

# Chemie J1/J2 Leistungskurs (5-stündig)

1. Naturstoffe I: Fette		ca. 15 Stunden	
Die Schülerinnen und Schüler wiederholen und erweitern ihre Kenntnisse und ihre Kompetenzen im Bereich der organischen Chemie und wenden dieses Wissen auf die Stoffgruppe der Fette an. Sie vertiefen damit ihr Wissen über den räumlichen Bau der Moleküle sowie den Zusammenhang zwischen Molekülstruktur und Eigenschaften der Stoffe.			
Prozessbezogene Kompetenzen	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Konkretisierung, Vorgehen im Unterricht	Ergänzende Hinweise, Arbeitsmittel, Organisation, Verweise
Die Schülerinnen und Schüler können		<b>Wiederholung Klasse 10: (4 Std.)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffklassen</li> <li>• Funktionelle Gruppen</li> <li>• Nomenklatur</li> <li>• Skelettformeln</li> <li>• Nachweisreaktionen (Addition von Bromwasser, Aldehyd-Nachweise)</li> </ul> <b>Fette: (11 Stunden)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fette als Triglyceride</li> <li>• Vergleich pflanzlicher und tierischer Fette: gesättigte und ungesättigte Fettsäuren</li> <li>• Omega-3, Omega-6-Fettsäuren</li> <li>• Schmelzbereiche, Konsistenz</li> <li>• Fettfleckprobe</li> <li>• Addition von Halogenen, Iodzahl</li> <li>• Fetthärtung</li> <li>• Fette als Energieträger</li> <li>• Verseifung von Fetten</li> </ul>	Lernzirkel als Wiederholung von Klasse 10 Ggf. Hier bereits Reaktionsmechanismen von $S_R$ , $S_N$ und der Veresterung als Vertiefung von Klasse 10 Neu: Halbacetal, Acetal LV: Addition von Bromwasser SV: Fettfleckprobe Evtl.: LV: Bromierung von Sonnenblumenöl SV: Kaltverseifung eines Pflanzenöls alternativ: Heißverseifung von Palmin Mechanismus der Verseifung Berechnungen mit der Iodzahl und Verseifungszahl durchführen ( <i>fakultativ auch mit Säurezahl</i> )
2.2. (4) chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und gegebenenfalls mithilfe von Modellen und Darstellungen beschreiben, veranschaulichen oder erklären	3.4.4. (10) die Struktur von Fettmolekülen beschreiben (gesättigte und ungesättigte Fettsäuren, Glycerin, Ester)		
2.2 (6) Zusammenhänge zwischen Alltagserscheinungen und chemischen Sachverhalten herstellen und dabei Alltagssprache bewusst in Fachsprache übersetzen	3.4.4. (11) die Eigenschaften von Fetten erklären (hydrophob, lipophil, Konsistenz, Addition von Halogenen)		

## 2. Chemisches Gleichgewicht

ca. 30 Stunden

Die Schülerinnen und Schüler lernen die Reaktionsgeschwindigkeit als eine messbare Größe kennen und kennen die Einflussmöglichkeiten auf die Reaktionsgeschwindigkeit. Hierbei erweitern sie die Erkenntnisse aus der Mittelstufe zu den Übergangszuständen und der Katalyse von Reaktionen. Mit den Erkenntnissen zur Reaktionsgeschwindigkeit und der Erweiterung ihrer Vorstellungen zu umkehrbaren chemischen Reaktionen erlangen sie ein vertieftes Verständnis des Konzepts des chemischen Gleichgewichts. Hierfür nutzen sie experimentelle Befunde und Betrachtungen auf der Modellebene und abstrahieren diese zu einer mathematischen Beschreibung mithilfe des Massenwirkungsgesetzes. Sie verstehen die Bedeutung des chemischen Gleichgewichts und des Prinzips von Le Chatelier zur Gestaltung von Reaktionsbedingungen bei großtechnischen Prozessen.

Prozessbezogene Kompetenzen	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Konkretisierung, Vorgehen im Unterricht	Ergänzende Hinweise, Arbeitsmittel, Organisation, Verweise
Die Schülerinnen und Schüler können		<b>Kinetik: (8 Stunden)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Reaktionsgeschwindigkeit als Steigung der Tangente in c-t-Diagramm.</li><li>Geschwindigkeitskonstante <math>k</math></li><li>Stoßtheorie</li><li>Reaktionsordnungen</li><li>Einfluss der Konzentration und der Temperatur (RGT-Regel)</li><li>Katalysator und Übergangszustand bzw. Zwischenstufe</li></ul>	
2.1 (2) chemische Phänomene erkennen, beobachten und beschreiben 2.1. (3) Hypothesen bilden 2.1 (5) qualitative und quantitative Experimente unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durchführen, beschreiben, protokollieren und auswerten 2.1. (6) Laborgeräte benennen und sachgerecht damit umgehen 2.1. (8) aus Einzelerkenntnissen Regeln ableiten und deren Gültigkeit überprüfen 2.1. (9) Modellvorstellungen nachvollziehen und einfache Modelle entwickeln 2.1. (10) Modelle und Simulationen nutzen, um sich naturwissenschaftliche Sachverhalte zu erschließen	3.4.2 (1) die Umkehrbarkeit einer Reaktion als Voraussetzung für die Einstellung eines Gleichgewichts nennen 3.4.2. (2) die Reaktionsgeschwindigkeit und ihre Abhängigkeit von der Konzentration und der Temperatur beschreiben und auf der Teilchenebene erklären (RGT-Regel, Stoßtheorie, Reaktionsrate) 3.4.2 (3) die Veresterung als umkehrbare Reaktion erläutern (Reaktionsmechanismus, Carbokation, nucleophiler Angriff) 3.4.2.(4) die Einstellung des chemischen Gleichgewichts aufgrund der Angleichung der Reaktionsraten der Hin- und Rückreaktion erklären	<b>F</b> M 3.3.4. Leitidee funktionaler Zusammenhang Interpretation von Konzentrations-Zeit-Diagrammen um $v \sim c$ (Edukt) zu ermitteln SV: Messung Reaktionsgeschwindigkeit bei Reaktion von Salzsäure mit Magnesium LV: Katalyse von $\text{H}_2\text{O}_2$ mit Platin	<b>LV:</b> Bildung und Zersetzung von Ammoniumchlorid

<p>2.1. (11) die Grenzen von Modellen aufzeigen</p> <p>2.1. (12) quantitative Betrachtungen und Berechnungen zur Deutung und Vorhersage chemischer Phänomene einsetzen</p> <p>2.2. (1) in unterschiedlichen analogen und digitalen Medien zu chemischen Sachverhalten und in diesem Zusammenhang gegebenenfalls zu bedeutenden Forscherpersönlichkeiten recherchieren</p> <p>2.2. (4) chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und gegebenenfalls mithilfe von Modellen und Darstellungen beschreiben, veranschaulichen oder erklären</p> <p>2.2. (5) fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren</p> <p>2.2. (8) die Bedeutung der Wissenschaft Chemie und der chemischen Industrie [...] für eine nachhaltige Entwicklung exemplarisch darstellen</p> <p>2.3. (2) Bezüge zu anderen Unterrichtsfächern aufzeigen</p> <p>2.3. (6) Verknüpfungen zwischen persönlich oder gesellschaftlich relevanten Themen und Erkenntnissen der Chemie herstellen, aus unterschiedlichen Perspektiven diskutieren und bewerten</p>	<p>3.4.2. (5) Gleichgewichtskonzentrationen experimentell ermitteln (Estergleichgewicht)</p> <p>3.4.2. (6) ein Modellexperiment zur Gleichgewichtseinstellung durchführen und auswerten</p> <p>3.4.2. (7) mithilfe des Massenwirkungsgesetzes Berechnungen zur Lage von homogenen Gleichgewichten durchführen (Gleichgewichtskonstante <math>K_c</math>, Gleichgewichtskonzentration)</p> <p>3.4.2. (9) Möglichkeiten zur Beeinflussung von chemischen Gleichgewichten mit dem Prinzip von Le Chatelier erklären (Konzentrationsänderung, Druckänderung und Temperaturänderung)</p> <p>3.4.2. (8) das Massenwirkungsgesetz auf Löslichkeitsgleichgewichte anwenden (Lösungsvorgang, Wechselwirkung zwischen Ionen und Dipolmolekülen, heterogenes Gleichgewicht, Löslichkeitsprodukt <math>K_L</math>)</p> <p>3.4.2. (10) die Reaktionsbedingungen (Temperatur, Druck, Konzentration, Katalysator) bei der großtechnischen Ammoniaksynthese unter dem Aspekt der Erhöhung der Ammoniakausbeute diskutieren und die Leistungen von Haber und Bosch darstellen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stechheber-Versuch</li> <li>• Herleitung des MWG über Geschwindigkeitsgleichungen</li> <li>• Berechnungen von GG-Konzentrationen und -konstanten</li> <li>• Verschiebung des GGs: Prinzip von Le Chatelier</li> <li>• Löslichkeitsgleichgewichte</li> <li>• Berechnungen zu Löslichkeit und Löslichkeitsprodukten</li> <li>• Ammoniak-Synthese nach Haber-Bosch</li> </ul>	<p>SV: Stechheber-Versuch</p> <p>SV: Kupferchlorid-Gleichgewicht</p> <p>SV/LV: Eisenthiocyanat-GG</p> <p>Bezug zu Ester-Gleichgewichten!</p> <p>LV: Erhitzen und Abkühlen von <math>\text{NO}_2/\text{N}_2\text{O}_4</math> – Ampulle</p> <p>SV: Druckabhängigkeit des Ammoniumhydrogencarbonat-GGs</p> <p>LV: Löslichkeitsgleichgewicht von Kaliumperchlorat (Fällungsreaktionen in übersättigten Lösungen)</p>
--	--	---	--

	3.4.2. (11) die gesellschaftliche Bedeutung der Ammoniaksynthese erläutern		 BNE Bedeutung und Gefährdung einer nachhaltigen Entwicklung  MB Information und Wissen
--	--	--	---

### 3. Säure-Base-Gleichgewichte

ca. 35 Stunden

Die Schülerinnen und Schüler wenden die Erkenntnisse über die Gleichgewichtsreaktionen auf die Protolysen an. Sie verstehen die Säure-Base-Gleichgewichte im Sinne des Donator-Akzeptor-Prinzips. Aus dem Massenwirkungsgesetz können sie sich die Säurekonstante herleiten und diese als Maß für die Charakterisierung der Stärke einer Säure nutzen. Sie deuten den pH-Wert als Maß für die Konzentration der Oxonium-Ionen in sauren und alkalischen Lösungen. Des Weiteren wenden Sie das Gleichgewichtskonzept bei Säure-Base-Reaktionen auf Indikatoren und Puffersysteme an.

Prozessbezogene Kompetenzen	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Konkretisierung, Vorgehen im Unterricht	Ergänzende Hinweise, Arbeitsmittel, Organisation, Verweise
Die Schülerinnen und Schüler können			
2.1. (1) chemische Phänomene erkennen, beobachten und beschreiben	3.4.3 (1) Säure-Base-Reaktionen mithilfe der Theorie von Brønsted beschreiben (Donator-Akzeptor-Prinzip)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Definition nach Brønsted</li><li>• Oxonium- und Hydroxid-Ionen</li><li>• Neutralisationsreaktion</li></ul>	Wiederholung Mittelstufe LV: Ammoniak mit Chlorwasserstoff in der Gasphase (Protolyse ohne Wasser)
2.1. (2) Fragestellungen, gegebenenfalls mit Hilfsmitteln, erschließen	3.4.3 (2) das Konzept des chemischen Gleichgewichts auf Säure-Base-Reaktionen mit Wasser anwenden (HCl, HNO <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> , H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub> , O <sup>2-</sup> , CH <sub>3</sub> COOH, konjugierte Säure-Base-Paare, Wasser-Molekül als amphoteres Teilchen)	<ul style="list-style-type: none"><li>• konjugierte Säure-Base-Paare an Beispielen aufzeigen und GG-Aspekt erklären</li><li>• Wasser als Ampholyt</li></ul>	<span style="color: red;">I</span> 3.4.2. chemisches Gleichgewicht
2.1. (3) Hypothesen bilden	3.4.3 (3) Nachweise für Ammonium-Ionen und Carbonat-Ionen durchführen und erklären	<ul style="list-style-type: none"><li>• Anwendung des Prinzips von Le Chatelier auf Nachweisreaktionen von Carbonat-/Ammonium-Ionen</li></ul>	SV: Nachweis von Carbonat- und Ammonium-Ionen
2.1. (4) Experimente zur Überprüfung von Hypothesen planen	3.4.3 (4) die Säurekonstante K <sub>s</sub> aus dem Massenwirkungsgesetz ableiten	<ul style="list-style-type: none"><li>• Autoprotolyse von Wasser</li></ul>	
2.1. (5) qualitative und quantitative Experimente unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durchführen, beschreiben, protokollieren und auswerten	3.4.3 (5) Säuren und Basen mithilfe der pK <sub>s</sub> -Werte (Säurestärke) beziehungsweise pK <sub>b</sub> -Werte (Basenstärke) klassifizieren	<ul style="list-style-type: none"><li>• Formulierung des MWG, Berechnung der Konzentration von Wasser in Wasser</li></ul>	
2.1. (6) Laborgeräte benennen und sachgerecht damit umgehen	3.4.3 (6) die Definition des pH-Werts nennen	<ul style="list-style-type: none"><li>• Berechnung vom Ionenprodukt des Wassers K<sub>w</sub></li><li>• Definition pH- und pOH-Wert</li></ul>	Bezug zur Mittelstufe: Induktiver Effekt bei Hydroxycarbonsäuren
2.1. (7) Vergleichen als naturwissenschaftliche Methode nutzen			

<p>2.1. (8) aus Einzelerkenntnissen Regeln ableiten und deren Gültigkeit überprüfen</p> <p>2.1. (10) Modelle und Simulationen nutzen, um sich naturwissenschaftliche Sachverhalte zu erschließen</p> <p>2.1. (12) quantitative Betrachtungen und Berechnungen zur Deutung und Vorhersage chemischer Phänomene einsetzen</p> <p>2.2. (3) Informationen in Form von Tabellen, Diagrammen, Bildern und Texten darstellen und Darstellungsformen ineinander überführen</p> <p>2.2. (4) chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und gegebenenfalls mithilfe von Modellen und Darstellungen beschreiben, veranschaulichen oder erklären</p> <p>2.2. (5) fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren</p> <p>2.2. (6) Zusammenhänge zwischen Alltagserscheinungen und chemischen Sachverhalten herstellen und dabei Alltagssprache bewusst in Fachsprache übersetzen</p> <p>2.2. (7) den Verlauf und die Ergebnisse ihrer Arbeit dokumentieren sowie adressatenbezogen präsentieren</p>	<p>3.4.3 (7) die Autoprotolyse des Wassers und ihren Zusammenhang mit dem pH-Wert des Wassers erläutern</p> <p>3.4.3 (8) pH-Werte von Lösungen starker einprotoniger Säuren, starker Basen und von Hydroxidlösungen rechnerisch ermitteln</p> <p>3.4.3 (9) im Näherungsverfahren pH-Werte für Lösungen schwacher Säuren und Basen rechnerisch ermitteln</p> <p>3.4.3 (10) Säure-Base-Titrationen zur Konzentrationsbestimmung planen, durchführen und auswerten</p> <p>3.4.3 (11) die Titration von Salzsäure und verdünnter Essigsäure mit Natronlauge durchführen, die Veränderung des pH-Werts während der Titration erklären sowie den pH-Wert charakteristischer Punkte einer Titrationskurve ermitteln (Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt)</p> <p>3.4.3 (12) die Titrationskurven mehrprotoniger Säuren erklären</p> <p>3.4.3 (13) eine konduktometrische Messung durchführen und auswerten</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herleitung von <math>K_s</math> und <math>K_b</math></li> <li>• Interpretation von <math>K_s</math> bzw. <math>K_b</math> als Maß für die Stärke einer Säure/Base.</li> <li>• <math>pK_s</math> – und <math>pK_b</math> – Werte</li> <li>• pH-Berechnung von Lösungen starker Säuren/Basen</li> <li>• näherungsweise Berechnungen von Lösungen schwacher bis mittelstarker Säuren/Basen (<math>c \approx c_0</math>)</li> <li>• Protolysegrad und/oder Ostwald'sches Verdünnungsgesetz</li> <li>• Diskussion von Gleichgewichtslagen von Säure-Base-Reaktionen</li> <li>• Titration einer starken Säure (Salzsäure) mit Natronlauge</li> <li>• Titration einer schwachen Säure mit Natronlauge</li> <li>• Interpretation von Titrationskurven (Bestimmung von <math>pK_s</math>-Werten)</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufnahme Titrationskurve Leitfähigkeitstitration</li> <li>• <i>Fakultativ: Grotthuß-Mechanismus</i></li> </ul>	<p><b>F</b> M 3.4.4 Leitidee funktionaler Zusammenhang</p> <p><i>Fakultativ:</i></p> <p>SV: Bestimmung von <math>pK_s</math>-Werten von Ammoniumchlorid, Natriumacetat und Natriumhydrogencarbonat.</p> <p>Bei Titrationen: Einsatz von sensorgestützter Messsoftware</p> <p>SV: Titration von Salzsäure mit Natronlauge (mit Aufnahme einer Titrationskurve)</p> <p>SV: Titration von verdünnter Essigsäure mit Natronlauge (mit Aufnahme einer Titrationskurve), Bestimmung des Halbäquivalenzpunktes</p> <p><i>Fakultativ:</i> SV: Titration von Cola (Phosphorsäure)</p> <p>SV: Leitfähigkeitstitration</p>
---	--	---	---

<p>2.2. (8) die Bedeutung der Wissenschaft Chemie und der chemischen Industrie [...] für eine nachhaltige Entwicklung exemplarisch darstellen</p> <p>2.2. (10) als Team ihre Arbeit planen, strukturieren, reflektieren und präsentieren</p> <p>2.3. (1) in lebensweltbezogenen Ereignissen chemische Sachverhalte erkennen</p> <p>2.3. (2) Bezüge zu anderen Unterrichtsfächern aufzeigen</p>	<p>3.4.3 (14) das Konzept des Säure-Base-Gleichgewichts auf Indikatoren anwenden</p> <p>3.4.3 (15) eine Dünnschichtchromatografie zur Ermittlung von Bestandteilen des Universalindikators durchführen und erklären (<math>R_f</math>-Wert, stationäre Phase, mobile Phase)</p> <p>3.4.3 (16) die Wirkungsweise von Puffersystemen und deren Bedeutung an Beispielen erklären und den pH-Wert von Pufferlösungen berechnen (Henderson-Hasselbalch-Gleichung)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Indikatoren als schwache Säuren/Basen, Wahl eines geeigneten Indikators</li> <li>Untersuchung des Universalindikators mit DC</li> <li><math>R_f</math>-Wert, stationäre und mobile Phase</li> <li>Puffersysteme und ihre Anwendungen, Henderson-Hasselbalch-Gleichung</li> </ul>	<p>SV: DC des Universalindikators mit saurem bzw. alkalischem Laufmittel</p> <p>SV: Pufferwirkung eines Essigsäure-Acetat-Puffers</p> <p>Blutpuffer</p> <p>3.4.4. Naturstoffe</p> <p>MB Information und Wissen</p>
--	--	---	--

## 4. Naturstoffe II: Kohlenhydrate

ca. 30 Stunden

Die Schülerinnen und Schüler erweitern ihre Kenntnisse der organischen Chemie durch die Stoffgruppe der Kohlenhydrate. Anhand des Konzepts der Chiralität lernen sie den Einfluss des räumlichen Baus der Moleküle auf die Eigenschaften der Stoffe weiter kennen. Sie erweitern ihre Modellkompetenzen durch die Darstellungsweisen der Fischer- und der Haworth-Projektionsformeln. Sie kennen die Verwendung der Kohlenhydrate als Rohstoffe und Nahrungsmittelbestandteile.

Prozessbezogene Kompetenzen	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Konkretisierung, Vorgehen im Unterricht	Ergänzende Hinweise, Arbeitsmittel, Organisation, Verweise
<b>Die Schülerinnen und Schüler können</b>			
2.1. (4) Experimente zur Überprüfung von Hypothesen planen	3.4.4 (1) die Chiralität eines Moleküls mit dem Vorhandensein eines asymmetrisch substituierten Kohlenstoffatoms erklären	<ul style="list-style-type: none"><li>• Chiralität und <i>optische Aktivität</i> am Beispiel der Milchsäure (oder anderer Moleküle)</li><li>• Fischer-Projektion als eindeutige Darstellung der Enantiomere</li><li>• Einführung D/L-Nomenklatur</li></ul>	Einsatz von Modellbaukästen <i>Optische Aktivität nur fakultativ</i> <i>LV: Drehung von polarisiertem Licht</i>
2.1. (5) qualitative und quantitative Experimente unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durchführen, beschreiben, protokollieren und auswerten	3.4.4 (2) die räumliche Struktur geeigneter Moleküle in der Fischer-Projektion darstellen und benennen (D- und L-Form)		
2.1. (7) Vergleichen als naturwissenschaftliche Methode nutzen	3.4.4 (3) die Struktur eines Aldose-Moleküls und eines Ketose-Moleküls in der Fischer-Projektion vergleichen (Carbonylgruppe)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Untersuchung von D-Glucose (Thermolyse, Wasserlöslichkeit, Aldehyd-Nachweis)</li><li>• Fischer-Projektion der D-Glucose</li></ul>	Milchzucker und weitere Zucker <i>LV: Glucose mit Schwefelsäure</i> → Bezeichnung Kohlenhydrat
2.1. (9) Modellvorstellungen nachvollziehen und einfache Modelle entwickeln	3.4.4 (4) den Ringschluss bei Monosacchariden als Halbacetalbildung erläutern (nucleophiler Angriff) und den Zusammenhang zwischen Fischer-Projektionsformeln und Haworth-Projektionsformeln darstellen (D-Glucose, D-Fructose, $\alpha$ -Form, $\beta$ -Form)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ringschluss der D-Glucose</li><li>• Diskussion des Ringschlusses über GG-Betrachtung</li><li>• Haworth-Projektion</li><li>• <math>\alpha</math>- und <math>\beta</math>-Form (anomeres C-Atom) und Umwandlung</li><li>• Fructose als Ketose</li><li>• Keto-Endiol-Tautomerie</li></ul>	<i>SV: Benedict-Probe und Tollens-Probe mit Glucose</i>  <i>LV: Negative Schiffsche Probe als Motivation des Ringschlusses</i> <i>3.4.2 chemisches Gleichgewicht</i>
2.1. (10) Modelle und Simulationen nutzen, um sich naturwissenschaftliche Sachverhalte zu erschließen	3.4.4 (5) D-Glucose, Maltose und Saccharose auf ihre reduzierende Wirkung untersuchen (Benedict-Probe oder Tollens-Probe) und die Untersuchungsergebnisse erklären		<i>Fakultativ: LV: Verfolgung der Mutarotation einer Glucose-Lösung am Polarimeter</i>
2.2. (1) in unterschiedlichen analogen und digitalen Medien zu chemischen Sachverhalten und in diesem Zusammenhang gegebenenfalls zu bedeutenden Forscherpersönlichkeiten recherchieren			<i>SV: Benedict-Probe Fructose</i>

<p>2.2. (3) Informationen in Form von Tabellen, Diagrammen, Bildern und Texten darstellen und Darstellungsformen ineinander überführen</p> <p>2.2. (4) chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und gegebenenfalls mithilfe von Modellen und Darstellungen beschreiben, veranschaulichen oder erklären</p> <p>2.2. (6) Zusammenhänge zwischen Alltagserscheinungen und chemischen Sachverhalten herstellen und dabei Alltagssprache bewusst in Fachsprache übersetzen</p> <p>2.3. (2) Bezüge zu anderen Unterrichtsfächern aufzeigen</p>	<p>3.4.4 (6) den Glucosenachweis durchführen und beschreiben (GOD-Test)</p> <p>3.4.4 (7) die Bildung von Disacchariden, Oligosacchariden und Polysacchariden erläutern (Acetalbildung, glycosidische Verknüpfung)</p> <p>3.4.4 (8) die räumliche Struktur von Disacchariden und Polysacchariden beschreiben (Saccharose, Maltose, Stärke, Cellulose)</p> <p>3.4.4 (9) Vorkommen von Monosacchariden, Disacchariden und Polysacchariden nennen und ihre Eigenschaften erklären</p> <p>3.4.4 (10) die Verwendung von Kohlenhydraten als nachwachsende Rohstoffe bewerten</p> <p>3.4.4 (13) Fette und Kohlenhydrate als Energieträger in Lebewesen vergleichen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GOD-Test als Unterscheidung</li> <li>• Vom Halbacetal zum Vollacetal (glycosidische Bindung) → Disaccharid</li> <li>• Saccharose, Maltose und Lactose</li> <li>• Oligosaccharide am Beispiel eines Cyclodextrins</li> <li>• Polysaccharide: Stärke und Cellulose</li> <li>• Stärke und Cellulose als nachwachsende Rohstoffe</li> <li>• Verwendung verschiedener Kohlenhydrate (Energielieferant, Reservesubstanz, Gerüstsubstanz)</li> <li>• Vergleich der Kohlenhydrate und Fette als Energieträger</li> </ul>	<p>SV/LV: GOD-Test Glucose/Fructose SV/LV: Seliwanow-Probe für Ketosen</p> <p>SV: saure Hydrolyse von Saccharose und GOD-Test und Seliwanow-Probe</p> <p>SV: Benedict-Probe mit Saccharose vor und nach der Spaltung</p> <p>Zuckergewinnung</p> <p><i>Fakultativ: Invertzucker, Diabetes, Cellobiose</i></p> <p><span style="color: green;">L</span> VB Alltagskonsum</p> <p>SV: Komplexierung eines Farbstoffes (Phenolphthalein) mit <math>\beta</math>-Cyclodextrin</p> <p>SV: Iod-Iodid-Stärke-Komplex</p> <p>SV: Hydrolyse von Stärkelösung mit Salzsäure (zeitabhängig) mit parallelem Iod-Iodid-Nachweis und GOD-Test</p> <p><span style="color: red;">F</span> Bio 3.4.6. Evolution und Ökologie (5)</p> <p><span style="color: green;">L</span> BNE Bedeutung und Gefährdung einer nachhaltigen Entwicklung</p> <p><span style="color: green;">L</span> MB Information und Wissen</p> <p><span style="color: red;">F</span> Bio 3.5.1.3 Stoffwechselprozesse</p> <p><span style="color: green;">L</span> PG Ernährung</p> <p><span style="color: green;">L</span> VB Alltagskonsum</p>
---	---	---	---

## 5. Aromaten und Reaktionsmechanismen

ca. 25 Stunden

Die Schülerinnen und Schüler lernen mit den Aromaten eine neue Stoffgruppe mit hoher Alltagsbedeutung kennen und vertiefen ihre Kenntnisse zum Gesundheits- und Arbeitsschutz beim Umgang mit Gefahrstoffen. Am Beispiel der chemischen Bindung in Aromaten erweitern sie ihre Vorstellung über das Wesen naturwissenschaftlicher Modelle und ihr Verständnis von chemischen Bindungen. Durch die Reaktionen der Alkane, Alkene und Aromaten erweitern die Schülerinnen und Schüler ihr Verständnis von chemischen Reaktionen durch Betrachtung von verschiedenen Reaktionsmechanismen.

Prozessbezogene Kompetenzen	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Konkretisierung, Vorgehen im Unterricht	Ergänzende Hinweise, Arbeitsmittel, Organisation, Verweise
Die Schülerinnen und Schüler können			
2.1. (7) Vergleichen als naturwissenschaftliche Methode nutzen  2.1. (9) Modellvorstellungen nachvollziehen und einfache Modelle entwickeln  2.1. (10) Modelle und Simulationen nutzen, um sich naturwissenschaftliche Sachverhalte zu erschließen  2.1. (11) die Grenzen von Modellen aufzeigen  2.2. (1) in unterschiedlichen analogen und digitalen Medien zu chemischen Sachverhalten und in diesem Zusammenhang gegebenenfalls zu bedeutenden Forscherpersönlichkeiten recherchieren  2.2. (4) chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und gegebenenfalls mithilfe von Modellen und Darstellungen	3.4.8 (1) den energetischen Zustand der Elektronen in der Atomhülle mithilfe des Orbitalmodells beschreiben und dieses Modell auf die chemische Bindung in einfachen Molekülen anwenden  3.4.5 (1) Eigenschaften, Vorkommen und Verwendung von Benzen/Benzol beschreiben  3.4.5 (2) am Beispiel aromatischer Verbindungen die mögliche Gesundheitsgefährdung durch einen Stoff beschreiben (Expositions-Risiko-Beziehung)  3.4.5 (3) Grenzen bisher erarbeiteter Bindungsmodelle und unerwartete Eigenschaften des Benzols aus der besonderen Molekülstruktur erklären (Kekulé, delokalisiertes Elektronenringssystem, Mesomeriestabilisierung, Substitution statt Addition)	Orbitalmodell (10 Stunden) <ul style="list-style-type: none"><li>• Kekulé und die Benzolformel</li><li>• Eigenschaften, Vorkommen und Verwendung von Benzol</li><li>• Bindungsverhältnisse im Benzol-Molekül</li><li>• Mesomere Grenzformeln</li><li>• Gesundheitsproblematik, Gefahrenverordnung, TRGS, MAK-Wert, LD<sub>50</sub></li><li>• Definition Aromat: Hückel-Regel</li><li>• Mesomerieenergie</li></ul>	<p><i>Fakultativ: Bereits hier das Orbitalmodell einführen</i></p> <p>Film zu Benzol und Kekulé</p> <p>Historischer Weg von der Entdeckung von Benzol zur Strukturformel</p> <p> MB Information und Wissen</p> <p> PG Sicherheit und Unfallschutz</p>

<p>beschreiben, veranschaulichen oder erklären</p> <p>2.2. (5) fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren</p> <p>2.2. (9) ihren Standpunkt in Diskussionen zu chemischen Themen fachlich begründet vertreten</p> <p>2.3. (1) in lebensweltbezogenen Ereignissen chemische Sachverhalte erkennen</p> <p>2.3. (6) Verknüpfungen zwischen persönlich oder gesellschaftlich relevanten Themen und Erkenntnissen der Chemie herstellen, aus unterschiedlichen Perspektiven diskutieren und bewerten</p> <p>2.3. (11) ihr Fachwissen zur Beurteilung von Risiken und Sicherheitsmaßnahmen anwenden</p>	<p>3.4.5 (4) die Mechanismen der elektrophilen Addition an Alkene und der elektrophilen Substitution an Benzen/Benzol (Erstsubstitution, Arenium-Ion) beschreiben</p> <p>3.4.5. (5) Substitutionsreaktionen (<math>S_E</math>, <math>S_N</math>, <math>S_R</math>) anhand der strukturellen Voraussetzungen des Eduktmoleküls und des angreifenden Teilchens (Elektrophil, Nucleophil, Radikal) vergleichen</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiederholung/Vertiefung: Mechanismus der Additionsreaktion</li> <li>• Elektrophile Substitution inklusive Energiebetrachtung</li> <li>• Mechanismus der elektrophilen aromatischen Substitution</li> <li>• Vergleich der Reaktionsmechanismen der Substitutionsreaktionen</li> </ul> <p><i>Fakultativ:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zweitsubstitution (KKK- und SSS-Regel)</li> <li>• <i>Dirigierende Effekte</i> (Mesomerieeffekt, induktiver Effekt)</li> <li>• Phenol als Säure</li> <li>• Anilin als Base</li> <li>• Derivate des Phenols</li> </ul> <p>Weitere wichtige Aromaten</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Styrol</li> <li>• Benzoësäure</li> <li>• Terephthalsäure</li> <li>• Phenylalanin</li> </ul>	<p>Film: Bromierung von Benzol</p> <p>Substitution anstelle der Addition (Besonderheit von Doppelbindungen in aromatischen Systemen)</p> <p>Mechanismus der radikalischen Substitution</p> <p><i>Fakultativ: Nitrierung von Aromaten</i></p> <p>■ 3.4.1 Energetik</p> <p><i>Anwendung des Mesomerieeffekts</i></p> <p>■ 3.4.4 Naturstoffe</p> <p>■ 3.4.6 Kunststoffe</p> <p>■ VB Alltagskonsum</p> <p>LV: pH-Werte von Lösungen von Phenol</p>
---	---	---	--

## 6. Naturstoffe III: Proteine

ca. 20 Stunden

Die Schülerinnen und Schüler vervollständigen ihre Kenntnisse zu den Naturstoffen mit der Stoffgruppe der Proteine und erweitern damit ihre Kenntnisse und Kompetenzen im Bereich der organischen Chemie. Sie vertiefen ihr Wissen über den räumlichen Bau der Moleküle. Sie erlernen das Konzept der Verknüpfung von kleinen Molekülen zu großen Molekülen mit komplexen Funktionalitäten. Sie kennen außerdem die biologische Funktion der Proteine und Enzyme.

Prozessbezogene Kompetenzen	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Konkretisierung, Vorgehen im Unterricht	Ergänzende Hinweise, Arbeitsmittel, Organisation, Verweise
Die Schülerinnen und Schüler können			
2.1. (1) chemische Phänomene erkennen, beobachten und beschreiben  2.1. (5) qualitative und quantitative Experimente unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durchführen, beschreiben, protokollieren und auswerten  2.1. (7) Vergleichen als naturwissenschaftliche Methode nutzen  2.1. (9) Modellvorstellungen nachvollziehen und einfache Modelle entwickeln  2.1. (10) Modelle und Simulationen nutzen, um sich naturwissenschaftliche Sachverhalte zu erschließen  2.2. (4) chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und gegebenenfalls mithilfe von Modellen und Darstellungen beschreiben, veranschaulichen oder erklären	3.4.4 (14) die Struktur von L- $\alpha$ -Aminosäuren beschreiben (Aminogruppe)  3.4.4 (15) die Bildung und Hydrolyse einer Peptidbindung beschreiben  3.4.4 (16) Nachweise für Aminosäuren und Proteine durchführen und beschreiben (Ninhydrin- und Biuret-Reaktion)	<ul style="list-style-type: none"><li>Qualitative Untersuchung von Alanin bzw. Glycin → Schlussfolgerungen: starke zwischenmolekulare WW, stickstoffhaltige Verbindung, fungiert als Säure-Base-Puffer, Moleküle insgesamt nicht geladen</li><li><math>\alpha</math>-L-Aminosäuren in Fischer-Projektion</li><li>Einteilung der Aminosäuren nach ihren Resten, proteinogene und essentielle Aminosäuren</li><li>Zwitterionen</li><li>Aminosäuren bei verschiedenen pH-Werten, Titrationskurve</li><li>Verknüpfung von Aminosäuren zu Peptiden, Peptid-Gruppe</li><li>Nachweis von Aminosäuren mit der Ninhydrin-Reaktion</li></ul>	Aspekte der Untersuchung: <ul style="list-style-type: none"><li>Schmelzversuch</li><li>Pyrolyse</li><li>Löslichkeit in Wasser</li><li>Zugabe von Säure bzw. Base</li><li>elektrische Leitfähigkeit der Lösung</li></ul> <b>3.4.3 Säure-Base-Gleichgewichte</b>  Vergleich zu Estersynthese und Esterhydrolyse  LV: Ninhydrin-Probe mit Glycin und Eiklar im Vergleich  <i>Fakultativ:</i> <i>SV/LV: Nachweis von N- und S-Atomen</i>

<p>2.2. (5) fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren</p> <p>2.2. (7) den Verlauf und die Ergebnisse ihrer Arbeit dokumentieren sowie adressatenbezogen präsentieren</p> <p>2.2. (10) als Team ihre Arbeit planen, strukturieren, reflektieren und präsentieren</p>	<p>3.4.4 (18) die Primär-, Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur von Proteinen erläutern</p> <p>3.4.4 (17) die koordinative Bindung am Beispiel von Nachweisreaktionen in der Naturstoffchemie als Wechselwirkung zwischen Metall-Kationen und Teilchen mit freien Elektronenpaaren beschreiben (Tollens-Probe oder Benedict-Probe, Biuret-Reaktion)</p> <p>3.4.4 (19) Versuche zur Denaturierung von Proteinen durchführen und auswerten</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur von Proteinen: Primär-, Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur</li> <li>• Untersuchung von Eiklar und dessen Denaturierungsmöglichkeiten</li> <li>• Chromatographie eines AS-Gemisches</li> <li>• Elektrophorese</li> <li>• Enzyme und Schlüssel-Schloss-Prinzip</li> <li>• Enzyme als Biokatalysatoren</li> </ul> <p><i>Fakultativ:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>4 Basen der DNA</i></li> <li>• <i>Aufbau des DNA-Moleküls: Desoxyribose, Phosphat-Rest und Base</i></li> <li>• <i>Basenpaarungen über H-Brücken</i></li> <li>• <i>Doppelhelix</i></li> <li>• <i>Unterschied DNA, RNA</i></li> <li>• <i>Genetischer Code</i></li> </ul>	<p>SV: Biuret- und Xanthoprotein-Reaktion mit Eiklar und Glycin-Lsg.</p> <p>SV: Denaturierung von Proteinen mit Hitze und Salzsäure</p> <p><b>F</b> Bio.V2 3.4.1 Biomoleküle und molekulare Genetik (3)</p> <p><b>F</b> Bio.V2 3.5.1 Biomoleküle und molekulare Genetik (3)</p> <p><i>Fakultativ:</i></p> <p>SV: <i>Trennung eines AS-Gemisches mit DC</i></p>
---	---	--	--

**Ende von J1: Sommerferien**

## 7. Kunststoffe

ca. 35 Stunden

Die Schülerinnen und Schüler übertragen das Konzept des Verknüpfens kleiner Moleküle zu einem großen Molekül auf die Stoffklasse der Kunststoffe. Sie erlangen am Beispiel der Kunststoffe mit gezielt geplanten Eigenschaften ein differenziertes Verständnis von Struktur-Eigenschafts-Beziehungen. Sie beschreiben die drei wichtigsten Reaktionstypen der Polymerisation, Polykondensation und der Polyaddition und können an einem Beispiel einen Reaktionsmechanismus erläutern. Auf diese Weise vertiefen sie ihr Verständnis im Bereich „Chemische Reaktion“. Sie kennen die wichtigsten Alltagskunststoffe, kennen die breiten Anwendungsbereiche der Kunststoffe und können Chancen und Risiken der Kunststoffnutzung diskutieren. Sie lernen am Beispiel der Kunststoffe die Probleme der Entsorgung und des Recyclings von Kunststoffen die Rolle der Chemie im Umweltkontext kennen und schulen damit ihr Umwelt- und Nachhaltigkeitsbewusstsein.

Prozessbezogene Kompetenzen	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Konkretisierung, Vorgehen im Unterricht	Ergänzende Hinweise, Arbeitsmittel, Organisation, Verweise
Die Schülerinnen und Schüler können			
2.1. (5) qualitative und quantitative Experimente unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durchführen, beschreiben, protokollieren und auswerten  2.1. (6) Laborgeräte benennen und sachgerecht damit umgehen  2.1. (9) Modellvorstellungen nachvollziehen und einfache Modelle entwickeln  2.1. (10) Modelle und Simulationen nutzen, um sich naturwissenschaftliche Sachverhalte zu erschließen  2.2. (2) Informationen themenbezogen und aussagekräftig auswählen  2.2. (4) chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und gegebenenfalls mithilfe von	3.4.6. (1) den Zusammenhang zwischen den Eigenschaften von Kunststoffen und ihrer Struktur erläutern (Thermoplaste, Duromere, Elastomere, Vernetzungsgrad, kristalline und amorphe Bereiche)  3.4.6 (2) die Prinzipien wichtiger Kunststoffsynthesen mithilfe chemischer Formeln darstellen (Polymerisation, Polykondensation, Polyaddition)  3.4.6 (3) Strukturformeln der Monomere und sinnvolle Strukturformelausschnitte der Polymere darstellen und benennen (Polyethen, Polypropen, Polyvinylchlorid, Polystyrol, Polyethylenterephthalat, Polymilchsäure, Polyamide, Polyurethane)	<ul style="list-style-type: none"><li>Rolle der Kunststoffe im Alltag</li><li>Verhalten von Kunststoffen beim Erhitzen</li><li>Einteilung in Thermoplaste, Duromere und Elastomere in Abhängigkeit ihres Vernetzungsgrades.</li><li>Kristalline und amorphe Bereiche</li><li>Unterschied Vernetzung und Verzweigung</li></ul> <p><b>Polymerisation</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Radikalische <b>Polymerisation</b> mit Mechanismus</li><li>Wichtige Polymerisate: PE (incl. LDPE, HDPE), PP, PVC, PS</li><li>Angabe von Strukturformelausschnitten</li><li>Taktizität bei Polymeren</li><li>Polymerisate nach Maß:<ul style="list-style-type: none"><li>Copolymerisate am Beispiel von ABS-Kunststoffen und SBR-Copolymerisaten</li><li>Vulkanisation</li></ul></li></ul>	SV/LV: Erhitzen verschiedener Kunststoffproben Film: Einteilung Kunststoffe  Weichmacher Kettenlänge und Kettenlängenverteilung  LV: Polymerisation von Styrol  SV: Ein Polymerisat herstellen

<p>Modellen und Darstellungen beschreiben, veranschaulichen oder erklären</p> <p>2.2. (5) fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren</p> <p>2.2. (6) Zusammenhänge zwischen Alltagserscheinungen und chemischen Sachverhalten herstellen und dabei Alltagssprache bewusst in Fachsprache übersetzen</p> <p>2.2. (9) ihren Standpunkt in Diskussionen zu chemischen Themen fachlich begründet vertreten</p> <p>2.2. (10) als Team ihre Arbeit planen, strukturieren, reflektieren und präsentieren</p> <p>2.3. (3) die Wirksamkeit von Lösungsstrategien bewerten</p> <p>2.3. (8) Anwendungsbereiche oder Berufsfelder darstellen, in denen chemische Kenntnisse bedeutsam sind</p> <p>2.3. (9) ihr eigenes Handeln unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit einschätzen</p> <p>2.3. (10) Pro- und Kontra-Argumente unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Aspekte vergleichen und bewerten</p>	<p>3.4.6 (4) den Reaktionsmechanismus der radikalischen Polymerisation beschreiben (Radikalbildung, Kettenstart, Kettenwachstum, Kettenabbruch)</p> <p>3.4.6 (5) einen Versuch zur Herstellung eines Polymerisats und eines Polykondensats planen und durchführen</p> <p>3.4.6 (6) Möglichkeiten zur Beeinflussung der Eigenschaften eines Kunststoffs begründen (Wahl der Monomere, Weichmacher, Reaktionsbedingungen)</p> <p>3.4.6 (7) die Verarbeitungsmöglichkeiten von Kunststoffen beschreiben (Spritzgießen, Tiefziehen, Kalandrieren, Extrudieren)</p> <p>3.4.6 (8) die unterschiedlichen Verwertungsmöglichkeiten für Kunststoffabfälle bewerten (Werkstoffrecycling, Rohstoffrecycling, energetische Verwertung, Kompostierung)</p>	<p><b>Polykondensation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vom Ester zum Polyester: Voraussetzung an die Monomere</li> <li>• Wichtige Polykondensate: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Polyester: PET, PLA</li> <li>• Polycarbonate</li> <li>• Polyamide: Nylon, Perlon</li> </ul> </li> <li>• Polyamide = Proteine in Natur</li> </ul> <p>• Aminoplaste und Phenoplaste</p> <p><i>Fakultativ:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Silikone</li> </ul> <p><b>Polyaddition</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Isocyanate und mehrwertige Alkohole</li> <li>• Vereinfachter Mechanismus der Polyaddition (wie klappen die Elektronenpaare?)</li> <li>• Urethan-Gruppe</li> <li>• Wahl der Monomere beeinflusst die Eigenschaften des Polyurethans</li> </ul> <p>• Verwendung von Kunststoffen: Spritzgießen, Tiefziehen, Kalandrieren, Extrudieren</p> <p>• Recycling von Kunststoffen <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wertstoffliches Recycling</li> <li>• Rohstoffliches Recycling</li> <li>• Thermische Verwertung</li> </ul> </p> <p>• Reflexion der verschiedenen Recycling-Methoden</p>	<p>SV: Polykondensation von Milchsäure und von Zitronensäure</p> <p>LV: Synthese von Nylon mithilfe der Grenzflächenkondensation</p> <p><b>3.4.4 Naturstoffe</b></p> <p>LV: Synthese eines Phenoplastes/ Aminoplastes</p> <p>Puzzle für Mechanismus</p> <p><i>Fakultativ: Untersuchung von Silikonen und ggf. Synthese von Silikonen</i></p> <p>LV: Synthese eines Polyurethanschaums aus Desmodur und Desmorphen</p> <p><b>BO</b> Fachspezifische und handlungsorientierte Zugänge zur Arbeits- und Berufswelt</p> <p><b>MB</b> Information und Wissen</p> <p><b>VB</b> Alltagskonsum</p> <p>LV: Superabsorber</p>
--	---	--	---

	3.4.6 (9) die Nutzung nachwachsender Rohstoffe zur Herstellung von Kunststoffen erläutern	<ul style="list-style-type: none"><li>• Einteilung Biokunststoffe und Reflexion</li><li>• Rolle der biologisch abbau-baren Kunststoffe kritisch reflektieren</li></ul>	<p>3.4.1 Chemische Energetik</p> <p>BNE Kriterium für nachhaltigkeitsfördernde und -hemmende Entwicklung</p>
--	---	--	--

## 8. Energetik

ca. 25 Stunden

Die Schülerinnen und Schüler nutzen die qualitativen Aussagen zur Energie chemischer Reaktionen und quantifizieren diese und erlangen so ein tieferes Verständnis für die Energien bei chemischen Reaktionen. Sie nutzen energetische Betrachtungen, um das Zustandekommen, den Verlauf und den energetischen Nutzen chemischer Reaktionen zu erklären. Dazu ermitteln sie experimentell Energieumsätze chemischer Reaktionen und überprüfen ihre Ergebnisse anhand der Berechnungen von Reaktionsenthalpien. Sie lernen die freie Reaktionsenthalpie als Maß für die Freiwilligkeit einer chemischen Reaktion kennen. Auch die Grenzen der energetischen Betrachtungsweisen werden aufgezeigt.

Prozessbezogene Kompetenzen	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Konkretisierung, Vorgehen im Unterricht	Ergänzende Hinweise, Arbeitsmittel, Organisation, Verweise
Die Schülerinnen und Schüler können			
2.1. (4) Experimente zur Überprüfung von Hypothesen planen  2.1. (5) qualitative und quantitative Experimente unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durchführen, beschreiben, protokollieren und auswerten  2.1. (6) Laborgeräte benennen und sachgerecht damit umgehen  2.1. (11) die Grenzen von Modellen aufzeigen  2.1. (12) quantitative Betrachtungen und Berechnungen zur Deutung und Vorhersage chemischer Phänomene einsetzen  2.2. (4) chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und gegebenenfalls mithilfe von Modellen und Darstellungen beschreiben, veranschaulichen oder erklären	3.4.1 (1) Merkmale offener, geschlossener und isolierter Systeme beschreiben  3.4.1 (2) chemische Reaktionen unter stofflichen und energetischen Aspekten (exotherm, endotherm, Brennwert, Heizwert) erläutern  3.4.1 (3) eine kalorimetrische Messung planen, durchführen und auswerten (Reaktionsenthalpie)  3.4.1 (4) den Satz von der Erhaltung der Energie (1. Hauptsatz der Thermodynamik) bei der Berechnung von Reaktionsenthalpien und Bildungsenthalpien anwenden (Satz von Hess)	<ul style="list-style-type: none"><li>Fragestellung der Energetik, exotherme, endotherme Reaktionen, Energiediagramme</li><li>Begrifflichkeiten: System, offenes, geschlossenes, abgeschlossenes System,</li><li>Innere Energie U</li><li>Enthalpie H</li><li>Reaktionswärme<ul style="list-style-type: none"><li>Reaktionswärme bei konst. Volumen: <math>\Delta_r U</math></li><li>Reaktionswärme bei konst. Druck: <math>\Delta_r H</math>, Volumenarbeit</li></ul></li><li>Kalorimetrie</li><li>Spezifische Wärmekapazität des Wassers, Wärmekapazität C des Kalorimeters</li><li>Brennwert VS Heizwert</li><li>(molare) Reaktions- und Bildungsenthalpien</li><li>Berechnungen mit dem Satz von Hess</li></ul>	SV: Bau eines Verbrennungskalorimeters, Durchführung und Auswertung (Kohle-Verbrennung bzw. EtOH oder Neutralisationsreaktion oder Lösungsenthalpie)  BNE Kriterien für nachhaltigkeitsfördernde und -hemmende Entwicklung

<p>2.2. (5) fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren</p> <p>2.3. (3) die Wirksamkeit von Lösungsstrategien bewerten</p>	<p>3.4.1 (5) die Entropie als Maß für die Anzahl von Realisierungsmöglichkeiten eines Zustands beschreiben</p> <p>3.4.1 (6) Änderungen der Entropie bei chemischen Reaktionen erläutern (2. Hauptsatz der Thermodynamik)</p> <p>3.4.1 (7) Berechnungen mithilfe der Gibbs-Helmholtz-Gleichung durchführen, um chemische Reaktionen energetisch zu klassifizieren (freie Reaktionsenthalpie, exergonische und endergonische Reaktionen, Einfluss der Temperatur)</p> <p>3.4.1 (8) an Beispielen die Grenzen der energetischen Betrachtungsweise diskutieren (metastabiler Zustand, homogene und heterogene Katalyse, unvollständig ablaufende Reaktionen)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Spontane endotherme Reaktionen</li> <li>• Entropie und Reaktionsentropie</li> <li>• Freie Reaktionsenthalpie</li> <li>• Gibbs-Helmholtz-Gleichung und Berechnungen</li> <li>• Exergonische und endergonische Reaktionen</li> <li>• Bezug zwischen <math>\Delta_r G</math> und der GG-Konstante K: Lage des GG  <math display="block">\Delta_r G = -R \cdot T \cdot \ln(K)</math></li> <li>• Metastabile Zustände und kinetische Hemmung</li> </ul>	<p>SV: Gasbildung mit Kaliumhydrogen-carbonat-Lsg und Calciumchlorid-Lsg.</p> <p>■ 3.4.2. chemisches Gleichgewicht</p>
--	--	---	--

## 9. Elektrochemie

ca. 40 Stunden

Die Schülerinnen und Schüler wenden das Donator-Akzeptor-Konzept auf die Redoxreaktionen an. Sie verstehen die Redoxreaktionen als umkehrbare elektrochemische Vorgänge, welche man zur Energiespeicherung und zur Verwendung von Energien nutzen kann. Dabei werden Beziehungen zwischen der Theorie und der Praxis gezogen und so Möglichkeiten, Chancen und Grenzen der Energieversorgung der modernen Gesellschaft diskutiert.

Prozessbezogene Kompetenzen	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Konkretisierung, Vorgehen im Unterricht	Ergänzende Hinweise, Arbeitsmittel, Organisation, Verweise
<b>Die Schülerinnen und Schüler können</b>			
2.1. (1) chemische Phänomene erkennen, beobachten und beschreiben	3.4.7 (1) das Donator-Akzeptor-Prinzip auf Reaktionen mit Elektronenübergang anwenden (Oxidation, Reduktion, Redoxpaare)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Wiederholung: Redoxreaktion als Elektronenübertragungsreaktion, Redox-Paare</li><li>• Oxidationszahlen auch in organischen Molekülen</li><li>• Redoxreaktion = Reaktion mit Änderung von Ox-Zahlen</li><li>• Redoxreihe der Metalle</li></ul>	3.4.3 Säure-Base-Gleichgewichte
2.1. (2) Fragestellungen, gegebenenfalls mit Hilfsmitteln, erschließen	3.4.7 (2) Reaktionen zwischen Metallen und Metallsalzlösungen durchführen und das Reduktionsbeziehungsweise das Oxidationsvermögen der Teilchen vergleichen		SV: Fällungsreaktionen mit Eisen, Zink, Kupfer und Silber und deren Lösungen LV: Halogenid-Ionen-Lösungen mit Bromwasser
2.1. (6) Laborgeräte benennen und sachgerecht damit umgehen	3.4.7 (3) Oxidationszahlen zur Identifizierung von Redoxreaktionen und zur Formulierung von Reaktionsgleichungen von Redoxreaktionen anwenden	<ul style="list-style-type: none"><li>• Disproportionierung und Synproportionierung</li><li>• Reaktionsgleichungen von Redoxreaktionen systematisch und bei verschiedenen pH-Werten aufstellen (ausgeglichene Teilgleichungen)</li></ul>	SV: Disproportionierung von Natriumthiosulfat
2.1. (8) aus Einzelerkenntnissen Regeln ableiten und deren Gültigkeit überprüfen	3.4.7 (4) eine Iodometrie durchführen und daran das Prinzip der Redoxtitration erläutern		SV: Permanganat-Lösung mit Natriumsulfit-Lösung in verschiedenen pH-Bereichen
2.1. (10) Modelle und Simulationen nutzen, um sich naturwissenschaftliche Sachverhalte zu erschließen	3.4.7 (5) den Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element) und einer Elektrolysezelle beschreiben	<ul style="list-style-type: none"><li>• Halbzellen, galvanische Zellen</li><li>• Elektronenfluss = Stromfluss</li><li>• Nernst'sche Modellvorstellung (Spannung als Differenz der Elektrodengleichgewichte)</li></ul>	SV: Titration von Weißwein zur Bestimmung des Sulfit-Gehalts (Iodometrie)  SV: Daniell-Element
2.1. (12) quantitative Betrachtungen und Berechnungen zur Deutung und Vorhersage chemischer Phänomene einsetzen			3.4.2. Chemisches Gleichgewicht

<p>2.2. (4) chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und gegebenenfalls mithilfe von Modellen und Darstellungen beschreiben, veranschaulichen oder erklären</p> <p>2.2. (5) fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren</p> <p>2.2. (6) Zusammenhänge zwischen Alltagserscheinungen und chemischen Sachverhalten herstellen und dabei Alltagssprache bewusst in Fachsprache übersetzen</p> <p>2.3. (1) in lebensweltbezogenen Ereignissen chemische Sachverhalte erkennen</p> <p>2.3. (3) die Wirksamkeit von Lösungsstrategien bewerten</p> <p>2.3. (4) die Richtigkeit naturwissenschaftlicher Aussagen einschätzen</p> <p>2.3. (5) die Aussagekraft von Darstellungen in Medien bewerten</p> <p>2.3. (6) Verknüpfungen zwischen persönlich oder gesellschaftlich relevanten Themen und Erkenntnissen der Chemie herstellen, aus unterschiedlichen Perspektiven diskutieren und bewerten</p> <p>2.3. (7) fachtypische und vernetzte Kenntnisse und Fertigkeiten nutzen und sich dadurch lebenspraktisch</p>	<p>3.4.7 (6) Zellspannungen galvanischer Zellen experimentell ermitteln</p> <p>3.4.7 (7) die wesentlichen Prozesse in galvanischen Zellen und Elektrolysezellen darstellen und vergleichen (Elektrodenreaktionen, Anode, Kathode, Zellspannung, Zersetzungsspannung, Faraday-Gesetz)</p> <p>3.4.7 (8) die Zellspannung mithilfe von Gleichgewichtsbetrachtungen an den elektrochemischen Doppelschichten erklären</p> <p>3.4.7 (9) den Aufbau und die Funktion der Standard-Wasserstoff-Halbzelle erläutern</p> <p>3.4.7 (10) Standardpotenziale zur Vorhersage von elektrochemischen Reaktionen und zur Berechnung von Zellspannungen unter Standardbedingungen anwenden</p> <p>3.4.7 (11) die Abhängigkeit der Zellspannung von der Ionen-Konzentration in galvanischen Zellen erläutern und Zellspannungen bei verschiedenen Ionenkonzentrationen rechnerisch ermitteln (Nernst-Gleichung)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Messung von Zellspannungen und theoretische Berechnung</li> <li>• Standard-Wasserstoff-Elektrode (Aufbau und Bezugspunkt)</li> <li>• Standardpotentiale und Elektrochemische Spannungsreihe</li> <li>• Konzentrationsabhängigkeit des Elektrodenpotentials</li> <li>• Anwendung vom Prinzip von Le Chatelier auf die elektrochemische Doppelschicht und Konzentrationszellen</li> <li>• Berechnungen mit der Nernst-Gleichung (z.B. Autoprotolyse)</li> <li>• Elektrolyse als erzwungene Umkehrung des galvanischen Elements</li> <li>• Überspannung als Kontrast zwischen Theorie und Praxis</li> <li>• Großtechnische Elektrolysen (Kupfer, Chloralkali, Amalgam-Verfahren, Aluminium)</li> <li>• Faraday-Gesetz</li> <li>• Korrosion</li> <li>• Lokalelemente</li> <li>• Korrosionsschutz</li> </ul>	<p>LV: Messungen im Daniell-Element und anderer galvanischer Elemente</p> <p>SV/LV: Konzentrationsabhängige Messung bei Ag/Ag<sup>+</sup>-Halbzellen</p> <p><i>Fakultativ: Messung von pH-Werten mit pH-Elektrode</i></p> <p>SV: Elektrolyse von Zinkiodid</p>
--	---	--	--

<p>bedeutsame Zusammenhänge erschließen</p> <p>2.3. (10) Pro- und Kontra-Argumente unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Aspekte vergleichen und bewerten</p>	<p>3.4.7 (12) die Korrosion von Metallen als elektrochemische Reaktion erklären (Sauerstoffkorrosion und Säurekorrosion) und Methoden des Korrosionsschutzes erläutern (Opferanode)</p> <p>3.4.7 (13) das Phänomen der Überspannung beschreiben</p> <p>3.4.7 (14) Möglichkeiten und Probleme der elektrochemischen Speicherung von Energie in Batterien und Akkumulatoren (Bleiakkumulator) erläutern</p> <p>3.4.7 (15) aktuelle Entwicklungen bei elektrochemischen Stromquellen unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit diskutieren (Brennstoffzellen)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elektrochemische Energiespeicher: Primär- und Sekundärelemente <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zink-Kohle-Batterie</li> <li>• Alkali-Mangan-Batterie</li> <li>• Bleiakku</li> <li>• Li-Ionen-Akku</li> <li>• Brennstoffzelle</li> <li>• Ausgewählte weitere Bsp.</li> </ul> </li> </ul>	<p>SV: Korrosion im Wassertropfen auf Eisenplatte oder Korrosion am Eisennagel im Agar-Agar-Bett</p> <p>Energiespeicher</p> <p>GA: Präsentation verschiedener Elektrolysen</p> <p> <span style="color: green;">L</span> PG Sicherheit und Umweltschutz  <span style="color: green;">L</span> VB Alltagskonsum  <span style="color: green;">L</span> BNE Kriterien für nachhaltigkeitsfördernde und -hemmende Entwicklung  <span style="color: green;">L</span> VB Alltagskonsum  <span style="color: green;">L</span> MB Wissen und Information </p>
--	--	---	--

## 10. Chemie in Wissenschaft, Forschung und Anwendung

ca. 15-20 Stunden

Die Schülerinnen und Schüler erwerben Grundlagenkenntnisse zu einem Arbeitsgebiet innovativer Forschung, in dem sich die Wissenschaft Chemie Zukunftsthemen zuwendet. Dabei werden sowohl wissenschaftshistorische Aspekte als auch aktuelle Forschungstrends unter alltagsbezogenen, ökonomischen und ökologisch-nachhaltigen Gesichtspunkten betrachtet.

Prozessbezogene Kompetenzen	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Konkretisierung, Vorgehen im Unterricht	Ergänzende Hinweise, Arbeitsmittel, Organisation, Verweise
Die Schülerinnen und Schüler können		<b>Komplexchemie:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Komplexverbindungen aus Nachweisreaktionen (Benedict/Tollens-Probe, Biuret-Reaktion)</li><li>• Nomenklatur</li><li>• Koordinationszahl</li><li>• Ein- und mehrzähnige Liganden</li></ul> <p>Nach Wahl des Kurses können folgende Themengebiete besprochen und vertieft werden:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Kristallfeldtheorie</li><li>• Farbstoffe</li><li>• Pharmazeutika</li><li>• Tenside</li></ul>	
2.2. (1) in unterschiedlichen analogen und digitalen Medien zu chemischen Sachverhalten und in diesem Zusammenhang gegebenenfalls zu bedeutenden Forscherpersönlichkeiten recherchieren	3.4.8 (2) anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung am Beispiel einer ausgewählten Stoffgruppe aus wissenschaftshistorischer, aktueller und zukunftsorientierter Perspektive erläutern (zum Beispiel Farbstoffe, Waschmittel, Pharmazeutika, Nanomaterialien, Komplexverbindungen, Silikone)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Stabilität von Komplexen</li><li>• Löslichkeit</li><li>• Bedeutung von Komplexen</li></ul>	Sollte das <b>Orbitalmodell</b> nicht im Kontext der Aromaten (Thema 5) behandelt worden sein, so wird es in diesem Kontext eingeführt.  Das vertieft behandelte Thema soll die Selbstständigkeit der SuS in den Mittelpunkt stellen und einen projektartigen oder lernzirkelartigen Charakter haben.

2.2. (8) die Bedeutung der Wissenschaft Chemie und der chemischen Industrie [...] für eine nachhaltige Entwicklung exemplarisch darstellen

2.2. (10) als Team ihre Arbeit planen, strukturieren, reflektieren und präsentieren

2.3. (6) Verknüpfungen zwischen persönlich oder gesellschaftlich relevanten Themen und Erkenntnissen der Chemie herstellen, aus unterschiedlichen Perspektiven diskutieren und bewerten

2.3. (7) fachtypische und vernetzte Kenntnisse und Fertigkeiten nutzen und sich dadurch lebenspraktisch bedeutsame Zusammenhänge erschließen

2.3. (8) Anwendungsbereiche oder Berufsfelder darstellen, in denen chemische Kenntnisse bedeutsam sind

# Anhang: Entwicklung der Kompetenzen im Fach Chemie

## Standards für prozessbezogene Kompetenzen

### 1. Erkenntnisgewinnung

	Themen in J1/J2 (5-stündig)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>chemische Fragestellungen erkennen</b>										
1. chemische Phänomene erkennen, beobachten und beschreiben			X			X			X	
2. Fragestellungen, gegebenenfalls mit Hilfsmitteln, erschließen		X	X						X	
3. Hypothesen bilden		X	X							
<b>Experimente planen, durchführen und auswerten</b>										
4. Experimente zur Überprüfung von Hypothesen planen			X	X					X	
5. qualitative und quantitative Experimente unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durchführen, beschreiben, protokollieren und auswerten		X	X	X		X	X	X		
6. Laborgeräte benennen und sachgerecht damit umgehen		X	X				X	X	X	
7. Vergleichen als naturwissenschaftliche Methode nutzen			X	X	X	X			X	
8. aus Einzelerkenntnissen Regeln ableiten und deren Gültigkeit überprüfen		X	X						X	
<b>Modelle einsetzen</b>										
9. Modellvorstellungen nachvollziehen und einfache Modelle entwickeln		X		X	X	X	X	X		
10. Modelle und Simulationen nutzen, um sich naturwissenschaftliche Sachverhalte zu erschließen		X	X	X	X		X		X	
11. die Grenzen von Modellen aufzeigen		X			X				X	
12. quantitative Betrachtungen und Berechnungen zur Deutung und Vorhersage chem. Phänomene einsetzen		X	X						X	X

### 2. Kommunikation

	Themen in J1/J2 (5-stündig)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>fachbezogene Informationen beschaffen und aufbereiten</b>										
1. in unterschiedlichen analogen und digitalen Medien zu chemischen Sachverhalten und in diesem Zusammenhang gegebenenfalls zu bedeutenden Forscherpersönlichkeiten recherchieren		X		X	X					X
2. Informationen themenbezogen und aussagekräftig auswählen							X			X
3. Informationen in Form von Tabellen, Diagrammen, Bildern und Texten darstellen und Darstellungsformen ineinander überführen			X	X						
<b>Informationen weitergeben</b>										
4. chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und gegebenenfalls mithilfe von Modellen und Darstellungen beschreiben, veranschaulichen oder erklären	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5. fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren		X	X		X	X	X	X	X	X
6. Zusammenhänge zwischen Alltagserscheinungen und chemischen Sachverhalten herstellen und dabei Alltagssprache bewusst in Fachsprache übersetzen	X		X	X					X	X
7. den Verlauf und die Ergebnisse ihrer Arbeit dokumentieren sowie adressatenbezogen präsentieren			X			X				X
8. die Bedeutung der Wissenschaft Chemie und der chemischen Industrie, auch im Zusammenhang mit dem Besuch eines außerschulischen Lernorts, für eine nachhaltige Entwicklung exemplarisch darstellen		X	X							X
<b>Informationen austauschen</b>										
9. ihren Standpunkt in Diskussionen zu chemischen Themen fachlich begründet vertreten						X		X		
10. als Team ihre Arbeit planen, strukturieren, reflektieren und präsentieren			X		X	X	X	X		X

### 3. Bewertung

	Themen in J1/J2 (5-stündig)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>naturwissenschaftliche Aussagen treffen</b>										
1. in lebensweltbezogenen Ereignissen chemische Sachverhalte erkennen			X		X				X	
2. Bezüge zu anderen Unterrichtsfächern aufzeigen		X	X	X						X
3. die Wirksamkeit von Lösungsstrategien bewerten								X	X	X
4. die Richtigkeit naturwissenschaftlicher Aussagen einschätzen										X
5. die Aussagekraft von Darstellungen in Medien bewerten										X
<b>persönliche und gesellschaftliche Bedeutung beschreiben</b>										
6. Verknüpfungen zwischen persönlich oder gesellschaftlich relevanten Themen und Erkenntnissen der Chemie herstellen, aus unterschiedlichen Perspektiven diskutieren und bewerten			X			X			X	X
7. fachtypische und vernetzte Kenntnisse und Fertigkeiten nutzen und sich dadurch lebenspraktisch bedeutsame Zusammenhänge erschließen									X	X
8. Anwendungsbereiche oder Berufsfelder darstellen, in denen chemische Kenntnisse bedeutsam sind								X		X
<b>Nachhaltigkeit und Sicherheit einschätzen</b>										
9. ihr eigenes Handeln unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit einschätzen								X		
10. Pro- und Kontra-Argumente unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Aspekte vergleichen und bewerten								X		X
11. ihr Fachwissen zur Beurteilung von Risiken und Sicherheitsmaßnahmen anwenden					X					