

## Konkretisierung der Unterrichtsvorhaben

### Jahrgang EF

#### Inhaltsfeld: „Organische Stoffklassen“

#### Kontextualisierung: Vom Alkohol zum Aromastoff

##### Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten

Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen: Verschiedene funktionelle Gruppen sowie die Unterscheidung von Einfach- und Mehrfachbindungen erlauben eine Systematisierung organischer Verbindungen nach Stoffklassen. Das Zurückführen von Stoffeigenschaften verschiedener Verbindungen und ihrer Isomere auf jeweils unterschiedliche Molekülstrukturen und damit zusammenhängende intermolekulare Wechselwirkungen werden anhand ausgewählter Stoffklassen vertieft. Chemische Reaktion: Das Donator-Akzeptor-Prinzip wird durch die Betrachtung von Redoxreaktionen organischer Verbindungen erweitert. Die auf chemischen Reaktionen verschiedener Stoffe zurückzuführende Vielfalt und damit einhergehende Möglichkeit der Produktion organischer Verbindungen wird anhand der Estersynthese konkretisiert.

Verbindliche Inhaltsbereiche (Bausteine, Leitfragen, ...)	Verwendetes Unterrichtsmaterial (Lehrwerk, Übungshefte, ...)	Didaktisches Vorgehen (Methoden, Medien, Differenzierung, ...)	Wichtiges Fachwissen (Fachtermini, Verfahren, ...)
<b>1. Thema</b> Alkohole und ihre Eigenschaften	– C. C. Buchner: Chemie – Einführungsphase NRW, Bamberg, 2022.	– Destillation aus Rotwein – Homologe Reihe der Alkohole – Isomerie und Nomenklaturregeln: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Exkurs: Alkane (Homologe Reihe, Isomerie, Nomenklatur) [strukturformelzeichner.de]</li> <li>▪ Transfer auf Alkanole</li> </ul> – fakultativ: Herstellung von Alkohol (Bier / Wein) ggf. als Referat] – Gesundheitliche Gefahren von Alkohol [z. B. als Referat] – Löslichkeitsbetrachtungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Löslichkeit von Alkanolen in polaren und unpolaren Lösungsmitteln</li> <li>○ Alkohole als Lösemittel für Aromastoffe</li> </ul> – Vergleich der Siedetemperaturen von Alkanolen und Alkanen	– Isomerie und Nomenklaturregeln – Hydroxyl-Gruppe – Gefahren von Alkoholen – Wechselwirkungen polar / unpolar (Struktureigenschaftsbeziehungen) <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ van-der-Waals-Kräfte</li> <li>▪ Abhängigkeit der Siedetemperaturen von der Molekülstruktur</li> </ul> – EPA (auch 3d Darstellung über molview.org)

Verbindliche Inhaltsbereiche (Bausteine, Leitfragen, ...)	Verwendetes Unterrichtsmaterial (Lehrwerk, Übungshefte, ...)	Didaktisches Vorgehen (Methoden, Medien, Differenzierung, ...)	Wichtiges Fachwissen (Fachtermini, Verfahren, ...)
		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Grundlagen des EPA an anorganischen und organischen Molekülen (mit molview.org)</li> <li>▪ Anwendung des EPA auf Alkane / Alkene / (Alkine)/ Alkanole / Wasser (H-Brücken)</li> <li>▪ Nachweis der Hydroxyl-Gruppe mit Cerammoniumnitrat-Lsg.</li> </ul>	
<p>Sachkompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein und benennen diese nach systematischer Nomenklatur (S1, S6, S11),</li> <li>• erläutern intermolekulare Wechselwirkungen organischer Verbindungen und erklären ausgewählte Eigenschaften sowie die Verwendung organischer Stoffe auf dieser Grundlage (S2, S13, E7),</li> <li>• stellen Isomere von Alkanolen dar und erklären die Konstitutionsisomerie (S11, E7).</li> </ul> <p>Erkenntnisgewinnungskompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge die Molekülgeometrie von Kohlenstoffverbindungen dar und erklären die Molekülgeometrie mithilfe des EPA-Modells (E7, S13),</li> <li>• stellen Hypothesen zu Struktureigenschaftsbeziehungen einer ausgewählten Stoffklasse auf und untersuchen diese experimentell (E3, E4).</li> </ul> <p>Bewertungskompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beurteilen die Auswirkungen der Aufnahme von Ethanol hinsichtlich oxidativer Abbauprozesse im menschlichen Körper unter Aspekten der Gesunderhaltung (B6, B7, E1, E11, K6),</li> <li>• beurteilen die Verwendung von Lösemitteln in Produkten des Alltags auch im Hinblick auf die Entsorgung aus chemischer und ökologischer Perspektive (B1, B7, B8, B11, B14, S2, S10, E11).</li> </ul>			
<b>2. Oxidation von Alkoholen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– C. C. Buchner: Chemie – Einführungsphase NRW, Bamberg, 2022.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Darstellung von Aldehyden und Ketonen aus primären und sekundären Alkoholen</li> <li>▪ Oxidationszahlen</li> <li>– Nachweis von Aldehyden</li> <li>▪ Fehling-Probe; Tollens</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Primärer, sekundärer und tertiärer Alkohol</li> <li>– Carbonyl-Gruppe</li> <li>– Oxidationszahlen (Donator-Akzeptor-</li> </ul>

Verbindliche Inhaltsbereiche (Bausteine, Leitfragen, ...)	Verwendetes Unterrichtsmaterial (Lehrwerk, Übungshefte, ...)	Didaktisches Vorgehen (Methoden, Medien, Differenzierung, ...)	Wichtiges Fachwissen (Fachtermini, Verfahren, ...)
			Prinzip)
<p>Sachkompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern das Donator-Akzeptor-Prinzip unter Verwendung der Oxidationszahlen am Beispiel der Oxidationsreihe der Alkanole (S4, S12, S14, S16),</li> <li>• ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein und benennen diese nach systematischer Nomenklatur (S1, S6, S11),</li> <li>• stellen Isomere von Alkanolen dar und erklären die Konstitutionsisomerie (S11, E7).</li> </ul> <p>Erkenntnisgewinnungskompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• deuten die Beobachtungen von Experimenten zur Oxidationsreihe der Alkanole und weisen die jeweiligen Produkte nach (E2, E5, S14),</li> </ul>			
<b>3. Carbonsäuren</b>	– C. C. Buchner: Chemie – Einführungsphase NRW, Bamberg, 2022.	– Carbonsäuren als Produkte der Oxidation von Aldehyden bzw. der Alkohole – Einsatz von Carbonsäuren in Lebensmitteln als Konservierungsmittel (z. B. Methansäure, Ethansäure, Benzoesäure, Ascorbinsäure, Milchsäure, Sorbinsäure, Propionsäure)	– Carboxyl-Gruppe
<p>Sachkompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein und benennen diese nach systematischer Nomenklatur (S1, S6, S11),</li> <li>• erläutern das Donator-Akzeptor-Prinzip unter Verwendung der Oxidationszahlen am Beispiel der Oxidationsreihe der Alkanole (S4, S12, S14, S16),</li> </ul> <p>Erkenntnisgewinnungskompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• deuten die Beobachtungen von Experimenten zur Oxidationsreihe der Alkanole und weisen die jeweiligen Produkte nach (E2, E5, S14),</li> </ul> <p>Bewertungskompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• diskutieren den Einsatz von Konservierungs- und Aromastoffen in der Lebensmittelindustrie aus gesundheitlicher und ökonomischer Perspektive und leiten entsprechende Handlungsoptionen zu deren Konsum ab (B5, B9, B10, K5, K8, K13),</li> </ul>			

Verbindliche Inhaltsbereiche (Bausteine, Leitfragen, ...)	Verwendetes Unterrichtsmaterial (Lehrwerk, Übungshefte, ...)	Didaktisches Vorgehen (Methoden, Medien, Differenzierung, ...)	Wichtiges Fachwissen (Fachtermini, Verfahren, ...)
<b>4. Ester – Herstellung und Eigenschaften</b>	– C. C. Buchner: Chemie – Einführungsphase NRW, Bamberg, 2022.	– Schülerversuch zur Estersynthese – Ester als Aromastoffen – Struktureigenschaftsbeziehungen vergleichen von Alkoholen, Carbonsäuren und Estern	– Kondensationsreaktion
<p>Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein und benennen diese nach systematischer Nomenklatur (S1, S6, S11),</li> <li>• erläutern intermolekulare Wechselwirkungen organischer Verbindungen und erklären ausgewählte Eigenschaften sowie die Verwendung organischer Stoffe auf dieser Grundlage (S2, S13, E7),</li> </ul> <p>Erkenntnisgewinnungskompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stellen auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge die Molekülgeometrie von Kohlenstoffverbindungen dar [und erklären die Molekülgeometrie mithilfe des EPA-Modells] (E7, S13),</li> <li>• führen Estersynthesen durch und leiten aus Stoffeigenschaften der erhaltenen Produkte Hypothesen zum strukturellen Aufbau der Estergruppe ab (E3, E5),</li> <li>• stellen Hypothesen zu Struktureigenschaftsbeziehungen einer ausgewählten Stoffklasse auf und untersuchen diese experimentell (E3, E4).</li> </ul> <p>Bewertungskompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• diskutieren den Einsatz von Konservierungs- und Aromastoffen in der Lebensmittelindustrie aus gesundheitlicher und ökonomischer Perspektive und leiten entsprechende Handlungsoptionen zu deren Konsum ab (B5, B9, B10, K5, K8, K13),</li> <li>• beurteilen die Verwendung von Lösemitteln in Produkten des Alltags auch im Hinblick auf die Entsorgung aus chemischer und ökologischer Perspektive (B1, B7, B8, B11, B14, S2, S10, E11).</li> </ul>			

**Inhaltsfeld: „Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht“****Kontextualisierung: Kalk und Stoffkreisläufe in Natur und Technik**

Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten:

Chemische Reaktion: Der Verlauf chemischer Reaktionen wird unter dem Blickwinkel der Reaktionsgeschwindigkeit betrachtet. Die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen wird um den Aspekt des dynamischen Gleichgewichtszustandes erweitert. Das Prinzip des Stoffkreislaufes als Abfolge von chemischen Reaktionen berücksichtigt auch chemische Gleichgewichtsreaktionen. Energie: Die Wirkungsweise eines Katalysators wird im Zusammenhang mit der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit präzisiert.

Verbindliche Inhaltsbereiche (Bausteine, Leitfragen, ...)	Verwendetes Unterrichtsmaterial (Lehrwerk, Übungshefte, ...)	Didaktisches Vorgehen (Methoden, Medien, Differenzierung, ...)	Wichtiges Fachwissen (Fachtermini, Verfahren, ...)
<b>1. Reaktionsgeschwindigkeit</b>	– C. C. Buchner: Chemie – Einführungsphase NRW, Bamberg, 2022.	– Reaktionen von Säuren verschiedener Konzentrationen mit Mg oder Kalk – Erklärung der Reaktionsgeschwindigkeit mit Hilfe der Stoßtheorie – Ermittlung der Durchschnittsgeschwindigkeit – Einfluss des Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit	– Zerteilungsgrad – Stoßtheorie – Durchschnittsgeschwindigkeit – Geschwindigkeitskonstante – Katalysator
<p>Sachkompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit auch anhand grafischer Darstellungen (S3, S8, S9),</li> </ul> <p>Erkenntnisgewinnungskompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• definieren die Durchschnittsgeschwindigkeit chemischer Reaktionen und ermitteln diese grafisch aus experimentellen Daten (E5, K7, K9),</li> <li>• überprüfen aufgestellte Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit durch Untersuchungen des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion (E3, E4, E10, S9),</li> <li>• stellen den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen auf molekularer Ebene mithilfe der Stoßtheorie auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge dar und deuten die Ergebnisse (E6, E7, E8, K11),</li> </ul> <p>Bewertungskompetenz:</p> <p>---</p>			

Verbindliche Inhaltsbereiche (Bausteine, Leitfragen, ...)	Verwendetes Unterrichtsmaterial (Lehrwerk, Übungshefte, ...)	Didaktisches Vorgehen (Methoden, Medien, Differenzierung, ...)	Wichtiges Fachwissen (Fachtermini, Verfahren, ...)
<b>2. Chemisches Gleichgewicht</b>	– C. C. Buchner: Chemie – Einführungsphase NRW, Bamberg, 2022.	– $\text{NO}_2 / \text{N}_2\text{O}_4$ – Reaktion zu Eisenthiocyanat – Hebersversuch (Modellierung auch mit Hilfe digitaler Werkzeuge) – Le Chatelier – $\text{CO}_2$ -Gleichgewicht in der Natur (Versauerung der Ozeane) – MWG – Berechnung chemischer Gleichgewichte (Bspl. Estergleichgewicht)	– Chemisches Gleichgewicht als Hin- und Rückreaktion – Abhängigkeit des Gleichgewichtes von Temperatur, Druck und Konzentration – Einfluss des Katalysators auf chemische Gleichgewichte – MWG und Gleichgewichtskonsta nte
<p>Sachkompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtes anhand ausge-wählter Reaktionen (S7, S15, K10),</li> <li>• erklären anhand ausgewählter Reaktionen die Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts nach dem Prinzip von Le Chatelier auch im Zusammenhang mit einem technischen Verfahren (S8, S15, K10),</li> <li>• bestimmen rechnerisch Gleichgewichtslagen ausgewählter Reaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und interpretieren die Ergebnisse (S7, S8, S17).</li> </ul> <p>Erkenntnisgewinnungskompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• simulieren den chemischen Gleichgewichtszustand als dynamisches Gleichgewicht auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge (E6, E9, S15, K10).</li> </ul> <p>Bewertungskompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• analysieren und beurteilen im Zusammenhang mit der jeweiligen Intention der Urheberschaft verschiedene Quellen und Darstellungsformen zu den Folgen anthropogener Einflüsse in einen natürlichen Stoffkreislauf (B2, B4, S5, K1, K2, K3, K4, K12),</li> <li>• bewerten die Folgen eines Eingriffs in einen Stoffkreislauf mit Blick auf Gleichgewichtsprozesse in aktuell-gesellschaftlichen Zusammenhängen (B12, B13, B14, S5, E12, K13).</li> </ul>			

Verbindliche Inhaltsbereiche (Bausteine, Leitfragen, ...)	Verwendetes Unterrichtsmaterial (Lehrwerk, Übungshefte, ...)	Didaktisches Vorgehen (Methoden, Medien, Differenzierung, ...)	Wichtiges Fachwissen (Fachtermini, Verfahren, ...)
<b>3. Technisches Verfahren und chemisches Gleichgewicht</b>	– C. C. Buchner: Chemie – Einführungsphase NRW, Bamberg, 2022.	– Ammoniaksynthese (Haber-Bosch) – [ggf. Technischer Kalkkreislauf]	– Technisches Verfahren – Einfluss des Katalysators – Le Chateliers
<p>Sachkompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit auch anhand grafischer Darstellungen (S3, S8, S9),</li> <li>• beschreiben die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtes anhand ausgewählter Reaktionen (S7, S15, K10),</li> <li>• erklären anhand ausgewählter Reaktionen die Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts nach dem Prinzip von Le Chatelier auch im Zusammenhang mit einem technischen Verfahren (S8, S15, K10),</li> </ul> <p>Erkenntnisgewinnungskompetenz:</p> <p>---</p> <p>Bewertungskompetenz:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• beurteilen den ökologischen wie ökonomischen Nutzen und die Grenzen der Beeinflussbarkeit chemischer Gleichgewichtslagen in einem technischen Verfahren (B3, B10, B12, E12),</li> </ul>			

## Qualifikationsphase

### 1. Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren

#### Kontextualisierung: Säure und Basen im Haushalt

**Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten** Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen: Säuren und Basen werden nach Brønsted auf der submikroskopischen Ebene als Protonendonatoren und Protonenakzeptoren definiert. Sie werden anhand der pH-Werte ihrer Lösungen identifiziert sowie mithilfe entsprechender Säure- bzw. Basenkonstanten eingeordnet. Chemische Reaktion: Sowohl das Donator-Akzeptor-Prinzip als auch das Konzept des chemischen Gleichgewichts werden durch Protolysereaktionen nach Brønsted vertieft und über das Massenwirkungsgesetz quantifiziert. Neutralisationsreaktionen werden

unter Anwendung eines Titrationsverfahrens zur quantitativen Bestimmung von Säuren und Basen sowie charakteristische Nachweisreaktionen für die Identifizierung aus-gewählter Ionen genutzt. Energie: Das Energiekonzept wird im Zusammenhang mit energetischen Betrachtungen der Neutralisationsreaktion durch den ersten Hauptsatz der Thermodynamik und den Enthalpiebegriff erweitert.

Verbindliche Inhaltsbereiche (Bausteine, Leitfragen, ...)	Verwendetes Unterrichtsmaterial (Lehrwerk, Übungshefte, ...)	Didaktisches Vorgehen (Methoden, Medien, Differenzierung, ...)	Wichtiges Fachwissen (Fachtermini, Verfahren, ...)
<b>1. Säuren in Alltagsprodukten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Skript „Sauer macht schlauer“</li> <li>- C. C. Buchner: Chemie – Qualifikationsphase NRW, Bamberg, 2022.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Advanced Organizer zur Wiederholung von Arrhenius aus der SI</li> <li>– Identifikation von sauren und alkalischen Lösungen mit Hilfe von Indikatoren</li> <li>– Protolysestufen verschiedener Säuren in Alltagsprodukten</li> <li>– Lösen von Salzen in Wasser mit Indikator</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Wasserstoff-Ionen</li> <li>– Hydroxid-Ionen</li> <li>– Indikatoren</li> <li>– Definition Säure, Base, saure Lösung, alkalische Lösung</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• klassifizieren die auch in Alltagsprodukten identifizierten Säuren und Basen mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted und erläutern ihr Reaktionsverhalten unter Berücksichtigung von Protolysegleichungen (S1, S6, S7, S16, K6),</li> <li>• beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren, Basen und Salzen als Inhaltsstoffe in Alltagsprodukten und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab (B8, B11, K8),</li> </ul>			
<b>2. Neutralisationsreaktionen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Skript „Sauer macht schlauer“</li> <li>- C. C. Buchner: Chemie – Qualifikationsphase NRW, Bamberg, 2022.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Tüpfelexperiment mit 5 Lösungen (Wasser, 1mHCl, 0,5mHCl, 1m NaOH, Phenolphthalein)</li> <li>– Neutralisationsreaktionen und Titration / Planung und Durchführung einer Titration eines Essigs</li> <li>– Auswertung der Titration und Fehleranalyse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Neutralisation</li> <li>– Berechnung der Titration</li> </ul>

Verbindliche Inhaltsbereiche (Bausteine, Leitfragen, ...)	Verwendetes Unterrichtsmaterial (Lehrwerk, Übungshefte, ...)	Didaktisches Vorgehen (Methoden, Medien, Differenzierung, ...)	Wichtiges Fachwissen (Fachtermini, Verfahren, ...)
<b>3. Energetische Aspekte der Neutralisation / Lösevorgang von Salzen</b>	- C. C. Buchner: Chemie – Qualifikationsphase NRW, Bamberg, 2022. S. 184 - 199	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bau eines Kalorimeters</li> <li>- grundlegende Begriffe der Thermodynamik erarbeiten</li> <li>- Bestimmung von <math>c_k</math></li> <li>- Experimentelle Bestimmung der Neutralisationswärme</li> <li>- experimentelle Bestimmung der Lösungswärme</li> <li>- Nachweis der gelösten Ionensorten (Carbonat, Ammonium, Halogenide)</li> <li>- Anwendung der Nachweise bei der Untersuchung von Mineralwasser, Backpulver etc.</li> <li>- Einführung Satz von Hess an der Neutralisation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- endotherm</li> <li>- exotherm</li> <li>- innere Energie</li> <li>- Reaktionsenthalpie</li> <li>- Neutralisationsenthalpie</li> <li>- Kalorimetrie</li> <li>- Gitterenergie und Solvatationsenergie</li> <li>- Satz von Hess</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• klassifizieren die auch in Alltagsprodukten identifizierten Säuren und Basen mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted und erläutern ihr Reaktionsverhalten unter Berücksichtigung von Protolysegleichungen (S1, S6, S7, S16, K6),</li> <li>• definieren den Begriff der Reaktionsenthalpie und grenzen diesen von der inneren Energie ab (S3),</li> <li>• erklären im Zusammenhang mit der Neutralisationsreaktion den ersten Hauptsatz der Thermodynamik (Prinzip der Energieerhaltung) (S3, S10),</li> <li>• erläutern die Neutralisationsreaktion unter Berücksichtigung der Neutralisationsenthalpie (S3, S12),</li> <li>• deuten endotherme und exotherme Lösungsvorgänge bei Salzen unter Berücksichtigung der Gitter- und Solvatationsenergie (S12, K8).</li> <li>• weisen ausgewählte Ionensorten (Halogenid-Ionen, Ammonium-Ionen, Carbonat-Ionen) salzartiger Verbindungen qualitativ nach (E5),</li> </ul>

Verbindliche Inhaltsbereiche (Bausteine, Leitfragen, ...)	Verwendetes Unterrichtsmaterial (Lehrwerk, Übungshefte, ...)	Didaktisches Vorgehen (Methoden, Medien, Differenzierung, ...)	Wichtiges Fachwissen (Fachtermini, Verfahren, ...)
<ul style="list-style-type: none"> <li>bestimmen die Reaktionsenthalpie der Neutralisationsreaktion von starken Säuren mit starken Basen kalorimetrisch und vergleichen das Ergebnis mit Literaturdaten (E5, K1).</li> </ul>			
<b>4. Unterschied starker und schwacher Säuren</b>	- C. C. Buchner: Chemie – Qualifikationsphase NRW, Bamberg, 2022.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Unterschied der Reaktionsgeschwindigkeit bei der Reaktion einer starken und schwacher Säuren mit Metallen</li> <li>Messung der pH-Werte von Salzsäure und Ethansäure gleicher Konzentrationen</li> <li>Auswertung der pH-Werte mit Hilfe des MWG</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>pH-Wert</li> <li>pH-Wertberechnung</li> <li>starke und schwache Säuren</li> <li>Kinetik starker und schwacher Säuren</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>erklären die unterschiedlichen Reaktionsgeschwindigkeiten von starken und schwachen Säuren mit unedlen Metallen oder Salzen anhand der Protolysereaktionen (S3, S7, S16),</li> <li>interpretieren die Gleichgewichtslage von Protolysereaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und die daraus resultierenden Säure-/Base-Konstanten (S2, S7),</li> <li>berechnen pH-Werte wässriger Lösungen von Säuren und Basen bei vollständiger Protolyse (S17),</li> </ul>			

## Qualifikationsphase

### 2. Inhaltsfeld: Elektrochemische Prozesse und Energetik

Kontextualisierung: Mobile Energiespeicher - Strom für das Smartphone und andere elektrische Geräte

**Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten** Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen: Grundlage für elektrochemische Prozesse sind unter anderem die metallische Bindung sowie die Beweglichkeit hydratisierter Ionen. Chemische Reaktion: Das Konzept des chemischen Gleichgewichts wird durch die Betrachtung von Redoxgleichgewichten vertieft. Das Donator-Akzeptor-Prinzip wird anhand von Elektronenübertragungsreaktionen konkretisiert und für die Erklärung elektrochemischer Prozesse herangezogen. Energie: Durch die energetische Betrachtung von Redoxreaktionen wird der Energieerhaltungssatz konkretisiert. Das Energiekonzept wird durch den Begriff der Standardbildungsenthalpie unter Beachtung des Satzes von Hess erweitert. Die Katalyse wird im Zusammenhang mit der Brennstoffzelle als heterogene Katalyse erweitert.

Verbindliche Inhaltsbereiche (Bausteine, Leitfragen, ...)	Verwendetes Unterrichtsmaterial (Lehrwerk, Übungshefte, ...)	Didaktisches Vorgehen (Methoden, Medien, Differenzierung, ...)	Wichtiges Fachwissen (Fachtermini, Verfahren, ...)
--	---	---	---

1. Oxidation und Reduktion - Was ist elektrischer Strom?	C.C. Buchner (S. 198); (S. 108-111)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wiederholung von Oxidation und Reduktion (ggf. Am Beispiel der Reaktion von Natrium mit Chlor)</li> <li>- Betrachtung der Energetischen Aspekten</li> <li>- Anwendung Satz von Hess</li> <li>- Ein Zinkstab und ein Kupferstab werden zuerst getrennt, dann kurzgeschlossen und zuletzt mit einem Kabel und Messgerät verbunden in 10%ige Salzsäure-Lösung gehalten.</li> <li>- verschiedene Metalle in eine saure Lösung halten</li> <li>- Wiederholung einfacher Redoxprozess sowie Oxidationszahlen (S. 110f.)</li> <li>- Metallbindung (Elektronengas)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oxidation und Reduktion</li> <li>- Berechnung von Reaktionsenthalpien (Satz von Hess)</li> <li>- elektrischer Strom</li> <li>- Spannung</li> <li>- Stromstärke</li> <li>- edle und unedle Metalle</li> <li>- Oxidationszahlen</li> <li>- Metallbindung; Elektronengas</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- erläutern Redoxreaktionen als dynamische Gleichgewichtsreaktionen unter Berücksichtigung des Donator-Akzeptor-Konzepts (S7, S12, K7),</li> <li>- ermitteln auch rechnerisch die Standardreaktionsenthalpien ausgewählter Redoxreaktionen unter Anwendung des Satzes von Hess (E4, E7, S17, K2)</li> <li>- nennen die metallische Bindung und die Beweglichkeit hydratisierter Ionen als Voraussetzungen für einen geschlossenen Stromkreislauf der galvanischen Zelle und der Elektrolyse (S12, S15, K10),</li> </ul>			
2. Metalle und Metallionen	C.C. Buchner (S. 112-113 / 116-117)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nachweisreaktion Eisen-Ionen</li> <li>- verschiedene Metallionen (Mg/Zn/Fe/Cu/Ag) werden mit verschiedenen Metallen zur Reaktion gebracht (Mg/Fe/Cu)</li> <li>-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- korrespondierende Redoxpaare</li> <li>- Redoxreihe der Metalle</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- erläutern Redoxreaktionen als dynamische Gleichgewichtsreaktionen unter Berücksichtigung des Donator-Akzeptor-Konzepts (S7, S12, K7),</li> <li>- entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallatomen und -ionen und überprüfen diese experimentell (E3, E4, E5, E10),</li> </ul>			
3. Einfache Batterien – Galvanische Elemente	C.C. Buchner (S. 116-119); (S. 120-125)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Experiment: Aufbau Daniellelement; Messung der Spannung</li> <li>- (Fakultativ: Herstellen einer Maßlösung)</li> <li>- Erläuterung Daniell-Element</li> <li>- Aufgreifen des Satzes von Hess zur Verdeutlichung des Energieumsatzes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Halbzellen</li> <li>- Donator-Akzeptor-Halbzelle</li> <li>- Anode / Kathode</li> <li>- Plus- / Minuspol</li> <li>- Diaphragma</li> <li>- Stromfluss und</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermessung verschiedener galvanischer Zellen</li> <li>- Berechnung von Spannung galvanischer Zellen</li> <li>- Aufbau und Funktion der Standard-Wasserstoffhalbzelle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ionenwanderung</li> <li>- Zelldiagramm</li> <li>- Spannungsreihe</li> <li>- Additivität der Spannung</li> <li>- Wasserstoffhalbzelle</li> </ul>
<p>- erläutern den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle hinsichtlich der chemischen Prozesse auch mit digitalen Werkzeugen und berechnen die jeweilige Zellspannung (S3, S17, E6, K11),</p> <p>- nennen die metallische Bindung und die Beweglichkeit hydratisierter Ionen als Voraussetzungen für einen geschlossenen Stromkreislauf der galvanischen Zelle und der Elektrolyse (S12, S15, K10), ermitteln auch rechnerisch die Standardreaktionsenthalpien ausgewählter Redoxreaktionen unter Anwendung des Satzes von Hess (E4, E7, S17, K2).</p> <p>- interpretieren energetische Erscheinungen bei Redoxreaktionen auf die Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit (S3, E11).</p> <p>- ermitteln Messdaten ausgewählter galvanischer Zellen zur Einordnung in die elektrochemische Spannungsreihe (E6, E8),</p>			
4. Elektrolyse	C.C. Buchner ( S. 142-144/148-149)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einfache Zink-Iodid-Elektrolyse</li> <li>- Chloralkalielektrolyse (Fakultativ)</li> <li>- energetische Betrachtung der Elektrolyse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anode / Kathode</li> <li>- Plus- / Minuspol</li> </ul>
<p>- erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S12, K8),</p> <p>- nennen die metallische Bindung und die Beweglichkeit hydratisierter Ionen als Voraussetzungen für einen geschlossenen Stromkreislauf der galvanischen Zelle und der Elektrolyse (S12, S15, K10),</p>			
5. Woher kommt mein Strom? Elektrochemische Spannungsquellen.	C.C. Buchner (S. 132-141; 154-164)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau und Funktion von Batterien (Le Clanche, Lithiumbatterie, Zink-Luft-Batterie, ...) [ggf. bereits in Nr. 3 integrierbar]</li> <li>- Beurteilung und Bewertung des Einsatzes von Batterien</li> <li>- Akkumulatoren (Bleiakku, Li-Ionenakku)</li> <li>- Brennstoffzelle</li> <li>- Beurteilung und Bewertung des Einsatzes von Akkus und Brennstoffzelle</li> <li>- Vergleich des Einsatzes elektrochemischer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aufbau und Funktion</li> <li>- Zuweisung wichtiger Begriffe wie Anode, Kathode etc.</li> <li>- grüner und grauer Wasserstoff</li> <li>- heterogene Katalyse</li> </ul>

		Stromquellen mit fossilen Energieträgern in energetischer Hinsicht	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- erläutern den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen und möglicher Zellspannungen (S10, S12, K9),</li> <li>- erklären am Beispiel einer Brennstoffzelle die Funktion der heterogenen Katalyse unter Verwendung geeigneter Medien (S8, S12, K11),</li> <li>- bewerten die Verbrennung fossiler Energieträger und elektrochemische Energiewandler hinsichtlich Effizienz und Nachhaltigkeit auch mithilfe von recherchierten thermodynamischen Daten (B2, B4, E8, K3, K12),</li> <li>- diskutieren Möglichkeiten und Grenzen bei der Umwandlung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie auf Grundlage der relevanten chemischen und thermodynamischen Aspekte im Hinblick auf nachhaltiges Handeln (B3, B10, B13, E12, K8),</li> </ul>			
6. Korrosion vernichtet Werte!	C.C. Buchner (S. 166-171)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wdhlg. Nachweisreaktion von Eisen-Ionen</li> <li>- Ursachen von Korrosion (Säurekorrosion, Sauerstoffkorrosion)</li> <li>- Korrosionsschutz (Experimentelle Herleitung und Durchführung durch die Schüler)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sauerstoffkorrosion</li> <li>- Säurekorrosion</li> <li>- Korrosionsschutzverfahren</li> <li>- Lokalelement</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- erläutern die Bildung eines Lokalelements bei Korrosionsvorgängen auch mithilfe von Reaktionsgleichungen (S3, S16, E1),</li> <li>- entwickeln eigenständig ausgewählte Experimente zum Korrosionsschutz (Galvanik, Opferanode) und führen sie durch (E1, E4, E5),</li> <li>- beurteilen Folgen von Korrosionsvorgängen und adäquate Korrosionsschutzmaßnahmen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B12, B14, E1).</li> </ul>			

## Qualifikationsphase

### 3. Inhaltsfeld: Reaktionswege in der organischen Chemie

#### Kontextualisierung: Vom Erdöl zu Alltagsprodukten

**Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten** Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen: Die organischen Stoffklassen werden um Amine und Halogenalkane erweitert so-wie der Aufbau und die Eigenschaften verschiedener Stoffklassen vertieft. Die Vielfalt organischer Verbindungen wird durch Naturstoffe am Beispiel der Fette erweitert. Chemische Reaktion: Die Schrittmöglichkeit chemischer Reaktionen wird fokussiert und ermöglicht eine Klassifizierung nach Reaktionstypen. Nachweise von Produkten und möglichen Zwischenstufen sind Grundlage für die Analyse von Reaktionsmechanismen. Energie: Das

Spektrum bekannter Energieformen wird um die Bedeutung des Lichts als Aus-löser chemischer Reaktionen erweitert. Die Katalyse wird im Zusammenhang mit der Estersynthese als homogene Katalyse spezifiziert.

Verbindliche Inhaltsbereiche (Bausteine, Leitfragen, ...)	Verwendetes Unterrichtsmaterial (Lehrwerk, Übungshefte, ...)	Didaktisches Vorgehen (Methoden, Medien, Differenzierung, ...)	Wichtiges Fachwissen (Fachtermini, Verfahren, ...)
1. Wiederholung aus der EF	C. C. Buchner (S. 226-227)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Startklar?</li> <li>- Wiederholung der Strukturformeln und Eigenschaften von Alkanen, Alkenen, Alkinen, Alkoholen, Aldehyden, Ketonen, Carbonsäuren, Estern</li> <li>- Dreidimensionale Darstellung mit molview.org</li> <li>- Wiederholung chemisches Gleichgewicht, Le Chatelier</li>   <li>- Einführung der Stoffgruppe der Amine</li> <li>- Nachweis der Amine (Ninhydrin-Nachweis)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einfachbindung, Doppelbindung, Drehbarkeit</li> <li>- EPA</li> <li>- Nachweisreaktion Amine</li> </ul>
<p>- stellen den Aufbau von Vertretern der Stoffklassen der Alkane, Halogenalkane, Alkene, Alkine, Alkanole, Alkanale, Alkanone, Carbonsäuren, Ester und Amine auch mit digitalen Werkzeugen dar und berücksichtigen dabei auch ausgewählte Isomere (S1, E7, K11),</p>			
2. Erdöl als Lieferant für Rohstoffe der organischen Chemie	C.C. Buchner (S. 236-239)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erdölraffination</li> <li>- Cracken</li> <li>- Nachweis von C-C-Doppelbindungen in Crackprodukten (Baeyerprobe)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fraktionierende Destillation</li> <li>- Cracken</li> <li>- Radikale</li> <li>- Nachweisreaktionen von C-C-Doppelbindungen</li> </ul>
<p>- schließen mithilfe von spezifischen Nachweisen der Reaktionsprodukte (Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen, Carbonyl- und Carboxy-Gruppe) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10),</p>			
3. Herstellung von	C.C. Buchner (S. 242-247)	- radikalische Substitution von Halogenen (z. B.	- homolytische Spaltung von

Halogenalkanen aus Alkanen und Alkenen		<p>Experimentell: Brom) an Alkane (Reaktionsgleichung, Mechanismus)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wiederholung des Satzes von Hess mit Berechnung der Reaktionsenthalpie (Vergleich der verschiedenen Halogene)</li> <li>- elektrophile Addition von Brom an Alkene (Reaktionsgleichung, Mechanismus)</li> <li>- Betrachtung von Nebenreaktionen (Addition von Wasser etc.)</li> </ul>	<p>Halogenen (Fotochemisch)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Radikale</li> <li>- Übergangszustand und Zwischenstufen</li> <li>- Kettenreaktion</li> <li>- heterolytische Spaltung von Halogenen durch Polarisierung</li> <li>- Bromonium-Ion</li> <li>- sterische Hinderung</li> <li>- Rückwärtiger Angriff</li> <li>- Nebenprodukte</li> </ul>
<p>- erläutern die Reaktionsmechanismen der radikalischen Substitutions- und elektrophilen Additionsreaktion unter Berücksichtigung der spezifischen Reaktionsbedingungen auch mit digitalen Werkzeugen (S8, S9, S14, E9, K11).</p> <p>- schließen mithilfe von spezifischen Nachweisen der Reaktionsprodukte (Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen, Carbonyl- und Carboxy-Gruppe) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10),</p>			
4. Herstellung von Carbonsäuren aus Alkoholen	C.C. Buchner (S. 258-261)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oxidationsreihe von Alkohol über Aldehyde zu Carbonsäuren</li> <li>- Nachweis von Aldehyden (Fehling / Tollens / fakultativ: DNPH-Test)</li> <li>- Nachweis von Carbonsäuren (Indikator)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Oxidationszahlen</li> <li>- Carbonyl- und Carboxylgruppe</li> <li>- primäre, sekundäre und tertiäre Alkoholen</li> <li>- Oxidation und Reduktion</li> <li>- Nachweisreaktionen</li> </ul>
<p>- erklären Redoxreaktionen in organischen Synthesewegen unter Berücksichtigung der Oxidationszahlen (S3, S11, S16),</p> <p>- erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13),</p> <p>- schließen mithilfe von spezifischen Nachweisen der Reaktionsprodukte (Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen, Carbonyl- und Carboxy-Gruppe) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10),</p>			
5. Reaktion von Alkoholen und	C. C. Buchner (S. 262-263)	- Schülerversuch Veresterung mit geeigneten	- Esterbindung

Carbonsäuren zu Estern		Edukten - Betrachtung der Reaktion unter der Fragestellung der Ausbeute (Katalyse/Le Chatelier) - Betrachtung der Löslichkeit der Edukte und Produkte in Wasser - Rohjan-Test als Nachweis von Estern - Berechnung der Gleichgewichtslage eines Esters mit Hilfe des MWG - Verwendung verschiedener Ester	- Lage der chemischen Gleichgewichtes - Katalyse - Nachweisreaktionen - Inter- und Intramolekulare Wechselwirkungen
<ul style="list-style-type: none"> <li>- erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13),</li> <li>- erklären die Estersynthese aus Alkanolen und Carbonsäuren unter Berücksichtigung der Katalyse (S4, S8, S9, K7),</li> <li>- schließen mithilfe von spezifischen Nachweisen der Reaktionsprodukte (Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen, Carbonyl- und Carboxy-Gruppe) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10),</li> <li>- erläutern die Planung und Durchführung einer Estersynthese in Bezug auf die Optimierung der Ausbeute auf der Grundlage des Prinzips von Le Chatelier (E4, E5, K13),</li> <li>- recherchieren und bewerten Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B1, B11, K2, K4),</li> </ul>			
6. Fette als spezielle Ester aus der Natur	C.C. Buchner (S. 276-282)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schmelzverhalten von Fetten</li> <li>- Struktureller Aufbau von Fettmolekülen</li> <li>- gesättigte, ungesättigte und mehrfach ungesättigte Fettsäuren</li> <li>- Nachweis ungesättigter Fettsäuren</li> <li>- Vergleich der Molekülstruktur gesättigter und ungesättigter Fettsäuren und deren Auswirkung auf die Eigenschaften der Fette (Wechselwirkungen)</li> <li>- Verseifung von Fetten (fakultativ)</li> <li>- Fette in der Ernährung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reinstoffe und Stoffgemische</li> <li>- gesättigte, ungesättigte</li> <li>- Molekülgeometrie von Fettsäuren</li> <li>- z. B. Omega-3 und Omega-6 Fettsäuren</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- erläutern den Aufbau und die Eigenschaften von gesättigten und ungesättigten Fetten (S1, S11, S13),</li> <li>- erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13),</li> </ul>			

- unterscheiden experimentell zwischen gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (E5, E11).
- beurteilen die Qualität von Fetten hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Verarbeitung im Bereich der Lebensmitteltechnik und der eigenen Ernährung (B7, B8, K8).

## Qualifikationsphase

### 4. Inhaltsfeld: Moderne Werkstoffe

#### Kontextualisierung: Vom Erdöl zur Plastiktüte und anderen Kunststoffen

**Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten** Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen: Die Eigenschaften von Kunststoffen werden auf die Struktur der Makromoleküle, ihre Verknüpfungen und Wechselwirkungen untereinander zurückgeführt. Chemische Reaktion: Die Polymerisation im Sinne der Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen ermöglicht die Herstellung vielfältiger Kunststoffe. Energie: Energetische Prozesse werden im Rahmen von Verwertungsprozessen konkretisiert.

Verbindliche Inhaltsbereiche (Bausteine, Leitfragen, ...)	Verwendetes Unterrichtsmaterial (Lehrwerk, Übungshefte, ...)	Didaktisches Vorgehen (Methoden, Medien, Differenzierung, ...)	Wichtiges Fachwissen (Fachtermini, Verfahren, ...)
1. Was sind Kunststoffe? - Untersuchung von Kunststoffproben	C.C. Buchner (S. 376-381)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sammlung verschiedener Kunststoffproben</li> <li>- Monomere und Polymere</li> <li>- chemischer Aufbau von Kunststoffen</li> <li>- Untersuchung der Kunststoffproben (Schwimm-Sink-Verhalten, Brennbarkeit (fakultativ), Schwelprobe (fakultativ), Verhalten beim Erhitzen)</li> <li>- Rückschlüsse auf Molekülbestandteile ziehen (Aminogruppe, Halogene)</li> <li>- Verwendung von Kunststoffen aufgrund ihrer Eigenschaften</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Monomere und Polymere</li> <li>- Makromolekül</li> <li>- Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- erläutern die Verknüpfung von Monomermolekülen zu Makromolekülen mithilfe von Reaktionsgleichungen an einem Beispiel (S4, S12, S16),</li> <li>- erklären die Eigenschaften von Kunststoffen aufgrund ihrer molekularen Strukturen (Kettenlänge, Vernetzungsgrad) (S11, S13),</li> <li>- klassifizieren Kunststoffe anhand ihrer Eigenschaften begründet nach Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren (S1, S2),</li> <li>- führen eigenständig geplante Experimente zur Untersuchung von Eigenschaften organischer Werkstoffe durch und werten diese aus (E4, E5)</li> </ul>			

- vergleichen anhand von Bewertungskriterien Produkte aus unterschiedlichen Kunststoffen und leiten daraus Handlungsoptionen für die alltägliche Nutzung ab (B5, B14, K2, K8, K13),			
2. Herstellung von Polymerisaten	C.C. Buchner (S. 384-387)	- Synthese von Polystyrol - Betrachtung verschiedener Polymerisate (z. B. PE-HD und PE-LD) - Einordnung in Thermoplaste und Duroplaste - Reaktionsgleichungen für die Synthese	- radikalische Polymerisation
- erklären die Eigenschaften von Kunststoffen aufgrund ihrer molekularen Strukturen (Kettenlänge, Vernetzungsgrad) (S11, S13), - klassifizieren Kunststoffe anhand ihrer Eigenschaften begründet nach Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren (S1, S2), - erläutern die Verknüpfung von Monomermolekülen zu Makromolekülen mithilfe von Reaktionsgleichungen an einem Beispiel (S4, S12, S16),			
3. Herstellung von Polykondensaten (fakultativ)	C. C. Buchner (S. 398-403)	- Herstellung von Polyestern (mit Diolen, Dicarbonsäuren sowie mit Triolen und Tricarbonsäuren) - Einordnung in Thermoplaste und Duroplasten - Herstellung von Nylon - Betrachtung einiger Polykondensate	- Polykondensation - Polyester - Polyamide
- erklären die Eigenschaften von Kunststoffen aufgrund ihrer molekularen Strukturen (Kettenlänge, Vernetzungsgrad) (S11, S13), - klassifizieren Kunststoffe anhand ihrer Eigenschaften begründet nach Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren (S1, S2), - erläutern die Verknüpfung von Monomermolekülen zu Makromolekülen mithilfe von Reaktionsgleichungen an einem Beispiel (S4, S12, S16),			
4. Funktionspolymere	C.C. Buchner (S. 412-413)	- Betrachtung von OLED und Siliconen	- Dotierung - anodische Polymerisation
- erklären ermittelte Stoffeigenschaften am Beispiel eines Funktionspolymers mit geeigneten Modellen (E1, E5, E7, S2).			

5. Vom Rohstoff zum Produkt	C.C. Buchner (S. 408-411)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erdöl als Rohstoff für Kunststoffe</li> <li>- Wiederholung Cracken, fakultativ: Herstellung Alkohole und Carbonsäuren</li> <li>- Verarbeitung von Thermoplasten (Tiefziehverfahren, Spritzgießen,...)</li> <li>- Weichmacher in Kunststoffen</li> <li>- Energetische Aspekte der Kunststoffherstellung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cracken</li> <li>- Tiefziehen</li> <li>- Spritzgießen</li> <li>- Extrudieren</li> <li>- Spinnverfahren</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung und die Verwendung von Produkten aus Kunststoffen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Perspektive (B9, B12, B13),</li> <li>- vergleichen anhand von Bewertungskriterien Produkte aus unterschiedlichen Kunststoffen und leiten daraus Handlungsoptionen für die alltägliche Nutzung ab (B5, B14, K2, K8, K13)</li> <li>- bewerten stoffliche und energetische Verfahren der Kunststoffverwertung unter Berücksichtigung ausgewählter Nachhaltigkeitsziele (B6, B13, S3, K5, K8).</li> </ul>			
6. Recycling von Kunststoffen	C.C. Buchner (S. 414-417)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trennung von Kunststoffmüll</li> <li>- Recyclingfähigkeit von Kunststoffen</li> <li>- Verwertung der Rohstoffe</li> <li>- ökologische Betrachtung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Werkstoffliche, rohstoffliche, thermische Verwertung</li> <li>- Kompostierung</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- bewerten stoffliche und energetische Verfahren der Kunststoffverwertung unter Berücksichtigung ausgewählter Nachhaltigkeitsziele (B6, B13, S3, K5, K8).</li> <li>- planen zielgerichtet anhand der Eigenschaften verschiedener Kunststoffe Experimente zur Trennung und Verwertung von Verpackungsabfällen (E4, S2),</li> </ul>			