Fach Chemie - Bert-Brecht-Gymnasium Dortmund

Schulinterner Lehrplan zum Kernlehrplan für die gymnasiale Oberstufe im Fach Chemie Bert-Brecht-Gymnasium Dortmund

“Version 2” Beschlossen in der Fachkonferenz am 12.12.2023

1. Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit 0
1.1 Besondere Bedingungen des Bert-Brecht-Gymnasiums 0
1.2 Aufgaben der Fachgruppe bzw. des Fachs in der Schule vor dem Hintergrund der Schülerschaft 0
1.3 Beitrag der Fachgruppe zur Erreichung der Erziehungsziele des Bert-Brecht-Gymnasiums 0
1.4 Verfügbare Ressourcen 0
2. Entscheidungen zum Unterricht 0
2.1 Unterrichtsvorhaben für die Einführungsphase 0
2.1.1 Unterrichtsvorhaben 1: Die Anwendungsvielfalt der Alkohole 0
2.1.2 Unterrichtsvorhaben 2: Aroma- und Zusatzstoffe in Lebensmitteln 0
2.1.3 Unterrichtsvorhaben 3: Säure contra Kalk 0
2.1.4 Unterrichtsvorhaben 4: Kohlenstoffkreislauf und Klima 0
2.2 Unterrichtsvorhaben für die Qualifikationsphase 1(Grundkurs) 0
2.2.1 Unterrichtsvorhaben 1: Saure und basische Reiniger im Haushalt 0
2.2.2 Unterrichtsvorhaben 2: Salze 0
2.2.3 Unterrichtsvorhaben 3: Mobile Energieträger im Vergleich 0
2.2.4 Unterrichtsvorhaben 4: Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft? 0
2.2.5 Unterrichtsvorhaben 5: Korrosion von Metallen 0
2.3 Unterrichtsvorhaben für die Qualifikationsphase 2 (Grundkurs) 0
2.3.1 Unterrichtsvorhaben 6: Vom Erdöl zur Plastiktüte 0
2.3.2 Unterrichtsvorhaben 7: Kunststoffe – Werkstoffe für viele Anwendungsprodukte 0
2.3.3 Unterrichtsvorhaben 8: Ester in Lebensmitteln und Kosmetikartikeln 0
2.4 Unterrichtsvorhaben für die Qualifikationsphase 1 (Leistungskurs) 0
2.4.1 Unterrichtsvorhaben 1: Saure und basische Reiniger 0
2.4.2 Unterrichtsvorhaben 2: Salze – hilfreich und lebensnotwendig! 0
2.4.3 Unterrichtsvorhaben 3: Mobile Energieträger im Vergleich 0
2.4.4 Unterrichtsvorhaben 4: Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft? 0
2.4.5 Unterrichtsvorhaben 5: Korrosion von Metallen 0
2.4.5 Unterrichtsvorhaben 6: Quantitative Analyse von Produkten des Alltags 0
2.5 Unterrichtsvorhaben für die Qualifikationsphase 2 (Leistungskurs) 0
2.5.1 Unterrichtsvorhaben 7: Vom Erdöl zur Kunststoffverpackung 0
2.5.2 Unterrichtsvorhaben 8: „InnoProducts“ – Werkstoffe nach Maß 0
2.5.3 Unterrichtsvorhaben 9: Ester in Lebensmitteln und Kosmetikartikeln 0
2.5.4 Unterrichtsvorhaben 10: Die Welt ist bunt 0
3. Grundsätze der fachmethodischen/ didaktischen Arbeit 0
3.1 Leistungsbewertung 0
3.1.1 Beurteilungsbereich sonstige Mitarbeit 0
3.1.2 Beurteilungsbereich: Klausuren 0
3.2 Lehr- und Lernmittel 0
3.3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen 0
Zusammenarbeit mit anderen Fächern 0

Vorbereitung auf die Erstellung der Facharbeit	0
Exkursionen/ Außerschulische Lernorte	0
4 Qualitätsentwicklung, –sicherung und Evaluation	**0**

1. Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

1.1 Besondere Bedingungen des Bert-Brecht-Gymnasiums

Das Bert-Brecht-Gymnasium liegt im Dortmunder Westen im Stadtteil Kirchlinde und bildet mit der Droste-Hülshoff-Realschule und der Westricher Grundschule ein Schulzentrum. Unsere Schule ist ein fünfzügiges Gymnasium mit ca. 1050 Schülerinnen und Schülern und fast 90 Kolleginnen und Kollegen. Das Einzugsgebiet umfasst die Stadtteile Lütgendortmund, Bövinghausen, Westrich, Jungferntal und die angrenzenden Castrop-Rauxeler Stadtteile. Aus diesem Einzugsgebiet ergibt sich eine wahrnehmbare Heterogenität der Schülerschaft. Das Bert-Brecht-Gymnasium wird der Sozialindexstufe drei zugeordnet.

Der Dortmunder Westen ist ein traditionell städtisch-industriell geprägter Stadtteil, der in den letzten Jahren durch die Ausweisung von Neubaugebieten einer stetigen Veränderung unterliegt. Dies zeigt sich am Bert-Brecht-Gymnasium durch den Anstieg der Schülerzahlen in den letzten Jahren. Das Schulzentrum ist durch mehrere Buslinien, zu Fuß und mit dem Fahrrad gut zu erreichen

Die programmatische Grundhaltung des Bert-Brecht-Gymnasiums spiegelt sich auch in unseren Leitsätzen wieder, die das Fundament unseres Schulprogramms bilden:

Eckwert: Identität und Auftrag der Schule
Leitsatz: Wir sind eine Schule, die Individualität aller achtet, Mündigkeit und kritisches Denken fördert und fachliche wie soziale Bildung ermöglicht.

Eckwert: Erziehung und Werte
Leitsatz: Wir sind eine Schule, die ihren Auftrag darin sieht, SuS‘ auf ihrem Weg zu selbstbestimmten Menschen zu begleiten und sie darin zu bestärken, ihre soziale Verantwortung und soziale Kompetenz im Sinne einer demokratischen Grundhaltung zukunftsorientiert einzubringen und weiterzuentwickeln.

Eckwert: Unterricht
Leitsatz: Wir sind eine Schule, die sich dadurch auszeichnet, dass unsere SuS‘ durch einen motivierenden, fördernden und fordernden Unterricht dort abgeholt werden, wo sie in ihrer individuellen Entwicklung stehen. Wir unterstützen sie bei der Entwicklung zu lernfreudigen und fach- bzw. sozialkompetenten Individuen und stärken sie in ihrer Handlungs- und Sozialkompetenz.

Eckwert: Schulleben
Leitsatz: Wir sind eine Schule, deren Mitglieder in einem von Wertschätzung und Unterstützung geprägten Miteinander ein gesundes Schulklima aktiv gestalten.

Eckwert: Interne Zusammenarbeit
Leitsatz: Wir sind eine Schule mit einer ressourcenschonenden, kooperativen und transparenten Arbeitsstruktur; in einer offenen und zugewandten Arbeitsatmosphäre

arbeiten alle am Schulleben Beteiligten engagiert, kontinuierlich und gewissenhaft zusammen.

Eckwert: Externe Zusammenarbeit
Leitsatz: Wir sind eine Schule, die vielfältige Partnerschaften in den Bereichen Soziales, Kultur, Wirtschaft und Sport knüpft und pflegt sowie mit den Hochschulen und Schulen in unserer Nachbarschaft zusammenarbeitet.

Eckwert: Öffentlichkeitsarbeit
Leitsatz: Wir sind eine Schule, die über vielfältige Kanäle Sichtbarkeit, Wertschätzung und Austausch schafft, Position bezieht und damit unsere Identität und den Schulalltag erlebbar macht.

Den Schülerinnen und Schülern werden vielfältige Möglichkeiten geboten, ihre Stärken und Kompetenzen zu finden, zu entwickeln und auf vielfältige Art und Weise einzubringen. Diese Vielfalt zeigt sich in der Sekundarstufe II im breiten Fächerangebot mit vielen garantierten Leistungs- und Grundkursen und der Möglichkeit der individuellen Schwerpunktsetzung z.B. in Projektkursen.

Im Zentrum der pädagogischen Arbeit unseres Gymnasiums steht die Rücksichtnahme auf die vielfältigen Lebensumstände und Lernbedingungen unserer Schülerinnen und Schüler. Die Kolleginnen und Kollegen beraten diese z.B. im Hinblick auf Lernprobleme und psychosoziale Problemlagen im Rahmen eines umfassenden Beratungsnetzwerks, welches durch den großen Bereich der Studien- und Berufswahlvorbereitung ergänzt wird.

Gleichzeitig sehen wir uns als Schule im gesellschaftlichen und kulturellen Kontext. Als Schule ohne Rassismus und umweltbewusste Schule finden Begrifflichkeiten wie Nachhaltigkeit, Toleranz, Fairness und Medienkompetenz Eingang in unser Schulleben und unseren Schulalltag. Wir kooperieren mit dem Jobcenter, dem Stadttheater, den anderen Schulen im Dortmunder Westen im Rahmen von Zukunftsschulen NRW und verschiedenen Institutionen im Stadtteil. Individuelle und institutionalisierte internationale Schüleraustausche ergänzen unser vielfältiges Bildungsangebot. Weitere Informationen hierzu können online unserem Schulprogramm entnommen werden.

1.2 Aufgaben der Fachgruppe bzw. des Fachs in der Schule vor dem Hintergrund der Schülerschaft

Das Fach Chemie leistet gemeinsam mit den anderen naturwissenschaftlichen Fächern einen Beitrag zum Bildungsziel einer vertieften naturwissenschaftlichen Grundbildung. Typische theorie- und hypothesengeleitete Denk- und Arbeitsweisen ermöglichen eine analytische und rationale Betrachtung der Welt. Naturwissenschaftliche Bildung ermöglicht eine aktive Teilhabe an gesellschaftlicher Kommunikation und Meinungsbildung über technische Entwicklungen und naturwissenschaftliche Forschung und ist deshalb wesentlicher Bestandteil von Allgemeinbildung.

Der Chemieunterricht in der Sekundarstufe I versetzt Schülerinnen und Schüler in die Lage, Phänomene der Lebenswelt auf der Grundlage ihrer Kenntnisse über Stoffe und chemische

Reaktionen zu erklären, zu bewerten, Entscheidungen zu treffen, Urteile zu fällen und dabei adressatengerecht zu kommunizieren. Experimentellen Verfahren kommt dabei für den Erkenntnisgewinn eine besondere Bedeutung zu. Die Schülerinnen und Schüler erkennen die Bedeutung der Wissenschaft Chemie, der chemischen Industrie und der chemierelevanten Berufe für Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt.

Gleichzeitig werden sie für eine nachhaltige Nutzung von Ressourcen sensibilisiert. Das schließt den verantwortungsbewussten Umgang mit Chemikalien und Gerätschaften aus Haushalt, Labor und Umwelt sowie das sicherheitsbewusste Experimentieren ein.
Das Lernen in Kontexten, die durch die Lehrkräfte des Bert Brecht Gymnasiums festgelegt werden, ist verbindlich. Lernen in Kontexten bedeutet, dass Fragestellungen aus der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler sowie gesellschaftliche und technische Fragestellungen den Rahmen für Unterricht und Lernprozesse bilden. Dafür geeignete Kontexte beschreiben reale Situationen mit authentischen Problemen, deren Relevanz gleichermaßen für Schülerinnen und Schüler erkennbar ist und die mit den zu erwerbenden Kompetenzen gelöst werden können.

Sprache ist ein notwendiges Hilfsmittel bei der Entwicklung von Kompetenzen und besitzt deshalb für den Erwerb einer naturwissenschaftlichen Grundbildung eine besondere Bedeutung. Kognitive Prozesse in den Kompetenzbereichen Umgang mit Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung sind ebenso sprachlich vermittelt wie der kommunikative Austausch darüber und die Präsentation von Lernergebnissen. In der aktiven Auseinandersetzung mit fachlichen Inhalten, Prozessen und Ideen erweitert sich der vorhandene Wortschatz, und es entwickelt sich ein zunehmend differenzierter und bewusster Einsatz von Sprache.

Der vorliegende Lehrplan ist so gestaltet, dass er Freiräume für Vertiefung, schuleigene Projekte und aktuelle Entwicklungen lässt. Die Umsetzung der verbindlichen curricularen Vorgaben in Vorgaben des Bert Brecht Gymnasiums liegt in der Gestaltungsfreiheit – und Gestaltungspflicht – der Fachkonferenzen Chemie sowie der pädagogischen Verantwortung der Fachkolleg:innen. Damit ist der Rahmen geschaffen, gezielt Kompetenzen und Interessen der Schülerinnen und Schüler aufzugreifen und zu fördern bzw. Ergänzungen des Bert Brecht Gymnasiums in sinnvoller Erweiterung der Kompetenzen und Inhalte zu ermöglichen.

1.3 Beitrag der Fachgruppe zur Erreichung der Erziehungsziele des Bert-Brecht-Gymnasiums

Der Chemieunterricht soll Interesse an naturwissenschaftlichen Fragestellungen wecken und an der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler anknüpfen. Der allgemeinbildende Chemieunterricht in den Klassen und Kursen ist zudem der Ort zur Erarbeitung chemiespezifischer Kompetenzen im Sinne des Kernlehrplans.

Ein wichtiges Ziel ist die Umwelt-, Gesundheits- und Sicherheitserziehung, sowie die Förderung von kooperativen und sozialen Fähigkeiten und der Chemieunterricht soll die Grundlage für das Lernen in Studium und Beruf in diesem Bereich vermitteln.

Im Rahmen des allgemeinen Bildungs- und Erziehungsauftrags des Bert Brecht Gymnasiums unterstützt der Unterricht im Fach Chemie die Entwicklung einer mündigen und sozial verantwortlichen Persönlichkeit und leistet weitere Beiträge zu fachübergreifenden Querschnittsaufgaben im Bert Brecht Gymnasium und Unterricht.

Darüber hinaus soll den Schüler:innen Gelegenheit gegeben werden, ihre Leistungsfreude und -bereitschaft für das Fach Chemie in Wettkämpfen zu erproben und auszubilden.

1.4 Fachliche und personelle Rahmenbedingungen des Unterrichts

Am Bert-Brecht-Gymnasium stehen 2 Chemiefachräume (D102 und D104) zur Verfügung, in denen experimentell gearbeitet werden kann. Zudem sind die Räume jeweils mit einem Beamer, einem Apple-TV, W-LAN und einer Projektionsleinwand ausgestattet. Zudem besitzt jede Lehrerin und jeder Lehrer des Bert Brecht Gymnasiums ein dienstliches iPad mit Internetzugang.

Die Ausstattung der Chemiesammlung mit Geräten und Materialien für Demonstrations- und für Schülerexperimente ist gut. Besonderes Interesse der Fachschaft Chemie ist es, das Experimentieren in allen Jahrgangsstufen zu fördern.

Für ausführliche Recherchen in Gruppen kann auf diverse Multimediaräume mit Internetzugang der Schule oder iPads, die den Schüler:innen zur Verfügung gestellt werden können, zurückgegriffen werden.

Die Unterrichtstaktung an der Schule folgt einem 60 Minutenraster. Die Verteilung der Wochenstundenzahlen in der Sekundarstufe II wie folgt:
Einführungsphase: 2,25 Wochenstunden
Qualifikationsphase: 2,25 Wochenstunden (Grundkurs)
3,75 Wochenstunden (Leistungskurs)

Funktionsinhaber:innen der Fachgruppe

Fachvorsitzender: Dr. Thomas Roßbegalle
Sammlungsleiter: Benjamin Biere
Gefahrstoffbeauftragte: Lena Wellner (Vertretung: Benjamin Biere)

2. Entscheidungen zum Unterricht

Dieser Teil des Schullehrplans legt fest, welche der im Kernlehrplan aufgeführten inhaltlichen Schwerpunkte und Kompetenzerwartungen in welchen Unterrichtsvorhaben umgesetzt werden sollen. Die Reihenfolge der Unterrichtsvorhaben ist dabei für alle Lehrkräfte verpflichtend. Sollte sich - zum Beispiel aufgrund einer diagnostizierten Lernausgangslage - ergeben, dass andere Kontexte geeigneter sind, um die inhaltlichen Schwerpunkte und Kompetenzerwartungen zu thematisieren, so kann die Lehrkraft dies im Rahmen ihrer pädagogischen Freiheit entscheiden. Eine Absprache mit den anderen im Jahrgang unterrichtenden Kolleg:innen sollte hierzu stattfinden.

2.1 Unterrichtsvorhaben für die Einführungsphase

2.1.1 Unterrichtsvorhaben 1: Die Anwendungsvielfalt der Alkohole

EF_UV 1: Die Anwendungsvielfalt der Alkohole Inhaltsfeld: Organische Stoffklassen Zeitbedarf: ca. 24 Unterrichtsstunden à 60 Minuten	Fachschaftsinterne Absprachen: Schwerpunkte: ● Modellhafte Darstellung des Aufbaus der Materie (insb. Elektronenpaarbindung) ● Intermolekulare Wechselwirkungen ● Heranführung an die Verschriftlichung ● Einführung eines Bewertungsmodells ● Nachweisreaktionen
Inhaltliche Schwerpunkte: ● funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe und Estergruppe ● Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur ● Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) ● Konstitutionsisomerie ● intermolekulare Wechselwirkungen ● Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen ● Estersynthese Übergeordnete Kompetenzerwartungen: Eine vollständige Auflistung der übergeordneten Kompetenzerwartungen befindet sich im KLP Chemie (2022). ● S1, S6, S11, S2, S13, E7, S4, S12, S14, S16, E2, E5, E3, E4, B6, B7, E1, E11, K6, B1, B8, B11, B14, S2, S10	Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten: [Auszug aus KLP Chemie (2022)] **Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen:** Verschiedene funktionelle Gruppen sowie die Unterscheidung von Einfach- und Mehrfachbindungen erlauben eine Systematisierung organischer Verbindungen nach Stoffklassen. Das Zurückführen von Stoffeigenschaften verschiedener Verbindungen und ihrer Isomere auf jeweils unterschiedliche Molekülstrukturen und damit zusammenhängende intermolekulare Wechselwirkungen werden anhand ausgewählter Stoffklassen vertieft. **Chemische Reaktion:** Das Donator-Akzeptor-Prinzip wird durch die Betrachtung von Redoxreaktionen organischer Verbindungen erweitert.

Thema des Unterrichtsvorhabens und	**Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben**	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen**

Leitfrage(n)			Schüler:innen…
<u>Unterrichtsvorhaben I</u> *Die Anwendungsvielfalt der Alkohole* *Gesellschaftlich akzeptierter Gefahrstoff?! - Umgang der Gesellschaft mit Alkohol* 🍺 *Alkohol(e) auch in Kosmetikartikeln?* ca. 24 Stunden à 60 Minuten	Einstiegsdiagnose zur Elektronenpaarbindung, zwischenmolekularen Wechselwirkungen, der Stoffklasse der Alkane und deren Nomenklatur Untersuchungen von Struktureigenschaftsbeziehungen des Ethanols Experimentelle Erarbeitung der Oxidationsreihe der Alkohole Erarbeitung eines Fließschemas zum Abbau von Ethanol im menschlichen Körper Einführung eines Bewertungsmodells (z. B. WAAGE[B]-Modell) anhand der Frage “Wie, du trinkst nicht? Ist alles in Ordnung, hast du irgendwelche Probleme?”[1] (inkl. Berechnung des Blutalkoholgehaltes, Schäden durch Alkohol/ -vergiftung) Untersuchung von Struktureigenschaftsbeziehungen weiterer Alkohole in Kosmetikartikeln Recherche zur Funktion von Alkoholen in Kosmetikartikeln mit anschließender Bewertung	**Inhaltsfeld Organische Stoffklassen** • funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe und Estergruppe • Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur • Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) • Konstitutionsisomerie • intermolekulare Wechselwirkungen • Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen • Estersynthese	• ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein und benennen diese nach systematischer Nomenklatur (S1, S6, S11), • erläutern intermolekulare Wechselwirkungen organischer Verbindungen und erklären ausgewählte Eigenschaften sowie die Verwendung organischer Stoffe auf dieser Grundlage (S2, S13, E7), • erläutern das Donator-Akzeptor-Prinzip unter Verwendung der Oxidationszahlen am Beispiel der Oxidationsreihe der Alkanole (S4, S12, S14, S16), • stellen Isomere von Alkanolen dar und erklären die Konstitutionsisomerie (S11, E7), • stellen auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge die Molekülgeometrie von Kohlenstoffverbindungen dar und erklären die Molekülgeometrie mithilfe des EPA-Modells (E7, S13), • deuten die Beobachtungen von Experimenten zur Oxidationsreihe der Alkanole und weisen die jeweiligen Produkte nach (E2, E5, S14), • stellen Hypothesen zu Struktureigenschaftsbeziehungen einer ausgewählten Stoffklasse auf und untersuchen diese experimentell (E3, E4), • beurteilen die Auswirkungen der Aufnahme von Ethanol hinsichtlich oxidativer Abbauprozesse im menschlichen Körper unter Aspekten der

[1] Fragestellung zur Reflexion gesellschaftlicher Vorstellungen zum Alkoholkonsum Jugendlicher auf Partys

			Gesunderhaltung (B6, B7, E1, E11, K6), (VB B Z6) ● beurteilen die Verwendung von Lösemitteln in Produkten des Alltags auch im Hinblick auf die Entsorgung aus chemischer und ökologischer Perspektive (B1, B7, B8, B11, B14, S2, S10, E11).

Beispiele/Material aus der Praxis

- Eingangsdiagnose zur chemischen Bindung
  - Pinnwand inkl. Material (Selbstdiagnosebogen, Arbeitsblätter, Texte, Erklärvideos) https://schulendortmund.taskcards.app/#/board/3f978a92-438a-49d5-8126-4a161e4e59b1/view?token=de5de085-07d1-432d-bbd8-366609e395ff
- Anwendungsvielfalt, Struktur-Eigenschaftsbeziehungen und Nachweisreaktion der Alkohole
  - Pinnwand inkl. Material https://schulendortmund.taskcards.app/#/board/22b68293-3d85-41ba-8507-d452290a42fe?token=f2786fbd-8be2-41f1-888a-085e24e72340
- Bewertung der Frage “Sollte man auf Partys lieber nüchtern bleiben?
  - Pinnwand https://schulendortmund.taskcards.app/#/board/3e3f41f0-d89a-44d3-9702-30a8e27d9412?token=d373f30a-390d-48c2-a968-5063b5c6a499
  - Präsentation zum Einstieg: https://docs.google.com/presentation/d/1nNXPVg6uDbFJB5X1lFkYDllKqgK18q7j/edit?usp=share_link&ouid=116150168923512730921&rtpof=true&sd=true
- Trainingsaufgabe zur Übung von Klausurformaten
  - Aufgabenstellung https://docs.google.com/document/d/1zLBxfpg0zRoLj4upxNb_pibPbTRknBe4/edit?usp=sharing&ouid=116150168923512730921&rtpof=true&sd=true
  - Bewertungsbogen https://docs.google.com/document/d/1KHxQMXQrJ_5lF9x4rJh3qzL7RAssvT1G/edit?usp=sharing&ouid=116150168923512730921&rtpof=true&sd=true
  - Video zur Decodierung von Klausuraufgaben https://youtu.be/r1q9utSxn-k
  - Folien zum Video Decodierung von Klausuraufgaben https://drive.google.com/file/d/1ZRkEn4VICMCjeUnxAc9MatWJFB6kqzAT/view?usp=sharing

2.1.2 Unterrichtsvorhaben 2: Aroma- und Zusatzstoffe in Lebensmitteln

EF_UV 2: Aroma- und Zusatzstoffe in Lebensmitteln Inhaltsfeld: Organische Stoffklassen Zeitbedarf: ca. 12 Unterrichtsstunden à 60 Minuten	Fachschaftsinterne Absprachen: Schwerpunkte: ● Modelle und Modellcharakter (am Bsp. chemisches Gleichgewicht) ● Informationsbeschaffung und -bewertung
Inhaltliche Schwerpunkte: ● 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) ● Konstitutionsisomerie ● intermolekulare Wechselwirkungen ● Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen ● Estersynthese ● Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit ● Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (Kc) ● natürlicher Stoffkreislauf ● technisches Verfahren ● Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und ● Druck ● Katalyse Übergeordnete Kompetenzerwartungen: Eine vollständige Auflistung der übergeordneten Kompetenzerwartungen befindet sich im KLP Chemie (2022). ● S1, S6, S11, S2, S13, E7, E3, E5, B5, B9, B10, K5, K8, K13, S7, S15, K10, S8, S17, E6, E9	Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten: [Auszug aus KLP Chemie (2022)] **Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen:** Die Betrachtung weiterer funktioneller Gruppen sowie die Unterscheidung von Einfach- und Mehrfachbindungen erlauben eine weitere Vernetzung der Systematisierung organischer Verbindungen nach Stoffklassen. **Chemische Reaktion:** Das Donator-Akzeptor-Prinzip wird durch die Betrachtung weiterer Redoxreaktionen organischer Verbindungen fortlaufend erweitert. Die auf chemischen Reaktionen verschiedener Stoffe zurückzuführende Vielfalt und damit einhergehende Möglichkeit der Produktion organischer Verbindungen wird anhand der Estersynthese konkretisiert. Die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen wird um den Aspekt des dynamischen Gleichgewichtszustandes erweitert. **Energie:** Die Wirkungsweise eines Katalysators wird im Zusammenhang mit der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit präzisiert.

Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	**Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben**	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** Schüler:innen…
<u>Aroma- und Zusatzstoffe in Lebensmitteln</u> *Fußnoten in der Speisekarte – Was verbirgt sich hinter den*	Materialgestützte Erarbeitung der Stoffklasse der Carbonsäuren hinsichtlich ihres Einsatzes als Lebensmittelzusatzstoff und experimentelle Untersuchung der	Inhaltsfeld Organische Stoffklassen ● funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise:	● ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein und benen-nen diese nach

sogenannten E-Nummern? *Fruchtiger Duft im Industriegebiet – Wenn mehr Frucht benötigt wird als angebaut werden kann* ca. 12 Stunden à 60 Minuten	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 Veranschaulichung des chemischen Gleichgewichts durch ausgewählte Modellexperimente (z. B. Kugel-Spiel, Streichholzspiel, Stechheberversuch) Diskussion um die Ausbeute nach Herleitung und Einführung des Massenwirkungsgesetzes (inkl. schriftlicher Ausarbeitung) Erstellung eines informierenden Beitrags (z. B. Reel, Story), der über natürliche, naturidentische und synthetische Aromastoffe aufklärt Bewertung des Einsatzes von Konservierungs- und Aromastoffen in der Lebensmittelindustrie (Aufgreifen des WAAGE^{R}-Modells)	Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxylgruppe und Estergruppe ● Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur, ● Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) ● Konstitutionsisomerie ● intermolekulare Wechselwirkungen ● Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen ● Estersynthese **Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht** ● Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit ● Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (Kc) ● natürlicher Stoffkreislauf ● technisches Verfahren ● Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und ● Druck ● Katalyse	systematischer Nomenklatur (S1, S6, S11), ● erläutern intermolekulare Wechselwirkungen organischer Verbindungen und erklären ausgewählte Eigenschaften sowie die Verwendung organischer Stoffe auf dieser Grundlage (S2, S13, E7), ● führen Estersynthesen durch und leiten aus Stoffeigenschaften der erhaltenen Produkte Hypothesen zum strukturellen Aufbau der Estergruppe ab (E3, E5), ● diskutieren den Einsatz von Konservierungs- und Aromastoffen in der Lebensmittelindustrie aus gesundheitlicher und ökonomischer Perspektive und leiten entsprechende Handlungsoptionen zu deren Konsum ab (B5, B9, B10, K5, K8, K13), (VB B Z3) ● beschreiben die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtes anhand ausgewählter Reaktionen (S7, S15, K10), ● bestimmen rechnerisch Gleichgewichtslagen ausgewählter Reaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und interpretieren diese (S7, S8, S17), ● simulieren den chemischen Gleichgewichtszustand als dynamisches Gleichgewicht auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge (E6, E9, S15, K10). (MKR 1.2)

2.1.3 Unterrichtsvorhaben 3: Säure contra Kalk

EF_UV 3: Säure contra Kalk Inhaltsfeld: Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht	Fachschaftsinterne Absprachen: Schwerpunkte: ● Deduktiv-hypothetisches Vorgehen zur Planung von Experimenten ● Mathematisierung/Berechnung von

Zeitbedarf: ca. 11 Unterrichtsstunden à 60 Minuten	Reaktionsgeschwindigkeiten ● Diskussion um die Qualität quantitativer Messwerte
Inhaltliche Schwerpunkte: ● Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit ● Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (Kc) ● natürlicher Stoffkreislauf ● technisches Verfahren ● Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck ● Katalyse Übergeordnete Kompetenzerwartungen: Eine vollständige Auflistung der übergeordneten Kompetenzerwartungen befindet sich im KLP Chemie (2022). ● S3, S8, S9, E5, K7, K9, E3, E4, E10, E6, E7, E8, K11	Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten: [Auszug aus KLP Chemie (2022)] **Chemische Reaktion:** Der Verlauf chemischer Reaktionen wird unter dem Blickwinkel der Reaktionsgeschwindigkeit betrachtet. **Energie:** Die Wirkungsweise eines Katalysators wird im Zusammenhang mit der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit präzisiert.

Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	**Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben**	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** Schüler:innen…
<u>Säure contra Kalk</u> *Wie kann ein Wasserkocher möglichst schnell entkalkt werden?* *Wie lässt sich die Reaktionsgeschwindigkeit bestimmen und beeinflussen?* ca. 11 Stunden à 60 Minuten.	Planung und Durchführung qualitativer Experimente zum Entkalken von Gegenständen aus dem Haushalt mit ausgewählten Säuren Definition der Reaktionsgeschwindigkeit und deren quantitative Erfassung durch Auswertung entsprechender Messreihen Materialgestützte Erarbeitung der Funktionsweise eines Katalysators und Betrachtung unterschiedlicher Anwendungsbereiche in Industrie und Alltag	**Inhaltsfeld: Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht** ● Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit ● Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (Kc) ● natürlicher Stoffkreislauf ● technisches Verfahren ● Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck ● Katalyse	● erklären den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit auch anhand grafischer Darstellungen (S3, S8, S9), ● definieren die Durchschnittsgeschwindigkeit chemischer Reaktionen und ermitteln diese grafisch aus experimentellen Daten (E5, K7, K9), ● überprüfen aufgestellte Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit durch Untersuchungen des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion (E3, E4, E10, S9), ● stellen den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen auf molekularer Ebene mithilfe der Stoßtheorie auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge dar und deuten die Ergebnisse (E6, E7, E8, K11). (MKR 1.2)

2.1.4 Unterrichtsvorhaben 4: Kohlenstoffkreislauf und Klima

EF_UV 4: Kohlenstoffkreislauf und Klima Inhaltsfeld: Organische Stoffklassen Zeitbedarf: ca. 15 Unterrichtsstunden à 60 Minuten	Fachschaftsinterne Absprachen: Schwerpunkte: ● Experimentelle Untersuchung des Kohlensäuregleichgewichts ● Bewertung von Fragestellungen zu einem komplexen Problem (Klimawandel)
Inhaltliche Schwerpunkte: ● Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit ● Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (K_c) ● natürlicher Stoffkreislauf ● technisches Verfahren ● Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck ● Katalyse Übergeordnete Kompetenzerwartungen: Eine vollständige Auflistung der übergeordneten Kompetenzerwartungen befindet sich im KLP Chemie (2022) ● S3, S8, S9, S7, S15, K10, B3, B10, B12, E12, B2, B4, S5, K1, K2, K3, K4, K12, B13, B14, K13	Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten: [Auszug aus KLP Chemie (2022)] **Chemische Reaktion:** Die Beeinflussung chemischer Gleichgewichte vertieft den Blick auf das dynamische Gleichgewicht. Das Prinzip des Stoffkreislaufes als Abfolge von chemischen Reaktionen berücksichtigt auch chemische Gleichgewichtsreaktionen. Energie: Die Wirkungsweise eines Katalysators wird im Zusammenhang mit der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit präzisiert.

Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	**Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben**	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** Schüler:innen…
<u>Kohlenstoffkreislauf und Klima</u> *Welche Auswirkungen hat ein Anstieg der Emission an Kohlenstoffdioxid auf die Versauerung der Meere?* *Welchen Beitrag kann die chemische Industrie durch die Produktion synthetischer Kraftstoffe zur Bewältigung der Klimakrise leisten?* ca. 15 Stunden à 60 Minuten.	Materialgestützte Erarbeitung des natürlichen Kohlenstoffkreislaufes Fokussierung auf anthropogene Einflüsse hinsichtlich zusätzlicher Kohlenstoffdioxidemissionen Exemplarische Vertiefung durch experimentelle Erarbeitung des Kohlensäure-Kohlenstoffdioxid-Gleichgewichtes und Erarbeitung des Prinzips von Le Chatelier Materialgestützte Erarbeitung der Methanolsynthese im Rahmen der Diskussion um alternative Antriebe in der Binnenschifffahrt Bewertungsaufgabe zu Chancen und Gefahren des menschlichen	**<u>Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</u>** ● Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit ● Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (K_c) ● natürlicher Stoffkreislauf ● technisches Verfahren ● Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck ● Katalyse	● erklären den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit auch anhand grafischer Darstellungen (S3, S8, S9), ● beschreiben die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtes anhand ausgewählter Reaktionen (S7, S15, K10), ● erklären anhand ausgewählter Reaktionen die Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts nach dem Prinzip von Le Chatelier auch im Zusammenhang mit einem technischen Verfahren (S8, S15, K10), ● beurteilen den ökologischen wie ökonomischen Nutzen und die Grenzen der

	Eingriffs in natürliche Stoffkreisläufe.		Beeinflussbarkeit chemischer Gleichgewichtslagen in einem technischen Verfahren (B3, B10, B12, E12), ● analysieren und beurteilen im Zusammenhang mit der jeweiligen Intention der Urheberschaft verschiedene Quellen und Darstellungsformen zu den Folgen anthropogener Einflüsse in einem natürlichen Stoffkreislauf (B2, B4, S5, K1, K2, K3, K4, K12), (MKR 2.3, 5.2) ● bewerten die Folgen eines Eingriffs in einen Stoffkreislauf mit Blick auf Gleichgewichtsprozesse in aktuell-gesellschaftlichen Zusammenhängen (B12, B13, B14, S5, E12, K13). (VB D Z3)

2.2 Unterrichtsvorhaben für die Qualifikationsphase 1 (Grundkurs)

2.2.1 Unterrichtsvorhaben 1: Saure und basische Reiniger im Haushalt

Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	**Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben**	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** Schüler:innen…
<u>Saure und basische Reiniger im Haushalt</u> *Welche Wirkung haben Säuren und Basen in sauren und basischen Reinigern?* *Wie lässt sich die unterschiedliche Reaktionsgeschwindigkeit der Reaktionen Essigsäure mit Kalk und Salzsäure mit Kalk erklären?* *Wie lässt sich die Säure- bzw. Basenkonzentration bestimmen?* *Wie lassen sich saure und alkalische Lösungen entsorgen?* ca. 24 UStd. à 60 Minuten	Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle 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 Essigreiniger und Urinsteinlöser auf Salzsäurebasis zur Wiederholung des chemischen Gleichgewichts und Ableitung des pKs-Werts von schwachen Säuren Praktikum zur Konzentrationsbestimmung der Säuren- und Basenkonzentration in verschiedenen Reinigern (Essigreiniger, Urinsteinlöser, Abflussreiniger) mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt Erarbeitung von Praxistipps für die sichere Nutzung von Reinigern im Haushalt zur Beurteilung von sauren und basischen Reinigern hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und ihres Gefahrenpotentials Experimentelle Untersuchung von Möglichkeiten zur Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen Materialgestützte Erarbeitung des	**Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren** ● Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (KS, pK_S, KB, pK_B), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (Kc), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von starken Säuren und starken Basen ● analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen von starken Säuren und starken Basen (mit Umschlagspunkt) ● energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Kalorimetrie ● Ionengitter, Ionenbindung	● 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

	Enthalpiebegriffs am Beispiel der Neutralisationsenthalpie im Kontext der fachgerechten Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen		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 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)

2.2.2 Unterrichtsvorhaben 2: Salze

Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	**Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben**	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** Schüler:innen…
<u>Salze</u> *Welche Stoffeigenschaften sind verantwortlich für die vielfältige Nutzung verschiedener Salze?* *Lässt sich die Lösungswärme von Salzen sinnvoll nutzen?* ca. 9 – 11 UStd. à 60 Minuten	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 Materialgestützte 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** ● Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (KS, pK_S, KB, pK_B), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (Kc), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von starken Säuren und starken Basen ● analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen von starken Säuren und starken Basen (mit Umschlagspunkt) ● energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Kalorimetrie ● 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)

2.2.3 Unterrichtsvorhaben 3: Mobile Energieträger im Vergleich

Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	**Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben**	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** Schüler:innen…
<u>Mobile Energieträger im Vergleich</u>	Analyse der Bestandteile von Batterien anhand von Anschauungsobjekten; Diagnose bekannter Inhalte aus der SI	**Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik**	● erläutern Redoxreaktionen als dynamische Gleichgewichtsreaktionen unter Berücksichtigung des Donator-Akzeptor-Konzepts

Wie unterscheiden sich die Spannungen verschiedener Redoxsysteme? *Welcher Akkumulator ist für den Ausgleich von Spannungsschwankungen bei regenerativen Energien geeignet?* ca. 13 UStd. à 60 Minuten	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) virtuelles Messen von weiteren galvanischen Zellen, Berechnung der Zellspannung bei Standardbedingungen (Bildung von Hypothesen zur Spannungsreihe, Einführung der Spannungsreihe) Hypothesenentwicklung zum Ablauf von Redoxreaktionen und experimentelle Überprüfung Modellexperiment einer Zink-Luft-Zelle, Laden und Entladen eines Zink-Luft-Akkus (Vergleich galvanische Zelle – Elektrolyse) Lernzirkel zu Batterie- und Akkutypen Lernaufgabe: Bedeutung von Akkumulatoren für den Ausgleich von Spannungsschwankungen bei der Nutzung regenerativen Stromquellen	• Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen • Galvanische Zellen: Metallbindung (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	(S7, S12, K7), • nennen die metallische Bindung und die Beweglichkeit hydratisierter Ionen als Voraussetzungen für einen 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)

2.2.4 Unterrichtsvorhaben 4: Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft?

Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	**Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben**	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** Schüler:innen…
<u>Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft?</u> *Wie viel Energie wird bei der Verbrennungsreaktion verschiedener Energieträger freigesetzt?* *Wie funktioniert die Wasserstoffverbrennung in der Brennstoffzelle?* *Welche Vor- und Nachteile hat die Verwendung der verschiedenen Energieträger?* ca. 14 UStd.à 60 Minuten	Entwicklung von Kriterien zum Autokauf in Bezug auf verschiedene Treibstoffe (Wasserstoff, Erdgas, Autogas, Benzin und Diesel) 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 der PEM-Brennstoffzelle Schülerversuch: Bestimmung des energetischen Wirkungsgrads der PEM-Brennstoffzelle Versuch: Elektrolyse von Wasser zur Gewinnung von Wasserstoff (energetische und stoffliche Betrachtung) Podiumsdiskussion zum Einsatz der verschiedenen Energieträger im Auto mit Blick auf eine	**Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik** ● Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen ● Galvanische Zellen: Metallbindung (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	● 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

	ressourcenschonende Treibhausgasneutralität mit festgelegten Positionen / Verfassen eines Beratungstextes (Blogeintrag) für den Autokauf mit Blick auf eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität (Berechnung zu verschiedenen Antriebstechniken, z. B. des Energiewirkungsgrads auch unter Einbeziehung des Elektroantriebs aus UV III)		thermodynamischen Daten (B2, B4, E8, K3, K12), (VB D Z1, Z3)

2.2.5 Unterrichtsvorhaben 5: Korrosion von Metallen

Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	**Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben**	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** Schüler:innen…
Korrosion von Metallen *Wie kann man Metalle vor Korrosion schützen?* ca. 6 UStd. à 60 Minuten	Erarbeitung einer Mindmap von Korrosionsfolgen anhand von Abbildungen, Materialproben, Informationen zu den Kosten und ökologischen Folgen Experimentelle Untersuchungen zur Säure- und Sauerstoffkorrosion, Bildung eines Lokalelements, Opferanode Experimente zu 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 • Elektrolyse • alternative Energieträger • 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)

2.3 Unterrichtsvorhaben für die Qualifikationsphase 2 (Grundkurs)

2.3.1 Unterrichtsvorhaben 6: Vom Erdöl zur Plastiktüte

Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	**Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben**	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** Schüler:innen…
<u>Vom Erdöl zur Plastiktüte</u> *Wie lässt sich Polyethylen aus Erdöl herstellen?* *Wie werden Polyethylen-Abfälle entsorgt?* ca. 22 UStd.à 60 Minuten	Einstiegsdiagnose zu den organischen Stoffklassen (funktionelle Gruppen, Nomenklatur, Isomerie, Struktur-Eigenschaftsbeziehungen) Brainstorming zu Produkten, die aus Erdöl hergestellt werden, Fokussierung auf Herstellung von Plastiktüten (PE-Verpackungen) Materialgestützte Erarbeitung des Crackprozesses zur Herstellung von Ethen (Alkenen) als Ausgangsstoff für die Herstellung von Polyethylen Unterscheidung der gesättigten Edukte und ungesättigten Produkte mit Bromwasser 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 Gruppenpuzzle zur Entsorgung von PE-Abfällen (Deponierung, thermisches Recycling, rohstoffliches Recycling) mit anschließender Bewertung der verschiedenen Verfahren	**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 **Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe** ● Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere) ● Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation	● 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 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

	Abschließende Zusammenfassung: Erstellung eines Schaubildes oder Fließdiagramms über den Weg einer PE-Verpackung (Plastiktüte) von der Herstellung aus Erdöl bis hin zur möglichen Verwertung 1) Anlegen einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (mit dem Ziel einer fortlaufenden Ergänzung)	● Rohstoffgewinnung und -verarbeitung ● Recycling: Kunststoffverwertung	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).

2.3.2 Unterrichtsvorhaben 7: Kunststoffe – Werkstoffe für viele Anwendungsprodukte

Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	**Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben**	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** Schüler:innen…
<u>Kunststoffe – Werkstoffe für viele Anwendungsprodukte</u> *Welche besonderen Eigenschaften haben Kunststoffe?* *Wie lassen sich Kunststoff mit gewünschten Eigenschaften herstellen?* ca. 15 UStd. à 60 Minuten	Anknüpfen an das vorangegangene Unterrichtsvorhaben anhand einer Recherche zu weiteren Kunststoffen für Verpackungsmaterialien (Verwendung, Herstellung, eingesetzte Monomere) Praktikum 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 Gruppenpuzzle zur Erarbeitung der Herstellung, Entsorgung und Untersuchung der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen ausgewählter Kunststoffe in Alltagsbezügen (Expertengruppen z. B. zu Funktionsbekleidung aus Polyester, zu Gleitschirmen aus	**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), ● 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

	Polyamid, zu chirurgischem Nahtmaterial aus Polymilchsäure, zu Babywindeln mit Superabsorber) Bewertungsaufgabe von Kunststoffen aus Erdöl (z. B. Polyester) und nachwachsenden Rohstoffen (z. B. Milchsäure) hinsichtlich ihrer Herstellung, Verwendung und Entsorgung Fortführung der tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (siehe UV VI)	**Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe** ● Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere) ● Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation ● Rohstoffgewinnung und -verarbeitung ● Recycling: Kunststoffverwertung	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).

2.3.3 Unterrichtsvorhaben 8: Ester in Lebensmitteln und Kosmetikartikeln

Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	**Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben**	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** Schüler:innen…
<u>Ester in Lebensmitteln und Kosmetikartikeln</u> *Welche Fette sind in Lebensmitteln enthalten?* *Wie werden Ester in Kosmetikartikeln hergestellt?* ca. 15 UStd. à 60 Minuten	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	**Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie** ● funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe ● Alkene, Alkine, Halogenalkane ● Elektronenpaarbindung: Einfach- 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

	Hydrierung von Olivenöl mit Nickelkatalysator) und Wiederholung von Redoxreaktionen Materialgestützte Bewertung der Qualität von verarbeiteten Fetten auch in Bezug auf Ernährungsempfehlungen Aufbau, Verwendung, Planung der Herstellung des Wachsesters Myristylmyristat mit Wiederholung der Estersynthese Experimentelle Erarbeitung der Synthese von Myristylmyristat (Ermittlung des chemischen Gleichgewichts und der Ausbeute, Einfluss von Konzentrationsänderungen – Le Chatelier, Bedeutung von Katalysatoren) Fortführung der tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (siehe UV VI, VII)	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 ●	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, 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).

2.4 Unterrichtsvorhaben für die Qualifikationsphase 1 (Leistungskurs)

2.4.1 Unterrichtsvorhaben 1: Saure und basische Reiniger

Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	**Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben**	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** Schüler:innen…
<u>Saure und basische Reiniger</u> *Welche Wirkung haben Säuren und Basen in sauren und basischen Reinigern?*	Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der Eigenschaften von ausgewählten sauren, alkalischen und neutralen Reinigern zur Wiederholung bzw. Einführung des Säure-Base-Konzepts nach Brønsted, der pH-Wert-Skala	**Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren** ● Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (KS,	● klassifizieren die auch in Produkten des Alltags identifizierten Säuren und Basen mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted und erläutern ihr Reaktionsverhalten unter Berücksichtigung von

Wie lässt sich die unterschiedliche Reaktionsgeschwindigkeit der Reaktionen Essigsäure mit Kalk und Salzsäure mit Kalk erklären? *Wie lassen sich die Konzentrationen von starken und schwachen Säuren und Basen in sauren und alkalischen Reinigern bestimmen?* *Wie lassen sich saure und alkalische Lösungen entsorgen?* ca. 30 UStd. à 60 Minuten	einschließlich pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen Vergleich der Reaktion von Kalk mit Essigreiniger und Urinsteinlöser auf Salzsäurebasis zur Wiederholung des chemischen Gleichgewichts und zur Ableitung des pK_S-Werts von schwachen Säuren Ableitung des pK_B-Werts von schwachen Basen pH-Wert-Berechnungen von starken und schwachen Säuren und Basen in verschiedenen Reinigern (Essigreiniger, Urinsteinlöser, Abflussreiniger, Fensterreiniger) zur Auswahl geeigneter Indikatoren im Rahmen der Konzentrationsbestimmung mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt Praktikum zur Konzentrationsbestimmung Säuren und Basen in verschiedenen Reinigern auch unter Berücksichtigung mehrprotoniger Säuren Erarbeitung von Praxistipps für die sichere Nutzung von Reinigern im Haushalt zur Beurteilung von sauren und basischen Reinigern hinsichtlich ihrer Wirksamkeit und ihres Gefahrenpotentials Experimentelle Untersuchung von Möglichkeiten zur Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen Materialgestützte Erarbeitung des Enthalpiebegriffs am Beispiel der Neutralisationsenthalpie im Kontext der fachgerechten Entsorgung von sauren und alkalischen Lösungen	pK_S, KB, pK_B), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (Kc), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen, Puffersysteme Löslichkeitsgleichgewichte • analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve), potentiometrische pH-Wert-Messung • energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Lösungsenthalpie, Kalorimetrie • Entropie • Ionengitter, Ionenbindung	Protolysegleichungen (S1, S6, S7, S16, K6), (VB B Z6) • erläutern die unterschiedlichen Reaktionsgeschwindigkeiten von starken und schwachen Säuren mit unedlen Metallen oder Salzen anhand der unterschiedlichen Gleichgewichtslage der Protolysereaktionen (S3, S7, S16), • leiten die Säure-/Base-Konstante und den pK_S/pK_B-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 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).

2.4.2 Unterrichtsvorhaben 2: Salze – hilfreich und lebensnotwendig!

Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	**Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben**	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** Schüler:innen…
<u>Salze – hilfreich und lebensnotwendig!</u> *Welche Stoffeigenschaften sind verantwortlich für die vielfältige Nutzung verschiedener Salze?* *Lässt sich die Lösungswärme von Salzen sinnvoll nutzen?* *Welche Bedeutung haben Salze für den menschlichen Körper?* 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 Praktikum zur Untersuchung der Lösungswärme verschiedener Salze zur Beurteilung der Eignung für den Einsatz in selbsterhitzenden und kühlenden Verpackungen	**Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren** • Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (KS, pK_S,, KB, pK_B), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (Kc), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen, Puffersysteme Löslichkeitsgleichgewichte • analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion,	• 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 Einbeziehung der Gitter- und Solvatationsenergie und führen den spontanen Ablauf eines endothermen Lösungsvorgangs auf die Entropieänderung zurück (S12, K8), • erklären Fällungsreaktionen auf

	Materialgestützte Erarbeitung einer Erklärung von endothermen Lösungsvorgängen zur Einführung der Entropie Bewertungsaufgabe zur Nutzung von selbsterhitzenden Verpackungen Recherche zur Verwendung, Wirksamkeit und möglichen Gefahren verschiedener ausgewählter Salze in Alltagsbezügen einschließlich einer kritischen Reflexion Recherche zur Bedeutung von Salzen für den menschlichen Körper (Regulation des Wasserhaushalts, Funktion der Nerven und Muskeln, Regulation des Säure-Base-Haushalts etc.) Materialgestützte 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)	Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve), potentiometrische pH-Wert-Messung • energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Lösungsenthalpie, Kalorimetrie • Entropie • Ionengitter, Ionenbindung	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 Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8). (VB B Z3)

2.4.3 Unterrichtsvorhaben 3: Mobile Energieträger im Vergleich

Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	**Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben**	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** Schüler:innen…

<u>Mobile Energieträger im Vergleich</u> *Welche Faktoren bestimmen die Spannung und die Stromstärke zwischen verschiedenen Redoxsystemen?* *Wie sind Batterien und Akkumulatoren aufgebaut?* *Wie kann die Leistung von Akkumulatoren berechnet und bewertet werden?* ca. 18 USt. à 60 Minuten	Analyse der Bestandteile von Batterien anhand von Anschauungsobjekten; Diagnose bekannter Inhalte aus der SI 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) Messen von weiteren galvanischen Zellen, Berechnung der Zellspannung bei Standardbedingungen (mithilfe von Animationen), Bildung von Hypothesen zur Spannungsreihe, Einführung 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 Modellexperiment einer Zink-Luft-Zelle, Laden und Entladen eines Zink-Luft-Akkus (Vergleich galvanische Zelle – Elektrolyse) Lernzirkel zu Batterie- und Akkutypen Lernaufgabe Bewertung: Vergleich der Leistung, Ladezyklen, Energiedichte verschiedener	**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 Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse	• 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 geschlossenen Stromkreislauf der galvanischen Zelle und der Elektrolyse (S12, S15, K10), • erläutern den Aufbau und die Funktionsweise galvanischer Zellen hinsichtlich der chemischen Prozesse auch mithilfe digitaler Werkzeuge und berechnen auch unter Berücksichtigung der Nernst-Gleichung die jeweilige Zellspannung (S3, S17, E6, K11), (MKR 1.2) • erläutern und vergleichen den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen sowie möglicher Zellspannungen (S10, S12, S16, K9), • erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S16, K10), • entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metall- und Nichtmetallatomen sowie Ionen und überprüfen diese experimentell (E3, E4, E5, E10), • ermitteln Messdaten ausgewählter galvanischer Zellen zur Einordnung in die elektrochemische Spannungsreihe (E6, E8), • erklären die Herleitung elektrochemischer und

	Akkumulatoren für verschiedene Einsatzgebiete; Diskussion des Einsatzes mit Blick auf nachhaltiges Handeln (Kriterienentwicklung)		thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten (Faraday, Nernst, Gibbs-Helmholtz) aus experimentellen Daten (E8, S17, K8), • 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)

2.4.4 Unterrichtsvorhaben 4: Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft?

Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	**Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben**	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** Schüler:innen…
<u>Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft?</u> *Wie viel Energie wird bei der Verbrennungsreaktion verschiedener Energieträger freigesetzt?* *Wie funktioniert die Wasserstoffverbrennung in der Brennstoffzelle?* *Wie beeinflussen Temperatur und Elektrodenmaterial die Leistung eines Akkus?* ca. 30 UStd.	Entwicklung von Kriterien zum Autokauf in Bezug auf verschiedene Treibstoffe (Wasserstoff, Erdgas, Autogas, Benzin und Diesel) 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, Schülerversuch: Bestimmung des	**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 Hauptsatz und Zweiter der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien,	• erläutern und vergleichen den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen sowie möglicher Zellspannungen (S10, S12, S16, K9), • erklären am Beispiel einer Brennstoffzelle die Funktion der heterogenen Katalyse unter Verwendung geeigneter Medien (S8, S12, K11), • erklären die für eine Elektrolyse benötigte Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (S12, K8), • interpretieren energetische Erscheinungen bei Redoxreaktionen auf die Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit unter Berücksichtigung der Einschränkung durch den zweiten Hauptsatz der

	energetischen Wirkungsgrads der PEM-Brennstoffzelle Versuch: Elektrolyse von Wasser zur Gewinnung von Wasserstoff (energetische und stoffliche Betrachtung, Herleitung der Faraday-Gesetze) Herleitung der Gibbs-Helmholtz-Gleichung mit Versuchen an einem Kupfer-Silber-Element und der Brennstoffzelle Vergleich von Brennstoffzelle und Akkumulator: Warum ist die Leistung eines Akkumulators temperaturabhängig? (Versuch: Potentialmessung in Abhängigkeit von der Temperatur zur Ermittlung der freien Enthalpie) Vergleich von Haupt- und Nebenreaktionen in galvanischen Zellen zur Erklärung des Zweiten Hauptsatzes Lernaufgabe: Wasserstoff – Bus, Bahn oder Flugzeug? Verfassen eines Beitrags für ein Reisemagazin (siehe Unterstützungsmaterial).	Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse	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 Leistung einer elektrochemischen Spannungsquelle an einem Beispiel (E5, E10, S17), • ermitteln die Standardreaktionsenthalpien ausgewählter Redoxreaktionen unter Anwendung des Satzes von Hess auch rechnerisch (E2, E4, E7, S16, S 17, K2), • bewerten auch unter Berücksichtigung des energetischen Wirkungsgrads fossile und elektrochemische Energiequellen (B2, B4, K3, K12). (VB D Z1, Z3)

2.4.5 Unterrichtsvorhaben 5: Korrosion von Metallen

Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	**Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben**	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** Schüler:innen…
<u>Korrosion von Metallen</u> *Wie kann man Metalle nachhaltig vor Korrosion schützen?* ca. 9 UStd. à 60 Minuten	Erarbeitung einer Mindmap von Korrosionsfolgen anhand von Abbildungen, Materialproben, Informationen zu den Kosten und ökologischen Folgen Experimentelle Untersuchungen zur Säure- und Sauerstoffkorrosion, Bildung eines Lokalelements, Opferanode Experimente zu	**Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik** • Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen • galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische	• 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

	Korrosionsschutzmaßnahmen entwickeln und experimentell überprüfen (Opferanode, Galvanik mit Berechnung von abgeschiedener Masse und benötigter Ladungsmenge) Diskussion der Nachhaltigkeit verschiedener Korrosionsschutzmaßnahmen Lern-/Bewertungsaufgabe: Darstellung der elektrolytischen Metallgewinnungsmöglichkeiten und Berechnung der Ausbeute im Verhältnis der eingesetzten Energie	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	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)

2.4.5 Unterrichtsvorhaben 6: Quantitative Analyse von Produkten des Alltags

Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	**Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben**	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** Schüler:innen…
<u>Quantitative Analyse von Produkten des Alltags</u> *Wie hoch ist die Säure-Konzentration in verschiedenen Lebensmitteln?* ca. 14 UStd. à 60 Minuten	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	**Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren** • Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (KS, pK_S, KB, pK_B), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (Kc), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen, Puffersysteme • Löslichkeitsgleichgewichte • analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von	• sagen den Verlauf von Titrationskurven von starken und schwachen Säuren und Basen anhand der Berechnung der charakteristischen Punkte (Anfangs-pH-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 Titrationen von ein- und mehrprotonigen Säuren aus und erläutern den Verlauf der Titrationskurven auch bei unvollständiger Protolyse (S9,

	Nernst-Gleichung zur Bestimmung der Metallionenkonzentration Projektunterricht zur Bestimmung des Säure-Gehalts in Lebensmitteln z. B.: - Zitronensäure in Orangen - Milchsäure in Joghurt - Oxalsäure in Rhabarber - Weinsäure in Weißwein - Phosphorsäure in Cola Bestimmung des Gehalts an Konservierungsmitteln bzw. Antioxidantien in Getränken (z. B. schwefliger Säure im Wein, Ascorbinsäure in Fruchtsäften) zur Einführung der Redoxtitration Bewertungsaufgabe zur kritischen Reflexion zur Nutzung von Konservierungsmitteln bzw. Antioxidantien anhand erhobener Messdaten	Ionen, Säure-Base-Titrationen (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve), potentiometrische pH-Wert-Messung • energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Lösungsenthalpie, Kalorimetrie • Entropie • Ionengitter, Ionenbindung **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	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-Gleichung aus Messdaten galvanischer Zellen (E6, E8, S17, K5)

2.5 Unterrichtsvorhaben für die Qualifikationsphase 2 (Leistungskurs)

2.5.1 Unterrichtsvorhaben 7: Vom Erdöl zur Kunststoffverpackung

Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	**Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben**	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** Schüler:innen…
<u>Vom Erdöl zur Kunststoffverpackung</u> *Aus welchen Kunststoffen bestehen Verpackungsmaterialien und welche Eigenschaften haben diese Kunststoffe?* *Wie lässt sich Polyethylen aus Erdöl herstellen?* *Wie werden Verpackungsabfälle aus Kunststoff entsorgt?* ca. 33 UStd. à 60 Minuten	Einstiegsdiagnose zu den organischen Stoffklassen (funktionelle Gruppen, Nomenklatur, Isomerie, Struktur-Eigenschaftsbeziehungen) Recherche zu verschiedenen Kunststoffen (z. B. Name des Kunststoffs, Monomere) für Verpackungsmaterialien anhand der Recyclingzeichen Praktikum zur Untersuchung von Kunststoffeigenschaften anhand von Verpackungsmaterialien (u. a. Kratzfestigkeit, Bruchsicherheit, 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 Unterscheidung der gesättigten Edukte und ungesättigten Produkte mit Bromwasser Erarbeitung der Reaktionsmechanismen „radikalische Substitution“ und „elektrophile Addition“ Vertiefende Betrachtung des Mechanismus der elektrophilen Addition zur Erarbeitung des Einflusses der Substituenten im Kontext der Herstellung wichtiger organischer Rohstoffe aus Alkenen	**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 Erstsubstitution, 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	• 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 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

	(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 Anlegen einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (mit dem Ziel einer fortlaufenden Ergänzung) Materialgestützte Erarbeitung der radikalischen Polymerisation am Beispiel von LD-PE und HD-PE einschließlich der Unterscheidung der beiden Polyethylen-Arten anhand ihrer Stoffeigenschaften Lernaufgabe 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	(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 •	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, 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),

	verschiedenen Verpackungskunststoffe z. B. nach der Warentest-Methode		

2.5.2 Unterrichtsvorhaben 8: „InnoProducts“ – Werkstoffe nach Maß

Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	**Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben**	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** Schüler:innen…
„InnoProducts“ – Werkstoffe nach Maß *Wie werden Werkstoffe für funktionale Regenbekleidung hergestellt und welche besonderen Eigenschaften haben diese Werkstoffe?* *Welche besonderen Eigenschaften haben Werkstoffe aus Kunststoffen und Nanomaterialien und wie lassen sich diese Materialien herstellen?* *Welche Vor- und Nachteile haben Kunststoffe und Nanoprodukte mit spezifischen Eigenschaften?* ca. 26 UStd. à 60 Minuten	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 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	**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 Erstsubstitution, 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	• 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 Funktionspolymers mit geeigneten Modellen (E1, E5, E7,

	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 einschließlich einer Bewertung der verschiedenen Werkstoffe Fortführung einer tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen	(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	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),

2.5.3 Unterrichtsvorhaben 9: Ester in Lebensmitteln und Kosmetikartikeln

Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	**Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben**	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** Schüler:innen…

<u>Ester in Lebensmitteln und Kosmetikartikeln</u> *Welche Fette sind in Lebensmitteln enthalten?* *Wie werden Ester in Kosmetikartikeln hergestellt?* Ca. 15 Std. à 60 Minuten	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 in Bezug auf Ernährungsempfehlungen Aufbau, Verwendung, Planung der Herstellung des Wachesters Myristylmyristat mit Wiederholung der Estersynthese Experimentelle Erarbeitung der Synthese 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	**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 Erstsubstitution, Kondensationsreaktion (Estersynthese) • Prinzip von Le Chatelier • Koordinative Bindung: Katalyse • Naturstoffe: Fette • Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung • Analytische Verfahren: Chromatografie	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, 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),

2.5.4 Unterrichtsvorhaben 10: Die Welt ist bunt

Thema des Unterrichtsvorhabens und Leitfrage(n)	**Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsvorhaben**	**Inhaltsfelder, Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen** Schüler:innen…
<u>Die Welt ist bunt</u> *Warum erscheinen uns einige organische Stoffe farbig?* ca. 12 UStd. à 60 Minuten	Materialgestützte und experimentelle Erarbeitung von Farbstoffen im Alltag • Farbigkeit und Licht • 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 einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen	**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 Erstsubstitution, Kondensationsreaktion (Estersynthese) • Prinzip von Le Chatelier • Koordinative Bindung: Katalyse • Naturstoffe: Fette • Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung • Analytische Verfahren: Chromatografie •	• beschreiben den Aufbau und die Wirkungsweise eines Katalysators unter Berücksichtigung des Konzepts der koordinativen Bindung als Wechselwirkung von Metallkationen 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 chemischer, ökologischer und ökonomischer Sicht (B9, B13, S13).

3. Grundsätze der fachmethodischen/ didaktischen Arbeit

3.1 Leistungsbewertung

Die Fachkonferenz Chemie hat im Einklang mit dem entsprechenden schulbezogenen Konzept die nachfolgenden Grundsätze zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung beschlossen:
Das Konzept zur Leistungsbewertung orientiert sich am Schulgesetz (§ 48 SchulG, APO-GOSt, 3. Abschnitt) und am Kernlehrplan Chemie NRW, in welchem festgelegt ist, welche Grundsätze und Formen der Leistungsmessung und Leistungsbewertung verbindlich in den jeweiligen Jahrgangsstufen gelten bzw. zu erbringen sind. Dadurch entsteht eine Vergleichbarkeit der Anforderungen innerhalb einzelner Jahrgangsstufen und Schulstufen. Die Leistungsbeurteilung orientiert sich dabei am spezifischen Lernvermögen unserer Schüler:innen und an den im Lehrplan ausgewiesenen Kompetenzerwartungen mit den jeweils beschriebenen Zielsetzungen des Unterrichtsvorhabens.

3.1.1 Beurteilungsbereich sonstige Mitarbeit

Folgende Aspekte sollen bei der Leistungsbewertung der sonstigen Mitarbeit eine Rolle spielen (die Liste ist nicht abschließend):

- Sicherheit, Eigenständigkeit und Kreativität beim Anwenden fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen
- Verständlichkeit und Präzision beim zusammenfassenden Darstellen und Erläutern von Lösungen einer Einzel-, Partner-, Gruppenarbeit oder einer anderen Sozialform sowie konstruktive Mitarbeit bei dieser Arbeit
- Klarheit und Richtigkeit beim Veranschaulichen, Zusammenfassen und Beschreiben chemischer Sachverhalte
- sichere Verfügbarkeit chemischen Grundwissens
- situationsgerechtes Anwenden geübter Fertigkeiten
- angemessenes Verwenden der chemischen Fachsprache
- konstruktives Umgehen mit Fehlern
- fachlich sinnvoller, sicherheitsbewusster und zielgerichteter Umgang mit Experimentalmaterialien
- zielgerichtetes Beschaffen von Informationen
- Erstellen von nutzbaren Unterrichtsdokumentationen, ggf. Heftführung, Protokolle, Portfolio
- Klarheit, Strukturiertheit, Fokussierung, Ziel- und Adressatenbezogenheit von Präsentationen, auch mediengestützt
- sachgerechte Kommunikationsfähigkeit in Unterrichtsgesprächen, Kleingruppenarbeiten und Diskussionen
- Einbringen kreativer Ideen
- fachliche Richtigkeit bei kurzen, auf die Inhalte weniger vorangegangener Stunden beschränkten schriftlichen Überprüfungen

Die Leistungsrückmeldungen bezogen auf die mündliche Mitarbeit erfolgen auf Nachfrage der Schüler:innen außerhalb der Unterrichtszeit, spätestens aber in Form von mündlichem

Quartalsfeedback oder Sprechtagen für Eltern/Schüler:innen. Hierbei erfolgt eine individuelle Beratung im Hinblick auf Stärken und Verbesserungsperspektiven.
Für Präsentationen, Protokolle, Referate, Dokumentationen und andere Lernprodukte der sonstigen Mitarbeit erfolgt eine Leistungsrückmeldung, bei der inhalts- und darstellungsbezogene Kriterien angesprochen werden.

3.1.2 Beurteilungsbereich: Klausuren

Die Aufgaben für Klausuren in parallelen Kursen werden im Vorfeld abgesprochen und nach Möglichkeit gemeinsam gestellt.

In der Fachkonferenz am 12.12.2023 wurde beschlossen, dass in der Einführungsphase in beiden Halbjahren eine Klausuren geschrieben wird.

In den Halbjahren Q1.1, Q1.2 und Q2.1 werden gemäß APO-GOSt je zwei Klausuren geschrieben. Im Halbjahr Q1.2 kann eine Klausur durch eine Facharbeit ersetzt werden.

In der Fachkonferenz vom 12.12.2023 wurden folgende Klausurzeiten beschlossen, die Klausurzeiten gelten ab dem Schuljahr 2024/2025

	EF	Q1.1	Q1.2	Q2.1	Q2.2 (Vorabi)	Abitur
GK	90	120	120	150	255	255
LK	--	135	180	225	300	300

(Rot: Vorgabe APO-GOSt, blau: Festlegungen der Fachschaft).

Die Fachschaft beschließt, dass für praktische Arbeiten in Klausuren die Arbeitszeit um bis zu 30 Minuten gemäß §14 APO-GOst verlängert werden kann.

In der Fachkonferenz vom 25.11.25 wurde beschlossen::

Kriterium	EF	Q1.1 GK	Q1.2 GK	Q2.1 GK	Q2.2 GK	Abitur GK
Klausurdauer	90 Min.	120 Min.	120 Min.	150 Min	225 Min + 30 Min	225 Min + 30 Min
Anzahl der Aufgaben	2	2	2	2	2 (aus 3) oder 3 (aus 4)	3 (aus 4)
Zeit pro Aufgabe	45 Min.	60	60	75	112,5 oder 75	75
BE pro	20	25	25	30	45	30

Aufgabe					oder 30	
BE pro Klausur	40	50	50	60	90	90
rechnerisch: Min./BE	2,25	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5

Kriterium	EF	Q1.1 LK	Q1.2 LK	Q2.1 LK	Q2.2 LK	Abitur LK
Klausurdauer	90 Min.	135 Min.	180 Min.	225 Min	270 Min + 30 Min	270 Min + 30 Min
Anzahl der Aufgaben	2	2	2	2 + 1	3 (aus 4)	3 (aus 4)
Zeit pro Aufgabe	45 Min.	67,5 Min.	90 Min.	2 x 90 Min. + 1 x 45 Min.	90	90
BE pro Aufgabe	20	30	40	2 x 40 + 1 x 20	40	40
BE pro Klausur	40	60	80	100	120	120
rechnerisch: Min./BE	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25

Inhaltlich decken die Klausuren überwiegend die Unterrichtsinhalte der seit der letzten Klausur vergangenen Unterrichtsstunden ab, ein Bezug auf allgemeine chemische Kenntnisse ist jedoch ebenfalls möglich. Die Anforderungen in den Aufgabenstellungen orientieren sich im Verlauf der Oberstufe zunehmend an den Aufgabenformen der Abiturprüfung. Dabei werden die Schüler:innen an die Operatorschreibweise herangeführt und die Klausuren werden durch die Anforderungsbereiche (AF I: z.B. Widergabe von Kenntnissen; AF II: z.B. Anwenden von Kenntnissen; AF III: z.B. Problemlösen und Bewerten) strukturiert.
Die Leistungsbewertung in den Klausuren wird mit Blick auf dir schriftliche Abiturprüfung mit Hilfe eines Kriterienrasters („Erwartungshorizonts“) durchgeführt, welches neben den inhaltsbezogenen Teilleistungen auch darstellungsbezogene Leistungen (ca. 10%) ausweist. Dieses Kriterienraster können sich die Schüler:innern mit den korrigierten Klausuren anschauen, wodurch die Leistungsbewertung transparent gemacht wird. Die Zuordnung der Hilfspunkte zu den Notenstufen orientiert sich in der am Zuordnungsschema des Zentralabiturs. Die Note ausreichend soll bei Erreichen von ca. 50 % der Hilfspunkte erteilt werden. Von dem Zuordnungsschema kann abgewichen werden, wenn sich z.B. besonders originelle Teillösungen nicht durch Hilfspunkte gemäß den Kriterien des Erwartungshorizonts

abbilden lassen oder eine Abwertung wegen besonders schwacher Darstellung angemessen erscheint.

Für die Klausuren wird folgender Schlüssel für die Zuweisung von Bewertungseinheiten zu Noten verwendet:
Einführungsphase

Note	Min. BE
	95 %
1	90 %
	85 %
	80 %
2	75 %
	70 %
	65 %
3	60 %
	55 %
	50 %
4	45 %
	40 %
	33 %
5	27 %
	20 %

6	0 %

Qualifikationsphase

Punkte	Note mit Tendenz	Min. BE
15	1+	95 %
14	1	90 %
13	1−	85 %
12	2+	80 %
11	2	75 %
10	2−	70 %
9	3+	65 %
8	3	60 %
7	3−	55 %
6	4+	50 %
5	4	45 %
4	4−	40 %
3	5+	33 %
2	5	27 %
1	5−	20 %
0	6	0 %

3.2 Lehr- und Lernmittel

Für den Chemieunterricht in der Sekundarstufe II sind am Bert-Brecht-Gymnasium derzeit folgende Schulbücher eingeführt:
Einführungsphase: Chemie heute S II, NRW Einführungsphase (2022)
Qualifikationsphase: Chemie heute S II, NRW Qualifikationsphase (2022)

3.3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen

Das Ziel der Fachkonferenz Chemie ist es, die Koordination und Kooperation mit anderen Fächern in den jeweiligen Jahrgangsstufen in unterschiedlichen Formen zu erweitern. Dabei ergeben sich im Rahmen des Schulprogramms folgende zentrale Schwerpunkte.

Zusammenarbeit mit anderen Fächern

Durch die unterschiedliche Belegung von Fächern können Schülerinnen und Schüler Aspekte aus anderen Kursen mit in den Chemieunterricht einfließen lassen. Es wird Wert darauf gelegt, dass in bestimmten Fragestellungen die Expertise einzelner Schüler:innen gesucht wird, die aus einem von ihnen belegten Fach genauere Kenntnisse mitbringen und den Unterricht dadurch bereichern. Fach- und unterrichtsübergreifende Kooperationsformen sind den konkretisierten Unterrichtsvorhaben zu entnehmen.

Vorbereitung auf die Erstellung der Facharbeit

Um eine einheitliche Grundlage für die Erstellung und Bewertung der Facharbeiten in der Jahrgangsstufe Q1 zu gewährleisten, findet im Vorfeld des Bearbeitungszeitraums eine Einführung in die Arbeitsweise im Fach Deutsch statt. Ergänzend wird hierzu über die fachspezifische Arbeitsweise im Chemieunterricht erläutert.

Exkursionen/ Außerschulische Lernorte

In der gymnasialen Oberstufe sollen in Absprache mit der Stufenleitung nach Möglichkeit unterrichtsbegleitende Exkursionen durchgeführt werden. Diese sollen im Unterricht vor- bzw. nachbereitet werden. Hierzu zählen z.B. Besuch eines Schülerlabors Über die Erfahrungen wird in den Fachkonferenzen berichtet.

4 Qualitätsentwicklung, –sicherung und Evaluation

Die Fachkonferenz Chemie verpflichtet sich der Qualitätsentwicklung und –sicherung und Evaluation des Chemieunterrichts. Dazu nehmen die Lehrkräfte an Fortbildungen im Rahmen der Unterrichtsentwicklung und Förderung des Chemieunterrichts teil und besuchen Implementationsveranstaltungen für die Unterrichtsentwicklung im Fach Chemie. Zudem erfolgt eine regelmäßige Evaluation von durchgeführten Unterrichtsvorhaben durch Fachlehrer, durch die Fachkonferenz und durch Rückmeldungen der Schülerinnen und Schüler sowie der Eltern. Ein weiterer Beitrag zur Qualitätssicherung und –entwicklung wird durch den unterrichtlichen Einsatz von geeigneten Formen der Leistungsdiagnose geleistet. Das schulinterne Curriculum stellt keine starre Größe dar, sondern ist als „lebendes Dokument“ zu betrachten. Dementsprechend werden die Inhalte stetig überprüft, um ggf. Modifikationen vornehmen zu können.