragenden Ergebnissen</li> <li>• methodische Vielfalt, selbstständiger und sicherer Einsatz von fachspezifischen und allgemeinen Methoden und Werkzeugen</li> </ul>
2	<p>Die Leistungen entsprechen in vollem Umfang den Anforderungen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• regelmäßig freiwillige Mitarbeit im Unterricht</li> <li>• aktiv an Gruppenarbeit beteiligt, wirkt bei Schwierigkeiten aktiv mit, geht auf Meinung anderer ein</li> <li>• Erkennen eines Problems und Einordnung schwieriger Sachverhalte in den Gesamtzusammenhang des Themas, Kenntnisse über die Unterrichtsreihe hinaus</li> <li>• problemlose Verwendung der Fachsprache</li> <li>• sicherer Umgang mit anspruchsvollen Texten, Fähigkeit diese aufs Wesentliche zu Reduzieren und zwischen Wesentlichem und Unwesentlichem zu unterscheiden</li> <li>• Experimente werden selbstständig durchgeführt und eigenständig geplant; sicherer Umgang mit anspruchsvollen Texten und Aufgaben</li> <li>• HA regelmäßig mit guten Ergebnissen</li> <li>• sicherer Einsatz von fachspezifischen und allgemeinen Methoden und Werkzeugen</li> </ul>
3	<p>Die Leistungen entsprechen im Allgemeinen den Anforderungen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• regelmäßig freiwillige Mitarbeit im Unterricht</li> <li>• übernimmt Mitverantwortung für gemeinsame Arbeiten, sorgt für störungsfreies Miteinander, zeigt Bereitschaft Ergebnisse zu präsentieren</li> <li>• im Wesentlichen richtige Wiedergabe einfacher Fakten und Zusammenhänge aus unmittelbar behandeltem Stoff, gelegentliche Verknüpfung mit Kenntnissen des Stoffes der gesamten Unterrichtsreihe, begrenztes Problembewusstsein</li> <li>• weitgehend richtige Verwendung der Fachsprache</li> <li>• vermittelte Fachkenntnisse und Methoden werden überwiegend beherrscht und angewendet</li> <li>• Experimente werden selbstständig durchgeführt und eigenständig geplant; sicherer Umgang mit anspruchsvollen Texten und Aufgaben</li> <li>• HA regelmäßig mit befriedigenden Ergebnissen</li> <li>• kann zugeleitete Informationen einbringen, erfassen und dokumentieren, fachspezifische und allgemeine Methoden und Werkzeuge werden weitestgehend sicher ausgewählt und eingesetzt</li> </ul>
4	<p>Die Leistungen weisen Mängel auf, entspricht aber im Ganzen noch den Anforderungen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nur gelegentlich freiwillige Mitarbeit im Unterricht</li> <li>• Mitarbeit in Gruppen nur in Ansätzen, selten Präsentation von Ergebnissen</li> <li>• Äußerungen beschränken sich auf die Wiedergabe einfacher Fakten und Zusammenhänge aus unmittelbar behandeltem Stoff</li> <li>• fachsprachliche Ausdrücke sind teilweise bekannt und können angewandt werden</li> <li>• vermittelte Fachkenntnisse und Methoden werden mit Einschränkungen beherrscht und angewendet</li> <li>• einfache Experimente können nach Anleitung durchgeführt werden; leichtere Texte werden dem Sinn nach richtig erfasst</li> <li>• Hausaufgaben nicht regelmäßig oder nur oberflächlich erledigt</li> <li>• Schwierigkeiten beim Planen und Durchführen von Arbeitsabläufen, fachspezifische Methoden und Werkzeuge können mit gelegentlicher Hilfe eingesetzt werden</li> </ul>
5	<p>Die Leistungen entsprechen den Anforderungen nicht. Notwendige Grundkenntnisse sind vorhanden, die Mängel sind in absehbarer Zeit behebbar.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• überwiegend passives Verhalten im Unterricht,</li> <li>• wenig Mitarbeit in Gruppenarbeiten, wenig zuverlässig, nicht vorbereitet</li> <li>• Äußerungen nach Aufforderung sind nur teilweise richtig</li> <li>• Die Fachsprache weist große Mängel auf.</li> <li>• Fehlleistungen auch nach Vorbereitung, Schwierigkeiten bei Verarbeitung von fachbezogenem Wissen und Verknüpfung von Zusammenhängen</li> <li>• Experimente werden fehlerhaft durchgeführt, oft mangelndes Textverständnis</li> <li>• Hausaufgaben häufig nicht vorhanden, nur lückenhaft erledigt</li> <li>• kaum in der Lage mit Inhalt sachgerecht und systematisch umzugehen, legt nur unverarbeitetes Material vor, benötigt stark gelenkte Hilfe beim Einsatz fachspezifischer Werkzeuge</li> </ul>
6	<p>Die Leistung entspricht den Anforderungen nicht. Selbst Grundkenntnisse sind so lückenhaft, dass die Mängel in absehbarer Zeit nicht behebbar sind.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine freiwillige Mitarbeit im Unterricht</li> <li>• bei GA kein Interesse an eigenem Arbeitsanteil und an Arbeitskontakt zu Mitschülern, unkooperativ, hält sich nicht an Regeln,</li> <li>• Äußerungen nach Aufforderung sind falsch</li> <li>• keine Kenntnisse über die Durchführung von Experimenten</li> <li>• sehr häufig keine HA</li> <li>• keine Arbeitsplanung, nicht in der Lage Informationen einzuholen, mit Inhalten sachgerecht umzugehen, Werkzeuge selbst mit Hilfestellung einzusetzen.</li> </ul>

### 5.3. Beurteilungsbereich „Klausuren“

- Zur Konstruktion der Aufgaben (Struktur, Anforderungsbereiche) geben die gültigen Richtlinien differenzierte Hinweise, welche keiner Präzisierung bedürfen.
- Hinsichtlich der Punkte-Noten-Zuordnung wurde folgender Beschluss gefasst:  
 85 - 100% der Punkte:                                   sehr gut                                   40 - 54,99%:                                   ausreichend

70 - 84,99%:	gut	20 - 39,99%:	mangelhaft
55 - 69,99%:	befriedigend	unter 20%:	ungenügend

- Für die Darstellungsleistung werden einige Punkte separat ausgewiesen (circa 10% der Gesamtpunktzahl).
- Im Lehrerarbeitsraum sowie im Schulnetz (Austausch Lehrer/Chemie\_Musterklausuren) befindet sich ein Ordner mit mehreren Musterklausuren (Aufgabenblatt, Bewertungsbogen, exemplarische Schülerlösung mit Korrektur).



Thema der Arbeit:

Fach: Chemie

Verfasser/in:

Abgabetermin:

1. Bewertung der Form [10%]	(Noten-) Punkte*)
<p><b>Vollständigkeit der Arbeit:</b> Titelblatt (mit Thema der Arbeit, Art der Arbeit, Fach, Name Schüler/in, Name Schule, Abgabetermin des Themas, Abgabetermin der Arbeit, Benotung durch den betreuenden Lehrer), ggf. Vorwort (mit Danksagungen o.Ä.), gegliedertes Inhaltsverzeichnis (mit Seitenangaben), Einleitung (mit Motivation, Skizzierung des Vorhabens, Zielsetzung der Arbeit, zentraler Fragestellung), Hauptteil, Resümee (mit Fazit und ggf. Ausblick), ggf. Anhang (mit Fotos, Zusatzmaterial etc.), Literaturverzeichnis, Selbständigkeitserklärung</p>	
<p><b>Umfang der Arbeit:</b> ca. 8-10 Seiten (von der Einleitung bis einschließlich Resümee)</p>	
<p><b>Layout der Arbeit:</b> Schriftart und -größe (<i>Times New Roman</i> oder <i>Arial</i> - Text: 12 Punkt / Fußnoten: 10 Punkt), Zeilenabstand (Text: 1,5-fach / Fußnoten: einfach), Seitenränder (links 4-5 cm, sonst ca. 2 cm), Seitennummerierung (beginnend mit Einleitung), (Hervorhebung von) Überschriften, gliedernde Abschnitte, Zitiertechnik, Anmerkungen, Quellenangaben</p>	
2. Bewertung der sprachlichen Leistung [10%]	(Noten-) Punkte*)
<b>Sprachliche Korrektheit</b> (Orthographie, Interpunktion, Grammatik)	
<b>Angemessenheit und Klarheit des Satzbaus</b>	
<b>Präzision der Formulierungen</b>	
<b>Vermeidung von Füllwörtern und Redundanzen</b>	
<b>Vermeidung von Gedankensprüngen</b>	
3. Bewertung des methodischen Vorgehens [20%]	(Noten-) Punkte*)
<b>Sinnvolle Planung</b>	
<b>Korrekte Anwendung und Reflexion der Methoden des Fachs</b>	
<b>Umfang und Zweckmäßigkeit von Sekundärliteratur und anderen Materialien</b>	
<b>Anschaulichkeit der Präsentation</b> (Abbildungen, Graphiken, Tabellen, Modelle)	
<b>Verwendung der Fachsprache</b>	
4. Bewertung des Inhalts [40%]	(Noten-) Punkte*)
<b>Themengerechte und (sach)logische Gliederung der Arbeit</b>	
<b>Stringenz der Argumentation bzw. Schlüssigkeit der Beweisführung</b>	
<b>Begründung von Wertungen und Stellungnahmen</b>	

Innovationscharakter und Kreativität des Themas	
Angemessenheit des Abstraktions- und Reflexionsniveau	
Berücksichtigung der drei Anforderungsbereiche (Reproduktion, Reorganisation, Transfer)	
Kritische Reflexion der eigenen Arbeit	

<b>5. Bewertung des Entstehungsprozesses [20%]</b>	<b>(Noten-) Punkte*)</b>
Eigenständigkeit bei der Themenfindung und der Erstellung der Arbeit	
Ablauf und Inhalt der Beratungsgespräche	
Umgang des Schülers / der Schülerin mit kritischen Anmerkungen der Lehrkraft	

<b>6. Kommentar</b>

<b>7. Gesamturteil</b>
_____ Punkte *)

\*) Für die Umsetzung der Noten in Punkte gilt der folgende Schlüssel:

Note	sehr gut			gut			befriedigend			ausreichend			mangelhaft			ungenügend
	+	1	-	+	2	-	+	3	-	+	4	-	+	5	-	6
Punkte	15	14	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00

\_\_\_\_\_  
Ort / Datum

\_\_\_\_\_  
Unterschrift der Lehrkraft