

Kursthema 1: Grundlegende Phänomene chemischer Reaktionen – Energetik, Kinetik, chem. Gleichgewicht (12.1)

Optionale Unterrichtseinheiten /inhaltliche Konkretisierungen	KB Fachwissen (Basiskonzepte)	KB Erkenntnisgewinnung / Fachmethoden	KB Kommunikation	KB Bewertung / Reflexion
<i>Schülerinnen und Schüler ...</i>				
Wir nutzen Energieträger zum Heizen und zum Antreiben				
<p><i>Projekt:</i> Heizen und Antreiben zur Anknüpfung an die Inhalte der Klasse 11 und zur Eröffnung des Themas Energetik Berechnung von Brennwerten</p> <p><i>Fakultative Differenzierung:</i> <i>Ermittlung von Reaktionsenthalpien aus Bindungsenthalpien</i></p>	<p>beschreiben die Molekülstruktur von Alkanen. beschreiben die Verbrennung organischer Stoffe als chemische Reaktion. beschreiben, dass sich Stoffe in ihrem Energiegehalt unterscheiden. beschreiben, dass bei Verbrennungsreaktionen Energie mit der Umgebung ausgetauscht wird und neue Stoffe mit einem niedrigeren Energiegehalt entstehen.</p>	<p>wenden die IUPAC-Nomenklatur zur Benennung organischer Verbindungen an. beschreiben die Energieübertragung bei Verbrennungsmotoren. stellen den Energiegehalt von Edukten und Produkten in einem qualitativen Energiediagramm dar.</p>	<p>unterscheiden Fachsprache und Alltagssprache bei der Benennung chemischer Verbindungen.</p>	<p>erkennen die Bedeutung organischer Verbindungen in unserem Alltag. reflektieren den Begriff der Energieentwertung bei Verbrennungsreaktionen. bewerten die gesellschaftliche Relevanz verschiedener Energieträger.</p>
Was treibt chemische Reaktionen an?				
<p>Was ist Energie? Energieumwandlung – Energieerhaltung (1. Hauptsatz der Thermodynamik), Systembegriff, Wirkungsgrad Unterscheidung Enthalpie / Innere Energie; Enthalpiediagramme erstellen und auswerten; Aktivierungsenergie als Energiedifferenz zwischen Ausgangszustand und Übergangszustand Reaktionsenthalpien aus Standard-Bildungsenthalpien berechnen, ggf. Satz von Hess <i>Fakultative Differenzierung:</i></p>	<p>beschreiben die innere Energie eines stofflichen Systems als Summe aus Kernenergie, chemischer Energie und thermischer Energie dieses Systems. nennen den ersten Hauptsatz der Thermodynamik. beschreiben die Enthalpieänderung als ausgetauschte Wärme bei konstantem Druck. nennen die Definition der Standard-Bildungsenthalpie.</p>	<p>führen Experimente zur Ermittlung von Reaktionsenthalpien in einfachen Kalorimetern durch. erklären die Lösungsenthalpie als Summe aus Gitterenthalpie und Hydratationsenthalpie. nutzen tabellierte Daten zur Berechnung von Standard-Reaktionsenthalpien aus Standard-Bildungsenthalpien.</p>	<p>übersetzen die Alltagsbegriffe Energiequelle, Wärmeenergie, verbrauchte Energie und Energieverlust in Fachsprache. stellen die Enthalpieänderungen in einem Enthalpiediagramm dar. interpretieren Enthalpiediagramme. stellen die Aktivierungsenergie als Energiedifferenz zwischen Ausgangszustand und Übergangszustand dar.</p>	<p>reflektieren die Unschärfe im Alltag verwendeter energetischer Begriffe. nutzen ihre Kenntnisse zur Enthalpieänderung ausgewählter Alltags- und Technikprozesse. beurteilen die Energieeffizienz ausgewählter Prozesse ihrer Lebenswelt. beurteilen den Einsatz von Katalysatoren in technischen Prozessen.</p>

<p>Ermittlung von Reaktionsenthalpien aus Bindungsenthalpien</p> <p>Entropie als Maß für den Ordnungsgrad eines Systems (2. Hauptsatz der Thermodynamik), Gibbs-Helmholtz-Gleichung, ggf. Entropie und Wahrscheinlichkeit</p> <p>Katalysatoren, Katalyse (heterogen), 4-Wege-Katalysator im Auto</p>	<p>erläutern das Wechselspiel zwischen Enthalpie und Entropie als Kriterium für den freiwilligen Ablauf chemischer Prozesse (eA). beschreiben Energieentwertung als Zunahme der Entropie (eA). beschreiben die Aussagekraft der freien Enthalpie (eA). beschreiben den Einfluss eines Katalysators auf die Aktivierungsenergie.</p>	<p>nutzen die Gibbs-Helmholtz-Gleichung, um Aussagen zum freiwilligen Ablauf chemischer Prozesse zu machen. führen Berechnungen mit der Gibbs-Helmholtz-Gleichung durch (eA).</p> <p>nutzen die Modellvorstellung des Übergangszustands zur Beschreibung der Katalysatorwirkung.</p>	<p>stellen die Wirkung eines Katalysators in einem Energiediagramm dar.</p>	
<p>Steuerung chemischer Reaktionen – Kinetik und chemisches Gleichgewicht</p>				
<p>Reaktionen verlaufen unterschiedlich schnell, Definition: $v = \Delta c / \Delta t$, Methode der Anfangsgeschwindigkeit, Geschwindigkeitskonstante, ggf. Geschwindigkeitsgleichung <i>Fakultative Differenzierung: Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit über Steigungen in c-t-Diagrammen ermitteln (Kapillarrohrmethode)</i></p>	<p>definieren den Begriff der Reaktionsgeschwindigkeit als Änderung der Konzentration pro Zeiteinheit.</p>	<p>planen geeignete Experimente zum Einfluss von Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit und führen diese durch (z.B. Reaktion von Calciumcarbonat, Magnesium oder Thiosulfat mit Salzsäure)</p> <p><i>Fakultativ: Nutzen Fotometrie für die Bestimmung der Reaktionsgeschwindigkeit (z.B. Entfärbung von Patentblau V, Phenolphthalein in alkal. Lösung)</i></p>	<p>recherchieren zu technischen Verfahren in unterschiedlichen Quellen und präsentieren ihre Ergebnisse (eA) (z.B. Autoabgaskatalysator, Ammoniaksynthese)</p>	<p>beschreiben die Bedeutung unterschiedlicher Reaktionsgeschwindigkeiten alltäglicher Prozesse (z.B. Rosten, Verbrennungsmotor, Knallgasreaktion)</p>
<p>Abhängigkeiten der Reaktionsgeschwindigkeit von Temperatur, Druck, Konzentration und Zerteilungsgrad sowie von Katalysatoren (heterogene Katalyse); Anwendung der Stoßtheorie</p>	<p>beschreiben den Einfluss von Temperatur, Druck, Konzentration, Zerteilungsgrad und Katalysatoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit.</p>	<p>planen geeignete Experimente zum Einfluss von Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit und führen diese durch (z.B. Reaktion von Calciumcarbonat, Magnesium oder Thiosulfat mit Salzsäure)</p>	<p>recherchieren zu technischen Verfahren in unterschiedlichen Quellen und präsentieren ihre Ergebnisse (eA) (z.B. Autoabgaskatalysator, Ammoniaksynthese) diskutieren die Übertragbarkeit von Modellvorstellungen (z.B.</p>	<p>beurteilen die Steuerung von chemischen Reaktionen in technischen Prozessen (z.B. Ammoniaksynthese, Schwefelsäureherstellung).</p>

Schularbeitsplan Qualifikationsphase Chemie Gymnasium Salzhausen nach FK 03/20, Version 3 nach Hj1 03/2020; To

<p>Boltzmann-Verteilung, Simulation der Reaktionsgeschwindigkeit, RGT- Regel Umkehrbarkeit als Phänomen, dynamisches Gleichgewicht (GG) (z.B. Reaktion von Fe^{2+}- mit Ag^+-Ionen; Fe^{3+}-Ionen mit SCN^- Ionen)</p> <p>Gleichgewichtskonstante K_C und Massenwirkungsgesetz; qualitativer Zusammenhang K <> Gleichgewichtslage <i>Fakultative Vertiefung:</i> <i>Gleichgewichtslage und</i> <i>Stoßtheorie</i></p> <p>Störung des GG durch Temperatur, Druck und Konzentration, Anwendung LeChatelier</p> <p>Katalyse und GG-Lage</p>	<p>beschreiben das chemische Gleichgewicht auf Stoff- und Teilchenebene. erkennen die Notwendigkeit eines geschlossenen Systems für die Einstellung des chemischen Gleichgewichts.</p> <p>unterscheiden zwischen Ausgangskonzentration und Gleichgewichtskonzentration. formulieren das Massenwirkungsgesetz. können anhand der Gleichgewichtskonstanten Aussagen zur Lage des Gleichgewichts machen. erkennen, dass sich nach Störung eines Gleichgewichts ein neuer Gleichgewichtszustand einstellt. beschreiben den Einfluss von Konzentration, Druck und Temperatur auf den Gleichgewichtszustand (Prinzip von LeChatelier). erkennen, dass die Gleichgewichtskonstante temperaturabhängig ist. beschreiben, dass Katalysatoren die Einstellung des chemischen Gleichgewichts</p>	<p>führen ausgewählte Experimente zum chemischen Gleichgewicht durch. schließen aus Versuchsdaten auf Kennzeichen des chemischen Gleichgewichts. schließen aus einem Modellversuch auf Kennzeichen des chemischen Gleichgewichts (z.B. Stechhebersversuch, „Holzapfelkrieg“) berechnen Gleichgewichtskonstanten und -konzentrationen (eA).</p> <p>führen Experimente zu Einflüssen auf chemische Gleichgewichte durch (z.B. $\text{NO}_2/\text{N}_2\text{O}_4$-GG, Bildung von Eisenthioocyanat)</p>	<p>Simulationen zur Reaktionsgeschwindigkeit, Stoßtheorie)</p> <p>diskutieren die Übertragbarkeit der Modellvorstellung.</p> <p>diskutieren die Übertragbarkeit der Modellvorstellung.</p> <p>argumentieren mithilfe des Massenwirkungsgesetzes.</p> <p>recherchieren zu Katalysatoren in technischen Prozessen.</p>	<p>beurteilen die Bedeutung der Beeinflussung chemischer Gleichgewichte in der Industrie und in der Natur (z.B. Veresterung, Ammoniaksynthese, Schwefelsäureherstellung)</p>
--	---	--	--	--

<p>Löslichkeitsgleichgewichte, K_L, Löslichkeit</p>	<p>beschleunigen. beschreiben Löslichkeitsgleichgewichte als heterogene Gleichgewichte (eA) (z.B. Silberchlorid). beschreiben das Löslichkeitsprodukt (eA).</p>	<p>nutzen Tabellendaten, um Aussagen zur Löslichkeit von Salzen zu treffen (eA). nutzen Tabellendaten zur Erklärung von Fällungsreaktionen (eA).</p>		
--	---	--	--	--

Nicht explizit im KC gefordert:

Born-Haber-Kreisprozess: 1. Hauptsatz und Satz von Hess sind genannt, insoweit eröffnet das genannte Stichwort Born-Haber-Kreisprozess Anwendungsmöglichkeiten.

Zusammenhang ΔG , K und ΔE_A : Die Gibbs-Helmholz-Gleichung, die Arrheniusgleichung und die Nernst-Gleichung stellen diesen Zusammenhang mehrfach mathematisch dar. Spätestens im Themenbereich Elektrochemie bietet sich ein Vergleich an. Zur Arrheniusgleichung: Zur Überprüfung der RGT-Regel und der Diskussion der Aussagefähigkeit und der Anwendungsbereiche von "Faustregeln" ganz allgemein, Regel \neq Gesetz \neq Erklärung.

Hier kann ebenfalls die von Arrhenius bereits 1896 veröffentlichte Schlussfolgerung diskutiert werden, dass eine Verdoppelung der Kohlenstoffdioxidkonzentration in der Atmosphäre eine weltweite Temperaturerhöhung um 5 Grad nach sich ziehen würde. Heute wird für diesen Fall von einer Erwärmung um 1,5 bis 4,5 Grad ausgegangen.

Fotometrie, Konduktometrie: Als Messmethode, um Konzentrationen und Konzentrationsänderungen zugänglich zu machen, Diskussion der Naturwissenschaftlichen Methode. Im Themenbereich Elektrochemie sowie bei den Aminosäuren kann die Konduktometrie aufgegriffen und experimentell eingesetzt werden.

Reaktionsordnung, Halbwertszeit, homogene Katalyse, enzymatische Katalyse, Differenzierung zwischen E_A und E_{\min} : Die Formulierung oben: *beschreiben das chemische Gleichgewicht auf Stoff- und Teilchenebene* legt es nahe, die Begriffe zu verwenden und ausdrücklich die daran angeknüpften Inhalte zu betrachten, zumal sie im Zusammenhang von Phänomen-Beobachtung, Mathematisierung, chemischer Interpretation und Verständnis und Übertragungsfähigkeit der Sachverhalte wesentlich sind.

Fächerverbindende Aspekte: (vergl. dazu das Protokoll zur Konferenz der Fachobleute der Fächer Biologie, Chemie und Physik vom 18.3. 2019)

Kursthema 2.1: Vom Rohstoff zum Syntheseprodukt (12.2.1)

Unterrichtseinheiten / inhaltliche Konkretisierungen	KB Fachwissen (Basiskonzepte)	KB Erkenntnisgewinnung / Fachmethoden	KB Kommunikation	KB Bewertung / Reflexion
	<i>Schülerinnen und Schüler ...</i>			
Vom Alkan zum Ester – Synthese organischer Stoffe I				
<p>Ggf. Wiederholung zentraler Stoffklassen der organischen Chemie im Überblick: Alkane, Alkene, Halogenalkane, Alkanole, Carbonsäuren, ggf. Ester EPA-Modell, Konstitutionsisomerie und cis-trans-Isomerie; Einfach- und Mehrfachbindungen, Nomenklaturregeln, Struktur-Eigenschaftsbeziehungen</p> <p>Vom Alkan zum Halogenalkan: Mechanismus der radikalischen Substitution, homolytische Bindungsspaltung, Radikale als reaktive Teilchen, Mehrfachsubstitution,</p> <p>Stabilität von Alkyl-Radikalen über induktive</p>	<p>beschreiben die Molekülstruktur folgender Stoffklassen: Alkane, Alkene, Halogenkohlenwasserstoffe, Alkanole, Alkanale, Alkanone, Alkansäuren, Ester.</p> <p>benennen die funktionellen Gruppen: Doppelbindung, Hydroxy-, Carbonyl-, Carboxy-, Ester-Gruppe.</p> <p>unterscheiden die Konstitutionsisomerie und die cis-trans- Isomerie.</p> <p>beschreiben den Reaktionsmechanismus der radikalischen Substitution.</p> <p>beschreiben, dass bei chemischen Reaktionen unterschiedliche Reaktionsprodukte entstehen können.</p> <p>erklären Stoffeigenschaften anhand ihrer Kenntnisse über zwischenmolekulare Wechselwirkungen.</p> <p>erklären induktive Effekte (eA).</p>	<p>ordnen ausgewählte Stoffklassen in Form homologer Reihen.</p> <p>wenden die IUPAC-Nomenklatur zur Benennung organischer Verbindungen an.</p> <p>nutzen induktive und mesomere Effekte zur Erklärung der Stärke organischer Säuren (eA).</p> <p>führen Nachweisreaktionen durch.</p> <p>wenden ihre Kenntnisse zur Erklärung von Siedetemperaturen und Löslichkeiten auf neu eingeführte Stoffklassen an.</p> <p>planen Experimente für einen Syntheseweg zur Überführung einer Stoffklasse in eine andere (eA).</p> <p>planen Experimente zur Identifizierung organischer Moleküle und führen diese durch.</p> <p>nutzen induktive Effekte zur Erklärung von Reaktionsmechanismen und</p>	<p>unterscheiden Fachsprache und Alltagssprache bei der Benennung chemischer Verbindungen.</p> <p>diskutieren die Aussagekraft von Nachweisreaktionen.</p> <p>stellen den Zusammenhang zwischen Molekülstruktur und Stoffeigenschaft fachsprachlich dar.</p> <p>diskutieren die Reaktionsmöglichkeiten funktioneller Gruppen.</p> <p>stellen einen Syntheseweg einer organischen Verbindung dar.</p> <p>stellen Flussdiagramme technischer Prozesse fachsprachlich dar.</p> <p>stellen die Elektronenverschiebung in angemessener Fachsprache dar</p>	<p>erkennen die Bedeutung organischer Verbindungen in unserem Alltag.</p> <p>nutzen ihre Kenntnisse zu zwischenmolekularen Wechselwirkungen zur Erklärung von Phänomenen in ihrer Lebenswelt.</p> <p>beurteilen und bewerten die gesellschaftliche Bedeutung eines ausgewählten organischen Synthesewegs.</p> <p>reflektieren die gesundheitlichen Risiken beim Einsatz organischer Verbindungen.</p> <p>nutzen chemische Kenntnisse zur Erklärung der Produktlinie ausgewählter technischer Synthesen (eA).</p> <p>erkennen die Bedeutung der Gaschromatografie in der Analytik.</p> <p>reflektieren die Bedeutung von Nebenreaktionen organischer Synthesewege.</p> <p>beurteilen wirtschaftliche Aspekte und Stoffkreisläufe im Sinne der Nachhaltigkeit.</p>

<p>Effekte erklären, ggf. Ozonproblematik Erklärung von Stoffeigenschaften mithilfe der Molekülstruktur sowie der Polarität von Bindungen (Beispiel Halogenalkane)</p> <p>Verfahren der Gaschromatografie mit qualitativer und quantitativer Auswertung</p>		<p>unterschiedlichen Reaktivitäten (eA).</p> <p>nutzen Gaschromatogramme zur Identifizierung von Reaktionsprodukten.</p>	<p>(eA). versprachlichen mechanistische Darstellungsweisen. stellen die Aussagen eines Textes in Form eines Reaktionsmechanismus dar (eA) (hier könnten im Zentralabitur auch andere Reaktionsmechanismen beschrieben werden, die nicht im KC gefordert sind).</p>	<p>reflektieren mechanistische Denkweisen als wesentliches Prinzip der organischen Chemie (eA).</p>
<p>Vom Halogenalkan zum Ester: Mechanismus der nucleophilen Substitution (zweistufiger Mechanismus), induktive Effekte zur Erklärung der Stabilität von Carbenium-Ionen, Veresterung als S_N-Reaktion, Mechanismus der Veresterung (Kondensationsreaktion) Eigenschaften der Stoffklasse der Ester, Ester-Gruppe, Struktur- Eigenschaftsbeziehungen <i>Fakultative Differenzierung: Polyester bereits an dieser Stelle im Unterrichtsgang</i></p>	<p>beschreiben den Reaktionsmechanismus der nucleophilen Substitution (zweistufiger Mechanismus) (eA). unterscheiden radikalische, elektrophile und nucleophile Teilchen (eA). beschreiben das Carbenium-Ion/ Carbokation als Zwischenstufe in Reaktionsmechanismen (eA). unterscheiden zwischen homolytischer und heterolytischer Bindungsspaltung (eA). erklären induktive Effekte (eA). erklären mesomere Effekte (eA).</p>	<p>verwenden geeignete Formelschreibweisen zur Erklärung von Elektronenverschiebungen (eA) führen ausgewählte Experimente durch (S_N-Reaktionen). wenden Nachweisreaktionen an. nutzen induktive Effekte zur Erklärung von Reaktionsmechanismen und unterschiedlichen Reaktivitäten (eA). nutzen ihre Kenntnisse über radikalische, elektrophile und nucleophile Teilchen zur Erklärung von Teilschritten in Reaktionsmechanismen (eA). nutzen geeignete Modelle zur Veranschaulichung von Reaktionsmechanismen (eA). stellen Zusammenhänge zwischen den während der</p>	<p>versprachlichen mechanistische Darstellungsweisen. stellen die Aussagen eines Textes in Form eines Reaktionsmechanismus dar (eA) (hier könnten im Zentralabitur auch andere Reaktionsmechanismen beschrieben werden, die nicht im KC gefordert sind).</p> <p>diskutieren die Grenzen und Möglichkeiten von Modellen (eA). argumentieren sachlogisch und begründen schlüssig die entstehenden Produkte.</p>	<p>reflektieren mechanistische Denkweisen als wesentliches Prinzip der organischen Chemie (eA).</p>

		Reaktion konkurrierenden Teilchen und den Produkten her.		
Ungesättigte Moleküle im Blick – Synthese organischer Stoffe II				
<p>Stoffklasse der Alkene, Eigenschaften der Alkene, cis-trans-Isomerie, Brom als Nachweis für Doppelbindungen; Herstellung von Alkenen durch Eliminierung (nur Reaktionstyp, kein Mechanismus) <i>Fakultative Differenzierung: Orbitalmodell; Unterscheidung sigma- und pi-Bindungen</i></p>	<p>beschreiben die Reaktion mit Brom als Nachweis für Doppelbindungen in Molekülen. begründen anhand funktioneller Gruppen die Reaktionsmöglichkeiten organischer Moleküle.</p>	<p>planen Experimente zur Identifizierung organischer Moleküle und führen diese durch. führen Nachweisreaktionen durch. wenden ihre Kenntnisse zur Erklärung von Siedetemperaturen und Löslichkeiten auf neu eingeführte Stoffklassen an.</p>	<p>diskutieren die Aussagekraft von Nachweisreaktionen. stellen den Zusammenhang zwischen Molekülstruktur und Stoffeigenschaft fachsprachlich dar. diskutieren die Reaktionsmöglichkeiten funktioneller Gruppen. stellen einen Syntheseweg einer organischen Verbindung dar.</p>	<p>nutzen ihre Kenntnisse zu zwischenmolekularen Wechselwirkungen zur Erklärung von Phänomenen in ihrer Lebenswelt. beurteilen und bewerten die gesellschaftliche Bedeutung eines ausgewählten organischen Synthesewegs (z.B. Cracken, Eliminierung).</p>
<p>Mechanismus der elektrophilen Addition, heterolytische Bindungsspaltung, elektrophile Teilchen; Induktionseffekte zur Erklärung der Stabilität von Carbenium-Ionen Regel von Markovnikov (Addition asymmetrischer Verbindungen) Konkurrenz zwischen reagierenden Teilchen; Konkurrenz zwischen S_N, A_E, E</p>	<p>unterscheiden die Reaktionstypen Substitution, Addition, Eliminierung und Kondensation. unterscheiden radikalische, elektrophile und nucleophile Teilchen (eA). beschreiben das Carbenium-Ion/Carbo-Kation als Zwischenstufe in Reaktionsmechanismen (eA). beschreiben den Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition von symmetrischen Verbindungen (eA). beschreiben den Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition von asymmetrischen Verbindungen (eA). erklären induktive Effekte (eA).</p>	<p>planen Experimente für einen Syntheseweg zur Überführung einer Stoffklasse in eine andere (eA) (z.B. vom Alkanol über ein Alkanol zum Alken) stellen Zusammenhänge zwischen den während der Reaktion konkurrierenden Teilchen und den Produkten her. nutzen geeignete Modelle zur Veranschaulichung von Reaktionsmechanismen (eA).</p>	<p>stellen einen Syntheseweg einer organischen Verbindung dar. stellen Flussdiagramme technischer Prozesse fachsprachlich dar. stellen technische Prozesse als Flussdiagramme dar. argumentieren sachlogisch und begründen schlüssig die entstehenden Produkte.</p>	<p>nutzen chemische Kenntnisse zur Erklärung der Produktlinie ausgewählter technischer Synthesen (eA). reflektieren die Bedeutung von Nebenreaktionen organischer Synthesewege.</p>

Strategien der Syntheseplanung - der Werkzeugkasten der organischen Chemie				
<p>Anwendung der zuvor erarbeiteten Reaktionsmechanismen und -wege zur Planung einer mehrstufigen Synthese: Molekülstruktur und funktionelle Gruppen von organischen Verbindungen, Redoxreaktionen organischer Sauerstoffverbindungen, Oxidationszahlen; Fehling-Probe bei reduzierend wirkenden organischen Stoffen; ggf. Retrosynthese</p>	<p>unterscheiden die Reaktionstypen Substitution, Addition, Eliminierung und Kondensation. beschreiben die Fehling-Reaktion.</p>	<p>planen Experimente für einen Syntheseweg zur Überführung einer Stoffklasse in eine andere (eA) (z.B. vom Alkanol über ein Alkanol zum Alken) stellen Zusammenhänge zwischen den während der Reaktion konkurrierenden Teilchen und den Produkten her. nutzen geeignete Modelle zur Veranschaulichung von Reaktionsmechanismen (eA).</p>	<p>stellen einen Syntheseweg einer organischen Verbindung dar. stellen Flussdiagramme technischer Prozesse fachsprachlich dar. stellen technische Prozesse als Flussdiagramme dar. argumentieren sachlogisch und begründen schlüssig die entstehenden Produkte.</p>	<p>nutzen chemische Kenntnisse zur Erklärung der Produktlinie ausgewählter technischer Synthesen (eA). reflektieren die Bedeutung von Nebenreaktionen organischer Synthesewege. beurteilen wirtschaftliche Aspekte und Stoffkreisläufe im Sinne der Nachhaltigkeit.</p>

Fächerverbindende Aspekte: (vergl. dazu das Protokoll zur Konferenz der Fachobleute der Fächer Biologie, Chemie und Physik vom 18.3. 2019)

Nicht explizit im KC gefordert:

Gesetz von Avogadro, ideales Gasgesetz: ...stellen nach dem Vorunterricht (vgl. auch Physik) eine Wiederholung dar.

Orbitalmodell: Ohne einen sicheren Orbitalbegriff in Verbindung mit der Hybridisierung kann das Verständnis von Bindungsarten (Einfachbindung, Mehrfachbindungen) und somit vom aromatischen Zustand wohl nur oberflächlich bleiben.

VB-Modell, MO-Modell, VSEPR-Theorie: *ad libitum*

Kursthema 2.2: Natürliche und synthetische Makromoleküle (12.2.2)

Optionale Unterrichtseinheiten / inhaltliche Konkretisierungen	KB Fachwissen (Basiskonzepte)	KB Erkenntnisgewinnung / Fachmethoden	KB Kommunikation	KB Bewertung / Reflexion
<i>Schülerinnen und Schüler ...</i>				
Kunststoffe – Synthetische Makromoleküle				
<p>Einstieg über die Analyse von Kunststoffverpackungen oder über die Analyse der Etiketten verschiedener Textilfasern; dann zunächst Fokus auf „Kunstfasern“</p> <p>Einteilung der Kunststoffe (Duroplaste, Thermoplaste, Elastomere)</p> <p>Reaktionen: Polykondensation und radikalische Polymerisation; Mechanismus der radikalischen Polymerisation; Unterscheidung reaktiver Teilchen</p> <p><i>Fakultative Differenzierung: kationische Polymerisation, Copolymerisate, Taktizität</i></p> <p>Recycling von Kunststoffen (thermisch, rohstofflich, werkstofflich)</p>	<p>teilen Kunststoffe in Duroplaste, Thermoplaste und Elastomere ein.</p> <p>klassifizieren Kunststoffe nach charakteristischen Atomgruppierungen: Polyolefine, Polyester, Polyamide, Polyether</p> <p>erklären die Eigenschaften von makromolekularen Stoffen anhand von zwischenmolekularen Wechselwirkungen.</p> <p>beschreiben die Reaktionstypen Polymerisation und Polykondensation zur Bildung von Makromolekülen.</p> <p>beschreiben den Reaktionsmechanismus der radikalischen Polymerisation.</p>	<p>untersuchen experimentell Eigenschaften ausgewählter Kunststoffe (Dichte, Verhalten bei Erwärmen).</p> <p>planen Experimente für einen Syntheseweg zur Überführung einer Stoffklasse in eine andere (eA).</p> <p>planen Experimente zur Identifizierung organischer Moleküle und führen diese durch.</p> <p>führen Experimente zur Polykondensation durch.</p> <p>nutzen ihre Kenntnisse zur Struktur von Makromolekülen zur Erklärung ihrer Stoffeigenschaften.</p> <p>nutzen geeignete Modelle zur Veranschaulichung von Reaktionsmechanismen (eA).</p>	<p>recherchieren zu Anwendungsbereichen makromolekularer Stoffe und präsentieren ihre Ergebnisse.</p> <p>diskutieren die Reaktionsmöglichkeiten funktioneller Gruppen.</p> <p>stellen einen Syntheseweg einer organischen Verbindung dar.</p> <p>stellen Flussdiagramme technischer Prozesse fachsprachlich dar.</p> <p>stellen technische Prozesse als Flussdiagramme dar.</p> <p>diskutieren die Aussagekraft von Modellen (eA).</p>	<p>beurteilen und bewerten den Einsatz von Kunststoffen im Alltag, beschreiben Tätigkeitsfelder im Umfeld der Kunststoffchemie.</p> <p>nutzen ihre Fachkenntnisse zur Erklärung der Funktionalität ausgewählter Kunststoffe.</p> <p>beurteilen und bewerten die gesellschaftliche Bedeutung eines ausgewählten organischen Synthesewegs.</p> <p>reflektieren die gesundheitlichen Risiken beim Einsatz organischer Verbindungen.</p> <p>nutzen chemische Kenntnisse zur Erklärung der Produktlinie ausgewählter technischer Synthesen (eA).</p> <p>beurteilen wirtschaftliche Aspekte und Stoffkreisläufe im Sinne der Nachhaltigkeit.</p>
Bausteine des Lebens				

Schularbeitsplan Qualifikationsphase Chemie Gymnasium Salzhausen nach FK 03/20, Version 3 nach Hj1 03/2020; To

<p>Fokus auf „Naturfasern“: Klassifizierung von Proteinen und Kohlenhydraten Fehling-Probe, Iod-Stärke-Reaktion Molekülstruktur der Aminosäuren, incl. Einteilung nach Seitenketten und Säure-Base-Eigenschaften</p> <p>Sekundär- und Tertiärstruktur von Proteinen als Voraussetzung für die Faserbildung</p>	<p>beschreiben die Molekülstruktur von Aminosäuren, Proteinen, Kohlenhydraten (Glucose, Fructose, Saccharose, Stärke). beschreiben die Fehling-Reaktion. beschreiben die Iod-Stärke-Reaktion.</p> <p>erklären die Eigenschaften von makromolekularen Stoffen anhand von zwischenmolekularen Wechselwirkungen.</p>	<p>untersuchen experimentell die Löslichkeit in unterschiedlichen Lösungsmitteln. führen Nachweisreaktionen durch.</p> <p>nutzen ihre Kenntnisse zur Struktur von Makromolekülen zur Erklärung ihrer Stoffeigenschaften.</p>	<p>diskutieren die Aussagekraft von Nachweisreaktionen. diskutieren die Aussagekraft von Modellen (eA).</p>	<p>erörtern und bewerten Verfahren zur Nutzung und Verarbeitung ausgewählter Naturstoffe vor dem Hintergrund knapper werdender Ressourcen (z.B. Naturfasern als Ersatz für „Kunstfasern“).</p>
<p>Fette und Tenside als weitere Naturstoffe; Aufbau eines Fettes, Fetthärtung, Gewinnung und Charakterisierung von Fetten <i>Fakultative Differenzierung: Tenside, Waschwirkung von Seife, synthetische Tenside</i></p>	<p>beschreiben die Molekülstruktur von Fetten</p>	<p>untersuchen experimentell die Löslichkeit in unterschiedlichen Lösungsmitteln. führen Nachweisreaktionen durch.</p>	<p>diskutieren die Aussagekraft von Nachweisreaktionen.</p>	<p>erörtern und bewerten Verfahren zur Nutzung und Verarbeitung ausgewählter Naturstoffe vor dem Hintergrund knapper werdender Ressourcen (z.B. Seifen aus natürlichen Ölen oder aus Carbonsäuren petrochemischer Quellen)</p>

Kursthema 3: Donator-Akzeptor-Reaktionen (13.1)

Unterrichtseinheiten / inhaltliche Konkretisierungen	KB Fachwissen (Basiskonzepte)	KB Erkenntnisgewinnung / Fachmethoden	KB Kommunikation	KB Bewertung / Reflexion
<i>Schülerinnen und Schüler ...</i>				
Protolysereaktionen in Alltag und Technik				
<p>Säure-Base-Theorie nach Brönsted: H_3O^+-Ionen, OH^--Ionen, korrespondierende Säure/Base-Paare, Ampholyte</p>	<p>erläutern die Säure-Base-Theorie nach Brönsted. stellen korrespondierende Säure-Base-Paare auf. nennen die charakteristischen</p>		<p>stellen Protolysegleichungen auf. recherchieren zu Säuren und Basen in Alltags-, Technik- und Umweltbereichen und präsentieren ihre Ergebnisse.</p>	<p>beschreiben den historischen Weg der Entwicklung des Säure-Base-Begriffs bis Brönsted. beurteilen den Einsatz von Säuren und Basen sowie</p>

Schularbeitsplan Qualifikationsphase Chemie Gymnasium Salzhausen nach FK 03/20, Version 3 nach Hj1 03/2020; To

<p><i>Fakultative Differenzierung: Säure-Base-Reaktion als EP-Verschiebung</i></p> <p>Protolysereaktionen als GG-Reaktionen: Autoprotolyse und pH-Wert, pH-Skala</p> <p>Stärke von Säuren: K_S als Sonderform der Gleichgewichtskonstante; Bedeutung des pK_S-Wertes; analoges für den pK_B-Wert Differenzierung von starken und schwachen Säuren mithilfe der pK_S- und pK_B-Werte; Berechnung von pH-Werten und Säure- bzw. Basekonzentrationen</p> <p>Protolyse von Salzlösungen mit den pK_S-/ pK_B-Werten begründen</p> <p>Induktive und mesomere Effekte als Erklärung der Säurestärke organischer Säuren.</p> <p><i>Fakultative Differenzierung: Zusammenhang Molekülstruktur vs. Säurestärke</i></p>	<p>Teilchen wässriger saurer und alkalischer Lösungen (Hydronium/Oxonium-Ion und Hydroxid-Ion).</p> <p>beschreiben die Autoprotolyse des Wassers als Gleichgewichtsreaktion. erklären den Zusammenhang zwischen der Autoprotolyse des Wassers und dem pH-Wert. nennen die Definition des pH-Werts.</p> <p>wenden das Ionenprodukt des Wassers auf Konzentrationsberechnungen an (eA).</p> <p>erkennen den Zusammenhang zwischen pH-Wert-Änderung und Konzentrationsänderung. beschreiben die Säurekonstante / Basenkonstante als spezielle Gleichgewichtskonstante. differenzieren starke und schwache Säuren bzw. Basen anhand der pK_S- und pK_B-Werte.</p> <p>erklären die pH-Werte von Salzlösungen anhand von pK_S- und pK_B-Werten (eA).</p> <p>erklären induktive Effekte (eA).</p> <p>erklären mesomere Effekte (eA).</p>	<p>messen pH-Werte verschiedener wässriger Lösungen. messen den pH-Wert äquimolarer Lösungen einprotoniger Säuren und schließen daraus auf die Säurestärke. wenden ihre Kenntnisse zu einprotonigen Säuren auf mehrprotonige Säuren an.</p> <p>berechnen pH-Werte von Lösungen starker und schwacher einprotoniger Säuren. berechnen pH-Werte von wässrigen Hydroxid-Lösungen.</p> <p>berechnen die pH-Werte alkalischer Lösungen (eA).</p> <p>messen pH-Werte verschiedener Salzlösungen (eA).</p> <p>nutzen Tabellen zur Vorhersage und Erklärung von Säure-Base-Reaktionen (eA).</p> <p>wenden den Zusammenhang zwischen pK_S, pK_B- und pK_W-Wert an (eA).</p> <p>nutzen induktive und mesomere Effekte zur Erklärung der Stärke organischer Säuren (eA).</p>	<p>recherchieren pH-Wert-Angaben im Alltag. argumentieren sachlogisch unter Verwendung der Tabellenwerte</p>	<p>Neutralisationsreaktionen in Alltags-, Technik- und Umweltbereichen. reflektieren die Bedeutung von pH-Wert-Angaben in ihrem Alltag.</p>
<p>Neutralisationsreaktion als Protolyse</p> <p>Säure/Base-Titration als maßanalytisches Verfahren</p>	<p>erklären die Neutralisationsreaktion. beschreiben die Funktion von Säure-Base-Indikatoren bei</p>	<p>titrieren starke Säuren gegen starke Basen (und umgekehrt). berechnen die Stoffmengenkonzentration</p>	<p>präsentieren und diskutieren Titrationskurven.</p>	<p>erkennen und beschreiben die Bedeutung maßanalytischer Verfahren in der Berufswelt (z.B. Qualitätskontrolle in</p>

<p>zur Konzentrationsbestimmung saurer und alkalischer Lösungen (Endpunkttitration), Auswertung von Titrationskurven unter Angabe der Kardinalpunkte (Anfangs- und End-pH, ÄP, HÄP, NP), <i>Fakultative Differenzierung: Leitfähigkeitstitation</i> Funktion von Säure/Base-Indikatoren, Erklärung der Umschlagsbereiche mit dem pK_s-Wert</p> <p>Säure/Base-Indikatoren als schwache Brönsted-Säuren bzw. -Basen</p>	<p>Titrationen. beschreiben Indikatoren als schwache Brönsted-Säuren bzw. -Basen (eA).</p>	<p>saurer und alkalischer Probelösungen. ermitteln die Konzentration verschiedener saurer und alkalischer Lösungen durch Titration. nehmen Titrationskurven einprotoniger starker und schwacher Säuren auf. erklären qualitativ den Kurvenverlauf. identifizieren und erklären charakteristische Punkte des Kurvenverlaufs (Anfangs-pH-Wert, Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt, End-pH-Wert). berechnen charakteristische Punkte des Kurvenverlaufs und zeichnen Titrationskurven ausgewählter einprotoniger starker/schwacher Säuren und starker/schwacher Basen (eA). ermitteln experimentell den Halbäquivalenzpunkt (eA). nutzen Tabellen zur Auswahl eines geeigneten Indikators.</p>		<p>Lebensmitteln, in der Abwasserreinigung)</p>
<p>Beschreibung von Puffersystemen Interpretation von Puffersystemen als Säure/Base-Gleichgewicht (Henderson-Hasselbalch-Gleichung)</p>	<p>erklären die Wirkungsweise von Puffersystemen mit der Säure-Base-Theorie nach Brönsted. leiten die Henderson-Hasselbalch-Gleichung her (eA). wenden die Henderson-Hasselbalch-Gleichung auf Puffersysteme an (eA). erkennen den Zusammenhang zwischen dem Halbäquivalenzpunkt und dem Pufferbereich (eA).</p>	<p>ermitteln die Funktionsweise von Puffern im Experiment. identifizieren Pufferbereiche in Titrationskurven (eA). ermitteln grafisch den Halbäquivalenzpunkt (eA).</p>		<p>erklären die Pufferwirkung in technischen und biologischen Systemen (z.B. Puffersysteme im menschlichen Körper, Puffer im Boden).</p>

In Kursen auf erhöhtem Niveau sind in das Kursthema 3: „Donator-Akzeptor-Reaktionen“ die Inhalte des folgenden Tabellenteiles: „Aromaten – gesättigte oder ungesättigte Moleküle“ im Hinblick auf die Bedeutung für Säure-Base-Gleichgewichte sinnvoll zu integrieren.

Aromaten – gesättigte oder ungesättigte Moleküle				
Aromatizität, Hückel-Regel, Mesomerie, Grenzstrukturen für das Benzol-Molekül Mesomerieenergie des Benzols <i>Fakultative Differenzierung: Mechanismus der elektrophilen Substitution an Aromaten</i>	erklären die Mesomerie mithilfe von Grenzstrukturen in der Lewis-Schreibweise für das Benzolmolekül (eA). beschreiben die Mesomerieenergie des Benzols (eA).	wenden das Mesomeriemodell zur Erklärung des aromatischen Zustands des Benzolmoleküls an (eA).	stellen die Mesomerieenergie des Benzols in einem Enthalpiediagramm dar (eA). diskutieren die Grenzen und Möglichkeiten von Modellen (eA).	

Kursthema 4: Redoxreaktionen, Mobile Energiequellen, Korrosion (13.2)

Unterrichtseinheiten / inhaltliche Konkretisierungen	KB Fachwissen (Basiskonzepte)	KB Erkenntnisgewinnung / Fachmethoden	KB Kommunikation	KB Bewertung / Reflexion
<i>Schülerinnen und Schüler ...</i>				
Elektrochemie in Alltag und Technik				
<i>Projekt</i> Knopfzellen zur Hinführung ins Thema Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktion, Redoxpaare, Oxidationszahlen und deren Veränderung bei chemischen Reaktionen; Vergleich S/B-Reaktionen mit Redoxreaktionen, Donator-Akzeptor-Konzept <i>Fakultative Differenzierung:</i>	erläutern Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen. beschreiben mithilfe der Oxidationszahlen korrespondierende Redoxpaare. vergleichen Säure-Base-Reaktionen und Redoxreaktionen.	planen Experimente zur Aufstellung der Redoxreihe der Metalle und führen diese durch. wenden das Donator-Akzeptor-Konzept an. stellen in systematischer Weise Redoxgleichungen anorganischer und organischer Systeme in Form von Teil- und	wenden Fachbegriffe zur Redoxreaktion an.	reflektieren die historische Entwicklung des Redoxbegriffs. erkennen und beschreiben die Bedeutung von Redoxreaktionen im Alltag. erkennen die Bedeutung maßanalytischer Verfahren in der Berufswelt (eA).

<p><i>Dis- und Synproportionierung</i></p> <p>Redox titrationen und deren Auswertung (z.B. Sulfitbestimmung im Wein, WINKLER-Methode zur Sauerstoffbestimmung) Elektronengasmodell, Aufbau und Funktion galvanischer Zellen, Messung von Zellspannungen, elektrochemische Doppelschicht als Redoxgleichgewicht und Ursache des Elektrodenpotentials, elektrochemische Spannungsreihe, Zelldiagramm</p> <p>Standard-Wasserstoffhalbzelle und Standardpotential, Berechnung von Zellspannungen</p> <p>Konzentrationsabhängigkeit des Elektrodenpotentials (NERNST-Gleichung für Metalle), Konzentrationszellen, Berechnung der Zellspannungen für verschiedene Konz. an</p>	<p>beschreiben den Bau galvanischer Zellen. erläutern die Funktionsweise galvanischer Zellen. beschreiben die elektrochemische Doppelschicht als Redoxgleichgewicht in einer Halbzelle. beschreiben die galvanische Zelle als Kopplung zweier Redoxgleichgewichte. beschreiben die Vorgänge an den Elektroden und in der Lösung bei leitender Verbindung. beschreiben den Aufbau der Standard-Wasserstoffelektrode. definieren das Standard-Potential.</p> <p>beschreiben die Abhängigkeit der Potentiale von der Konzentration anhand der vereinfachten NERNST-Gleichung für Metalle (eA).</p>	<p>Gesamtgleichungen dar.</p> <p>führen eine ausgewählte Redox titration durch (eA). werten die Redox titration quantitativ aus (eA).</p> <p>messen die Spannung unterschiedlicher galvanischer Zellen.</p> <p>nutzen Tabellen von Standard-Potenzialen zur Vorhersage des Ablaufs von Redoxreaktionen. berechnen die Spannung galvanischer Zellen (Zellspannung) unter Standardbedingungen. berechnen die Potentiale von Metall/Metall-Ionen-Halbzellen verschiedener Konzentrationen (eA).</p>	<p>stellen die elektrochemische Doppelschicht als Modellzeichnung dar.</p> <p>wählen aussagekräftige Informationen aus. argumentieren sachlogisch unter Verwendung der Tabellenwerte.</p>
---	--	--	---

Schularbeitsplan Qualifikationsphase Chemie Gymnasium Salzhausen nach FK 03/20, Version 3 nach Hj1 03/2020; To

Metallionen				
<p>Bau und Funktion von Elektrolysezellen; Elektrolyse als Umkehrung der galvanischen Zelle</p> <p>Zersetzungsspannung, Überspannung, Spannungsdiagramme, Abscheidungspotentiale <i>Fakultative Differenzierung: Faraday-Gesetze, Berechnung von abgeschiedenen Stoffmengen</i> Technische Elektrolysen (z.B. Chlor-Alkali-Elektrolyse, Recycling von Elektroschrott)</p>	<p>beschreiben den Bau von Elektrolysezellen. erläutern das Prinzip der Elektrolyse. deuten die Elektrolyse als Umkehrung der Vorgänge im galvanischen Element.</p> <p>beschreiben die Zersetzungsspannung (eA). beschreiben das Phänomen der Überspannung (eA). beschreiben den Zusammenhang zwischen der Zersetzungsspannung und der Zellspannung einer entsprechenden galvanischen Zelle (eA).</p>	<p>führen ausgewählte Elektrolysen durch.</p> <p>nutzen Spannungsdiagramme als Entscheidungshilfe zur Vorhersage und Erklärung von Elektrodenreaktionen (eA).</p>	<p>stellen Elektrolysezellen in Form von Skizzen dar. vergleichen Elektrolysezelle und galvanische Zelle.</p> <p>recherchieren zu Redoxreaktionen in Alltag und Technik und präsentieren ihre Ergebnisse. erläutern Darstellungen zu technischen Anwendungen.</p>	
<p>Mobile Spannungsquellen als Energiewandler (Bau, Funktion und Unterschiede von Batterien, Akkumulatoren, Brennstoffzellen, Redox-Flow-Zellen) Anwendung: Power-to-Gas-Technologie</p>	<p>erklären die Funktionsweise ausgewählter Batterien, Akkumulatoren und Brennstoffzellen. nennen die prinzipiellen Unterschiede zwischen Batterien, Akkumulatoren und Brennstoffzellen.</p>	<p>strukturieren ihr Wissen zu Batterien, Akkumulatoren und Brennstoffzellen. entwickeln Kriterien zur Beurteilung von technischen Systemen (z.B. nach Leistung, Kapazität, Zyklenzahl etc.).</p>	<p>recherchieren exemplarisch zu Batterien, Akkumulatoren und Brennstoffzellen und präsentieren ihre Ergebnisse.</p> <p>stellen technische Prozesse als Flussdiagramme dar.</p>	<p>nutzen ihre Kenntnisse über elektrochemische Energiequellen zur Erklärung ausgewählter Alltags- und Technikprozesse. reflektieren die Bedeutung ausgewählter Redoxreaktionen für die Elektromobilität (z.B. Brennstoffzellen oder Redox-Flow-Zellen als Speicher für elektrische Energie, Power-to-Gas-Technologie).</p>
<p>Korrosionsarten, Lokalelementbildung, Korrosionsschutzverfahren (metallische und nichtmetallische Überzüge, Opferanoden) <i>Fakultative Differenzierung:</i></p>	<p>wenden ihre Kenntnisse zu galvanischen Zellen auf Lokalelemente an (eA). unterscheiden Sauerstoff- und Säure-Korrosion (eA). beschreiben den Korrosionsschutz durch Überzüge (eA).</p>	<p>führen Experimente zur Korrosion und zum Korrosionsschutz durch (eA).</p>		<p>bewerten die wirtschaftlichen Folgen durch Korrosionsschäden (eA). nutzen ihre Kenntnisse über Redoxreaktionen zur Erklärung von Alltags- und Technikprozessen (eA) (z.B. Verzinken vs. Verzinnen).</p>

Eloxalverfahren, Galvanisierung	erklären den kathodischen Korrosionsschutz (eA).			bewerten den Einsatz und das Auftreten von Redoxreaktionen in Alltag und Technik (eA).
--	---	--	--	---

Nicht explizit im KC gefordert:

Leitfähigkeitstiteration: vgl. Anmerkung oben (Konduktometrie)

Nernst-Gleichung für Nichtmetall-Halbzellen: Aktuell können Hochtemperatur-Zellen oder Brennstoffzellen für unterschiedliche Substrate im Zusammenhang mit einer nachhaltigen Bereitstellung von Energie Anlässe für entsprechende Betrachtungen bieten.

Faraday-Gesetze: Die Elektrochemische Gewinnung von Nichteisenmetallen für Konsumprodukte unter Berücksichtigung des Energiebedarfs erfordert dieses Gesetz. Als Grundlage für die energetische / thermodynamische Herleitung der Nernst-Gleichung hilfreich

Disproportionierung, Synproportionierung: *ad libitum*

Weitere Unterrichtsmaterialien:

Digital:

BiBox - Digitale Unterrichtsmaterialien Qualifikationsphase: WEB-507-11345

Digital / Analog:

*Energetik, Kinetik, chem. Gleichgewicht: Chemie heute, Lehrermaterialien Sek. I / Sek. II, **Band 1** (978-3-507-10655-0)*

*Säure-Base-Reaktionen, Elektrochemie: Chemie heute, Lehrermaterialien Sek. I / Sek. II, **Band 5** (978-3-507-10689-5)*

*Organische Reaktionsmechanismen, Aromaten: Chemie heute, Lehrermaterialien Sek. I / Sek. II, **Band 3** (978-3-507- 10683-3)*

*Kunststoffe, Naturstoffe: Chemie heute, Lehrermaterialien Sek. I / Sek. II, **Band 4** (978-3-507- 10684-0)*

Schularbeitsplan Qualifikationsphase Chemie Gymnasium Salzhausen nach FK 03/20, Version 3 nach Hj1 03/2020; To

Bezeichnung der Kursthemen für die Eintragungen im Studienbuch:

12.1. Energetik, Kinetik und Gleichgewichte

12.2. Makromoleküle

13.1 Säuren, Basen und Aromaten

13.2. Elektrochemie