Schulinternen Lehrplan
Städtisches Gymnasium Schmallenberg
– Sekundarstufe I + II

Chemie

(Fassung vom 23.01.2023)

Inhaltsverzeichnis

1. Aufgaben und Ziele des Fachs Chemie 3

2. Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen 4

2.1. Kompetenzbereiche 4

2.1. Inhaltsfelder 5

2.1. Kompetenzerwartungen 5

3. Inhaltliche Schwerpunkte und Unterrichtsvorhaben SekI 6

3.1. Unterrichtsvorhaben und Lehrmittel 6

3.2. Übersicht über die Unterrichtsvorhaben 7

3.2.1. Unterrichtsvorhaben Jahrgangsstufe 7 7

3.2.2. Unterrichtsvorhaben Jahrgangsstufe 8 10

3.2.3. Unterrichtsvorhaben Jahrgangsstufe 9 14

3.2.4. Unterrichtsvorhaben Jahrgangsstufe 10 19

3.2.5. Unterrichtsvorhaben Jahrgangsstufe EF .....

3.2.6. Unterrichtsvorhaben Jahrgangsstufe Q1 (GK) .....

3.2.7. Unterrichtsvorhaben Jahrgangsstufe Q2 (GK) .....

3.2.8. Unterrichtsvorhaben Jahrgangsstufe Q1 (LK) .....

3.2.9. Unterrichtsvorhaben Jahrgangsstufe Q2 (LK) .....

4. Grundsätze der Leistungsbeurteilung .....

1. Aufgaben und Ziele des Faches Chemie

In diesem Zusammenhang wird auf die Aussagen des „Kernlehrplan für die Sekundarstufe I und II Gymnasium – Chemie“ (KLP Chemie SI und SII) des Landes Nordrhein-Westfalens hingewiesen und soll hier nicht vollständig rezitiert werden.

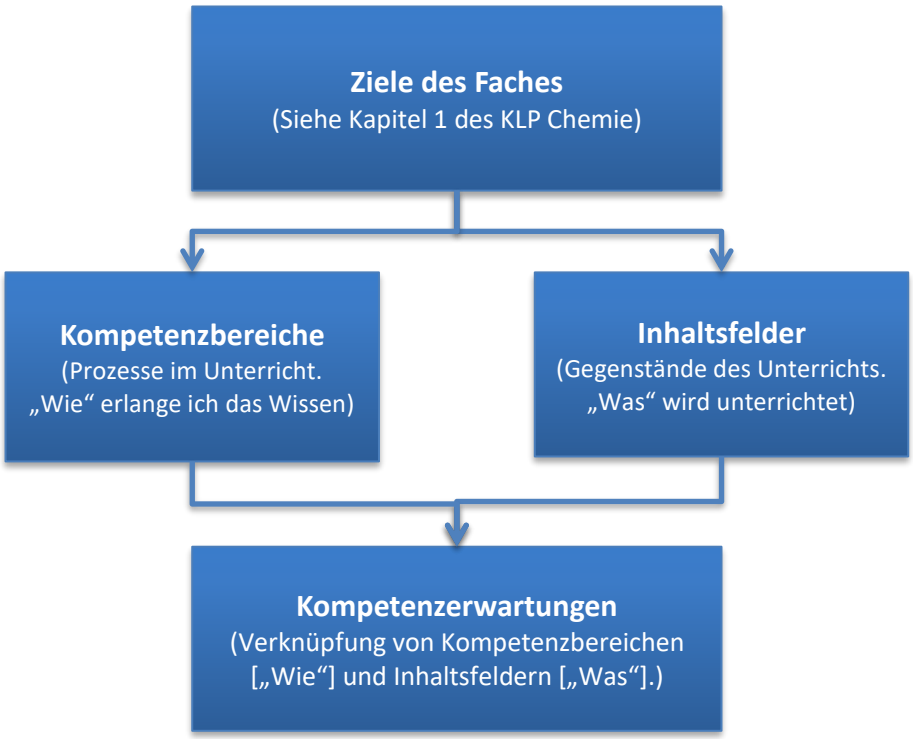
„[...] Das Fach Chemie leistet gemeinsam mit den anderen naturwissenschaftlichen Fächern einen Beitrag zum Bildungsziel einer vertieften **naturwissenschaftlichen Grundbildung**. Gemäß den für alle Bundesländer verbindlichen Bildungsstandards beinhaltet naturwissenschaftliche Grundbildung, Phänomene erfahrbar zu machen, die Sprache und Geschichte der Naturwissenschaften zu verstehen, ihre Erkenntnisse zu kommunizieren sowie sich mit ihren spezifischen Methoden der Erkenntnisgewinnung und deren Grenzen auseinanderzusetzen. Typische theorie- und hypothesengeleitete Denk- und Arbeitsweisen ermöglichen eine analytische und rationale Betrachtung der Welt. Naturwissenschaftliche Bildung ermöglicht eine aktive Teilhabe an gesellschaftlicher Kommunikation und Meinungsbildung über technische Entwicklungen und naturwissenschaftliche Forschung und ist deshalb wesentlicher Bestandteil von Allgemeinbildung. [...]“ [KLP SI Chemie, S.8]

Vor dem Hintergrund der gesellschaftlichen Entwicklung, sind die Lehrpläne kompetenzorientiert angelegt und weiterentwickelt worden. Dies wird im nächsten Kapitel weiter aufgeschlossen und eingehend erläutert.

2. Kompetenzbereiche, Inhaltsfelder und Kompetenzerwartungen

Um Ihnen den Einblick ein wenig zu erleichtern, haben wir uns auf die, unseres Erachtens, wichtigsten Informationen beschränkt.

„[...] Sie werden ausdifferenziert, indem fachspezifische Kompetenzbereiche und Inhaltsfelder identifiziert und ausgewiesen werden. Dieses analytische Vorgehen erfolgt, um die Strukturierung der fachrelevanten Prozesse einerseits sowie der Gegenstände andererseits transparent zu machen. In Kompetenzerwartungen werden beide Seiten miteinander verknüpft. Damit wird der Tatsache Rechnung getragen, dass der gleichzeitige Einsatz von Können und Wissen bei der Bewältigung von Anforderungssituationen eine zentrale Rolle spielt. [...]“ [KLP SI Chemie, S.11]



Das Organigramm wurde in Anlehnung an die Abbildung auf Seite 11 des Kernlehrplans Chemie des Landes Nordrhein-Westfalen erstellt.

2.1. Kompetenzbereiche

Kompetenzbereiche repräsentieren die Grunddimensionen des fachlichen Handelns. Sie dienen dazu, die einzelnen Teiloperationen entlang der fachlichen Kerne zu strukturieren und den Zugriff für die am Lehr-Lernprozess Beteiligten zu verdeutlichen. Dieser Bereich umfasst folgende Bereiche:

- Umgang mit Fachwissen (UF) „[...] bezieht sich auf die Fähigkeit, zur Lösung von Aufgaben und Problemen auf Fachwissen der Chemie zurückzugreifen. [...]“[KLP SI Chemie, S.13]
- Erkenntnisgewinnung (E) „[...] beinhaltet die Fähigkeiten und methodischen Fertigkeiten chemische Fragestellungen zu erkennen, diese mit Experimenten und anderen fachspezifischen Methoden hypothesengeleitet zu untersuchen, daraus Schlussfolgerungen zu ziehen und Ergebnisse zu verallgemeinern. [...]“ [KLP SI Chemie, S.13]

- Kommunikation (K) „[...] beschreibt erforderliche Fähigkeiten für einen sachgerechten und adressatengerechten fachlichen Austausch, in dem Bildungs- und Fachsprache im notwendigen Umfang verwendet werden. [...]“ [KLP SI Chemie, S.13]
- Bewertung (B) „[...] bezieht sich auf die Fähigkeit, in Problemsituationen, in denen es mehrere denkbare Lösungen ohne ein klares Richtig oder Falsch gibt, sachlich fundiert und wertebasiert zu begründeten Entscheidungen zu kommen. [...|“ [KLP SI Chemie, S.14]

2.1. Inhaltsfelder

Inhaltsfelder systematisieren mit ihren jeweiligen inhaltlichen Schwerpunkten die im Unterricht verbindlichen und unverzichtbaren Gegenstände und liefern Hinweise für die inhaltliche Ausrichtung des Lehrens und Lernens. Folgende Inhaltsfelder sind in der Sekundarstufe I vorgesehen:

… Inhaltsfeld 1: Stoffe und Stoffeigenschaften
… Inhaltsfeld 2: Chemische Reaktion (Stoffeigenschaften verändern sich)
… Inhaltsfeld 3: Verbrennung (Als „Spezialfall“ der chemischen Reaktion)
… Inhaltsfeld 4: Metalle und Metallgewinnung (Begriffe wie Oxidation und Reduktion werden eingeführt)
… Inhaltsfeld 5: Elemente und ihre Ordnung (Atombau und Aufbau des Periodensystems der Elemente)
… Inhaltsfeld 6: Salze und Ionen (Vom Atom zum Ion, Ionengitter, ...)
… Inhaltsfeld 7: Chemische Reaktionen durch Elektronenübertragung (erste Einblicke in die Elektrochemie)
… Inhaltsfeld 8: Molekülverbindungen (Atombindung, polare Atombindung, zwischenmolekulare Kräfte)
… Inhaltsfeld 9: Saure und alkalische Lösungen
… Inhaltsfeld 10: Organische Chemie (Was sind organische Stoffe? Merkmale d. Alkane, Alkene, Alkohole, ...?)

Sek II

… Inhaltsfeld 1: Vom Alkohol zum Aromastoff
… Inhaltsfeld 2: Kohlenstoffdioxid, die Ozeane und das Klima- Untersuchung von Gleichgewichtsreaktionen
… Inhaltsfeld 3: Säuren, Basen und analytische Verfahren
… Inhaltsfeld 4: Elektrochemie (Mobile Energiequellen, Korrosion, Brennstoffzelle)
… Inhaltsfeld 5: Organische Produkte- Werkstoffe und Farbstoffe

2.1. Kompetenzerwartungen

Kompetenzerwartungen führen Prozesse und Gegenstände zusammen und beschreiben die fachlichen Anforderungen und intendierten Lernergebnisse.

Es werden dabei die **Kompetenzerwartungen** der **Stufe eins** und **zwei** Unterschieden. Die erste Stufe erstreckt sich bis zum Inhaltsfeld 4, welches am Ende der Klasse 7 bzw. zu Beginn der Klasse 8 abgeschlossen sein sollte. Anschließend gelten die Erwartungen der zweiten Stufe.

Die Kompetenzerwartungen werden in der dritten Spalte des Übersichtsrasters zu den jeweiligen Unterrichtsvorhaben angegeben.

Für die Sekundarstufe II ist zunächst eine Sequenzierung inhaltlicher Aspekte, in der zweiten Spalte die konkretisierten Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans und in den beiden folgenden Spalten die Lehrmittel/ Materialien/ Methoden sowie Verbindliche Absprachen mit didaktisch- methodischen Anmerkungen.

3. Inhaltliche Schwerpunkte und Unterrichtsvorhaben

3.1. Unterrichtsvorhaben und Lehrmittel

In der nachfolgenden Übersicht über die *Unterrichtsvorhaben* wird die für alle Lehrerinnen und Lehrer gemäß Fachkonferenzbeschluss verbindliche Verteilung der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Die Übersicht dient dazu, für die einzelnen Jahrgangsstufen allen am Bildungsprozess Beteiligten einen schnellen Überblick über Themen bzw. Fragestellungen der Unterrichtsvorhaben unter Angabe besonderer Schwerpunkte in den Inhalten und in der Kompetenzentwicklung zu verschaffen. Dadurch soll verdeutlicht werden, welches Wissen und welche Fähigkeiten in den jeweiligen Unterrichtsvorhaben besonders gut zu erlernen sind und welche Aspekte deshalb im Unterricht hervorgehoben thematisiert werden sollten. Unter den Hinweisen des Übersichtsrasters werden u.a. Möglichkeiten im Hinblick auf inhaltliche Fokussierungen und interne Verknüpfungen ausgewiesen.

Der ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. Der Schulinterne Lehrplan ist so gestaltet, dass er zusätzlichen Spielraum für Vertiefungen, besondere Interessen von Schülerinnen und Schülern, aktuelle Themen bzw. die Erfordernisse anderer besonderer Ereignisse (z.B. Praktika, Klassenfahrten o.Ä.) belässt. Abweichungen über die notwendigen Absprachen hinaus sind im Rahmen des pädagogischen Gestaltungsspielraumes der Lehrkräfte möglich. Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass im Rahmen der Umsetzung der Unterrichtsvorhaben insgesamt alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Berücksichtigung finden.

Als LEHRMITTEL……..

3.2. Übersicht über die Unterrichtsvorhaben

3.2.1. Unterrichtsvorhaben Jahrgangsstufe 7

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
UV 7.1 Stoffe im Alltag *Wie lassen sich Reinstoffe identifizieren und klassifizieren sowie aus Stoffgemischen gewinnen?* ca. 20 Ustd.	**IF1: Stoffe und Stoffeigenschaften** • messbare und nicht-messbare Stoffeigenschaften • Gemische und Reinstoffe • Stofftrennverfahren • einfache Teilchenvorstellung	UF1 Wiedergabe und Erklärung • Beschreibung von Phänomenen UF3 Ordnung und Systematisierung • Klassifikation von Stoffen E4 Untersuchung und Experiment • Durchführung von angeleiteten und selbstentwickelten Experimenten • Beachtung der Experimentierregeln K1 Dokumentation • Verfassen von Protokollen nach vorgegebenem Schema • Anfertigen von Tabellen bzw. Diagrammen nach vorgegebenen Schemata	… zur Schwerpunktsetzung: • Grundsätze des kooperativen Experimentierens (vgl. Schulprogramm) • Protokolle unter Einsatz von Scaffoldingtechniken anfertigen (sprachsensibler Unterricht) … zur Vernetzung: • Anwenden charakteristischer Stoffeigenschaften zur Einführung der chemischen Reaktion → UV 7.2 • Weiterentwicklung der Teilchenvorstellung zu einem einfachen Atommodell → UV 7.3 … zu Synergien: • Aggregatzustände mithilfe eines einfachen Teilchenmodells darstellen ← Physik UV 6.1

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
UV 7.2: Chemische Reaktionen in unserer Umwelt *Woran erkennt man eine chemische Reaktion?* ca. 14 Ustd.	**IF2: Chemische Reaktion** • Stoffumwandlung • Energieumwandlung bei chemischen Reaktionen: chemische Energie, Aktivierungsenergie	UF1 Wiedergabe und Erklärung • Benennen chemischer Phänomene UF3 Ordnung und Systematisierung • Abgrenzung chemischer Sachverhalte von Alltagsvorstellungen E2 Beobachtung und Wahrnehmung • gezieltes Wahrnehmen und Beschreiben chemischer Phänomene K1 Dokumentation • Dokumentation von Experimenten K4 Argumentation • fachlich sinnvolle Begründung von Aussagen	*… zur Schwerpunktsetzung:* • Chemische Reaktionen werden nur auf Phänomenebene betrachtet. *… zur Vernetzung:* • Vertiefung des Reaktionsbegriffs → UV 7.3 • Weiterentwicklung der Wortgleichung zur Reaktionsgleichung → UV XX (IF6) • Aufgreifen der Aktivierungsenergie bei der Einführung des Katalysators → UV 10.3 *… zu Synergien:* • thermische Energie ← Physik UV 6.1, UV 6.2
UV 7.3 Facetten der Verbrennungsreaktion *Was ist eine Verbrennung?* ca. 16 Ustd.	**IF3: Verbrennung** • 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	UF3 Ordnung und Systematisierung • Einordnen chemischer Sachverhalte UF4 Übertragung und Vernetzung • Hinterfragen von Alltagsvorstellungen E4 Untersuchung und Experiment • Durchführung von Experimenten und Aufzeichnen von Beobachtungen. E5 Auswertung und Schlussfolgerung • Ziehen von Schlüssen E6 Modell und Realität • Modelle zur Erklärung B2 Bewertungskriterien und Hand-	*… zur Schwerpunktsetzung:* • Demonstration Modell Brennstoffzellenauto (vgl. Nachhaltigkeitskonzept) *… zur Vernetzung* • Einführung der Sauerstoffübertragungsreaktionen → UV 7.4 • Weiterentwicklung des einfachen zum differenzierten Atommodell → UV XX (IF5) • Weiterentwicklung des Begriffs Oxidbildung zum Konzept der Oxidation

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
		lungsoptionen • Aufzeigen von Handlungsoptionen	→ UV XX (IF7)
UV 7.4 Vom Rohstoff zum Metall *Wie lassen sich Metalle aus Rohstoffen gewinnen?* ca. 20 Ustd.	**IF4: Metalle und Metallgewinnung** • Zerlegung von Metalloxiden • Sauerstoffübertragungsreaktionen • edle und unedle Metalle • Metallrecycling	UF3 Ordnung und Systematisierung • Klassifizieren chemischer Reaktionen E3 Vermutung und Hypothese • hypothesengeleitetes Planen einer Versuchsreihe E7 Naturwissenschaftliches Denken und Arbeiten • Nachvollziehen von Schritten der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung B3 Abwägung und Entscheidung • begründete Auswahl von Handlungsoptionen	*… zur Schwerpunktsetzung:* • Besuch außerschulischen Lernortes zur Metallgewinnung (Kooperation mit außerschulischem Partner) *… zur Vernetzung:* • energetische Betrachtungen bei chemischen Reaktionen ← UV 7.2 • Vertiefung Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen ← UV 7.3 • Vertiefung Element und Verbindung ← UV 7.3 • Weiterentwicklung des Begriffs der Zerlegung von Metalloxiden zum Konzept der Reduktion → UV XX (IF7) *… zu Synergien:* • Versuchsreihen anlegen ← Biologie UV 5.1, UV 5.4

3.2.2. Unterrichtsvorhaben Jahrgangsstufe 8

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
UV 8.1: Metalle *Wie und seit wann begegnen uns Metalle im Alltag?* ca. 20 Ustd.	**IF 4: Metalle und Metallgewinnung** • Zerlegung von Metalloxiden • Sauerstoffübertragungsreaktionen • Edle und unedle Metalle • Metallrecycling	Schülerinnen und Schüler können chemische Reaktionen, bei denen Sauerstoff abgegeben wird, als Zerlegung von Oxiden klassifizieren (UF3), ausgewählte Metalle aufgrund ihrer Reaktionsfähigkeit mit Sauerstoff als edle und unedle Metalle ordnen (UF2, 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), die Bedeutung des Metallrecyclings im Zusammenhang mit Ressourcen-	… zur Schwerpunktsetzung: • typische Metalle und Legierungen • Erze • Redoxreaktion • Gesetz von den konstanten Massenverhältnissen • Reaktionsgleichungen • Metallbindung • Möglichkeiten des Verhinderns von Rost • Thermitverfahren, Hochofen • Recycling • Stoffkreislauf … zur Vernetzung: • Chemische Reaktionen (UV 7.2) • Ordnungsprinzip (UV 7.2) … zu Synergien: • Fächerübergreifender Unterricht mit dem Fach Geschichte: Rückgriff auf eine Zeitleiste aus dem Geschichtsunterricht in Klasse 5 bzw. 6

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
		schonung und Energieeinsparung beschreiben und auf dieser Basis das eigene Konsum- und Entsorgungs-verhalten bewerten (B1, B4, K4), Maßnahmen zum Löschen von Metallbränden auf der Grundlage der Sauerstoffübertragungsreaktion begründet auswählen (B3).	
UV 8.2 Elementfamilien, Atombau und Periodensystem *Wozu dient das Periodensystem?* ca. 20 Ustd.	**IF 5: Elemente und ihre Ordnung** • physikalische und chemische Eigenschaften von Elementen der Elementfamilien: Alkalimetalle, Halogene, Edelgase • Periodensystem der Elemente • differenzierte Atommodelle • Atombau: Elektronen, Neutronen, Protonen, Elektronenkonfiguration	Die Schülerinnen und Schüler können Vorkommen und Nutzen ausgewählter chemischer Elemente und ihrer Verbindungen in Alltag und Umwelt beschreiben (UF1), chemische Elemente anhand ihrer charakteristischen physikalischen und chemischen Eigenschaften den Elementfamilien zuordnen (UF3), aus dem Periodensystem der Elemente wesentliche Informationen zum Atombau der Hauptgruppenelemente (Elektronenkonfiguration, Atommasse) herleiten (UF3, UF4, K3), physikalische und chemische Eigenschaften von Alkalimetallen, Halogenen und Edelgasen mithilfe ihrer Stellung im Periodensystem begründet vorhersagen (E3),	… zur Schwerpunktsetzung: • Definition Element, Elementfamilien (auch Erdalkalimetalle) • Historische Aufklärung zum Bau der Atome • Kern-Hülle-Modell und Schalenmodell • Elementarteilchen • Isotope • Elektronenkonfiguration • Kalkkreislauf … zur Vernetzung: • Steckbriefe (UV 7.2) • Erweiterung des Teilchenmodells zum Atommodell (UV 7.2) … zu Synergien:

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
		die Entwicklung eines differenzierten Kern-Hülle-Modells auf der Grundlage von Experimenten, Beobachtungen und Schlussfolgerungen beschreiben (E2, E6, E7), die Aussagekraft verschiedener Kern-Hülle-Modelle beschreiben (E6, E7), vor dem Hintergrund der begrenzten Verfügbarkeit eines chemischen Elements bzw. seiner Verbindungen Handlungsoptionen für ein ressourcenschonendes Konsumverhalten entwickeln (B3).	•
UV 8.3 Salze und Gesundheit *In welcher Form benötigt mein Körper Mineralien?* ca. 20 Ustd.	**IF 6: Salze und Ionen** • Ionenbindung: Anionen, Kationen, Ionengitter, Ionenbildung • Eigenschaften von Ionenverbindungen: Kristalle, Leitfähigkeit von Salzschmelzen/-lösungen • Gehaltsangaben • Verhältnisformel: Gesetz der konstanten Massenverhältnisse, Atomanzahlverhältnis, Reaktionsgleichung	Die Schülerinnen und Schüler können ausgewählte Eigenschaften von Salzen mit ihrem Aufbau aus Ionen und der Ionenbindung erläutern (UF1), an einem Beispiel die Salzbildung unter Einbezug energetischer Betrachtungen auch mit Angabe einer Reaktionsgleichung in Ionenschreibweise erläutern (UF2), den Gehalt von Salzen in einer Lösung durch Eindampfen ermitteln (E4),	… zur Schwerpunktsetzung: • Salze, Salzkristalle, Leitfähigkeit, Elektrolyt • Ionenbindung/-Bildung • Anion, Kation, Ionenladung • Molekülformeln erarbeiten • Salzbergwerke • Löslichkeit, Sättigung … zur Vernetzung: • Atombau (UV 8.1) • Reaktionsgleichungen mit Formeln (UV 7.3) • Gemische (UV 7.2)

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
		an einem Beispiel das Gesetz der konstanten Massenverhältnisse erklären und eine chemische Verhältnisformel herleiten (E6, E7, K1), unter Umwelt- und Gesundheitsaspekten die Verwendung von Salzen im Alltag reflektieren (B1).	… zu Synergien: • Aufnahme und Verbrauch von Mineralien im Körper (Biologie)

3.2.3. Unterrichtsvorhaben Jahrgangsstufe 9

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
UV 9.1 Energie aus chemischen Reaktionen *Wie gewinnt man Energie und wie speichert man sie?* ca. 20 Ustd.	**IF7: Chemische Reaktionen durch Elektronenübertragung** • Reaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen • Oxidation, Reduktion • Energiequellen: Galvanisches Element, Akkumulator, Batterie, Brennstoffzelle • Elektrolyse	Die Schülerinnen und Schüler können die Abgabe von Elektronen als Oxidation einordnen (UF3), die Aufnahme von Elektronen als Reduktion einordnen (UF3), Reaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen als Elektronenübertragungsreaktionen deuten und diese auch mithilfe digitaler Animationen und Teilgleichungen erläutern (UF1), 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), den grundlegenden Aufbau und die Funktionsweise einer Batterie, eines Akkumulators und einer Brennstoffzelle beschreiben (UF1), Experimente planen, die eine Einordnung von Metallionen hinsichtlich ihrer Fähig-	… zur Schwerpunktsetzung: • Redoxreaktion, Redoxgleichungen auch in Teilreaktionen • Redoxreihe • galvanisches/ Daniell-Element • Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle an einem konkreten Beispiel • Elektrolyse … zur Vernetzung: • Redoxreaktion auf Stoffebene (UV 8.1) • Atombau (UV 8.2 und 8.3) … zu Synergien: •

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
		keit zur Elektronenaufnahme erlauben und diese sachgerecht durchführen (E3, E4), Elektronenübertragungsreaktionen im Sinne des Donator-Akzeptor-Prinzips modellhaft erklären (E6), Kriterien für den Gebrauch unterschiedlicher elektrochemischer Energiequellen im Alltag reflektieren (B2, B3, K2).	
UV 9.2 Moleküle *Wie halten die meisten Atome als Moleküle zusammen ?* ca. 20 Ustd.	**IF 8: Molekülverbindungen** • unpolare und polare Elektronenpaarbindung • Elektronenpaarabstoßungsmodell: Lewis-Schreibweise, räumliche Strukturen, Dipolmoleküle • zwischenmolekulare Wechselwirkungen: Wasserstoff-brücken, Wasser als Lösemittel • Katalysator	Die Schülerinnen und Schüler können an ausgewählten Beispielen die Elektronenpaarbindung erläutern (UF1), mithilfe der Lewis-Schreibweise den Aufbau einfacher Moleküle beschreiben (UF1), die Synthese eines Industrierohstoffs aus Synthesegas (z.B. Methan oder Ammoniak) auch mit Angabe von Reaktionsgleichungen erläutern (UF1, UF2), die räumliche Struktur von Molekülen mit dem Elektronenpaarabstoßungsmodell veranschaulichen (E6, K1), die Temperaturänderung beim Lösen von Salzen in Wasser erläutern (E1, E2, E6),	… zur Schwerpunktsetzung: • Wasser und Ammoniak als Dipol-Moleküle und deren Synthese • Elektronenpaarbindung und Elektronegativität • Elektronenpaarabstoßungsmodell und Geometrie des Wassermoleküls • Hydratation und Arten von Lösungen … zur Vernetzung: … zu Synergien: •

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
		typische Eigenschaften von Wasser mithilfe des Dipol-Charakters der Wassermoleküle und der Ausbildung von Wasserstoffbrücken zwischen den Molekülen erläutern (E2, E6), die Wirkungsweise eines Katalysators modellhaft an der Synthese eines Industrierohstoffs erläutern (E6), Informationen für ein technisches Verfahren zur Industrierohstoff-gewinnung aus Gasen mithilfe digitaler Medien beschaffen und Bewertungs-kriterien auch unter Berücksichtigung der Energiespeicherung festlegen (B2, K2), unterschiedliche Darstellungen von Modellen kleiner Moleküle auch mithilfe einer Software vergleichend gegenüberstellen (B1, K1, K3).	
UV 9.3 Säuren und Basen im Alltag *Was sind saure und alkalische Lösungen und wo begegnet man ihnen im Alltag?* ca. 20 Ustd.	**IF 9: Saure und alkalische Lösungen** • Eigenschaften saurer und alkalischer Lösungen • Ionen in sauren und alkalischen Lösungen • Neutralisation und Salzbildung • einfache stöchiometrische Berechnungen: Stoffmenge, Stoffmengen-	Die Schülerinnen und Schüler können die Eigenschaften von sauren und alkalischen Lösungen mit dem Vorhandensein charakteristischer hydratisierter Ionen erklären (UF1), Protonendonatoren als Säuren und Protonenakzeptoren als Basen klassifizieren	… zur Schwerpunktsetzung: • Salzsäure und Natronlauge • Leitfähigkeitseigenschaften, Reaktionen mit Metallen und Kalk • Säure und Basendefinition mit hydratisierten H^+- und OH^- - Ionen • Protonendonator und Protonenakzeptor (Brönsted) • Stoffmenge und Stoffmengenkon-

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
	konzentration • Protonenabgabe und -aufnahme an einfachen Beispielen	(UF3), an einfachen Beispielen die Vorgänge der Protonenabgabe und -aufnahme beschreiben (UF1), Neutralisationsreaktionen und Salzbildungen erläutern (UF1), charakteristische Eigenschaften von sauren Lösungen (elektrische Leitfähigkeit, Reaktionen mit Metallen, Reaktionen mit Kalk) und alkalischen Lösungen ermitteln und auch unter Angabe von Reaktionsgleichungen erläutern (E4, E5, E6), den pH-Wert einer Lösung bestimmen und die pH-Wertskala mithilfe von Verdünnungen ableiten (E4, E5, K1), ausgehend von einfachen stöchiometrischen Berechnungen Hypothesen und Reaktionsgleichungen zur Neutralisation von sauren bzw. alkalischen Lösungen aufstellen und experimentell überprüfen (E3, E4), eine ausgewählte Neutralisationsreaktion auf Teilchenebene als digitale Präsentation gestalten (E6, K3), beim Umgang mit sauren und alkalischen	zentration • Neutralisation und Titration • Salzbildungsreaktionen • pH-Skala mithilfe von Verdünnungen abgeleitet … zur Vernetzung: • Ionenbindung • Lösungsmittel • Energieumsatz … zu Synergien: • Magen-Darm-Säure (Biologie)

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
		Lösungen Risiken und Nutzen abwägen und angemessene Sicherheitsmaß-nahmen begründet auswählen (B3), Aussagen zu sauren, alkalischen und neutralen Lösungen in analogen und digi-talen Medien kritisch hinterfragen (B1, K2).	

3.2.4. Unterrichtsvorhaben Jahrgangsstufe 10

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
UV 10.1 Alkane und Alkanole in Natur und Technik *Wie können Alkane und Alkanole nachhaltig verwendet werden?* ca. 14 UStd.	**IF10: Organische Chemie** • Ausgewählte Stoffklassen der organischen Chemie: Alkane und Alkanole • Zwischenmolekulare Wechselwirkungen: Van-der-Waals-Kräfte • Treibhauseffekt	UF3 Ordnung und Systematisierung • Systematisieren nach fachlichen Strukturen und Zuordnen zu zentralen chemischen Konzepten E5 Auswertung und Schlussfolgerung • Interpretieren von Messdaten auf Grundlage von Hypothesen • Reflektion möglicher Fehler E6 Modell und Realität • Erklären chemischer Zusammenhänge mit Modellen • Reflektieren verschiedener Modelldarstellungen K2 Informationsverarbeitung • Analysieren und Aufbereiten relevanter Messdaten K4 Argumentation • faktenbasiertes Argumentieren auf Grundlage chemischer Erkenntnisse und naturwissenschaftlicher Denkweisen B4 Stellungnahme und Reflexion Reflektieren von Entscheidungen	*… zur Schwerpunktsetzung:* • Vergleich verschiedener Darstellungsformen (digital, zeichnerisch, Modellbaukasten) (vgl. Medienkonzept) *... zur Vernetzung:* • ausführliche Behandlung der Regeln der systematischen Nomenklatur → EF UV 4 *… zu Synergien:* • Treibhauseffekt ← Erdkunde Jg 5/6 UV 10
Sequenzierung: • *Wie sind fossile Treibstoffe aufgebaut?*		• organische Molekülverbindungen aufgrund ihrer Eigenschaften in Stoffklassen einordnen (UF3), • ausgewählte organische Verbindungen	möglicher Einstieg: Unterrichtsgang zur Informationsrecherche zu Treibstoffen an einer Tankstelle (mögliche Ergänzung: Film: Wie gewinnt man aus Erdöl Benzin und Diesel? [1, 2])

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
		nach der systematischen Nomenklatur benennen (UF2), • räumliche Strukturen von Kohlenwasserstoffmolekülen auch mithilfe von digitalen Modellen veranschaulichen (E6, K1), • typische Stoffeigenschaften wie Löslichkeit und Siedetemperatur von ausgewählten Alkanen und Alkanolen ermitteln und mithilfe ihrer Molekülstrukturen und zwischenmolekularen Wechselwirkungen erklären (E4, E5, E6).	fossile Treibstoffe unter der chemischen Lupe: Untersuchen von lang- und kurzkettigen Alkanen und Alkanolen: • Siedetemperaturen verschiedener Alkane und Alkanole [3] (Deutung der Unterschiede mit den van-der-Waals-Kräften [4] und Wasserstoffbrücken) • Löslichkeit in Wasser und in Öl (Unterscheidung der Stoffklassen aufgrund der Hydroxylgruppe in den Alkanolmolekülen → Wasserstoffbrücken) • von der qualitativen Elementaranalyse zur Struktur der der Alkane und/oder Alkanole [5] • räumliche Strukturen von Alkanen und Alkanolen (Molekülbaukasten, digitale Modelle [6, 7, 8] • Nomenklatur der Alkane und Alkanole [7] mögliche Differenzierung: experimentelle Herleitung der Strukturformel von Alkanen und Alkanolen [9], Isomerie, Crack-Prozesse bei der Benzingewinnung, Molmassenbestimmung, alkoholische Gärung, Biogasgewinnung
• *Was passiert bei der Verbrennung von fossilen und regenerativen Brennstoffen?*		Treibhausgase und ihre Ursprünge beschreiben (UF1), Messdaten von Verbrennungsvorgängen fossiler und regenerativer Energierohstoffe digital beschaffen und vergleichen (E5, K2).	Sammeln möglicher Autoantriebe: arbeitsteilige Gruppenarbeit („Mein Autoantrieb“): SV: Verbrennung von fossilen, regenerativen und synthetischen Treibstoffen (Heptan (Benzin), Paraffinöl (Diesel), Methan (Erdgas/Biogas), Butan oder Propan (Autogas),

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
• *Welche Folgen kann der Einsatz von regenerativen Energieträgern haben?*		Vor- und Nachteile der Nutzung von fossilen und regenerativen Energieträgern unter ökologischen, ökonomischen und ethischen Gesichtspunkten diskutieren (B4, K4).	Ethanol (Bioethanol), OME (synthetischer Dieselersatz) (Polyoxymethylendimethylether, Dimethylether); qualitativer Nachweis von Kohlenstoffdioxid Internetrecherche und Berechnung der Kohlenstoffdioxidemission beim Einsatz des eigenen Treibstoffs in einem definierten Auto [10] Unterrichtsgespräch: Einfluss der Kohlenstoffdioxidemission auf den Treibhauseffekt [13, 14]; mögliche Differenzierung: quantitativer Nachweis von Kohlenstoffdioxid beim Verbrennen [10, 11], Lernspiel zum Klimawandel [12] Podiumsdiskussion zum Einsatz von mehr regenerativen Energieträgern mit festgelegten Positionen z. B. Fachausschutzsitzung zur Diskussion des Einsatzes von Biogasbussen [15, 16]
UV 10.2 Vielseitige Kunststoffe *Warum werden bestimmte Kunststoffe im Alltag verwendet?* ca. 6 UStd.	**IF10: Organische Chemie** • Makromoleküle: ausgewählte Kunststoffe	UF2 Auswahl und Anwendung • zielgerichtetes Anwenden von chemischem Fachwissen B3 Abwägung und Entscheidung • Auswählen von Handlungsoptionen durch Abwägen von Kriterien und nach Abschätzung der Folgen für Natur, das Individuum und die Gesellschaft B4 Stellungnahme und Reflexion • argumentatives Vertreten von Bewer-	*… zur Schwerpunksetzung:* • Beitrag des Faches Chemie zum schulweiten Projekttag „Nachhaltigkeit“ • einfache Stoffkreisläufe im Zusammenhang mit dem Recycling von Kunststoffen als Abfolge von Reaktionen

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
		tungen K4 Argumentation • faktenbasiertes Argumentieren auf Grundlage chemischer Erkenntnisse und naturwissenschaftlicher Denkweisen	
Sequenzierung: • *Warum bestehen viele Produkte unseres Alltags aus Kunststoffen?*		die vielseitige Verwendung von Kunststoffen im Alltag mit ihren Eigenschaften begründen (UF2), ausgewählte Eigenschaften von Kunststoffen auf deren makromolekulare Struktur zurückführen (E6).	möglicher Kontext: „Alltagsprodukte aus Kunststoffen“ Entwicklung einer Mind-Map zu Alltagsprodukten aus Kunststoffen Entwicklung von Fragestellungen auf Grundlage der Mind-Map: z. B. • Wie sind Kunststoffe aufgebaut? • Warum haben Kunststoffe unterschiedliche Eigenschaften? • Welche Alternativen gibt es zu Erdöl als Grundlage zur Herstellung von Kunststoffen? • Welche Möglichkeiten der Entsorgung bzw. des Recyclings von Kunststoffen gibt es? Untersuchen der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen (z. B. Schmelzverhalten) verschiedener Kunststoffe [17, 18,19] (z. B. Lernzirkel mit Experimenten); im Lernzirkel sollten sowohl Kunststoffe aus Erdöl als auch aus nachwachsenden Rohstoffen untersucht werden. Ergänzen der Mind-Map mit den Ergebnis-

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
• *Wie funktioniert der Kunststoffkreislauf?*		die Abfolge verschiedener Reaktionen in einem Stoffkreislauf erklären (UF4).	sen des Lernzirkels (z. B. makromolekulare Struktur der Kunststoffe, Einteilung der Kunststoffe in Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere) [19]; möglicher Einstieg: „Ab in den Kunststoff-Kreislauf“ [20, 21] Arbeitsteilige Gruppenarbeit, in der ein Stoffkreislauf in Bezug auf chemische Reaktionen (Edukte → Produkte, kein Mechanismus) und Energieeinsatz und -ausbeute von den SuS erarbeitet wird. Mögliche Themen: 1. Vom Erdöl zur Plastiktüte - Polyethen (Synthese eines Kunststoffs aus Ethen, LD-PE, HD-PE, Umgang mit Kunststoffabfällen [19] evtl. exp. Untersuchung der Zusammensetzung von Polyethen [6], Beispiel zum Recycling: exp. Umschmelzen von Polyethen [21]), Recherche thermisches Recycling [25] 2. Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen – Stärkefolie (u. a. Lebensweg eines Einwegtellers aus Stärke, exp. Herstellung einer Stärkefolie [19,22, 23, 24, 25]) 3. Biologisch abbaubare Kunststoffe – Polymilchsäure (Eigenschaften und Ver-

Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	weitere Vereinbarungen
			wendung von Polymilchsäure, exp. Synthese von Polymilchsäure [19, 23, 24, 25]) Präsentation der Stoffkreisläufe der bearbeiteten Kunststoffe
• *Wie kann ein nachhaltiger Umgang mit Kunststoffprodukten aussehen?*		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).	Die Warentest-Methode: Biokunststoffe vs. erdölbasierte Kunststoffe im Vergleich [28, 29] mit anschließender Debatte aufgrund der eigenen Wertigkeiten beim Warentesten Mögliche Vertiefung: Vorbereitung des Schulprojekts zum Tag der Nachhaltigkeit [20, 26,27]

weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	https://www.planet-schule.de/sf/filme-online.php?reihe=1413&film=9765	In diesem Kurzfilm wird die fraktionierte Destillation von Diesel und Benzin aus Rohöl dargestellt. Neben dem Filmmaterial findet man auch das Filmskript, ein Quiz zum Video und weitere Informationen rund um das Thema Erdöl.
2	https://nrw.edupool.de/search?func=record&standort=GT&record=xfwu-5521276&src=online	Alternativ zu dem unter [1] genannten Film kann auch das interaktive Online-Medien-Paket „Erdöl. Ein Rohstoff wird verarbeitet und veredelt“ eingesetzt werden. In 10 Kurzsequenzen mit interaktiven Materialien werden die Zusammensetzung von Erdöl und die Produktionsabläufe in der Raffinerie bis zur Benzinveredelung erklärt.
3	https://degintu.dguv.de/experiments/19	Versuchsvorschrift Bestimmung der Siedetemperatur von Flüssigkeiten
4	https://studyflix.de/elektrotechnik/van-der-waals-krafte-1561	Auf dieser Website findet man ein anschauliches Erklärvideo der van-der-Waals-Kräfte auf Grundlage des Bohrschen Atommodells. Dabei wird veranschaulicht, wie sie entstehen und wie sie funktionieren.
5	https://www.teachershelper.de/experiments/l-organ/pdf/l01a.pdf https://www.teachershelper.de/experiments/l-organ/pdf/l01b.pdf	Versuchsvorschrift zur qualitativen Analyse von Brenngasen Versuchsvorschrift zur qualitativen Analyse von organischen Flüssigkeiten
6	https://kappenberg.com/cbk/apps/cbk-game.html	Mithilfe des browserfähigen digitalen Chemiebaukastens können 3D-Moleküle gebaut und visualisiert werden.
7	https://nomenklaturhelfer.de/index.html	eine App zur Nomenklatur (Quiz) und zur Darstellung einfacher organischer Verbindungen für Android und IOS (keine Freeware)
8	https://www.arvrinedu.com/single-post/AR-VR-Molecules-Editor-Day-11-31DaysofARVRinEDU	Der AR-VR-Moleküleditor erlaubt die Konstruktion und die Darstellung von Molekülen in 3D (englisch). Er kann sowohl für Android als auch für IOS in den jeweiligen Stores heruntergeladen werden.
9	https://www.teachershelper.de/experiments/l-organ/pdf/l06a.pdf	Versuchsvorschrift zur quantitativen Analyse des Wasserstoffanteils von Methan und Propan
10	https://www.teachershelper.de/experiments/l-organ/pdf/l03.pdf	Versuchsvorschrift für die vereinfachte quantitative Elementaranalyse nach Rimschen. Hier wird die Liebig-Analyse so vereinfacht, dass nur das Reaktionsprodukt Wasser aufgefangen wird. Wenn die Substanz nur C, H und O enthält, kann der C-Anteil trotzdem berechnet werden.
11	https://www.teachershelper.de/experiments/l-organ/pdf/l04.pdf oder	Versuchsvorschrift zur Bestimmung der Masse an Kohlenstoffdioxid bei der Oxidati-

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
	https://www.jagemann-net.de/chemie/chemie11/kohlenstoffchemie/kohlenstoffchemie.php	on eines flüssigen Treibstoffs (Ethanol, Heptan) mit Kupferoxid
12	http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/material/Lernspiel%20zu%20Luftqualität%20Klimawandel%20Ozonloch.zip	Mit dem Lernspiel können die SuS ihr Wissen zu Klimawandel, Kohlenstoffdioxidemission, Feinstaub und Ozonloch differenziert vernetzen.
13	https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland	Auf der Website des Umweltbundesamts findet man diverse Daten zu Treibhausgasemissionen einschließlich der deutschland- und europaweiten Entwicklung der Kohlenstoffdioxidemission.
14	https://www.youtube.com/watch?v=fZKMAGB9o3M https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Treibhausgase	Anschauliches Erklärvideo des Treibhauseffekts. Eine studentische Arbeit im Rahmen des Seminars "Neue Medien in der naturwissenschaftlichen Bildung" im Sommersemester 2011. Die Website des Wiki-Bildungsservers enthält viele weitere Informationen zu Treibhausgasen.
15	https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/society/20190313STO31218/co2-emissionen-von-autos-zahlen-und-fakten-infografik	Umfangreiche Datensammlung zu den Kohlenstoffdioxidemissionen in den verschiedenen Sektoren
16	http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/material/online_ergaenzung_mnu_bioethanol.pdf	Mithilfe der Materialien zur Fachausschussmethode, mit der der Einsatz von Bioethanol als Substituent für fossile Treibstoffe gesellschaftskritisch reflektiert und diskutiert werden kann, können die Bewertungskompetenzen der SuS geschult werden.

Letzter Zugriff auf die URL: 09.12.2019

Weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quellewas
17	Prof. Blumes Bildungsserver für Chemie http://www.chemieunterricht.de/dc2/haus/	Übersicht über die vielseitige Verwendung von Kunststoffen rund ums Haus. Zusammenhang von Eigenschaften (inkl. Versuchsvorschriften) und Struktur.
18	http://kirste.userpage.fu-berlin.de/chemistry/kunststoffe/kennen.htm	Diese Website bietet eine umfassende Sammlung zu Kunststoffen im Alltag, ihrer Herstellung, Verwendung und ihren Eigenschaften. Für die Gestaltung eines eigenen Lernzirkels lassen sich viele relevante Informationen finden.
19	L. Folks I. Eilks. Kunststoffe – Eigenschaften, Nutzung, Recycling http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/material/Lernbox%20Kunststoffe.pdf	Dieses Lernangebot beinhaltet Informationen zu Kontexten, Daten und Fakten zur Bedeutung, Nutzung und dem Recycling von Kunststoffen, Steckbriefe wichtiger Kunststoffe, Experimentiervorschriften zur Herstellung und zur Untersuchung der Eigenschaften von Kunststoffen. Diese können für einen Lernzirkel oder ein offenes Lernangebot, auch digital und binnendifferenziert eingesetzt werden.
20	https://www.greenpeace.de/themen/endlager-umwelt/plastikmuell	Auf dieser Website von Greenpeace finden sich viele Informationen zum Umweltproblem „Plastik“. Vom Kreislauf für Kunststoff, zum Verwerten statt Wegwerfen bis zum Einkaufshelfer. Die Website bietet viele Möglichkeiten zur Problematisierung.
21	https://www.welt.de/print/welt_kompakt/article191572153/Ab-in-den-Kunststoff-Kreislauf.html	In diesem Artikel fasst Brech die Zwischenbilanz des Forschungsschwerpunkts „Plastik in der Umwelt“ zusammen, in dem eine geschlossene Kreislaufwirtschaft für Plastik erforscht wird. Mit diesem Artikel lassen sich die Grundbausteine für eine Stoffkreislaufwirtschaft erarbeiten.
22	Prof. Blumes Bildungsserver für Chemie: http://www.chemieunterricht.de/dc2/haus/v126.htm	Versuchsvorschrift zum Recycling von Kunststoffen durch Umschmelzen
23	Prof. Blumes Bildungsserver für Chemie http://www.chemieunterricht.de/dc2/plaste/poly-ms.htm	Informationen zur Polymilchsäure und Versuchsvorschrift zur Synthese von Polymilchsäure
24	M. Büttner, G. Wagner: Biologisch abbaubare Polymere. In: Naturwissenschaften im Unterricht Chemie. Chemie im Alltag. Sammelband, Friedrich-Verlag, 2005, S. 96-109.	Lernen an Stationen zu biologisch abbaubaren Polymeren
25	https://www.seilnacht.com/Lexikon/k_umwelt.html	Anhand der Lebensläufe von zwei Joghurtbechern (biologisch abbaubar vs. erdölbasiert) wird die Kreislaufwirtschaft dargestellt.
26	Fonds der chemischen Industrie: Unterrichtsmaterial. Innovationen in der Chemie. (2018) https://www.vci.de/fonds/downloads-fonds/unterrichtsmaterialien/2018-09-innovationen-chemie-textheft.pdf	In „Innovationen in der Chemie“ sind viele Materialien zur Werkstoffforschung und Ressourcenschonung enthalten, dabei werden ökonomische, ökologische, soziale und kulturelle Entwicklungen und Erkenntnisse verknüpft. Ergänzt werden diese Informationen durch weiterführende Experimente.

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quellewas
27	https://www.umweltbundesamt.de/biobasierte-biologisch-abbaubare-kunststoffe	Materialpool zur Differenzierung von verschiedenen Biokunststoffen und deren Verwendung
28	https://schrotundkorn.de/lebenumwelt/lesen/plastikmuell-meer-ozean.html	Vorstellung von Projekten gegen Plastikmüll im Meer
29	http://www.chemiedidaktik.uni-bremen.de/materialien.php Arbeitsmaterialien zur Warentestmethode im Chemieunterricht am Beispiel Kunststoffe	Mit der Warentest-Methode können PVC, TPS, PET unter Nachhaltigkeitsaspekten, wie Green Chemistry, Verbraucherinteressen und sozialen Interessen, Ökonomie und Wirtschaft und Werkstoffeigenschaften bewertet werden.

Letzter Zugriff auf die URL: 11.10.2019

3.2.5. Unterrichtsvorhaben Jahrgangsstufe EF

Unterrichtsvorhaben I

Kontext: Vom Alkohol zum Aromastoff			
Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Organische (und anorganische) Kohlenstoffverbindungen **Zeitbedarf**: • 60 Std. a 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** ▪ UF3 Systematisierung ▪ E1 Probleme und Fragestellungen ▪ E2 Wahrnehmung und Messung ▪ E3 Hypothesen ▪ E4 Untersuchungen und Experimente ▪ K4 Argumentation ▪ B3 Werte und Normen ▪ B4 Möglichkeiten und Grenzen **Basiskonzepte (Schwerpunkte):** Basiskonzept Struktur-Eigenschaft Basiskonzept Donator-Akzeptor	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Unterschiede von Ethanol und Methanol - Qualitative und Quantitative Analyse des Ethanols - Erarbeitung der Strukturformeln - Die homologe Reihe der Alkohole - Weitere Beispiele homolo-	stellen anhand von Strukturformeln Vermutungen zu Eigenschaften ausgewählter Stoffe auf und schlagen geeignete Experimente zur Überprüfung vor (E3). nutzen bekannte Atom- und Bindungsmodelle zur Beschreibung organischer Moleküle und Kohlenstoffmodifikationen (E6).	**Zielformulierung:** wie gelangt man vom Alkohol zum Aromastoff? **Experiment:** Die alkoholische Gärung. **Experimente und Erarbeitungen**	Die Erarbeitungen und Experimente zu Beginn liefern eine gute Möglichkeit zur binnendifferenzieren-den Wiederholung und Vertiefung der Inhalte aus der Mittelstufe. Implizite Wiederholung: Stoffmenge n, Masse m und molare Masse M

ger Reihen - Ausgewählte Eigenschaften der Alkohole	benennen ausgewählte organische Verbindungen mithilfe der Regeln der systematischen Nomenklatur (IUPAC) (UF3). ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein (UF3). erklären an Verbindungen aus den Stoffklassen der Alkane und Alkene das C-C-Verknüpfungsprinzip (UF2). erläutern ausgewählte Eigenschaften organischer Verbindungen mit Wechselwirkungen zwischen den Molekülen (u.a. Wasserstoffbrücken, van-der-Waals-Kräfte) (UF1, UF3). beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle die Strukturen organischer Verbindungen (K3). zeigen Vor- und Nachteile ausgewählter Produkte des Alltags (u.a. Aromastoffe, Alkohole) und ihrer Anwendung auf, gewichten diese und beziehen begründet Stellung zu deren Einsatz (B1, B2). wählen bei der Darstellung chemischer Sachverhalte die jeweils angemessene Formelschreibweise aus (Verhältnisformel, Summenformel, Strukturformel) (K3). beschreiben den Aufbau einer homologen	zur Struktur-analyse von Ethanol **Experimente** zur Untersuchung der Eigenschaften von Ethanol	Der Begriff der Isomerie ergibt sich aus den unterschiedlichen Strukturformeln der erarbeiteten Summenformel des Ethanols. Durch den Vergleich der funktionellen Gruppen von Ethanol und Methanol gelangt man zu der homologen Reihe der Alkanole.

	Reihe und die Strukturisomerie (Gerüstisomerie und Positionsisomerie) am Beispiel der Alkane und Alkohole. (UF1, UF3)		
Alkohol im menschlichen Körper - Ethanal als Zwischenprodukt der Oxidation - Redoxreaktionen und Oxidationszahlen - Nachweis der Alkanale - Vertiefung: Oxidation sekundärer und tertiärer Alkohole - Biologische Wirkungen des Alkohols - Berechnung des Blutalkoholgehaltes - Alkotest mit dem Drägerröhrchen - Vom Ethanal zur Essigsäure - Die homologen Reihen der Carbonsäuren - Eigenschaften der Carbonsäuren - Die Oxidationsreihe der Alkohole	zeigen Vor- und Nachteile ausgewählter Produkte des Alltags (u.a. Aromastoffe, Alkohole) und ihrer Anwendung auf, gewichten diese und beziehen begründet Stellung zu deren Einsatz (B1, B2). benennen ausgewählte organische Verbindungen mithilfe der Regeln der systematischen Nomenklatur (IUPAC) (UF3). ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein (UF3). beschreiben den Aufbau einer homologen Reihe und die Strukturisomerie (Gerüstisomerie und Positionsisomerie) am Bei-spiel der Alkane und Alkohole. (UF1, UF3) erklären die Oxidationsreihen der Alkohole auf molekularer Ebene und ordnen den Atomen Oxidationszahlen zu (UF2). beschreiben Beobachtungen von Experimenten zu Oxidationsreihen der Alkohole und interpretieren diese unter dem Aspekt des Donator-Akzeptor-Prinzips (E2, E6).	**S-Experiment** zur Oxidation von Propanol zu Propanal. **Erarbeitung** von Oxidations-zahlen und Redoxreaktionen **S-Experiment:** Oxidation sekundärer und tertiärer Alkohole **S-Experiment.:** Fehling- und Tollens-Probe **S-Vorträge** zur klassischen Atemalkoholprobe und der Berechnung des Blutalkohols. **S-Experiment:** vom Propanal zur Essigsäure **Erarbeitung und Experimente** zu den Eigenschaften und der homologen Reihe der Carbonsäuren.	

	erläutern ausgewählte Eigenschaften organischer Verbindungen mit Wechsel-wirkungen zwischen den Molekülen (u.a. Wasserstoffbrücken, van-der-Waals-Kräfte) (UF1, UF3). beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle die Strukturen organischer Verbindungen (K3). beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester (UF2).	**Zusammenfassung der Ergebnisse** anhand der Oxidationsreihe der Alkohole.	Die Zusammenfassung kann zum Beispiel mithilfe selbst erstellter Plakate erfolgen.

Von der Carbonsäure zum Aromastoff - Veresterung - Katalyse - Die homologe Reihe der Ester - Das Löslichkeitsverhalten der Ester - Das chemische Gleichgewicht - Reaktionsgeschwindigkeiten - Das MWG und Beeinflussungen des Gleichgewichts	ordnen Veresterungsreaktionen dem Reaktionstyp der Kondensationsreaktion begründet zu (UF1). führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4). stellen anhand von Strukturformeln Vermutungen zu Eigenschaften ausgewählter Stoffe auf und schlagen geeignete Experimente zur Überprüfung vor (E3). interpretieren ein einfaches Energie-Reaktionsweg-Diagramm (E5, K3). beschreiben und erläutern den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit mithilfe vorgegebener graphischer Darstellungen (UF1, UF3). planen quantitative Versuche (u.a. zur Untersuchung des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion), führen diese zielgerichtet durch und dokumentieren die Ergebnisse (E2, E4). stellen für Reaktionen zur Untersuchung der Reaktionsgeschwindigkeit den Stoffumsatz in Abhängigkeit von der Zeit tabellarisch und graphisch dar (K1). erläutern den Ablauf einer chemischen Reak-	**Experiment:** Herstellung von Estern **Erarbeitung und Experimente** zur homologen Reihe der Ester und ihrer Eigenschaften **Modellexperiment** zum chemischen Gleichgewicht **Experimentelle Erarbeitung** von Reaktionsgeschwindigkeiten	Die Funktion der Schwefelsäure als Katalysator kann anhand des Reaktionsmechanismus erarbeitet werden. Hier bietet sich erneut die Planung der Experimente durch SuS an.

	tion unter dem Aspekt der Geschwindigkeit und definieren die Reaktionsgeschwindigkeit als Differenzenquotienten $\Delta c/\Delta t$ (UF1). formulieren Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit und entwickeln Versuche zu deren Überprüfung (E3). interpretieren den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern (u.a. Oberfläche, Konzentration, Temperatur) (E5). erklären den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen auf der Basis einfacher Modelle auf molekularer Ebene (u.a. Stoßtheorie nur für Gase) (E6). beschreiben und beurteilen Chancen und Grenzen der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit und des chemischen Gleichgewichts (B1). formulieren für ausgewählte Gleichgewichtsreaktionen das Massenwirkungsgesetz (UF3). interpretieren Gleichgewichtskonstanten in Bezug auf die Gleichgewichtslage (UF4). beschreiben und beurteilen Chancen und Grenzen der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit und des chemischen Gleichgewichts (B1).		

Gaschromatographie zum Nachweis der Aromastoffe - Aufbau und Funktion eines Gaschromatographen - Identifikation der Aromastoffe des Weins durch Auswertung von Gaschromatogrammen **Vor- und Nachteile künstlicher Aromastoffe:** Beurteilung der Verwendung von Aromastoffen, z.B. von künstlichen Aromen in Joghurt oder Käseersatz	erläutern die Grundlagen der Entstehung eines Gaschromatogramms und entnehmen diesem Informationen zur Identifizierung eines Stoffes (E5). nutzen angeleitet und selbständig chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Planung und Auswertung von Experimenten und zur Ermittlung von Stoffeigenschaften. (K2). beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester (UF2). analysieren Aussagen zu Produkten der organischen Chemie (u.a. aus der Werbung) im Hinblick auf ihren chemischen Sachverhalt und korrigieren unzutreffende Aussagen sachlich fundiert (K4). zeigen Vor- und Nachteile ausgewählter Produkte des Alltags (u.a. Aromastoffe, Alkohole) und ihrer Anwendung auf, gewichten diese und beziehen begründet Stellung zu deren Einsatz (B1, B2).	Experiment: Chromatographie **Erarbeitung:** Grundprinzip eines Gaschromatographen: Aufbau und Arbeitsweise **Diskussion:** Vor- und Nachteile künstlicher Obstaromen in Joghurt, künstlicher Käseersatz auf Pizza, etc..	

Unterrichtsvorhaben II

Kontext: *Kohlenstoffdioxid, die Ozeane und das Klima – Untersuchung von Gleichgewichtsreaktionen.*			
Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Stoffkreislauf in der Natur • Gleichgewichtsreaktionen **Zeitbedarf**: 20 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** ▪ UF2 Auswahl ▪ E5 Auswertung ▪ K1 Dokumentation ▪ K2 Recherche ▪ K4 Argumentation ▪ B4 Möglichkeiten und Grenzen **Basiskonzepte (Schwerpunkt):** Basiskonzept Struktur – Eigenschaft Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler ...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Kohlenstoffdioxid - Eigenschaften - Treibhauseffekt - Anthropogene Emissionen - Reaktionsgleichungen - Umgang mit Größengleichungen	unterscheiden zwischen dem natürlichen und dem anthropogen erzeugten Treibhauseffekt und beschreiben ausgewählte Ursachen und ihre Folgen (E1).	**Information** Eigenschaften / Treibhauseffekt z.B. Zeitungsartikel **Berechnungen** zur Bildung von CO2 aus Kohle und Treibstoffen (Alkane) - Aufstellen von Reaktionsgleichungen - Berechnung des gebildeten CO2s - weltweite CO2-Emissionen	Der Einstieg dient zur Anknüpfung an die Vorkenntnisse aus der SI und anderen Fächern

		Information Aufnahme von CO2 u.a. durch die Ozeane	
Löslichkeit von CO_2 in Wasser - qualitativ - Bildung einer sau- ren Lösung - quantitativ - Unvollständigkeit der Reaktion - Umkehrbarkeit	führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4). dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen, zur Einstellung einer Gleichgewichtsreaktion, zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislaufes) (K1). nutzen angeleitet und selbstständig chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Planung und Auswertung von Experimenten und zur Ermittlung von Stoffeigenschaften (K2).	**Schülerexperiment:** Löslichkeit von CO2 in Wasser (qualitativ) Aufstellen von Reaktionsgleichungen **Vortrag:** Löslichkeit von CO2 (quantitativ): - Löslichkeit von CO2 in g/l - Berechnung der zu erwartenden Oxoniumionen -Konzentration - Nutzung einer Tabelle zum erwarteten pH-Wert - Vergleich mit dem tatsächlichen pH-Wert **Ergebnis:** Unvollständigkeit der ablaufenden Reaktion **Experiment:** Löslichkeit von CO2 bei Zugabe von Salzsäure bzw. Natronlauge **Ergebnis:** Umkehrbarkeit / Reversibilität der Reaktion	Wiederholung der Stoffmengenkonzentration *c* Wiederholung: Kriterien für Versuchsprotokolle Vorgabe einer Tabelle zum Zusammenhang von pH-Wert und Oxoniumionenkonzentration Anknüpfung an Gleichgewichtsreaktionen

Chemisches Gleichgewicht - Definition - Beschreibung auf Teilchenebene - Modellvorstellungen	erläutern die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtszustands an ausgewählten Beispielen (UF1). dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen, zur Einstellung einer Gleichgewichtsreaktion, zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislaufes) (K1). beschreiben und erläutern das chemische Gleichgewicht mithilfe von Modellen (E6).	**Wiederholung** der Ergebnisse zum dynamischen Gleichgewicht.	
Ozean und Gleichgewichte - Aufnahme CO2 - Einfluss der Bedingungen der Ozeane auf die Löslichkeit von CO2 - Prinzip von Le Chatelier - Kreisläufe	formulieren Hypothesen zur Beeinflussung natürlicher Stoffkreisläufe (u.a. Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) (E3). erläutern an ausgewählten Reaktionen die Beeinflussung der Gleichgewichtslage durch eine Konzentrationsänderung (bzw. Stoffmen- genänderung), Temperaturänderung (bzw. Zufuhr oder Entzug von Wärme) und Druckänderung (bzw. Volumenänderung) (UF3). formulieren Fragestellungen zum Problem des Verbleibs und des Einflusses anthropogen erzeugten Kohlenstoffdioxids (u.a. im Meer) unter Einbezug von Gleichgewichten (E1). dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen, zur Einstellung einer Gleichgewichtsreaktion, zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislau-	**Wiederholung:** CO2- Aufnahme in den Meeren **Schülerexperimente:** Einfluss von Druck und Temperatur auf die Löslichkeit von CO2 ggf. Einfluss des Salzgehalts auf die Löslichkeit **Beeinflussung von chemischen Gleichgewichten** (Verallgemeinerung) **Puzzlemethode:** Einfluss von Druck, Temperatur und Konzentration auf Gleichgewichte, Vorhersagen **Erarbeitung:** Wo verbleibt das CO2 im Ozean?	**Fakultativ:** **Mögliche Ergänzungen** (auch zur individuellen Förderung): - Tropfsteinhöhlen - Kalkkreislauf - Korallen

	fes) (K1). veranschaulichen chemische Reaktionen zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf grafisch oder durch Symbole (K3).	**Partnerarbeit:** Physikalische/Biologische Kohlenstoff-pumpe **Arbeitsblatt:** Graphische Darstellung des marinen Kohlenstoffdioxid-Kreislaufs	
Klimawandel - Informationen in den Medien - Möglichkeiten zur Lösung des CO2-Problems	recherchieren Informationen (u.a. zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) aus unterschiedlichen Quellen und strukturieren und hinterfragen die Aussagen der Informationen (K2, K4). beschreiben die Vorläufigkeit der Aussagen von Prognosen zum Klimawandel (E7). beschreiben und bewerten die gesellschaftliche Relevanz prognostizierter Folgen des anthropogenen Treibhauseffektes (B3). zeigen Möglichkeiten und Chancen der Verminderung des Kohlenstoffdioxidausstoßes und der Speicherung des Kohlenstoffdioxids auf und beziehen politische und gesellschaftliche Argumente und ethische Maßstäbe in ihre Bewertung ein (B3, B4).	**Recherche** - aktuelle Entwicklungen - Versauerung der Meere - Einfluss auf den Golfstrom/Nordatlantik-strom **Diskussion** - Prognosen - Vorschläge zu Reduzierung von Emissionen - Verwendung von CO2 **Zusammenfassung** **Weitere Recherchen**	

3.2.6. Unterrichtsvorhaben Jahrgangsstufe Q1 (GK)

Unterrichtsvorhaben I

Kontext: „Wie viel Säure ist enthalten?!“ – Untersuchung von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (Jgst. Q1)	
Inhaltsfeld: Säure, Basen und analytische Verfahren	
Inhaltliche Schwerpunkte: • Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen • Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen durch Titration **Zeitbedarf**: 40 Std. a 45 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** ▪ UF1 Wiedergabe ▪ UF2 Auswahl ▪ E1 Probleme und Fragestellungen ▪ E2 Wahrnehmung und Messung ▪ E4 Untersuchungen und Experimente ▪ E5 Auswertung ▪ K2 Recherche ▪ K4 Argumentation **Basiskonzepte:** ▪ Struktur-Eigenschaft ▪ Chemisches Gleichgewicht ▪ Donator-Akzeptor

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Der Säurebegriff - Säuren in Alltagsprodukten - Saure und basische Lösungen - Ionen in sauren - pH-Wert - Säuren- und Basen-definition nach Brönsted - Wasser als Ampholyt - Konjugierte Säure-Base-Paare	recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren unterschiedliche Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4). identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags und beschreiben diese mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted (UF1, UF3). erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen frei beweglicher Ionen (E6).	**Einstieg:** Zentrum der Gesundheit – saure und basische Lebensmittel **Experimente und Erarbeitungen**: Ionen in sauren und alkalischen Lösungen **Erarbeitung:** der Säurebegriff nach Brönsted	Über die Leitfähigkeit wird die Betrachtung der Ionen in sauren Lösungen in den Fokus gerückt. SuS können Experimente planen, um die Ionen in sauren und alkalischen Lösungen nachzuweisen.

	zeigen an Protolysereaktionen auf, wie sich der Säure-Base-Begriff durch das Konzept von Brønsted verändert hat (E6, E7). stellen eine Säure-Base-Reaktion in einem Funktionsschema dar und erklären daran das Donator-Akzeptor-Prinzip (K1, K3). interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des K_S-Wertes (UF2, UF3).		
Stärke von Säuren und Basen: - Das Ionenprodukt des Wassers - Der pH-Wert als negativer dekadischer Logarithmus - Der Protolysegrad - pK_S und pK_B-Werte	erläutern die Autoprotolyse und das Ionenprodukt des Wassers (UF1). Interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des K_S-Wertes (UF2, UF3).	**Berechnung** von pK_W. **Experimente** zur Bestimmung des Protolysegrades **Berechnungen** mithilfe von pKS und pKB-Werten	Der Zusammenhang zwischen pKS und pKB konjugierter Säure-Base-Paare kann hier als Anwendung der Ergebnisse betrachtet werden.

	berechnen pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen (Hydroxide) (UF2). berechnen pH-Werte wässriger Lösungen schwacher einprotoniger Säuren mithilfe des Massenwirkungsgesetzes (UF2). machen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktionen anhand einer Tabelle der K_S- bzw. pK_S-Werte (E3). erklären fachsprachlich angemessen und mithilfe von Reaktionsgleichungen den Unterschied zwischen einer schwachen und einer starken Säure unter Einbeziehung des Gleichgewichtskonzepts (K3).	**S-Vortrag:** Mehrprotonige Säuren	
Untersuchungen von Lebens-mitteln: - Das Verfahren der Titration - Anwendung der Titration zur Untersuchung von Lebensmitteln - Untersuchung des pH-Wertes von Salzlösungen - Puffersysteme	planen Experimente zur Bestimmung der Konzentration von Säuren und Basen in Alltagsprodukten bzw. Proben aus der Umwelt angeleitet und selbstständig (E1, E3). erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunkt-bestimmung über einen Indikator, führen diese zielgerichtet durch und werten sie aus (E3, E4, E5).	**S-Experimente** zur Titration **Experimente und Erarbeitung**: pH-Werte **Experiment und Dokumentation**: Aufnahme von Titrationskurven	

	bewerten die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen (B1). bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5). beschreiben das Verfahren einer Leitfähigkeitstitration (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Säuren bzw. Basen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt und werten vorhandene Messdaten aus (E2, E4, E5). dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstitration mithilfe graphischer Darstellungen (K1). erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen frei beweglicher Ionen (E6).	**Erarbeitung**: Bestimmung des Äquivalenzpunktes. **Schüler-Experiment:** Leitfähigkeitstitration von Aceto Balsamico mit Natronlauge. (Vereinfachte konduktometrische Titration: Messung der Stromstärke gegen das Volumen) **Fakultativ:** Titration mehrprotoniger Säuren.	

	klassifizieren Säuren mithilfe von K_S- und pK_S-Werten (UF3).		
Beurteilung der Theorie: - Saure und basische Lebensmittel – was ist dran?	beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2). recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren unterschiedliche Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4). beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2). bewerten die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen (B1).	**Diskussion** über die Theorie saurer und basischer Lebensmittel	
Puffersystem im Blut - Vertiefung und Anwendung: - Pufferlösungen - Pufferkapazität		**Experiment: Untersuchung von Pufferlösungen** **Berechnung:** Anwendung der Henderson-Hasselbalch-Gleichung	

Unterrichtsvorhaben II

Kontext: Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon			
Inhaltsfeld: Elektrochemie			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Mobile Energiequellen **Zeitbedarf**: 8 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF4 Vernetzung • E6 Modelle • E7 Arbeits- und Denkweisen • K3 Präsentation **Basiskonzept (Schwerpunkt):** • Spannungsreihe der Metalle und Nichtmetalle • Galvanische Zellen • Standardelektronenpotentiale • Elektrochemische Energieumwandlung	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler ...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Grundlagen der Elektrochemie - Redoxreihe der Metalle	erklären den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (u.a. Daniell-Element) (UF1, UF3)	**Einstieg:** Sammlung aller mobiler Elektrogeräte, die Schüler bei sich führen der Filmausschnitt „Breaking Bad“ (selbstgebaute Batterie).	

- Spannungsreihe der Metalle - Redoxreihe der Nichtmetalle - Standardwasserstoffelektrode - Konzentrationszellen	beschreiben den Aufbau einer Standard-Wasserstoff-Elektrode (UF1) Berechnen Potentialdifferenzen unter Nutzung der Standardelektrodenpotentiale und schließen auf mögliche Redoxreaktionen (UF2, UF3) erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen /Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7) entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen (E3) planen Experimente zum Aufbau galvanischer Zellen, ziehen Schluss-folgerungen aus den Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab (E1, E2, E4, E5) dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen (und Elektrolysezellen) übersichtlich und nachvollziehbar (K1)	Ermittlung des Vorwissens über Funktionsweise der Stromerzeugung. Sammlung und Fixierung der Ergebnisse zum späteren Vergleich **SuS-Experimente** zur Spannungsreihe und zu galvanischen Elementen. **Berechnungen** zur Spannungsreihe. Erarbeitungen zum Aufstellen von Redoxreaktionen	

	stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3) erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6),		
Einfache Batterien & Akkumulatoren - Volta-Säule - LeClanchẻ-Element - Alkali-Mangan-Batterie - Verschiedene Akkus ggf. Bleiakku	erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegender Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halb-zellen) (UF4) recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3)	**Gruppenteilige Erarbeitung** verschiedener Batterietypen **Versuche und Batterieaufbau/-funktion** Batterien und Akkumulatoren **Vergleich** von Akkumulatoren mit Batterien anhand von Blei-Akkumulator und Zink-Kohle-Batterie **Überprüfung** der zu Beginn in der Einstiegsphase aufgeschriebenen Annahmen zur Funktionsweise von Akkus und Batterien.	

	argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4) diskutieren die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie (B4) analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5)	**Berechnungen** und Beurteilungen zur Batterie aus dem Filmausschnitt.	
Brennstoffzelle - Aufbau - Funktionsweise - Vgl. zu anderen Energiequellen	vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle) (B1) diskutieren die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie (B4)		

	erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6)		

Unterrichtsvorhaben III

Kontext: Korrosion und Schutzmaßnahmen			
Inhaltsfeld: Elektrochemie			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Korrosion **Zeitbedarf**: 8 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF4 Vernetzung • E6 Modelle • E7 Arbeits- und Denkweisen • K3 Präsentation **Basiskonzept (Schwerpunkt):** Elektrochemische Korrosion	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen**

	Die Schülerinnen und Schüler ...		**Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Korrosion - Merkmale der Korrosion - Kosten von Korrosionsschäden	diskutieren Folgen von Korrosionsvorgängen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B2).	Zeitungsmeldung zum Eifelturm: „60 Tonnen Farbe für den Eiffelturm“ **SuS recherchieren** in verschiedenen Medien über die regelmäßigen Renovierungsmaßnahmen am Eifelturm und diskutieren ihre Ergebnisse in Gruppen. Sammlung von Kenntnissen und Vorerfahrungen zur Korrosion	http://www.faz.net/aktuell/technik-motor/umwelt-technik/grande-restaurierung-60-tonnen- farbe-fuer-den-eiffelturm-1802190.html
Ursachen von Korrosion • Lokalelement • Rosten von Eisen - Sauerstoffkorrosion	erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge (UF1, UF3)	**Schüler- oder Lehrerexperiment** Experimentelle Erschließung der elektrochemischen Korrosion **Schülerexperimente** Bedingungen, die das Rosten fördern	
Schutzmaßnahmen - Galvanisierung - Opferanode - kathodischer Korrosionsschutz	beschreiben und erklären Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3)	**Schülerexperiment** Verkupfern oder Verzinken eines Gegenstandes	

	deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF4) erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2)	**Bilder oder Filmsequenz** zum Verzinken einer Autokarosserie durch Galvanisieren und Feuerverzinken **Welcher Korrosionsschutz ist der beste?** Bewertung des Korrosionsschutzes nach Darstellung einiger Korrosionsschutzmaßnahmen **Schülerexperimente oder Lehrerdemonstrationsexperimente** zur Untersuchung der Elektrolyse in Abhängigkeit von der Stromstärke und der Zeit. Formulierung der Gesetzmäßigkeit: $n \sim I*t$ **Lehrervortrag** Formulierung der Faraday-Gesetze / des Faraday-Gesetzes Beispiele zur Verdeutlichung der Berücksichtigung der Ionenladung Einführung der Faraday-Konstante, Formulierung des 2.1 Faraday`schen Gesetzes	

Qualifikationsphase - Unterrichtsvorhaben IV

Kontext: Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle			
Inhaltsfeld: Elektrochemie			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Elektrolyse **Zeitbedarf**: 8 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF4 Vernetzung • E6 Modelle • E7 Arbeits- und Denkweisen • K3 Präsentation **Basiskonzept (Schwerpunkt):** Elektrochemische Korrosion	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler ...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Woher bekommt das Brennstoffzellen-Auto den Wasserstoff, seinen Brennstoff?	beschreiben und erklären Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3). deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen einer galvanischen Zelle (UF4).	**Bild** eines mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzellenautos oder Einsatz einer **Filmsequenz** zum Betrieb eines mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzellenautos **Demonstrationsexperiment** zur Elektrolyse von angesäuertem Wasser	

	erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2).	**Beschreibung und Deutung der Versuchsbeobachtungen** - Redoxreaktion **Schüler- oder Lehrerexperiment** zur Zersetzungsspannung Die Zersetzungsspannung ergibt sich aus der Differenz der Abscheidungspotentiale. Das Abscheidungspotential an einer Elektrode ergibt sich aus der Summe des Redoxpotentials und dem Überpotential.	
Wie viel elektrische Energie benötigt man zur Gewinnung einer Wasserstoffportion? Quantitative Elektrolyse Faraday-Gesetze	erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2). dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1). erläutern und beurteilen die elektrolytische Gewinnung eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B3).	**Aufgabenstellung zur Gewinnung von Wasserstoff und Umgang mit Größengleichungen** zur Berechnung der elektrischen Energie, die zur Gewinnung von z.B. 1 m^3 Wasserstoff notwendig ist. Zunächst eine Grundaufgabe; Vertiefung und Differenzierung mithilfe weiterer Aufgaben **Diskussion:** Wasserstoffgewinnung unter ökologischen und ökonomischen Aspekten	

Wie funktioniert eine Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle? Aufbau einer Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle Vergleich einer Brennstoffzelle mit einer Batterie und einem Akkumulator	erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6).	**Beschreibung und Erläuterung einer schematischen Darstellung** einer Polymermembran-Brennstoffzelle • Herausarbeitung der Redoxreaktionen	
Antrieb eines Kraftfahrzeugs heute und in der Zukunft Vergleich einer Brennstoffzelle mit einer Batterie und einem Akkumulator Verbrennung von Kohlenwasserstoffen, Ethanol/Methanol, Wasserstoff	argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4). vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle) (B1).	**Expertendiskussion** zur vergleichenden Betrachtung von verschiedenen Brennstoffen (Benzin, Diesel, Erdgas) und Energiespeichersystemen (Akkumulatoren, Brennstoffzellen) eines Kraftfahrzeuges <u>mögliche Aspekte:</u> Gewinnung der Brennstoffe, Akkumulatoren, Brennstoffzellen, Reichweite mit einer Tankfüllung bzw. Ladung, Anschaffungskosten, Betriebskosten, Umweltbelastung	

Qualifikationsphase Q2 – Unterrichtsvorhaben I

• **Kontext:** Alles Plastik – Kleindung aus Kunststoffen			
Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Organische Verbindungen und Reaktionswege **Zeitbedarf**: ca. 14 Stunden à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF3 Systematisierung • UF4 Vernetzung • E3 Hypothesen • E4 Untersuchungen und Experimente • K3 Präsentation • B3 Werte und Normen **Basiskonzepte (Schwerpunkte):** Basiskonzept Struktur-Eigenschaft, Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht, Basiskonzept Energie	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Erdöl, ein Gemisch vielfältiger Kohlenwasserstoffe • Stoffklassen • Destillation • Cracken	erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3).	Präsentation unterschiedliche Anwendungen des Erdöls ➔ Herausstellen von Vor- und Nachteilen	

	beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).	**Arbeitsblätter** zur Vielfalt der Kohlenwasserstoffe (Wiederholung aus EF)	
Wiederholung organischer Stoffklassen • Homologe Reihe • Alkohole • Aldehyde • Ketone • Carbonsäuren • Ester	beschreiben den Aufbau der Moleküle (u.a. Strukturisomerie) und die charakteristischen Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihre chemischen Reaktionen (u.a. Veresterung, Oxidationsreihe der Alkohole) (UF1, UF3) erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften vorher (UF1) erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4)	Siehe „EF- Unterlagen“	
Wege zum gewünschten Produkt • elektrophile Addition • radikalische Substitution	formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und erläutern diese (UF1).	**AB „Mögliche Reaktionswege zum Goretex/Polyester“**	

• Nucleophile Substitution • Polykondensation	verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4). klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3). erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4). erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften voraus (UF1). schätzen das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen aus den Molekülstrukturen ab (u.a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3).	**Erarbeitungen und Experimente zu:** • Molekülgeometrie • Bromierung von KWS • Aufklärung Mechanismus • Strukturbesonderheiten • Additionsreaktionen bei Alkenen Exp: Bromierung von Alkanen Reaktionsweg vom Ethan zum Dichlorethan **Diskussion** zur Rentabilität von radikalischen Reaktionen aufgrund der ggf. hohen Anzahl an Nebenprodukten Erarbeitung: Mechanismus der nucleophilen Substitution: • Wiederholung EN • Modellübungen zur Substitution	

	verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3). erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4).	• **Exp.** Alkohole aus Halogenalkanen • SN1 oder SN2? – sterische und induktive Effekte • Übung: verschiedene Nucleophile **Polykondensation:** Aufklärung des Mechanismus (Material siehe EF „Esterbildung“	
Leistungsbewertung: • Darstellen eines chemischen Sachverhalts, Aufstellen von Reaktionsschritten, Beschreibung und Erläuterung von Reaktionsschritten • Klausuren/Facharbeit ...			

Qualifikationsphase Q 2 – Unterrichtsvorhaben II

Kontext: Maßgeschneiderte Produkte aus Kunststoffen
Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltliche Schwerpunkte:	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**
1. Organische Verbindungen und Reaktionswege 2. Organische Werkstoffe	3. UF2 Auswahl 4. UF4 Vernetzung 5. E3 Hypothesen 6. E4 Untersuchungen und Experimente 7. E5 Auswertung

Zeitbedarf: 24 Std. à 45 Minuten		8. K3 Präsentation 9. B3 Werte und Normen **Basiskonzepte (Schwerpunkt):** Basiskonzept Struktur – Eigenschaft	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler ….	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Die Vielfalt der Kunststoffe im Alltag: **Eigenschaften und Verwendung** 10. Eigenschaften von makromolekularen Verbindungen 11. Thermoplaste 12. Duromere 13. Elastomere zwischenmolekulare Wechselwirkungen	erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF2, UF4). untersuchen Kunststoffe auf ihre Eigenschaften, planen dafür zielgerichtete Experimente (u.a. zum thermischen Verhalten), führen diese durch und werten sie aus (E1, E2, E4, E5). ermitteln Eigenschaften von organischen Werkstoffen und erklären diese anhand der Struktur (u.a. Thermoplaste, Elastomere und Duromere) (E5).	**Demonstration:** Plastiktüte, PET-Flasche, Joghurtbecher, Schaumstoff, Gehäuse eines Elektrogeräts (Duromer) **S-Exp.:** thermische u. a. Eigenschaften von Kunststoffproben **Eingangstest***:* intermolekulare Wechselwirkungen, funktionelle Gruppen, Veresterung **Materialien:** Kunststoffe aus dem Alltag	Ausgehend von Kunststoffen in Alltagsprodukten werden deren Eigenschaften und Verwendungen erläutert. **Thermoplaste** (lineare und strauchähnlich verzweigte Makromoleküle, Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken; amorphe und kristalline Bereiche), **Duromere** und **Elastomere** (Vernetzungsgrad)

Vom Monomer zum Polymer: **Bau von Polymeren und Kunststoffsynthesen** **14.** Reaktionsschritte der **radikalischen Polymerisation** **15. Polykondensation** Polyester **16.** Polyamide: Nylonfasern	beschreiben und erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF3). präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata. (K3) schätzen das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen aus den Molekülstrukturen ab (u.a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3). erklären den Aufbau von Makromolekülen aus Monomer-Bausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u.a. Polyester, Polyamide) (UF1, UF3). erläutern die Planung der Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4).	**Schülerexperimente:** 17. Polymerisation von Styrol 18. Polykondensation: Synthese einfacher Polyester aus Haushaltschemikalien, z.B. Polymilchsäure oder Polycitronensäure. 19. „Nylonseiltrick“	

Kunststoffverarbeitung **Verfahren**, z.B.: 20. Spritzgießen 21. Extrusionsblasformen 22. Fasern spinnen Ge- schichte der Kunst-stoffe	recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).	Einsatz von **Filmen** und **Animationen** zu den Verarbeitungsprozessen.	Internetrecherche zu den verschiedenen Verarbeitungsverfahren möglich. Die Geschichte ausgewählter Kunststoffe kann in Form von Referaten erarbeitet werden.
Maßgeschneiderte Kunststoffe: Struktur-Eigenschafts-beziehungen von Kunststoffen mit besonderen Eigenschaften und deren Synthesewege aus Basischemikalien z.B.: 23. SAN: Styrol- Acrylnitril-Coplymerisate 24. Cyclodextrine 25. Superabsorber	verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4). verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3). demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3).	**Recherche:** Syntheseweg zur Herstellung von SAN aus Basischemikalien. Modifikation der Werkstoffeigenschaften von Polystyrol durch Copolymerisation mit Acrylnitril. **Flussdiagramme** zur Veranschaulichung von Reaktionswegen **Erarbeitungen** zu weiteren ausgewählten Kunststoffen, z.B.: Superabsorber, Cyclodextrine. **S-Präsentationen**	Als Beispiel für maßgeschneiderte Kunststoffe eignen sich Copolymerisate des Polystyrols, z.B. SAN. Die Schülergruppen informieren sich über die Synthesewege, die Struktur-Eigenschafts-Beziehungen und die Verwendung weiterer Kunststoffe und präsentieren ihre Ergebnisse.

Kunststoffmüll ist wertvoll: **Kunststoffverwertung** 26. stoffliche Verwertung 27. rohstoffliche V. 28. energetische V. Ökonomische und ökologische Aspekte zum Einsatz von Einweggeschirr aus Polymilchsäure, Polystyrol oder Belland-Material.	erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3). diskutieren Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3). beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).	**Schüler-Experiment:** Herstellung von Stärkefolien **Podiumsdiskussion**: z.B. zum Thema „Einsatz von Plastikgeschirr Einweggeschirr auf öffentlichen Veranstaltungen!“	

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Präsentationen

Leistungsbewertung:

- Präsentationen (Referate, Poster, Podiumsdiskussion), schriftliche Übung, Anteil an Gruppenarbeiten

Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:

Allgemeine Informationen und Schulexperimente:http://www.seilnacht.com

www.chemieunterricht.de/dc2/plaste/

Experimentiervorschrift zum Einbetten von kleinen Gegenständen in Polystyrol:

http://www.educ.ethz.ch/unt/um/che/boc/polystyrol/index

Internetauftritt des Verbands der Kunststofferzeuger mit umfangreichem Material für Schulen. Neben Filmen und Animationen finden sich auch Unterrichtseinheiten zum Download:

http://www.plasticseurope.de/Document/animation-vom-rohol-zum-kunststoff.aspx Informationen zur Herstellung von PET-Flaschen:

http://www.forum-pet.de

Umfangreiche Unterrichtsreihen zum Thema Kunststoffe mit Materialien zum Belland-Material:

http://www.chik.die-sinis.de/Unterrichtsreihen_12/B Organik/Belland.pdf

Film zum Kunststoffrecycling und Informationen zum grünen Punkt:

http://www.gruener-punkt.de/corporate/*presse/videothek.html*

Qualifikationsphase Q 2 – Unterrichtsvorhaben III

Kontext: Bunte Kleidung
Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltliche Schwerpunkte:	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**
• Organische Verbindungen und Reaktionswege • Farbstoffe und Farbigkeit **Zeitbedarf**: 20 Std. à 45 Minuten	• UF1 Wiedergabe • UF3 Systematisierung • E6 Modelle • E7 Arbeits- und Denkweisen • K3 Präsentation • B4 Möglichkeiten und Grenzen **Basiskonzept (Schwerpunkt):** Basiskonzept Struktur – Eigenschaft, Basiskon- zept Energie

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler ….	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Farbige Textilien - Farbigkeit und Licht - Absorptionsspektrum - Farbe und Struktur	erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3). werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5) beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und erläutern Grenzen dieser Modellvorstellungen (E6, E7).	**„Struktur und Farbe“** **Erarbeitung:** Licht und Farbe, Fachbegriffe Fotometrie und Absorptionsspektren **Arbeitsblatt:** Molekülstrukturen von farbigen organischen Stoffen im Vergleich **Exp**. Extraktion von Lycopin	

Der Benzolring - Struktur des Benzols - Benzol als aromatisches System - Reaktionen des Benzols - Elektrophile Substitution	erklären die elektrophile Erstsubstitution am Benzol und deren Bedeutung als Beleg für das Vorliegen eines aromatischen Systems (UF1, UF3).	**Molekülbaukasten:** Ermittlung möglicher Strukturen für Dibrombenzol **Erarbeitung:** elektrophile Substitution am Benzol **Arbeitsblatt:** Vergleich der elektrophilen Substitution mit der elektrophilen Addition **Trainingsblatt:** Reaktionsschritte	
Vom Benzol zum Azofarbstoff - Farbige Derivate des Benzols - Konjugierte Doppelbindungen - Donator-/ Akzeptorgruppen - Mesomerie - Azogruppe	erklären die Farbigkeit von vorgegebenen Stoffen (u.a. Azofarbstoffe) durch Lichtabsorption und erläutern den Zusammenhang zwischen Farbigkeit und Molekülstruktur mithilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-/ Akzeptorgruppen) (UF1, E6). erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe) (E6).	Einfluss von Donator-/ Akzeptorgruppen, konjugierten Doppelbindungen **Erarbeitung:** Struktur der Azofarbstoffe **Arbeitsblatt**: Zuordnung von Struktur und Farbe verschiedener Azofarbstoffe	Möglichkeit zum: **Experiment:** Darstellung von Orange II

Triphenylmethanfarbstoffe • Struktur • Eigenschaften • Farbigkeit • Verwendung	erklären die Farbigkeit von vorgegebenen Stoffen (u.a. Azofarbstoffe) durch Lichtabsorption und erläutern den Zusammenhang zwischen Farbigkeit und Molekülstruktur mithilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-/ Akzeptorgruppen) (UF1, E6). erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe) (E6).	**Experimente:** • pH-Abhängigkeit von Phenolphthalein • Darstellung von Fluorescein • Untersuchung eines Tintenkillers	
Welche Farbe für welchen Stoff? - ausgewählte Textilfasern - bedeutsame Textilfarbstoffe - Wechselwirkung zwischen Faser und Farbstoff - Vor- und Nachteile bei Herstellung und Anwendung	erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4). beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4). recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).	**Lehrerinfo:** Textilfasern **Arbeitsteilige Gruppenarbeit:** Färben von Textilien, u.a. mit Indigo, einem Azofarbstoff Erstellung von Plakaten	Rückgriff auf die Kunststoffchemie (z.B. Polyester) Möglichkeiten zur Wiederholung und Vertiefung: - pH-Wert und der Einfluss auf die Farbe - zwischenmolekulare Wechselwirkungen - Herstellung und Verarbeitung von Kunststoffen

Leistungsbewertung: • Klausur, Präsentation der Gruppenergebnisse
Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen: Zahlreiche Informationen zu Farbe und Farbstoffen sind z.B. im folgenden Lexikon zusammengestellt: http://www.seilnacht.com/Lexikon/FLexikon.htm Auch zu aktuelleren Entwicklungen findet man Material: http://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/funktionelle+Farben.html

Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase LK

Q1 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben I

Kontext: Säuren und Basen in Alltagsprodukten
Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren:

Inhaltliche Schwerpunkte:	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**
5. Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen 6. Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen 7. Titrationsmethoden im Vergleich	8. UF1 Wiedergabe 9. UF3 Systematisierung 10. E3 Hypothesen 11. E4 Untersuchungen und Experimente 12. E5 Auswertung 13. K1 Dokumentation 14. B2 Entscheidungen **Basiskonzepte (Schwerpunkte):**

Zeitbedarf: 36 Std. à 45 Minuten		Basiskonzept Struktur-Eigenschaft Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht Basiskonzept Donator-Akzeptor Basiskonzept Energie	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler ….	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen/** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Säuren in Alltagsprodukten	identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags mit Hilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted (UF1, UF3). beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2).	**Demonstration** von säurehaltigen Haushaltschemikalien und Nahrungsmitteln (z.B. Essigessenz, Sauerkraut, Milch, Aceto Balsamico, Wein, Fliesenreiniger (Salzsäure), Lachsschinken (Ascorbat))	Integrierte Thematisierung von Sicherheitsaspekten: Fehlende Gefahrstoffsymbole auf der Essigessenz-Flasche ⇒ Hinweis auf Unterschiede bezüglich der Etikettierung von Chemikalien und Lebensmitteln

	planen Experimente zur Bestimmung der Konzentration von Säuren und Basen in Alltagsprodukten bzw. Proben aus der Umwelt selbstständig und angeleitet (E1, E3).	**Fragen und Vorschläge** zu Untersuchungen durch die Schülerinnen und Schüler **Test zur Eingangsdiagnose**	
Säuregehalt verschiedener Lebensmittel 29. Indikatoren 30. Neutralisationsreaktion 31. Titration 32. Berechnung des Säuregehaltes	erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator, führen diese zielgerichtet durch und werten sie aus (E3, E4, E5). nutzen chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Auswahl eines geeigneten Indikators für eine Titration mit Endpunktsbestimmung (K2).	Wiederholung bekannter Inhalte in **Gruppenarbeit** **Schüler-Experiment:** Titration mit Endpunktbestimmung **Arbeitsblatt oder eingeführtes Fachbuch, Erarbeitung z. B. im Lerntempoduett:** Übungsaufgaben zu Konzentrationsberechnungen	Ggf. Rückgriff auf Vorwissen (Stoffmengenkonzentration, Neutralisation, Säure-Base-Indikatoren …) durch **Lernaufgaben** verschiedener Bildungsserver (Hinweise siehe unten) Bestimmung der Stoffmengenkonzentration, der Massenkonzentration und des Massenanteils
Acetate als Säureregulatoren in Lebensmitteln: **Der funktionelle Säure-Base-Begriff** 33. saure und alkalische Salzlösungen 34. konjugierte Säure-Base-Paare	identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags mit Hilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted (UF1, UF3). zeigen an Protolysereaktionen auf, wie sich der Säure-Base-Begriff durch das Konzept von Brønsted verändert hat (E6, E7).	**Schüler-Experiment:** Untersuchung von Natriumacetat-Lösung und anderen Salzlösungen z. B. mit Bromthymolblau **Ergebnis**:	Vorstellung der Acetate oder anderer Salze als Lebensmittelzusätze zur Verringerung des Säuregehalte

35. Protolysereaktion 36. Neutralisationswärme	stellen eine Säure-Base-Reaktion in einem Funktionsschema dar und erklären daran das Donator-Akzeptor-Prinzip (K1, K3). erklären die Reaktionswärme bei Neutralisationen mit der zugrundeliegenden Protolyse (E3, E6).	Unterschiedliche Salzlösungen besitzen pH-Werte im neutralen, sauren und alkalischen Bereich. **Arbeitsblatt oder eingeführtes Fachbuch:** • Säure-Base-Theorie nach Brønsted • Übungsaufgaben zu konjugierten Säure-Base-Paaren **Fakultativ:** **Lehrer-Demonstrationsexperiment** oder entsprechende **Computeranimation** (Hinweise siehe unten) zwecks Vertiefung des Säure-Base-Konzeptes nach Brønsted: Schwefelsäure auf Kochsalz geben, entstehendes Chlorwasserstoffgas in Wasser leiten und entsprechend die Änderung der Leitfähigkeit messen **Demonstrationsexperiment:** Neutralisationen von Essigsäurelösung mit Acetaten (qualitativ) mit Messung der Neutra- lisationswärme	Vorgehensweise z.B. in Anlehnung an *Barke* zum Umgang mit evtl. **Fehlvorstellungen** zu Säuren und Basen (Hinweise siehe unten)
Anwendung des Säure-Base-Begriffs auf Wasser:	erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen frei beweglicher Ionen (E6).	**Schüler-Experiment:** Messung der Leitfähigkeit und des pH-Wertes von Wasserproben	Einführung und Übung des Rechnens mit Logarithmen

Der pH-Wert 37. Autoprotolyse des Wassers 38. Ionenprodukt des Wassers 39. pH- und pOH Wert	interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des K_S-Wertes (UF2, UF3). erläutern die Autoprotolyse und das Ionenprodukt des Wassers (UF1).	**z. B. im Lehrer-Vortrag:** Erläutern der Autoprotolyse des Wassers und Herleitung des Ionenproduktes des Wassers **Arbeitsblatt oder eingeführtes Fachbuch:** Übungsaufgaben zum Ionenprodukt	**Übung:** Angabe der Konzentration von Oxonium-Ionen in Dezimal-, Potenz- und logarith. Schreibweise unter Verwendung eines Taschenrechners Zur Herleitung des Ionenproduktes eignet sich ein **Arbeitsblatt unterstütztes Lernprogramm** (siehe Hinweis unten).
Warum ist 100 %ige Citronensäure genießbar, 37%ige Salzsäure aber nicht? - **Die Stärken von Säuren und Basen** ➢ K_s und pK_s Werte zur Beschreibung der Säurestärke ➢ K_B- und pK_B-Werte zur Beschreibung der Basenstärke	berechnen pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen (Hydroxide) (UF2). interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des K_S-Wertes (UF2, UF3). klassifizieren Säuren und Basen mithilfe von K_S-, K_B- und pK_S-, pK_B-Werten (UF3). berechnen pH-Werte wässriger Lösungen einprotoniger schwacher Säuren und entsprechender schwacher Basen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes (UF2).	**Schüler-Experiment:** pH-Wertbestimmung: Verdünnungsreihen von Lösungen einer schwachen und einer starken Säure (z.B. Essigsäure- und Salzsäurelösungen) **Erarbeitung:** Ableitung der Säurekonstante K_S aus der Anwendung des MWG auf Protolysegleichgewichte **Partnerarbeit**, ggf. mit Klappaufgaben zur Selbstkontrolle: pH-Wertberechnungen für starke und schwache Säuren	Wiederholung des MWG, z.B. als **vorbereitende Hausaufgabe** Rückgriff auf Haushaltschemikalien, z.B. Fliesenreiniger und Essigsorten

	machen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktionen anhand von K_S- und K_B-Werten und von pK_S- und pK_B-Werten (E3). erklären fachsprachlich angemessen und mit Hilfe von Reaktionsgleichungen den Unter- schied zwischen einer schwachen und einer starken Säure bzw. einer schwachen und einer starken Base unter Einbeziehung des Gleichge- wichtskonzepts (K3).	**z. B. Lerntempoduett als arbeitsteilige Partnerarbeit** (differenziert über Transfer auf starke und schwache Basen): Selbstständige Herleitung der Basenkonstante K_B und Anfertigen von Voraussagen zu pH-Werten von Salzlösungen unter Nutzung entsprechender Tabellen zu K_s- und K_B-Werten. **Bestätigungsexperiment** entsprechend der dargebotenen Schülerlösungsansätze **z. B. Lerntheke** mit binnendifferenzierten Aufgaben zum Üben und Anwenden	
Wie ändert sich der pH-Wert bei Titrationen? ➢ pH-metrische Titrationen von starken und schwachen Säuren ➢ Auswertung von Titrationskurven verschiedener Säuren aus Haushalt und Umwelt	dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstitration und einer pH-metrischen Titration mithilfe graphischer Darstellungen (K1). beschreiben eine pH-metrische Titration, interpretieren charakteristische Punkte der Titrationskurve (u.a. Äquivalenz-punkt, Halbäquivalenzpunkt) und erklären den Verlauf mithilfe des Protolysekonzepts (E5).	**Schüler-Experiment:** pH-metrische Titrationen von starken und schwachen Säuren (z. B.: Salzsäure- und Essigsäurelösung) **z. B. Unterrichtsgespräch:** Interpretation der Titrationskurven verschiedener Säuren	Ausgehend von den unterschiedlichen pH-Werten der gleichkonzentrierten Lösungen starker und schwacher Säuren wird der pH-Verlauf der Titration untersucht. Ggf. **computergestütztes Experimentieren** oder Vergleich der experimentellen Kurve mit vorgegebenen Modellrechnungen (Hinweise siehe unten)

	beschreiben und erläutern Titrationskurven starker und schwacher Säuren (K3).	(auch anhand von **Simulationen,** vgl. Hinweise unten) Ggf. Erweiterung und Vertiefung mit anschließendem **Gruppenpuzzle**	Der Begriff des „**Puffers**“ kann hier unterstützend zur Erläuterung der Titrationskurven eingeführt werden, ausdrücklich ***nicht*** gefordert ist aber die mathematische Herleitung und damit zusammenhängend die Henderson-Hasselbalch-Gleichung.
Säuregehaltsmessung von Aceto Balsamico - **Die Leitfähigkeitstitration** ➢ Leitfähigkeitstitrationen verschiedener starker und schwacher Säuren und Basen ➢ Leitfähigkeits- und pH-metrische Titration im Vergleich	erläutern die unterschiedlichen Leitfähigkeiten von sauren und alkalischen Lösungen sowie von Salzlösungen gleicher Stoffmengenkonzentration (E6). beschreiben das Verfahren der Leitfähigkeitstitration (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Inhaltsstoffen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt und werten vorhandene Messdaten aus (E2, E4, E5). vergleichen unterschiedliche Titrationsmethoden (u.a. Säure-Base-Titration mit einem Indikator, Leitfähigkeitstitration, pH-metrische Titration) hinsichtlich ihrer Aussagekraft für ausgewählte Fragestellungen (E1, E4).	**Schüler-Experiment:** Leitfähigkeitsmessungen verschiedener wässriger Lösungen (Vereinfachte konduktometrische Titration: Messung der Stromstärke gegen das Volumen) **Gruppenarbeit:** Graphische Darstellung und Auswertung der Leitfähigkeitstitration unter Berücksichtigung der relativen Leitfähigkeit der Ionen (Ionenbeweglichkeit) **Lernaufgabe:** Vergleich zwischen pH-metrischer Titration und Leitfähigkeitstitration	Die Leitfähigkeitstitration als weiteres mögliches Verfahren zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen wird vorgestellt. Einsatz von Materialien zur **Diagnose** von **Schülervorstellungen** in Anlehnung an entsprechende Ausführungen von *Barke* u.a. (Hinweise siehe unten).

	bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5).		
Wie viel Säure oder Basen enthalten verschiedene Produkte aus Haushalt und Umwelt?	recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4). beschreiben den Einfluss von Säuren und Basen auf die Umwelt an Beispielen und bewerten mögliche Folgen (B3). beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2). bewerten die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen (B1). bewerten durch eigene Experimente gewonnene oder recherchierte Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen auf der Grundlage von	**Experimentelle arbeitsteilige Gruppenarbeit:** Analyse einer ausgewählten Haushaltschemikalie, eines Nahrungsmittels oder einer Säure oder Base in der Umwelt unter den Kriterien Säure-/Basegehalt, Verwendungsbereich und Wirksamkeit, Gefahrenpotenzial beim Gebrauch, Umweltverträglichkeit und Produktqualität etc. **S-Vorträge:** Präsentation der Arbeitsergebnisse z.B. als Poster mit **Kurzvorträgen oder ggf. Science Slam.** **Concept-Map** zur vorliegenden Unterrichtsreihe (ggf. binnendifferenziert)	Möglichkeiten der **Differenzierung:** • Betrachtung mehrprotoniger Säuren, z.B. Phosphorsäure in Cola • Konzentrationsbestimmung des Gesamtgehaltes an Säuren, z.B. Milchsäure und Ascorbinsäure in Sauerkraut • Erweiterung auf die Untersuchung anderer Säuren, z.B. Säuren in der Umwelt **Fakultativ:** Ergänzend zur arbeitsteiligen Experimentalarbeit können verschiedene Werbetexte zu säure- oder basehaltigen Alltagsprodukten untersucht und entsprechende **Leserbriefe** verfasst werden.

	Kriterien der Produktqualität oder des Umwelt-schutzes (B4).		

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Eingangsdiagnose zu Beginn der Unterrichtsreihe, Kolloquien während der Experimentalphase, Zwischendiagnose zu Schülerkonzepten, Concept-Map

Leistungsbewertung:

- Kolloquien, Protokolle, Vorträge, ggf. Science Slam, Klausur

Leistungskurs Qualifikationsphase Q 1 – Unterrichtsvorhaben II

Kontext: Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon
Inhaltsfeld: Elektrochemie

Inhaltliche Schwerpunkte:	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**
15. Mobile Energiequellen **Zeitbedarf**: ca. 30 Stunden à 45 Minuten	➢ UF1 Wiedergabe ➢ UF3 Systematisierung ➢ E1 Probleme und Fragestellungen ➢ E2 Wahrnehmung und Messung ➢ E4 Untersuchungen und Experimente ➢ K2 Recherche ➢ B1 Kriterien **Basiskonzepte (Schwerpunkte):** ➢ Basiskonzept Donator-Akzeptor ➢ Basiskonzept Energie ➢ Basiskonzept chemisches Gleichgewicht

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** **Die Schülerinnen und Schüler …**	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Batterien und Akkumulatoren für Elektrogeräte: **- elektrochemische Energiequellen** ➢ Aufbau einer Batterie	dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1).	**Demonstration:** • Auswahl von Batterien und Akkumulatoren als Anschauungsobjekte • Analyse der Bestandteile und Hypothesen zu deren möglichen Funktionen **Skizze des Aufbaus** Einfache Handskizze mit Beschriftung der Bestandteile. **Eingangsdiagnose: z. B. Klapptest**	Planung der Unterrichtsreihe mit einer vorläufigen **Mind-Map**, die im Verlauf der Unterrichtsreihe ergänzt wird. Wiederholung bekannter In- halte aus der SI
Wie kommt der Elektronenfluss (Stromfluss) in einer Batterie zustande? ➢ Redoxreihe der Metalle ➢ Prinzip galvanischer Zellen (u.a. Daniell-Element)	stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3). erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7).	**Schülerexperimente (z.B. Lernstraße):** Reaktion von verschiedenen Metallen und Salzlösungen sowie von Metallen Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen Ableitung der Redoxreihe. **Lernaufgabe:**	Aufgreifen und Vertiefen des „erweiterten“ Redoxbegriffs aus der Einführungsphase **Binnendifferenzierung** durch Zusatzversuche in der Lernstraße und abgestufte **Lernhilfen** für die Auswertung der Experimente

	entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallen/Metallionen und Nichtmetallen/Nichtmetallionen (E3). erklären den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (u.a. Daniell-Element) (UF1, UF3).	z.B. Recycling von Silbersalzen: Welches Metall eignet sich als Reduktionsmittel? **Demonstrationsexperiment:** • Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element) • Demonstration der Spannung und des Stromflusses **Lernaufgabe** zu Aufbau und Funktion weiterer galvanischer Zellen, z.B. Zink-Silber-Zelle	Ggf. **Animationen** zu galvanischen Elementen [2] Ggf. Berücksichtigung von **Fehlvorstellungen** zur Funktion des Elektrolyten [5]
Wieso haben verschiedene Batterien unterschiedliche Spannungen? ➢ Elektrochemische Spannungsreihe der Metalle und Nichtmetalle ➢ Standardwasserstoffelektrode	planen Experimente zum Aufbau galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab (E1, E2, E4, E5). entwickeln aus vorgegebenen Materialien galvanische Zellen und treffen Vorhersagen über die zu erwartende Spannung unter Standardbedingungen (E1, E3). beschreiben den Aufbau einer Standard-Wasserstoff Halbzelle (UF1).	**Hinführendes Experiment: Elektronendruck von Metallen** Messung der Spannung zwischen verschiedenen Metallelektroden, die gemeinsam im Wasserbehälter stehen Bildung von Hypothesen und Planung von Experimenten zur Spannungsreihe **Schülerexperimente (Gruppenarbeit): Spannungsreihe der Metalle**	Ggf. Thematisierung der **elektrochemischen Doppelschicht**

	berechnen Potentialdifferenzen unter Nutzung der Standardelektrodenpotentiale und schließen auf die möglichen Redoxreaktionen (UF2, UF3).	**Experiment:** galvanische Zellen aus „Metallhalbzellen“ und „Nichtmetallhalbzellen“, z.B.: Zn/Zn^{2+} // I^- /I_2/Graphit. Einordnung der Nichtmetalle in die elektrochemische Spannungsreihe **Demonstrationsexperiment mit arbeitsblattgestütztem Lehrervortrag:** Aufbau einer Standardwasserstoffelektrode und Bedeutung als Bezugshalbelement, z.B.: $Pt/H_2/H^+//Cu^{2+}/Cu$ **Übungsaufgaben** Voraussagen über den Ablauf chemischer Reaktionen mithilfe der Standardpotentiale	
Welchen Einfluss haben die Konzentrationen der Elektrolytlösungen auf die Spannung einer galvanischen Zelle? ➢ Konzentrationszellen ➢ Nernst Gleichung	planen Versuche zur quantitativen Bestimmung einer Metallionen-Konzentration mithilfe der Nernst-Gleichung (E4). werten Daten elektrochemischer Untersuchungen mithilfe der Nernst-Gleichung und der Faraday-Gesetze aus (E5).	**Experiment: Silber/ Silberionen-Konzentrationszelle** Ableitung der Nernstgleichung, z.B. im **gelenkten Unterrichtsgespräch** **Übungsaufgaben zur Nernst-Gleichung**	Ggf. hinführendes **Experiment** zur Konzentrationsabhängigkeit, z.B.: Zink/gesättigte Zinksulfatlösung **Fakultativ**: Messprinzip einer pH-Wert Bestimmung als An-

	berechnen Potentiale und Potentialdifferenzen mithilfe der Nernst-Gleichung und ermitteln Ionenkonzentrationen von Metallen und Nichtmetallen (u.a. Wasserstoff und Sauer- stoff) (UF2).	Berechnung von Zellspannungen und Konzentrationen	wendung der Nernst-Gleichung. Vernetzung zum Unterrichtsvorhaben I möglich
Knopfzellen für Hörgeräte: ➢ Die Zink-Luft-Zelle	erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegender Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4).	**Demonstration**: Knopfzelle für Hörgeräte **Schülerexperiment: Modellexperiment einer Zink-Luft-Zelle** (Hinweise s.u.) Vergrößerung der Oberfläche der Graphitelektrode durch Aktivkohle	Informationen und Modellexperiment siehe [4]
Lässt sich eine Zink-Luft-Zelle wieder aufladen? ➢ Die Elektrolyse	beschreiben und erläutern Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3). deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF4).	**Informationstext:** Bedeutung von Akkumulatoren für das Stromnetz zum Ausgleich von Spannungsschwankungen, die bei Nutzung regenerativer Stromquellen (Wind, Sonne) auftreten **Schülerexperiment:** Laden (und Entladen) eines Zink-Luft-Akkumulators	Informationen und Modellexperiment siehe [4]

	erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6). analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5).	Vergleich galvanische Zelle - Elektrolysezelle	
Batterien und Akkumulatoren im Alltag	erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegender Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4). recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3). argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4).	**Arbeitsteilige Gruppenarbeit mit Präsentation:** Recherche, selbstständige Erarbeitung der Bedeutung, des Aufbaus und der Redoxreaktionen von mobilen Spannungsquellen, z.B.: ➢ **Alkaline-Batterie (verpflichtend!)** ➢ Lithium-Ionen-Akkumulator ➢ Nickel-Metallhydrid-Akkumulator ➢ Zink-Silberoxid-Knopfzelle ➢ Redox-Flow-Akkumulatoren Erstellung einer **Concept Map** mit Begriffen dieses Unterrichtsvorhabens	Gruppenarbeit ggf. mit Schülerexperimenten, die **Präsentation kann** z. B. als „Wiki“ für Jugendliche, Portfolio oder als Poster (mit Museumsgang) erfolgen **Binnendifferenzierung** durch die Auswahl der Themen

	vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle, Alkaline- Zelle) (B1).		

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Eingangsdiagnose zu Beginn der Unterrichtsreihe
- Mind-Map zu elektrochemischen Spannungsquellen
- Versuchsprotokolle
- Concept-Map zu Begriffen der Elektrochemie

Leistungsbewertung:

40. Präsentationen zu mobilen Energiequellen
41. Lernaufgaben
42. Klausuren / Facharbeit

Hinweise auf eine Auswahl weiterführender Materialien und Informationen:

1. http://chik.die-sinis.de/phocadownload/Material/stationenlernen%20akkus%20und%20batterien.pdf
   Stationenlernen mit Experimenten der Arbeitsgruppe Chemie im Kontext (Kölner Modell): Wie bei Chemie im Kontext üblich, werden Bezüge zwischen dem geplanten fachlichen Inhalt und der Lebenswirklichkeit von Schülerinnen und Schülern hergestellt. Das soll den Zugang zum Fachthema erleichtern und sie ermutigen, Fragen zu formulieren. Vielfältige Tipps und Informationen. Ausgehend von Redoxreaktionen aus der SI werden die Donator-Akzeptor-Reaktionen dargestellt und vielfältige Informationen zu Batterien und Akkumulatoren geliefert.
2. http://www.chemie-interaktiv.net Tausch/Schmitz, Rheinisch-Bergische Universität Wuppertal: Animationen zu elektrochemischen Prozessen.
3. *http://www.grs-batterien.de/verbraucher/ueber-batterien.html Broschüre: „Die Welt der Batterien“*
   Broschüre der Hersteller von Batterien und Akkumulatoren mit Aspekten zur Historie, zum Aufbau und zur Funktion und zum Recycling
4. Maximilian Klaus, Martin Hasselmann, Isabel Rubner, Bernd Mößner und Marco **Oetken**, in: CHEMKON 2014, 21, Nr. 2, S. 65 - 71
   Metall-Luft-Batterien mit einer neuartigen Kohleelektrode - Moderne elektrochemische Speichersysteme im Schulexperiment
5. https://eldorado.tu-dortmund.de/bitstream/2003/2464/2/Marohnunt.pdf
   A. Marohn, Falschvorstellungen von Schülern in der Elektrochemie - eine empirische Untersuchung, Dissertation , TU Dortmund (1999)

6. http://forschung-energiespeicher.info
Informationen zu aktuellen Projekten von Energiespeichersystemen, u.a. Redox-Flow-Akkumulatoren, Zink-Luft-Batterien, Lithium-Akkumulatoren.
7. http://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/chemie/gym/fb3/modul1/
Landesbildungsserver Baden-Würtemberg mit umfangreicher Materialsammlung zur Elektrochemie.
8. www.aktuelle-wochenschau.de (2010)
9. GdCh (Hrsg.): HighChem hautnah: Aktuelles über Chemie und Energie, 2011, ISBN: 978-3-936028-70-6
10. Deutsche Bunsen-Gesellschaft für physikalische Chemie: (Hrsg.) Von Kohlehalden und Wasserstoff: Energiespeicher – zentrale Elemente der Energieversorgung, 2013, ISBN: 978-3-9809691-5-4

Leistungskurs Qualifikationsphase Q 1 – Unterrichtsvorhaben III

Kontext: Elektroautos – Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse
Inhaltsfeld: Elektrochemie

Inhaltliche Schwerpunkte:	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**
• Mobile Energiequellen • Elektrochemische Gewinnung von Stoffen • Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse	• UF2 Auswahl • UF4 Vernetzung • E1 Probleme und Fragestellungen • E5 Auswertung • K2 Recherche • K4 Argumentation • B1 Kriterien • B4 Möglichkeiten und Grenzen

Zeitbedarf: ca. 22 Stunden à 45 Minuten		**Basiskonzepte (Schwerpunkte):** Basiskonzept Donator-Akzeptor, Basiskonzept Energie	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Autos, die nicht mit Benzin fahren Akkumulatoren	erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegenden Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4). analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5). stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3).	**Bilder und Texte zu Elektromobilen** - Stromversorgung mit Akkumulatoren - Stromversorgung mit Brennstoffzellen **Beschreibung und Auswertung einer schematischen Darstellung** zum Aufbau eines Bleiakkumulators **Lehrerdemonstrationsexperiment** Entladen und Laden eines Bleiakkumulators **Beschreibung und Deutung der Beobachtungen in Einzelarbeit unter Nutzung des Schulbuches**	Aufriss der Unterrichtsreihe Internetrecherche oder Auswertung vorgegebener Materialien der Lehrkraft Beschreibung der Teile und des Aufbaus eines Bleiakkumulators; Vermutungen über die Funktion der Teile Aufgreifen und Vertiefen der Begriffe: Anode, Kathode, galvanisches Element, Redoxreaktion; Elektrolyse Selbstständige Partnerarbeit oder Gruppenarbeit, Vorstellen

	recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3).	**Schüler-Kurzvortrag** zum Laden und Entladen des Bleiakkumulators **Recherche** zum Lithium-Ionen-Akkumulator: schematischer Aufbau und Prinzip der Reaktionsabläufe beim Laden und Entladen in **Partnerarbeit** im Internet oder mithilfe von der Lehrkraft bereitgestellten Materialien **Diskussion** der Vorzüge und Nachteile des Bleiakkumulators und des Lithium-Ionen-Akkumulators im Vergleich für den Betrieb von Elektroautos	der Ergebnisse in Kurzvorträgen Die Rechercheergebnisse müssen gesichert werden, z.B. durch eine Skizze zum Aufbau des Akkumulators, Reaktionsgleichungen und einen eigenständig verfassten Kurztext
Brennstoffzelle	erläutern den Aufbau und die Funktionsweise einer Wasserstoff-Brennstoffzelle (UF1, UF3). erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6). analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5).	**Schülervortrag mit Demonstrationsexperiment und Handout** Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle Aufbau und Reaktionsabläufe **Lehrerinformationen** zum Unterschied Energiespeicher / Energiewandler	Sachaspekte, die zu berücksichtigen sind: Reihen- und Parallelschaltung, Anforderung eines Elektromobils, elektrische Energie, elektrische Leistung, Spannung eines Brennstoffzellen-Stapels (Stacks)

	recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3).	Vergleich Akkumulator und Brennstoffzelle	
Woher bekommt das Brennstoffzellen-Auto den Wasserstoff, seinen Brennstoff? Quantitative Elektrolyse Zersetzungsspannung Faraday-Gesetze Wasserstoff als Energieträger	beschreiben und erläutern Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3). deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF 4). erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2). schließen aus experimentellen Daten auf elektrochemische Gesetzmäßigkeiten (u.a. Faraday-Gesetze) (E6). erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2).	**Demonstrationsexperiment:** Elektrolyse von angesäuertem Wasser Aufnahme einer Stromstärke-Spannungskurve, Grafische Ermittlung der Zersetzungsspannung **Hypothesenbildung, selbstständige Versuchsplanung, Schülerexperiment** zur Untersuchung der Elektrolyse in Abhängigkeit von der Stromstärke und der Zeit. $n \sim I*t$ **Lehrerdemonstrationsexperiment:**	Reflexion des Experiments: Redoxreaktion, exotherme Reaktion, Einsatz von elektrischer Energie: $W = U*I*t$, Zersetzungsspannung Vergleich mit der errechneten Spannung aus den Redoxpotentialen Anlage einer übersichtlichen Wertetabelle, grafische Auswertung, Schüler- oder Lehrerexperiment Selbstständiger Umgang mit Größen der Chemie und der

	werten Daten elektrochemischer Untersuchungen mithilfe der Nernst-Gleichung und der Faraday-Gesetze aus (E5). dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1).	Quantitative Kupferabscheidung aus einer Kupfer (II)-sulfat-Lösung zur Bestimmung der Faraday-Konstante **Lehrervortrag** Formulierung der Faraday-Gesetze **Übungsaufgaben in Einzel- und Partnerarbeit:** Berechnung der elektrischen Energie, die zur Gewinnung von z.B. 1 m^3 Wasserstoff notwendig ist, hier auch Aufgaben zur abgeschiedenen Masse	Elektrochemie in Einzelarbeit; Korrektur in Partnerarbeit
Antrieb eines Kraftfahrzeugs heute und in der Zukunft Energiegewinnung und Energiespeicherung im Vergleich	argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4). erläutern und beurteilen die elektrolytische Gewinnung eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B3). vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen	**Expertendiskussion** Woher sollte der elektrische Strom zum Laden eines Akkumulators und zur Gewinnung des Wasserstoffs kommen?	Sammeln und Bewerten von Argumenten

	(u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle, Alkaline-Zelle) (B1). diskutieren die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie (B4). diskutieren Möglichkeiten der elektrochemischen Energiespeicherung als Voraussetzung für die zukünftige Energieversorgung (B4).	Vergleichende Betrachtung von Benzin, Diesel, Erdgas, Akkumulatoren und Brennstoffzellen zum Antrieb eines Kraftfahrzeuges - ökologische und ökonomische Aspekte - Energiewirkungsgrad	

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Umgang mit Größengleichungen analysieren und korrigieren

Leistungsbewertung:

- Mitwirkung bei der Versuchsplanung, sorgfältige Auswertung quantitativer Experimente, Schülervortrag, Anteil an Gruppenarbeit

Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:

Interessant ist die Abbildung von einem Brennstoffzellen-Bus mit Beschriftung, die z.B. auf „Null-Emissionen“ hinweist, z.B. http://www.brennstoffzellen-bus.de/bus/.

Im Internet sind auch animierte Darstellungen zu den chemischen Reaktionen, in vereinfachter Form, in einer Brennstoffzelle zu finden, z.B.http://www.brennstoffzellenbus.de/bzelle/index.html.

Die Chance der Energiespeicherung durch die Wasserstoffgewinnung mithilfe der Nutzung überschüssigen elektrischen Stroms aus Solar- und Windkraftanlagen wird dargestellt in http://www.siemens.com/innovation/apps/pof_microsite/_pof-spring-2012/_html_de/elektrolyse.html.

Ein Vergleich der alkalischen Elektrolyse und der der Elektrolyse mir einer PEM-Zelle wird ausführlich beschrieben in http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Workshopbaende/ws2007/ws2007_07.pdf.

http://www.diebrennstoffzelle.de

Leistungskurs Qualifikationsphase Q 1 – Unterrichtsvorhaben IV

<table>
<tr><td colspan="4">Kontext: Entstehung von Korrosion und Schutzmaßnahmen</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: Elektrochemie</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:

• Korrosion und Korrosionsschutz

Zeitbedarf: ca. 10 Stunden à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

• UF3 Systematisierung
• E6 Modelle
• K2 Recherche
• B2 Entscheidungen

Basiskonzepte (Schwerpunkte):

Basiskonzept Donator-Akzeptor

Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht</td></tr>
<tr><td>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</td><td>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans

Die Schülerinnen und Schüler …</td><td>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</td><td>Verbindliche Absprachen

Didaktisch-methodische Anmerkungen</td></tr>
<tr><td>Korrosion vernichtet Werte

• Merkmale der Korrosion
• Kosten von Korrosionsschäden</td><td>recherchieren Beispiele für elektrochemische Korrosion und referieren über Möglichkeiten des Korrosionsschutzes (K2, K3).

diskutieren ökologische Aspekte und wirtschaftliche Schäden, die durch Korro- sionsvorgänge entstehen können (B2).</td><td>Abbildungen zu Korrosionsschäden oder Materialproben mit Korrosionsmerkmalen

Sammlung von Kenntnissen und Vorerfahrungen zur Korrosion</td><td>Mind-Map zu einer ersten Strukturierung der Unterrichtsreihe, diese begleitet die Unterrichtsreihe und wird in den Stunden bei Bedarf ergänzt</td></tr>
</table>

		Recherche zu Kosten durch Korrosionsschäden	Internetrecherche oder Auswertung vorgegebener Materialien der Lehrkraft
Ursachen von Korrosion • Lokalelement • Rosten von Eisen - Sauerstoffkorrosion - Säurekorrosion	erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge und Maßnahmen zum Korrosi- onsschutz (u.a. galvanischer Überzug, Opferanode)) (UF1, UF3). erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/ Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7).	**Schüler- oder Lehrerexperiment** Experimentelle Erschließung der elektrochemischen Korrosion **Schülerexperimente** Bedingungen, die das Rosten fördern	Selbstständige Auswertung der Experimente mithilfe des Schulbuches oder bildlicher und textlicher Vorgaben durch die Lehrkraft Aufgreifen und Vertiefen der Inhalte und Begriffe: Anode, Ka- thode, galvanisches Element, Re- doxreaktion
Schutzmaßnahmen • Galvanisieren • kathodischer Korrosionsschutz	erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge und Maßnahmen zum Korrosi- onsschutz (u.a. galvanischer Überzug, Opferanode) (UF1, UF3). bewerten für konkrete Situationen ausgewählte Methoden des Korrosionsschutzes bezüglich ihres Aufwandes und Nutzens (B3, B2).	**Lehrer- oder Schülerexperiment** Verkupfern oder Verzinken eines Gegenstandes **Bilder oder Filmsequenz** zum Verzinken einer Autokarosserie durch Galvanisieren und Feuerverzinken **Welcher Korrosionsschutz ist der beste?** Bewertung des Korrosionsschutzes nach Darstellung einiger Korrosionsschutzmaßnahmen durch Kurzreferate	Anode aus Kupfer bzw. Zink zur Verdeutlichung der Teilnahme der Anode an einer Elektrolyse; selbstständige Auswertung des Experimentes mithilfe des Schul- buches Sammeln und Bewerten von Argumenten

Diagnose von Schülerkonzepten: • Alltagsvorstellungen zur Korrosion Leistungsbewertung: • Durchführung von Experimenten, Auswertung der Experimente, Kurzreferate
Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen: www.korrosion-online.de Umfangreiches Informations- und Lernangebot rund um das Thema *Korrosion* und Korrosionsschutz. Weist auch viele interessante und vielfältige Abbildungen zur Korrosion auf. *daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/korrosion/korrosion.htm* 20.09.2010 - Beschreibung von Erscheinungsformen für *Korrosion* und Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Korrosionsschutz Element In dem VHS-Video „Korrosion und Korrosionsschutz“ (4202818) werden mit Hilfe von Tricksequenzen - die Vorgänge bei der Entstehung von Rost und die gängigsten Verfahren (Aufbringen eines Schutzüberzugs aus einem unedleren Metall durch Schmelztauchen, Einsatz einer Opferanode, Galvanisieren) gezeigt, um Metalle vor Korrosion zu schützen.

Leistungskurs Qualifikationsphase Q2 – Unterrichtsvorhaben I

Kontext: Maßgeschneiderte Kunststoffe – nicht nur für Autos
Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltliche Schwerpunkte:	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**
43. Organische Verbindungen und Reaktionswege 44. Reaktionsabläufe 45. Organische Werkstoffe	46. UF1 Wiedergabe 47. UF3 Systematisierung 48. E4 Untersuchungen und Experimente 49. E5 Auswertung 50. E7 Arbeits- und Denkweisen

Zeitbedarf: 34 Std. à 45 Minuten		51. K3 Präsentation 52. B3 Werte und Normen **Basiskonzepte (Schwerpunkte):** Basiskonzept Struktur – Eigenschaft Basiskon- zept Donator-Akzeptor	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler ….	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Die Vielfalt der Kunststoffe im Auto: 53. Definition der Begriffe „Kunststoff“ „Makromolekül“ „Polymer“ „Monomer“ 54. Bsp. für Eigenschaften von Kunststoffen und deren Verwendung		**Demonstration von Kunststoffteilen eines Autos:** 55. Blinkerabdeckung 56. Sicherheitsgurt 57. Keilriemenrolle 58. Sitzbezug **Mind Map:** Kunststoffe im Auto - Eigenschaften und Verwendung **Eingangstest***:* intermolekulare Wechselwirkungen, funktionelle Gruppen.	Ausgehend von der Verwendung von Kunststoffen im Auto werden Fragestellungen entwickelt und eine **Mind Map** erstellt und im Laufe der Unterrichtssequenz ergänzt. In der **Eingangsdiagnose** wird das für den folgenden Unterricht bedeutsame Vorwissen der SuS abgefragt. **Materialien zur individuellen Wiederholung der Lerninhalte** werden im Verlauf des Unterrichts bereitgestellt.
Eigenschaften, Synthesereaktionen, Stoffklassen und	beschreiben und erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF3).	**Die folgenden Schüler Experimente werden als Lernzirkel durchgeführt.**	Reaktionsschritte der radikalischen Polymerisation können in

Verarbeitung von Kunststoffen **1. Transparentes Plexiglas (PMMA):** 59. Reaktionsschritte der radikalischen Polymerisation 60. Faserstruktur und Transparenz **2.1 Reißfeste Fasern aus PET:** 61. Aufbau von Polyestern 62. Polykondensation (ohne Mechanismus) 63. Faserstruktur und Reißfestigkeit 64. Schmelzspinnverfahren **3. Hitzebeständige Kunststoffe für den Motorraum:** Hitzebeständigkeit und Molekülstruktur der Duromere, Elastomere und Thermo- plaste **4. Nylonfasern für Sitzbezüge** 65. Aufbau von Nylon 66. Polyamide	erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4). beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle den Verlauf ausgewählter chemischer Reaktionen in Teilschritten (K3). Vergleichen ausgewählte organische Verbindungen und entwickeln Hypothesen zu deren Reaktionsverhalten aus den Molekülstrukturen (u.a. I-Effekt, M-Effekt, sterischer Effekt) (E3). untersuchen Kunststoffe auf ihre Eigenschaften, planen dafür zielgerichtete Experimente (u.a. zum thermischen Verhalten), führen diese durch und werten sie aus (E1, E2, E4, E5). ermitteln Eigenschaften von organischen Werkstoffen und erklären diese anhand der Struktur (u.a. Thermoplaste, Elastomere, Duromere) (E5).	67. Herstellung einer PMMA Scheibe durch radikalische Polymerisation 68. Herstellung einer Polyesterfaser mit einer Heißklebepistole 69. Thermische Eigenschaften von Duromeren, Elastomeren und Thermoplasten	Lernprogrammen erarbeitet werden. **Materialien zur individuellen Wiederholung:** **zu 1.:** Alkene, elektrophile Addition **zu 2.1:** Alkanole, Carbonsäuren, Ester, Veresterung und Verseifung, Intermolekulare Wechselwirkungen

Systematisierung der kennen gelernten Stoffklassen und Reaktionstypen.	erklären den Aufbau von Makromolekülen aus Monomer-Bausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u.a. Polyester, Polyamide, Polycarbonate) (UF1, UF3). erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF3, UF4).	70. „Nylonseiltrick“ **Protokolle** **Arbeitsblätter** zur Zusammenfassung der Stoffklassen und Reaktionstypen.	**zu 4.:** Alkanole, Carbonsäuren, Ester, Veresterung und Verseifung,
Kunststoff werden in Form gebracht: **Kunststoffverarbeitung** Verfahren, z.B.: 71. Extrudieren 72. Spritzgießen 73. Extrusionsblasformen 74. Fasern spinnen Geschichte der Kunst-stoffe	recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).	Mögliche Formen der Präsentationen durch die SuS: **Referat, Posterpräsentation, Museumsgang oder WIKI.** Einsatz von **Filmen** und **Animationen** zu den Verarbeitungsprozessen.	In diesem und den folgenden Unterrichtseinheiten können S- **Präsentationen (Referate, Pos- ter, WIKI)** erstellt werden. Mög- liche Themen: • Verarbeitungsverfahren • Historische Kunststoffe
Reaktionsweg zur Herstellung von Polycarbonat, dem Kunststoff für Auto-Sonnendächer	präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata. (K3)	**Recherche:** Aufbau der Polycarbonate Reaktionsweg zur Herstellung von Polycarbonaten aus Basischemikalien	**Weitere mögliche Themen für S-Präsentationen:** Verwendungen von Polycarbonaten (z.B. in LCD-Bildschirmen,

75. Bau der Polycarbonate 76. Vorteile gegenüber PMMA (Elastizität, Wärmebeständigkeit) 77. Syntheseweg zum Polycarbonat	verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4). verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).	Eigenschaften in Bezug auf ihre Eignung als Werkstoff für Autodächer Vorteile gegenüber PMMA **Flussdiagramme** zur Veranschaulichung des Reaktionswegs und Herstellungsprozesses	als Fassungen für LEDs) und von PMMA.
Maßgeschneiderte Kunststoffe z.B.: 78. Cokondensate und "Blends" auf Basis von Polycarbonaten 79. Plexiglas (PMMA) mit UV-Schutz 80. Superabsorber 81. Cyclodextrine 82. Silikone	stellen Erkenntnisse der Strukturchemie in ihrer Bedeutung für die Weiterentwicklung der Chemie (u.a. Aromaten, Makromoleküle) dar (E7). präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3). demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3) beschreiben und diskutieren aktuelle Entwicklungen im Bereich organischer Werkstoffe und Farbstoffe unter vorgegebenen und selbstständig gewählten Fragestellungen (K4).	**Arbeitsteilige Gruppenarbeit ggf. mit Schüler-Experimenten** zu ausgewählten maßgeschneiderten Kunststoffen, z.B.: 83. Plexiglas mit UV-Schutz 84. Superabsorber und ihre Wasseraufnahmefähigkeit 85. Cyclodextrine als "Geruchskiller" **Präsentation der Ergebnisse als** **WIKI oder als Poster (Museumsgang)**	Die SuS suchen sich die Themen nach ihrem Interesse aus. Bei den Vorträgen soll auch auf die Synthesewege eingegangen werden und deren Darstellung eingeübt werden. Cokondensation und "Blending" dienen der Modifikation von Kunststoffeigenschaften. Der Nachweis der UV-absorbierenden Wirkung der Plexiglasscheibe soll nur qualitativ mit Hilfe einer UV-Lampe erfolgen. Der Versuch eignet sich zur Überleitung zum Thema Farb- stoffe.

Kunststoffmüll ist wertvoll: **Kunststoffverwertung** **86. Umweltverschmutzung durch Plastikmüll** **87. Verwertung von Kunststoffen:** - energetisch - rohstofflich - stofflich **88. Ökobilanz** von Kunststoffen	diskutieren und bewerten Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3). erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3). beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorge- gebenen Fragestellungen (B4).	**Arbeitsteilige Gruppenarbeit ggf. mit Schüler-Experimenten** • Umschmelzen von Polycarbonat (CD) oder PET (Flaschen) 89. Herstellung von Stärkefolien 90. Herstellung von kompostierbarem Verpackungsmaterial "Stärkopor" Einsatz von **Filmen** zur Visualisierung der Verwertungsprozesse. **Podiumsdiskussion**: z.B. zum Thema „Einsatz von kompostierbarem Verpackungsmaterial“	**Fächerübergreifender Aspekt:** Plastikmüll verschmutzt die Meere (Biologie: Ökologie).

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Eingangstest, Präsentationen, Protokolle

Leistungsbewertung:

- Präsentationen (Referate, Poster, Podiumsdiskussion), Schriftliche Übungen

Werksbesichtigung im Kunststoffwerk

Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:

Die meisten Experimente finden sich in der Unterrichtsreihe "Kunststoffe im Auto": http://www.chik.de

Informationen zur Weiterentwicklung von Polycarbonaten (Blends und Cokondensate) zur Verwendung in der Automobilindustrie und in Bildschirmen: http://www.energiespektrum.de/_misc/drucken/drucken.cfm?pk=29098

http://www.research.bayer.de/de/unterrichtsmaterialien_lcd_bildschirme.aspx

Internetauftritt des Verbands der Kunststofferzeuger mit umfangreichem Material für Schulen. Neben Filmen und Animationen (z. zur Kunststoffverarbeitung) finden sich auch Unterrichtseinheiten zum Download:

http://www.plasticseurope.de/Document/animation-vom-rohol-zum-kunststoff.aspx Experimentiervorschrift zur

Herstellung einer UV-absorbierenden Acrylglasscheibe: http://www.chemiedidaktik.uni-

wuppertal.de/alte_seite_du/material/exarbeiten/pmma/pmma16.pdf

Umfangreiche Unterrichtsreihen zum Thema Kunststoffe mit Materialien zum recyclingfähigen Belland-Material:

http://www.chik.die-sinis.de/Unterrichtsreihen_12/B_____Organik/Belland.pdf

Film zum Kunststoffrecycling und Informationen zum grünen Punkt:

http://www.gruener-punkt.de/corporate/presse/videothek.html

Leistungskurs Qualifikationsphase Q2 – Unterrichtsvorhaben II

• **Kontext:** Alles Plastik – Kleindung aus Kunststoffen
Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltliche Schwerpunkte:	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**
• Organische Verbindungen und Reaktionswege **Zeitbedarf**: ca. 14 Stunden à 45 Minuten	• UF3 Systematisierung • UF4 Vernetzung • E3 Hypothesen • E4 Untersuchungen und Experimente • K3 Präsentation • B3 Werte und Normen

		Basiskonzepte (Schwerpunkte): Basiskonzept Struktur-Eigenschaft, Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht, Basiskonzept Energie	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Wiederholung organischer Stoffklassen • Homologe Reihe • Alkohole • Aldehyde • Ketone • Carbonsäuren • Ester	beschreiben den Aufbau der Moleküle (u.a. Strukturisomerie) und die charakteristischen Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihre chemischen Reaktionen (u.a. Veresterung, Oxidationsreihe der Alkohole) (UF1, UF3) erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften vorher (UF1) erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-	Siehe „EF- Unterlagen“	Tabellarische Sammlung der wichtigsten Fakten zu den Stoffen: Name, Namensendung, funktionelle Gruppe, wirkende zwischenmolekulare Kräfte, Vgl. von Siedetemperaturen, Darstellung

	der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4)		
Erdöl, ein Gemisch vielfältiger Kohlenwasserstoffe • Stoffklassen • Destillation • Cracken	erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3). beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).	Präsentation „Moderne Kleindung – Vergleich von Friesennerz mit Goretex“ ➔ Herausstellen von Vor- und Nachteilen **Film:** Die Sendung mit der Maus „Erdöl“ **Arbeitsblatt** mit Destillationsturm **Arbeitsblätter** zur Vielfalt der Kohlenwasserstoffe (Wiederholung aus EF) **Grafik** zur Zusammensetzung von Erdölen und zum Bedarf der Produkte	
Wege zum gewünschten Produkt • elektrophile Addition • radikalische Substitution • Nucleophile Substitution • Polykondensation • Eliminierung	formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und einer nucleophilen Substitution und erläutern diese (UF1).	**AB „Mögliche Reaktionswege zum Goretex/Polyester“** **Ae:**	

	verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4). klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3). erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4). erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften voraus (UF1). schätzen das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen aus den Molekülstrukturen ab (u.a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3). verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).	Arbeitsgleiche Gruppenarbeit „elektrophile Addition“ mit folgenden Stationen: • Molekülgeometrie • **Exp:** Bromierung von KWS • Aufklärung Mechanismus • Strukturbesonderheiten • Additionsreaktionen bei Alkenen **Demonstrationsversuch „Regenbogen“** **SR:** **AB**: Exp: Bromierung von Alkanen **AB:** Reaktionsweg vom Ethan zum Dichlorethan **Diskussion** zur Rentabilität von radikalischen Reaktionen aufgrund der ggf. hohen Anzahl an Nebenprodukten	

	erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4). Erklären Reaktionsabläufe unter dem Gesichtspunkt der Produktausbeute und Reaktionsführung (UF4) bewerten die Grenzen chemischer Modellvorstellungen über die Struktur organischer Verbindungen und die Reaktionsschritte von Synthesen für die Vorhersage der Bildung von Reaktionsprodukten (B4).	**SN:** Lernstraße zum Mechanismus der nukleophilen Substitution: • Wiederholung EN • Modellübungen zur Substitution • **Exp.** Alkohole aus Halogenalkanen • SN1 oder SN2? – sterische und induktive Effekte • Übung: verschiedene Nucleophile **Polykondensation:** Aufklärung des Mechanismus (Material siehe EF „Esterbildung“	

Leistungsbewertung:

- Darstellen eines chemischen Sachverhalts, Aufstellen von Reaktionsschritten, Beschreibung und Erläuterung von Reaktionsschritten
- Klausuren/Facharbeit ...

Leistungskurs Qualifikationsphase Q2 – Unterrichtsvorhaben III

<table>
<tr><td colspan="4">Kontext: Farbstoffe im Alltag</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:

• Farbstoffe und Farbigkeit

Zeitbedarf: 20 Std. à 45 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

• UF1 Wiedergabe
• UF3 Systematisierung
• E6 Modelle
• K3 Präsentation
• K4 Argumentation
• B4 Möglichkeiten und Grenzen

Basiskonzepte (Schwerpunkte):

Basiskonzept: Struktur – Eigenschaft</td></tr>
<tr><td>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</td><td>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans

Die Schülerinnen und Schüler ….</td><td>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</td><td>Verbindliche Absprachen

Didaktisch-methodische Anmerkungen</td></tr>
<tr><td>Farben im Alltag

- Farbigkeit und Licht
- Absorptionsspektrum</td><td>erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3).</td><td>Mindmap: Farbe

Erarbeitung: Licht und Farbe, Fachbegriffe</td><td>.</td></tr>
</table>

	werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5)	**Experiment:** Fotometrie und Absorptionsspektren	
Organische Farbstoffe I - Farbe und Struktur - Konjugierte Doppelbindungen - Donator-/ Akzeptorgruppen - Mesomerie - Triphenylmethanfarbstoffe	erklären die Farbigkeit von vorgegebenen Stoffen (u.a. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe) durch Lichtabsorption und erläutern den Zusammenhang zwischen Farbigkeit und Molekülstruktur mit Hilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-/ Akzeptorgruppen (UF1, E6). geben ein Reaktionsschema für die Synthese eines Azofarbstoffes an und erläutern die Azokupplung als elektro- phile Zweitsubstitution (UF1, UF3) erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe) (E6). Machen eine Vorhersage über den Ort der elektrophilen Zweitsubsitution am Aromaten und begründen diese mit	**AB Tour de Chemie** **Arbeitsblatt:** Kriterien für Farbigkeit Einfluss von konjugierten Doppelbindungen bzw. Donator-/ Akzeptorgruppen **Demonstrationsexperiment:** Farbwechsel von Phenolphthalein Erarbeitung der Strukturen **Schülerexperiment:** Synthese von Fluorescein	Wiederholung: elektrophile Substitution

	dem Einfluss des Erstsubstituenten (E6, E7)		
Organische Farbstoffe II - Benzolderivate - Elektrophile Substitution - Azofarbstoffe	erläutern das Reaktionsverhalten von aromatischen Verbindungen (u.a. Benzol, Phenol) und erklären dies mit Reaktionsschritten der elektrophilen Erst- und Zweitsubstitution (UF1, UF2), analysieren und vergleichen die Reaktionsschritte unterschiedlicher Reaktionstypen (u.a. elektrophile Addition und elektrophile Substitutin-on) (E6), beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und erläutern Grenzen dieser Modellvorstellung (E6, E7),	**AB´s:** Darstellung von Benzolderivaten als Grundstoffe für Azofarbstoffe **AB´s:** Vgl. A_E & S_E **Exp.** Bildung eines Azofarbstoffes (Orange II)	

	geben ein Reaktionsschema für die Synthese eines Azofarbstoffes an und erläutern die Azokupplung als elektro- phile Zweitsubstitution (UF1, UF3) erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe) (E6). Machen eine Vorhersage über den Ort der elektrophilen Zweitsubsitution am Aromaten und begründen diese mit dem Einfluss des Erstsubstituenten (E6, E7)		
Bestimmung von Farbstoffkonzentrationen - Absorptionsspektren - Lambert-Beersches Gesetz	werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5), berechnen aus Messwerten zur Extinktion mithilfe des Lambert-Beer-Gesetzes die Konzentration von Farbstoffen in Lösungen (E5),	**Thema: Analyse von Farbstoffen im Abwasser von Färbereien** **AB:** Absorptionsspektrum **Schülerübung:** Mathematische Bestimmung von Konzentrationen	

	gewichten Analyseergebnisse (u.a. fotometrische Messung) vor dem Hintergrund umweltrelevanter Fragestellungen (B1, B2),	**Diskussion:** Beurteilung der Analyseergebnisse in Hinblick auf die Gefährdung der Gewässer	
Verwendung von Farbstoffen • bedeutsame Textilfarbstoffe • Wechselwirkung zwischen Faser und Farbstoff	recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3). demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3). beschreiben und diskutieren aktuelle Entwicklungen im Bereich organischer Werkstoffe und Farbstoffe unter vorgegebenen und selbstständig gewählten Fragestellungen (K4). erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoff-brücken (UF3, UF4).	**Recherche:** Farbige Kleidung im Wandel der Zeit **Schülerexperiment:** Färben mit Indigo und mit einem Direktfarbstoff **Diskussion und Vergleich** **Arbeitsblatt:** Textilfasern und Farbstoffe (Prinzipien der Haftung) **Moderne Kleidung:** Erwartungen **Recherche:** Moderne Textilfasern und Textilfarbstoffe – Herstellung, Verwendung, Probleme **Erstellung von Postern und Museumsgang**	Rückgriff auf die Kunststoffchemie möglich ggf. weitere Färbemethoden Wiederholung zwischenmolekularer Wechselwirkungen z.B. Azofarbstoffe und reduktive Azospaltung

	beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).		

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Lernaufgabe

Leistungsbewertung:

- Klausur, Präsentation, Protokolle

Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:

Zahlreiche Informationen zu Farbe und Farbstoffen sind z.B. im folgenden Lexikon zusammengestellt:

http://www.seilnacht.com/Lexikon/FLexikon.htm

Auch zu aktuelleren Entwicklungen findet man Material:

http://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/funktionelle+Farben.html

5. Grundsätze der Leistungsbeurteilung

Transparenz

Zu Beginn eines Schuljahres (oder im Fall von Epochalunterricht eines Halbjahres) werden die Schülerinnen und Schüler über die angestrebten Ziele und die im Folgenden erläuterten Grundsätze der Leistungsbewertung informiert..

Gewichtung der Kompetenzbereiche

Die Kompetenzbereiche Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung sollen in die Benotung einfließen. Bewertet werden Vorhandensein und Umgang mit Fachwissen, Engagement im Unterricht, Kooperationsfähigkeit, Einhalten von Regeln und Absprachen beim praktischen Arbeiten, häusliche Vor- und Nachbereitungsarbeiten, Schülervorträge und schriftliche Leistungsüberprüfungen.

Das Erreichen der Kompetenzen ist durch, Beobachtungen der Schülerinnen und Schüler im Unterricht und die Bewertung der Arbeitsprodukte, sowie schriftlicher Lernzielkontrollen zu überprüfen.

- Schriftliche Lernerfolgskontrollen in Sek I

Schriftliche Lernerfolgskontrollen sind kurze, die Dauer von 20 Minuten nicht überschreitende Überprüfungen. Sie werden in der Regel angekündigt. Die Anzahl der schriftlichen Überprüfungen sollte bei 1 pro Halbjahr liegen, wobei begründete Abweichungen möglich sind. Der Einfluss schriftlicher Lernerfolgskontrollen an der Gesamtnote ist vom Umfang dieser abhängig.

Benotungsschlüssel für schriftliche Leistungsüberprüfungen (Richtwerte):

Punkte in %	≥ 95	≥ 80	≥ 65	≥ 50	≥ 25	≤ 25
Note	1	2	3	4	5	6

- Klausuren in der Sek II :

Einführungsphase:

Es wird je eine Klausur im ersten und zweiten Halbjahr (90 Minuten) geschrieben.

Qualifikationsphase 1:

Es werden je zwei Klausuren pro Halbjahr (je 90 Minuten im GK und je 135 Minuten im LK) geschrieben, wobei die erste Klausur im 2. Halbjahr durch eine Facharbeit ersetzt werden kann.

Qualifikationsphase 2.1:

Es werden je zwei Klausuren (je 135 Minuten im GK und je 180 Minuten im LK) geschrieben.

Qualifikationsphase 2.2:

Es wird eine Klausur, die – was den formalen Rahmen angeht – unter Abiturbedingungen geschrieben wird.

Formen der Klausuren

- Sekundarstufe II

Die Fachschaft orientiert sich hier an den Formulierungen der Aufgabenvorschläge (Verwendung der Operatoren) und Erwartungshorizonte sowie der Benotung in der zentralen Abiturprüfung. Alle Kompetenzbereiche und die drei Anforderungsbereiche (AFB I: Wiedergabe von Kenntnissen, AFB II: Anwenden von Kenntnissen, AFB III: Problem- lösen und Werten) sind in der Klausur abzudecken, wobei mit den Punkten des AFB I und einfachem Anwenden von Kenntnissen (AFB II) die Note „ausreichend“ erreichbar sein soll.

Die Aufgabenstellung sollte nach steigender Komplexität in Teilaufgaben gegliedert sein. In der Regel sind im Grundkurs 3 Teilaufgaben, im Leistungskurs je nach Komplexitätsgrad 3 bis 5 Teilaufgaben angemessen. Alle Teilaufgaben müssen einen Unterrichts- und/oder Materialbezug aufweisen.

Für Aufgabenstellungen mit experimentellem Anteil gelten die Regelungen, die in Kapitel 3 des KLP formuliert sind.

Eine Übersicht der Operatoren und ihrer Zuordnung zu den einzelnen Anforderungsbereichen findet sich unter

https://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/cms/zentralabitur-gost/faecher/fach.php?fach=7

erlaubte Hilfsmittel

- Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung
- Periodensystem
- GTR (Graphikfähiger Taschenrechner)

Sonstige Mitarbeit

a) Mündliche Mitarbeit

Die Bewertung der mündlichen Leistung ist zu messen an der Qualität der Aussage. Eine effektive Arbeit in Gruppen fordert soziale Kompetenzen, konzentriertes und zielgerichtetes Arbeiten. Die Kooperationsfähigkeit und die Qualität der Arbeitsprodukte sind in die Bewertung mit einzubeziehen. Grundsätzlich wird von Schülern erwartet, dass sie den Inhalt der vorangegangenen Stunde(n) angemessen wiedergeben können.

Die mündliche Mitarbeit lässt sich nicht mithilfe eines Punkterasters bewerten. Hierfür werden vielmehr die folgenden Kriterien festgelegt:

sehr gut: Zeigt seine Mitarbeit häufig und durchgängig durch fachlich korrekte und weiterführende Beiträge.
gut: Zeigt seine Mitarbeit überwiegend durch fachlich korrekte und bisweilen weiterführende Beiträge.
befriedigend: Zeigt seine Mitarbeit regelmäßig durch Beiträge und kann eventuell auftretende fachliche Fehler ggf. mit Hilfen erkennen und berichtigen.
ausreichend: Zeigt seine Mitarbeit durch unregelmäßige oder häufig fehlerhafte Beiträge, kann aber nach Aufforderung den aktuellen Stand der unterrichtlichen Überlegungen weitgehend reproduzieren.
mangelhaft: Trägt nicht oder nur wenig durch eigene Beiträge zum Unterricht bei und kann sich auch auf Nachfrage nur lücken- und/oder fehlerhaft zu den aktuellen Unterrichtsinhalten äußern.
ungenügend: Trägt auch auf Nachfrage in aller Regel nicht erkennbar zum Unterrichtsfortgang bei.

b) Schülervorträge

Zu verschiedenen Themengebieten können (verpflichtende oder freiwillige) Schülervorträge in die Leistungsbewertung einbezogen werden. Entscheidend ist, dass die Leistung des vortragenden Schülers erkennbar wird und nicht nur fremde Texte aus Büchern oder dem Internet wiedergegeben werden. Die Erwartungen, die an einen Schülervortrag gestellt werden, sind den Schülern rechtzeitig vorher offenzulegen.

c) Durchführung von Schülergruppenexperimenten

In die Bewertung von Schülergruppenexperimenten fließen folgende Kriterien und beobachtbare Indikatoren ein:

Kriterien/ Indikatoren

Soziales Arbeitet erkennbar an der gestellten Aufgabe mit. Übernimmt Aufgaben und erfüllt diese zuverlässig. Lässt anderen Gruppenmitgliedern ausreichend Raum für eigenes Arbeiten, hilft bei Bedarf aber in angemessener Weise.
Praktisches Führt das Experiment gemäß der bekannten, allgemeinen Regeln (Sicherheitsvorschriften, Bedienung von Geräten...) und der jeweiligen Anleitung durch. Dokumentiert das Experiment (Versuchsprotokoll, Anfertigen mikroskopischer Zeichnungen) in angemessener Form.
Theoretisches Äußert sich auf Nachfrage zum jeweiligen Stand des Experimentes und zu den nächsten geplanten Schritten.

d) Weitere Arten sonstiger Leistungen

Ob und wie weit weitere Leistungen anderer Art Eingang in die Leistungsbewertung finden, bleibt letztlich der Lehrkraft überlassen. Die in einem Jahrgang unterrichten Kolleginnen und Kollegen sind aber gehalten, sich über die einzelnen zu bewertenden Elemente auszutauschen und zu einigen, so dass die Vergleichbarkeit der Leistungsbewertung in parallelen Lerngruppen gewährleistet bleibt.

e) Absprachen zur Facharbeit

In der Qualifikationsphase 1 kann die erste Klausur des zweiten Halbjahres durch eine Facharbeit ersetzt werden. Facharbeiten dienen dazu, die Schülerinnen und Schüler mit den Prinzipien und Formen selbstständigen, wissenschaftspropädeutischen Lernens vertraut zu machen. Die Facharbeit ist eine umfangreichere schriftliche Hausarbeit und selbstständig zu verfassen. Umfang und Schwierigkeitsgrad der Facharbeit sind so zu gestalten, dass sie ihrer Wertigkeit im Rahmen des Beurteilungsbereichs „Schriftliche Arbeiten/Klausuren“ gerecht wird. Die Verpflichtung zur Anfertigung einer Facharbeit entfällt bei Belegung eines Projektkurses.

Die Wahl des Themas für die Facharbeit erfolgt ebenso wie der Aufbau der Arbeit in enger Absprache zwischen dem Schüler / der Schülerin und dem Fachlehrer / der Fachlehrerin. Das Thema kann aus dem Unterricht, aber auch aus einem persönlichen Interessensschwerpunkt des Schülers /der Schülerin erwachsen. Es muss sowohl die Möglichkeit bieten, den Umgang mit Sekundärliteratur unter Beweis zu stellen, als auch eigenständig zu arbeiten.

Der Beurteilung der Facharbeit liegt folgendes Bewertungsschema zugrunde:

Städtisches Gymnasium Schmallenberg Stufe Q1

Gutachten zur Facharbeit in Chemie

Thema:

Formale und wissenschaftliche Aspekte

Die Facharbeit wurde formal…

Die *äußere Form* der Facharbeit ist ansprechend. Heftung und Umschlag sind ordentlich und sauber.	4	
Das *Deckblatt* der Facharbeit ist formal korrekt gestaltet worden. Es enthält neben dem Thema auch Angaben zu Autor und zum Unterrichtsfach, in dem die Arbeit verfasst wurde.	4	
Die *formalen Vorgaben für Gestaltung und Layout* einer Facharbeit wurden eingehalten. Der Seitenaufbau entspricht den Vorgaben. Die Seiten wurden in korrekter Weise nummeriert.	5	
Literatur- und Quellenverzeichnis weisen eine wissenschaftlich normierte Angabe der Autoren in alphabetischer Reihung auf.	5	
Alle Kapitel wurden mit aussagekräftigen Überschriften versehen.	2	
Die formale Gestaltung der in die Facharbeit eingebundenen *Abbildungen* und *Daten* entspricht den Vorgaben. Abbildungen, Tabellen und Daten wurden mit einer Unter- bzw. Überschrift und Nummerierung versehen.	8	
Die *sprachliche Darstellung* der Inhalte erfolgt zufrieden stellend. Es wurde auf die klare Formulierung von Bezügen, Begründungen, Schlussfolgerungen und Zusammenhängen geachtet.	10	
Die *Schlusserklärung* wurde der Arbeit in korrekter Form beigefügt.	2	

Im methodischen Bereich weist die Arbeit….

Die der Facharbeit zugrunde liegende *Literatur- und Quellenrecherche* wurde eigenständig und sicher durchgeführt. Umgang und Sorgfalt überzeugen. Die ausgewählten Grundlagenquellen sind geeignet.	10	
Die dem praktischen Untersuchungsteil zugrundeliegenden Untersuchungen, Versuche, Materialien und Methoden sind geeignet. Die Methoden der Untersuchung sind nachvollziehbar dargestellt.	10	
Auf eine präzise und differenzierte Sprache unter Verwendung fachwissenschaftlicher Termini wurde geachtet.	5	
Die *Quellen* wurden selbstständig *ausgewertet*. Verbindungen zwischen den verschiedenen Quelleninhalten wurden hierbei deutlich hergestellt.	4	
Der *Aufbau* der Arbeit überzeugt insgesamt. Die *zwischen den einzelnen Kapiteln der Arbeit bestehenden Zusammenhänge* werden sicher hergestellt. Nichtselbständigen Aussagen im Facharbeitstext sind durch Querverweise zum Autor und zum Jahr der Veröffentlichung klar gekennzeichnet. Zitate werden in angemessenem Umfang verwendet und korrekt gekennzeichnet.	6	

Inhaltliche Aspekte

Inhaltlich …..

Die *Themenstellung* der Arbeit wurde korrekt erfasst und konkret umgesetzt. Der gewählte *inhaltliche Schwerpunkt* entspricht der Grundintention des Themas.	10	
Das Einleitungskapitel gibt einen allgemeinen Überblick und liefert grundlegende Information; zum Schwerpunkt der Facharbeit werden Zusammenhänge deutlich herausgestellt.	5	
Aus den vorbereitenden Literaturrecherchen ergibt sich eine problematisierende Fragestellung, die das der Facharbeit implizierte, wissenschaftliche Vorgehen rechtfertigt.	5	
In Bezug auf eine selbstständige Untersuchung überzeugen folgende Aspekte: - Erhebung der Daten - Auswertung und Analyse - Grafische Darstellung der Daten - Interpretation und Bezug zu anderen Quellen	 4 4 4 4	
Das abschließende Fazit erfolgt ausführlich, engagiert und wissenschaftlich korrekt. Es nimmt Bezug zu den zitierten Quellen und zu den eigenen Untersuchungsergebnissen.	8	

Sonstige Bewertungsaspekte

Die vorgeschriebenen Beratungstermine wurden wahrgenommen. Diese haben den Arbeitsfortschritt nachvollziehbar abgebildet. Bei der Facharbeitserstellung auftretende Fragestellungen wurden in diesen Gesprächen diskutiert.	5	
Gesamtpunktzahl	120	

Gesamturteil

Die Facharbeit…..

Note:

_____(Datum / Fachlehrer/in)

Note	Erreichte Punktzahl	Note	Erreichte Punktzahl
sehr gut plus	120 - 114	befriedigend minus	71 – 66
sehr gut	113 - 108	ausreichend plus	65 – 60
sehr gut minus	107 – 102	ausreichend	59 – 54
gut plus	101 – 96	ausreichend minus	53 – 47
gut	95 – 90	mangelhaft plus	46 – 39
gut minus	89 – 84	mangelhaft	38 – 32
befriedigend plus	83 – 78	mangelhaft minus	31 - 24
befriedigend	77 – 72	ungenügend	23 - 0