

**Schulinterner Lehrplan des
Cornelius-Burgh-Gymnasiums Erkelenz
– Sekundarstufe II**

Chemie

Fassung vom 19.03.2026

Inhalt

1	Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit.....	4
2	Entscheidungen zum Unterricht	5
2.1	Unterrichtsvorhaben	5
2.2	Grundsätze der fachdidaktischen und fachmethodischen Arbeit.....	45
2.3	Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung	47
2.4	Lehr- und Lernmittel	52
3	Entscheidungen zu fach- oder unterrichtsübergreifenden Fragen.....	54
4	Qualitätssicherung und Evaluation.....	Fehler! Textmarke nicht definiert.

1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Fachliche Bezüge zum Leitbild der Schule

Im Schulprogramm des CBG ist als wesentliches Ziel der Schule beschrieben, die Lernenden als Individuen mit jeweils besonderen Fähigkeiten, Stärken und Interessen in den Blick zu nehmen. Es ist ein wichtiges Anliegen, durch gezielte Unterstützung des Lernens die Potenziale jeder Schülerin und jedes Schülers in allen Bereichen optimal zu entwickeln. In einem längerfristigen Entwicklungsprozess arbeitet das Fach Chemie daran, die Bedingungen für individuelles und erfolgreiches Lernen zu verbessern. Um dieses Ziel zu erreichen, wird eine gemeinsame Vorgehensweise aller Fächer des Lernbereichs angestrebt. Durch eine verstärkte Zusammenarbeit und Koordinierung der Fachbereiche werden Bezüge zwischen Inhalten der Fächer hergestellt. Im Rahmen von Arbeitsgemeinschaften erhalten Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit zur Teilnahme an erweiterten Bildungsangeboten und Projekten (bspw. Jugend forscht).

Fachliche Bezüge zu den Rahmenbedingungen des schulischen Umfelds und fachliche Zusammenarbeit mit außerschulischen Partnern

In der Nähe der Schule (mit öffentlichen Verkehrsmitteln erreichbar) befinden sich leider keine außerschulischen Lernorte, die das Fach Chemie betreffen. Für Praktika, insbesondere in der SII, bieten sich die Forschungsanlage Jülich und die chemischen Institute der RWTH Aachen an.

Fachliche Bezüge zu schulischen Standards zum Lehren und Lernen

Im Rahmen des schulinternen Lehrplans werden unter anderem Bezüge zum kooperativen Lernen, zum sprachsensiblen Fachunterricht und zum Medienkonzept aufgeführt. An entsprechenden Stellen (z. B. in der tabellarischen Übersicht zu den Unterrichtsvorhaben) finden sich hierzu Hinweise.

2 Entscheidungen zum Unterricht

2.1 Unterrichtsvorhaben

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

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

Übersicht über die Unterrichtsvorhaben

Unterrichtsvorhaben in der Einführungsphase			
Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schüler*innen sollen...
<u>Unterrichtsvorhaben I</u> Die Vielfalt der Alkohole <i>Ethanol - Gefahrstoff und Genussmittel?</i> <i>Alkohol(e) als Lösungsmittel</i> ca. 30 UStd.	Einstiegsdiagnose und ggf. Wiederholung der Bindungsarten, zwischenmolekularen Wechselwirkungen, der Stoffklasse der Alkane und deren Nomenklatur Untersuchungen von Struktur-Eigenschaftsbeziehungen des Ethanols Experimentelle Erarbeitung der Oxidationsreihe der Alkohole Erarbeitung eines Fließschemas zum Abbau von Ethanol im menschlichen Körper Bewertungsaufgabe zur Frage Ethanol – Genussmittel oder Gefahrstoff? und Berechnung des Blutalkoholgehaltes (ggf. mit	Inhaltsfeld Organische Stoffklassen – funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe und Estergruppe (vgl. UV II) – Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur – Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) – Konstitutionsisomerie – intermolekulare Wechselwirkungen – Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen – Estersynthese (vgl. UV II)	• organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen einordnen und diese nach systematischer Nomenklatur benennen (S1, S6, S11), • intermolekulare Wechselwirkungen organischer Verbindungen erläutern und ausgewählte Eigenschaften sowie die Verwendung organischer Stoffe auf dieser Grundlage erklären (S2, S13, E7), • das Donator-Akzeptor-Prinzip unter Verwendung der Oxidationszahlen am Beispiel der Oxidationsreihe der Alkanole erläutern (S4, S12, S14, S16), • Isomere von Alkanolen darstellen und die Konstitutionsisomerie erklären (S11, E7), • die Molekülgeometrie von Kohlenstoffverbindungen, z.B. auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge, darstellen und die Molekülgeometrie mithilfe des EPA-Modells erklären (E7, S13) (MKR 1.2), • die Beobachtungen von Experimenten zur Oxidationsreihe der Alkanole deuten und die jeweiligen Produkte nachweisen (E2, E5,

	Recherche der Wirkungsweise von Alkohol im Körper) Untersuchung von Struktureigenschaftsbeziehungen weiterer Alkohole		S14), - Hypothesen zu Struktureigenschaftsbeziehungen einer ausgewählten Stoffklasse aufstellen und diese experimentell untersuchen (E3, E4), - die Auswirkungen der Aufnahme von Ethanol hinsichtlich oxidativer Abbauprozesse im menschlichen Körper unter gesundheitlichen Aspekten beurteilen (B6, B7, E1, E11, K6), (VB B Z6) - die Verwendung von Lösemitteln in Produkten des Alltags, z.B. auch im Hinblick auf die Entsorgung aus chemischer und ökologischer Perspektive beurteilen (B1, B7, B8, B11, B14, S2, S10, E11).
<u>Unterrichtsvorhaben II</u> Aroma- und Zusatzstoffe in Lebensmitteln <i>Ein Blick auf die Zutatenliste – Was verbirgt sich hinter sogenannten E-Nummern?</i> <i>Fruchtiger Duft im Industriegebiet – Wenn mehr Frucht benötigt wird als angebaut werden kann</i>	Materialgestützte Erarbeitung der Stoffklasse der Carbonsäuren hinsichtlich ihres Einsatzes als Lebensmittelzusatzstoff und experimentelle Untersuchung der konservierenden Wirkung ausgewählter Carbonsäuren Experimentelle Herstellung eines Fruchtaromas und Auswertung des Versuches mit Blick auf die Erarbeitung und Einführung der Stoffklasse der Ester und ihrer Nomenklatur sowie des chemischen Gleichgewichts	Inhaltsfeld Organische Stoffklassen - funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxylgruppe und Estergruppe - Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur - Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) (vgl. UV I) - Konstitutionsisomerie (vgl. UV I) - intermolekulare Wechselwirkungen - Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen (vgl. UV I) - Estersynthese	- organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen einordnen und diese nach systematischer Nomenklatur benennen (S1, S6, S11), - intermolekulare Wechselwirkungen organischer Verbindungen erläutern und ausgewählte Eigenschaften sowie die Verwendung organischer Stoffe auf dieser Grundlage erklären (S2, S13, E7), - Estersynthesen durchführen und aus Stoffeigenschaften der erhaltenen Produkte Hypothesen zum strukturellen Aufbau der Estergruppe ableiten (E3, E5), - den Einsatz von Konservierungs- und Aromastoffen in der Lebensmittelindustrie aus gesundheitlicher und ökonomischer Perspektive diskutieren und entsprechende Handlungsoptionen zu deren Konsum ableiten (B5, B9, B10, K5, K8, K13), (VB B Z3)

<i>Aromastoffe in E-Zigaretten</i> ca. 20 UStd.	Recherche zur Erstellung eines digitalen Produkts über natürliche, naturidentische und synthetische Aromastoffe Bewertung des Einsatzes von Konservierungs- und Aromastoffen, z.B. in der Lebensmittelindustrie Veranschaulichung des chemischen Gleichgewichts durch ausgewählte Modellexperimente Diskussion um die Ausbeute nach Herleitung und Einführung des Massenwirkungsgesetzes	Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht – Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit – Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck – Gleichgewichtsreaktionen: Massenwirkungsgesetz (K_c), Prinzip von Le Chatelier (vgl. UV III) – Katalyse (vgl. UV III)	• die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtes anhand ausgewählter Reaktionen beschreiben (S7, S15, K10), • rechnerisch Gleichgewichtslagen ausgewählter Reaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes bestimmen und interpretieren (S7, S8, S17), • den chemischen Gleichgewichtszustand als dynamisches Gleichgewicht simulieren, z.B. auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge (E6, E9, S15, K10). (MKR 1.2)
<u>Unterrichtsvorhaben III</u> Säure vs. Kalk	Planung und Durchführung qualitativer Experimente zum Entkalken von Gegenständen aus dem Haushalt mit ausgewählten Säuren Definition der Reaktionsgeschwindigkeit und deren quantitative Erfassung (z.B. mittels Spritzentechnik) durch Auswertung entsprechender Messreihen	Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht – Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit – Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (K_c) (vgl. UV II) – natürlicher Stoffkreislauf – technisches Verfahren	• den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit erklären, z.B. auch anhand grafischer Darstellungen (S3, S8, S9), • aufgestellte Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit durch Untersuchungen des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion überprüfen (E3, E4, E10, S9), • die Durchschnittsgeschwindigkeit und punktuelle Geschwindigkeit (mittlere und momentane Änderungsrate) chemischer

Wie kann ein Wasserkocher möglichst schnell entkalkt werden? Wie lässt sich die Reaktionsgeschwindigkeit bestimmen und beeinflussen? Wie lässt sich das chemische Gleichgewicht in Produktionsprozessen (z.B. bei der Estersynthese) beeinflussen? ca. 14 UStd.	Materialgestützte Erarbeitung der Funktionsweise eines Katalysators und Betrachtung unterschiedlicher Anwendungsbereiche in Industrie und Alltag Veranschaulichung des chemischen Gleichgewichts durch ausgewählte Modellexperimente (vgl. UV II) Diskussion um die Ausbeute nach Herleitung und Einführung des Massenwirkungsgesetzes (vgl. UV II)	- Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck - Katalyse	Reaktionen definieren und diese grafisch aus experimentellen Daten ermitteln (E5, K7, K9), • den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen auf molekularer Ebene mithilfe der Stoßtheorie darstellen und die Ergebnisse deuten (E6, E7, E8, K11).
---	--	--	--

Unterrichtsvorhaben IV Kohlenstoffkreislauf und Klima <i>Welche Auswirkungen hat ein Anstieg der Emission an Kohlenstoffdioxid auf die Versauerung der Meere?</i> <i>Welchen Beitrag kann die chemische Industrie durch die Produktion eines synthetischen Kraftstoffes zur Bewältigung der Klimakrise leisten?</i> ca. 16 UStd.	Materialgestützte Erarbeitung des natürlichen Kohlenstoffkreislaufes Erarbeitung des techn. Kalk-Kreislaufs (vgl. UV III) mit Berechnung von Reaktionsenthalpien Anthropogene Einflüsse auf den Kohlenstoffkreislauf hinsichtlich zusätzlicher Kohlenstoffdioxidemissionen Exemplarische Vertiefung, z.B. durch experimentelle Erarbeitung des Kohlensäure-Kohlenstoffdioxid-Gleichgewichtes und Anwendung des Prinzips von Le Chatelier Folgen des menschlichen Eingriffs in natürliche Stoffkreisläufe Einordnung, Bewertung und Stellungnahme zu leugnenden Einstellungen gegenüber dem anthropogenen Klimawandel, z.B. in Form von Protestplakaten, Reden, Leserbriefen, rollenverteilten Diskussionen	Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht – Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit (vgl. UV II/III) – Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (Kc) (vgl. UV II/III) – natürlicher Stoffkreislauf – technisches Verfahren – Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck – Katalyse	• den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit auch anhand grafischer Darstellungen erklären (S3, S8, S9), • die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtes anhand ausgewählter Reaktionen beschreiben (S7, S15, K10), • anhand ausgewählter Reaktionen die Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts nach dem Prinzip von Le Chatelier, z.B. auch im Zusammenhang mit einem technischen Verfahren, erklären (S8, S15, K10), • den ökologischen wie ökonomischen Nutzen und die Grenzen der Beeinflussbarkeit chemischer Gleichgewichtslagen in einem technischen Verfahren beurteilen (B3, B10, B12, E12), • im Zusammenhang mit der jeweiligen Intention der Urheberschaft verschiedene Quellen und Darstellungsformen zu den Folgen anthropogener Einflüsse in einem natürlichen Stoffkreislauf analysieren und beurteilen (B2, B4, S5, K1, K2, K3, K4, K12), (MKR 2.3, 5.2) • die Folgen eines Eingriffs in einen Stoffkreislauf mit Blick auf Gleichgewichtsprozesse in aktuell-gesellschaftlichen Zusammenhängen bewerten (B12, B13, B14, S5, E12, K13). (VB D Z3)
---	--	--	--

Graue Schrift: Der Inhalt kann hier oder an anderer Stelle im Unterrichtsverlauf behandelt werden.

Unterrichtsvorhaben in der Qualifikationsphase I – Grundkurs			
Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schüler*innen sollen...
<u>Unterrichtsvorhaben I</u> Saure und basische Reiniger im Haushalt <i>Welche Wirkung haben Säuren und Basen in sauren und basischen Reinigern?</i> <i>Warum reagieren verschiedene Säuren unterschiedlich schnell mit Kalk?</i> <i>Wie lässt sich die Säure- bzw. Basenkonzentration bestimmen?</i>	Untersuchung der Eigenschaften von ausgewählten sauren, alkalischen und neutralen Reinigern zur Wiederholung bzw. Einführung des Säure-Base-Konzepts nach Brønsted, der pH-Wert-Skala einschließlich pH-Wert-Berechnungen von starken Säuren und Basen Vergleich der Reaktion von Kalk mit Essigsäure und Salzsäure zur Wiederholung des chemischen Gleichgewichts und Ableitung des pK_s-Werts von schwachen Säuren Experimentelle Untersuchung zur Konzentrationsbestimmung der Säuren- und Basenkonzentration in verschiedenen mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt	Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren - Protolysereaktionen: - o Säure-Base-Konzept nach Brønsted - o Säure-/Base-Konstanten (K_s, pK_s, K_B, pK_B) - o Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (K_c) - o pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von starken Säuren und starken Basen - analytische Verfahren: - o Säure-Base-Titrationen von starken Säuren und starken Basen (mit Umschlagspunkt) - energetische Aspekte: - o Erster Hauptsatz der Thermodynamik - o Neutralisationsenthalpie, Kalorimetrie	• 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), (VB B Z6) • erklären die unterschiedlichen Reaktionsgeschwindigkeiten von starken und schwachen Säuren mit unedlen Metallen oder Salzen anhand der Protolysereaktionen (S3, S7, S16), • interpretieren die Gleichgewichtslage von Protolysereaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und die daraus resultierenden Säure-/Base-Konstanten (S2, S7), • berechnen pH-Werte wässriger Lösungen von Säuren und Basen bei vollständiger Protolyse (S17), • definieren den Begriff der Reaktionsenthalpie und grenzen diesen von der inneren Energie ab (S3), • erklären im Zusammenhang mit der Neutralisationsreaktion den ersten Hauptsatz der Thermodynamik (Prinzip der Energieerhaltung) (S3,

<i>Wie lassen sich saure und alkalische Lösungen entsorgen?</i> ca. 32 UStd.	Beurteilung von sauren und basischen Reinigern hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und ihres Gefahrenpotentials Erarbeitung des Enthalpiebegriffs am Beispiel der Neutralisationsenthalpie von sauren und alkalischen Lösungen	– Ionengitter, Ionenbindung	S10), • erläutern die Neutralisationsreaktion unter Berücksichtigung der Neutralisationsenthalpie (S3, S12), • planen hypothesengeleitet Experimente zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4), • führen das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung mittels Indikator am Beispiel starker Säuren und Basen durch und werten die Ergebnisse auch unter Berücksichtigung einer Fehleranalyse aus (E5, E10, K10), • bestimmen die Reaktionsenthalpie der Neutralisationsreaktion von starken Säuren mit starken Basen kalorimetrisch und vergleichen das Ergebnis mit Literaturdaten (E5, K1), (MKR 2.1, 2.2) • 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), (VB B Z3, Z6) • bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8). (VB B Z3)
--	---	------------------------------------	--

<u>Unterrichtsvorhaben II</u> Salze – hilfreich und lebensnotwendig! <i>Welche Stoffeigenschaften sind verantwortlich für die vielfältige Nutzung verschiedener Salze?</i> <i>Lässt sich die Lösungswärme von Salzen sinnvoll nutzen?</i> ca. 12 – 14 UStd.	Einstiegsdiagnose zur Ionenbindung Praktikum zu den Eigenschaften von Salzen und zu ausgewählten Nachweisreaktionen der verschiedenen Ionen in den Salzen Recherche zur Verwendung, Wirksamkeit und möglichen Gefahren verschiedener ausgewählter Salze in Alltagsbezügen einschließlich einer kritischen Reflexion Untersuchung der Lösungswärme verschiedener Salze zur Beurteilung der Eignung für den Einsatz in selbsterhitzenden und kühlenden Verpackungen Bewertungsaufgabe zur Nutzung von selbsterhitzenden Verpackungen	Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen – energetische Aspekte: Solvationsenergie – Ionengitter, Ionenbindung	• deuten endotherme und exotherme Lösungsvorgänge bei Salzen unter Berücksichtigung der Gitter- und Solvatationsenergie (S12, K8), • weisen ausgewählte Ionensorten (Halogenid-Ionen, Ammonium-Ionen, Carbonat-Ionen) salzartiger Verbindungen qualitativ nach (E5), • 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), (VB B Z3, Z6) • bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8). (VB B Z3)
<u>Unterrichtsvorhaben III</u> Mobile Energieträger im Vergleich	Analyse der Bestandteile von Batterien anhand von Anschauungsobjekten; Diagnose bekannter Inhalte aus der SI	Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik – Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen – Galvanische Zellen: Metallbindung	• erläutern Redoxreaktionen als dynamische Gleichgewichtsreaktionen unter Berücksichtigung des Donator-Akzeptor-Konzepts (S7, S12, K7), • nennen die metallische Bindung und die Beweglichkeit hydratisierter Ionen als Voraussetzungen für einen

<i>Wie unterscheiden sich die Spannungen verschiedener Redoxsysteme?</i> <i>Wie sind Batterien und Akkumulatoren aufgebaut?</i> <i>Welcher Akkumulator ist für den Ausgleich von Spannungsschwankungen bei regenerativen Energien geeignet?</i> ca. 18 UStd.	Experimente zu Reaktionen von verschiedenen Metallen und Salzlösungen (Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen, Wiederholung der Ionenbindung, Erarbeitung der Metallbindung) Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element): Messung von Spannung und Stromfluss (elektrochemische Doppelschicht) Untersuchung weiterer galvanischer Zellen, Berechnung der Zellspannung bei Standardbedingungen (Spannungsreihe) Vertiefung der Reaktionen in galvanischen Zellen am Beispiel ausgewählter Batterietypen Umkehrung der Redoxreaktion, Elektrolyse, Untersuchung von Akkumulatoren Bedeutung von Akkumulatoren für den Ausgleich von Spannungsschwankungen bei der Nutzung regenerativen Stromquellen	(Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung - Elektrolyse - alternative Energieträger - Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz - energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, heterogene Katalyse	geschlossenen Stromkreislauf der galvanischen Zelle und der Elektrolyse (S12, S15, K10), • 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), (MKR 1.2) • 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), • erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S12, K8), • interpretieren energetische Erscheinungen bei Redoxreaktionen als Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit (S3, E11), • entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallatomen und -ionen und überprüfen diese experimentell (E3, E4, E5, E10), • ermitteln Messdaten ausgewählter galvanischer Zellen zur Einordnung in die elektrochemische Spannungsreihe (E6, E8), • 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), (VB D Z1, Z3)
--	--	--	---

Unterrichtsvorhaben IV Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft? <i>Wie viel Energie wird bei der Verbrennungsreaktion verschiedener Energieträger freigesetzt?</i> <i>Wie funktioniert die Wasserstoffverbrennung in der Brennstoffzelle?</i> <i>Welche Vor- und Nachteile hat die Verwendung der verschiedenen Energieträger?</i> ca. 19 UStd.	Untersuchen der Verbrennungsreaktionen von Erdgas, Autogas, Wasserstoff, Benzin (Heptan) und Diesel (Heizöl): Nachweisreaktion der Verbrennungsprodukte, Aufstellen der Redoxreaktionen, energetische Betrachtung der Redoxreaktionen (Grundlagen der chemischen Energetik), Ermittlung der Reaktionsenthalpie, Berechnung der Verbrennungsenthalpie Wasserstoff als Autoantrieb: Verbrennungsreaktion in der Brennstoffzelle (Erarbeitung der heterogenen Katalyse); Aufbau und Wirkungsgrad der PEM-Brennstoffzelle Elektrolyse von Wasser zur Gewinnung von Wasserstoff (energetische und stoffliche Betrachtung) Bewertung verschiedener Treibstoffe (Wasserstoff, Erdgas, Autogas, Benzin und Diesel) unter energetischen Aspekten und Nachhaltigkeit	Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik - Galvanische Zellen: elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung - Elektrolyse - alternative Energieträger - energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, heterogene Katalyse	• 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), • erklären am Beispiel einer Brennstoffzelle die Funktion der heterogenen Katalyse unter Verwendung geeigneter Medien (S8, S12, K11), (MKR 1.2) • erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S12, K8), • interpretieren energetische Erscheinungen bei Redoxreaktionen als Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit (S3, E11), • ermitteln auch rechnerisch die Standardreaktionsenthalpien ausgewählter Redoxreaktionen unter Anwendung des Satzes von Hess (E4, E7, S17, K2), • bewerten die Verbrennung fossiler Energieträger und elektrochemische Energiewandler hinsichtlich Effizienz und Nachhaltigkeit auch mithilfe von recherchierten thermodynamischen Daten (B2, B4, E8, K3, K12), (VB D Z1, Z3)
--	--	---	---

<u>Unterrichtsvorhaben V</u> Korrosion von Metallen <i>Wie kann man Metalle vor Korrosion schützen?</i> ca. 8 UStd.	Untersuchungen zur Säure- und Sauerstoffkorrosion, Bildung eines Lokalelements, Opferanode Korrosionsschutzmaßnahmen entwickeln und experimentell überprüfen Diskussion der Nachhaltigkeit verschiedener Korrosionsschutzmaßnahmen	Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik - Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen - Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung - Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz - energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, heterogene Katalyse	• erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S12, K8), • erläutern die Bildung eines Lokalelements bei Korrosionsvorgängen auch mithilfe von Reaktionsgleichungen (S3, S16, E1), • entwickeln eigenständig ausgewählte Experimente zum Korrosionsschutz (Galvanik, Opferanode) und führen sie durch (E1, E4, E5), (VB D Z3) • beurteilen Folgen von Korrosionsvorgängen und adäquate Korrosionsschutzmaßnahmen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B12, B14, E1). (VB D Z3)
--	---	--	---

Graue Schrift: Der Inhalt kann hier oder an anderer Stelle im Unterrichtsverlauf behandelt werden.

Unterrichtsvorhaben in der Qualifikationsphase I – Leistungskurs			
Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schüler*innen sollen...
Unterrichtsvorhaben I Saure und basische Reiniger im Haushalt <i>Welche Wirkung haben Säuren und Basen in sauren und basischen Reinigern?</i> <i>Warum reagieren verschiedene Säuren unterschiedlich schnell mit Kalk?</i> <i>Wie lässt sich die Säure- bzw. Basenkonzentration bestimmen?</i>	Untersuchung der Eigenschaften von ausgewählten sauren, alkalischen und neutralen Reinigern zur Wiederholung bzw. Einführung des Säure-Base-Konzepts nach Brønsted, der pH-Wert-Skala einschließlich pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen Vergleich der Reaktion von Kalk mit Essigsäure und Salzsäure zur Wiederholung des chemischen Gleichgewichts und Ableitung des pKs-Werts von schwachen Säuren Ableitung des pKa-Werts von schwachen Basen pH-Wert-Berechnungen von starken und schwachen Säuren und Basen in verschiedenen Reinigern (oder Probelösungen) zur Auswahl geeigneter Indikatoren im Rahmen der Kon-	Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren - Protolysereaktionen: - o Säure-Base-Konzept nach Brønsted - o Säure-/Base-Konstanten (KS, pKS, KB, pKB) - o Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (Kc) - o pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von starken Säuren und starken Basen - o Puffersysteme - Löslichkeitsgleichgewichte - analytische Verfahren: - Säure-Base-Titrations von starken Säuren und starken Basen (mit Umschlagspunkt mit Titrationskurve), potentiometrische pH-Wert-Messung	• 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), (VB B Z6) • erklären die unterschiedlichen Reaktionsgeschwindigkeiten von starken und schwachen Säuren mit unedlen Metallen oder Salzen anhand der Protolysereaktionen (S3, S7, S16), • leiten die Säure-/Base-Konstante und den pKS/pKB-Wert von Säuren und Basen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes ab und berechnen diese (S7, S17), • interpretieren die Gleichgewichtslage von Protolysereaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und die daraus resultierenden Säure-/Base-Konstanten (S2, S7), • berechnen pH-Werte wässriger Lösungen von Säuren und Basen auch bei nicht vollständiger Protolyse (S17), • definieren den Begriff der

Wie lassen sich saure und alkalische Lösungen entsorgen? ca. 40 UStd.	zentrationbestimmung mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt Experimentelle Untersuchung zur Konzentrationsbestimmung der Säuren- und Basenkonzentration in verschiedenen Lösungen mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt, auch unter Berücksichtigung mehrprotoniger Säuren Beurteilung von sauren und basischen Reinigern hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und ihres Gefahrenpotentials Erarbeitung des Enthalpiebegriffs am Beispiel der Neutralisationsenthalpie von sauren und alkalischen Lösungen	○ Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung) ○ Nachweise von Ionen - energetische Aspekte: ○ Erster Hauptsatz der Thermodynamik ○ Neutralisationsenthalpie, Lösungsenthalpie, Kalorimetrie - Ionengitter, Ionenbindung - Entropie	Reaktionsenthalpie und grenzen diesen von der inneren Energie ab (S3), • erklären im Zusammenhang mit der Neutralisationsreaktion den ersten Hauptsatz der Thermodynamik (Prinzip der Energieerhaltung) (S3, S10), • erläutern die Neutralisationsreaktion unter Berücksichtigung der Neutralisationsenthalpie (S3, S12), • planen hypothesengeleitet Experimente zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4), • führen das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung mittels Indikator durch und werten die Ergebnisse auch unter Berücksichtigung einer Fehleranalyse aus (E5, E10, K10), • bestimmen die Reaktionsenthalpie der Neutralisationsreaktion von starken Säuren mit starken Basen kalorimetrisch und vergleichen das Ergebnis mit Literaturdaten (E5, K1), (MKR 2.1, 2.2) • 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), (VB B Z3, Z6) • bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen
---	---	--	--

			und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8). (VB B Z3)
<u>Unterrichtsvorhaben II</u> Salze – hilfreich und lebensnotwendig! <i>Welche Stoffeigenschaften sind verantwortlich für die vielfältige Nutzung verschiedener Salze?</i> <i>Lässt sich die Lösungswärme von Salzen sinnvoll nutzen?</i> ca. 26 UStd.	Einstiegsdiagnose zur Ionenbindung Praktikum zu den Eigenschaften von Salzen und zu ausgewählten Nachweisreaktionen der verschiedenen Ionen in den Salzen Untersuchung der Löslichkeit schwerlöslicher Salze zur Einführung des Löslichkeitsprodukts am Beispiel der Halogenid-Nachweise mit Silbernitrat Recherche zur Verwendung, Wirksamkeit und möglichen Gefahren verschiedener ausgewählter Salze in Alltagsbezügen einschließlich einer kritischen Reflexion Erarbeitung einer Erklärung von endothermen Lösungsvorgängen zur Einführung der Entropie Untersuchung der Lösungswärme verschiedener Salze zur Beurteilung der Eignung für den Einsatz in selbsterhitzenden und kühlenden Verpackungen	Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren – Puffersysteme – Löslichkeitsgleichgewichte – analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen – energetische Aspekte: Lösungsenthalpie – Entropie – Ionengitter, Ionenbindung	• erläutern die Wirkung eines Puffersystems auf Grundlage seiner Zusammensetzung (S2, S7, S16) • berechnen den pH-Wert von Puffersystemen anhand der Henderson-Hasselbalch-Gleichung (S17) • erklären endotherme und exotherme Lösungsvorgänge bei Salzen unter Berücksichtigung der Gitter- und Solvationsenergie und führen den spontanen Ablauf eines endothermen Lösungsvorgangs auf die Entropieänderung zurück (S12, K8) • erklären Fällungsreaktionen auf der Grundlage von Löslichkeitsgleichgewichten (S2, S7) • weisen ausgewählte Ionensorten (Halogenid-Ionen, Ammonium-Ionen, Carbonat-Ionen) salzartiger Verbindungen qualitativ nach (E5) • interpretieren die Messdaten von Lösungsenthalpien verschiedener Salze unter Berücksichtigung der Entropie (S12, E8) • 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), (VB B Z3, Z6) • bewerten die Qualität von Produkten des

	Bewertungsaufgabe zur Nutzung von selbsterhitzenden Verpackungen Erarbeitung der Funktion und Zusammensetzung von Puffersystemen im Kontext des menschlichen Körpers (z. B. Kohlensäure-Hydrogencarbonatpuffer im Blut, Dihydrogenphosphat-Hydrogenphosphatpuffer im Speichel, Ammoniak-Ammoniumpuffer in der Niere) einschließlich der gesundheitlichen Folgen bei Veränderungen der pH-Werte in den entsprechenden Körperflüssigkeiten Anwendungsaufgaben zum Löslichkeitsprodukt im Kontext der menschlichen Gesundheit (z. B. Bildung von Zahnstein oder Nierensteine, Funktion von Magnesiumhydroxid als Antazidum)		Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8). (VB B Z3)
<u>Unterrichtsvorhaben III</u> Mobile Energieträger im Vergleich	Analyse der Bestandteile von Batterien anhand von Anschauungsobjekten; Diagnose bekannter Inhalte aus der SI Experimente zu Reaktionen von verschiedenen Metallen und	Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik - Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen - Galvanische Zellen: Metallbindung	• erläutern Redoxreaktionen als dynamische Gleichgewichtsreaktionen unter Berücksichtigung des Donator-Akzeptor-Konzepts (S7, S12, K7), • nennen die metallische Bindung und die Beweglichkeit hydratisierter Ionen als Voraussetzungen für einen

<i>Wie unterscheiden sich die Spannungen verschiedener Redoxsysteme?</i> <i>Wie sind Batterien und Akkumulatoren aufgebaut?</i> <i>Welcher Akkumulator ist für den Ausgleich von Spannungsschwankungen bei regenerativen Energien geeignet?</i> ca. 24 UStd.	Salzlösungen (Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen, Wiederholung der Ionenbindung, Erarbeitung der Metallbindung) Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element): Messung von Spannung und Stromfluss (elektrochemische Doppelschicht) Untersuchung weiterer galvanischer Zellen, Berechnung der Zellspannung bei Standardbedingungen, Erarbeitung der Spannungsreihe Hypothesenentwicklung zum Ablauf von Redoxreaktionen und experimentelle Überprüfung Messen der Zellspannung verschiedener Konzentrationszellen und Ableiten der Nernst-Gleichung zur Überprüfung der Messergebnisse Berechnung der Leistung verschiedener galvanischer Zellen auch unter Nicht-Standardbedingungen Vertiefung der Reaktionen in galvanischen Zellen am Beispiel ausgewählter Batterietypen	(Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung) - Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung) - Redoxtitration - alternative Energieträger - Energiespeicherung - Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz - energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse	geschlossenen Stromkreislauf der galvanischen Zelle und der Elektrolyse (S12, S15, K10), • erläutern den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle hinsichtlich der chemischen Prozesse auch mit digitalen Werkzeugen und berechnen auch unter Berücksichtigung der Nernst-Gleichung die jeweilige Zellspannung (S3, S17, E6, K11), (MKR 1.2) • ermitteln Messdaten ausgewählter galvanischer Zellen zur Einordnung in die elektrochemische Spannungsreihe (E6, E8) • 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), • erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S12, K8) • erklären die Herleitung elektrochemischer und thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten (Faraday, Nernst, Gibbs-Helmholtz) aus experimentellen Daten (E8, S17, K8) • entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metall- und Nichtmetallatomen sowie Ionen und
--	--	--	--

	Umkehrung der Redoxreaktion, Elektrolyse, Untersuchung von Akkumulatoren Bedeutung von Akkumulatoren (Leistung, Ladezyklen, Energiedichte) für den Ausgleich von Spannungsschwankungen bei der Nutzung regenerativen Stromquellen		überprüfen diese experimentell (E3, E4, E5, E10) • ermitteln Messdaten ausgewählter galvanischer Zellen zur Einordnung in die elektrochemische Spannungsreihe (E6, E8), • diskutieren Möglichkeiten und Grenzen bei der Umwandlung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie auch unter Berücksichtigung thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten im Hinblick auf nachhaltiges Handeln (B3, B10, B13, E12, K8), (VB D Z1, Z3)
--	---	--	--

Unterrichtsvorhaben IV Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft? <i>Wie viel Energie wird bei der Verbrennungsreaktion verschiedener Energieträger freigesetzt?</i> <i>Wie funktioniert die Wasserstoffverbrennung in der Brennstoffzelle?</i> <i>Welche Vor- und Nachteile hat die Verwendung der verschiedenen Energieträger?</i> ca. 30 UStd.	Untersuchen der Verbrennungsreaktionen von Erdgas, Autogas, Wasserstoff, Benzin (Heptan) und Diesel (Heizöl): Nachweisreaktion der Verbrennungsprodukte, Aufstellen der Redoxreaktionen, energetische Betrachtung der Redoxreaktionen (Grundlagen der chemischen Energetik), Ermittlung der Reaktionsenthalpie, Berechnung der Verbrennungsenthalpie Wasserstoff als Autoantrieb: Vergleich der Verbrennungsreaktion in der Brennstoffzelle mit der Verbrennung von Wasserstoff (Vergleich der Enthalpie: Unterscheidung von Wärme und elektrischer Arbeit; Erarbeitung der heterogenen Katalyse); Aufbau der PEM-Brennstoffzelle Elektrolyse von Wasser zur Gewinnung von Wasserstoff (energetische und stoffliche Betrachtung, Herleitung Faraday-Gesetze) Herleitung der Gibbs-Helmholtz-Gleichung Vergleich von Brennstoffzelle und Akkumulator (Leistung und Enthalpie)	Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik - Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen - Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung) - Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung) - Redoxtitration - alternative Energieträger - Energiespeicherung - Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz - energetische Aspekte: Erster und zweiter Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse	• erläutern und vergleichen 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) • erklären die für eine Elektrolyse benötigte Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (S12, K8) • erklären am Beispiel einer Brennstoffzelle die Funktion der heterogenen Katalyse unter Verwendung geeigneter Medien (S8, S12, K11), • interpretieren energetische Erscheinungen bei Redoxreaktionen als Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit unter Berücksichtigung der Einschränkung durch den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik (S3, S12, K10) • berechnen die freie Enthalpie bei Redoxreaktionen (S3, S17, K8) • erklären die Herleitung elektrochemischer und thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten (Faraday, Nernst, Gibbs-Helmholtz) aus experimentellen Daten (E8, S17, K8) • ermitteln die Standardreaktionsenthalpien ausgewählter Redoxreaktionen unter
--	---	--	---

	Vergleich von Haupt- und Nebenreaktionen in galvanischen Zellen zur Erklärung des Zweiten Hauptsatzes Bewertung verschiedener Treibstoffe (Wasserstoff, Erdgas, Autogas, Benzin und Diesel) unter energetischen Aspekten und Nachhaltigkeit		Anwendung des Satzes von Hess auch rechnerisch (E2, E4, E7, S16, S17, K2) • ermitteln die Leistung einer elektrochemischen Spannungsquelle an einem Beispiel (E5, E10, S17) • bewerten auch unter Berücksichtigung des energetischen Wirkungsgrads fossile und elektrochemische Energiequellen (B2, B4, K3, K12)(VB D Z1, Z3)
--	---	--	---

<u>Unterrichtsvorhaben V</u> Korrosion von Metallen <i>Wie kann man Metalle vor Korrosion schützen?</i> ca. 12 UStd.	Untersuchungen zur Säure- und Sauerstoffkorrosion, Bildung eines Lokalelements, Opferanode Korrosionsschutzmaßnahmen entwickeln und experimentell überprüfen Diskussion der Nachhaltigkeit verschiedener Korrosionsschutzmaßnahmen	Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik - Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen - Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung) - Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung) - Redoxtitration - alternative Energieträger - Energiespeicherung - Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz - energetische Aspekte: Erster und zweiter Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse	• berechnen Stoffumsätze unter Anwendung der Faraday-Gesetze (S3, S17) • erklären die Herleitung elektrochemischer und thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten (Faraday, Nernst, Gibbs-Helmholtz) aus experimentellen Daten (E8, S17, K8) • entwickeln Hypothesen zur Bildung von Lokalelementen als Grundlage von Korrosionsvorgängen und überprüfen diese experimentell (E1, E3, E5, S15) • entwickeln ausgewählte Verfahren zum Korrosionsschutz (Galvanik, Opferanode) und führen diese durch (E1, E4, E5, K13), (VB D Z3) • diskutieren ökologische und ökonomische Aspekte der elektrolytischen Gewinnung eines Stoffes unter Berücksichtigung der Faraday-Gesetze (B10, B13, E8, K13), (VB D Z 3) • beurteilen Folgen von Korrosionsvorgängen und adäquate Korrosionsschutzmaßnahmen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B12, B14, E1). (VB D Z3)
---	---	--	---

<u>Unterrichtsvorhaben VI</u> Quantitative Analyse von Produkten des Alltags <i>Wie hoch ist die Säure-Konzentration in verschiedenen Lebensmitteln?</i> ca. 18 UStd.	Wiederholung der Konzentrationsbestimmung mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt am Beispiel der Bestimmung des Essigsäuregehalts in Speiseessig Bestimmung der Essigsäurekonzentration in Aceto Balsamico zur Einführung der potentiometrischen pH-Wert-Messung einschließlich der Ableitung und Berechnung von Titrationskurven Aufbau und Funktionsweise einer pH-Elektrode (Nernst-Gleichung) Anwendungsmöglichkeit der Nernst-Gleichung zur Bestimmung der Metallionenkonzentration Bestimmung des Säure-Gehalts in Lebensmitteln z. B.: - Zitronensäure in Orangen - Milchsäure in Joghurt - Oxalsäure in Rhabarber - Weinsäure in Weißwein - Phosphorsäure in Cola	Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren - Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (K_S, pK_S, K_B, pK_B), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (K_c), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen, Puffersysteme - Löslichkeitsgleichgewicht - analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve), potentiometrische pH-Wert-Messung Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik - Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen - galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung)	• sagen den Verlauf von Titrationskurven von starken und schwachen Säuren und Basen anhand der Berechnung der charakteristischen Punkte (AnfangspH-Wert, Halbäquivalenzpunkt, Äquivalenzpunkt) voraus (S10, S17), • planen hypothesengeleitet Experimente zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4), • werten pH-metrische Titrationskurven von ein- und mehrprotonigen Säuren aus und erläutern den Verlauf der Titrationskurven auch bei unvollständiger Protolyse (S9, E8, E10, K7), • bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8), (VB B/D Z3) • beurteilen verschiedene Säure-Base-Titrationsverfahren hinsichtlich ihrer Angemessenheit und Grenzen (B3, K8, K9), • wenden das Verfahren der Redoxtitration zur Ermittlung der Konzentration eines Stoffes begründet an (E5, S3, K10). • ermitteln die Ionenkonzentration von ausgewählten Metall- und Nichtmetallionen mithilfe der Nernst-
---	---	---	---

	Bestimmung des Gehalts an Konservierungsmitteln bzw. Antioxidantien in Getränken (z. B. schwefliger Säure im Wein, Ascorbinsäure in Fruchtsäften) zur Einführung der Redoxtitration Reflexion zur Nutzung von Konservierungsmitteln bzw. Antioxidantien anhand erhobener Messdaten	- Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung) - Redoxtitration	Gleichung aus Messdaten galvanischer Zellen (E6, E8, S17, K5)
--	--	--	--

Graue Schrift: Der Inhalt kann hier oder an anderer Stelle im Unterrichtsverlauf behandelt werden.

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase II – Grundkurs (ca. 70 UStd.)

Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Die Schülerinnen und Schüler
<u>Unterrichtsvorhaben VI</u> Vom Erdöl zur Plastiktüte <i>Wie lässt sich Polyethylen aus Erdöl herstellen?</i> <i>Wie werden Polyethylen-Abfälle entsorgt?</i> ca. 30 UStd.	Einstiegsdiagnose zu den organischen Stoffklassen (funktionelle Gruppen, Nomenklatur, Isomerie, Struktur-Eigenschaftsbeziehungen) Wiederholung: Anlegen einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (mit dem Ziel einer fortlaufenden Ergänzung) Brainstorming zu Produkten, die aus Erdöl hergestellt werden,	Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie - funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe - Alkene, Alkine, Halogenalkane - Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) - Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie) - inter- und intramolekulare Wechselwirkungen - Naturstoffe: Fette - Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition - Estersynthese: Homogene Katalyse, Prinzip von Le Chatelier	• 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), • erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13), • erläutern die Reaktionsmechanismen der radikalischen Substitutions- und elektrophilen Additionsreaktion unter Berücksichtigung der spezifischen Reaktionsbedingungen auch mit digitalen Werkzeugen (S8, S9, S14, E9, K11), • schließen mithilfe von spezifischen Nachweisen der Reaktionsprodukte (Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen, Carbonyl- und Carboxy-Gruppe) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den

	Fokussierung auf Herstellung von Plastiktüten (PE-Verpackungen) Materialgestützte Erarbeitung des Crackprozesses zur Herstellung von Ethen (Alkenen) als Ausgangsstoff für die Herstellung von Polyethylen Versuch: Unterscheidung der gesättigten Edukte und ungesättigten Produkte mit Bromwasser Demoversuch (alt. Video): Erarbeitung der Reaktionsmechanismen „radikalische Substitution“ und „elektrophile Addition“ Materialgestützte Vertiefung der Nomenklaturregeln für Alkane, Alkene, Alkine und Halogenalkane einschließlich ihrer Isomere Materialgestützte Erarbeitung der Synthese des Polyethylens durch die radikalische Polymerisation	Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe - Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere) - Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation - Rohstoffgewinnung und -verarbeitung - Recycling: Kunststoffverwertung	Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10), • recherchieren und bewerten Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B1, B11, K2, K4), • erläutern die Verknüpfung von Monomermolekülen zu Makromolekülen mithilfe von Reaktionsgleichungen an einem Beispiel (S4, S12, S16), • beschreiben den Weg eines Anwendungsproduktes von der Rohstoffgewinnung über die Produktion bis zur Verwertung (S5, S10, K1, K2), • bewerten stoffliche und energetische Verfahren der Kunststoffverwertung unter Berücksichtigung ausgewählter Nachhaltigkeitsziele (B6, B13, S3, K5, K8).
--	---	---	---

	Alternativ: Demoversuch Polymerisation von Methacrylsäuremethylester Recherche zur Entsorgung von PE-Abfällen (Deponierung, thermisches Recycling, rohstoffliches Recycling) mit anschließender Bewertung der verschiedenen Verfahren Abschließende Zusammenfassung: Erstellung eines Schaubildes oder Fließdiagramms über den Weg einer PE-Verpackung (Plastiktüte) von der Herstellung aus Erdöl bis hin zur möglichen Verwertung		
<u>Unterrichtsvorhaben VII</u> Kunststoffe – Werkstoffe für viele Anwendungsprodukte	Anknüpfen an das vorangegangene Unterrichtsvorhaben anhand einer Recherche zu weiteren Kunststoffen für Verpackungsmaterialien (Verwendung, Herstellung, eingesetzte Monomere) Fortführung der tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen	Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie – funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe – Alkene, Alkine, Halogenalkane – Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie	• 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), • erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen

<i>Welche besonderen Eigenschaften haben Kunststoffe?</i> <i>Wie lassen sich Kunststoff mit gewünschten Eigenschaften herstellen?</i> ca. 20 UStd.	einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (siehe UV VI) Praktikum/ Stationenlernen zur Untersuchung der Kunststoffeigenschaften (u. a. Kratzfestigkeit, Bruchsicherheit, Verformbarkeit, Brennbarkeit) anhand von verschiedenen Kunststoffproben (z. B. PE, PP, PS, PVC, PET) Klassifizierung der Kunststoffe in Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere durch materialgestützte Auswertung der Experimente Recherche zur Erarbeitung der Herstellung, Entsorgung und Untersuchung der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen ausgewählter Kunststoffe in Alltagsbezügen (Expertengruppen z. B. zu Funktionsbekleidung aus Polyester, zu Gleitschirmen aus Polyamid, zu chirurgischem Nahtmaterial aus Polymilchsäure, zu Babywindeln mit Superabsorber)	(EPA-Modell) - Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie) - inter- und intramolekulare Wechselwirkungen - Naturstoffe: Fette - Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition - Estersynthese: Homogene Katalyse, Prinzip von Le Chatelier Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe - Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere) - Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation - Rohstoffgewinnung und -verarbeitung - Recycling: Kunststoffverwertung	(S2, S13), • 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), • führen eigenständig geplante Experimente zur Untersuchung von Eigenschaften organischer Werkstoffe durch und werten diese aus (E4, E5), • planen zielgerichtet anhand der Eigenschaften verschiedener Kunststoffe Experimente zur Trennung und Verwertung von Verpackungsabfällen (E4, S2), • erklären ermittelte Stoffeigenschaften am Beispiel eines Funktionspolymers mit geeigneten Modellen (E1, E5, E7, S2), • 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), • vergleichen anhand von Bewertungskriterien Produkte aus unterschiedlichen Kunststoffen und leiten daraus Handlungsoptionen für die alltägliche Nutzung ab (B5, B14, K2, K8, K13).
---	---	--	--

	Materialgestützte Bewertung von Kunststoffen aus Erdöl (z. B. Polyester) und nachwachsenden Rohstoffen (z. B. Milchsäure) hinsichtlich ihrer Herstellung, Verwendung und Entsorgung		
<u>Unterrichtsvorhaben VIII</u> Ester in Lebensmitteln und Kosmetikartikeln <i>Welche Fette sind in Lebensmitteln enthalten?</i> <i>Wie werden Ester in Kosmetikartikeln hergestellt?</i>	Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der Eigenschaften von ausgewählten fett- und ölhaltigen Lebensmitteln: - Aufbau und Eigenschaften (Löslichkeit) von gesättigten und ungesättigten Fetten - Experimentelle Unterscheidung von gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (Jodzahl) - Fetthärtung: Hydrierung von Fettsäuren (z. B. Demonstrationsversuch Hydrierung von Olivenöl mit Nickelkatalysator) und Wiederholung von Redoxreaktionen Materialgestützte Bewertung der Qualität von verarbeiteten Fetten auch	Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie - funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe - Alkene, Alkine, Halogenalkane - Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) - Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie) - inter- und intramolekulare Wechselwirkungen - Naturstoffe: Fette - Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition - Estersynthese: Homogene Katalyse, Prinzip von Le Chatelier	- erläutern den Aufbau und die Eigenschaften von gesättigten und ungesättigten Fetten (S1, S11, S13), - erklären Redoxreaktionen in organischen Synthesewegen unter Berücksichtigung der Oxidationszahlen (S3, S11, S16), - erklären die Estersynthese aus Alkanolen und Carbonsäuren unter Berücksichtigung der Katalyse (S4, S8, S9, K7), - 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), - erläutern die Planung und Durchführung einer Estersynthese in Bezug auf die Optimierung der Ausbeute auf der Grundlage des Prinzips von Le Chatelier (E4, E5,

ca. 20 UStd.	in Bezug auf Ernährungsempfehlungen Materialgestützte Erarbeitung: Aufbau, Verwendung, Planung der Herstellung eines Esters (Fett) mit Wiederholung der Estersynthese. Ggf. Fortführung der tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (siehe UV VI, VII)		K13), • 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).
---------------------	---	--	--

Unterrichtsvorhaben der Qualifikationsphase II – Leistungskurs (ca. 114 UStd.)			
Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben	Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen
			Die Schülerinnen und Schüler ...
<u>Unterrichtsvorhaben VII</u> Vom Erdöl zur Kunststoffverpackung <i>Aus welchen Kunststoffen bestehen Verpackungsmaterialien und welche Eigenschaften haben diese Kunststoffe?</i> <i>Wie lässt sich Polyethylen aus Erdöl herstellen?</i>	Einstiegsdiagnose zu den organischen Stoffklassen (funktionelle Gruppen, Nomenklatur, Isomerie, Struktur-Eigenschaftsbeziehungen) Wiederholung: Anlegen einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (mit dem Ziel einer fortlaufenden Ergänzung) Recherche zu verschiedenen Kunststoffen (z. B. Name des Kunststoffs, Monomere) für	Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie – funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe – Alkene, Alkine, Halogenalkane – Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems – Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) – Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Mesomerie, Chiralität – inter- und intramolekulare Wechselwirkungen – Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster und	• stellen den Aufbau der Moleküle (Konstitutionsisomerie, Stereoisomerie, Molekülgeometrie, Chiralität am asymmetrischen C-Atom) von Vertretern der Stoffklassen der Alkane, Halogenalkane, Alkene, Alkine, Alkanole, Alkanale, Alkanone, Carbonsäuren, Ester und Amine auch mit digitalen Werkzeugen dar (S1, E7, K11), • erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13), • erläutern auch mit digitalen Werkzeugen die Reaktionsmechanismen unter Berücksichtigung der spezifischen Reaktionsbedingungen (S8, S9, S14, E9, K11), • schließen mithilfe von spezifischen

Wie werden Verpackungsabfälle aus Kunststoff entsorgt? ca. 44 UStd.	Verpackungsmaterialien anhand der Recyclingzeichen Stationenlernen zur Untersuchung von Kunststoffeigenschaften anhand von Verpackungsmaterialien (u. a. Kratzfestigkeit, Bruchbarkeit, Verformbarkeit, Brennbarkeit) Materialgestützte Auswertung der Experimente zur Klassifizierung der Kunststoffe Materialgestützte Erarbeitung des Crackprozesses zur Herstellung von Ethen (Alkenen) als Ausgangsstoff für die Herstellung von Polyethylen Versuch: Unterscheidung der gesättigten Edukte und ungesättigten Produkte mit Bromwasser Demoversuch (alt. Video): Erarbeitung der Reaktionsmechanismen „radikalische Substitution“ und „elektrophile Addition“	zweiter Ordnung, elektrophile Erstsabstitution, Kondensationsreaktion (Estersynthese) – Prinzip von Le Chatelier – Koordinative Bindung: Katalyse – Naturstoffe: Fette – Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung – Analytische Verfahren: Chromatografie Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe – Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere) – Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation (Mechanismus der radikalischen Polymerisation) – Rohstoffgewinnung und -verarbeitung – Recycling: Kunststoffverwertung, Wertstoffkreisläufe – technisches Syntheseverfahren – Nanochemie: Nanomaterialien, Nanostrukturen, Oberflächeneigenschaften	Nachweisen der Reaktionsprodukte (Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen, Chlorid- und Bromid-Ionen, Carbonyl- und Carboxy-Gruppe) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10), • entwickeln Hypothesen zum Reaktionsverhalten aus der Molekülstruktur (E3, E12, K2), • recherchieren und bewerten Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter selbst entwickelten Fragestellungen (B1, B11, K2, K4), • erklären die Eigenschaften von Kunststoffen aufgrund der molekularen Strukturen (Kettenlänge, Vernetzungsgrad, Anzahl und Wechselwirkung verschiedenartiger Monomere) (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), • erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (S4, S14, S16), • beschreiben den Weg eines Anwendungsproduktes von der Rohstoffgewinnung über die Produktion bis zur Verwertung (S5,
---	---	--	---

	Vertiefende Betrachtung des Mechanismus der elektrophilen Addition zur Erarbeitung des Einflusses der Substituenten im Kontext der Herstellung wichtiger organischer Rohstoffe aus Alkenen (u. a. Alkohole, Halogenalkane) Materialgestützte Vertiefung der Nomenklaturregeln für Alkane, Alkene, Alkine und Halogenalkane einschließlich ihrer Isomere Vertiefende Betrachtung der Halogenalkane als Ausgangsstoffe für wichtige organische Produkte (u. a. Alkohole, Ether) zur Erarbeitung der Mechanismen der nucleophilen Substitution erster und zweiter Ordnung Materialgestützte Erarbeitung der radikalischen Polymerisation am Beispiel von LD-PE und HD-PE einschließlich der Unterscheidung der		S10, K1, K2), • erläutern ein technisches Syntheseverfahren auch unter Berücksichtigung der eingesetzten Katalysatoren (S8, S9), • planen zielgerichtet anhand der Eigenschaften verschiedener Kunststoffe Experimente zur Trennung und Verwertung von Verpackungsabfällen (E4, S2), • 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), • bewerten stoffliche und energetische Verfahren der Kunststoffverwertung unter Berücksichtigung ausgewählter Nachhaltigkeitsziele (B6, B13, S3, K5, K8),
--	---	--	---

	beiden Polyethylen-Arten anhand ihrer Stoffeigenschaften Recherche zur Entsorgung von PE-Abfällen (Deponierung, thermisches Recycling, rohstoffliches Recycling) mit abschließender Bewertung der verschiedenen Verfahren Abschließende Zusammenfassung: Erstellung eines Schaubildes oder Fließdiagramms über den Weg einer PE-Verpackung (Plastiktüte) von der Herstellung aus Erdöl bis hin zur möglichen Verwertung Recherche zu weiteren Kunststoff-Verpackungen (z. B. PS, PP, PVC) zur Erarbeitung von Stoffsteckbriefen und Experimenten zur Trennung von Verpackungsabfällen Materialgestützte Bewertung der verschiedenen Verpackungskunststoffe z. B. nach der Warentest-Methode		
--	--	--	--

Unterrichtsvorhaben VIII „InnoProducts“ – Werkstoffe nach Maß <i>Wie werden Werkstoffe für funktionale Regenbekleidung hergestellt und welche besonderen Eigenschaften haben diese Werkstoffe?</i> <i>Welche besonderen Eigenschaften haben Werkstoffe aus Kunststoffen und Nanomaterialien und wie lassen sich diese Materialien herstellen?</i> <i>Welche Vor- und Nachteile haben Kunststoffe und Nanoprodukte mit spezifischen Eigenschaften?</i>	Einführung in die Lernfirma „InnoProducts“ durch die Vorstellung der hergestellten Produktpalette (Regenbekleidung aus Polyester mit wasserabweisender Beschichtung aus Nanomaterialien) Grundausbildung – Teil 1: Materialgestützte Erarbeitung der Herstellung von Polyestern und Recycling-Polyester einschließlich der Untersuchung der Stoffeigenschaften der Polyester Grundausbildung – Teil 2: Stationenbetrieb zur Erarbeitung der Eigenschaften von Nanopartikeln (Größenordnung von Nanopartikeln, Reaktivität von Nanopartikeln, Eigenschaften von Oberflächenbeschichtungen auf Nanobasis) Grundausbildung – Teil 3: Materialgestützte Erarbeitung des Aufbaus und der Eigenschaften eines Laminats für Regenbekleidung mit	Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie – funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe – Alkene, Alkine, Halogenalkane – Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems – Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) – Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Mesomerie, Chiralität – inter- und intramolekulare Wechselwirkungen – Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster und zweiter Ordnung, elektrophile Ersts substitution, Kondensationsreaktion (Estersynthese) – Prinzip von Le Chatelier – Koordinative Bindung: Katalyse – Naturstoffe: Fette – Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung – Analytische Verfahren: Chromatografie	• stellen den Aufbau der Moleküle (Konstitutionsisomerie, Stereoisomerie, Molekülgeometrie, Chiralität am asymmetrischen C-Atom) von Vertretern der Stoffklassen der Alkane, Halogenalkane, Alkene, Alkine, Alkanole, Alkanale, Alkanone, Carbonsäuren, Ester und Amine auch mit digitalen Werkzeugen dar (S1, E7, K11), • erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13), • erklären die Eigenschaften von Kunststoffen aufgrund der molekularen Strukturen (Kettenlänge, Vernetzungsgrad, Anzahl und Wechselwirkung verschiedenartiger Monomere) (S11, S13), • erläutern ein technisches Syntheseverfahren auch unter Berücksichtigung der eingesetzten Katalysatoren (S8, S9), • beschreiben Merkmale von Nanomaterialien am Beispiel von Alltagsprodukten (S1, S9), • führen eigenständig geplante Experimente zur Untersuchung von Eigenschaften organischer Werkstoffe durch und werten diese aus (E4, E5), • erläutern ermittelte Stoffeigenschaften am Beispiel eines
--	---	---	---

ca. 34 UStd. DWR (durable water repellent) - Imprägnierung auf Nanobasis Verteilung der Auszubildenden auf die verschiedenen Forschungsabteilungen der Lernfirma Arbeitsteilige Erarbeitung der Struktur, Herstellung, Eigenschaften, Entsorgungsmöglichkeiten, Besonderheiten ausgewählter Kunststoffe Präsentation der Arbeitsergebnisse in Form eines Messestands bei einer Innovationsmesse einschließlich einer Diskussion zu kritischen Fragen (z. B. zur Entsorgung, Umweltverträglichkeit, gesundheitlichen Aspekten etc.) der Messebesucher Reflexion der Methode und des eigenen Lernfortschrittes Dekontextualisierung: Prinzipien der Steuerung der Stoffeigenschaften für Kunststoffe und Nanoprodukte	Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe - Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere) - Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation (Mechanismus der radikalischen Polymerisation) - Rohstoffgewinnung und -verarbeitung - Recycling: Kunststoffverwertung, Wertstoffkreisläufe - Technisches Syntheseverfahren - Nanochemie: Nanomaterialien, Nanostrukturen, Oberflächeneigenschaften	Funktionspolymers mit geeigneten Modellen (E1, E5, E7, S13), • veranschaulichen die Größenordnung und Reaktivität von Nanopartikeln (E7, E8), • erklären eine experimentell ermittelte Oberflächeneigenschaft eines ausgewählten Nanoprodukts anhand der Nanostruktur (E5, S11), • 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), • vergleichen anhand von Bewertungskriterien Produkte aus unterschiedlichen Kunststoffen und leiten daraus Handlungsoptionen für die alltägliche Nutzung ab (B5, B14, K2, K8, K13), • beurteilen die Bedeutung der Reaktionsbedingungen für die Synthese eines Kunststoffs im Hinblick auf Atom- und Energieeffizienz, Abfall- und Risikovermeidung sowie erneuerbare Ressourcen (B1, B10), • recherchieren in verschiedenen Quellen die Chancen und Risiken von Nanomaterialien am Beispiel eines Alltagsproduktes und bewerten diese unter Berücksichtigung der Intention der Autoren (B2, B4, B13, K2, K4),
--	--	--

	einschließlich einer Bewertung der verschiedenen Werkstoffe Fortführung einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen		
<u>Unterrichtsvorhaben IX</u> Ester in Lebensmitteln und Kosmetikartikeln <i>Welche Fette sind in Lebensmitteln enthalten?</i> <i>Wie werden Ester in Kosmetikartikeln hergestellt?</i> Ca. 20 UStd.	Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der Eigenschaften von ausgewählten fett- und ölhaltigen Lebensmitteln: - Aufbau und Eigenschaften (Löslichkeit) von gesättigten und ungesättigten Fetten - Experimentelle Unterscheidung von gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (Jodzahl) - Fetthärtung: Hydrierung von Fettsäuren (z. B. Demonstrationsversuch Hydrierung von Olivenöl mit Nickelkatalysator) und Wiederholung von Redoxreaktionen, Oxidationszahlen Materialgestützte Bewertung der Qualität von verarbeiteten Fetten auch	Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie - funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe - Alkene, Alkine, Halogenalkane - Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems - Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) - Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Mesomerie, Chiralität - inter- und intramolekulare Wechselwirkungen - Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster und	- erläutern den Aufbau und die Eigenschaften von gesättigten und ungesättigten Fetten (S1, S11, S13), - erklären Redoxreaktionen in organischen Synthesewegen unter Berücksichtigung der Oxidationszahlen (S3, S11, S16), - erklären die Estersynthese aus Alkanolen und Carbonsäuren unter Berücksichtigung der Katalyse (S4, S8, S9, K7), - schließen mithilfe von spezifischen Nachweisen der Reaktionsprodukte (Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen, Chlorid- und Bromid-Ionen, Carbonyl- und Carboxy-Gruppe) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10), - erläutern die Planung und Durchführung einer Estersynthese in Bezug auf die Optimierung der Ausbeute auf der Grundlage des Prinzips von Le Chatelier (E4, E5,

	in Bezug auf Ernährungsempfehlungen Materialgestützte Erarbeitung: Aufbau, Verwendung, Planung der Herstellung eines Esters (Fett) mit Wiederholung der Estersynthese. Experimentelle Erarbeitung der Synthese z.B. von Myristylmyristat (Mechanismus der Estersynthese, Ermittlung des chemischen Gleichgewichts und der Ausbeute, Einfluss von Konzentrationsänderungen – Le Chatelier, Bedeutung von Katalysatoren) Fortführung einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen	zweiter Ordnung, elektrophile Erstsitution, Kondensationsreaktion (Estersynthese) – Prinzip von Le Chatelier – Koordinative Bindung: Katalyse – Naturstoffe: Fette – Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung – Analytische Verfahren: Chromatografie	K13), • 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), • erläutern ein technisches Syntheseverfahren auch unter Berücksichtigung der eingesetzten Katalysatoren (S8, S9), 6)
<u>Unterrichtsvorhaben X</u>	Materialgestützte und experimentelle Erarbeitung von Farbstoffen im Alltag • Farbigkeit und Licht	Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie	• beschreiben den Aufbau und die Wirkungsweise eines Katalysators unter Berücksichtigung des Konzepts der koordinativen Bindung als Wechselwirkung von Metallkationen

Die Welt ist bunt <i>Warum erscheinen uns einige organische Stoffe farbig?</i> ca. 16 UStd.	- Farbe und Struktur (konjugierte Doppelbindungen, Donator-Akzeptorgruppen, Mesomerie) - Klassifikation von Farbstoffen nach ihrer Verwendung und strukturellen Merkmalen - Schülerversuch: Identifizierung von Farbstoffen in Alltagsprodukten durch Dünnschichtchromatographie Synthese eines Farbstoffs mithilfe einer Lewis-Säure an ein aromatisches System: - Erarbeitung des Reaktionsmechanismus der elektrophilen Substitution am Aromaten - Beschreiben der koordinativen Bindung der Lewis-Säure als Katalysator der Reaktion Bewertung recherchierter Einsatzmöglichkeiten verschiedene Farbstoffe in Alltagsprodukten Fortführung einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen	- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe - Alkene, Alkine, Halogenalkane - Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems - Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) - Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Mesomerie, Chiralität - inter- und intramolekulare Wechselwirkungen - Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster und zweiter Ordnung, elektrophile Ersts substitution, Kondensationsreaktion (Estersynthese) - Prinzip von Le Chatelier - Koordinative Bindung: Katalyse - Naturstoffe: Fette - Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung - Analytische Verfahren: Chromatografie	mit freien Elektronenpaaren (S13, S15), - erklären die Reaktivität eines aromatischen Systems anhand der Struktur und erläutern in diesem Zusammenhang die Mesomerie (S9, S13, E9, E12), - klassifizieren Farbstoffe sowohl auf Grundlage struktureller Merkmale als auch nach ihrer Verwendung (S10, S11, K8), - erläutern die Farbigkeit ausgewählter Stoffe durch Lichtabsorption auch unter Berücksichtigung der Molekülstruktur mithilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-Akzeptor-Gruppen) (S2, E7, K10), - trennen mithilfe eines chromatografischen Verfahrens Stoffgemische und analysieren ihre Bestandteile durch Interpretation der Retentionsfaktoren (E4, E5), - interpretieren Absorptionsspektren ausgewählter Farbstofflösungen (E8, K2), - beurteilen die Möglichkeiten und Grenzen von Modellvorstellungen bezüglich der Struktur organischer Verbindungen und die Reaktionsschritte von Synthesen für die Vorhersage der Bildung von Reaktionsprodukten (B1, B2, K10), - bewerten den Einsatz verschiedener Farbstoffe in Alltagsprodukten aus
---	---	--	---

	einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen		chemischer, ökologischer und ökonomischer Sicht (B9, B13, S13).
--	---	--	--

2.2 Grundsätze der fachdidaktischen und fachmethodischen Arbeit

Gemäß Schulprogramm sollen insbesondere die Lernenden als Individuen mit jeweils besonderen Fähigkeiten, Stärken und Interessen im Mittelpunkt stehen. Die Lehrerkonferenz hat darüber hinaus entschieden, dass die im Referenzrahmen Schulqualität NRW formulierten Kriterien und Zielsetzungen als Maßstab für die kurz- und mittelfristige Entwicklung der Schule gelten sollen. Die Fachgruppe vereinbart daher, der individuellen Kompetenzentwicklung (Referenzrahmen Kriterium 2.2.1) und den herausfordernden und kognitiv aktivierenden Lehr- und Lernprozessen (Kriterium 2.2.2) besondere Aufmerksamkeit zu widmen.

In Absprache mit der Lehrerkonferenz sowie unter Berücksichtigung des Schulprogramms hat die Fachkonferenz Chemie bezüglich ihres schulinternen Lehrplans die folgenden fachdidaktischen und fachmethodischen Grundsätze beschlossen:

Lehr- und Lernprozesse

- Schwerpunktsetzungen nach folgenden Kriterien:
 - Herausstellung zentraler Ideen und Konzepte, auch unter Nutzung von Synergien zwischen den naturwissenschaftlichen Fächern
 - Orientierung am Prinzip des exemplarischen Lernens
 - fachinterne und fachübergreifende Vernetzung statt Anhäufung von Einzelfakten
- Lehren und Lernen in Kontexten nach folgenden Kriterien:
 - eingegrenzte und altersgemäße Komplexität
 - möglichst authentische, tragfähige, gendersensible und motivierende Problemstellungen
- Variation der Aufgaben und Lernformen mit dem Ziel einer kognitiven Aktivierung aller Lernenden nach folgenden Kriterien:
 - Förderung der Selbständigkeit und Eigenverantwortung, insbesondere im Prozess der Erkenntnisgewinnung im Rahmen experimenteller Unterrichtsphasen
 - Einsatz von digitalen Medien und Werkzeugen zur Verständnisförderung und zur Unterstützung und Individualisierung des Lernprozesses

Experimente und eigenständige Untersuchungen

- Verdeutlichung der verschiedenen Funktionen von Experimenten in den Naturwissenschaften und des Zusammenspiels zwischen Experiment und konzeptionellem Verständnis auch in Absprache mit den Fachkonferenzen der anderen naturwissenschaftlichen Fächer
- überlegter und zielgerichteter Einsatz von Experimenten: Einbindung in die Erkenntnisprozesse und in die Beantwortung von Fragestellungen

- schrittweiser und systematischer Aufbau von der reflektierten angeleiteten Arbeit hin zur möglichen Selbstständigkeit bei der hypothesengeleiteten Planung, Durchführung und Auswertung von Untersuchungen
- Entwicklung der Fähigkeiten zur Dokumentation der Experimente und Untersuchungen (Versuchsprotokoll) in Absprache mit den Fachkonferenzen der anderen naturwissenschaftlichen Fächer

Individuelles Lernen und Umgang mit Heterogenität

Gemäß ihren Zielsetzungen setzt die Fachgruppe ihren Fokus auf eine Förderung der individuellen Kompetenzentwicklung. Die Gestaltung von Lernprozessen soll sich deshalb nicht auf eine angenommene mittlere Leistungsfähigkeit einer Lerngruppe beschränken, sondern muss auch Lerngelegenheiten sowohl für stärkere als auch schwächere Schülerinnen und Schüler bieten.

Daher werden an geeigneten Stellen und unter Berücksichtigung des individuellen Leistungsstandes binnendifferenzierende Angebote in den Unterricht integriert. Da es durch unterschiedliche Rahmenbedingungen stetig zu veränderlichen Situationen kommt und die Leistungsfähigkeit – auch innerhalb einer Jahrgangsstufe – nur individuell betrachtet werden kann, werden keine verallgemeinerten Materialvorgaben vereinbart. Insgesamt werden folgende Methoden erprobt sowie bedarfsgerecht und zielgerichtet eingesetzt:

- unterrichtsbegleitende Aufgaben zur Diagnose individueller Kompetenzentwicklung
- komplexere Lernaufgaben mit gestuften Lernhilfen für unterschiedliche Leistungsanforderungen
- unterstützende zusätzliche Maßnahmen für erkannte oder bekannte Lernschwierigkeiten
- herausfordernde zusätzliche Angebote für besonders leistungsstarke Schülerinnen und Schüler
- fachsprachlich differenzierte Angebote mit Bezug zur Erschließung und Erstellung von Fachtexten

2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

1. Einleitung

Die Chemie untersucht und beschreibt die stoffliche Welt unter besonderer Berücksichtigung der experimentellen Methode als Mittel zum Erkenntnisgewinn. Durch Verknüpfung mit Modellvorstellungen erlangen die Schülerinnen und Schüler ein tieferes Verständnis der chemischen Reaktion und der Stoffeigenschaften.

2. Beurteilungsbereiche und Leistungsbewertung

Die rechtlich verbindlichen Grundsätze der Leistungsbewertung sind im Schulgesetz sowie in der Ausbildungs- und Prüfungsordnung für die gymnasiale Oberstufe (APO-GOST) dargestellt. Demgemäß sind bei der Leistungsbewertung von Schülerinnen und Schülern erbrachte Leistungen in den Beurteilungsbereichen „Schriftliche Arbeiten/Klausuren“ sowie „Sonstige Leistungen im Unterricht/Sonstige Mitarbeit“ entsprechend den in der APOGOST angegebenen Gewichtungen zu berücksichtigen. Für das Fach Chemie werden beide Beurteilungsbereiche in der gymnasialen Oberstufe gleichwertig bei der Notenfindung zu den Halbjahren berücksichtigt. Dabei bezieht sich die Leistungsbewertung insgesamt auf die im Zusammenhang mit dem Unterricht erworbenen Kompetenzen und nutzt unterschiedliche Formen der Lernerfolgsüberprüfung.

Hinsichtlich der einzelnen Beurteilungsbereiche sind die folgenden Regelungen zu beachten:

- **Beurteilungsbereich „Schriftliche Arbeiten/Klausuren“**

Klausuren dienen als Instrument der Leistungsbewertung und sollen im Laufe der gymnasialen Oberstufe auch zunehmend auf die inhaltlichen und formalen Anforderungen des schriftlichen Teils der Abiturprüfungen vorbereiten. Dazu gehört u.a. auch die Schaffung angemessener Transparenz im Zusammenhang mit einer kriteriengeleiteten Bewertung (Erwartungshorizont). Beispiele für Prüfungsaufgaben und Auswertungskriterien sowie Konstruktionsvorgaben und Operatorenübersichten können im Internet auf den Seiten des Schulministeriums abgerufen werden.

Da in Klausuren neben der Verdeutlichung des fachlichen Verständnisses auch die Darstellung bedeutsam ist, wird diesem Sachverhalt bei der Leistungsbewertung Rechnung getragen. Eine gesonderte Bepunktung der Darstellungsleistung wird nicht vorgenommen, diese ist in die Bewertung der einzelnen Aufgaben integriert. Gehäufte Verstöße gegen die sprachliche Richtigkeit führen zu einer Absenkung der Note gemäß APO-GOST.

Übersicht Klausuren

Jahrgang	1. Quartal	2. Quartal	3. Quartal	4. Quartal
EF	90 min		90 min	
Q1 GK	135 min	135 min	135 min	135 min
Q1 LK	180 min	180 min	180 min	180 min
Q2 GK	180 min	180 min	(180 min)	
Q2 LK	225 min	225 min	225 min	

Die erste Klausur in der Q1 beinhaltet einen experimentellen Anteil.

Facharbeit

In der Qualifikationsphase kann eine Klausur durch eine Facharbeit ersetzt werden. Facharbeiten dienen dazu, die Schülerinnen und Schüler mit den Prinzipien und Formen selbstständigen, wissenschaftspropädeutischen Lernens vertraut zu machen. Die Facharbeit ist eine umfangreichere schriftliche Hausarbeit und selbstständig zu verfassen. Umfang und Schwierigkeitsgrad der Facharbeit sind so zu gestalten, dass sie ihrer Wertigkeit im Rahmen des Beurteilungsbereichs „Schriftliche Arbeiten/Klausuren“ gerecht wird. Die Bewertung im Vergleich zu sonstigen Leistungen im Unterricht ist gleichwertig. Im Fach Chemie muss eine Facharbeit i.d.R. einen fachpraktischen Anteil enthalten, in dem experimentelle Untersuchungen durchgeführt werden. Eine rein theoretische Arbeit kann in Ausnahmefällen geschrieben werden, wenn eine Anpassung des Themas zur Beinhaltung experimenteller Anteile nicht vorgenommen und eine fundierte Begründung für die Auseinandersetzung auf der Theorieebene gegeben werden kann.

Der Einsatz von KI-Anwendungen zur Texterstellung in der Facharbeit ist ausdrücklich untersagt. Eine Verwendung von KI als Hilfsmittel zu Recherchezwecken oder zur Strukturierung sollte mit der betreuenden Fachlehrkraft abgeklärt werden. Gleiches gilt für bildgenerierende KI-Anwendung unter besonderer Berücksichtigung von Bildrechten und Quellenangaben.

- **Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht/Sonstige Mitarbeit“**

Alle Formen der Mitarbeit im Unterricht haben wichtige eigenständige Funktionen. Bei Umfang und Komplexität der Beiträge wird das Alter der Schülerinnen und Schüler berücksichtigt.

Ausgehend von den Vorgaben der Kernlehrpläne werden im Folgenden beispielhaft Beurteilungskriterien dargestellt.

mündliche Beiträge

- Qualität, Häufigkeit und Kontinuität
- korrekte Verwendung der Fachsprache
- Darstellungsfähigkeit

Arbeitsverhalten bei Gruppenarbeiten und Partnerarbeiten

- kooperatives Verhalten
- gemeinsame konstruktive Suche nach Lösungen
- zielgerichtetes und selbstständiges Arbeiten
- Präsentieren von Arbeitsergebnissen

schriftliche Beiträge / Heftführung¹

- fachliche Richtigkeit
- Vollständigkeit
- Sorgfalt und Übersichtlichkeit

experimentelle Mitarbeit

- Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten
- Hypothesenbildung
- Lösungsvorschläge und Einordnung von Ergebnissen
- kooperatives und den Sicherheitsregeln entsprechendes Verhalten
- Grad der Selbstständigkeit
- Genauigkeit bei der Durchführung
- Erstellen von Protokollen

schriftliche Überprüfungen

- für schriftliche Überprüfungen werden gleichwertige Bewertungskriterien wie bei anderen schriftlichen Arbeiten (s.o.) herangezogen

Den Schülerinnen und Schülern werden die Grundsätze der Leistungsbewertung mitgeteilt.

3. individuelle Förderung

Im Rahmen der individuellen Förderung werden den Schülerinnen und Schülern weitere über den Unterricht hinausreichende Angebote gemacht, z.B.:

- Teilnahme an Wettbewerben (Chemie entdecken, Schüler experimentieren, Chemie Olympiade, Jugend forscht)
- Besuch außerschulischer Lernorte (z. B. Ferienakademien, Schülerlabore)

¹ Die Dokumentation von Arbeitsergebnissen und Tafelbildern wird in der gymnasialen Oberstufe zunehmend in die Eigenverantwortung der Schülerinnen und Schüler gegeben, sodass diesem Bereich der sonstigen Mitarbeit ggf. wenig Gewicht zufällt.

Durch gezielte Einstiegsdiagnosen (vgl. SiLP Chemie) werden Verständnisprobleme frühzeitig erkannt und können durch gezielte Wiederholungsmaterialien und die Unterstützung der Fachlehrkraft gemindert werden. Ziel der Förderung ist es, die Schülerinnen und Schüler fortlaufend zur eigenständigen Bewältigung der Aufgaben zu befähigen und Unterstützungsangebote schrittweise zu reduzieren.

4. Hausaufgaben

Das Anfertigen von Hausaufgaben gehört nach § 42 (3) SchG zu den Pflichten der Schülerinnen und Schüler. Unterrichtsbeiträge auf der Basis der Hausaufgaben können zur Leistungsbewertung herangezogen werden.

5. Bewertung

Die Schülerinnen und Schüler erhalten quartalsweise eine Note zur sonstigen Mitarbeit.

Am Ende eines jeden Schulhalbjahres erhalten die Schülerinnen und Schüler dann eine Zeugnisnote gemäß § 48 SchG, die Auskunft darüber gibt, inwieweit ihre Leistungen im Halbjahr den im Unterricht gestellten Anforderungen entsprochen haben. In die Note gehen alle im Zusammenhang mit dem Unterricht erbrachten Leistungen ein (Quartalsnoten).

Für das Fach Chemie werden die Beurteilungsbereiche „schriftliche Arbeiten“ und „sonstige Mitarbeit“ in der gymnasialen Oberstufe gleichwertig bei der Notenfindung zu den Halbjahren berücksichtigt.

Überprüfungsformen

Die folgende Auflistung der Überprüfungsformen ist nicht abschließend und stellt eine Auswahl möglicher Aufgabenformate dar.

Darstellungsaufgaben

- Beschreiben und erläutern eines chemischen Phänomens
- Verwendung fachspezifischer Formen, wie Reaktionsgleichungen und -schemata oder Summen- und Strukturformeln

Experimentelle Aufgaben

- Planung, Durchführung und Auswertung qualitativer und quantitativer Experimente
- Formulieren von Gesetzmäßigkeiten
- Formulieren und Überprüfen von Hypothesen

Messreihen und Datenanalyse

- Dokumentation, Strukturierung und Darstellung von Daten
- Auswertung und Bewertung von Daten
- Überprüfung von Daten auf Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten

Theorien und Modelle

- Hypothesenbildung
- Erklärung eines Zusammenhangs oder Überprüfung einer Aussage
- Übertragung von Modellen oder Theorien auf andere Zusammenhänge
- Aufzeigen der Grenzen eines Modells

Rechercheraufgaben

- Analyse, Vergleich und Strukturierung von Informationen
- Bewertung von Quellen
- Umgang mit Texten, Darstellungen, Tabellen und Diagrammen

Dokumentationsaufgaben

- Protokollieren von Experimenten
- Dokumentation von Projekten
- Portfolioarbeit

Präsentationen

- Demonstration eines Experiments
- Darstellung von Reaktionsgleichungen und -schemata
- Vorträge oder PowerPoint-Präsentationen

Bewertungsaufgaben

- Chemisch fundierte Stellungnahmen zu Texten und Medienbeiträgen
- Abwägen zwischen alternativen Lösungsvorschlägen
- Vertreten der eigenen Ansicht in Argumentationen

2.4 Lehr- und Lernmittel

Für den Chemieunterricht in der Sekundarstufe II ist an der Schule folgendes Schulbuch: „Elemente Chemie - Oberstufe“, Klett Verlag, eingeführt.

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten die im Unterricht versäumten Inhalte in häuslicher Arbeit nach. Zu ihrer Unterstützung über das Schulbuch hinaus können sie dazu vom Fachlehrer Arbeitsmaterial oder Internet-Links erhalten.

Die Fachkonferenz hat sich darüber hinaus auf die nachstehenden Hinweise geeinigt, die bei der Umsetzung des schulinternen Lehrplans ergänzend zur Umsetzung der Ziele des Medienkompetenzrahmens NRW eingesetzt werden können. Bei den Materialien handelt es sich nicht um fachspezifische Hinweise, sondern es werden zur Orientierung allgemeine Informationen zu grundlegenden Kompetenzerwartungen des Medienkompetenzrahmens NRW gegeben, die parallel oder vorbereitend zu den unterrichtsspezifischen Vorhaben eingebunden werden können:

- **Digitale Werkzeuge / digitales Arbeiten**

Umgang mit Quellenanalysen:

<https://medienkompetenzrahmen.nrw/unterrichtsmaterialien/detail/informationen-aus-dem-netz-einstieg-in-die-quellenanalyse/> (Datum des letzten Zugriffs: 31.01.2020)

Erstellung von Erklärvideos:

<https://medienkompetenzrahmen.nrw/unterrichtsmaterialien/detail/erklervideos-im-unterricht/> (Datum des letzten Zugriffs: 31.01.2020)

Erstellung von Tonaufnahmen:

<https://medienkompetenzrahmen.nrw/unterrichtsmaterialien/detail/das-mini-tonstudio-aufnehmen-schneiden-und-mischen-mit-audacity/> (Datum des letzten Zugriffs: 31.01.2020)

Kooperatives Schreiben: <https://zumpad.zum.de/> (Datum des letzten Zugriffs: 31.01.2020)

- **Rechtliche Grundlagen**

Urheberrecht – Rechtliche Grundlagen und Open Content:

<https://medienkompetenzrahmen.nrw/unterrichtsmaterialien/detail/urheberrecht-rechtliche-grundlagen-und-open-content/> (Datum des letzten Zugriffs: 31.01.2020)

Creative Commons Lizenzen:

<https://medienkompetenzrahmen.nrw/unterrichtsmaterialien/detail/creative-commons-lizenzen-was-ist-cc/> (Datum des letzten Zugriffs: 31.01.2020)

Allgemeine Informationen Daten- und Informationssicherheit:

<https://www.medienberatung.schulministerium.nrw.de/Medienberatung/Datenschutz-und-Datensicherheit/> (Datum des letzten Zugriffs: 31.01.2020)

3 Prüfung und Weiterentwicklung des schulinternen Lehrplans

Maßnahmen der fachlichen Qualitätssicherung

Das Fachkollegium überprüft kontinuierlich, inwieweit die im schulinternen Lehrplan vereinbarten Maßnahmen zum Erreichen der im Kernlehrplan vorgegebenen Ziele geeignet sind. Dazu dienen beispielsweise auch der regelmäßige Austausch sowie die gemeinsame Konzeption von Unterrichtsmaterialien, welche hierdurch mehrfach erprobt und bezüglich ihrer Wirksamkeit beurteilt werden. Im Sinne eines Entwicklungsprozesses werden die Unterrichtsmaterialien kontinuierlich überarbeitet und auch im Sinne einer Differenzierung weiterentwickelt. In diesem Zusammenhang werden Diagnosewerkzeuge erstellt, um den Kompetenzerwerb gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern zu überprüfen.

Kolleginnen und Kollegen der Fachschaft (ggf. auch die gesamte Fachschaft) nehmen regelmäßig an Fortbildungen teil, um fachliches Wissen zu aktualisieren und pädagogische sowie didaktische Handlungsalternativen zu entwickeln. Zudem werden die Erkenntnisse und Materialien aus fachdidaktischen Fortbildungen und Implementationen zeitnah in der Fachgruppe vorgestellt und für alle verfügbar gemacht.

Feedback von Schülerinnen und Schülern wird als wichtige Informationsquelle zur Qualitätsentwicklung des Unterrichts angesehen. Sie sollen deshalb Gelegenheit bekommen, die Qualität des Unterrichts zu evaluieren. Die Fachschaft Chemie hat sich auf eine mindestens halbjährliche Evaluation des Unterrichts in allen Klassenstufen verständigt.

Überarbeitungs- und Planungsprozess

In den Dienstbesprechungen der Fachgruppe zu Schuljahresbeginn werden die Erfahrungen des vorangehenden Schuljahres ausgewertet und diskutiert sowie eventuell notwendige Konsequenzen formuliert. Nach der Evaluation arbeiten die Lehrkräfte die Änderungsvorschläge in den schulinternen Lehrplan und in die entsprechenden Dokumente ein. Die Ergebnisse dienen der/dem Fachvorsitzenden zur Rückmeldung an die, außerdem sollen wesentliche Tagesordnungspunkte und Beschlussvorlagen der Fachkonferenz daraus abgeleitet werden.

Checkliste zur Evaluation

Der schulinterne Lehrplan ist als „dynamisches Dokument“ zu sehen. Dementsprechend sind die dort getroffenen Absprachen stetig zu überprüfen, um ggf. Modifikationen vornehmen zu können. Die Fachschaft trägt durch diesen Prozess zur Qualitätsentwicklung und damit zur Qualitätssicherung des Faches bei.

Die Überprüfung erfolgt jährlich. Zu Schuljahresbeginn werden die Erfahrungen des vergangenen Schuljahres in der Fachkonferenz ausgetauscht, bewertet und eventuell notwendige Konsequenzen formuliert.

Die Checkliste dient dazu, mögliche Probleme und einen entsprechenden Handlungsbedarf in der fachlichen Arbeit festzustellen und zu dokumentieren, Beschlüsse der Fachkonferenz zur Fachgruppenarbeit in übersichtlicher Form festzuhalten sowie die Durchführung der Beschlüsse zu kontrollieren und zu reflektieren. Die Liste wird als externe Datei regelmäßig überarbeitet und

angepasst. Sie dient auch dazu, Handlungsschwerpunkte für die Fachgruppe zu identifizieren und abzusprechen.

Handlungsfelder		Handlungsbedarf	verantwortlich	zu erledigen bis
<i>Ressourcen</i>				
räumlich	Unterrichtsräume / Fachräume			
	Räume zur Unterrichtsvorbereitung			
	Bibliothek			
	Computer- raum			
	Raum für Fachteamarbeit			
	...			
materiell/ sachlich	Lehrwerke			
	Fachzeitschriften			
	Geräte/ Medien			
	Chemikalien			
	...			
<i>Kooperation bei Unterrichtsvorhaben</i>				
<i>Leistungsbewertung/ Leistungsdiagnose</i>				
<i>Fortbildung</i>				
<i>fachspezifischer Bedarf</i>				
<i>fachübergreifender Bedarf</i>				

