

---

# Schulinterner Lehrplan im Fach Chemie

Stand: März 2026



**Comenius-Gymnasium Datteln**  
Südring 150  
45711 Datteln

---

# Kernlehrplan Chemie

(überarbeitet und verabschiedet im März 2026)

## Kompetenzorientierte Unterrichtsvorhaben im Fach Chemie für die Sekundarstufen II am Comenius- Gymnasium Datteln

---

# Präambel

---

## Genderförderung:

Die Fachschaft Naturwissenschaften beruft sich im Rahmen eines gendergerechten naturwissenschaftlichen Unterrichts auf die aktuelle Studienlage der Universität Köln sowie anderer Forschungserkenntnisse zur gendergerechten Förderung. Die Universität Köln verweist darauf, dass „internationalen Vergleichsstudien zufolge [...] in den naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern nach wie vor Geschlechterdifferenzen in den Schulleistungen, die die Notwendigkeit einer eingehenden Betrachtung der Geschlechterthematik vor Augen führen, [bestehen].

Das Alltagswissen von ‚Geschlecht‘ zeichnet sich durch die Annahme einer grundlegenden Verschiedenheit der Geschlechter aus. Diese wird selbst dann noch für unumstößlich gehalten, wenn Irritationen, d.h. unterschiedliche Ausprägungen, Spielarten und Parodien von Geschlecht, auftreten. Die Lesarten der Geschlechterforscherinnen und Geschlechterforscher sind mitunter weitaus facettenreicher.“<sup>1</sup>

Die Fachschaft Naturwissenschaften wird die weiteren Erkenntnisse der aktuellen Forschung zur gendergerechten Förderung weiterhin in die Konzeptionen ihres Unterrichts mit einbeziehen und dahingehend anpassen.

Der Unterricht soll im Sinne der zukunftsschulen-nrw folgendes beinhalten: „Entscheidend ist ein „guter“ Unterricht, der auf Verständnis zielt, den Lernenden ausreichend Raum und Zeit lässt und methodisch-didaktisch mit einer Vielzahl unterschiedlicher Impulse den Kindern und Jugendlichen individuelle Möglichkeiten gibt. Von entscheidender Bedeutung dabei sind die jeweilig unterschiedlichen Zugänge bei der Aneignung von Inhalten im Sinne eines „diversity management“ (mit Unterschiedlichkeit umgehen).“<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> < [https://kups.ub.uni-koeln.de/1825/2/prechtl\\_dissertation\\_teil\\_2.pdf](https://kups.ub.uni-koeln.de/1825/2/prechtl_dissertation_teil_2.pdf)>, zuletzt abgerufen am 22.02.2022, 15:30 Uhr.

<sup>2</sup> < <https://www.zukunftsschulen-nrw.de/themen/ii-foerderung-spezieller-schuelergruppen/jungen-maedchenfoerderung>>, zuletzt abgerufen am 22.02.2022, 15:30 Uhr.

---

# Inhaltsverzeichnis

---

## 1. RAHMENBEDINGUNGEN DER FACHLICHEN ARBEIT

### 1.1 Das Comenius-Gymnasium

### 1.2 Die fachliche Profilierung der Schule

### 1.3 Die Fachgruppe XYZ am Comenius-Gymnasium

#### 1.3.1 Funktionen und Aufgaben der Fachgruppe vor dem Hintergrund des Schulprogramms

#### 1.3.2 Verfügbare Ressourcen

#### 1.3.3 Funktionsinhaber der Fachgruppe

## 2. ENTSCHEIDUNGEN ZUM UNTERRICHT

### 2.1 Unterrichtsvorhaben

### 2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

### 2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

### 2.4 Lehr- und Lernmittel

## 3. ENTSCHEIDUNGEN ZU FACH- UND UNTERRICHTSÜBERGREIFENDEN FRAGEN

### 3.1 Bezug zu den Rahmenvorgaben des Medienkompetenzrahmens

### 3.2 Bezug zu den Rahmenvorgaben Verbraucherbildung an Schulen

### 3.3 Absprachen zu fächerübergreifenden und/oder fächerverbindenden Unterrichtsvorhaben

### 3.4 Absprachen über Teilnahme an Projekten / Exkursionen

## 4. QUALITÄTSSICHERUNG UND EVALUATION

## 5. ANLAGE

---

# 1. Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

---

---

## 1.1 Das Comenius-Gymnasium

Das Comenius-Gymnasium Datteln ist das einzige Gymnasium der Stadt und wird von rund 750 Schülerinnen und Schülern besucht. Es verfügt über zwei Standorte: Die Erprobungsstufe (Jahrgänge 5 und 6) befindet sich am Hagemer Kirchweg, während die Jahrgänge 7 bis Q2 im Hauptgebäude am Südring unterrichtet werden.

Die Schule trägt den Namen Johann Amos Comenius, der als Begründer einer ganzheitlichen Bildung gilt. Sein Verständnis von Lernen mit Kopf, Herz und Hand sowie die Verbindung von Wissen, Werteorientierung und Lebenspraxis prägen bis heute die Arbeit am Gymnasium.

Das Comenius-Gymnasium versteht sich als Lern- und Lebensraum, in dem Vertrauen, gegenseitige Wertschätzung und respektvolles Miteinander zentrale Grundlagen sind. Schülerinnen und Schüler sollen zu eigenständigem und verantwortungsvollem Handeln befähigt und zugleich bestmöglich auf Studium, Beruf und ein Leben in einer demokratischen Gesellschaft vorbereitet werden. Dabei spielen Erfahrungen außerhalb des Klassenzimmers eine besondere Rolle: Fahrten, Austauschprogramme und internationale Begegnungen sind fester Bestandteil des Schulprogramms und bieten wertvolle Gelegenheiten, neue Perspektiven zu gewinnen und Gemeinschaft zu erleben.

Neben der fachlichen Bildung bis zum Abitur sind auch überfachliche Kompetenzen von Bedeutung. Der Umgang mit Fehlern wird als Lernchance verstanden, und zahlreiche Projekte stärken das soziale Miteinander.

Seit dem Schuljahr 2012/2013 ist das Comenius-Gymnasium Schule des Gemeinsamen Lernens für alle Förderschwerpunkte. Hierbei werden ebenso Lernende in den zieldifferenten Förderschwerpunkten Lernen und Geistige Entwicklung in ihren entsprechenden Bildungsgängen unterrichtet.

---

## 1.2 Die fachliche Profilierung der Schule

### Sprachliches Profil:

Das Comenius-Gymnasium bietet Englisch, Latein, Französisch und Spanisch als Fremdsprachen an. Ergänzt wird der Unterricht durch ein breites Austausch- und Fahrtenprogramm nach England, Frankreich, Spanien und Polen sowie durch Erasmus+-Projekte. Fahrten, Sprachbegegnungen und internationale Praktika fördern die interkulturelle Kompetenz und tragen dazu bei, die Welt aktiv mitzugestalten – ganz im Sinne von Comenius' Vorstellung einer Bildung, die über Grenzen hinausreicht. Darüber hinaus können Schülerinnen und Schüler internationale Sprachzertifikate wie das Cambridge Certificate (CAE) oder DELF erwerben.

### Naturwissenschaftliches Profil (MINT):

Unsere Schule legt besonderen Wert auf die Förderung naturwissenschaftlicher Interessen. In der Oberstufe werden Grund- und Leistungskurse in Mathematik, Biologie, Chemie, Physik und Informatik angeboten, zum Teil in Kooperation mit dem Willy-Brandt-Gymnasium in Oer-Erkenschwick. Arbeitsgemeinschaften wie Jugend-forscht-AG, Physik-AG und Technik-AG bieten zusätzliche Lernmöglichkeiten. Wettbewerbe wie die Mathematik-Olympiade, „BioLogisch“ oder „Jugend forscht“ gehören fest zum Schulleben. Kooperationen mit außerschulischen Lernorten, etwa dem X-Lab Göttingen oder dem ZDI-Zentrum in Marl, vertiefen die praktische Arbeit. Hier zeigt sich Comenius' Gedanke des Lernens durch eigene Erfahrung und praktisches Tun besonders deutlich.

### Künstlerisch-musisches Profil:

Im künstlerischen Bereich stehen die Bläserklassen in den Jahrgangsstufen 5 und 6 im Mittelpunkt, in denen Schülerinnen und Schüler musikalische Begabungen entwickeln können. Später besteht die Möglichkeit zur Mitarbeit in der Comenius Concert Band, in der Rockband, in dem Chor ComMelody oder in vokalinstrumentalpraktischen Kursen der Oberstufe. Darüber hinaus bereichern Theater- und Kunstprojekte – wie „Darstellen und Gestalten“ oder „Kunst im Garten“ – das Schulleben. Kooperationen mit den Partnern aus der Region (z.B. Katielli-Theater) sowie regelmäßige Lesungen durch den Buchclub „ComBookies“ erweitern das kulturelle Angebot. Die Förderung von Kreativität, Ausdruckskraft und kultureller Teilhabe entspricht dem humanistischen Anspruch des Namensgebers, Bildung als ganzheitlichen Prozess zu verstehen.

---

Gesellschaftswissenschaftliches Profil:

Auch im gesellschaftswissenschaftlichen Bereich bietet das Comenius-Gymnasium ein breites Spektrum. Projekte zur Erinnerungskultur und Gedenkstättenfahrten sind fest verankert. Mit Angeboten wie *Jugend debattiert* oder dem Projekt „Schule ohne Rassismus – Schule mit Courage“ werden die Schülerinnen und Schüler ermutigt, ihre Meinung zu vertreten, kritisch zu denken und Verantwortung in einer pluralen Gesellschaft zu übernehmen. Diese Schwerpunkte spiegeln Comenius' Verständnis wider, dass Bildung immer auch Erziehung zu Menschlichkeit, Gerechtigkeit und aktiver Teilhabe bedeutet.

### 1.3 Die Fachgruppe Chemie am Comenius-Gymnasium

Die Fachgruppe Chemie leistet einen zentralen Beitrag zum naturwissenschaftlichen Profil der Schule. Ziel des Chemieunterrichts ist es, Schülerinnen und Schüler zu einem grundlegenden Verständnis chemischer Zusammenhänge zu befähigen und sie zur reflektierten Auseinandersetzung mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen im Alltag anzuregen. Dabei werden sowohl fachliche Kompetenzen als auch überfachliche Fähigkeiten wie Problemlösekompetenz, Teamfähigkeit und verantwortungsbewusstes Handeln gefördert.

Der Chemieunterricht orientiert sich am Kernlehrplan Chemie für die Sekundarstufe I des Landes Nordrhein-Westfalen. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf dem experimentellen Arbeiten sowie auf der Förderung von Erkenntnisgewinnung durch Beobachten, Hypothesenbildung, Experimentieren und Auswerten

Die Fachgruppe beteiligt sich regelmäßig an schulischen und außerschulischen Projekten im MINT-Bereich und unterstützt Schülerinnen und Schüler bei der Teilnahme an Wettbewerben wie „Jugend forscht“, „Chemie – die stimmt!“ oder regionalen MINT-Veranstaltungen.

#### 1.3.1 Funktionen und Aufgaben der Fachgruppe vor dem Hintergrund des Schulprogramms

Die Fachgruppe Chemie trägt zur Umsetzung des naturwissenschaftlichen Profils des Comenius-Gymnasiums bei. Dabei stehen insbesondere folgende Ziele im Mittelpunkt:

- Förderung naturwissenschaftlicher Grundbildung und Experimentierkompetenz
- Entwicklung eines verantwortungsvollen Umgangs mit Stoffen, Ressourcen und Umwelt
- Vermittlung der Bedeutung chemischer Erkenntnisse für Technik, Medizin, Umwelt und Gesellschaft
- Förderung des eigenständigen und kooperativen Lernens
- Unterstützung der Teilnahme an naturwissenschaftlichen Wettbewerben
- Kooperation mit außerschulischen Lernorten und Partnern im MINT-Bereich

---

Im Sinne des Leitbilds der Schule wird Lernen im Chemieunterricht als aktiver Prozess verstanden, der Wissenserwerb mit praktischer Erfahrung verbindet.

### 1.3.2 Verfügbare Ressourcen

Der Chemieunterricht findet überwiegend in den Fachräumen des naturwissenschaftlichen Trakts statt. Diese sind mit grundlegenden Experimentiermöglichkeiten sowie Präsentationstechnik ausgestattet.

Zur Ausstattung gehören unter anderem:

- mehrere vollständig ausgestattete Chemiefachräume
- Sammlung chemischer Geräte und Chemikalien für Schüler- und Demonstrationsexperimente
- digitale Präsentationsmedien (Beamer / interaktive Displays)
- mobile Endgeräte für Recherche und Dokumentation
- Sicherheitsausstattung gemäß den Vorgaben der Richtlinien für Sicherheit im Unterricht

Die Ausstattung ermöglicht sowohl Demonstrationsexperimente durch Lehrkräfte als auch eigenständige Schülerexperimente.

### 1.3.3 Funktionsinhaber der Fachgruppe

Die Fachgruppe Chemie organisiert ihre Arbeit in regelmäßigen Fachkonferenzen.

Zu den Aufgaben der Fachkonferenz gehören insbesondere:

- Weiterentwicklung des schulinternen Lehrplans
- Abstimmung über Unterrichtsvorhaben und Leistungsbewertung
- Organisation von Fortbildungen
- Pflege und Erweiterung der chemischen Sammlung
- Planung von Projekten und Wettbewerben

Die Fachkonferenz wird von der / dem Fachkonferenzvorsitzenden geleitet.

---

# 2. Entscheidungen zum Unterricht

---

## 2.1 Unterrichtsvorhaben

Der Unterricht orientiert sich an den Inhaltsfeldern und Kompetenzbereichen des Kernlehrplans Chemie für die Sekundarstufe II in Nordrhein-Westfalen.

Die Planung der Unterrichtsvorhaben berücksichtigt insbesondere:

- einen systematischen Aufbau fachlicher Inhalte
- einen hohen Anteil experimenteller Arbeitsphasen
- Alltagsbezüge chemischer Fragestellungen
- Förderung der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung
- Entwicklung von Kommunikations- und Bewertungskompetenz

Die konkreten Unterrichtsvorhaben mit Zeitplanung und Kompetenzzuordnungen sind im Anhang dargestellt.

## 2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

Der Chemieunterricht am Comenius-Gymnasium orientiert sich an folgenden didaktischen Grundsätzen:

- Experimentelles Lernen: Experimente bilden einen zentralen Bestandteil des Unterrichts und fördern das Verständnis chemischer Prozesse.
- Schülerorientierung: Unterrichtsinhalte werden möglichst an lebensweltlichen Fragestellungen orientiert.
- Kompetenzorientierung: Fachwissen wird mit Methoden-, Kommunikations- und Bewertungskompetenzen verknüpft.
- Problemorientierung: Unterrichtseinheiten beginnen häufig mit einer Fragestellung oder einem Problem aus Alltag, Umwelt oder Technik.
- Kooperatives Lernen: Gruppenarbeit und Partnerarbeit fördern Austausch und gemeinsame Problemlösung.
- Differenzierung: Aufgabenstellungen und Lernmaterialien werden so gestaltet, dass sie unterschiedliche Lernvoraussetzungen berücksichtigen.

---

Der Unterricht fördert außerdem den sicheren und verantwortungsvollen Umgang mit Chemikalien und Laborgeräten.

### 2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Bei den in der Übersicht angegebenen Kriterien handelt es sich um einen Querschnitt, d.h. dass nicht jedes Kriterium zu jedem Zeitpunkt in jeder beliebigen Unterrichtsreihe Verwendung finden kann. Generell ist jedoch darauf zu achten, dass den Schülerinnen und Schülern Gelegenheit gegeben wird, in möglichst vielen unterschiedlichen Überprüfungsformen ihr Können unter Beweis zu stellen.

Die Bewertung der Beiträge der Lernenden sollte sich zudem daran orientieren, ob es sich um Reproduktion, Anwendung oder Transferleistungen handelt. Im Hinblick auf die S II wird im Übrigen auf die entsprechenden Richtlinien und Lehrpläne verwiesen.

Die Fachschaft legt fest, dass ca. 2/3 der Sonstigen Mitarbeitens-Note durch die Bereiche Versuche und mündliche Mitarbeit erbracht werden, ca. 1/3 durch sonstige Leistungen wie z.B. Referate, Schriftliche Übungen („Tests“), Einzelleistungen, Lernplakate, Heftführung, etc. (s. Übersicht).

Durch regelmäßige Dokumentation der Leistungen soll gewährt werden, dass den Schülerinnen und Schülern auf Anfrage Auskunft über ihren Leistungsstand gegeben werden kann. Dabei ist die Angabe eines Notenbereichs ausreichend.

Zur Reduzierung der Belastung der Schülerinnen und Schüler werden folgende Vorschläge gemacht:

- Am selben Tag sollen nicht eine Klassenarbeit und eine schriftliche Übung geschrieben werden. Zur besseren Übersicht sollen Schriftliche Übungen auch in den Terminplan für Klassenarbeiten im Lehrerzimmer eingetragen werden.
- Es sollen möglichst nicht mehr Schriftliche Übungen pro Halbjahr geschrieben werden als Stunden pro Woche unterrichtet werden. Die Schülerinnen und Schüler werden zu Schuljahresbeginn auf den Stellenwert der schriftlichen Übungen im Hinblick auf die Gesamtleistung informiert (Schriftliche Übungen haben nicht den Rang einer Klassenarbeit; sie sind wie eine mündliche Einzelleistung zu werten).

Die Leistungsbewertung orientiert sich an den Vorgaben des Schulgesetzes NRW sowie an den Bestimmungen des Kernlehrplans Chemie.

Bewertet werden insbesondere:

## Sonstige Leistungen im Unterricht

- mündliche Beiträge im Unterrichtsgespräch
- Mitarbeit bei Experimenten
- Protokolle und Dokumentationen
- Präsentationen und Referate
- Ergebnisse von Gruppenarbeiten
- schriftliche Lernkontrollen
- sowie Klausuren für diejenigen Lernenden, die das Fach schriftlich angewählt haben.

## Kriterien der Bewertung

Die Bewertung berücksichtigt insbesondere:

- fachliche Richtigkeit
- Anwendung chemischer Fachsprache
- Fähigkeit zur Erklärung von Zusammenhängen
- Auswertung und Interpretation von Experimenten
- Mitarbeit und Engagement im Unterricht

Die Leistungsrückmeldung erfolgt regelmäßig mündlich sowie bei Bedarf schriftlich.

Dauer und Anzahl der Klausuren:

Kriterium	EF GK	Q1.1 GK	Q1.2 GK	Q2.1 GK	Q2.2 GK	Q1.1 LK	Q1.2 LK	Q2.1 LK	Q2.2 LK
Klausur-dauer	90 min	135 min	135 min	180 min	255 (inklusive 30 min)	150 min	180 min	225 min	300 (inklusive 30 min)
Anzahl an Aufgaben	2	2	2	3*	3**	2	2	3*	3**

Kriterium	EF GK	Q1.1 GK	Q1.2 GK	Q2.1 GK	Q2.2 GK	Q1.1 LK	Q1.2 LK	Q2.1 LK	Q2.2 LK
Zeit pro Aufgabe	45 min	65 min	65 min	60 min	75 min	75 min	75 min	75 min	90 min
BE pro Aufgabe	25	25	25	25	30	30	30	30	40
BE pro Klausur	50	50	50	75	90	60	60	90	120

\* \* Gewichtung der Aufgaben kann bezogen auf Zeit pro Aufgabe und Anzahl der BE variieren

\* \*\* Von vier Aufgaben, die den Lernenden zur Auswahl gestellt werden

Zuordnung der Notenstufen zu der Gesamtzahl der erreichten Bewertungseinheiten:

95%	ergibt die Note 1+	(15 Punkte)
90%	ergibt die Note 1	(14 Punkte)
85%	ergibt die Note 1-	(13 Punkte)
80%	ergibt die Note 2+	(12 Punkte)
75%	ergibt die Note 2	(11 Punkte)
70%	ergibt die Note 2-	(10 Punkte)
65%	ergibt die Note 3+	(9 Punkte)
60%	ergibt die Note 3	(8 Punkte)
55%	ergibt die Note 3-	(7 Punkte)
50%	ergibt die Note 4+	(6 Punkte)
45%	ergibt die Note 4	(5 Punkte)
40%	ergibt die Note 4-	(4 Punkte)
33%	ergibt die Note 5+	(3 Punkte)
27%	ergibt die Note 5	(2 Punkte)
20%	ergibt die Note 5-	(1 Punkte)
< 20%	ergibt die Note 6.	(0 Punkte)

Zur Transparenz der Bewertung der mündlichen Mitarbeit können den Schülerinnen und Schülern folgende Schemata an die Hand gegeben oder präsentiert werden:

Note	Leistung
1	Jede Stunde und bei jedem Thema aktive und regelmäßige Beteiligung aus eigenem Antrieb – stets konzentrierte Mitarbeit – sehr schnelle Auffassungsgabe – sprachlich differenzierte und durchdachte Beiträge – überdenkt die eigene Position selbstkritisch – geht auf Beiträge anderer ein – kann gedanklich komplexe Problemstellungen erfassen – antwortet korrekt auf Fragen der Lehrkraft.
SchulG § 48 (3)	Die Note „sehr gut“ soll erteilt werden, wenn die Leistung den Anforderungen im besonderen Maße entspricht.
2	Jede Stunde und bei jedem Thema aktive und regelmäßige Beteiligung aus eigenem Antrieb – konzentrierte Mitarbeit – schnelle Auffassungsgabe – sprachlich differenzierte und durchdachte Beiträge – überdenkt die eigene Position selbstkritisch – geht in der Regel auf Beiträge anderer ein – kann gedanklich komplexe Problemstellungen erfassen – antwortet in der Regel korrekt auf Fragen der Lehrkraft.
SchulG § 48 (3)	Die Note „gut“ soll erteilt werden, wenn die Leistung den Anforderungen voll entspricht.
3	Aktive Beteiligung – zuverlässige Mitarbeit – Hausaufgaben entsprechen im Wesentlichen den Anforderungen – Arbeitsaufträge werden zuverlässig erfüllt – Fragen der Lehrkraft werden überwiegend korrekt beantwortet – einige der unter 2 angeführten Kriterien werden nicht erfüllt.
SchulG § 48 (3)	Die Note „befriedigend“ soll erteilt werden, wenn die Leistung im Allgemeinen den Anforderungen entspricht.
4	Seltene Beteiligung, meist nicht aus eigenem Antrieb – auf Nachfrage sinnvolle Beiträge – überwiegend reproduktive Beiträge – Mängel im Erfassen komplexer Problemstellungen – Beiträge weichen bisweilen vom Thema ab – bisweilen vorschnelle, wenig durchdachte Beiträge.
SchulG § 48 (3)	Die Note „ausreichend“ soll erteilt werden, wenn die Leistung zwar Mängel aufweist, aber im Ganzen den Anforderungen noch entspricht.
5	Kaum Mitarbeit aus eigenem Antrieb – auf Nachfrage unvollständige und unzureichende Antworten – nahezu ausschließlich reproduktive Beiträge – Arbeitsaufträge werden nachlässig erledigt – vorschnelle und wenig durchdachte Beiträge.

Note	Leistung
SchulG § 48 (3)	Die Note „mangelhaft“ soll erteilt werden, wenn die Leistung den Anforderungen nicht entspricht, jedoch erkennen lässt, dass die notwendigen Grundkenntnisse vorhanden sind und die Mängel in absehbarer Zeit behoben werden können.
6	Keine Beteiligung – kann dem Unterricht nicht folgen
SchulG § 48 (3)	Die Note „ungenügend“ soll erteilt werden, wenn die Leistung den Anforderungen nicht entspricht und selbst die Grundkenntnisse so lückenhaft sind, dass die Mängel in absehbarer Zeit nicht behoben werden können.

Bogen zur Selbsteinschätzung der Lernenden:

Beurteilungspunkte:	1	2	3	4	5	6
Beteilige ich mich jede Stunde?						
Beteilige ich mich zu jedem Thema?						
Beteilige ich mich immer aus eigenem Antrieb?						
Sind meine Beiträge durchdacht?						
Sind meine Beiträge rein reproduktiv?						
Sind meine Beiträge sprachlich differenziert?						
Sind meine Beiträge immer korrekt?						
Arbeite ich immer konzentriert mit?						
Arbeitsaufträge werden zuverlässig erfüllt?						
Die Hausaufgaben entsprechen immer den Anforderungen?						
Gehe ich auf die Beiträge anderer ein?						
Habe ich eine schnelle Auffassungsgabe?						
Kann ich gedanklich komplexe Problemstellungen erfassen?						

---

## 2.4 Lehr- und Lernmittel

Im Chemieunterricht werden zugelassene Lehrwerke des Landes Nordrhein-Westfalen eingesetzt. Am Comenius-Gymnasium Datteln wird für die Sekundarstufe II die Lehrwerke „Chemie NRW Sek II Einführungsphase“ sowie „Chemie NRW Sek II Qualifikationsphase“ des CC-Buchner-Verlages genutzt.

Ergänzend werden genutzt:

- Experimentiermaterialien der Chemiesammlung
- digitale Medien und Simulationen
- Lernplattformen und digitale Arbeitsblätter
- Materialien aus Wettbewerben und MINT-Projekten

Die Auswahl der Materialien orientiert sich an den Anforderungen des Kernlehrplans sowie an aktuellen fachlichen Entwicklungen.

---

# 3. Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen

---

## 3.1 Bezug zu den Rahmenvorgaben des Medienkompetenzrahmens

Der Chemieunterricht leistet einen Beitrag zur Entwicklung der Medienkompetenz der Schülerinnen und Schüler. Dies geschieht unter anderem durch:

- Recherche naturwissenschaftlicher Informationen im Internet
- Nutzung digitaler Simulationen chemischer Prozesse
- digitale Dokumentation von Experimenten
- Präsentation von Arbeitsergebnissen mit digitalen Medien

Dabei werden Kompetenzen der Bereiche Informieren und Recherchieren, Produzieren und Präsentieren sowie Analysieren und Reflektieren gefördert.

## 3.2 Bezug zu den Rahmenvorgaben Verbraucherbildung an Schulen

Chemische Inhalte bieten zahlreiche Anknüpfungspunkte zur Verbraucherbildung, beispielsweise:

- Inhaltsstoffe von Lebensmitteln
- Bedeutung von Zusatzstoffen
- Umweltwirkungen von Chemikalien
- nachhaltiger Umgang mit Ressourcen
- Recycling und Kreislaufwirtschaft

Diese Themen fördern eine reflektierte und verantwortungsbewusste Entscheidungsfähigkeit im Alltag.

---

### 3.3 Absprachen zu fächerübergreifenden und / oder fächerverbindenden Unterrichtsvorhaben

Im Chemieunterricht bestehen vielfältige Bezüge zu anderen Fächern, insbesondere zu:

- Biologie: Stoffwechselprozesse, Umweltchemie
- Physik: Energie, Teilchenmodelle
- Erdkunde: Rohstoffe und Ressourcen
- Mathematik: Auswertung experimenteller Daten

Durch solche Kooperationen wird ein vernetztes naturwissenschaftliches Verständnis

### 3.4 Absprachen über Teilnahme an Projekten / Exkursionen

Die Fachgruppe Chemie unterstützt die Teilnahme an verschiedenen Projekten und Wettbewerben, beispielsweise:

- Jugend forscht
- Chemie-Wettbewerbe
- MINT-Projekte der Schule

Außerdem werden – sofern organisatorisch möglich – Exkursionen zu außerschulischen Lernorten durchgeführt, etwa zu:

- Schülerlabore der Universitäten Dortmund und Bochum sowie die Q1 Fahrt in das X-Lab in Göttingen
- Universitäten
- Industrieunternehmen oder Forschungseinrichtungen

## 4. Qualitätssicherung und Evaluation

Die Qualität des Chemieunterrichts wird regelmäßig innerhalb der Fachgruppe reflektiert und weiterentwickelt.

Maßnahmen zur Qualitätssicherung sind unter anderem:

- regelmäßige Fachkonferenzen
- Austausch von Unterrichtsmaterialien
- Evaluation von Unterrichtsvorhaben

- 
- Teilnahme an Fortbildungen
  - Anpassung des schulinternen Lehrplans an neue Vorgaben des Kernlehrplans

## 5. Anlage

Die Anlage enthält:

- Übersicht der Unterrichtsvorhaben der Jahrgangsstufen EF bis Q2
- Zuordnung zu Inhaltsfeldern des Kernlehrplans
- Kompetenzerwartungen
- Zeitplanung der Unterrichtseinheiten

# Übersicht der Unterrichtsvorhaben in der Sek. II

Grundkurse der Einführungsphase (EF GK)			
Unterrichtsvorhaben I	Thema: Die Anwendungsvielfalt der Alkohol	1. Inhaltsfeld	Stundenumfang: 36 Std.
Unterrichtsvorhaben II	Thema: Säuren contra Kalk	1. Inhaltsfeld	Stundenumfang: 16 Std.
Unterrichtsvorhaben III	Thema: Aroma- und Zusatzstoffe in Lebensmitteln	1. Inhaltsfeld	Stundenumfang: 20 Std.
Unterrichtsvorhaben IV	Thema: Kohlenstoffkreislauf und Klima	1. Inhaltsfeld	Stundenumfang: 28 Std.
Grundkurse der Qualifikationsphase 1 (Q1 GK)			
Unterrichtsvorhaben I	Thema: Säuren und basische Reiniger im Haushalt	2. Inhaltsfeld	Stundenumfang: 36 Std.
Unterrichtsvorhaben II	Thema: Salze - hilfreich und lebensnotwendig	2. Inhaltsfeld	Stundenumfang: 14 Std.
Unterrichtsvorhaben III	Thema: Mobile Energieträger im Vergleich	3. Inhaltsfeld	Stundenumfang: 20 Std.
Unterrichtsvorhaben IV	Thema: Wasserstoff - Brennstoff der Zukunft?	3. Inhaltsfeld	Stundenumfang: 20 Std.
Unterrichtsvorhaben V	Thema: Korrosion von Metallen	3. Inhaltsfeld	Stundenumfang: 10 Std.
Grundkurse der Qualifikationsphase 2 (Q2 GK)			
Unterrichtsvorhaben VI	Thema: Vom Erdöl zur Plastiktüte	4. und 5. Inhaltsfeld	Stundenumfang: 30 Std.
Unterrichtsvorhaben VII	Thema: Kunststoffe - Werkstoffe für viele Anwenndungsprodukte	4. und 5. Inhaltsfeld	Stundenumfang: 20 Std.
Stundenumfang VIII	Thema: Ester in Lebensmitteln und Kosmetikartikeln	4. Inhaltsfeld	Stundenumfang: 20 Std.
Leistungskurse der Qualifikationsphase 1 (Q1 LK)			
Unterrichtsvorhaben I	Thema: Säuren und basische Reiniger	2. Inhaltsfeld	Stundenumfang: 46 Std.
Unterrichtsvorhaben II	Thema: Salze - hilfreich und lebensnotwendig	2. Inhaltsfeld	Stundenumfang: 26 Std.

Unterrichtsvorhaben III	Thema: Mobile Energieträger im Vergleich	3. Inhaltsfeld	Stundenumfang: 30 Std.
Unterrichtsvorhaben IV	Thema: Wasserstoff - Brennstoff der Zukunft?	3. Inhaltsfeld	Stundenumfang: 30 Std.
Unterrichtsvorhaben V	Thema: Korrosion von Metallen	3. Inhaltsfeld	Stundenumfang: 20 Std.
Unterrichtsvorhaben VI	Thema: Quantitative Analyse von Produkten des Alltags	2. und 3. Inhaltsfeld	Stundenumfang: 18 Std.
Leistungskurse der Qualifikationsphase 2 (Q2 LK)			
Unterrichtsvorhaben VII	Thema: Vom Erdöl zur Kunststoffverpackung	4. und 5. Inhaltsfeld	Stundenumfang: 44 Std.
Unterrichtsvorhaben VIII	Thema: „InnoProducts“ - Werkstoffe nach Maß	4. und 5. Inhaltsfeld	Stundenumfang: 34 Std.
Unterrichtsvorhaben IX	Thema: Ester in Lebensmitteln und Kosmetikartikeln	4. Inhaltsfeld	Stundenumfang: 20 Std.
Unterrichtsvorhaben X	Thema: Die Welt ist bunt	5. Inhaltsfeld	Stundenumfang 16 Std.

# Schulcurriculum Chemie Einführungsphase

EF 1. Unterrichtsvorhaben		
<p>Unterrichtsvorhaben I</p> <p><b>Die Anwendungsvielfalt der Alkohole</b></p> <p><i>Kann Trinkalkohol gleichzeitig Gefahrstoff und Genussmittel sein?</i></p> <p><i>Alkohol(e) auch in Kosmetikartikeln?</i></p> <p>Stundenumfang: 34 Std.</p>	<p>1. Inhaltsfeld</p> <p>Organische Stoffklassen</p>	<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe <b>und Estergruppe</b></li> <li>– Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur,</li> <li>– Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekül-geometrie (EPA-Modell)</li> <li>– Konstitutionsisomerie</li> <li>– intermolekulare Wechselwirkungen</li> <li>– Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen</li> <li>– <b>Estersynthese</b></li> </ul>
Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsverfahren		
<p>Einstiegsdiagnose zur Elektronenpaarbindung, zwischenmolekularen Wechselwirkungen, der Stoffklasse der Alkane und deren Nomenklatur</p> <p>Untersuchungen von Struktur-Eigenschaftsbeziehungen des Ethanols</p> <p>Experimentelle Erarbeitung der Oxidationsreihe der Alkohole</p> <p>Erarbeitung eines Fließschemas zum Abbau von Ethanol im menschlichen Körper</p> <p>Bewertungsaufgabe zur Frage Ethanol – Genuss- oder Gefahrstoff? und Berechnung des Blutalkoholgehaltes</p> <p>Untersuchung von Struktureigenschaftsbeziehungen weiterer Alkohole in Kosmetikartikeln</p> <p>Recherche zur Funktion von Alkoholen in Kosmetikartikeln mit anschließender Bewertung</p>		
Konkretisierte Kompetenzerwartungen		

### Die Schülerinnen und Schüler

- 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 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).

### EF 2. Unterrichtsvorhaben

<p>Unterrichtsvorhaben II</p> <p><b>Säuren contra Kalk</b>  <i>Wie kann ein Wasserkocher möglichst schnell entkalkt werden?          Wie lässt sich die Reaktionsgeschwindigkeit bestimmen und beeinflussen?</i></p> <p>Stundenumfang: 14 Std.</p>	<p>1. Inhaltsfeld</p> <p>Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</p>	<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit</li> <li>- Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (Kc)</li> <li>- natürlicher Stoffkreislauf</li> <li>- technisches Verfahren</li> <li>- Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck</li> <li>- Katalyse</li> </ul>
--	--	---

### Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsverfahren

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

#### Konkretisierte Kompetenzerwartungen

- erklären den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit auch anhand grafischer Darstellungen (S3, S8, S9),
- überprüfen aufgestellte Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit durch Untersuchungen des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion (E3, E4, E10, S9),
- definieren die Durchschnittsgeschwindigkeit chemischer Reaktionen und ermitteln diese grafisch aus experimentellen Daten (E5, K7, K9),
- 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)

#### EF 3. Unterrichtsvorhaben

<p>Unterrichtsvorhaben III</p> <p><b>Aroma- und Zusatzstoffe in Lebensmitteln</b></p> <p><i>Fußnoten in der Speisekarte – Was verbirgt sich hinter den sogenannten E-Nummern?</i></p> <p><i>Fruchtiger Duft im Industriegebiet – Wenn mehr Frucht benötigt wird als angebaut werden kann</i></p> <p>Stundenumfang: 16 Std.</p>	<p>1. Inhaltsfeld</p> <p>Organische Stoffklassen</p> <p>Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</p>	<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxylgruppe und Estergruppe</li> <li>- Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur,</li> <li>- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>- Konstitutionsisomerie</li> <li>- intermolekulare Wechselwirkungen</li> <li>- Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen</li> <li>- Estersynthese</li>   <li>- Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit</li> <li>- Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (K<sub>c</sub>)</li> <li>- natürlicher Stoffkreislauf</li> <li>- technisches Verfahren</li> <li>- Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck</li> <li>- Katalyse</li> </ul>
<p>Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsverfahren</p>		
<p>Materialgestützte Erarbeitung der Stoffklasse der Carbonsäuren hinsichtlich ihres Einsatzes als Lebensmittelzusatzstoff und experimentelle Untersuchung der konservierenden Wirkung ausgewählter Carbonsäuren</p> <p>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</p> <p>Veranschaulichung des chemischen Gleichgewichts durch ausgewählte Modellexperimente</p> <p>Diskussion um die Ausbeute nach Herleitung und Einführung des Massenwirkungsgesetzes</p> <p>Erstellung eines informierenden Blogbeitrages, der über natürliche, naturidentische und synthetische Aromastoffe aufklärt</p> <p>Bewertung des Einsatzes von Konservierungs- und Aromastoffen in der Lebensmittelindustrie</p>		

### Konkretisierte Kompetenzerwartungen

- 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),
- 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)

### EF 4. Unterrichtsvorhaben

Unterrichtsvorhaben IV  <b>Kohlenstoffkreislauf und Klima</b>  <i>Welche Auswirkungen hat ein Anstieg der Emission an Kohlenstoffdioxid auf die Versauerung der Meere? Welchen Beitrag kann die chemische Industrie durch die Produktion eines synthetischen Kraftstoffes zur Bewältigung der Klimakrise leisten?</i>  Stundenumfang: 20 Std.	1. Inhaltsfeld Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht	Inhaltliche Schwerpunkte:  - <b>Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit</b> - Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; <b>Massenwirkungsgesetz (Kc)</b> - natürlicher Stoffkreislauf - technisches Verfahren - Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck - Katalyse
---	---	---

## Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsverfahren

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

Beurteilen die Folgen des menschlichen Eingriffs in natürliche Stoffkreisläufe

Materialgestützte Erarbeitung der Methanolsynthese im Rahmen der Diskussion um alternative Antriebe in der Binnenschifffahrt

## Konkretisierte Kompetenzerwartungen

- 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 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)

# Schulcurriculum Chemie Qualifikationsphase I

## Grundkurs

Q1 GK 1. Unterrichtsvorhaben		
<p>Unterrichtsvorhaben I</p> <p><b>Saure und basische Reiniger im Haushalt</b></p> <p><i>Welche Wirkung haben Säuren und Basen in sauren und basischen Reinigern?</i></p> <p><i>Wie lässt sich die unterschiedliche Reaktionsgeschwindigkeit der Reaktionen Essigsäure mit Kalk und Salzsäure mit Kalk erklären?</i></p> <p><i>Wie lässt sich die Säure- bzw. Basenkonzentration bestimmen?</i></p> <p><i>Wie lassen sich saure und alkalische Lösungen entsorgen?</i></p> <p>Stundenumfang: 32 Std.</p>	<p>2. Inhaltsfeld</p> <p>Säuren, Basen und analytische Verfahren</p>	<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (KS, pKS, KB, pKB), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (Kc), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von starken Säuren und starken Basen</li> <li>- analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationsen von starken Säuren und starken Basen (mit Umschlagspunkt)</li> <li>- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Kalorimetrie</li> <li>- Ionengitter, Ionenbindung</li> </ul>
<p>Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsverfahren</p>		

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

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

## Die Schülerinnen und Schüler

- klassifizieren die auch in Alltagsprodukten identifizierten Säuren und Basen mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted und erläutern ihr Reaktionsverhalten unter Berücksichtigung von Protolysegleichungen (S1, S6, S7, S16, K6), (VB B Z6)
- erklären die unterschiedlichen Reaktionsgeschwindigkeiten von starken und schwachen Säuren mit unedlen Metallen oder Salzen anhand der Protolysereaktionen (S3, S7, S16),
- interpretieren die Gleichgewichtslage von Protolysereaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und die daraus resultierenden Säure-/Base-Konstanten (S2, S7),
- berechnen pH-Werte wässriger Lösungen von Säuren und Basen bei vollständiger Protolyse (S17),
- definieren den Begriff der Reaktionsenthalpie und grenzen diesen von der inneren Energie ab (S3),
- erklären im Zusammenhang mit der Neutralisationsreaktion den ersten Hauptsatz der Thermodynamik (Prinzip der Energieerhaltung) (S3, 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)

Q1 GK 2. Unterrichtsvorhaben

<p>Unterrichtsvorhaben II</p> <p><b>Salze – hilfreich und lebensnotwendig!</b></p> <p><i>Welche Stoffeigenschaften sind verantwortlich für die vielfältige Nutzung verschiedener Salze?</i></p> <p><i>Lässt sich die Lösungswärme von Salzen sinnvoll nutzen?</i></p> <p>Stundenumfang: 14 Std.</p>	<p>2. Inhaltsfeld</p> <p>Säuren, Basen und analytische Verfahren</p>	<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten (KS, pKS, KB, pKB), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (Kc), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von starken Säuren und starken Basen</li> <li>- analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen von starken Säuren und starken Basen (mit Umschlagspunkt)</li> <li>- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Kalorimetrie</li> <li>- Ionengitter, Ionenbindung</li> </ul>
<p>Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsverfahren</p>		
<p>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</p>		
<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen</p>		
<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• deuten endotherme und exotherme Lösungsvorgänge bei Salzen unter Berücksichtigung der Gitter- und Solvationsenergie (S12, K8),</li> <li>• weisen ausgewählte Ionensorten (Halogenid-Ionen, Ammonium-Ionen, Carbonat-Ionen) salzartiger Verbindungen qualitativ nach (E5),</li> <li>• beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren, Basen und Salzen als Inhaltsstoffe in Alltagsprodukten und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab (B8, B11, K8), (VB B Z3, Z6)</li> <li>• 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)</li> </ul>		

Q1 GK 3. Unterrichtsvorhaben

<p>Unterrichtsvorhaben III</p> <p><b>Mobile Energieträger im Vergleich</b></p> <p><i>Wie unterscheiden sich die Spannungen verschiedener Redoxsysteme?</i></p> <p><i>Wie sind Batterien und Akkumulatoren aufgebaut?</i></p> <p><i>Welcher Akkumulator ist für den Ausgleich von Spannungsschwankungen bei regenerativen Energien geeignet?</i></p> <p>Stundenumfang: 18 Std.</p>	<p>3. Inhaltsfeld</p> <p>Elektrochemische Prozesse und Energetik</p>	<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>- Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung</li> <li>- Elektrolyse</li> <li>- alternative Energieträger</li> <li>- Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz</li> <li>- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, heterogene Katalyse</li> </ul>
---	--	---

Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsverfahren

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) 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

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

### Die Schülerinnen und Schüler

- 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 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)

Q1 GK 4. Unterrichtsvorhaben

<p>Unterrichtsvorhaben IV</p> <p><b>Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft?</b></p> <p><i>Wie viel Energie wird bei der Verbrennungsreaktion verschiedener Energieträger freigesetzt?</i></p> <p><i>Wie funktioniert die Wasserstoffverbrennung in der Brennstoffzelle?</i></p> <p><i>Welche Vor- und Nachteile hat die Verwendung der verschiedenen Energieträger?</i></p> <p>Stundenumfang: 19 Std.</p>	<p>3. Inhaltsfeld</p> <p>Elektrochemische Prozesse und Energetik</p>	<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>- Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung</li> <li>- Elektrolyse</li> <li>- alternative Energieträger</li> <li>- Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz</li> <li>- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, heterogene Katalyse</li> </ul>
<p>Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsverfahren</p>		
<p>Entwicklung von Kriterien zum Autokauf in Bezug auf verschiedene Treibstoffe (Wasserstoff, Erdgas, Autogas, Benzin und Diesel)</p> <p>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</p> <p>Wasserstoff als Autoantrieb: Verbrennungsreaktion in der Brennstoffzelle (Erarbeitung der heterogenen Katalyse); Aufbau der PEM Brennstoffzelle</p> <p>Schülerversuch: Bestimmung des energetischen Wirkungsgrads der PEM-Brennstoffzelle</p> <p>Versuch: Elektrolyse von Wasser zur Gewinnung von Wasserstoff (energetische und stoffliche Betrachtung)</p> <p>Podiumsdiskussion zum Einsatz der verschiedenen Energieträger im Auto mit Blick auf eine 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)</p>		
<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen</p>		

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen und möglicher Zellspannungen (S10, S12, K9),
- erklären am Beispiel einer Brennstoffzelle die Funktion der heterogenen Katalyse unter Verwendung geeigneter Medien (S8, S12, K11), (MKR 1.2)
- erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S12, K8),
- interpretieren energetische Erscheinungen bei Redoxreaktionen als Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit (S3, E11),
- ermitteln auch rechnerisch die Standardreaktionsenthalpien ausgewählter Redoxreaktionen unter Anwendung des Satzes von Hess (E4, E7, S17, K2),
- bewerten die Verbrennung fossiler Energieträger und elektrochemische Energiewandler hinsichtlich Effizienz und Nachhaltigkeit auch mithilfe von recherchierten thermodynamischen Daten (B2, B4, E8, K3, K12), (VB D Z1, Z3)

Q1 GK 5. Unterrichtsvorhaben

<p>Unterrichtsvorhaben V</p> <p><b>Korrosion von Metallen</b></p> <p><i>Wie kann man Metalle vor Korrosion schützen?</i></p> <p>Stundenumfang: 8 Std.</p>	<p>3. Inhaltsfeld</p> <p>Elektrochemische Prozesse und Energetik</p>	<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>- Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung</li> <li>- Elektrolyse</li> <li>- alternative Energieträger</li> <li>- Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz</li> <li>- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, heterogene Katalyse</li> </ul>
---	--	---

Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsverfahren

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

#### Konkretisierte Kompetenzerwartungen

- 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)

# Schulcurriculum Chemie Qualifikationsphase II

## Grundkurs

Q2 GK 6. Unterrichtsvorhaben		
<p>Unterrichtsvorhaben VI</p> <p><b>Vom Erdöl zur Plastiktüte</b></p> <p><i>Wie lässt sich Polyethylen aus Erdöl herstellen?</i></p> <p><i>Wie werden Polyethylen-Abfälle entsorgt?</i></p> <p>Stundenumfang: 30 Std.</p>	<p>4. Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</p> <p>5. Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe</p>	<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe</li> <li>- Alkene, Alkine, Halogenalkane Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>- Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie) inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>- Naturstoffe: Fette</li> <li>- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition Estersynthese: Homogene Katalyse, Prinzip von Le Chatelier</li> <li>- Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere)</li> <li>- Kunststoffsynthese: Verknüpfung</li> </ul>
<p>Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsverfahren</p>		

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  
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)

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

## Die Schülerinnen und Schüler

- 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 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).

Q1 GK 7. Unterrichtsvorhaben

<p>Unterrichtsvorhaben VII</p> <p><b>Kunststoffe – Werkstoffe für viele Anwendungsprodukte</b></p> <p><i>Welche besonderen Eigenschaften haben Kunststoffe?</i></p> <p><i>Wie lassen sich Kunststoff mit gewünschten Eigenschaften herstellen?</i></p> <p>Stundenumfang: 20 Std.</p>	<p>4. Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</p> <p>5. Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe</p>	<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe</li> <li>- Alkene, Alkine, Halogenalkane Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>- Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie) inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>- Naturstoffe: Fette</li> <li>- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition</li> <li>- Estersynthese: Homogene Katalyse, Prinzip von Le Chatelier</li> <li>- Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere)</li> <li>- Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation</li> <li>- Rohstoffgewinnung und -verarbeitung</li> <li>- Recycling: Kunststoffverwertung</li> </ul>
<p>Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsverfahren</p>		

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 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)

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

## Die Schülerinnen und Schüler

- 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 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).

Q2 GK 8. Unterrichtsvorhaben

<p>Unterrichtsvorhaben VIII</p> <p><b>Ester in Lebensmitteln und Kosmetikartikeln</b></p> <p><i>Welche Fette sind in Lebensmitteln enthalten?</i></p> <p><i>Wie werden Ester in Kosmetikartikeln hergestellt?</i></p> <p>Stundenumfang: 20 Std.</p>	<p>4. Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</p>	<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe</li> <li>- Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>- Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie (cis-trans-Isomerie) inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>- Naturstoffe: Fette</li> <li>- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition</li> <li>- Estersynthese: Homogene Katalyse, Prinzip von Le Chatelier</li> </ul>
<p>Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsverfahren</p>		

Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der Eigenschaften von ausgewählten fett- und ölhaltigen Lebensmitteln:

- Aufbau und Eigenschaften (Löslichkeit) von gesättigten und ungesättigten Fetten
- Experimentelle Unterscheidung von gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (Jodzahl)
- Fetthärtung: Hydrierung von Fettsäuren (z. B. Demonstrationsversuch Hydrierung von Olivenöl mit Nickelkatalysator) und Wiederholung von Redoxreaktionen

Materialgestützte Bewertung der Qualität von verarbeiteten Fetten auch 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)

#### Konkretisierte Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler

- erläutern den Aufbau und die Eigenschaften von gesättigten und ungesättigten Fetten (S1, S11, S13),
- erklären Redoxreaktionen in organischen Synthesewegen unter Berücksichtigung der Oxidationszahlen (S3, S11, S16),
- erklären die Estersynthese aus Alkanolen und Carbonsäuren unter Berücksichtigung der Katalyse (S4, S8, S9, K7),
- schließen mithilfe von spezifischen Nachweisen der Reaktionsprodukte (Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen, Carbonyl- und Carboxy-Gruppe) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10),
- erläutern die Planung und Durchführung einer Estersynthese in Bezug auf die Optimierung der Ausbeute auf der Grundlage des Prinzips von Le Chatelier (E4, E5, 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).

# Schulcurriculum Chemie Qualifikationsphase I

## Leistungskurs

Q1 LK 1. Unterrichtsvorhaben		
<p>Unterrichtsvorhaben I</p> <p><b>Saure und basische Reiniger im Haushalt</b></p> <p><i>Welche Wirkung haben Säuren und Basen in sauren und basischen Reinigern?</i></p> <p><i>Wie lässt sich die unterschiedliche Reaktionsgeschwindigkeit der Reaktionen Essigsäure mit Kalk und Salzsäure mit Kalk erklären?</i></p> <p><i>Wie lassen sich die Konzentrationen von starken und schwachen Säuren und Basen in sauren und alkalischen Reinigern bestimmen?</i></p> <p><i>Wie lassen sich saure und alkalische Lösungen entsorgen?</i></p> <p>Stundenumfang: 40 Std.</p>	<p>2. Inhaltsfeld</p> <p>Säuren, Basen und analytische Verfahren</p>	<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure- / Base-Konstanten (<math>K_S</math>, <math>pK_S</math>, <math>K_B</math>, <math>pK_B</math>), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (<math>K_c</math>), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen, Puffersysteme</li> <li>- Löslichkeitsgleichgewichte</li> <li>- analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve), potentiometrische pH-Wert-Messung</li> <li>- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Lösungsenthalpie, Kalorimetrie</li> <li>- Entropie</li> <li>- Ionengitter, Ionenbindung</li> </ul>
<p>Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsverfahren</p>		

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 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 pKS-Werts von schwachen Säuren

Ableitung des pKB-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

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

## Die Schülerinnen und Schüler

- 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 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 pKS/pKB-Wert von Säuren und Basen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes ab und berechnen diese (S7, S17),
- interpretieren die Gleichgewichtslage von Protolysereaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und die daraus resultierenden Säure-/Base-Konstanten (S2, S7),
- berechnen pH-Werte wässriger Lösungen von Säuren und Basen auch bei nicht vollständiger Protolyse (S17),
- definieren den Begriff der Reaktionsenthalpie und grenzen diesen von der inneren Energie ab (S3),
- 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 pKS/pKB-Wert von Säuren und Basen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes ab und berechnen diese (S7, S17),
- interpretieren die Gleichgewichtslage von Protolysereaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und die daraus resultierenden Säure-/Base-Konstanten (S2, S7),
- berechnen pH-Werte wässriger Lösungen von Säuren und Basen auch bei nicht vollständiger Protolyse (S17),
- definieren den Begriff der 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).

Q1 LK 2. Unterrichtsvorhaben

<p>Unterrichtsvorhaben II</p> <p><b>Salze – hilfreich und lebensnotwendig!</b></p> <p><i>Welche Stoffeigenschaften sind verantwortlich für die vielfältige Nutzung verschiedener Salze?</i></p> <p><i>Lässt sich die Lösungswärme von Salzen sinnvoll nutzen?</i></p> <p><i>Welche Bedeutung haben Salze für den menschlichen Körper?</i></p> <p>Stundenumfang: 26 Std.</p>	<p>2. Inhaltsfeld</p> <p>Säuren, Basen und analytische Verfahren</p>	<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure- / Base-Konstanten (<math>K_S</math>, <math>pK_S</math>, <math>K_B</math>, <math>pK_B</math>), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (<math>K_c</math>), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen, Puffersysteme</li> <li>- Löslichkeitsgleichgewichte</li> <li>- analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve), potentiometrische pH-Wert-Messung</li> <li>- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Lösungsenthalpie, Kalorimetrie</li> <li>- Entropie</li> <li>- Ionengitter, Ionenbindung</li> </ul>
<p>Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsverfahren</p>		

Einstiegsdiagnose 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

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)

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

### Die Schülerinnen und Schüler

- 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 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)

Q1 LK 3. Unterrichtsvorhaben

<p>Unterrichtsvorhaben III</p> <p><b>Mobile Energieträger im Vergleich</b></p> <p><i>Welche Faktoren bestimmen die Spannung und die Stromstärke zwischen verschiedenen Redoxsystemen?</i></p> <p><i>Wie sind Batterien und Akkumulatoren aufgebaut?</i></p> <p><i>Wie kann die Leistung von Akkumulatoren berechnet und bewertet werden?</i></p> <p>Stundenumfang: 24 Std.</p>	<p>3. Inhaltsfeld</p> <p>Elektrochemische Prozesse und Energetik</p>	<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>- galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung)</li> <li>- Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung)</li> <li>- Redoxtitration</li> <li>- alternative Energieträger</li> <li>- Energiespeicherung</li> <li>- Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz</li> <li>- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse</li> </ul>
<p>Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsverfahren</p>		

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 Akkumulatoren für verschiedene Einsatzgebiete; Diskussion des Einsatzes mit Blick auf nachhaltiges Handeln (Kriterienentwicklung)

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

## Die Schülerinnen und Schüler

- 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 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, , E12, K8). (VB D Z1, Z3)

Q1 LK 4. Unterrichtsvorhaben

<p>Unterrichtsvorhaben IV</p> <p><b>Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft?</b></p> <p><i>Wie viel Energie wird bei der Verbrennungsreaktion verschiedener Energieträger freigesetzt?</i></p> <p><i>Wie funktioniert die Wasserstoffverbrennung in der Brennstoffzelle?</i></p> <p><i>Wie beeinflussen Temperatur und Elektrodenmaterial die Leistung eines Akkus?</i></p> <p>Stundenumfang: 30 Std.</p>	<p>3. Inhaltsfeld</p> <p>Elektrochemische Prozesse und Energetik</p>	<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>- galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung)</li> <li>- Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung)</li> <li>- Redoxtitration</li> <li>- alternative Energieträger</li> <li>- Energiespeicherung</li> <li>- Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz</li> <li>- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz und Zweiter der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse</li> </ul>
<p>Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsverfahren</p>		

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 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).

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

## Die Schülerinnen und Schüler

- 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 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). (VBD Z1, Z3)

Q1 LK 5. Unterrichtsvorhaben

<p>Unterrichtsvorhaben V</p> <p><b>Korrosion von Metallen</b>  <i>Wie kann man Metalle vor Korrosion schützen?</i></p> <p>Stundenumfang: 12 Std.</p>	<p>3. Inhaltsfeld          Elektrochemische Prozesse und Energetik</p>	<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>- galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung)</li> <li>- Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung)</li> <li>- Redoxtitration</li> <li>- alternative Energieträger</li> <li>- Energiespeicherung</li> <li>- Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz</li> <li>- energetische Aspekte: Erster und Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse</li> </ul>
Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsverfahren		
<p>Erarbeitung einer Mindmap von Korrosionsfolgen anhand von Abbildungen, Materialproben, Informationen zu den Kosten und ökologischen Folgen</p> <p>Experimentelle Untersuchungen zur Säure- und Sauerstoffkorrosion, Bildung eines Lokalelements, Opferanode</p> <p>Experimente zu Korrosionsschutzmaßnahmen entwickeln und experimentell überprüfen (Opferanode, Galvanik mit Berechnung von abgeschiedener Masse und benötigter Ladungsmenge)</p> <p>Diskussion der Nachhaltigkeit verschiedener Korrosionsschutzmaßnahmen</p> <p>Lern-/Bewertungsaufgabe: Darstellung der elektrolytischen Metallgewinnungsmöglichkeiten und Berechnung der Ausbeute im Verhältnis der eingesetzten Energie</p>		
Konkretisierte Kompetenzerwartungen		

- berechnen Stoffumsätze unter Anwendung der Faraday-Gesetze (S3, S17),
- erklären die Herleitung elektrochemischer und thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten (Faraday, Nernst, Gibbs-Helmholtz) aus experimentellen Daten (E8, S17, K8),
- entwickeln Hypothesen zur Bildung von Lokalelementen als Grundlage von Korrosionsvorgängen und überprüfen diese experimentell (E1, E3, E5, S15),
- entwickeln ausgewählte Verfahren zum Korrosionsschutz (Galvanik, · Opferanode) und führen diese durch (E1, E4, E5, K13), (VB D Z3)
- diskutieren ökologische und ökonomische Aspekte der elektrolytischen Gewinnung eines Stoffes unter Berücksichtigung der Faraday-Gesetze (B10, B13, E8, K13), (VB D Z 3)
- beurteilen Folgen von Korrosionsvorgängen und adäquate Korrosionsschutzmaßnahmen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B12, B14, E1). (VB D Z3)

Q1 LK 6. Unterrichtsvorhaben

<p>Unterrichtsvorhaben VI</p> <p><b>Qualitative Analyse von Produkten des Alltags</b></p> <p><i>Wie hoch ist die Säurekonzentration in verschiedenen Lebensmitteln?</i></p> <p>Stundenumfang: 18 Std.</p>	<p>2. Inhaltsfeld Säuren, Basen und analytische Verfahren</p> <p>3. Inhaltsfeld Elektrochemische Prozesse und Energetik</p>	<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure- / Base-Konstanten (<math>K_S</math>, <math>pK_S</math>, <math>K_B</math>, <math>pK_B</math>), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (<math>K_c</math>), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von Säuren und Basen, Puffersysteme</li> <li>- Löslichkeitsgleichgewichte</li> <li>- analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen (mit Umschlagspunkt, mit Titrationskurve), potentiometrische pH-Wert-Messung</li> <li>- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Lösungsenthalpie, Kalorimetrie</li> <li>- Entropie</li> <li>- Ionengitter, Ionenbindung</li>   <li>- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</li> <li>- galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung, Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung)</li> <li>- Elektrolyse: Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung)</li> <li>- Redoxtitration</li> <li>- alternative Energieträger</li> <li>- Energiespeicherung</li> <li>- Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz</li> <li>- energetische Aspekte: Erster und Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse</li> </ul>
---	---	--

## Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsverfahren

Wiederholung der Konzentrationsbestimmung mittels Säure-Base-Titration mit Umschlagspunkt am Beispiel der Bestimmung des Essigsäuregehalts in Speiseessig

Bestimmung der Essigsäurekonzentration in Aceto Balsamico zur Einführung der potentiometrischen pH-Wert-Messung einschließlich der Ableitung und Berechnung von Titrationskurven

Aufbau und Funktionsweise einer pH-Elektrode (Nernst-Gleichung)

Anwendungsmöglichkeit der Nernst-Gleichung zur Bestimmung der Metallionenkonzentration

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 Redox Titration

Bewertungsaufgabe zur kritischen Reflexion zur Nutzung von Konservierungsmitteln bzw. Antioxidantien anhand erhobener Messdaten

## Konkretisierte Kompetenzerwartungen

- 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 Titrationskurven von ein- und mehrprotonigen Säuren aus und erläutern den Verlauf der Titrationskurven auch bei unvollständiger Protolyse (S9, E8, E10, K7),
- bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8), (VB B/D Z3)
- beurteilen verschiedene Säure-Base-Titrationsverfahren hinsichtlich ihrer Angemessenheit und Grenzen (B3, K8, K9),
- wenden das Verfahren der Redoxtitration zur Ermittlung der Konzentration eines Stoffes begründet an (E5, S3, K10).
- ermitteln die Ionenkonzentration von ausgewählten Metall- und Nichtmetallionen mithilfe der Nernst-Gleichung aus Messdaten galvanischer Zellen (E6, E8, S17, K5)

# Schulcurriculum Chemie Qualifikationsphase II

## Leistungskurs

Q2 LK 7. Unterrichtsvorhaben		
<p>Unterrichtsvorhaben VII</p> <p><b>Vom Erdöl zur Kunststoffverpackung</b></p> <p><i>Aus welchen Kunststoffen bestehen Verpackungsmaterialien und welche Eigenschaften haben diese Kunststoffe?</i></p> <p><i>Wie lässt sich Polyethylen aus Erdöl herstellen?</i></p> <p><i>Wie werden Verpackungsabfälle aus Kunststoff entsorgt?</i></p> <p>Stundenumfang: 44 Std.</p>	<p>4. Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</p> <p>5. Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe</p>	<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funktionelle funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe</li> <li>- Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>- Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems</li> <li>- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>- Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Mesomerie, Chiralität</li> <li>- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster und zweiter Ordnung, elektrophile Erstsitution, Kondensationsreaktion (Estersynthese)</li> <li>- Prinzip von Le Chatelier</li> <li>- Koordinative Bindung: Katalyse</li> <li>- Naturstoffe: Fette</li> <li>- Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung</li> <li>- Analytische Verfahren: Chromatografie</li> <li>- Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere)</li> <li>- Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation (Mechanismus der radikalischen Polymerisation)</li> <li>- Rohstoffgewinnung und -verarbeitung</li> <li>- Recycling: Kunststoffverwertung, Wertstoffkreisläufe</li> <li>- technisches Syntheseverfahren</li> <li>- Nanochemie: Nanomaterialien, Nanostrukturen, Oberflächeneigenschaften</li> </ul>

## Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsverfahren

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 (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

Abschließende Zusammenfassung: Erstellung eines Schaubildes oder Fließdiagramms über den Weg einer PE-Verpackung

(Plastiktüte) von der Herstellung aus Erdöl bis hin zur möglichen Verwertung

Recherche zu weiteren Kunststoff-Verpackungen (z. B. PS, PP, PVC) zur Erarbeitung von Stoffsteckbriefen und Experimenten zur Trennung von Verpackungsabfällen

Materialgestützte Bewertung der verschiedenen Verpackungskunststoffe z. B. nach der Warentest-Methode

## Konkretisierte Kompetenzerwartungen

## Die Schülerinnen und Schüler

- 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 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),

<p>Unterrichtsvorhaben VIII</p> <p><b>„InnoProducts“ – Werkstoffe nach Maß</b></p> <p><i>Wie werden Werkstoffe für funktionale Regenbekleidung hergestellt und welche besonderen Eigenschaften haben diese Werkstoffe?</i></p> <p><i>Welche besonderen Eigenschaften haben Werkstoffe aus Kunststoffen und Nanomaterialien und wie lassen sich diese Materialien herstellen?</i></p> <p><i>Welche Vor- und Nachteile haben Kunststoffe und Nanoprodukte mit spezifischen Eigenschaften?</i></p> <p>Stundenumfang: 34 Std.</p>	<p>4. Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</p> <p>5. Inhaltsfeld Moderne Werkstoffe</p>	<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe</li> <li>- Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>- Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems</li> <li>- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>- Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Mesomerie, Chiralität</li> <li>- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution</li> <li>- elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster und zweiter Ordnung, elektrophile Ersts substitution, Kondensationsreaktion (Estersynthese)</li> <li>- Prinzip von Le Chatelier</li> <li>- Koordinative Bindung: Katalyse</li> <li>- Naturstoffe: Fette</li> <li>- Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung</li> <li>- Analytische Verfahren: Chromatografie</li>   <li>- Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere)</li> <li>- Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation (Mechanismus der radikalischen Polymerisation)</li> <li>- Rohstoffgewinnung und -verarbeitung</li> <li>- Recycling: Kunststoffverwertung, Wertstoffkreisläufe</li> <li>- Technisches Syntheseverfahren</li> <li>- Nanochemie: Nanomaterialien, Nanostrukturen, Oberflächeneigenschaften</li> </ul>
---	---	---

## Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsverfahren

Anknüpfen 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

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

Konkretisierte Kompetenzerwartungen

## Die Schülerinnen und Schüler

- 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, 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),

Q2 LK 9. Unterrichtsvorhaben

<p>Unterrichtsvorhaben IX</p> <p><b>Ester in Lebensmitteln und Kosmetikartikeln</b></p> <p><i>Welche Fette sind in Lebensmitteln enthalten?</i></p> <p><i>Wie werden Ester in Kosmetikartikeln hergestellt?</i></p> <p>Stundenumfang: 20 Std.</p>	<p>4. Inhaltsfeld</p> <p>Reaktionswege der organischen Chemie</p>	<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe</li> <li>- Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>- Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems</li> <li>- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>- Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Mesomerie, Chiralität</li> <li>- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster und zweiter Ordnung, elektrophile Erstsitution, Kondensationsreaktion (Estersynthese)</li> <li>- Prinzip von Le Chatelier</li> <li>- Koordinative Bindung: Katalyse</li> <li>- Naturstoffe: Fette</li> <li>- Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung</li> <li>- Analytische Verfahren: Chromatografie</li> </ul>
<p>Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsverfahren</p>		

Materialgestützte Erarbeitung und experimentelle Untersuchung der Eigenschaften von ausgewählten fett- und ölhaltigen Lebensmitteln:

- Aufbau und Eigenschaften (Löslichkeit) von gesättigten und ungesättigten Fetten
- Experimentelle Unterscheidung von gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (Jodzahl)
- Fetthärtung: Hydrierung von Fettsäuren (z. B. Demonstrationsversuch Hydrierung von Olivenöl mit Nickelkatalysator) und Wiederholung von Redoxreaktionen

Materialgestützte Bewertung der Qualität von verarbeiteten Fetten auch in Bezug auf Ernährungsempfehlungen

Aufbau, Verwendung, Planung der Herstellung des Wachsesters 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 der tabellarischen Übersicht über die bisher erarbeiteten organischen Stoffklassen einschließlich entsprechender Nachweisreaktionen (siehe UV VI, VII)

#### Konkretisierte Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler

- 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),

<p>Unterrichtsvorhaben X</p> <p><b>Die Welt ist bunt</b></p> <p><i>Warum erscheinen uns einige organische Stoffe farbig?</i></p> <p>Stundenumfang: 16 Std.</p>	<p>4. Inhaltsfeld Reaktionswege der organischen Chemie</p>	<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe</li> <li>- Alkene, Alkine, Halogenalkane</li> <li>- Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems</li> <li>- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)</li> <li>- Konstitutionsisomerie und Stereoisomerie, Mesomerie, Chiralität</li> <li>- inter- und intramolekulare Wechselwirkungen</li> <li>- Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, nucleophile Substitution erster und zweiter Ordnung, elektrophile Ersts substitution, Kondensationsreaktion (Estersynthese)</li> <li>- Prinzip von Le Chatelier</li> <li>- Koordinative Bindung: Katalyse</li> <li>- Naturstoffe: Fette</li> <li>- Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung</li> <li>- Analytische Verfahren: Chromatografie</li> </ul>
<p>Grundgedanken zum geplanten Unterrichtsverfahren</p>		

## 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

## Konkretisierte Kompetenzerwartungen

### Die Schülerinnen und Schüler

- 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).