

SCHULINTERNER LEHRPLAN FÜR DAS FACH CHEMIE

Stand: August 2023



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	22
2.1.3. QUALIFIKATIONSPHASE LEISTUNGSKURS	26
3. ASPEKTE DER NACHHALTIGKEIT UND DES UMWELTSCHUTZES IM CHEMIEUNTERRICHT	30
4. WERTERZIEHUNG IM CHEMIEUNTERRICHT	30
5. BEWERTUNGSKRITERIEN	31
5.1. PÄDAGOGISCHER LEISTUNGSBEGRIFF	31
5.2. BEURTEILUNGSBEREICH „SONSTIGE MITARBEIT“	31
5.3. BEURTEILUNGSBEREICH „KLAUSUREN“	32
6. FACHARBEITEN	34

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 Beliebtheitsskala 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
August 2023

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

Jahrgang	Inhaltsfelder	Unterrichtsvorhaben
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?	IF1: Stoffe und Stoffeigenschaften <ul style="list-style-type: none"> - messbare und nicht-messbare Stoffeigenschaften - Gemische und Reinstoffe - Stofftrennverfahren - einfache Teilchenvorstellung 	UF1 Wiedergabe und Erklärung <ul style="list-style-type: none"> • Beschreiben von Phänomenen UF3 Ordnung und Systematisierung <ul style="list-style-type: none"> • Klassifizieren von Stoffen E1 Problem und Fragestellung <ul style="list-style-type: none"> • Erkennen von Problemen E4 Untersuchung und Experiment <ul style="list-style-type: none"> • Durchführen von angeleiteten und selbstentwickelten Experimenten • Beachten der Experimentierregeln K1 Dokumentation <ul style="list-style-type: none"> • Verfassen von Protokollen nach vorgegebenem Schema • Anfertigen von Tabellen bzw. Diagrammen nach vorgegebenen Schemata K2 Informationsverarbeitung <ul style="list-style-type: none"> • Informationsentnahme

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).	Medienkompetenz: Bestimmung des Siedepunktes von Wasser und digitale Auswertung Experiment: 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).	Experiment: 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).	Medienkompetenz: Einsatz von Animationen zur Darstellung einer Chromatographie auf Teilchenebene Experiment: Die SuS führen Stofftrennverfahren (Chromatographie und Trennung eines Stoffgemisches aus Wasser, NaCl und Sand).

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

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

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).	Sicherheitserziehung: 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>Medienkompetenz: Animation der Verbrennung von Eisenwolle im Teilchenmodell</p> <p>Experimente: 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>	Experiment: 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>	Experiment: 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?	IF4: Metalle und Metallgewinnung <ul style="list-style-type: none"> - Zerlegung von Metalloxiden - Sauerstoffübertragungsreaktionen - edle und unedle Metalle - Metallrecycling 	UF2 Auswahl und Anwendung <ul style="list-style-type: none"> • Anwenden chemischen Fachwissens UF3 Ordnung und Systematisierung <ul style="list-style-type: none"> • Klassifizieren chemischer Reaktionen E3 Vermutung und Hypothese <ul style="list-style-type: none"> • hypothesengeleitetes Planen einer Versuchsreihe E7 Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten <ul style="list-style-type: none"> • Nachvollziehen von Schritten der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung B3 Abwägung und Entscheidung <ul style="list-style-type: none"> • begründetes Auswählen von Handlungsoptionen B4 Stellungnahme und Reflexion <ul style="list-style-type: none"> • Begründen von Entscheidungen

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen:
Wie wurden und werden Metalle hergestellt?	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).	Experimente: Reduktion von Kupferoxid mit Kohlenstoff, Zerlegung von Silberoxid durch Erhitzen, Reduktion von Metalloxiden durch Metalle Experiment: Thermit-Versuch Medienkompetenz: 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
Lassen sich die chemischen Elemente anhand ihrer Eigenschaften sinnvoll ordnen?	<p>IF5: Elemente und ihre Ordnung</p> <ul style="list-style-type: none"> physikalische und chemische Eigenschaften von Elementen der Elementfamilien: Alkalimetalle, Halogene, Edelgase Periodensystem der Elemente differenzierte Atommodelle Atombau: Elektronen, Neutronen, Protonen, Elektronenkonfiguration 	<p>UF3 Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> Systematisieren chemischer Sachverhalte nach fachlichen Strukturen <p>E3 Vermutung und Hypothese</p> <ul style="list-style-type: none"> Formulieren von Hypothesen und Angabe von Möglichkeiten zur Überprüfung <p>E5 Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> Ziehen von Schlussfolgerungen aus Beobachtungen <p>E6 Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> Beschreiben und Erklären von Zusammenhängen mit Modellen Vorhersagen chemischer Vorgänge durch Nutzung von Modellen und Reflektion der Grenzen <p>E7 Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> Beschreiben der Entstehung, Bedeutung und Weiterentwicklung chemischer Modelle

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen:
Wie sind Atome aufgebaut?	<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>	Medienkompetenz: Animation zum Rutherford Streuversuch
Wie ist der Atomkern aufgebaut?	<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>	
Wie ist die Atomhülle aufgebaut?	<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>	
Welche Informationen zum Atombau kann man dem PSE entnehmen?	aus dem Periodensystem der Elemente wesentliche Informationen zum Atombau der Hauptgruppenelemente (Elektronenkonfiguration, Atommasse) herleiten (UF3, UF4, K3).	Grundlagen der Stöchiometrie: Stoffmengen berechnen, molare Massen bestimmen und anhand einfacher Reaktionsgleichungen mit Koeffizienten arbeiten
Welche typischen Eigenschaften haben Alkalimetalle, Halogene und Edelgase?	<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>	Experiment: Reaktivität der (Erd-)Alkalimetalle mit Wasser im LV (Na, K) und SV (Li)
Wie kann man die untersuchten Elemente sortieren?	chemische Elemente anhand ihrer charakteristischen physikalischen und chemischen Eigenschaften den Elementfamilien zuordnen (UF3).	
Welches Element ist für unseren Konsum aktuell besonders bedeutsam?	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?	<p>IF6: Salze und Ionen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ionenbindung: Anionen, Kationen, Ionengitter, Ionenbildung - Eigenschaften von Ionenverbindungen: Kristalle, Leitfähigkeit von Salzschnmelzen/-lösungen - Gehaltsangaben - Verhältnisformel: Gesetz der konstanten Massenverhältnisse, Atomanzahlverhältnis, Reaktionsgleichung 	<p>UF1 Wiedergabe und Erklärung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Herstellen von Bezügen zu zentralen Konzepten <p>UF2 Auswahl und Anwendung</p> <ul style="list-style-type: none"> • zielgerichtetes Anwenden von chemischem Fachwissen <p>E6 Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreiben und Erklären chemischer Vorgänge und Zusammenhänge mithilfe von Modellen <p>E7 Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entwickeln von Gesetzen und Regeln <p>B1 Fakten und Situationsanalyse</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifizieren naturwissenschaftlicher Sachverhalte und Zusammenhänge

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).	Medienkompetenz: Animation zur Veranschaulichung der NaCl-Struktur Experiment: 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).	Experiment: 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>IF7: Chemische Reaktionen durch Elektronenübertragung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen - Oxidation, Reduktion - Energiequellen: Galvanisches Element, Akkumulator, Batterie, Brennstoffzelle - Elektrolyse 	<p>UF1 Wiedergabe und Erklärung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erläutern chemischer Reaktionen und Beschreiben der Grundelemente chemischer Verfahren <p>UF3 Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einordnen chemischer Sachverhalte <p>UF4 Übertragung und Vernetzung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vernetzen naturwissenschaftlicher Konzepte <p>E3 Vermutung und Hypothese</p> <ul style="list-style-type: none"> • hypothesengeleitetes Planen von Experimenten <p>E4 Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anlegen und Durchführen einer Versuchsreihe <p>E6 Modell und Realität</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verwenden von Modellen als Mittel zur Erklärung <p>B3 Abwägung und Entscheidung</p> <ul style="list-style-type: none"> • begründetes Auswählen von Maßnahmen

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>Fakultativ: Einführung der Oxidationszahlen</p> <p>Medienkompetenz: Animation zur Darstellung eines Eisennagels in CuSO₄-Lösung</p> <p>Experiment: Reaktion von Metallen und Metallsalzlösungen</p> <p>Experiment: Aufbau und Funktion eines galvanischen Elements (Daniell-Element)</p> <p>Medienkompetenz: Animation zur NaCl-Synthese</p> <p>Nachhaltigkeit: 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>Experiment: 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?	IF8: Molekülverbindungen <ul style="list-style-type: none"> - unpolare und polare Elektronenpaarbindung - Elektronenpaarabstoßungsmodell: Lewis-Schreibweise, räumliche Strukturen 	UF1 Wiedergabe und Erklärungen <ul style="list-style-type: none"> • fachsprachlich angemessenes Darstellen chemischen Wissens • Herstellen von Bezügen zu zentralen Konzepten E6 Modell und Realität <ul style="list-style-type: none"> • Beschreiben und Erklären chemischer Vorgänge und Zusammenhänge mithilfe von Modellen K1 Dokumentation <ul style="list-style-type: none"> • Verwenden fachtypischer Darstellungsformen K3 Präsentation <ul style="list-style-type: none"> • Verwenden digitaler Medien • Präsentieren chemischer Sachverhalte unter Verwendung fachtypischer Darstellungsformen

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).	Modelle: 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?	IF8: Molekülverbindungen – Katalysator	UF1 Wiedergabe und Erklärung • fachsprachlich angemessene Erläutern chemischen Wissens E6 Modell und Realität • Beschreiben und Erklären chemischer Vorgänge und Zusammenhänge mithilfe von Modellen K2 Informationsverarbeitung • selbständiges Filtern von Informationen und Daten aus digitalen Medienangeboten B2 Bewertungskriterien und Handlungsoptionen • Festlegen von Bewertungskriterien

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).	Experiment: 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).	Nachhaltigkeit: alternative Mobilitätskonzepte (Brennstoffzelle, Elektromobilität, Power to Gas, Wasserstoffantrieb)

UV 9.4: Wasser (ca. 10 Ustd.)

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

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

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?	<p>IF9: Saure und alkalische Lösungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eigenschaften saurer und alkalischer Lösungen - Ionen in sauren und alkalischen Lösungen 	<p>UF3 Ordnung und Systematisierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Systematisieren chemischer Sachverhalte <p>E1 Problem und Fragestellung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identifizieren und Formulieren chemischer Fragestellungen <p>E4 Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> • zielorientiertes Durchführen von Experimenten <p>E5 Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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?	<p>die Eigenschaften von sauren und alkalischen Lösungen mit dem Vorhandensein charakteristischer hydratisierter Ionen erklären (UF1),</p> <p>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).</p>	<p>Experiment: Leitfähigkeit mit fester und gelöster Zitronensäure, Äpfelsäure</p> <p>Medienkompetenz: Recherche zu Säuren und Basen im Alltag</p>
Wie lässt sich Salzsäure herstellen?	<p>die Eigenschaften von sauren und alkalischen Lösungen mit dem Vorhandensein charakteristischer hydratisierter Ionen erklären (UF1),</p> <p>Protonendonatoren als Säuren und Protonenakzeptoren als Basen klassifizieren (UF3),</p> <p>an einfachen Beispielen die Vorgänge der Protonenabgabe und -aufnahme beschreiben (UF1).</p>	
Welche Gemeinsamkeiten haben alkalische Lösungen?	<p>die Eigenschaften von sauren und alkalischen Lösungen mit dem Vorhandensein charakteristischer hydratisierter Ionen erklären (UF1),</p> <p>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).</p>	
Ist Ammoniak-Lösung eine saure oder alkalische Lösung?	<p>die Eigenschaften von sauren und alkalischen Lösungen mit dem Vorhandensein charakteristischer hydratisierter Ionen erklären (UF1),</p> <p>Protonendonatoren als Säuren und Protonenakzeptoren als Basen klassifizieren (UF3),</p> <p>an einfachen Beispielen die Vorgänge der Protonenabgabe und -aufnahme beschreiben (UF1)</p>	

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

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

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler können	Vorhabenbezogene Absprachen und Empfehlungen:
Was ist eine Neutralisation?	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).	Experiment: Neutralisationsreaktion unter dem Aspekt der Energetik
Wird die Lösung immer grün?	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).	Theorie: 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?	<p>IF9: Saure und alkalische Lösungen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eigenschaften saurer und alkalischer Lösungen - Ionen in sauren und alkalischen Lösungen - Neutralisation und Salzbildung 	<p>E4 Untersuchung und Experiment</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planen und Durchführen von Experimenten <p>E5 Auswertung und Schlussfolgerung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ziehen von Schlussfolgerungen aus Beobachtungen <p>K2 Informationsverarbeitung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Filtern von Informationen und Daten aus analogen und digitalen Medienangeboten und Analyse in Bezug auf ihre Qualität <p>B3 Abwägung und Entscheidung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Auswählen von Handlungsoptionen nach Abschätzung der Folgen

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

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

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>Modelle: Benutzung des Modellbaukastens zum Nachvollziehen des Aufbaus der Alkane und Alkanole</p> <p>Theorie: 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>Nachhaltigkeit: 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>Nachhaltigkeit: Treibhauseffekt (Abgrenzung zum Ozonloch, „Klimagase“ Methan, CO₂, 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>	IF10: Organische Chemie – Makromoleküle: ausgewählte Kunststoffe	UF 2 Auswahl und Anwendung <ul style="list-style-type: none"> • zielgerichtetes Anwenden von chemischem Fachwissen B3 Abwägung und Entscheidung <ul style="list-style-type: none"> • Auswählen von Handlungsoptionen durch Abwägen von Kriterien und nach Abschätzung der Folgen für Natur, das Individuum und die Gesellschaft B4 Stellungnahme und Reflexion <ul style="list-style-type: none"> • argumentatives Vertreten von Bewertungen K4 Argumentation <ul style="list-style-type: none"> • faktenbasierte Argumentieren auf Grundlage chemischer Erkenntnisse und naturwissenschaftlicher Denkweisen

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).	Projekt: 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).	Medienkompetenz: Analysieren und Reflektieren von audiovisuellen Medien, die sich mit der Kunststoffproblematik beschäftigen

2. Sekundarstufe II

2.1. Inhaltsfelder

2.1.1. Einführungsphase

UV 1: Organische Stoffklassen (ca. 42 Ustd.)

Organische Stoffe verschiedener Stoffklassen spielen im Leben des Menschen in mehrfacher Hinsicht eine entscheidende Rolle. Neben vielfältigen Anwendungen im Alltag, beispielsweise als Lösemittel und Inhaltsstoffe in kosmetischen Produkten, nehmen sie als Genussmittel oder Konservierungsstoffe auch Einfluss auf die Gesundheit. Ein tiefergehendes Verständnis solcher Zusammenhänge bedarf einer Durchdringung grundlegender chemischer Sachverhalte, auch im Hinblick auf die Ausbildung eines fachlich fundierten Urteilsvermögens. Dieses trägt zur Entscheidungsfindung beispielsweise in Fragen der eigenen Gesunderhaltung ebenso bei wie in Fragen der Umweltverträglichkeit und unterstützt ein kritisches Hinterfragen der Darstellung chemischer Zusammenhänge in unterschiedlichen Medien.

Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<ul style="list-style-type: none">- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydro-xygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe und Estergruppe- Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur,- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)- Konstitutionsisomerie- intermolekulare Wechselwirkungen- Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen- Estersynthese	<p>Sachkompetenz Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none">• ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein und benennen diese nach systematischer Nomenklatur (S1, S6, S11),• erläutern intermolekulare Wechselwirkungen organischer Verbindungen und erklären ausgewählte Eigenschaften sowie die Verwendung organischer Stoffe auf dieser Grundlage (S2, S13, E7),• erläutern das Donator-Akzeptor-Prinzip unter Verwendung der Oxidationszahlen am Beispiel der Oxidationsreihe der Alkanole (S4, S12, S14, S16),• stellen Isomere von Alkanolen dar und erklären die Konstitutionsisomerie (S11, E7). <p>Erkenntnisgewinnungskompetenz Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none">• stellen auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge die Molekülgeometrie von Kohlenstoffverbindungen dar und erklären die Molekülgeometrie mithilfe des EPA-Modells (E7, S13),• deuten die Beobachtungen von Experimenten zur Oxidationsreihe der Alkanole und weisen die jeweiligen Produkte nach (E2, E5, S14),• führen Estersynthesen durch und leiten aus Stoffeigenschaften der erhaltenen Produkte Hypothesen zum strukturellen Aufbau der Estergruppe ab (E3, E5),• stellen Hypothesen zu Struktureigenschaftsbeziehungen einer ausgewählten Stoffklasse auf und untersuchen diese experimentell (E3, E4). <p>Bewertungskompetenz Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none">• beurteilen die Auswirkungen der Aufnahme von Ethanol hinsichtlich oxidativer Abbauprozesse im menschlichen Körper unter Aspekten der Gesunderhaltung (B6, B7, E1, E11, K6),• diskutieren den Einsatz von Konservierungs- und Aromastoffen in der Lebensmittelindustrie aus gesundheitlicher und ökonomischer Perspektive und leiten entsprechende Handlungsoptionen zu deren Konsum ab (B5, B9, B10, K5, K8, K13),• beurteilen die Verwendung von Lösemitteln in Produkten des Alltags auch im Hinblick auf die Entsorgung aus chemischer und ökologischer Perspektive (B1, B7, B8, B11, B14, S2, S10, E11).

UV 2: Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht (ca. 42 Ustd.)

Für die wirtschaftliche Herstellung unterschiedlicher Produkte wie Medikamente und Aromastoffe sind die Steuerung von Reaktionsgeschwindigkeit und Gleichgewichtslagen chemischer Reaktionen im Sinne des Erzielens möglichst hoher Ausbeuten bei geringem Ressourceneinsatz in angemessener Zeit grundlegend. Der Gleichgewichtsaspekt ist neben der chemischen Reaktion und der damit einhergehenden Energieumsätze ein entscheidendes Merkmal zur Beschreibung von Abläufen in Natur und Technik. Mit der Einbeziehung des chemischen Gleichgewichtes in die Betrachtung chemischer Reaktionen und der Möglichkeit seiner Beeinflussung können die Auswirkungen anthropogener Eingriffe in Kreisläufe der Natur beispielsweise hinsichtlich der für die kommenden Generationen wichtigen Fragen des Klimawandels eingeschätzt und der ökologische und ökonomische Nutzen in technischen Verfahren beurteilt werden.

Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<ul style="list-style-type: none"> - Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit - Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (Kc) - natürlicher Stoffkreislauf - technisches Verfahren - Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck - Katalyse 	<p>Sachkompetenz Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • erklären den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit auch anhand grafischer Darstellungen (S3, S8, S9), beschreiben die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtes anhand ausgewählter Reaktionen (S7, S15, K10), • erklären anhand ausgewählter Reaktionen die Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts nach dem Prinzip von Le Chatelier auch im Zusammenhang mit einem technischen Verfahren (S8, S15, K10), • bestimmen rechnerisch Gleichgewichtslagen ausgewählter Reaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und interpretieren die Ergebnisse (S7, S8, S17). <p>Erkenntnisgewinnungskompetenz Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • definieren die Durchschnittsgeschwindigkeit chemischer Reaktionen und ermitteln diese grafisch aus experimentellen Daten (E5, K7, K9), • überprüfen aufgestellte Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit durch Untersuchungen des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion (E3, E4, E10, S9), • stellen den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen auf molekularer Ebene mithilfe der Stoßtheorie auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge dar und deuten die Ergebnisse (E6, E7, E8, K11), • simulieren den chemischen Gleichgewichtszustand als dynamisches Gleichgewicht auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge (E6, E9, S15, K10). <p>Bewertungskompetenz Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • beurteilen den ökologischen wie ökonomischen Nutzen und die Grenzen der Beeinflussbarkeit chemischer Gleichgewichtslagen in einem technischen Verfahren (B3, B10, B12, E12), • analysieren und beurteilen im Zusammenhang mit der jeweiligen Intention der Urheberschaft verschiedene Quellen und Darstellungsformen zu den Folgen anthropogener Einflüsse in einen natürlichen Stoffkreislauf (B2, B4, S5, K1, K2, K3, K4, K12), • bewerten die Folgen eines Eingriffs in einen Stoffkreislauf mit Blick auf Gleichgewichtsprozesse in aktuell-gesellschaftlichen Zusammenhängen (B12, B13, B14, S5, E12, K13).

2.1.2. Qualifikationsphase Grundkurs

UV 1: Säuren, Basen und analytische Verfahren (ca. 42 Ustd.)

Säuren, Basen und ihre Salze finden ihre Anwendung nicht nur in Technik und Industrie, sondern auch im täglichen Leben. Gleiches gilt für eine Vielzahl analytischer Verfahren. Basierend auf der Neutralisationsreaktion spielen neben der Titration als analytisches Verfahren qualitative Nachweise ausgewählter Ionen verschiedener Salze eine herausragende Rolle bei Untersuchungen umweltrelevanter Aspekte oder der Überprüfung von Herstellerangaben diverser Anwendungsprodukte. Energetische Betrachtungen im Zusammenhang mit der Neutralisationsreaktion sind ebenso wie Kenntnisse bezüglich der Kenngrößen Konzentration, pH-Wert und Säurestärke entscheidend für eine treffende Einschätzung des jeweiligen Gefahrenpotenzials entsprechender Anwendungsprodukte und daraus abzuleitender Handlungsoptionen. .

Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<ul style="list-style-type: none"> - Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Bronsted, Säure-/Base-Konstanten (KS, pKS, KB, pKB), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (Kc), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von starken Säuren und starken Basen - analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen von starken Säuren und starken Basen (mit Umschlagspunkt) - energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Kalorimetrie - Ionengitter, Ionenbindung 	<p>Sachkompetenz Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • klassifizieren die auch in Alltagsprodukten identifizierten Säuren und Basen mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted und erläutern ihr Reaktionsverhalten unter Berücksichtigung von Protolysegleichungen (S1, S6, S7, S16, K6), • erklären die unterschiedlichen Reaktionsgeschwindigkeiten von starken und schwachen Säuren mit unedlen Metallen oder Salzen anhand der Protolysereaktionen (S3, S7, S16), • interpretieren die Gleichgewichtslage von Protolysereaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und die daraus resultierenden Säure-/Base-Konstanten (S2, S7), • berechnen pH-Werte wässriger Lösungen von Säuren und Basen bei vollständiger Protolyse (S17), • definieren den Begriff der Reaktionsenthalpie und grenzen diesen von der inneren Energie ab (S3), • erklären im Zusammenhang mit der Neutralisationsreaktion den ersten Hauptsatz der Thermodynamik (Prinzip der Energieerhaltung) (S3, S10), • erläutern die Neutralisationsreaktion unter Berücksichtigung der Neutralisationsenthalpie (S3, S12), • deuten endotherme und exotherme Lösungsvorgänge bei Salzen unter Berücksichtigung der Gitter- und Solvatationsenergie (S12, K8). <p>Erkenntnisgewinnungskompetenz Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • weisen ausgewählte Ionensorten (Halogenid-Ionen, Ammonium-Ionen, Carbonat-Ionen) salzartiger Verbindungen qualitativ nach (E5), • planen hypothesengeleitet Experimente zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4), • führen das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung mittels Indikator am Beispiel starker Säuren und Basen durch und werten die Ergebnisse auch unter Berücksichtigung einer Fehleranalyse aus (E5, E10, K10), • bestimmen die Reaktionsenthalpie der Neutralisationsreaktion von starken Säuren mit starken Basen kalorimetrisch und vergleichen das Ergebnis mit Literaturdaten (E5, K1). <p>Bewertungskompetenz Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren, Basen und Salzen als Inhaltsstoffe in Alltagsprodukten und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab (B8, B11, K8), • bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8).

UV 2: Elektrochemische Prozesse und Energetik (ca. 42 Ustd.)

Energetische Aspekte chemischer Reaktionen haben mit Blick auf die Energieversorgung der Zukunft eine hohe gesellschaftliche Relevanz. Die energetische Betrachtung der Verbrennung fossiler Energieträger, der kontrollierten Verbrennung von Wasserstoff in Brennstoffzellen und der elektrochemischen Reaktionen in der Akkumulatortechnik erfordern vor dem Hintergrund des sich verändernden Klimas Abwägungen aus ökologischen, ökonomischen und sozialen Perspektiven. Auch der Schutz von Gegenständen vor Korrosion und die elektrolytische Gewinnung industrieller Rohstoffe verlangen Nachhaltigkeit. Neue Konzepte zur Mobilität der Zukunft und die zunehmende Digitalisierung verschiedenster Lebensbereiche sind ohne eine Weiterentwicklung mobiler Energiequellen nicht denkbar.

Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<ul style="list-style-type: none"> - Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen - Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung - Elektrolyse - alternative Energieträger - Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz - energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, heterogene Katalyse 	<p>Sachkompetenz Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • erläutern Redoxreaktionen als dynamische Gleichgewichtsreaktionen unter Berücksichtigung des Donator-Akzeptor-Konzepts (S7, S12, K7), • nennen die metallische Bindung und die Beweglichkeit hydratisierter Ionen als Voraussetzungen für einen geschlossenen Stromkreislauf der galvanischen Zelle und der Elektrolyse (S12, S15, K10), • erläutern den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle hinsichtlich der chemischen Prozesse auch mit digitalen Werkzeugen und berechnen die jeweilige Zellspannung (S3, S17, E6, K11), • erläutern den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen und möglicher Zellspannungen (S10, S12, K9), • erklären am Beispiel einer Brennstoffzelle die Funktion der heterogenen Katalyse unter Verwendung geeigneter Medien (S8, S12, K11), • erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S12, K8), • erläutern die Bildung eines Lokalelements bei Korrosionsvorgängen auch mithilfe von Reaktionsgleichungen (S3, S16, E1), • interpretieren energetische Erscheinungen bei Redoxreaktionen auf die Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit (S3, E11). <p>Erkenntnisgewinnungskompetenz Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallatomen und -ionen und überprüfen diese experimentell (E3, E4, E5, E10), • entwickeln eigenständig ausgewählte Experimente zum Korrosionsschutz (Galvanik, Opferanode) und führen sie durch (E1, E4, E5), • ermitteln Messdaten ausgewählter galvanischer Zellen zur Einordnung in die elektrochemische Spannungsreihe (E6, E8), • ermitteln auch rechnerisch die Standardreaktionsenthalpien ausgewählter Redoxreaktionen unter Anwendung des Satzes von Hess (E4, E7, S17, K2). <p>Bewertungskompetenz Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • bewerten die Verbrennung fossiler Energieträger und elektrochemische Energiewandler hinsichtlich Effizienz und Nachhaltigkeit auch mithilfe von recherchierten thermodynamischen Daten (B2, B4, E8, K3, K12), • diskutieren Möglichkeiten und Grenzen bei der Umwandlung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie auf Grundlage der relevanten chemischen und thermodynamischen Aspekte im Hinblick auf nachhaltiges Handeln (B3, B10, B13, E12, K8), • beurteilen Folgen von Korrosionsvorgängen und adäquate Korrosionsschutzmaßnahmen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B12, B14, E1).

UV 3: Reaktionswege in der organischen Chemie (ca. 42 Ustd.)

Für die Herstellung einer Vielzahl von Anwendungsprodukten sind gezielte Synthesen charakteristisch. Durch das Identifizieren von Zwischenstufen lassen sich Reaktionsverläufe nicht nur prognostizieren, sondern durch eine entsprechende Wahl der Reaktionsbedingungen oder des Einsatzes von Katalysatoren zugunsten eines gewünschten Produktes steuern. Die Betrachtung komplexer Reaktionswege, die etwa zur Herstellung organischer Verbindungen wie beispielsweise der Halogenalkane führt, berücksichtigt auch Risiken und unerwünschte Nebenwirkungen für Mensch und Umwelt. Neben synthetischen Stoffen spielen auch Naturstoffe wie beispielsweise Fette als Rohstoffe für Produkte des Alltags in fast allen Bereichen des täglichen Lebens eine wichtige Rolle.

Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<ul style="list-style-type: none">- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe- Alkene, Alkine, Halogenalkane- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)- Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie)- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen- Naturstoffe: Fette- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition- Estersynthese: Homogene Katalyse, Prinzip von Le Chatelier	<p>Sachkompetenz Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none">• stellen den Aufbau von Vertretern der Stoffklassen der Alkane, Halogenalkane, Alkene, Alkine, Alkanole, Alkanale, Alkanone, Carbonsäuren, Ester und Amine auch mit digitalen Werkzeugen dar und berücksichtigen dabei auch ausgewählte Isomere (S1, E7, K11),• erläutern den Aufbau und die Eigenschaften von gesättigten und ungesättigten Fetten (S1, S11, S13),• erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13),• erklären Redoxreaktionen in organischen Synthesewegen unter Berücksichtigung der Oxidationszahlen (S3, S11, S16),• erklären die Estersynthese aus Alkanolen und Carbonsäuren unter Berücksichtigung der Katalyse (S4, S8, S9, K7),• erläutern die Reaktionsmechanismen der radikalischen Substitutions- und elektrophilen Additionsreaktion unter Berücksichtigung der spezifischen Reaktionsbedingungen auch mit digitalen Werkzeugen (S8, S9, S14, E9, K11). <p>Erkenntnisgewinnungskompetenz Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none">• schließen mithilfe von spezifischen Nachweisen der Reaktionsprodukte (Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen, Carbonyl- und Carboxy-Gruppe) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10),• erläutern die Planung und Durchführung einer Estersynthese in Bezug auf die Optimierung der Ausbeute auf der Grundlage des Prinzips von Le Chatelier (E4, E5, K13),• unterscheiden experimentell zwischen gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (E5, E11). <p>Bewertungskompetenz Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none">• recherchieren und bewerten Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B1, B11, K2, K4),• beurteilen die Qualität von Fetten hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Verarbeitung im Bereich der Lebensmitteltechnik und der eigenen Ernährung (B7, B8, K8).

UV 4: Moderne Werkstoffe (ca. 42 Ustd.)

Makromolekulare Stoffe machen einen Großteil moderner Werkstoffe aus. Sie weisen gemeinsame, aber auch spezifische Eigenschaften auf, die zu vielseitig einsetzbaren Produkten des alltäglichen Bedarfs führen. Die oftmals lange Haltbarkeit vieler makromolekularer Stoffe erweist sich angesichts eines zunehmenden Eintrags von Mikroplastik in die Umwelt und damit verbunden in die Nahrungskette zunehmend als eine zukunftsrelevante Herausforderung. Nachhaltiges Handeln bei gleichzeitig begrenzten Rohstoffreserven machen den Ausbau und die Weiterentwicklung der Kunststoffherstellung und -verwertung notwendig. Neben organischen tragen auch anorganische Verbindungen aus dem Bereich der Nanochemie entscheidend zur Vielfalt moderner Werkstoffe bei.

Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<ul style="list-style-type: none"> - Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere) - Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation - Rohstoffgewinnung und -verarbeitung - Recycling: Kunststoffverwertung 	<p>Sachkompetenz Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • erklären die Eigenschaften von Kunststoffen aufgrund ihrer molekularen Strukturen (Kettenlänge, Vernetzungsgrad) (S11, S13), • klassifizieren Kunststoffe anhand ihrer Eigenschaften begründet nach Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren (S1, S2), • erläutern die Verknüpfung von Monomermolekülen zu Makromolekülen mithilfe von Reaktionsgleichungen an einem Beispiel (S4, S12, S16), • beschreiben den Weg eines Anwendungsproduktes von der Rohstoffgewinnung über die Produktion bis zur Verwertung (S5, S10, K1, K2). <p>Erkenntnisgewinnungskompetenz Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • führen eigenständig geplante Experimente zur Untersuchung von Eigenschaften organischer Werkstoffe durch und werten diese aus (E4, E5), • planen zielgerichtet anhand der Eigenschaften verschiedener Kunststoffe Experimente zur Trennung und Verwertung von Verpackungsabfällen (E4, S2), • erklären ermittelte Stoffeigenschaften am Beispiel eines Funktionspolymers mit geeigneten Modellen (E1, E5, E7, S2). <p>Bewertungskompetenz Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung und die Verwendung von Produkten aus Kunststoffen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Perspektive (B9, B12, B13), • vergleichen anhand von Bewertungskriterien Produkte aus unterschiedlichen Kunststoffen und leiten daraus Handlungsoptionen für die alltägliche Nutzung ab (B5, B14, K2, K8, K13), • bewerten stoffliche und energetische Verfahren der Kunststoffverwertung unter Berücksichtigung ausgewählter Nachhaltigkeitsziele (B6, B13, S3, K5, K8).

2.1.3. Qualifikationsphase Leistungskurs

UV 1: Säuren, Basen und analytische Verfahren (ca. 42 Ustd.)

Säuren, Basen und ihre Salze finden ihre Anwendung nicht nur in Technik und Industrie, sondern auch im täglichen Leben. Gleiches gilt für eine Vielzahl analytischer Verfahren. Basierend auf der Neutralisationsreaktion spielen neben der Titration als analytisches Verfahren qualitative Nachweise ausgewählter Ionen verschiedener Salze eine herausragende Rolle bei Untersuchungen umweltrelevanter Aspekte oder der Überprüfung von Herstellerangaben diverser Anwendungsprodukte. Energetische Betrachtungen im Zusammenhang mit der Neutralisationsreaktion sind ebenso wie Kenntnisse bezüglich der Kenngrößen Konzentration, pH-Wert und Säurestärke entscheidend für eine treffende Einschätzung des jeweiligen Gefahrenpotenzials entsprechender Anwendungsprodukte und daraus abzuleitender Handlungsoptionen. .

Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<ul style="list-style-type: none"> - Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (KS, pKS, KB, pKB), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (Kc), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen, Puffersysteme - Löslichkeitsgleichgewichte - analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrations (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve), potentiometrische pH-Wert-Messung - energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Lösungsenthalpie, Kalorimetrie - Entropie - Ionengitter, Ionenbindung 	<p>Sachkompetenz</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • klassifizieren die auch in Produkten des Alltags identifizierten Säuren und Basen mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted und erläutern ihr Reaktionsverhalten unter Berücksichtigung von Protolysegleichungen (S1, S6, S7, S16, K6), • erläutern die unterschiedlichen Reaktionsgeschwindigkeiten von starken und schwachen Säuren mit unedlen Metallen oder Salzen anhand der unterschiedlichen Gleichgewichtslage der Protolysereaktionen (S3, S7, S16), • leiten die Säure-/Base-Konstante und den pKS/pKB-Wert von Säuren und Basen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes ab und berechnen diese (S7, S17), • interpretieren die Gleichgewichtslage von Protolysereaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und die daraus resultierenden Säure-/Base-Konstanten (S2, S7), • berechnen pH-Werte wässriger Lösungen von Säuren und Basen auch bei nicht vollständiger Protolyse (S17), • sagen den Verlauf von Titrationskurven von starken und schwachen Säuren und Basen anhand der Berechnung der charakteristischen Punkte (Anfangs-pH-Wert, Halbäquivalenzpunkt, Äquivalenzpunkt) voraus (S10, S17), • erläutern die Wirkung eines Puffersystems auf Grundlage seiner Zusammensetzung (S2, S7, S16), • berechnen den pH-Wert von Puffersystemen anhand der Henderson-Hasselbalch-Gleichung (S17), • definieren den Begriff der Reaktionsenthalpie und grenzen diesen von der inneren Energie ab (S3), • erklären im Zusammenhang mit der Neutralisationsreaktion den ersten Hauptsatz der Thermodynamik (Prinzip der Energieerhaltung) (S3, S10), • erläutern die Neutralisationsreaktion unter Berücksichtigung der Neutralisationsenthalpie (S3, S12), • erklären endotherme und exotherme Lösungsvorgänge bei Salzen unter Einbeziehung der Gitter- und Solvatationsenergie und führen den spontanen Ablauf eines endothermen Lösungsvorgangs auf die Entropieänderung zurück (S12, K8), • erklären Fällungsreaktionen auf der Grundlage von Löslichkeitsgleichgewichten (S2, S7). <p>Erkenntnisgewinnungskompetenz</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • weisen ausgewählte Ionensorten (Halogenid-Ionen, Ammonium-Ionen, Carbonat-Ionen) salzartiger Verbindungen qualitativ nach (E5), • planen hypothesengeleitet Experimente zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4), • führen das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung mittels Indikator durch und werten die Ergebnisse auch unter Berücksichtigung einer Fehleranalyse aus (E5, E10, K10), • werten pH-metrische Titrations von ein- und mehrprotonigen Säuren aus und erläutern den Verlauf der Titrationskurven auch bei unvollständiger Protolyse (S9, E8, E10, K7), • bestimmen die Reaktionsenthalpie der Neutralisationsreaktion von starken Säuren mit starken Basen kalorimetrisch und vergleichen das Ergebnis mit Literaturdaten (E5, K1), • interpretieren die Messdaten von Lösungsenthalpien verschiedener Salze unter Berücksichtigung der Entropie (S12, E8). <p>Bewertungskompetenz</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren, Basen und Salzen als Inhaltsstoffe in Alltagsprodukten und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab (B8, B11, K8), • bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8), • beurteilen verschiedene Säure-Base-Titrationsverfahren hinsichtlich ihrer Angemessenheit und Grenzen (B3, K8, K9).

UV 2: Elektrochemische Prozesse und Energetik (ca. 42 Ustd.)

Energetische Aspekte chemischer Reaktionen haben mit Blick auf die Energieversorgung der Zukunft eine hohe gesellschaftliche Relevanz. Die energetische Betrachtung der Verbrennung fossiler Energieträger, der kontrollierten Verbrennung von Wasserstoff in Brennstoffzellen und der elektrochemischen Reaktionen in der Akkumulatortechnik erfordern vor dem Hintergrund des sich verändernden Klimas Abwägungen aus ökologischen, ökonomischen und sozialen Perspektiven. Auch der Schutz von Gegenständen vor Korrosion und die elektrolytische Gewinnung industrieller Rohstoffe verlangen Nachhaltigkeit. Neue Konzepte zur Mobilität der Zukunft und die zunehmende Digitalisierung verschiedenster Lebensbereiche sind ohne eine Weiterentwicklung mobiler Energiequellen nicht denkbar.

Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<ul style="list-style-type: none"> - Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen - galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung) - Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung) - Redoxtitration - alternative Energieträger - Energiespeicherung - Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz - energetische Aspekte: Erster und Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse 	<p>Sachkompetenz Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • erläutern Redoxreaktionen als dynamische Gleichgewichtsreaktionen unter Berücksichtigung des Donator-Akzeptor-Konzepts (S7, S12, K7), • nennen die metallische Bindung und die Beweglichkeit hydratisierter Ionen als Voraussetzungen für einen geschlossenen Stromkreislauf der galvanischen Zelle und der Elektrolyse (S12, S15, K10), • erläutern den Aufbau und die Funktionsweise galvanischer Zellen hinsichtlich der chemischen Prozesse auch mithilfe digitaler Werkzeuge und berechnen auch unter Berücksichtigung der Nernst-Gleichung die jeweilige Zellspannung (S3, S17, E6, K11), • erläutern und vergleichen den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen sowie möglicher Zellspannungen (S10, S12, S16, K9), • erklären am Beispiel einer Brennstoffzelle die Funktion der heterogenen Katalyse unter Verwendung geeigneter Medien (S8, S12, K11), • erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S16, K10), • erklären die für die Elektrolyse benötigte Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (S12, K8), • berechnen Stoffumsätze unter Anwendung der Faraday-Gesetze (S3, S17), • interpretieren energetische Erscheinungen bei Redoxreaktionen auf die Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit unter Berücksichtigung der Einschränkung durch den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik (S3, S12, K10), • berechnen die freie Enthalpie bei Redoxreaktionen (S3, S17, K8). <p>Erkenntnisgewinnungskompetenz Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metall- und Nichtmetallatomen sowie Ionen und überprüfen diese experimentell (E3, E4, E5, E10), • wenden das Verfahren der Redoxtitration zur Ermittlung der Konzentration eines Stoffes begründet an (E5, S3, K10), • ermitteln Messdaten ausgewählter galvanischer Zellen zur Einordnung in die elektrochemische Spannungsreihe (E6, E8), • ermitteln die Ionenkonzentration von ausgewählten Metall- und Nichtmetallionen mithilfe der Nernst-Gleichung aus Messdaten galvanischer Zellen (E6, E8, S17, K5), • erklären die Herleitung elektrochemischer und thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten (Faraday, Nernst, Gibbs-Helmholtz) aus experimentellen Daten (E8, S17, K8), • ermitteln die Leistung einer elektrochemischen Spannungsquelle an einem Beispiel (E5, E10, S17), • entwickeln Hypothesen zur Bildung von Lokalelementen als Grundlage von Korrosionsvorgängen und überprüfen diese experimentell (E1, E3, E5, S15), • entwickeln ausgewählte Verfahren zum Korrosionsschutz (Galvanik, Opferanode) und führen diese durch (E1, E4, E5, K13), • ermitteln die Standardreaktionsenthalpien ausgewählter Redoxreaktionen unter Anwendung des Satzes von Hess auch rechnerisch (E2, E4, E7, S16, S17, K2). <p>Bewertungskompetenz Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • bewerten auch unter Berücksichtigung des energetischen Wirkungsgrads fossile und elektrochemische Energiequellen (B2, B4, K3, K12), • diskutieren Möglichkeiten und Grenzen bei der Umwandlung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie auch unter Berücksichtigung thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten im Hinblick auf nachhaltiges Handeln (B3, B10, B13, E12, K8), • diskutieren ökologische und ökonomische Aspekte der elektrolytischen Gewinnung eines Stoffes unter Berücksichtigung der Faraday-Gesetze (B10, B13, E8, K13), • beurteilen Folgen von Korrosionsvorgängen und adäquate Korrosionsschutzmaßnahmen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B12, B14, E1).

UV 3: Reaktionswege in der organischen Chemie (ca. 42 Ustd.)

Für die Herstellung einer Vielzahl von Anwendungsprodukten sind gezielte Synthesen charakteristisch. Durch das Identifizieren von Zwischenstufen lassen sich Reaktionsverläufe nicht nur prognostizieren, sondern durch eine entsprechende Wahl der Reaktionsbedingungen oder des Einsatzes von Katalysatoren zugunsten eines gewünschten Produktes steuern. Die Betrachtung komplexer Reaktionswege, die etwa zur Herstellung organischer Verbindungen wie beispielsweise der Halogenalkane führt, berücksichtigt auch Risiken und unerwünschte Nebenwirkungen für Mensch und Umwelt. Neben synthetischen Stoffen spielen auch Naturstoffe wie beispielsweise Fette als Rohstoffe für Produkte des Alltags in fast allen Bereichen des täglichen Lebens eine wichtige Rolle.

Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<ul style="list-style-type: none"> - funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe - Alkene, Alkine, Halogenalkane - Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems - Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) - Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Mesomerie, Chiralität - inter- und intramolekulare Wechselwirkungen - Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster und zweiter Ordnung, elektrophile Erstsabstitution, Kondensationsreaktion (Estersynthese) - Prinzip von Le Chatelier - koordinative Bindung: Katalyse - Naturstoffe: Fette - Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung - analytisches Verfahren: Chromatografie 	<p>Sachkompetenz Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • stellen den Aufbau der Moleküle (Konstitutionsisomerie, Stereoisomerie, Molekülgeometrie, Chiralität am asymmetrischen C-Atom) von Vertretern der Stoffklassen der Alkane, Halogenalkane, Alkene, Alkine, Alkanole, Alkanale, Alkanone, Carbonsäuren, Ester und Amine auch mit digitalen Werkzeugen dar (S1, E7, K11), • erläutern den Aufbau und die Eigenschaften von gesättigten und ungesättigten Fetten (S1, S11, S13), • erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter der Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13, K11), • erklären Redoxreaktionen in organischen Synthesewegen unter Berücksichtigung der Oxidationszahlen (S3, S11, S16), • erklären die Estersynthese aus Alkanolen und Carbonsäuren unter Berücksichtigung der Katalyse (S4, S8, S9, K7), • erläutern auch mit digitalen Werkzeugen die Reaktionsmechanismen unter Berücksichtigung der spezifischen Reaktionsbedingungen (S8, S9, S14, E9, K11), • beschreiben den Aufbau und die Wirkungsweise eines Katalysators unter Berücksichtigung des Konzepts der koordinativen Bindung als Wechselwirkung von Metallkationen mit freien Elektronenpaaren (S13, S15), • erklären die Reaktivität eines aromatischen Systems anhand der Struktur und erläutern in diesem Zusammenhang die Mesomerie (S9, S13, E9, E12), • klassifizieren Farbstoffe sowohl auf Grundlage struktureller Merkmale als auch nach ihrer Verwendung (S10, S11, K8), • erläutern die Farbigekeit ausgewählter Stoffe durch Lichtabsorption auch unter Berücksichtigung der Molekülstruktur mithilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-Akzeptor-Gruppen) (S2, E7, K10). <p>Erkenntnisgewinnungskompetenz Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • schließen mithilfe von spezifischen Nachweisen der Reaktionsprodukte (Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen, Chlorid- und Bromid-Ionen, Carbonyl- und Carboxy-Gruppe) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10), • entwickeln Hypothesen zum Reaktionsverhalten aus der Molekülstruktur (E3, E12, K2), • erläutern die Planung und Durchführung einer Estersynthese in Bezug auf die Optimierung der Ausbeute auf der Grundlage des Prinzips von Le Chatelier (E4, E5, K13), • unterscheiden experimentell zwischen gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (E5, E11), • trennen mithilfe eines chromatografischen Verfahrens Stoffgemische und analysieren ihre Bestandteile durch Interpretation der Retentionsfaktoren (E4, E5), • interpretieren Absorptionsspektren ausgewählter Farbstofflösungen (E8, K2, B1). <p>Bewertungskompetenz Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • recherchieren und bewerten Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter selbst entwickelten Fragestellungen (B1, B11, K2, K4), • beurteilen die Möglichkeiten und Grenzen von Modellvorstellungen bezüglich der Struktur organischer Verbindungen und die Reaktionsschritte von Synthesen für die Vorhersage der Bildung von Reaktionsprodukten (B1, B2, K10), • beurteilen die Qualität von Fetten hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Verarbeitung im Bereich der Lebensmitteltechnik und der eigenen Ernährung (B7, B8, K8), • bewerten den Einsatz verschiedener Farbstoffe in Alltagsprodukten aus chemischer, ökologischer und ökonomischer Sicht (B9, B13, S13).

UV 4: Moderne Werkstoffe (ca. 42 Ustd.)

Makromolekulare Stoffe machen einen Großteil moderner Werkstoffe aus. Sie weisen gemeinsame, aber auch spezifische Eigenschaften auf, die zu vielseitig einsetzbaren Produkten des alltäglichen Bedarfs führen. Die oftmals lange Haltbarkeit vieler makro-molekularer Stoffe erweist sich angesichts eines zunehmenden Eintrags von Mikroplastik in die Umwelt und damit verbunden in die Nahrungskette zunehmend als eine zukunftsrelevante Herausforderung. Nachhaltiges Handeln bei gleichzeitig begrenzten Rohstoffreserven machen den Ausbau und die Weiterentwicklung der Kunststoffherstellung und -verwertung notwendig. Neben organischen tragen auch anorganische Verbindungen aus dem Bereich der Nanochemie entscheidend zur Vielfalt moderner Werkstoffe bei.

Inhaltsfeld Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung
<ul style="list-style-type: none"> - Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere) - Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation (Mechanismus der radikalischen Polymerisation) - Rohstoffgewinnung und -verarbeitung - Recycling: Kunststoffverwertung, Werkstoffkreisläufe - technisches Syntheseverfahren - Nanochemie: Nanomaterialien, Nanostrukturen, Oberflächeneigenschaften 	<p>Sachkompetenz Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • erklären die Eigenschaften von Kunststoffen aufgrund der molekularen Strukturen (Kettenlänge, Vernetzungsgrad, Anzahl und Wechselwirkung verschiedenartiger Monomere) (S11, S13), • klassifizieren Kunststoffe anhand ihrer Eigenschaften begründet nach Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren (S1, S2), • erläutern die Verknüpfung von Monomermolekülen zu Makromolekülen mithilfe von Reaktionsgleichungen an einem Beispiel (S4, S12, S16), • erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (S4, S14, S16), • beschreiben den Weg eines Anwendungsproduktes von der Rohstoffgewinnung über die Produktion bis zur Verwertung (S5, S10, K1, K2), • erläutern ein technisches Syntheseverfahren auch unter Berücksichtigung der eingesetzten Katalysatoren (S8, S9), • beschreiben Merkmale von Nanomaterialien am Beispiel von Alltagsprodukten (S1, S9). <p>Erkenntnisgewinnungskompetenz Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • führen eigenständig geplante Experimente zur Untersuchung von Eigenschaften organischer Werkstoffe durch und werten diese aus (E4, E5), • planen zielgerichtet anhand der Eigenschaften verschiedener Kunststoffe Experimente zur Trennung und Verwertung von Verpackungsabfällen (E4, S2), • erläutern ermittelte Stoffeigenschaften am Beispiel eines Funktionspolymers mit geeigneten Modellen (E1, E5, E7, S13), • veranschaulichen die Größenordnung und Reaktivität von Nanopartikeln (E7, E8), • erklären eine experimentell ermittelte Oberflächeneigenschaft eines ausgewählten Nanoprodukts anhand der Nanostruktur (E5, S11). <p>Bewertungskompetenz Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> • bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung und die Verwendung von Produkten aus Kunststoffen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Perspektive (B9, B12, B13), • vergleichen anhand von Bewertungskriterien Produkte aus unterschiedlichen Kunststoffen und leiten daraus Handlungsoptionen für die alltägliche Nutzung ab (B5, B14, K2, K8, K13), • bewerten stoffliche und energetische Verfahren der Kunststoffverwertung unter Berücksichtigung ausgewählter Nachhaltigkeitsziele (B6, B13, S3, K5, K8), • beurteilen die Bedeutung der Reaktionsbedingungen für die Synthese eines Kunststoffs im Hinblick auf Atom- und Energieeffizienz, Abfall- und Risikovermeidung sowie erneuerbare Ressourcen (B1, B10), • recherchieren in verschiedenen Quellen die Chancen und Risiken von Nanomaterialien am Beispiel eines Alltagsproduktes und bewerten diese unter Berücksichtigung der Intention der Autoren (B2, B4, B13, K2, K4).

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

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

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>Vollständigkeit der Arbeit: 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>Umfang der Arbeit: ca. 8-10 Seiten (von der Einleitung bis einschließlich Resümee)</p>	
<p>Layout der Arbeit: 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*)
Sprachliche Korrektheit (Orthographie, Interpunktion, Grammatik)	
Angemessenheit und Klarheit des Satzbaus	
Präzision der Formulierungen	
Vermeidung von Füllwörtern und Redundanzen	
Vermeidung von Gedankensprüngen	
3. Bewertung des methodischen Vorgehens [20%]	(Noten-) Punkte*)
Sinnvolle Planung	
Korrekte Anwendung und Reflexion der Methoden des Fachs	
Umfang und Zweckmäßigkeit von Sekundärliteratur und anderen Materialien	
Anschaulichkeit der Präsentation (Abbildungen, Graphiken, Tabellen, Modelle)	
Verwendung der Fachsprache	
4. Bewertung des Inhalts [40%]	(Noten-) Punkte*)
Themengerechte und (sach)logische Gliederung der Arbeit	
Stringenz der Argumentation bzw. Schlüssigkeit der Beweisführung	
Begründung von Wertungen und Stellungnahmen	

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

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

6. Kommentar

7. Gesamturteil
_____ 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	-	
Punkte	15	14	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00

Ort / Datum

Unterschrift der Lehrkraft