

Schulinternes Curriculum Chemie, Qualifikationsphase

Eingangsvoraussetzung für die Qualifikationsphase ist die in der Einführungsphase im Jahrgang 11 erworbene Fachkompetenz.

Die Kompetenztabellen der Qualifikationsphase sind in vier Inhaltsbereiche gegliedert. Diese entsprechen den Bildungsstandards im Fach Chemie für die Allgemeine Hochschulreife.

Fachspezifische Konzepte strukturieren den Erwerb der Fachkompetenz aus den jeweils horizontal verknüpften Teilkompetenzen (Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz, Bewertungskompetenz). Alle Teilkompetenzen sind gleichermaßen an spezifische Inhalte geknüpft und erfordern somit entsprechendes Fachwissen. Bis zum Ende der Qualifikationsphase sind die aufgeführten Kompetenzen als Grundlage für die Abiturprüfung in Niedersachsen verbindlich zu erwerben.

Zusätzlich für das erhöhte Anforderungsniveau vorgesehene Kompetenzen sind fett gedruckt hervorgehoben.

Fakultative Inhalte sind kursiv dargestellt.

Kursthema 1: Organische Stoffe – Vom Rohstoff zum Syntheseprodukt

Unterrichtseinheiten / inhaltliche Konkretisierungen	Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnung / Fachmethoden	Kommunikation	Bewertung / Reflexion
<i>Die Lernenden ...</i>				
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	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Molekülstruktur folgender Stoffklassen: Alkane, Alkene, Alkine, Halogenalkanen, Alkanole, Alkanale, Alkanone, Alkansäuren, Ester. benennen die funktionellen Gruppen: Doppelbindung, Hydroxy-, Carbonyl- (Aldehyd-, Keto-) Carboxy-, Ester-Gruppe. unterscheiden die Strukturisomerie und die cis-trans-Isomerie. 	<ul style="list-style-type: none"> ordnen ausgewählte Stoffklassen in Form homologer Reihen. entwickeln die homologen Reihen der Alkene und Alkine. wenden ihre Kenntnisse zur Erklärung von Siedetemperaturen und Löslichkeiten auf neu eingeführte Stoffklassen an. 	<ul style="list-style-type: none"> wenden die IUPAC-Nomenklatur zur Benennung organischer Verbindungen an. 	<ul style="list-style-type: none"> <i>erkennen die Bedeutung organischer Verbindungen in unserem Alltag.</i> <i>nutzen ihre Kenntnisse zu zwischenmolekularen Wechselwirkungen zur Erklärung von Phänomenen in ihrer Lebenswelt.</i> beurteilen grundlegende Aspekte zu Gefahren und Sicherheit in Labor und Alltag.

Vom Alkan zum Halogenalkan				
<p>Mechanismus der radikalischen Substitution, homolytische Bindungsspaltung, Radikale als reaktive Teilchen, Mehrfachsubstitution.</p> <p>Stabilität von Alkyl-Radikalen über induktive Effekte erklären, ggf. Ozonproblematik</p> <p>Erklärung von Stoffeigenschaften mithilfe der Molekülstruktur sowie der Polarität von Bindungen (Beispiel Halogenalkane)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Reaktionsmechanismus der radikalischen Substitution. • erklären Stoffeigenschaften neu eingeführter Stoffklassen mit Hilfe von intramolekularen Wechselwirkungen: London-Kräfte, Dipol-Dipol-Wechselwirkungen, Ionen-Dipol-Wechselwirkungen, Wasserstoffbrücken. • begründen anhand funktionaler Gruppen die Reaktionsmöglichkeiten organischer Moleküle. 	<ul style="list-style-type: none"> • planen Experimente für einen Syntheseweg zur Überführung einer Stoffklasse in eine andere (eA). 	<ul style="list-style-type: none"> • Stellen Reaktionsmechanismen in Strukturformeln dar • verwenden geeignete Formelschreibweisen zur Erklärung von Elektronenverschiebungen. • unterscheiden zwischen homolytischer und heterolytischer Bindungsspaltung. • stellen die Aussagen eines Textes in Form eines Reaktionsmechanismus dar oder umgekehrt. (hier könnten auch andere Reaktionsmechanismen beschrieben werden, die nicht im KC gefordert sind). 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>beurteilen und bewerten die gesellschaftliche Bedeutung eines ausgewählten organischen Synthesewegs.</i> • <i>reflektieren die gesundheitlichen Risiken beim Einsatz organischer Verbindungen.</i> • nutzen chemische Kenntnisse zur Erklärung der Produktlinie ausgewählter technischer Synthesen (eA). • <i>reflektieren die Bedeutung von Nebenreaktionen organischer Synthesewege.</i>
Verfahren der Gaschromatografie				
	<ul style="list-style-type: none"> • erklären das Funktionsprinzip der Gaschromatografie anhand von Wechselwirkungen (eA). 	<ul style="list-style-type: none"> • nutzen Gaschromatogramme zur Identifizierung von Reaktionsprodukten (eA). • stellen Zusammenhänge zwischen Reaktionsprodukten und R_f-Werten auf (eA). 		<ul style="list-style-type: none"> • beurteilen die Bedeutung der Gaschromatografie in der Analytik (eA).
Alkene				
<p>Stoffklasse der Alkene, Eigenschaften der Alkene, cis-trans-Isomerie</p> <p>Herstellung von Alkenen durch Eliminierung</p>	<ul style="list-style-type: none"> • benennen die Mehrfachbindung als funktionelle Gruppe der Alkene und Alkine. 	<ul style="list-style-type: none"> • wenden Nachweisreaktionen (Chlorid-, Bromid-, Hydrononium/Oxonium-Ionen) zur Produktidentifikation an. 	<ul style="list-style-type: none"> • stellen den Zusammenhang zwischen Molekülstruktur und Stoffeigenschaft fachsprachlich dar 	<ul style="list-style-type: none"> • reflektieren den Nutzen der IUPAC-Nomenklatur. • reflektieren die Bedeutung von Nebenreaktionen organischer Synthesewege.

<p>Mechanismus der elektrophilen Addition, heterolytische Bindungsspaltung, elektrophile Teilchen</p> <p>Induktionseffekte zur Erklärung der Stabilität von Carbenium-Ionen</p> <p>Regel von Markovnikov (Addition asymmetrischer Verbindungen)</p> <p>Konkurrenz zwischen reagierenden Teilchen; Konkurrenz zwischen S_N, A_E, E</p>	<ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden die Reaktionstypen Substitution, Addition, Eliminierung und Kondensation. • beschreiben den Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition von symmetrischen und asymmetrischen Verbindungen. • erklären induktive Effekte. • nutzen induktive Effekte zur Erklärung von Reaktionsmechanismen und unterschiedlichen Reaktivitäten 	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Reaktion mit Brom als Nachweis für Doppelbindungen. • wenden ihre Kenntnisse zur Erklärung von Siedetemperaturen und Löslichkeiten auf neu eingeführte Stoffklassen an. • stellen Zusammenhänge zwischen den während der Reaktion konkurrierenden Teilchen und den Produkten her. 	<ul style="list-style-type: none"> • wenden die IUPAC-Nomenklatur zur Benennung organischer Verbindungen an. • argumentieren sachlogisch und begründen schlüssig die entstehenden Produkte. 	<ul style="list-style-type: none"> • reflektieren mechanistische Denkweisen als wesentliches Prinzip der organischen Chemie.
<p>Wiederholung Oxidation von Alkoholen</p>				
<p>Redoxreaktionen organischer Sauerstoffverbindungen</p> <p>Oxidationszahlen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Nachweisreaktion mit dem Benedict-Reagenz. 	<ul style="list-style-type: none"> • führen die Benedict-Probe durch. • beschreiben die Funktion einer Blindprobe / eines Kontrollexperiments. • prüfen unter Anwendung von Oxidationszahlen, ob eine Redoxreaktion vorliegt. 	<ul style="list-style-type: none"> • wenden die IUPAC-Nomenklatur zur Benennung organischer Verbindungen an. 	
<p>Vom Halogenalkan zum Ester:</p>				
<p>Mechanismus der nucleophilen Substitution (zweistufiger Mechanismus)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Reaktionsmechanismus der nucleophilen Substitution (zweistufiger Mechanismus) (eA). • <i>beschreiben das</i> 		<ul style="list-style-type: none"> • verwenden geeignete Formelschreibweisen zur Erklärung von Elektronenverschiebungen. • unterscheiden zwischen homolytischer und 	

<p>induktive Effekte zur Erklärung der Stabilität von Carbenium-Ionen</p> <p>Veresterung als S_N-Reaktion</p> <p>Eigenschaften der Stoffklasse der Ester, Ester-Gruppe, Struktur-Eigenschaftsbeziehungen</p> <p><i>Fakultative Differenzierung: Polyester bereits an dieser Stelle im Unterrichtsgang</i></p>	<p><i>Carbenium-Ion/ Carbokation als Zwischenstufe in Reaktionsmechanismen.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Ester-Synthese. • beschreiben den Mechanismus der Ester-Synthese (eA). 	<ul style="list-style-type: none"> • führen eine Estersynthese durch • <i>stellen Zusammenhänge zwischen den während der Reaktion konkurrierenden Teilchen und den Produkten her.</i> 	<p>heterolytischer Bindungsspaltung.</p> <ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden radikalische, elektrophile und nucleophile Teilchen. • vergleichen die Reaktionsmechanismen der nucleophilen Substitution (eA) • stellen die Aussagen eines Textes in Form eines Reaktionsmechanismus (in Strukturformeln) dar oder umgekehrt. • benennen Ester mit ihrem Trivialnamen. 	
Aromaten und...				
<p>Aromatizität, Hückel-Regel, Mesomerie</p> <p>Grenzstrukturen für das Benzol-Molekül</p> <p>Mesomerieenergie des Benzols</p> <p>Mechanismus der elektrophilen Substitution an Aromaten</p>	<ul style="list-style-type: none"> • erklären die Mesomerie mithilfe von Grenzstrukturen in der Lewis-Schreibweise für das Benzolmolekül (eA). • beschreiben die Mesomerieenergie des Benzols (eA). • beschreiben den Reaktionsmechanismus der elektrophilen Substitution (Erstsubstitution am Benzol-Molekül) (eA). 	<ul style="list-style-type: none"> • wenden das Mesomeriemodell zur Erklärung des aromatischen Zustands des Benzolmoleküls an (eA). • diskutieren Möglichkeiten und Grenzen von Modellen (eA). 	<ul style="list-style-type: none"> • stellen die Mesomerieenergie des Benzols in einem Enthalpiediagramm dar (eA). • stellen die Aussagen eines Textes in Form eines Reaktionsmechanismus (in Strukturformeln) dar oder umgekehrt (eA). 	

Synthesewege				
<p>Anwendung der zuvor erarbeiteten Reaktionsmechanismen und -wege zur Planung einer mehrstufigen Synthese:</p> <p>Molekülstruktur und funktionelle Gruppen von organischen Verbindungen</p> <p>Benedict-Probe bei reduzierend wirkenden organischen Stoffen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden die Reaktionstypen Substitution, Addition, Eliminierung 	<ul style="list-style-type: none"> • planen Experimente für einen Syntheseweg zur Überführung einer Stoffklasse in eine andere (eA) (z.B. vom Alkanol über ein Alkanol zum Alken) 	<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • 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.
Kunststoffe im Alltag				
<p>Einstieg über die Analyse von Kunststoffverpackungen oder über die Analyse der Etiketten verschiedener Textilfasern</p> <p>Fokus „Kunstfasern“</p> <p>Einteilung der Kunststoffe (Duroplaste, Thermoplaste, Elastomere)</p> <p>Reaktionen: radikalische Polymerisation</p>	<ul style="list-style-type: none"> • teilen Kunststoffe in Duroplaste, Thermoplaste und Elastomere ein. • Erklären die Eigenschaften der drei Kunststofftypen anhand der Molekülstruktur • beschreiben den Reaktionstyp der Polymerisation 	<ul style="list-style-type: none"> • entwickeln chemische Fragestellungen zu Kunststoffen • <i>untersuchen experimentell Eigenschaften ausgewählter Kunststoffe (Dichte, Verhalten bei Erwärmen).</i> • <i>führen Experimente zur Polykondensation durch.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • recherchieren zu Anwendungsbereichen von Kunststoffen • <i>nutzen ihre Fachkenntnisse zur Erklärung der Funktionalität ausgewählter Kunststoffe</i> • stellen die Aussagen eines Textes in Form eines Reaktionsmechanismus (in Strukturformeln) dar 	<ul style="list-style-type: none"> • beurteilen den Einsatz von Kunststoffen im Alltag und Technik. • beurteilen ökonomische und ökologische Aspekte des Kunststoffrecyclings im Sinne der Nachhaltigkeit (eA). (B10) • erkennen Tätigkeitsfelder im Umfeld der Kunststoffchemie. • beurteilen und bewerten die gesellschaftliche Bedeutung eines ausgewählten organischen Synthesewegs.

<p>Unterscheidung reaktiver Teilchen</p> <p><i>Fakultative Differenzierung: kationische Polymerisation, Copolymerisate, Taktizität</i></p> <p>Recycling von Kunststoffen (thermisch, rohstofflich, werkstofflich)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Reaktionsmechanismus der radikalischen Polymerisation (eA). • beschreiben einen Wertstoffkreislauf beim Recycling von Kunststoff 	<ul style="list-style-type: none"> • nutzen geeignete Modelle zur Veranschaulichung von Reaktionsmechanismen (eA). 	<p>oder umgekehrt (eA).</p> <ul style="list-style-type: none"> • stellen Flussdiagramme technischer Prozesse fachsprachlich dar. • stellen technische Prozesse als Flussdiagramme dar. • diskutieren die Aussagekraft von Modellen (eA). 	<ul style="list-style-type: none"> • reflektieren die gesundheitlichen Risiken beim Einsatz organischer Verbindungen. • nutzen chemische Kenntnisse zur Erklärung der Produktlinie ausgewählter technischer Synthesen (eA). • beurteilen wirtschaftliche Aspekte und Stoffkreisläufe
Makro-Nano				
<p>Nanochemie</p>	<ul style="list-style-type: none"> • definieren Nanoteilchen anhand ihrer Größe (eA). • beschreiben, dass Nanoteilchen aufgrund ihrer Größe besondere Eigenschaften haben (eA). • beschreiben eine Nanostruktur und eine Oberflächeneigenschaft (eA). 	<ul style="list-style-type: none"> • nutzen ein Modell zur Oberflächenvergrößerung (eA). 	<ul style="list-style-type: none"> • nutzen ihre Kenntnisse zu intermolekularen Wechselwirkungen zur Erklärung der Oberflächeneigenschaft einer Nanostruktur (eA). 	<ul style="list-style-type: none"> • beurteilen Chancen und Risiken ausgewählter Nanomaterialien (eA).

Kursthema 2: Grundlegende Phänomene chemischer Reaktionen

Unterrichtseinheiten / inhaltliche Konkretisierungen	Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnung / Fachmethoden	Kommunikation	Bewertung / Reflexion
<i>Die Lernenden ...</i>				
Geschwindigkeit chemischer Reaktionen				
<p>Projekt: Reaktionen in unserer Umwelt verlaufen unterschiedlich schnell. Definition: $v = \Delta c / \Delta t$,</p> <p><i>Methode der Anfangsgeschwindigkeit, Geschwindigkeitskonstante, ggf. Geschwindigkeitsgleichung</i> <i>Fakultative Differenzierung: Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit über Steigungen in c-t-Diagrammen ermitteln (Kapillarrohrmethode)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> definieren den Begriff der Reaktionsgeschwindigkeit als Änderung der Konzentration pro Zeiteinheit. erklären den Einfluss von Temperatur, Druck, Stoffmengenkonzentration, und Katalysatoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit mithilfe der Stosstheorie 	<ul style="list-style-type: none"> planen geeignete Experimente zum Einfluss von Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit und führen diese durch Alltagsbeispiele, (Reaktion von Calciumcarbonat, Magnesium oder Thiosulfat mit Salzsäure) <p><i>Fakultativ: Nutzen Fotometrie für die Bestimmung der Reaktionsgeschwindigkeit (z.B. Entfärbung von Patentblau V, Phenolphthalein in alkal. Lösung)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Bedeutung unterschiedlicher Reaktionsgeschwindigkeiten alltäglicher Prozesse. (K9) 	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Bedeutung unterschiedlicher Reaktionsgeschwindigkeiten alltäglicher Prozesse (z.B. Rosten, Verbrennungsmotor, Knallgasreaktion)
Chemische Reaktionen im Gleichgewicht				
<p>Abhängigkeiten der Reaktionsgeschwindigkeit von Temperatur, Druck, Konzentration sowie von Katalysatoren (heterogene Katalyse)</p> <p>Anwendung der Stoßtheorie Boltzmann-Verteilung, Simulation der Reaktionsgeschwindigkeit, RGT-Regel</p>	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben das chemische Gleichgewicht auf Stoff- und Teilchenebene. beschreiben die Notwendigkeit eines geschlossenen Systems für die Einstellung des chemischen Gleichgewichts. unterscheiden zwischen Ausgangskonzentration und Gleichgewichtskonzentration. 	<ul style="list-style-type: none"> führen Experimente zum chemischen Gleichgewicht durch. schließen aus Versuchsdaten auf Kennzeichen des chemischen Gleichgewichts schließen aus einem Modellversuch auf Kennzeichen des chemischen Gleichgewichts (z.B. Stechheberversuch, „Holzapfelkrieg“) diskutieren die Übertragbarkeit von Modellvorstellungen. 	<ul style="list-style-type: none"> nutzen das Modell zur Erklärung des chemischen Gleichgewichts. diskutieren die Übertragbarkeit der Modellvorstellung. recherchieren in unterschiedlichen Quellen und überprüfen deren Vertrauenswürdigkeit. argumentieren mithilfe des Massenwirkungsgesetzes. 	<ul style="list-style-type: none"> <i>bewerten die Steuerungsmöglichkeiten von chemischen Reaktionen in technischen Prozessen.</i>

<p>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 $K \triangleleft$ Gleichgewichtslage</p>	<ul style="list-style-type: none"> stellen den Term für die Gleichgewichtskonstante (K_C) auf (Massenwirkungsgesetz). Treffen anhand der Gleichgewichtskonstanten Aussagen zur Lage des Gleichgewichts. berechnen Gleichgewichtskonstanten und Gleichgewichtskonzentrationen (eA). 		<ul style="list-style-type: none"> recherchieren zu technischen Verfahren in unterschiedlichen Quellen und präsentieren ihre Ergebnisse (eA) (z.B. Autoabgaskatalysator, Ammoniaksynthese) 	
<p>Störung des GG durch Temperatur, Druck und Konzentration, Anwendung LeChatelier</p>	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben den Einfluss von Konzentration, Druck und Temperatur auf den Gleichgewichtszustand (Prinzip von LeChatelier). beschreiben, dass die Gleichgewichtskonstante temperaturabhängig ist. 	<ul style="list-style-type: none"> führen Experimente zu Einflüssen auf die Lage von chemischen Gleichgewichten durch (z.B. $\text{NO}_2/\text{N}_2\text{O}_4$-GG, Bildung von Eisenthio-cyanat) 	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Möglichkeiten zur Steuerung technischer Prozesse mithilfe des Massenwirkungsgesetzes. 	
<p>Katalyse und GG-Lage</p>	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben, dass Katalysatoren die Einstellung des chemischen Gleichgewichts beschleunigen. beschreiben homogene und heterogene Katalyse in technischen Prozessen. 			<ul style="list-style-type: none"> bewerten die Bedeutung der Beeinflussung chemischer Gleichgewichte in der Industrie und in der Natur (z.B. Veresterung, Ammoniaksynthese, Schwefelsäureherstellung) analysieren und beurteilen Inhalte unterschiedlicher Quellen.
<p>Löslichkeitsgleichgewichte, K_L, Löslichkeit</p>	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben Löslichkeitsgleichgewichte als heterogene Gleichgewichte (eA) (z.B. Silberchlorid). nennen das Löslichkeitsprodukt (eA). 	<ul style="list-style-type: none"> nutzen Tabellendaten zur Erklärung von Fällungsreaktionen (eA). nutzen Tabellendaten, um Aussagen zur Löslichkeit von Salzen zu treffen (eA). 	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben das Prinzip von Fällungsreaktionen zum Nachweis von Halogenid-Ionen (eA). 	

Protolysereaktionen in Alltag und Technik				
<p>Säure-Base-Theorie nach Brönsted: H_3O^+-Ionen, OH^--Ionen, korrespondierende Säure/Base-Paare, Ampholyte</p>	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Säure-Base-Theorie nach Brönsted. • stellen Protolysegleichungen und korrespondierende Säure-Base-Paare auf. 		<ul style="list-style-type: none"> • recherchieren zu Säuren und Basen in Alltags-, Technik- und Umweltbereichen und präsentieren ihre Ergebnisse. • argumentieren sachgerecht auf Stoff- und Teilchenebene 	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den historischen Weg der Entwicklung des Säure-Base-Begriffs bis Brönsted.
<p>Protolysereaktionen als GG-Reaktionen: Autoprotolyse und pH-Wert, pH-Skala</p> <p>Stärke von Säuren: K_s als Sonderform der Gleichgewichtskonstante</p> <p>Bedeutung der pK_s-/pK_B-Werte</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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. 	<ul style="list-style-type: none"> • messen pH-Werte verschiedener wässriger Lösungen. • führen die Nachweisreaktion von Hydronium/Oxonium- und Hydroxid-Ionen mit Indikatoren durch. • Beschreiben den Zusammenhang zwischen pH-Wert-Änderung und Änderung der Stoffmengenkonzentration • messen den pH-Wert äquimolarer Lösungen einprotoniger Säuren und schließen daraus auf die Säurestärke. 	<ul style="list-style-type: none"> • recherchieren pH-Wert-Angaben im Alltag. • argumentieren sachlogisch unter Verwendung der Tabellenwerte 	<ul style="list-style-type: none"> • reflektieren die Bedeutung von pH-Wert-Angaben in ihrem Alltag. • beurteilen den Einsatz von Säuren und Basen sowie Neutralisationsreaktionen in Alltags-, Technik- und Umweltbereichen.
<p>Differenzierung von starken und schwachen Säuren mithilfe der pK_s- und pK_B-Werte</p> <p>Berechnung von pH-Werten und Säure- bzw. Basekonzentrationen</p> <p>Protolyse von Salzlösungen mit den pK_s-/ pK_B-Werten begründen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Säurekonstante / Basenkonstante als spezielle Gleichgewichtskonstante. • differenzieren starke und schwache Säuren bzw. Basen anhand der pK_s- und pK_B-Werte. • berechnen pH-Werte von Lösungen starker und schwacher einprotoniger 	<ul style="list-style-type: none"> • messen pH-Werte verschiedener Salzlösungen (eA). • nutzen Tabellen zur Vorhersage und Erklärung von Säure-Base-Reaktionen (eA). • nutzen induktive und mesomere Effekte zur Erklärung der Stärke organischer Säuren. 		

<p>Induktive und mesomere Effekte als Erklärung der Säurestärke organischer Säuren.</p> <p>Neutralisationsreaktion als Protonolyse</p>	<p>Säuren.</p> <ul style="list-style-type: none"> • berechnen pH-Werte von wässrigen Hydroxid-Lösungen. • erklären die pH-Werte von Salzlösungen anhand von pKS- und pKB-Werten (eA). • erklären die Neutralisationsreaktion. 			
Säure-Base-Titration				
<p>Säure/Base-Titration als maßanalytisches Verfahren zur Konzentrationsbestimmung saurer und alkalischer Lösungen:</p> <p>Endpunkttitration</p> <p>Halbtitration</p> <p><i>Leitfähigkeitstitration</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • erklären und berechnen charakteristische Punkte von Titrationskurven ausgewählter einprotoniger starker/schwacher Säuren und starker/schwacher Basen (Anfangs-pH-Wert, Äquivalenzpunkt, NP, End-pH-Wert) (eA). • wenden die Berechnung der Stoffmengenkonzentration auf mehrprotonige Säuren an (eA). • <i>berechnen den Massengehalt von Säuren in Alltagsprodukten.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • ermitteln die Stoffmengenkonzentration von Säuren und Basen durch Titration. • nehmen Titrationskurven einprotoniger starker und schwacher Säuren mit einem pH-Meter auf. (eA) • ermitteln experimentell den Halbäquivalenzpunkt (eA). 		<ul style="list-style-type: none"> • erkennen und beschreiben die Bedeutung maßanalytischer Verfahren in der Berufswelt (z.B. Qualitätskontrolle in Lebensmitteln, in der Abwasserreinigung)
<p>Säure/Base-Indikatoren als schwache Brønsted-Säuren bzw. -Basen</p>	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Indikatoren als schwache Brønsted-Säuren bzw. -Basen (eA). • beschreiben die Funktion von Säure-Base-Indikatoren 			

Funktion von Säure/Base-Indikatoren	bei Titrationsen.			
Puffersysteme				
<p>Beschreibung von Puffersystemen</p> <p>Interpretation von Puffersystemen als Säure/Base-Gleichgewicht (Henderson-Hasselbalch-Gleichung)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • erklären die Wirkungsweise von Puffersystemen mit der Säure-Base-Theorie nach Brönsted.(eA) • leiten die Henderson- Hasselbalch-Gleichung her (eA). • wenden die Henderson-Hasselbalch-Gleichung auf Puffersysteme an (eA). • nennen den Zusammenhang zwischen dem Halbüquivalenzpunkt und dem Pufferbereich (eA). 	<ul style="list-style-type: none"> • ermitteln die Funktionsweise von Puffern im Experiment.(eA) • identifizieren Pufferbereiche in Titrationskurven (eA). • ermitteln grafisch den Halbüquivalenzpunkt (eA). 	<ul style="list-style-type: none"> • erklären die Pufferwirkung in technischen und biologischen Systemen (z.B. Puffersysteme im menschlichen Körper, Puffer im Boden). • beurteilen die Bedeutung von Puffersystemen im Alltag (eA). 	

Kursthema 3: Antrieb chemischer Reaktionen

Unterrichtseinheiten / inhaltliche Konkretisierungen	Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnung / Fachmethoden	Kommunikation	Bewertung / Reflexion
Schülerinnen und Schüler ...				
Was treibt chemische Reaktionen an?				
<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> Ermittlung von Reaktionsenthalpien aus Bindungsenthalpien</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 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. • beschreiben die innere Energie eines stofflichen Systems als Summe aus Kernenergie, chemischer Energie und thermischer Energie dieses Systems. 	<ul style="list-style-type: none"> • 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. • übersetzen die Alltagsbegriffe „Energiequelle“, „Wärmeenergie“, „verbrauchte Energie“ und „Energieverlust“ in Fachsprache. 	<ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden Fachsprache und Alltagssprache bei der Benennung chemischer Verbindungen. 	<ul style="list-style-type: none"> • erkennen die Bedeutung organischer Verbindungen in unserem Alltag. • reflektieren den Begriff der Energieentwertung bei Verbrennungsreaktionen. • beurteilen die gesellschaftliche Relevanz verschiedener Energieträger.
<p>Reaktionsenthalpien</p> <p><i>Fakultative Differenzierung:</i> Ermittlung von Reaktionsenthalpien aus Bindungsenthalpien</p> <p>Satz von Hess</p>	<ul style="list-style-type: none"> • nennen den ersten Hauptsatz der Thermodynamik. • erklären die Enthalpieänderung als ausgetauschte Wärme bei konstantem Druck. • nennen die Definition der Standard- 	<ul style="list-style-type: none"> • führen Experimente zur Ermittlung von Reaktionsenthalpien in einfachen Kalorimetern durch und reflektieren ihre Ergebnisse. • erklären die Lösungsenthalpie als Summe aus Gitterenthalpie und 	<ul style="list-style-type: none"> • stellen die Enthalpieänderungen in einem Enthalpiediagramm dar. • interpretieren Enthalpiediagramme 	<ul style="list-style-type: none"> • beurteilen ausgewählter Prozesse ihrer Lebenswelt aus energetischer Perspektive. • beurteilen ökologische und ökonomische Aspekte herkömmlicher und alternativer Energieträger.

<p>Entropie als Maß für den Ordnungsgrad eines Systems (2. Hauptsatz der Thermodynamik)</p> <p>Gibbs-Helmholtz-Gleichung</p>	<p>Bildungsenthalpie.</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den unterschiedlichen Energiegehalt von Modifikationen. • nennen den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik (eA). • beschreiben die Entropie eines Systems (eA). • 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). • führen Berechnungen mit der Gibbs-Helmholtz-Gleichung durch (eA). 	<p>Hydratationsenthalpie.</p> <ul style="list-style-type: none"> • nutzen den Satz von Hess, um Reaktionsenthalpien zu berechnen. • nutzen tabellierte Daten zur Berechnung von Standard-Reaktionsenthalpien aus Standard-Bildungsenthalpien. • nutzen die Gibbs-Helmholtz-Gleichung, um Aussagen zum freiwilligen Ablauf chemischer Prozesse zu machen (eA) 		
<p>Katalysatoren</p>	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Einfluss eines Katalysators auf die Aktivierungsenergie. 	<ul style="list-style-type: none"> • nutzen die Modellvorstellung des Übergangszustands zur Beschreibung der Katalysatorwirkung. 	<ul style="list-style-type: none"> • stellen die Wirkung eines Katalysators in einem Energiediagramm dar. 	<ul style="list-style-type: none"> • beurteilen den Einsatz von Katalysatoren in technischen Prozessen.
<p>Elektrochemie in Alltag und Technik- Redoxreaktionen</p>				
<p><i>Projekt</i> Knopfzellen zur Hinführung ins Thema</p> <p>Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktion, Redoxpaare, Oxidationszahlen und deren Veränderung bei chemischen Reaktionen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • erläutern Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen. • beschreiben mithilfe der Oxidationszahlen korrespondierende Redoxpaare. • stellen in systematischer Weise Redoxgleichungen 	<ul style="list-style-type: none"> • planen Experimente zur Aufstellung der Redoxreihe der Metalle und führen diese durch. • Prüfen unter Anwendung von Oxidationszahlen, ob eine Redoxreaktion vorliegt 	<ul style="list-style-type: none"> • wenden Fachbegriffe zur Redoxreaktion an. • beschreiben Redoxreaktionen als Donator-Akzeptor-Reaktionen 	<ul style="list-style-type: none"> • reflektieren die historische Entwicklung des Redoxbegriffs. • Beurteilen den Einsatz und das Auftreten von Redoxreaktionen in Alltag und Technik

<p>Vergleich S/B-Reaktionen mit Redoxreaktionen, Donator-Akzeptor-Konzept</p> <p><i>Fakultative Differenzierung: Dis- und Synproportionierung</i></p>	<p>anorganischer Systeme in Form von Teil- und Gesamtgleichungen dar.</p> <ul style="list-style-type: none"> wenden das Donator-Akzeptor-Konzept an. vergleichen Säure-Base-Reaktionen und Redoxreaktionen 			
Galvanische Zellen				
<p>Aufbau und Funktion galvanischer Zellen</p> <p>Messung von Zellspannungen</p> <p>Elektronengasmodell</p> <p>elektrochemische Doppelschicht als Redoxgleichgewicht und Ursache des Elektrodenpotentials</p> <p>elektrochemische Spannungsreihe</p> <p>Zelldiagramm</p>	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben den Bau galvanischer Zellen. erläutern die Funktionsweise galvanischer Zellen. beschreiben die elektrochemische Doppelschicht als Redoxgleichgewicht in einer Halbzelle. Beschreiben die Metallbindung (Elektronengasmodell) Beschreiben den Austritt von Ionen aus dem Metallgitter unter Verbleib von Elektronen im Elektronengas Erklären die Spannung/ die Potentialdifferenz mit der Lage der elektrochemischen Gleichgewichte. beschreiben die koordinative Bindung als Wechselwirkung von Metall-Kationen und Teilchen mit freien Elektronenpaaren (eA) 	<ul style="list-style-type: none"> Planen Experimente zum Bau funktionsfähiger galvanischer Zellen und führen diese durch messen die Spannung unterschiedlicher galvanischer Zellen. nutzen Modelle zur Darstellung von galvanischen Zellen 	<ul style="list-style-type: none"> stellen galvanische Zellen in Form von Skizzen dar. erstellen Zelldiagramme 	<ul style="list-style-type: none"> beurteilen den Einsatz von galvanischen Zellen in Alltag und Technik

Standard-Wasserstoffhalbzelle und Standardpotential, Berechnung von Zellspannungen	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Aufbau der Standard- Wasserstoffelektrode. • definieren das Standard-Potential. • berechnen die Spannung galvanischer Zellen (Zellspannung) unter Standardbedingungen 	<ul style="list-style-type: none"> • nutzen Tabellen von Standard-Potenzialen zur Vorhersage des Ablaufs von Redoxreaktionen. 	<ul style="list-style-type: none"> • wählen aussagekräftige Informationen aus. • argumentieren sachlogisch unter Verwendung der Tabellenwerte. 	
Konzentrationsabhängigkeit des Elektrodenpotenzials NERNST-Gleichung Konzentrationszellen, Berechnung der Zellspannungen für verschiedene Konz. an Metallionen	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Abhängigkeit der Potentiale von der Stoffmengenkonzentration anhand der NERNST-Gleichung (eA). 	<ul style="list-style-type: none"> • berechnen die Potentiale von Halbzellen verschiedener Stoffmengenkonzentrationen ohne Berücksichtigung des pH-Wertes und der Temperatur(eA). 		
Redox titrationen und deren Auswertung (z.B. Sulfitbestimmung im Wein, WINKLER-Methode zur Sauerstoffbestimmung)	<ul style="list-style-type: none"> • berechnen die Stoffmengenkonzentration einer Probelösung (eA) 	<ul style="list-style-type: none"> • führen eine Redox titration durch (eA) 		<ul style="list-style-type: none"> • erkennen die Bedeutung maßanalytischer Verfahren in der Berufswelt (eA).
Elektrolyse				
Bau und Funktion von Elektrolysezellen Elektrolyse als Umkehrung der galvanischen Zelle	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Bau von Elektrolysezellen. • erläutern das Prinzip der Elektrolyse. • deuten die Elektrolyse als Umkehrung der Vorgänge im galvanischen Element. • beschreiben die Proportionalität zwischen der abgesetzten Stoffmenge und der geflossenen Ladung (1. Faraday-Gesetz) 	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Bau von Elektrolysezellen • führen ausgewählte Elektrolysen durch • erläutern das Prinzip der Elektrolyse. • deuten die Elektrolyse als Umkehrung der Vorgänge in der galvanischen Zelle. 	<ul style="list-style-type: none"> • stellen Elektrolysezellen in Form von Skizzen dar. • vergleichen Elektrolysezelle und galvanische Zelle. erläutern Darstellungen zu technischen Anwendungen • erläutern Darstellungen zu technischen Anwendungen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Beurteilen den Einsatz von Elektrolysen in Alltag und Technik

<p>Zersetzungsspannung, Überspannung, Spannungsdigramme, Abscheidungspotentiale</p> <p>Technische Elektrolysen (z.B. Chlor-Alkali-Elektrolyse, Recycling von Elektroschrott)</p>	<p>(eA).</p> <ul style="list-style-type: none"> • berechnen mit dem 2. Faraday-Gesetz abgeschiedene Masse, Stromstärke und Elektrolysezeit (eA). • beschreiben die Zersetzungsspannung (eA). • beschreiben das Phänomen der Überspannung (eA). • beschreiben den Zusammenhang zwischen der Zersetzungsspannung und der Zellspannung einer entsprechenden galvanischen Zelle (eA). 	<ul style="list-style-type: none"> • nutzen Spannungsdigramme als Entscheidungshilfe zur Vorhersage und Erklärung von Elektrodenreaktionen (eA). 		
<p>Mobile Spannungsquellen als Energiewandler (Bau, Funktion und Unterschiede von Batterien, Akkumulatoren, Brennstoffzellen, Redox-Flow-Zellen) Anwendung: Power-to-Gas-Technologie</p>	<ul style="list-style-type: none"> • erklären die Funktionsweise ausgewählter Batterien, Akkumulatoren und Brennstoffzellen(eA) • nennen die prinzipiellen Unterschiede zwischen Batterien, Akkumulatoren und Brennstoffzellen (eA). 		<ul style="list-style-type: none"> • recherchieren exemplarisch zu Batterien, Akkumulatoren und Brennstoffzellen und präsentieren ihre Ergebnisse (eA). 	<ul style="list-style-type: none"> • beurteilen ökonomische und ökologische Aspekte der Energiespeicherung (eA).
<p>Korrosionsarten Lokalelementbildung Korrosionsschutzverfahren (<i>metallische und nichtmetallische Überzüge, Opferanoden</i>) <i>Fakultative Differenzierung: Eloxyalverfahren, Galvanisierung</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • wenden ihre Kenntnisse zu galvanischen Zellen auf Lokalelemente an (eA). • unterscheiden Sauerstoff- und Säure-Korrosion (eA). • erklären den Korrosionsschutz durch eine Opferanode (eA). 	<ul style="list-style-type: none"> • führen Experimente zur Korrosion und zum Korrosionsschutz durch. • führen Versuche zum Nachweis von Eisen durch 	<ul style="list-style-type: none"> • nutzen ihre Kenntnisse über Redoxreaktionen zur Erklärung von Alltags- und Technikprozessen 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Beurteilen die wirtschaftlichen Folgen durch Korrosionsschäden</i>

Kursthema 4: Biomoleküle und Nanochemie

Unterrichtseinheiten / inhaltliche Konkretisierungen	Sachkompetenz	Erkenntnisgewinnung / Fachmethoden	Kommunikation	Bewertung / Reflexion
Die Lernenden...				
Biomoleküle				
<p>Fokus auf „Naturfasern“:</p> <p>Klassifizierung von Proteinen und Kohlenhydraten</p> <p>Molekülstruktur der Aminosäuren, incl. Einteilung nach Seitenketten und Säure-Base-Eigenschaften</p> <p>Sekundär- und Tertiärstruktur von Proteinen als Voraussetzung für die Faserbildung</p>	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Molekülstruktur von Aminosäuren und Kohlenhydraten (Glucose, Stärke). • benennen die Amino- und die Carboxy-Gruppe als funktionelle Gruppen der Aminosäuren. • beschreiben das Phänomen der Chiralität (eA). • beschreiben intramolekulare Wechselwirkungen in einem Protein-Molekül (eA). • <i>beschreiben die Iod-Stärke-Reaktion.</i> • <i>erklären die Eigenschaften von makromolekularen Stoffen anhand von zwischenmolekularen Wechselwirkungen.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>untersuchen experimentell die Löslichkeit in unterschiedlichen Lösungsmitteln.</i> • führen die Iod-Stärke-Reaktion durch. • führen die Biuret-Probe durch (eA). • wenden ihre Kenntnisse zu Reaktionstypen auf die Bildung von Polypeptiden an (eA). • <i>nutzen ihre Kenntnisse zur Struktur von Makromolekülen zur Erklärung ihrer Stoffeigenschaften.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • identifizieren funktionelle Gruppen in Naturstoffen und wenden Fachbegriffe an. • erklären Chiralität mit dem Vorhandensein eines asymmetrischen Kohlenstoffatoms (eA). • wenden Fachbegriffe intramolekularen Wechselwirkungen an (eA). 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>erörtern und bewerten Verfahren zur Nutzung und Verarbeitung ausgewählter Naturstoffe vor dem Hintergrund knapper werdender Ressourcen (z.B. Naturfasern als Ersatz für „Kunstfasern“).</i> • beurteilen die Bedeutung von Naturstoffen im Alltag.
Fette und Tenside				
<p><i>Fette und Tenside als weitere Naturstoffe; Aufbau eines Fettes, Fetthärtung, Gewinnung und Charakterisierung von Fetten</i></p> <p><i>Fakultative Differenzierung: Tenside, Waschwirkung von Seife, synthetische Tenside</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>beschreiben die Molekülstruktur von Fetten</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>untersuchen experimentell die Löslichkeit in unterschiedlichen Lösungsmitteln.</i> • <i>führen Nachweisreaktionen durch.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>diskutieren die Aussagekraft von Nachweisreaktionen.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>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)</i>