

Gymnasium der Stadt Kerpen- Europaschule

Schulinterner Lehrplan

(Stand 21.06.2021)

Chemie

Inhalt	Seite
1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit	3
1.1 Schulgelände	3
1.2 Außerschulische Partner und Exkursionen	3
1.3 Unterrichtsräume	3
1.4 Stundenverteilung	4
1.5 individuelle Förderung	4
1.6 Ansprechpartner	5
2 Entscheidungen zum Unterricht	6
2.1 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit	6
2.1.1 Überfachliche Grundsätze	6
2.1.2 Fachliche Grundsätze	6
2.2 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung	6
2.2.1 Leistungsrückmeldung und Beratung	6
2.2.2 Beurteilungsbereich: Sonstige Mitarbeit	6
2.2.3 Beurteilungsbereich: Klausuren	10
2.2.4 Abitur	11
2.3 Lehr- und Lernmittel	11
2.3.1 Chemiesammlung	11
2.3.2 Lehrwerk	11
3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen	12
3.1 Fortbildungskonzept	12
3.2 Vorbereitung auf die Erstellung der Facharbeit	12
3.3 Exkursionen	12
3.4 Qualitätssicherung und Evaluation	12
4 Unterrichtsvorhaben	13
4.1 Unterrichtsvorhaben in der Sek I	14
IF I: Stoffe und Stoffeigenschaften (Jgst. 07)	14
IF II: Chemische Reaktionen (Jgst. 07)	16
IF III: Verbrennung (Jgst. 07)	17
IF IV: Metalle und Metallgewinnung (Jgst. 07)	18
IF V: Elemente und ihre Ordnung I (Jgst. 08)	20
IF V: Elemente und ihre Ordnung II (Jgst. 09)	21
IF VI: Ionenbindung und Ionenkristalle (Jgst. 09)	21
IF VII: Elektronenübertragungsreaktionen (Jgst. 09)	22
IF VIII: Molekülverbindungen (Jgst. 10)	23
IF IX: Saure und alkalische Lösungen (Jgst. 10)	25

IF X: Organische Chemie (Jgst. 10)	26
4.2 Unterrichtsvorhaben in der Sek II	29
IF I: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen (Jgst. 11)	29
IF II: Säuren, Basen und analytische Verfahren (Jgst. 12)	34
IF III: Elektrochemie (Jgst. 12)	36
IF IV: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe (Jgst. 13)	39
5 Übersicht über die Kompetenzerwartungen	45
5.1 Übergeordnete Kompetenzerwartungen in der SI	45
5.2 Überblick über die Unterrichtsvorhaben in der SII	47
5.2.1 Überblick über die Unterrichtsvorhaben der EF (Jgst. 11)	47
5.2.2 Überblick über die Unterrichtsvorhaben der Q1 (Jgst. 12)	48
5.3 Konkretisierte Kompetenzerwartungen	49

1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

Der Chemieunterricht soll das Interesse an naturwissenschaftlichen Fragestellungen wecken und die Grundlage für das Lernen in Studium und Beruf in diesem Bereich vermitteln. Dabei werden fachlich fundierte Kenntnisse erworben, die die Basis zur Bildung eigener Standpunkte und verantwortlicher Handlungsentscheidungen bilden. Hervorzuheben ist hierbei der Aspekt der Nachhaltigkeit. Es ist uns zudem ein besonderes Anliegen im Unterricht an geeigneten Stellen auf mögliche Berufsfelder hinzuweisen und diese kritisch zu diskutieren. In diesem Curriculum wird dies exemplarisch an einigen Beispielen aufgezeigt.

In nahezu allen Unterrichtsvorhaben wird den Schülerinnen und Schülern die Möglichkeit gegeben, Schülerexperimente durchzuführen. Von vielen Kolleginnen und Kollegen werden kooperative, die Selbstständigkeit des Lerners fördernde Unterrichtsformen genutzt, sodass ein individualisiertes Lernen unterstützt wird. Die Einführung und Fortführung spezifischer Methoden erfolgt gemäß dem schulinternen fächerübergreifenden Methodencurriculum und ist daher hier nicht explizit aufgeführt.

Das Gymnasium Kerpen wurde im November 2013 von den Initiativen der deutschen Wirtschaft „MINT Zukunft schaffen“ als „**MINT freundliche Schule**“ ausgezeichnet. Seit November 2017 hält sie die Anwartschaft auf die Auszeichnung MINT-EC-Schule.

In Bezug auf den im Schulkonzept verankerten Leitgedanken der Nachhaltigkeit, nimmt die Schule an verschiedenen Energiesparprogrammen der Stadt und am Aktionstag „Kerpen soll sauber bleiben“ teil, deren Organisation hauptverantwortlich bei den Fachschaften Biologie und Physik liegt.

1.1 Schulgelände

Das Gymnasium der Stadt Kerpen - Europaschule liegt am Rande des Stadtzentrums. Die Schule und deren Umfeld bieten vielfältige Möglichkeiten im Rahmen des Unterrichts, einer Facharbeit oder eines außerunterrichtlichen Projektes das Schulgelände und die nähere Umgebung zu erforschen. Auf dem Schulgelände finden sich z.B.:

1.2 Außerschulische Partner und Exkursionen

Die Schule bezieht außerschulische Lernorte und Partner in die Unterrichtsgestaltung ein:

- Exkursion der 7. Klassen zum „Odysseum“ in Köln im Rahmen der naturwissenschaftlichen Projektwoche (s.u.) statt.

1.3 Unterrichtsräume

Die drei vorhandenen **Chemiefachräume** wurden in den vergangenen Jahren vollständig renoviert. Entsprechend den sicherheitstechnischen und methodischen Anforderungen an naturwissenschaftliche Unterrichtsräume sind sie mit Energiesäulen, Experimentaltischen und Smartboards, fest installiertem Computer und Internetzugang ausgestattet. Zusätzlich verfügt die Fachgruppe Biologie über eine mobile Laptop-Beamer-Einheit. Die Fachräume werden für Ferienkurse der Hochbegabtenstiftung genutzt, die zum Teil von Kolleginnen und Kollegen angeboten werden.

Zur Mitnutzung innerhalb der Schulgemeinschaft stehen zur Verfügung:

- sechs Computer-Räume mit jeweils 16 Schülerrechner, einer davon im naturwissenschaftlichen Trakt neben den Biologiefachräumen.
- Selbstlernzentrum der Oberstufe in der Bibliothek mit 18 Computern
- acht weitere Computerarbeitsplätze in der Bibliothek
- ein Klassensatz i-Pads
- 4 Kisten á 10 i-Pads

Alle PC-Arbeitsplätze sind seit 2010 miteinander im „Schulnetzwerk Europa“ vernetzt, welches nach dem Prinzip „Schulgerechter Netzwerke“(SGNW) konfiguriert ist. Jeder Lehrer und jeder Schüler hat ein eigenes Benutzerkonto und einen persönlichen Datenbereich, der schulintern von jedem Arbeitsplatz aus erreichbar ist und daher ein effektives Arbeiten mit neuen Medien ermöglicht. Entsprechende Lernsoftware (z.B. zur Gentechnik) ist im Klassensatz angeschafft worden.

1.4 Stundenverteilung

Das Fach Chemie ist in der Einführungsphase (Jgst. 11) in der Regel mit zwei bis drei Grundkursen vertreten. In der Qualifikationsphase (Jgst. 12/13) können auf Grund der Schülerwahlen immer mindestens ein Grundkurs und meist ein Leistungskurs fortgeführt werden.

Die Verteilung der Wochenstundenzahlen in der Sekundarstufe I und II ist wie folgt:

Jg.	Fachunterricht in der Erprobungsstufe
5	---
6	---
Fachunterricht in der Mittelstufe	
7	CH (3)
8	CH (1)
9	CH (2)
10	CH (2)
Fachunterricht in Oberstufe	
11	CH (3)
12	CH (GK3 / LK5)
13	CH (GK3 / LK5)

Der Unterricht an der Schule wird in der Regel in **Doppelstunden** erteilt, was zusammen mit der guten Ausstattung der Sammlung und Fachräume experimentellen Unterricht erleichtert.

1.5 individuelle Förderung

Über den eigentlichen Fachunterricht hinaus, erhalten die Schülerinnen und Schüler ein vielfältiges Angebot zur individuellen Förderung:

In der Sek. I können verschiedene Wahlpflichtkurse im Bereich MINT belegt werden:

- Biologie/Erdkunde mit Schwerpunkt Umwelt
- Biologie/Chemie
- Physikalisch-Technische Informatik
- Mathematisch-Naturwissenschaftliche Informatik
- Fahrzeug-Technik

Zudem finden regelmäßig jahrgangsübergreifende Projekte bzw. Arbeitsgemeinschaften statt:

- MINT-Tag für die Jahrgangsstufe 6: Durchführung und Präsentation praxisbezogener Projekte.
- NW-Projektwoche der Jahrgangsstufe 7: „Ein Forschungsprojekt planen, durchführen und auswerten“ - Nachvollzug des naturwissenschaftlichen Wegs der Erkenntnisgewinnung an selbst gewählten Projekten.

Besonders interessierte und leistungsstarke Schülerinnen und Schüler haben die Möglichkeit im Rahmen einer jahrgangsstufenübergreifenden AG an folgenden Wettbewerben teilzunehmen:

- Chem-pions
- Schüler experimentieren
- Jugend forscht
- Chemie-Olympiade

Ebenso existieren zusätzliche Förderangebote für leistungsschwächere Schüler im Rahmen des Unterrichts durch binnendifferenzierende Maßnahmen, z.B. leistungsdifferenzierte Aufgabenstellungen und gestufte Hilfen. Zudem können Unterrichtsinhalte im Rahmen des workshops materialgestützt aufgearbeitet werden.

1.6 Ansprechpartner

- Fachvorsitz Chemie: Frau Schreiner, Herr Glasmacher (Vertreter)
- Sammlungsleitung: Frau Zuber
- Sicherheitsbeauftragter: Herr Glasmacher
- MINT-EC-Zertifikat: Frau Skiba

2 Entscheidungen zum Unterricht

2.1 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

In Absprache mit der Lehrerkonferenz sowie unter Berücksichtigung des Schulprogramms hat die Fachkonferenz Chemie die folgenden fachmethodischen und fachdidaktischen Grundsätze beschlossen. In diesem Zusammenhang beziehen sich die Grundsätze 1 bis 5 auf fächerübergreifende Aspekte, die auch Gegenstand der Qualitätsanalyse sind, die Grundsätze 6 bis 16 sind fachspezifisch angelegt.

2.1.1 Überfachliche Grundsätze

Der Unterricht

- 1) fördert und fordert eine aktive Teilnahme der Lerner.
- 2) fördert die Zusammenarbeit zwischen den Lernenden und bietet ihnen Möglichkeiten zu eigenen Lösungen.
- 3) gibt den Lernern Gelegenheit zu selbstständiger Arbeit und unterstützt dabei.
- 4) fördert strukturierte und funktionale Einzel-, Partner- bzw. Gruppenarbeit sowie Arbeit in kooperativen Lernformen.
- 5) fördert strukturierte und funktionale Arbeit im Plenum.

2.1.2 Fachliche Grundsätze

Der Chemieunterricht

- 1) orientiert sich an den im gültigen Kernlehrplan ausgewiesenen, obligatorischen Kompetenzen.
- 2) ist problemorientiert und an Unterrichtsvorhaben und Kontexten ausgerichtet.
- 3) ist kumulativ, d.h. er knüpft an die Vorerfahrungen und das Vorwissen der Lernenden an und ermöglicht das Erlernen von neuen Kompetenzen.
- 4) fördert vernetzendes Denken und zeigt dazu eine über die verschiedenen Organisationsebenen bestehende Vernetzung von biologischen Konzepten und Prinzipien mithilfe von Basiskonzepten auf.
- 5) folgt dem Prinzip der Exemplarizität und gibt den Lernenden die Gelegenheit, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten möglichst anschaulich in den ausgewählten Problemen zu erkennen.
- 6) ist in seinen Anforderungen und im Hinblick auf die zu erreichenden Kompetenzen für die Lerner transparent.

2.2 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Auf der Grundlage von § 48 SchulG, § 13 APO-GOST sowie Kapitel 3 des Kernlehrplans Biologie hat die Fachkonferenz im Einklang mit dem entsprechenden schulbezogenen Konzept die nachfolgenden Grundsätze zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung beschlossen. Die Beurteilungsbereiche Sonstige Mitarbeit und Klausuren fließen zu je 50% in die Endnote ein.

2.2.1 Leistungsrückmeldung und Beratung

Für Präsentationen, Arbeitsprotokolle, Dokumentationen und andere Lernprodukte der sonstigen Mitarbeit erfolgt eine Leistungsrückmeldung, bei der inhalts- und darstellungsbezogene Kriterien angesprochen werden. Hier werden sowohl zentrale Stärken als auch Optimierungsperspektiven für jede Schülerin bzw. jeden Schüler hervorgehoben. Nach jedem Inhaltsfeld werden unterschiedliche diagnostische Verfahren zur Reflektion und Selbsteinschätzung eingesetzt. Dem Schüler wird so über eine wertungsfreie Diagnose eine Rückmeldung über seinen Lernprozess gegeben.

2.2.2 Beurteilungsbereich: Sonstige Mitarbeit

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

- Verfügbarkeit biologischen Grundwissens
- Sicherheit und Richtigkeit in der Verwendung der biologischen Fachsprache
- Sicherheit, Eigenständigkeit und Kreativität beim Anwenden fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen (z. B. beim Aufstellen von Hypothesen, bei Planung und Durchführung von Experimenten, beim Umgang mit Modellen, ...)

- Zielgerichtetheit bei der themenbezogenen Auswahl von Informationen und Sorgfalt und Sachrichtigkeit beim Belegen von Quellen
- Sauberkeit, Vollständigkeit und Übersichtlichkeit der Unterrichtsdokumentation, ggf. Portfolio
- Sachrichtigkeit, Klarheit, Strukturiertheit, Fokussierung, Ziel- und Adressatenbezogenheit in mündlichen und schriftlichen Darstellungsformen, auch mediengestützt
- Sachbezogenheit, Fachrichtigkeit sowie Differenziertheit in verschiedenen Kommunikationssituation (z. B. Informationsaustausch, Diskussion, Feedback, ...)
- Reflexions- und Kritikfähigkeit
- Schlüssigkeit und Differenziertheit der Werturteile, auch bei Perspektivwechsel
- Fundiertheit und Eigenständigkeit der Entscheidungsfindung in Dilemmasituationen

In der Sek I sind maximal 2 schriftliche Leistungsüberprüfungen von je ca. 20min. pro Halbjahr angedacht, die sich inhaltlich maximal auf die 2-3 vorangegangenen Unterrichtsblöcke beziehen. Sie werden gewichtet wie die Mitarbeit von jeweils 2-3 Unterrichtsblöcken. Dieselbe Gewichtung erfolgt bei der Anfertigung von Präsentationen wie Referaten, Plakaten u.s.w..

Das nachgenannte Leistungskonzept bezieht sich maßgeblich auf Vorarbeiten des Ernst-Mach-Gymnasiums in Hürth:

Beurteilungsbereich Unterrichtsgespräch:

Kriterien	Berücksichtigung der Kriterien / Notenbereiche
<ul style="list-style-type: none"> • dem Unterricht aufmerksam folgen • bereit sein, auf Fragestellungen einzugehen • Fachkenntnisse und -methoden sachgerecht einbringen • Ergebnisse zusammenfassen • Beiträge strukturieren und präzise formulieren • sinnvolle Beiträge zu schwierigen und komplexen Fragestellungen erbringen • problemorientierte Fragestellungen entwickeln • den eigenen Standpunkt begründen, zur Kritik stellen und ggf. korrigieren • Beiträge und Fragestellungen anderer aufgreifen, prüfen, fortsetzen und vertiefen • Ergebnisse reflektieren und eine Standortbestimmung vornehmen 	<p><i>Gering: ausreichend</i></p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p><i>In hohem Maße: gut bis sehr gut</i></p>

Beurteilungsbereich Partner-/Gruppenarbeit:

Kriterien	Berücksichtigung der Kriterien / Notenbereiche
<ul style="list-style-type: none"> • Beiträge aufmerksam und aufgeschlossen anhören • Kommunikationsregeln anwenden und einhalten • im Rahmen der zur Verfügung gestellten Unterrichtszeit effizient arbeiten • Beiträge anderer würdigen und im Hinblick auf die Aufgabenstellung nutzen • Fragen und Problemstellungen erfassen • sich an Planung, Arbeitsprozess und Ergebnisfindung aktiv beteiligen • fachspezifische Kenntnisse und Methoden anwenden 	<p><i>Gering: ausreichend</i></p> <p style="text-align: center;">↓</p>

<ul style="list-style-type: none"> • geeignete Präsentationsformen wählen • selbstständig Fragen. und Problemstellungen entwickeln • Arbeitswege, Organisation und Steuerung selbstständig planen 	<i>In hohem Maße: gut bis sehr gut</i>
--	--

Beurteilungsbereich Mappen/Protokolle

Kriterien	Berücksichtigung der Kriterien / Notenbereiche
<p>Mappen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vollständigkeit • Ordnung (Deckblatt, Inhaltsverzeichnis, Arbeitsblätter, Mitschriften, Datum), Sorgfalt (Schriftbild, Übersichtlichkeit, Sauberkeit) • vollständig bearbeitete und korrekt ausgefüllt Arbeitsblätter • kreative Ausgestaltung • sinnvolle eigene Beiträge <p>Protokolle</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vollständigkeit • sachliche Richtigkeit • sachlogische Abfolge • strukturierte und sprachlich angemessene Darstellungsform 	<p><i>Gering: ausreichend</i></p> <p>↓</p> <p><i>In hohem Maße: gut bis sehr gut</i></p>

Referate / Präsentationen (Plakate, Power-Point-Präsentationen etc.)

	<i>Positiv</i>	<i>Negativ</i>
Vortragsform	<ul style="list-style-type: none"> • weitgehend freier Vortrag • Verwendung eigener Formulierungen • Erklärung von Fachausdrücken • (Blick-) Kontakt mit den Zuhörern • deutliche, klare Aussprache 	<ul style="list-style-type: none"> • vollständiges Ablesen vom Manuskript • Benutzung von Fachausdrücken ohne angemessene Erklärungen • lehrerfixiert • zu leise, undeutliche Aussprache
Aufbau / Visualisierung	<ul style="list-style-type: none"> • klare Gliederung der Gesichtspunkte • sinnvoller Einsatz von Medien und Erläuterung derselben (Bilder, Karten, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • weniger sollvolle Aneinanderreihung der Aspekte / kaum erkennbare Logik • überflüssiger / kein Medieneinsatz, nur verbaler Vortrag
Sachliche Richtigkeit und Vollständigkeit	<ul style="list-style-type: none"> • Analyse und Darstellung der Zusammenhänge vollständig • Thema gut recherchiert bzw. vollständig aufgearbeitet • gutes Hintergrundwissen 	<ul style="list-style-type: none"> • Lücken in der Darstellung, fehlende Zusammenhänge • fehlende thematische Aspekte • kaum Hintergrundwissen
Zusammenfassung	<ul style="list-style-type: none"> • Wiederholung der wichtigsten Aspekte und Kernaussagen 	<ul style="list-style-type: none"> • keine Zusammenfassung
Rückkopplung	<ul style="list-style-type: none"> • Interaktion mit der Lerngruppe, z.B. Vermutungen äußern, Fragen aus der Lerngruppe zum Schluss des Referates, Bilder kommentieren lassen 	<ul style="list-style-type: none"> • keine Interaktion mit der Lerngruppe, z.B. keine Fragen, keine Rückkopplung
Thesenpapier	<ul style="list-style-type: none"> • optisch gute Aufbereitung 	<ul style="list-style-type: none"> • nur Fließ-/Text

	<ul style="list-style-type: none"> • leichte und schnelle Erfassbarkeit wesentlicher thematischer Aspekte 	<ul style="list-style-type: none"> • keine Übersichtlichkeit
Einhalten von Vorgaben	<ul style="list-style-type: none"> • termingerechte Fertigstellung • Präsentation zum vereinbarten Zeitpunkt • Einhaltung von Zeitvorgaben bzgl. der Vortragsdauer 	<ul style="list-style-type: none"> • keine Einhaltung von terminlichen und zeitlichen Vorgaben

2.2.3 Beurteilungsbereich: Klausuren

Die Teilaufgaben der Klausuren sind inhaltlich nach Möglichkeit den in den jeweiligen Halbjahren behandelten Inhaltsfeldern zugeordnet. In Einzelfällen kann eine der Teilaufgaben auch aus dem jeweils vorhergehenden Inhaltsfeld stammen.

- **Einführungsphase:** jeweils eine Klausur pro Halbjahr (je 90 Minuten).
- **Qualifikationsphase 1:** zwei Klausuren (je 90 Minuten im GK und je 135 Minuten im LK), wobei die erste Klausur im 1. Halbjahr durch eine Facharbeit ersetzt werden kann bzw. muss.
- **Qualifikationsphase 2.1:** zwei Klausuren (je 135 Minuten im GK und je 180 Minuten im LK).
- **Qualifikationsphase 2.2:** eine Klausur, die – was den formalen Rahmen angeht – unter Abiturbedingungen geschrieben wird.

Die Leistungsbewertung in den Klausuren wird mit Blick auf die schriftliche Abiturprüfung mit Hilfe eines Kriterienrasters („Erwartungshorizont“) durchgeführt, welches neben den inhaltsbezogenen Teilleistungen auch darstellungsbezogene Leistungen ausweist. Dieses Kriterienraster wird individuell erstellt und kann von Schülerinnen und Schülern eingesehen werden.

Die Anforderungsbereiche sowie der Darstellungsleistung werden wie folgt gewichtet:

AFBI ~30%
AFB II ~45%
AFB III ~15%
Darstellungsleistung ~10%

Konkret kann bei der Leistungsbewertung eine Punkvergabe wie folgt aussehen:

				Bsp.	Σ
Teilaufgabe 1	Inhaltliche Leistung	AFB I	15%	18 Punkte	54 Punkte
		AFB II	22,5%	27 Punkte	
		AFB III	7,5%	9 Punkte	
	Darstellungsleistung			5%	6 Punkte
Teilaufgabe 2	Inhaltliche Leistung	AFB I	15%	18 Punkte	54 Punkte
		AFB II	22,5%	27 Punkte	
		AFB III	7,5%	9 Punkte	
	Darstellungsleistung			5%	6 Punkte

Die Notenverteilung ergibt sich wie folgt:

0%	6
18%	5-
30%	5
35%	5+
40%	4-
45%	4
50%	4+
55%	3-
60%	3
65%	3+
70%	2-
75%	2
80%	2+
85%	1-
90%	1
95%	1+

Es werden einheitlich die vom Schulministerium für das Fach Chemie vorgegebenen Korrekturzeichen verwendet.

Zum Zwecke der Standardsicherung soll die Konzeption, Korrektur und Bewertung von Klausuren in der Oberstufe innerhalb der Chemie-Fachschaft exemplarisch nach dem kontrollierenden Vier-Augen-Prinzip erfolgen. Es besteht die Möglichkeit Parallelarbeiten zu schreiben.

Die Schülerinnen und Schüler werden zu Beginn eines jeden Schuljahres über die Gewichtung der Anforderungsbereiche sowie die Notenverteilung informiert.

2.2.4 Abitur

Für jede mündliche Abiturprüfung (im 4. Fach oder bei Abweichungs- bzw. Bestehensprüfungen im 1. bis 3. Fach) wird der Prüfungskommission vom Prüfer ein Kriterienraster für den ersten und zweiten Prüfungsteil vorgelegt, aus dem auch deutlich die Kriterien für eine gute und eine ausreichende Leistung hervorgehen.

2.3 Lehr- und Lernmittel

2.3.1 Chemiesammlung

2.3.2 Lehrwerk

Als Lehrwerk ist in allen Jahrgangsstufen durchgehend das Buch „.....“ eingeführt. Die in den einzelnen Jahrgangsstufen genutzten Auflagen sind:

- Jahrgangsstufe 7: Natura 1 – Biologie für Gymnasien NRW, 1. Auflage 2009

3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen

Die Fachkonferenz Chemie hat sich im Rahmen des Schulprogramms für folgende zentrale Schwerpunkte entschieden:

3.1 Fortbildungskonzept

Die im Fach Chemie in der gymnasialen Oberstufe unterrichtenden Kolleginnen und Kollegen nehmen nach Möglichkeit regelmäßig an Fortbildungsveranstaltungen der umliegenden Universitäten oder der Bezirksregierungen bzw. der Kompetenzteams und des Landesinstitutes QUALIS teil. Die dort bereitgestellten oder entwickelten Materialien werden von den Kolleginnen und Kollegen in den Fachkonferenzsitzungen vorgestellt und der Chemiesammlung zum Einsatz im Unterricht bereitgestellt.

3.2 Vorbereitung auf die Erstellung der Facharbeit

Um eine einheitliche Grundlage für die Erstellung und Bewertung der Facharbeiten in der Jahrgangsstufe Q1 zu gewährleisten, findet am Gymnasium Kerpen im Vorfeld des Bearbeitungszeitraums während der „Wanderwoche“ eine fachübergreifende Informationsveranstaltung statt. Das Gymnasium Kerpen hat schulinterne Richtlinien für die Erstellung und Bewertung einer naturwissenschaftlichen Arbeit angefertigt, die die unterschiedlichen Arbeitsweisen im naturwissenschaftlichen Fachbereich berücksichtigen.

3.3 Exkursionen

3.4 Qualitätssicherung und Evaluation

Das schulinterne Curriculum stellt keine starre Größe dar, sondern ist als „lebendes Dokument“ zu betrachten. Dementsprechend werden die Inhalte stetig überprüft, um ggf. Modifikationen vornehmen zu können. Die Fachkonferenz trägt durch diesen Prozess zur Qualitätsentwicklung und damit zur Qualitätssicherung des Faches Chemie bei.

Der Prüfmodus erfolgt jährlich. Am Ende des Schuljahres werden die Erfahrungen des vergangenen Schuljahres in der Fachschaft gesammelt, bewertet und eventuell notwendige Konsequenzen und Handlungsschwerpunkte formuliert.

4 Unterrichtsvorhaben

Die Darstellung der Unterrichtsvorhaben im schulinternen Lehrplan besitzt den Anspruch, sämtliche in den Kernlehrplänen angeführten Kompetenzen auszuweisen. Dies entspricht der Verpflichtung jeder Lehrkraft, den Lernenden Gelegenheiten zu geben, alle Kompetenzerwartungen der Kernlehrpläne auszubilden und zu entwickeln.

Die Unterrichtsvorhaben wurden zur Gewährleistung vergleichbarer Standards sowie zur Absicherung von Lerngruppen- und Lehrkraftwechseln durch Fachkonferenzbeschluss festgelegt.

Die exemplarische Ausgestaltung der „konkretisierten Unterrichtsvorhaben“ hat lediglich empfehlenden Charakter, abgesehen von den in der zweiten Spalte im Fettdruck hervorgehobenen verbindlichen Fachkonferenzbeschlüssen.

Die konkretisierten Kompetenzerwartungen sind verbindlich, die Abfolge der didaktischen Leitfragen ist abgestimmt, in begründeten Einzelfällen kann jedoch davon abgewichen werden.

In der SI werden die prozessbezogenen Kompetenzen soweit möglich bestimmten Unterrichtsmethodiken zugeordnet. Sie sind dann im Lehrplan nur mit ihrer Nummerierung aufgeführt, jedoch nicht ausformuliert, und können im Kapitel 5 (Übersicht über die Kompetenzen) nachgelesen werden.

In der SII wird zu Beginn eines Inhaltsfeldes das Vorwissen (aus SI bzw. EF) mit Selbsteinschätzungsbögen selbständig von den Schülerinnen und Schülern evaluiert und bei Bedarf mit den dort angegebenen Materialien reaktiviert bzw. wiederholt.

In der Sek I wurde auf die Angabe der Zeiten grundsätzlich verzichtet, um eine höhere Flexibilität zu ermöglichen.

Der in der Sek II ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. Um Spielraum für Vertiefungen, besondere Schülerinteressen, aktuelle Themen bzw. die Erfordernisse anderer besonderer Ereignisse (z.B. Praktika, Kursfahrten o.ä.) zu erhalten, wurden im Rahmen dieses schulinternen Lehrplans nur ca. 75 Prozent der Bruttounterrichtszeit verplant.

4.1 Unterrichtsvorhaben in der Sek I

IF I: Stoffe und Stoffeigenschaften (Jgst. 07)	
Möglicher Unterrichtsgang	Kompetenzerwartungen
SCHWERPUNKT 1 Messbare und nicht messbare Stoffeigenschaften / einfache Teilchenvorstellungen	
<ul style="list-style-type: none"> Sicherheitsbelehrung Alarmverhalten, Energiesäulen, Schutzeinrichtungen, GHS-Piktogramme, H-/P-Sätze, Experimentierregeln, Betriebsanweisung 	
<ul style="list-style-type: none"> Stoffe & Stoffeigenschaften Stoffe, Stoffeigenschaften (Farbe, Geruch, Struktur, Löslichkeit, Schmelzverhalten), Laborgeräte, Versuchsprotokoll z.B. EXPERIMENT: Identifizierung weißer Stoffe (Zucker, Salz, Stärke, Kaiser-Natron, Zitronensäure) → Methodenkompetenz: Vertiefung Versuchsprotokoll (Darstellen, Dokumentieren, Präsentieren) 	I-UF1 Reinstoffe aufgrund charakteristischer Eigenschaften (Löslichkeit, Dichte, Siedetemperatur) <i>identifizieren</i> (UF1, UF2).
<ul style="list-style-type: none"> Umgang mit dem BUNSEN-Brenner leuchtende/nichtleuchtende Flamme, kalte Flamme z.B. EXPERIMENT: Hitzezonen des Gasbrenners 	
<ul style="list-style-type: none"> Aggregatzustände Aggregatzustand, Schmelzen/Erstarren, Verdampfen/Kondensieren, Sublimieren/Resublimieren, Teilchen z.B. EXPERIMENT: Sublimation von Iod z.B. EXPERIMENT: Ausdehnung von Ethanol beim Erhitzen z.B. MODELL: Teilchen (Kugeln in PETRI-Schale) 	I-E1 eine geeignete messbare <u>Stoffeigenschaft</u> experimentell <i>ermitteln</i> (E4, E5, K1). I-E3 <u>Aggregatzustände</u> und deren Änderungen auf der Grundlage eines einfachen Teilchenmodells <i>erklären</i> (E6, K3).
<ul style="list-style-type: none"> Schmelz- & Siedepunkt Schmelz-/Erstarrungspunkt, Siede-/Kondensationspunkt, Temperatur-Energie-Diagramm z.B. EXPERIMENT: Schmelztemperatur von Stearinsäure → Medienkompetenz: Digitale Messwerterfassung – sobald Geräte verfügbar sind. 	I-UF1 Reinstoffe aufgrund charakteristischer Eigenschaften (Löslichkeit, Dichte, <u>Siedetemperatur</u>) <i>identifizieren</i> (IF1, UF2). I-E1 eine geeignete messbare <u>Stoffeigenschaft</u> experimentell <i>ermitteln</i> (E4, E5, K1).
	1.1 <u>Medienausstattung (Hardware)</u> : Medienausstattung (Hardware) kennen, auswählen und reflektiert anwenden; mit dieser verantwortungsvoll umge-

	hen
	1.2 <u>Digitale Werkzeuge</u> : verschiedene digitale Werkzeuge und deren Funktionsumfang kennen, auswählen sowie diese kreativ, reflektiert und zielgerichtet einsetzen.
<ul style="list-style-type: none"> Löslichkeit Lösungsmittel, Lösung, Niederschlag/Bodensatz, gesättigte Lösung, Diffusion, BROWN`sche Teilchenbewegung, Teilchen-Modell <p>z.B. EXPERIMENT: Lösungsvorgang von $KMnO_4$ / Tee</p> <p>z.B. EXPERIMENT: BROWN`sche Teilchenbewegung</p> <p>z.B. MODELL: Teilchen (Erbsen und Senfkörner)</p>	<p>I-UF1 Reinstoffe aufgrund charakteristischer Eigenschaften (<u>Löslichkeit</u>, Dichte, Siedetemperatur) <i>identifizieren</i> (IF1, UF2).</p> <p>I-UF2 Stoffe aufgrund ihrer <u>Eigenschaften</u> <i>klassifizieren</i> (UF2, UF3).</p> <p>I-E1 eine geeignete messbare <u>Stoffeigenschaft</u> experimentell <i>ermitteln</i> (E4, E5, K1).</p> <p>I-B1 die <u>Verwendung</u> ausgewählter Stoffe im Alltag mithilfe ihrer Eigenschaften <i>begründen</i> (K2, B1).</p>
<ul style="list-style-type: none"> Dichte Masse m, Volumen V, Dichte D <p>z.B. EXPERIMENT: Bestimmung der Dichte von regelmäßig geformten Reinstoffen</p> <p>z.B. EXPERIMENT: Bestimmung der Dichte von unregelmäßig geformten Reinstoffen</p> <p>→ fachübergreifende Bezüge: Umformen von Gleichungen (MATHEMATIK)</p>	<p>I-UF1 Reinstoffe aufgrund charakteristischer Eigenschaften (Löslichkeit, <u>Dichte</u>, Siedetemperatur) <i>identifizieren</i> (IF1, UF2).</p>
<ul style="list-style-type: none"> Gehaltsangaben in Lösungen Massenanteil w, Massenkonzentration β, Vol%, Promille <p>z.B. EXPERIMENT: Cola / Cola light - Bestimmung des Zuckergehaltes von Getränken über den Massenanteil</p> <p>z.B. EXPERIMENT: Bestimmung des Zucker-/Alkoholgehaltes mit dem Aräometer</p> <p>z.B. EXPERIMENT: Basteln eines Selbstbau-Aräometers</p> <p>→ Berufsorientierung: Winzer, Bierbrauer</p>	<p>I-UF1 Reinstoffe aufgrund charakteristischer Eigenschaften (Löslichkeit, <u>Dichte</u>, Siedetemperatur) <i>identifizieren</i> (IF1, UF2).</p>
SCHWERPUNKT 2 Gemische und Reinstoffe / Stofftrennverfahren	
<ul style="list-style-type: none"> Stoffgemische & Reinstoffe Reinstoff, Stoffgemisch, homogene/heterogene Mischung, Suspension, Legierung, Gemenge, Gasgemisch, Nebel, Rauch, Schaum, Lösung, Emulsion, Sedimentation, Bodensatz, Überstand, dekantieren, Filtration, Filtrat, Filterrückstand, Abdampfen/Eindampfen <p>z.B. EXPERIMENT: Salz-Gewinnung</p>	<p>I-E2 Experimente zur <u>Trennung eines Stoffgemisches</u> in Reinstoffe (Filtration, Destillation) unter Nutzung relevanter Stoffeigenschaften <i>planen</i> und sachgerecht <i>durchführen</i> (E1, E2, E3, E4, K1)</p>

z.B. MODELL: Teilchen	
<ul style="list-style-type: none"> Destillation Destillation, Destillationsgefäß, Kühler, Vorlage, Destillat, Fraktion <p>z.B. EXPERIMENT: Gewinnung von Alkohol aus Wein</p>	I-E2 Experimente zur Trennung eines Stoffgemisches in Reinstoffe (Filtration, <u>Destillation</u>) unter Nutzung relevanter Stoffeigenschaften <i>planen</i> und sachgerecht <i>durchführen</i> (E1, E2, E3, E4, K1)
<ul style="list-style-type: none"> Chromatografie Chromatographie, Fließmittel/Laufmittel, Trägermaterial, Trennkammer <p>EXPERIMENT: Chromatografie von Filzstiftfarbe</p>	I-E2 Experimente zur <u>Trennung eines Stoffgemisches</u> in Reinstoffe (Filtration, Destillation) unter Nutzung relevanter Stoffeigenschaften <i>planen</i> und sachgerecht <i>durchführen</i> (E1, E2, E3, E4, K1)
<ul style="list-style-type: none"> Trennverfahren im Alltag <p>z.B. EXPERIMENT: Trennung von Kunststoffmüll über die Dichte – Interaktionsbox</p> <p>→ Berufsorientierung: Recyclingtechniker</p>	I-E2 Experimente zur Trennung eines Stoffgemisches in Reinstoffe (Filtration, Destillation) unter Nutzung relevanter Stoffeigenschaften <i>planen</i> und sachgerecht <i>durchführen</i> (E1, E2, E3, E4, K1)

IF II: Chemische Reaktionen (Jgst. 07)

Möglicher Unterrichtsgang	Kompetenzerwartungen
SCHWERPUNKT 1 Stoffumwandlung	
<ul style="list-style-type: none"> Stoffumwandlung Chemische Reaktion, Reaktionsschema, Ausgangsstoff, Reaktionsprodukt <p>z.B. EXPERIMENT: Erhitzen von Lebensmittelzutaten (Zucker, Hirschhornsalz und Eiweiß)</p>	II-UF1 <u>chemische Reaktionen</u> an der Bildung von neuen Stoffen mit neuen Eigenschaften in Abgrenzung zu anderen Vorgängen <i>identifizieren</i> (UF2, UF3). II-E1 einfache <u>chemische Reaktionen</u> sachgerecht <i>durchführen</i> und <i>auswerten</i> (E4, E5, K1). II-E2 chemische Reaktionen anhand von Stoff- und Energieumwandlungen auch im <u>Alltag</u> <i>identifizieren</i> (E2). II-B1 die Bedeutung chemischer Reaktionen in der <u>Lebenswelt</u> <i>begründen</i> (B1, K4).
SCHWERPUNKT 2 Energieumwandlung bei chemischen Reaktionen: chemische Energie, Aktivierungsenergie	
<ul style="list-style-type: none"> Energieumsatz Aktivierungsenergie, endergon/endotherm, exergon/exotherm, Energiediagramm 	II-UF2 bei ausgewählten chemischen Reaktionen die <u>Energieumwandlung</u> der in den Stoffen gespeicherten Energie (chemische Energie) in andere Energieformen begründet <i>angeben</i> (UF1). II-UF3 bei ausgewählten chemischen Reaktionen die Bedeutung der <u>Aktivierungsenergie</u> zum Auslösen einer Reaktion <i>erklären</i> (UF1).

	<p>II-E1 einfache <u>chemische Reaktionen</u> sachgerecht <i>durchführen</i> und <i>auswerten</i> (E4, E5, K1).</p> <p>II-E2 chemische Reaktionen anhand von Stoff- und Energieumwandlungen auch im <u>Alltag</u> <i>identifizieren</i> (E2).</p>
<p>z.B. EXPERIMENT: weißes / blaues Kupfersulfat</p> <p>z.B. EXPERIMENT: Wärmekissen (ges. Na-Acetat-Lsg.)</p>	

IF III: Verbrennung (Jgst. 07)	
Möglicher Unterrichtsgang	Kompetenzerwartungen
SCHWERPUNKT 1 Verbrennung als Reaktion mit Sauerstoff: Oxidation, Luftzusammensetzung, Zündtemperatur, Zerteilungsgrad	
<ul style="list-style-type: none"> • Verbrennung als Oxidation Verbrennung (LAVOISIER), Oxidation, Luftzusammensetzung <p>z.B. EXPERIMENT: CO₂-Nachweis bei Kerzen-Verbrennung (Kalkwasser)</p> <p>z.B. EXPERIMENT: Massenzunahme bei der Verbrennung von Eisenwolle</p>	<p>III-UF1 anhand von Beispielen Reinstoffe in <u>chemische Elemente und Verbindungen</u> <i>einteilen</i> (UF2, UF3).</p> <p>III-UF3 die <u>Verbrennung</u> als eine chemische Reaktion mit Sauerstoff <i>identifizieren</i> und als <u>Oxidation</u> <i>klassifizieren</i> (UF3).</p> <p>III-E1 mit einem einfachen Atommodell <u>Massenänderungen</u> bei chemischen Reaktionen mit Sauerstoff <i>erklären</i> (E6).</p> <p>III-E2 <u>Nachweisreaktionen</u> von Gasen (Sauerstoff, Wasserstoff, <u>Kohlenstoffdioxid</u>) und Wasser <i>durchführen</i> (E4).</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Zusammensetzung der Luft <p>z.B. EXPERIMENT: O₂-Nachweis</p> <p>z.B. EXPERIMENT: O₂-Anteil der Luft (Kolbenprober-Vers.)</p> <p>z.B. EXPERIMENT: Thermacare - Exotherme Reaktion mit Luft</p>	<p>III-UF2 die wichtigen Bestandteile des Gasgemischs <u>Luft</u>, ihre Eigenschaften und Anteile <i>nennen</i> (UF1).</p> <p>III-E2 <u>Nachweisreaktionen</u> von Gasen (<u>Sauerstoff</u>, <u>Wasserstoff</u>, <u>Kohlenstoffdioxid</u>) und Wasser <i>durchführen</i> (E4).</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Brandbekämpfung Zünd-/Flammtemperatur, Zerteilungsgrad <p>z.B. EXPERIMENT: Flammtemperaturen versch. Brennstoffe</p>	<p>III-B1 in vorgegebenen Situationen Handlungsmöglichkeiten zum Umgang mit brennbaren Stoffen zur <u>Brandvorsorge</u> sowie mit offenem Feuer zur <u>Brandbekämpfung</u> <i>bewerten</i> und sich begründet für eine Handlung <i>entscheiden</i> (B2, B3, K4).</p>

z.B. EXPERIMENT: Brandbekämpfung durch Wasser, Erstickung oder Abkühlen (→Friteusenbrand / Benzin)

z.B. EXPERIMENT: Staubexplosion

z.B. EXPERIMENT: Herstellung eines "Handfeuerlöschers"

z.B. Film: Brände und Brandbekämpfung – Berufsfeuerwehr

SCHWERPUNKT 2 chemische Elemente und Verbindungen: Analyse und Synthese / Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen.: Wasser als Oxid

• **Elemente und Verbindungen / Analyse und Synthese**

III-UF4 die Analyse und Synthese von Wasser als Beispiel für die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen *beschreiben* (UF1).

III-E2 Nachweisreaktionen von Gasen (Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoffdioxid) und Wasser durchführen (E4).

II-B2 Vor- und Nachteile einer ressourcenschonenden Energieversorgung auf Grundlage der Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen am Beispiel Wasser *abwägen* (B1).

z.B. EXPERIMENT: Wasser - Element oder Verbindung (Rkt. von H₂O mit heißem Mg oder Magnesiumfackel unter Wasser)

z.B. EXPERIMENT: H₂-Nachweis

z.B. EXPERIMENT: Wasser-Nachweis (Watesmo / CuSO₄)

SCHWERPUNKT 3 Gesetz von der Erhaltung der Masse / einfaches Atommodell

• **Gesetz von der Erhaltung der Masse / Reaktionsschemata**

III-E3 den Verbleib von Verbrennungsprodukten (Kohlenstoffdioxid, Wasser) mit dem Gesetz von der Erhaltung der Masse begründen (E3, E6, E7, K3).

z.B. EXPERIMENT Abbrennen von Streichhölzern in geschlossenem System

z.B. EXPERIMENT: Reaktion von Eisen mit Schwefel in geschlossenem System (verschlossen mit Luftballon)

z.B. EXPERIMENT: Reaktion von Zink mit Schwefel (in Magnesia-Rinne)

IF IV: Metalle und Metallgewinnung (Jgst. 07)

Möglicher Unterrichtsgang

Kompetenzerwartungen

SCHWERPUNKT 1 Reduktion von Metalloxiden

• **Metallgewinnung**

Reduktion, Reduktionsmittel, Hochofenprozess

IV-UF1 chemische Reaktionen, bei denen Sauerstoff abgegeben wird, als Reduktion klassifizieren (UF3)

IV-E1 Experimente zur Reduktion von ausgewählten Metalloxiden hypothesengeleitet *planen* und sinnvolle Reduktionsmittel *auswählen* (E3, E4).

IV-E3 ausgewählte Verfahren zur Herstellung von Metallen erläutern und ihre Bedeutung für die gesellschaftliche Entwicklung *beschreiben* (E7).

z.B. EXPERIMENT: Reduktion von CuO mit C / Fe

z.B. L-EXPERIMENT: Wie die Bahnen Schienen schweißt - Thermit-Verfahren

SCHWERPUNKT 2 Redoxreaktionen als Sauerstoffübertragung

- **Metallbrände**

Redoxreaktion, Donator-Akzeptor-Konzept

IV-E2 Sauerstoffübertragungsreaktionen im Sinne des Donator-Akzeptor-Konzepts modellhaft *erklären* (E6).

IV-B2 Maßnahmen zum Löschen von Metallbränden auf der Grundlage der Sauerstoffübertragungsreaktion begründet *auswählen* (B3).

SCHWERPUNKT 3 Oxidationsreihe der Metalle

- **Oxidationsreihe**

IV-UF2 ausgewählte Metalle aufgrund ihrer Reaktionsfähigkeit mit Sauerstoff in die Oxidationsreihe *einordnen* (UF2, UF3).

z.B. EXPERIMENT: Oxidierbarkeit von Metallen (Metallpulver in Brennerflamme)

z.B. EXPERIMENT: "Kupferbrief"

- **Recycling**

Konsumverhalten und Ressourcenknappheit

IV-B1 die Bedeutung des Metallrecyclings im Zusammenhang mit Ressourcenschonung und Energieeinsparung *beschreiben* und auf dieser Basis das eigene Konsum- und Entsorgungsverhalten *bewerten* (B1, B4, K4).

→ *Berufsorientierung: Recyclingtechniker*

IF V: Elemente und ihre Ordnung I (Jgst. 08)

Möglicher Unterrichtsgang	Kompetenzerwartungen
SCHWERPUNKT 1: physikalische und chemische Eigenschaften von Elementfamilien: Alkalimetalle, Halogene, Edelgase	
<ul style="list-style-type: none"> Elementfamilien Elementfamilie, Erdalkali-/Alkalimetalle, Halogene, Edelgase, (ggf. Nachweise von O₂/H₂/CO₂ - Glimmspan-/ Knallgas-/ Kalkwasserprobe) z.B. EXPERIMENT: Ist Calcium in der Calciumtablette? - Interaktionsbox (Stoffeigenschaften, Reaktionen, Nachweise) z.B. EXPERIMENT: Stoffeigenschaften von Alkalimetallen (Härte, Oxidierbarkeit, Reaktion mit Wasser) z.B. Partner-Puzzle: Elementfamilie der Halogene und der Edelgase 	V-UF2 chemische Elemente anhand ihrer charakteristischen physikalischen und chemischen Eigenschaften den <u>Elementfamilien</u> zuordnen (UF3)
→ Methodenkompetenz: Vertiefung Versuchsprotokoll (Darstellen, Dokumentieren, Präsentieren)	
<ul style="list-style-type: none"> Elemente unseres Alltags Nachweis von Alkali- und Erdalkalimetall-Kationen (Flammenfärbung) Nachweis von Halogeniden (Silbernitrat) z.B. EXPERIMENT: Nachweis von Alkali- und Erdalkalimetall-Ionen über Flammenfärbung z.B. EXPERIMENT: Nachweis von Halogeniden über die Reaktion mit Silbernitrat 	V-UF1 Vorkommen und Nutzen ausgewählter chemischer <u>Elemente</u> und ihrer Verbindungen in Alltag und Umwelt <i>beschreiben</i> (UF1). V-B1 Aussagen zu <u>Elementen</u> und ihren Verbindungen in Alltagsprodukten auch im Internet <i>recherchieren</i> und hinsichtlich ihrer fachlichen Richtigkeit <i>beurteilen</i> .
SCHWERPUNKT 2: Periodensystem der Elemente	
<ul style="list-style-type: none"> Periodensystem Atomsymbol, Atommasse m_a, Periodensystem, Hauptgruppe, Periode z.B. Spiel: Von den Elementen zum PSE (Karten) 	V-UF3 aus dem <u>Periodensystem</u> der Elemente wesentliche Informationen zum Atombau der Hauptgruppenelemente sowie deren Atommasse <i>ableiten</i> (UF3, UF4, K3). V-E1 physikalische und chemische Eigenschaften von <u>Alkalimetallen, Halogenen und Edelgasen</u> mithilfe ihrer Stellung im Periodensystem begründet <i>vorhersagen</i> (E3).

IF V: Elemente und ihre Ordnung II (Jgst. 09)

Möglicher Unterrichtsgang	Kompetenzerwartungen
SCHWERPUNKT 3: differenzierte Atommodelle	
<ul style="list-style-type: none"> Atombau RUTHERFORD, Kern-Hülle-Modell, Elementarteilchen, BOHR'sches Schalenmodell, Ionisierungsenergie, Isotope <p>z.B. EXPERIMENT: Ablenkung eines Wasserstrahles durch Plexiglas/Luftballon (→Ladungen)</p> <p>z.B. MODELL: RUTHERFORD'scher Streuversuch (Kern-Hülle)</p> <p>z.B. MODELL: BOHR'sches Schalenmodell (Plexiglaskugeln + Perlen)</p> <p>z.B. Gruppenpuzzle: Historischer Gang durch die Entwicklung der Atomhypothesen (DALTON, THOMPSON, RUTHERFORD, BOHR)</p> <p>z.B. Gruppenpuzzle: Wie alt ist Ötzi - Radio-Isotope in der Medizin und Forschung</p>	<p>V-E2 die Entwicklung eines differenzierten <u>Kern-Hülle-Modells</u> auf der Grundlage von Experimenten, Beobachtungen und Schlussfolgerungen <i>beschreiben</i> sowie Möglichkeiten und Grenzen entsprechender Modelle <i>angeben</i> (E2, E6, E7).</p>

IF VI: Ionenbindung und Ionenkristalle (Jgst. 09)

Möglicher Unterrichtsgang	Kompetenzerwartungen
SCHWERPUNKT 1: Eigenschaften von Ionenverbindungen: Kristalle, Leitfähigkeit von Salzschnmelzen/-Lösungen	
<ul style="list-style-type: none"> Salze Salze, Stoffeigenschaften von Salzen (Kristallbildung, Schmelz-/Siedepunkt, Härte, el. Leitfähigkeit) <p>z.B. EXPERIMENT: Stoffeigenschaften von Kristallen (Alaun, NaCl, CuSO₄, (Zucker) → Härte, Sprödigkeit, Smp/Sdp, el. Leitfähigkeit)</p> <p>z.B. GRUPPENPUZZLE / Tableset: Leitfähigkeit von Salz-Lsg., Schmelzen & Metallen</p> <p>→ Methodenkompetenz: Vertiefung Versuchsprotokoll (Darstellen, Dokumentieren, Präsentieren)</p>	<p>VI-UF1 ausgewählte <u>Eigenschaften von Salzen</u> mit ihrem Aufbau aus Ionen und der Ionenbindung <i>erläutern</i> (UF1).</p>
SCHWERPUNKT 2: Ionenbindung: Anionen, Kationen, Ionengitter, Ionenbildung	
<ul style="list-style-type: none"> Ionenbildung und -bindung Ionenbindung, Elektronegativität, Ionen, Kationen, Anionen, Ladungen, Ionengitter, Gitterenergie, Hydratationsenergie <p>z.B. EXPERIMENT: Ionenwanderung in einer FeCl₃-Lsg.</p> <p>z.B. EXPERIMENT: Synthese von NaCl und FeCl₃</p>	<p>VI-UF1 ausgewählte Eigenschaften von Salzen mit ihrem Aufbau aus <u>Ionen</u> und der <u>Ionenbindung</u> <i>erläutern</i> (UF1).</p> <p>VI-UF2 an einem Beispiel die <u>Salzbildung</u> unter Einbezug energetischer Betrachtungen auch mit Angabe einer Reaktionsgleichung <i>erläutern</i> (UF2).</p>

z.B. EXPERIMENT: Kristallstruktur von NaCl (Eindampfen der NaCl-Lsg, unter dem Mikroskop → Flexcam)

z.B. EXPERIMENT: Taschenwärmer

z.B. MODELL: Salzkristall

z.B. Animation: Ionenbildung bei der NaCl-Synthese

→ Medienkompetenz: Erstellen eines Spiels/Quizzes zum Üben von Verhältnisformeln mittels [learningsapps.org](https://www.learningsapps.org)

6.3

Modellieren und Programmieren: Probleme formalisiert beschreiben, Problemlösungsstrategien entwickeln und dazu ein strukturierte, algorithmische Sequenz planen; diese durch Programmieren umsetzen und die gefundene Lösungsstrategie beurteilen.

SCHWERPUNKT 3: Gehaltsangaben

- **Salz-Lösungen**

Massenanteil w

(ggf. Stoffmengenkonzentration und Stoffmenge)

z.B. EXPERIMENT: Gefrierpunktniedrigung durch Streusalz

z.B. EXPERIMENT: Keimungsversuche mit Kresse und Streusalz (Projekt)

z.B. RECHERCHE: Elektrolyte in Sportgetränken (Datendarstellung)

z.B. RECHERCHE: Ist unser Essen zu salzig? Beruf: Arzt, Ökotrophologe

VI-E1 den Gehalt von Salzen in einer Lösung durch Eindampfen ermitteln (E4).

VI-B1 die Verwendung von Salzen im Alltag unter Umwelt- und Gesundheitsaspekten reflektieren (B1).

→ Berufsorientierung: Ökotrophologie, Arzt, Ökologe

SCHWERPUNKT 4: Verhältnisformel: Gesetz der konstanten Massenverhältnisse, Atomanzahlverhältnis, Reaktionsgleichung

- **Verhältnisformeln von Salzen**

Gesetz der konstanten Massenverhältnisse, Verhältnisformel, Atomanzahlverhältnis N:N, Reaktionsgleichung

(ggf. Stoffmengenkonzentration und Stoffmenge)

VI-E2 an einem Beispiel das Gesetz der konstanten Massenverhältnisse mithilfe eines Modells erklären und daraus chemische Verhältnisformeln herleiten (E6, E7, K1).

IF VII: Elektronenübertragungsreaktionen (Jgst. 09)

Möglicher Unterrichtsgang

Kompetenzerwartungen

SCHWERPUNKT 1: Reaktion zwischen Metallatomen und Metallionen

- **Rost - eine Elektronenübertragungs-Reaktionen**

Korrosion, Oxidation, Reduktion, Redoxreaktion

(ggf. Oxidationszahl)

VII-UF1 Reaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen auch mithilfe digitaler Animationen und Teilgleichungen erläutern (UF1).

VII-E2 Elektronenübertragungsreaktionen im Sinne des Donator-Akzeptor-Prinzips modellhaft erklären (E6).

z.B. RECHERCHE: Schäden durch Korrosion (DATEN-Darstellung)

z.B. EXPERIMENT: Eisenwolle in verschiedenen Milieus (Rostvorgang) und Fe^{2+} -Nachweis mit rotem Blutlaugensalz

z.B. EXPERIMENT: Pyrophores Eisen

• **Reaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen**

Fällungsreihe

VII-E1 Experimente *planen*, die eine Einordnung von Metallen hinsichtlich ihrer Fähigkeit zur Elektronenabgabe erlauben und diese sachgerecht *durchführen* (E3, E4).

z.B. EXPERIMENT: Einfache Fällungsreihe von Metallen (Metall/Metallionen-Kombinationen: Ag, Cu, Fe, Zn)

z.B. Spiel: Metallatome, Metallionen und Anionen (spielerisches Erarbeiten einfacher Redoxgleichungen)

SCHWERPUNKT 2: GALVANISCHES ELEMENT

• **Energie aus Elektronenübertragungen**

GALVANISCHES-Element, Batterie, Akkumulator

VII-UF2 die chemischen Prozesse eines galvanischen Elements und einer Elektrolyse unter dem Aspekt der Umwandlung in Stoffen gespeicherter Energie in elektrische Energie *erläutern* (UF2, UF4).

VI-UF3 die Grundelemente eines galvanischen Elements in einer Batterie *beschreiben* (UF1).

VII-B1 Batterien und Akkumulatoren im Alltag nach Abschätzung der Folgen begründet *auswählen* (B2, B3)

z.B. EXPERIMENT: Untersuchung einer Taschenlampe

z.B. EXPERIMENT: Zitronenbatterie (Zn-Ionen Nachweis im Saft)

z.B. EXPERIMENT: einfache GALVANISCHE Zellen (z.B. DANIELL-Element)

z.B. EXPERIMENT: Bau einer einfachen Li-Batterie

SCHWERPUNKT 3: ELEKTROLYSE

• **Gewinnung und Schutz unedler Metalle**

Elektrolyse, GALVANISIEREN
(ggf. Stoffmenge)

VII-UF2 die chemischen Prozesse eines galvanischen Elements und einer Elektrolyse unter dem Aspekt der Umwandlung in Stoffen gespeicherter Energie in elektrische Energie *erläutern* (UF2, UF4).

z.B. EXPERIMENT: Gewinnung unedler Metalle (Elektrolyse einer ZnI_2 -Lsg.)

z.B. EXPERIMENT: Korrosionsschutz (Lackieren, Verzinken/Verkupfern, Anodenschutz)

IF VIII: MOLEKÜLVERBINDUNGEN (Jgst. 10)

Möglicher Unterrichtsgang

Kompetenzerwartungen

SCHWERPUNKT 1: UNPOLARE UND POLARE ELEKTROENPAARBINDUNG

<ul style="list-style-type: none"> • Moleküle – Elektronenpaarbindung Elektronenpaarbindung, polare/unpolare Bindung z.B. EXPERIMENT: Eigenschaften von H₂O (Oberflächenspannung, H₂O als Lösemittel, Wasserstrahlableitung) z.B. EXPERIMENT: Elektrolyse von H₂O und Synthese im Eudiometer z.B. MODELL: Elektronenpaarbindung (Deutung des Eudiometerversuchs auf Teilchenebene) 	VIII-UF1 an ausgewählten Beispielen die <u>Elektronenpaarbindung erläutern</u> (UF1)
SCHWERPUNKT 2: Elektronenpaarabstoßungsmodell: LEWIS-Schreibweise, Dipolmoleküle	
<ul style="list-style-type: none"> • Räumlicher Bau von Molekülen LEWIS-Formel, Elektronenpaarabstoßungsmodell (EPA), Dipol z.B. MODELL: Räumlicher Aufbau von Molekülen (Knete, Molekülbaukasten) 	VIII-UF2 mithilfe des <u>LEWIS-Schreibweise</u> den Aufbau einfacher Moleküle <u>beschreiben</u> (UF1) VIII-E1 die räumliche Struktur von Molekülen mit dem <u>Elektronenpaarabstoßungsmodell veranschaulichen</u> (E6, K1) VIII-B2 unterschiedliche Darstellungen von <u>Modellen</u> kleiner Moleküle auch mithilfe einer Software vergleichend <u>gegenüberstellen</u> (B1, K1, K3).
SCHWERPUNKT 3: zwischenmolekulare Wechselwirkungen: Wasserstoffbrücken, Wasser als Lösemittel	
<ul style="list-style-type: none"> • Wasser als Lösungsmittel Wasserstoffbrückenbindung, Hydratisierung z.B. EXPERIMENT: Wärmekissen, Hotpots und Kältekompressen (Inhalt & Funktionsweise) 	VIII-UF3 die unterschiedliche physikalische <u>Löslichkeit ausgewählter Gase in Wasser</u> aufgrund von zwischenmolekularen Wechselbeziehungen <u>erklären</u> (UF2, UF4). VIII-E2 die <u>Temperaturänderung beim Lösen von Salzen in Wasser erläutern</u> (E1, E2, E6). VIII-E3 charakteristische Eigenschaften von Wasser mithilfe des <u>Dipols</u> und der Ausbildung von <u>Wasserstoffbrücken erläutern</u> (E2, E6).
SCHWERPUNKT 4: Katalysator	
<ul style="list-style-type: none"> • Beschleunigung von Reaktionen Katalysator z.B. EXPERIMENT: Zersetzung von H₂O₂ durch Braunstein z.B. FILM: Döbereiner Feuerzeug (z.B. 180 Sekunden Döbereiner Feuerzeug bei Youtube/Deutsches Museum) 	VIII-UF4 die <u>Synthese eines Industrierohstoffs</u> aus Synthesegas auch mit Angabe von Reaktionsgleichungen <u>erläutern</u> (UF1, UF2). VIII-E4 die Wirkungsweise eines <u>Katalysators</u> modellhaft an der Synthese eines Industrierohstoffs <u>erläutern</u> (E6). VIII-B1 Informationen für ein technisches Verfahren zur <u>Industrierohstoffgewinnung</u> aus Gasen mithilfe digitaler Medien <u>beschaffen</u> und Bewertungskriterien auch unter Berücksichtigung der Energiespeicherung <u>festlegen</u> (B2, K2).

IF IX: Saure und alkalische Lösungen (Jgst. 10)

Möglicher Unterrichtsgang	Kompetenzerwartungen
SCHWERPUNKT 1: Eigenschaften saurer und alkalischer Lösungen	
<ul style="list-style-type: none"> Säuren und Basen im Alltag Indikatoren (Rotkohlsaft, BTB, Phenolphthalein, Universalindikator), Säuren, Laugen/Basen/alkalische Lösungen, Leitfähigkeit <p>z.B. EXPERIMENT: Rotkohl / Blaukraut - Säuren und Laugen in Alltagsprodukten (Indikatoren: BTB, Phenolphthalein, Uni.-I.)</p> <p>→ Methodenkompetenz: Vertiefung Versuchsprotokoll (Darstellen, Dokumentieren, Präsentieren)</p>	<p>IX-E1 charakteristische <u>Eigenschaften von sauren Lösungen</u> (elektrische Leitfähigkeit, Reaktionen mit Metallen, Reaktionen mit Kalk) <i>ermitteln</i> und auch unter Angabe von <u>Reaktionsgleichungen</u> <i>erläutern</i> (E4, E5, E6).</p> <p>IX-B1 beim Umgang mit sauren und alkalischen Lösungen <u>Risiken und Nutzen abwägen</u> und angemessene <u>Sicherheitsmaßnahmen</u> begründet <i>auswählen</i> (B3)</p> <p>IX-B2 Aussagen zu <u>sauren, alkalischen und neutralen Lösungen</u> in analogen und digitalen Medien kritisch <i>hinterfragen</i> (B1, K2).</p>
SCHWERPUNKT 2: Ionen in sauren und alkalischen Lösungen	
<ul style="list-style-type: none"> Ionen in sauren und alkalischen Lösungen Säurerestionen, Dissoziation, Proton/Wasserstoffkation, Hydroxid-Ion <p>z.B. EXPERIMENT: Was macht Säuren sauer? (Leitfähigkeit fest/gelöst, Chlorid-Nachweis, ggf. Sulfat-/Nitrat-Nachweis)</p> <p>z.B. EXPERIMENT: Was macht Laugen alkalisch? (Indikatoren, Leitfähigkeit)</p>	<p>IX-UF1 <u>Säuren</u> als Stoffe <i>einordnen</i>, deren wässrige Lösungen <u>Wasserstoff-Ionen</u> enthalten (UF3).</p> <p>IX-UF2 die <u>alkalische Reaktion</u> von Lösungen auf das Vorhandensein von <u>Hydroxid-Ionen</u> <i>zurückführen</i> (UF3).</p> <p>IX-E1 charakteristische <u>Eigenschaften von sauren Lösungen</u> (elektrische Leitfähigkeit, Reaktionen mit Metallen, Reaktionen mit Kalk) <i>ermitteln</i> und auch unter Angabe von <u>Reaktionsgleichungen</u> <i>erläutern</i> (E4, E5, E6).</p>
SCHWERPUNKT 3: Neutralisation und Salzbildung	
<ul style="list-style-type: none"> Neutralisation Neutralisation, Neutralisationsgleichung, Teilchenanzahl N, Stoffmenge n, AVOGADRO-Konstante N_A, Molare Masse M, n=m/M <p>z.B. EXPERIMENT: BULLRICHSALZ / Maaloxan gegen Sodbrennen</p> <p>z.B. EXPERIMENT: Farbmischung gelber und blauer Lösungen (Wasserfarbe bzw. saure/alkalische BTB-Lsg)</p>	<p>IX-UF4 <u>Neutralisationsreaktionen</u> und <u>Salzbildung</u> <i>erläutern</i> (UF1).</p> <p>IX-E4 eine ausgewählte <u>Neutralisationsreaktion</u> auf Teilchenebene als digitale Präsentation <i>gestalten</i> (E6, K3).</p>

z.B. eggrace: Wann ist die Kaffeemaschine entkalkt? (Entwicklung eines Entkalkers mit Indikator)

→ Medienkompetenz: Digitale Präsentation einer ausgewählten Neutralisationsgleichung (z.B. Lege-Trick-Film, animierte Präsentation, etc.)

4.1

Medienproduktion und Präsentation: Medienprodukte adressatengerecht planen, gestalten und präsentieren; Möglichkeiten des Veröffentlichens und Teilens kennen und nutzen.

→ Berufsorientierung: Arzt

SCHWERPUNKT 4: Stoffmenge und einfache stöchiometrische Berechnungen

- **stöchiometrische Berechnungen**

pH-Wert, Stoffmengenkonzentration c

IX-E2 den pH-Wert einer Lösung *bestimmen* und die pH-Wertskala mithilfe von Verdünnung *ableiten* (E4, E5, K1).

IX-E3 ausgehend von einfachen Stoffmengenberechnungen Hypothesen und Reaktionsgleichungen zur Neutralisation von sauren bzw. alkalischen Lösungen *aufstellen* und experimentell *überprüfen* (E3, E4).

z.B. EXPERIMENT: Welche Bedeutung hat der pH-Wert? (Verdünnungsreihe)

z.B. EXPERIMENT: Herstellung von Lösungen gleicher Stoffmengenkonzentration c / gleichen Stoffmengenanteils w

z.B. EXPERIMENT: Titration von Natronlauge mit Salzsäure

z.B. EXPERIMENT: Stärke von Säuren im Alltag (Titration von Essig, Entkalker, Zitronensaft, ...) →

SCHWERPUNKT 5: Protonenabgabe und -aufnahme an einfachen Beispielen

- **Protonenaufnahme und Abgabe an einfachen Beispielen**

Rostumwandler, Entkalker

IX-UF3 an einfachen Beispielen die Vorgänge der Protonenabgabe und -aufnahme *beschreiben* (UF1).

z.B. EXPERIMENT: Anwendung von Säuren: Rkt. mit Metallen (Mg) und Kalk CaCO_3 → Stationenlernen

z.B. EXPERIMENT: Analyse und Synthese von HCl (Elektrolyse von HCl und Nachweis von Cl_2 und H_2)

z.B. EXPERIMENT: Einleiten von HCl-/ NH_3 -Gas in H_2O (Springbrunnen-Versuch).

IF X: Organische Chemie (Jgst. 10)

Möglicher Unterrichtsgang

Kompetenzerwartungen

SCHWERPUNKT 1: ausgewählte Stoffklassen der organischen Chemie: Alkane und Alkanole / zwischenmolekulare Wechselwirkungen (VAN-DER WAALS-Kräfte)

- **Alkane als Erdölprodukt**

Treibstoffe/Brennstoffe, Kohlenwasserstoffe, Alkane, Siedepunkt/Flammpunkt, Isomere, Nomenklatur, VAN-DER-WAALS-Kräfte, CO_2 -Ausstoß

X-UF1 Kohlenwasserstoffverbindungen aufgrund ihrer Eigenschaften in Stoffklassen *einordnen* (UF3).

X-UF2 ausgewählte organische Verbindungen nach der systematischen Nomenklatur *benennen* (UF2).

X-UF3 Treibhausgase und ihre Ursprünge *beschreiben* (UF1).

- X-E1 räumliche Strukturen von Kohlenwasserstoffmolekülen auch mithilfe von digitalen Medien *veranschaulichen* (E6, K1).
- X-E2 typische Stoffeigenschaften wie Löslichkeit und Siedetemperatur von ausgewählten Alkanen und Alkanolen experimentell *ermitteln* und mithilfe ihrer Molekülstrukturen und zwischenmolekularen Wechselwirkungen *erklären* (E4, E5, E6).
- X-E3 Messdaten von Verbrennungsvorgängen fossiler und regenerativer Energierohstoffe digital *beschaffen* und *vergleichen* (E5, K2).
- X-B1 Vor- und Nachteile der Nutzung von fossilen und regenerativen Energieträgern unter ökologischen, ökonomischen und ethischen Gesichtspunkten *erläutern*. (B4, K4).

z.B. EXPERIMENT: Gaschromatographische Untersuchung von Feuerzeuggas

z.B. EXPERIMENT: Analyse von Butan (Feuerzeuggas) über Verbrennungsprodukte → Nachweis von CO₂ und H₂O

z.B. EXPERIMENT: Siede- und Flammpunktbestimmung verschiedener Alkane

z.B. RECHERCHE: CO₂-Ausstoß von Kraftstoffen (z.B. KFZ-Scheine, Datendarstellung)

z.B. RECHERCHE: Bioethanol - wieviel Nachhaltigkeit steckt drin?

• **Alkohole**

Alkanol/Alkohol, funktionelle Gruppe, Hydroxyl-Gruppe, Carboxyl-Gruppe, Alkansäure/Carbonsäuren, organische Verbindungen/Säuren, Veresterung, Traubenzucker, Stärke, Traubenzucker-/Stärke-Nachweis, CO₂-Nachweis, anaerobe Reaktion, Gärung, Kohlenhydrate, Poly-/Mono-/Di-/Oligosaccharid, Bio-Katalysator

z.B. EXPERIMENT: Alkoholgewinnung aus Vergärung von Traubenzucker-Lsg./Saft (und CO₂-Nachweis)

z.B. EXPERIMENT: Essigherstellung

z.B. EXPERIMENT: Ester-Synthese (z.B. Essigsäureethylester)

z.B. Film: Kölschproduktion - Chemische Prozesse beim Bierbrauen

z.B. Struktur-lege-Technik: Bierbrauen

z.B. RECHERCHE: Alkohol - Genuss- oder Suchtmittel (Blutalkoholgehalt, Alkoholismus, ...)

→ Berufsorientierung: Bierbrauer, Winzer, Arzt

X-UF4 die Abfolge verschiedener Reaktionen in einem Stoffkreislauf *erklären* (UF4).

X-E2 typische Stoffeigenschaften wie Löslichkeit und Siedetemperatur von ausgewählten Alkanen und Alkanolen experimentell *ermitteln* und mithilfe ihrer Molekülstrukturen und zwischenmolekularen Wechselwirkungen *erklären* (E4, E5, E6).

SCHWERPUNKT 2: Makromoleküle: ausgewählte Kunststoffe

• **Kunststoffe - moderne Makromoleküle**

Monomer, Polymer, Technische Kunststoffproduktion, Steuerung der Rkt über

X-UF5 die vielseitige Verwendung von Kunststoffen im Alltag mit ihren Eigenschaften *begründen* (UF2).

die Reaktionsbedingungen, Katalysatoren

X-E4 ausgewählte Eigenschaften von Kunststoffen auf deren makromolekulare Struktur *zurückführen* (E6).

X-B2 am Beispiel einzelner chemischer Produkte Kriterien hinsichtlich ihrer Verwendung, Ökonomie, Recyclingfähigkeit und Umweltverträglichkeit *abwägen* und im Hinblick auf ihre Verwendung einen eigenen sachlich fundierten *Standpunkt beziehen* (B3, B4, K4).

z.B. EXPERIMENT: Polyester-Synthese (z.B. Glycerin + Citronensäure / Polyhydroxymilchsäure) und Eigenschaften

z.B. RECHERCHE: Verwendung von Kunststoffen und Folgen für die Umwelt

→ *Berufsorientierung: Kunststofftechniker, -formgeber, -verarbeiter*

4.2 Unterrichtsvorhaben in der Sek II

IF I: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen (Jgst. 11)	
Möglicher Unterrichtsgang (rot: verbindliche Fachbegriffe)	Kompetenzen
Inhaltlicher Schwerpunkt I: Organische und anorganische Kohlenstoffverbindungen Kontext: <i>Vom Alkohol zum Aromastoff</i>	
Vorkommen und Isolierung von Aromastoffen <i>Verwendung und Eigenschaften etherischer Öle / Aromastoffe</i> z.B. EXPERIMENT: Isolierung von Aromastoffen z.B. EXPERIMENT: Herstellung eines Parfums z.B. FILM: Farina 4711	UF1 <i>beschreiben</i> Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und <u>Ester</u> (UF2) E2 <i>führen qualitative Versuche</i> unter vorgegebener Fragestellung <i>durch</i> und <i>protokollieren</i> die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E3, E4)
Trennung von flüchtigen organischen Verbindungen (Gaschromatographie) <i>Entstehung eines Gaschromatogramms, Informationen zur Identifizierung eines Stoffes</i> z.B. EXPERIMENT: Gaschromatographie von Feuerzeug-Gas	E6 <i>erläutern</i> die Grundlagen der Entstehung eines <u>Gaschromatogramms</u> und <i>entnehmen</i> diesem Informationen zur Identifizierung eines Stoffes (E5) K6 <i>recherchieren</i> angeleitet und unter vorgegebenen Fragestellungen <u>Eigenschaften und Verwendungen ausgewählter Stoffe</u> und präsentieren die Rechercheergebnisse adressatengerecht (K2, K3)
Ethanol als Lösemittel für Aromastoffe <i>Wdh. Atom- & Bindungsmodelle mit Anschauungsmodellen, Wechselwirkungen zwischen den Molekülen</i> z.B. EXPERIMENT: Löseversuche mit Ethanol, Pentan, Wasser (z.B. Ouzo)	UF6 <i>erläutern</i> ausgewählte Eigenschaften organischer Verbindungen mit <u>Wechselwirkungen</u> zwischen den Molekülen (u.a. Wasserstoffbrücken, VAN-DER-WAALS-Kräfte) (UF1, UF3) E3 <i>nutzen</i> bekannte <u>Atom- und Bindungsmodelle</u> zur Beschreibung organischer Moleküle und Kohlenstoffmodifikationen (E6) K3 <i>beschreiben</i> und <i>visualisieren</i> anhand geeigneter Anschauungsmodelle die <u>Strukturen organischer Verbindungen</u> (K3)
Stoffklassen der Alkohole <i>Vorkommen, Verwendung, Eigenschaften wichtiger Vertreter; alkoholische Gärung, Vor- und Nachteile bei Einsatz und Anwendung wichtiger Vertreter; homologe Reihe und Strukturisomerie der Alkohole und Alkane, Benennung nach Regeln der systematischen Nomenklatur</i>	UF1 <i>beschreiben</i> Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der <u>Alkohole</u> , Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester (UF2) UF4 <i>beschreiben</i> den Aufbau einer <u>homologen Reihe</u> und die <u>Strukturisomerie</u> (Gerüstisomerie und Positionsisomerie) am Beispiel der Alkane und Alkohole (UF1, UF3) UF5 <i>benennen</i> ausgewählte organische Verbindungen mithilfe der Regeln der <u>systematischen Nomenklatur</u> (IUPAC) (UF3) K2 <i>nutzen</i> angeleitet und selbstständig <u>chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke</u> zur Planung und Auswertung von Experimenten und zur Ermittlung von Stoffei-

<p>z.B. EXPERIMENT: Eigenschaften unterschiedlicher Alkohole z.B. RECHERCHE: Vorkommen und Verwendung von Alkoholen (Gruppenpuzzle)</p>	<p>genschaften (K2) E1 <i>zeigen</i> Vor- und Nachteile ausgewählter <u>Produkte des Alltags</u> (u.a. Aromastoffe, Alkohole) und ihrer Anwendung auf, <i>gewichten</i> diese und <i>beziehen</i> begründet <i>Stellung</i> zu deren Einsatz (B1, B2)</p>
<p>Siedetemperaturen von Alkanen und Alkoholen <i>Vorhersagen, Vergleich</i> z.B. LERN-DIAGNOSEAUFGABE</p>	<p>E4 <i>stellen</i> anhand von Strukturformeln <i>Vermutungen</i> zu <u>Eigenschaften</u> ausgewählter Stoffe <i>auf</i> und <i>schlagen</i> geeignete Experimente zur Überprüfung <i>vor</i> (E3)</p>
<p>Ordnung unter Aromastoffen <i>Stoffklassen und funktionelle Gruppen, Regeln zur Nomenklatur organischer Verbindungen, angemessene Formelschreibweise (Lewis-Formeln, Sägebock-Struktur)</i></p>	<p>UF2 <i>ordnen</i> <u>organische Verbindungen</u> aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein (UF3) K4 <i>wählen</i> bei der Darstellung chemischer Sachverhalte die jeweils angemessene <u>Formelschreibweise</u> aus (Verhältnisformel, Summenformel, Strukturformel) (K3)</p>
<p>Terpene, Isopren und Alkene <i>Nachweis von Doppelbindungen im Molekül, C-C-Verknüpfungsprinzip</i> z.B. EXPERIMENT: Nachweis der Doppelbindung (Bromwasser und Bayer-Reagenz)</p>	<p>UF3 <i>erklären</i> an Verbindungen aus den Stoffklassen der Alkane und Alkene das <u>C-C-Verknüpfungsprinzip</u> (UF2)</p>
<p>Vom Alkohol zum Aldehyd oder zum Keton <i>Redoxreaktionen als Elektronenübertragungen auch mit organischen Verbindungen; Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Aldehyde und Ketone</i> z.B. EXPERIMENT: Reduktion von Kupferoxid durch verschiedene Alkohole oder katalytische Dehydrierung eines Alkanols</p>	<p>UF1 <i>beschreiben</i> Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Alkohole, <u>Aldehyde, Ketone</u>, Carbonsäuren und Ester (UF2)</p>
<p>Vom Aldehyd zur Carbonsäure <i>Redoxreaktionen und die Oxidationszahl, Oxidationsreihe der Alkohole unter dem Aspekt des Donator-Akzeptor-Prinzips</i> z.B. EXPERIMENT: Silberspiegel</p>	<p>UF7 <i>erläutern</i> die <u>Oxidationsreihen der Alkohole</u> auf molekularer Ebene und <i>ordnen</i> den Atomen <u>Oxidationszahlen</u> zu (UF2). E5 <i>beschreiben</i> Beobachtungen von Experimenten zu <u>Oxidationsreihen der Alkohole</u> und <i>interpretieren</i> diese unter dem Aspekt des Donator-Akzeptor-Prinzips (E2, E6)</p>
<p>Carbonsäuren in der Natur und ihre Verwendung <i>Vorkommen & Verwendung wichtiger Carbonsäuren, Struktur-Eigenschaftsbeziehungen, Analyse von Essigsäure durch Titration</i> z.B. EXPERIMENT: Eigenschaften wichtiger Carbonsäuren (Überprüfung von Vermutungen)</p>	<p>UF1 <i>beschreiben</i> Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, <u>Carbonsäuren und Ester</u> (UF2) E8 <i>planen</i> <u>quantitative Versuche</u> (u.a. zur Untersuchung des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion), führen diese zielgerichtet durch und dokumentieren Beobachtungen und Ergebnisse (E2, E4) K1 <i>dokumentieren</i> Experimente in angemessener <u>Fachsprache</u> (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen), zur Einstellung eines chemischen Gleichgewichts, zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislaufes) (K1)</p>

z.B. EXPERIMENT: Bestimmung des Gehaltes an Essigsäure in Essig durch Titration

Schnell mit Säuren Kalk lösen – Reaktionsgeschwindigkeit

Reaktionsgeschwindigkeit als Differenzenquotient und Deutung mit einfachem Modell auf molekularer Ebene; Vermutungen und Planung von Versuchen zur Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von Oberfläche, Konzentration, Temperatur

- UF10 *erläutern* den Ablauf einer chemischen Reaktion unter dem Aspekt der Geschwindigkeit und definieren die Reaktionsgeschwindigkeit als Differenzquotient $\Delta c/\Delta t$ (UF1)
- E1 *interpretieren* den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern (u.a. Oberfläche, Konzentration, Temperatur) (E5)
- E10 *erklären* den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen auf der Basis einfacher Modelle auf molekularer Ebene (u.a. Stoßtheorie für Gase) (E6)
- K7 *stellen* für Reaktionen zur Untersuchung der Reaktionsgeschwindigkeit den Stoffumsatz in Abhängigkeit von der Zeit tabellarisch und graphisch *dar* (K1)

z.B. EXPERIMENT: Kalk / Ameisensäure – graphische und tabellarische Auswertung, Variation von Oberfläche, Konzentration & Temperatur

Estersynthese und Esterhydrolyse

Kondensationsreaktion; natürliche, naturidentische und künstliche Aromastoffe, Vorkommen und Verwendung, Vor- und Nachteile

- UF8 *ordnen* Veresterungsreaktionen dem Reaktionstyp der Kondensationsreaktion begründet zu (UF1)

z.B. EXPERIMENT: Estersynthesen im Reagenzglas

z.B. L-EXPERIMENT: Esterhydrolyse im Reagenzglas

z.B. EXPERIMENT: Hydrolyse von Oxylsäurediethylester in der PETRI-Schale

Inhaltlicher Schwerpunkt II: Gleichgewichtsreaktionen

Kontext: -

Umkehrbare Reaktionen und chemisches Gleichgewicht

Merkmale des chemischen Gleichgewichtszustandes (Beobachtung, Stoffebene, Deutung auf Teilchenebene), Stoffumsatz in Abhängigkeit von der Zeit; Massenwirkungsgesetz und Gleichgewichtskonstante, Beeinflussung der Gleichgewichtslage durch Konzentrationsänderung

- UF11 *erläutern* die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtszustands an ausgewählten Beispielen (UF1)
- UF12 *erläutern* an ausgewählten Reaktionen die Beeinflussung der Gleichgewichtslage durch eine Konzentrationsänderung (bzw. Stoffmengenänderung), Temperaturänderung (bzw. Zufuhr oder Entzug von Wärme) und Druckänderung (bzw. Volumenänderung) (UF3)
- UF13 *formulieren* für ausgewählte Gleichgewichtsreaktionen das Massenwirkungsgesetz (UF3)
- UF14 *interpretieren* Gleichgewichtskonstanten in Bezug auf die Gleichgewichtslage (UF4)
- E9 *formulieren Hypothesen* zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit und entwickeln Versuche zu deren Überprüfung (E3)
- E11 *interpretieren* ein einfaches Energie-Reaktionsweg-Diagramm (E5, K3)
- E12 *beschreiben* und *erläutern* das chemische Gleichgewicht mithilfe von Modellen (E6)

z.B. EXPERIMENT: gleiche Ansätze Essigsäure/Ethanol und Ethansäureethylester/Wasser; Bestimmung des Gehalts an Essigsäure nach 3 Tagen durch Titration; Rückschluss auf Stoffmengenkonzentration aller Reaktionsteilnehmer; Entdeckung und Erklärung des chemischen Gleichgewichts.

z.B. MODELL: Wasserheber

z.B. EXPERIMENT: Eisenchlorid und Kaliumthiocyanat

Inhaltlicher Schwerpunkt III: Stoffkreislauf in der Natur

Kontext: Vom Autoabgas zur Versauerung des Meeres

<p>Kalkkreislauf der Natur</p> <p>Kohlenstoffdioxid und Kohlensäure, Mineralwasser, Tropfsteinhöhlen, Carbonat, Hydrogencarbonat, Gleichgewichte $\text{CO}_2(\text{g})/\text{CO}_2(\text{aq})$, $\text{CO}_2/\text{HCO}_3^-$, $\text{CaCO}_3/\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, Beeinflussung durch Konzentrations-, Druck- & Temperaturänderung</p> <p>z.B. EXPERIMENT: Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser unter Variation der Bedingungen</p> <p>z.B. EXPERIMENT: Beeinflussung des CO_2-Gleichgewichts mit Spritzentechnik</p>	<p>K8 <i>veranschaulichen</i> chemische Reaktionen zum <u>Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf</u> graphisch oder durch Symbole (K3)</p> <p>E2 <i>beschreiben</i> und <i>beurteilen</i> Chancen und Grenzen der Beeinflussung der <u>Reaktionsgeschwindigkeit</u> und des <u>chemischen Gleichgewichts</u> (B1)</p>
<p>Nachhaltigkeit</p> <p>Störungen und Auswirkungen von anthropogenem und natürlichen Treibhauseffekt (Ursachen), Einfluss des anthropogen erzeugten Kohlenstoffdioxids in formulieren Hypotheder Atmosphäre und im Meer unter Einbezug von Gleichgewichten, Prognosen zum Klimawandel und Vorläufigkeit der Aussagen</p>	<p>E13 <i>unterscheiden</i> zwischen dem natürlichen und dem anthropogen erzeugten <u>Treibhauseffekt</u> und beschreiben ausgewählte Ursachen und ihre Folgen (E1)</p> <p>E14 <i>formulieren Fragestellungen</i> zum Problem des Verbleibs und des Einflusses anthropogen erzeugten <u>Kohlenstoffdioxids</u> (u.a. im Meer) unter Einbezug von Gleichgewichten (E1)</p> <p>E15 <i>formulieren Hypothesen</i> zur Beeinflussung <u>natürlicher Stoffkreisläufe</u> (u.a. Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) (E3)</p> <p>E16 <i>beschreiben</i> die Vorläufigkeit der Aussagen von Prognosen zum <u>Klimawandel</u> (E7)</p> <p>E4 <i>beschreiben</i> und <i>bewerten</i> die gesellschaftliche Relevanz prognostizierter Folgen des anthropogenen Treibhauseffektes (B3)</p>
<p>Nachwachsende Rohstoffe</p> <p>Fotosynthese, Zellatmung Glucose, Kraftstoffe der ersten und zweiten Generation, Biodiesel, Bioethanol, Hydrothermale Carbonisierung mit Katalyse, Nachhaltigkeit, Beschluss des EU-Parlaments 09/13</p> <p>z.B. EXPERIMENT: Herstellung von Bio-Diesel</p> <p>z.B. EXPERIMENT: Isolierung von Stärke aus Kartoffeln</p> <p>z.B. EXPERIMENT: Folien aus Stärke und deren Kompostierung</p>	<p>UF15 <i>beschreiben</i> und <i>erläutern</i> den Einfluss eines <u>Katalysators</u> auf die Reaktionsgeschwindigkeit mithilfe vorgegebener graphischer Darstellungen (UF1, UF3)</p> <p>K5 <i>analysieren</i> Aussagen zu Produkten der <u>organischen Chemie</u> (u.a. aus der Werbung) im Hinblick auf ihren chemischen sachgehalt und korrigieren unzutreffende Aussagen sachlich fundiert (K4)</p> <p>K9 <i>recherchieren Informationen</i> (u.a. zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) aus unterschiedlichen Quellen und strukturieren und <i>hinterfragen</i> die Aussagen der Informationen (K2, K4)</p> <p>E3 <i>zeigen</i> Möglichkeiten und Chancen der Verminderung des <u>Kohlenstoffdioxidausstoßes</u> und der Speicherung des Kohlenstoffdioxids auf und <i>beziehen</i> politische und gesellschaftliche Argumente und ethische Maßstäbe in ihre Bewertung <i>ein</i> (B3, B4)</p>
<p>Inhaltlicher Schwerpunkt IV: Nanochemie des Kohlenstoffs Kontext: <i>Neue Materialien aus Kohlenstoff</i></p>	
<p>Graphit, Diamant und mehr</p> <p>Modifikationen, Elektronenpaarbindung, Strukturformeln, Eigenschaften, (KEIN Orbitalmodell oder Hybridierungen)</p>	<p>UF9 <i>beschreiben</i> die Strukturen von <u>Diamant und Graphit</u> und <i>vergleichen</i> diese mit <u>neuen Materialien aus Kohlenstoff</u> (u.a. Fullereene) (UF4)</p> <p>E7 <i>erläutern</i> Grenzen der ihnen bekannten <u>Bindungsmodelle</u> (E7)</p> <p>K10 <i>stellen</i> <u>neue Materialien aus Kohlenstoff</u> <i>vor</i> und <i>beschreiben</i> deren Eigenschaften (K3)</p>

z.B. Material der EDTH Zürich - www.educ.ethz.ch/unt/um/che/ab/graphit_diamant

Nanotechnologie

E5 *bewerten* an einem Beispiel Chancen und Risiken der Nanotechnologie (B4)

Neue Materialien, Anwendung und Risiken

z.B. „Nanobox“

z.B. RECHERCHE: Einsatzgebiete von Nano-Materialien

IF II: Säuren, Basen und analytische Verfahren (Jgst. 12)

Möglicher Unterrichtsgang (rot: verbindliche Fachbegriffe)

Kompetenzen (rot: nur LK, grün: nur GK, schwarz: beide)

Inhaltlicher Schwerpunkt I: Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen Kontext: Säuren und Basen in Alltagsprodukten

• Säuren und Basen in Alltagsprodukten

Erweiterung des Säure-Base-Begriffs nach Brønsted, Konjugierte Säure-Base-Paare, Teilchen in sauren/alkalischen Lösungen (Arrhenius, Wdh.), Wasser als Voraussetzung für saure/basische Eigenschaften

- UF1 *identifizieren Säuren und Basen* in Produkten des Alltags und *beschreiben* diese mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted (UF1, UF3)
- E1 *zeigen* an Protolysereaktionen auf, wie sich der Säure-Base-Begriff durch das Konzept von Brønsted verändert hat (E6, E7)
- E4 *erklären* das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit wässriger Lösungen mit dem Vorliegen frei beweglicher Ionen (E6)
- E9 *erläutern* die unterschiedlichen Leitfähigkeiten von sauren und alkalischen Lösungen sowie von Salzlösungen gleicher Stoffmengenkonzentration (E6)
- E11 *erklären* die Reaktionswärme bei Neutralisationen mit der zugrundeliegenden Protolyse (E3, E6)
- K1 *stellen* eine Säure-Base-Reaktion in einem Funktionsschema *dar* und erklären daran das Donator-Akzeptor-Prinzip (K1, K3)
- K4 *recherchieren* zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren unterschiedliche Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht. (K2, K4)
- B1 *beurteilen* den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2)
- B2 *bewerten* die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen (B1)
- B3 *bewerten* durch eigene Experimente gewonnene und recherchierte Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen auf der Grundlage von Kriterien der Produktqualität oder des Umweltschutzes (B4)
- B4 *beschreiben* den Einfluss von Säuren und Basen auf die Umwelt an Beispielen und *bewerten* mögliche Folgen (B3)

z.B. EXPERIMENT: Herstellung und Löslichkeit von Chlorwasserstoff sowie Leitfähigkeitsmessung

z.B. EXPERIMENT Vergleich der Leitfähigkeit von konzentrierter und verdünnter Essigsäure

Inhaltlicher Schwerpunkt II: Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen durch Titration Kontext: Einfluss von Säuren & Basen auf Gewässer & Böden

Neutralisationsanlage im Keller der Schule

• Titration

Indikatormethode, Leitfähigkeitstiteration, stöchiometrische Berechnungen, cV-Formel, ggf. computergesteuerte Messtechnik

- E2 *planen* Experimente zur Bestimmung der Konzentration von Säuren und Basen in Alltagsprodukten bzw. Proben aus der Umwelt angeleitet und selbstständig (E1, E3)
- E3 *erläutern* das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung über einen Indikator, führen diese zielgerichtet durch und werten sie aus (E3, E4, E5)
- E5 *beschreiben* das Verfahren einer Leitfähigkeitstiteration (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Säuren bzw. Basen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt und *werten* vorhandene Messdaten *aus* (E2, E4,

	E5)
	E7 <i>bewerten</i> durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu <u>Säure-Base-Reaktionen</u> im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5)
	E8 <i>beschreiben</i> eine <u>pH-metrische Titration</u> , interpretieren charakteristische Punkte der Titrationskurve (u.a. Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt) und <i>erklären</i> den Verlauf mithilfe des Protolysekonzepts (E5)
	E10 <i>vergleichen</i> unterschiedliche <u>Titrationmethoden</u> (u.a. Säure-Base-Titration mit einem Indikator, Leitfähigkeitstimation, pH-metrische Titration) hinsichtlich ihrer Aussagekraft für ausgewählte Fragestellungen (E1, E4)
	K2 <i>dokumentieren</i> die Ergebnisse einer <u>Leitfähigkeitstimation</u> mithilfe graphischer Darstellungen (K1)
	K6 <i>nutzen</i> chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Auswahl eines geeigneten <u>Indikatoren</u> für eine Titration mit Endpunktbestimmung (K2)
z.B. EXPERIMENT: Titration von Salz- und Essigsäure mit verdünnter Natronlauge	
z.B. EXPERIMENT: Bestimmung des Massengehalts an Essigsäure in Speiseessig über Titration mit Indikator	
z.B. EXPERIMENT: Leitfähigkeits-Titration	
z.B. EXPERIMENT: Ionenleitfähigkeit – Messung der Leitfähigkeit gleich konzentrierter Lösungen von HCl, NaCl, KCl bzw. NaOH und Na-Acetat	
z.B. EXPERIMENT: Messung der Reaktionswärme bei der Titration (nur LK)	
<ul style="list-style-type: none"> Stärke von Säuren / Basen K_S/K_B, pK_S / pK_B, pH-Wert zunächst noch phänomenologisch, Definition des pH-Wertes, Plausibilität durch Verdünnung in 10er-Potenz-Schritten, Üben des logarithmischen Rechnens 	UF2 <i>interpretieren</i> Protolysen als <u>Gleichgewichtsreaktionen</u> und <i>beschreiben</i> das Gleichgewicht unter Nutzung des K_S -Wertes (UF2, UF3) UF5a <i>klassifizieren</i> Säuren mithilfe von <u>K_S- und pK_S-Werten</u> (UF3) UF5b <i>klassifizieren</i> Säuren mithilfe von <u>K_S-, K_B-, pK_S-, pK_B-Werten</u> (UF3) E6a <i>machen Vorhersagen</i> zu Säure-Base-Reaktionen anhand von <u>K_S- und pK_S-Werten</u> E6b <i>machen Vorhersagen</i> zu Säure-Base-Reaktionen anhand von <u>K_S- und K_B-Werten und von pK_S- und pK_B-Werten</u> K3 <i>erklären</i> fachsprachlich angemessen und mithilfe von Reaktionsgleichungen den Unterschied zwischen einer <u>schwachen</u> und einer <u>starken Säure</u> unter Einbeziehung des Gleichgewichtskonzepts (K3) K5 <i>beschreiben</i> und <i>erläutern</i> <u>Titrationen</u> starker und schwacher Säuren (K3).
z.B.: EXPERIMENT: Salzsäure und Propansäure gleicher Konzentration (Titration) aber unterschiedlicher pH-Werte	
z.B. RECHERCHE: Säuren und Basen in Lebensmitteln und Produkten (z.B. Entkalker) – welche Säure ist am besten geeignet?	
z.B. EXPERIMENT: Titrationsverläufe von starken und schwachen Säuren (nur LK)	
<ul style="list-style-type: none"> pH-Wert-Berechnung 	UF3 <i>erläutern</i> die Autoprotolyse und das <u>Ionenprodukt des Wassers</u> (UF1)

Ionenprodukt des Wassers

- UF4 *berechnen* pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen (Hydroxide) (UF2)
- UF6 *berechnen* pH-Werte wässriger Lösungen schwacher einprotoniger Säuren mithilfe des Massenwirkungsgesetzes (UF2)

IF III: Elektrochemie (Jgst. 12)

Möglicher Unterrichtsgang (rot: verbindliche Fachbegriffe)

Kompetenzen

Inhaltlicher Schwerpunkt I: Elektrochemische Gewinnung von Stoffen Kontext: *Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle*

- GALVANI'sche Zellen**

Wiederholung Redoxbegriff / Oxidationszahlen

- UF1 *erklären* den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (u.a. DANIELL-Element) (UF1, UF3)
- UF4 *erklären* Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegender Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4)
- UF5 *beschreiben* und *erklären* Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3)
- UF6 *deuten* die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF4)
- UF7 *erläutern* die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2)
- E1 *erweitern* die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7)
- E2 *entwickeln* Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen (E3)
- E3 *planen* Experimente zum Aufbau galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab (E1, E2, E4, E5)
- E4 *erläutern* die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6)
- E5 *analysieren* und *vergleichen* galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5)
- E7 *entwickeln* aus vorgegebenen Materialien galvanische Zellen und treffen Vorhersagen über die zu erwartende Spannung unter Standardbedingungen (E1, E3)
- K1 *dokumentieren* Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1)

<p>z.B. EXPERIMENT: Fällungsreaktionen zwischen verschiedenen Metall/Metallsalz-Kombinationen</p> <p>z.B. EXPERIMENT: Zitronenbatterie</p> <p>z.B. EXPERIMENT: Fällungsreaktionen zwischen verschiedenen Metall/Metallsalz-Kombinationen</p> <p>MODELL: Systematischer Aufbau galvanischer Zellen – Bsp. DANIELL-Element</p> <p>z.B. EXPERIMENT: Weitere galvanische Zellen mit Metallhalbzellen (z.B. Silber-HZ)</p> <p>z.B. INTERAKTIONSBOX</p> <p>z.B. EXPERIMENT: in PETRI-Schalen</p>	<p>K2 <i>stellen</i> Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die <u>Redoxreaktionen</u> als Gesamtreaktion übersichtlich <i>dar</i> und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3)</p> <p>B1 <i>erläutern</i> und <i>beurteilen</i> die <u>elektrolytische Gewinnung</u> eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B3)</p>
<p>• Spannungsreihe</p> <p>Standardelektrodenpotentiale, Standard-Wasserstoffelektrode, Spannungsreihe (auch Nichtmetall: Wasserstoff, Halogenee), Komplexe Redoxpaare, Additivität der Potentiale</p> <p>Berechnungen zu Potentialdifferenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Donator/Akzeptor-HZ • Anode/Kathode • Zellspannung • Zellsymbol <p>z.B. GRUPPENPUZZLE: Spannungsreihe</p> <p>z.B. SELBSTLERNEINHEIT: E-Cell (PC-Programm)</p> <p>z.B. EXPERIMENT (Tipp. Als Pt-Elektrode kann man Rasierfolien verwenden)</p>	<p>UF3 <i>berechnen</i> Potentialdifferenzen unter Nutzung der <u>Standardelektrodenpotentiale</u> und <i>schließen</i> auf die möglichen Redoxreaktionen (UF2, UF3)</p>
<p>• Potentiale</p> <p>Konzentrationsabhängigkeit des Elektrodenpotentials, NERNST-Gleichung, Konzentrationsketten, Einführung bzw. Festigung des Rechnens mit Logarithmen, Umgang mit dem Taschenrechner, Konzentrationsberechnungen</p> <p>z.B. EXPERIMENT: Konzentrationsketten mit 3 Silberhalbzellen unterschiedlicher Konzentration</p>	<p>UF10 <i>berechnen</i> Potentiale und Potentialdifferenzen mithilfe der <u>NERNST-Gleichung</u> und ermitteln Ionenkonzentrationen von Metallen und Nichtmetallen (u.a. Wasserstoff und Sauerstoff) (UF2)</p> <p>E6 <i>planen</i> Versuche zur quantitativen Bestimmung einer Metallionen-Konzentration mithilfe der <u>NERNST-Gleichung</u> (E4)</p> <p>E8 <i>werten</i> Daten elektrochemischer Untersuchungen mithilfe der <u>NERNST-Gleichung</u> und der <u>FARADAY-Gesetze</u> aus (E5)</p>
<p>• Batterien und Akkus</p>	<p>K3 <i>recherchieren</i> Informationen zum Aufbau mobiler <u>Energiequellen</u> und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3)</p>

<p>z.B. REFERATE: Batterien- und Akkumulator-Typen z.B. MODELLVERSUCH: Bleiakкумуляtor <i>Tipp</i>: Als Aufbau den geschlossenen Bleiakкумуляtor (Modellversuch) verwenden wegen der starken Ozonbildung beim Elektrolysieren.</p>	<p>K4 <i>argumentieren</i> fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler <u>Energiequellen</u> und <i>wählen</i> dazu gezielt Informationen <i>aus</i> (K4) B3 <i>diskutieren</i> die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der Gewinnung, Speicherung und Nutzung <u>elektrischer Energie</u> in der Chemie (B4) B4 <i>diskutieren</i> Möglichkeiten der elektrochemischen <u>Energiespeicherung</u> als Voraussetzung für die zukünftige Energieversorgung (B4)</p>
<p>• Knallgasreaktion <i>Elektrolyse von Wasser, Zersetzungsspannung</i></p> <p>z.B. EXPERIMENT: Wasserzersetzung mit HOFMANN-Apparatur z.B. EXPERIMENT: Aufnahme einer Stromstärke-Spannungs-Kurve z.B. EXPERIMENT: Wasserzersetzung mit low-cost-Apparatur</p>	<p>UF2 <i>beschreiben</i> den Aufbau einer <u>Standard-Wasserstoff-Halbzelle</u> (UF1) B2 <i>vergleichen</i> und <i>bewerten</i> innovative und herkömmliche elektrochemische <u>Energiequellen</u> (u.a. Wasserstoff-Brennzelle) (B1)</p>
<p>• Quantitative Elektrolyse <i>Abhängigkeit der Elektrolyse-Produkte (Wasserstoff & Sauerstoff) von der Zeit und Stromstärke, FARADAY-Gesetze (1. & 2.), Definition des Ladungsbegriffs</i></p> <p>z.B. EXPERIMENT: Knallgas-Coulometer z.B. RECHERCHE: Elektrolytische Gewinnung von Stoffen (z.B. Aluminiumherstellung)</p>	<p>UF8 <i>erläutern</i> und <i>berechnen</i> mit den <u>FARADAY-Gesetzen</u> Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2) E9 <i>schließen</i> aus experimentellen Daten auf elektrochemische <u>Gesetzmäßigkeiten</u> (u.a. FARADAY-Gesetze) (E6)</p>
<p>Inhaltlicher Schwerpunkt II: Mobile Energiequellen Kontext: <i>Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon</i></p>	
<p>• Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle</p> <p>z.B. MODELLVERSUCH: Brennstoffzelle z.B. GRUPPENPUZZLE: Methanol-Brennstoffzelle</p>	
<p>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen: Interessant ist die Abbildung von einem Brennstoffzellen-Bus mit Beschriftung, die z.B. auf „Null-Emissionen“ hinweist, z.B. http://www.brennstoffzellenbus.de/bus/. Im Internet sind auch animierte Darstellungen zu den chemischen Reaktionen, in vereinfachter Form, in einer Brennstoffzelle zu finden, z.B. http://www.brennstoffzellenbus.de/bzelle/index.html. Die Chance der Energiespeicherung durch die Wasserstoffgewinnung mithilfe der Nutzung überschüssigen elektrischen Stroms aus Solar- und Windkraftanlagen wird dargestellt in http://www.siemens.com/innovation/apps/pof_microsite/pof-spring-2012/html_de/elektrolyse.html. Ein Vergleich der alkalischen Elektrolyse und der der Elektrolyse mit einer PEM-Zelle wird ausführlich beschrieben in</p>	

http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Workshopbaende/ws2007/ws2007_07.pdf.

Sehr ergiebige Quelle zu vielen Informationen über die Wasserstoffenergiewirtschaft, Brennstoffzellen und ihre Eigenschaften <http://www.diebrennstoffzelle.de>.

Inhaltlicher Schwerpunkt III: Korrosion

Kontext: -

• **Rosten von Eisen**

UF9a *erläutern* elektrochemische Korrosionsvorgänge (UF1, UF3)

UF9b *erläutern* elektrochemische Korrosionsvorgänge und Maßnahmen zum Korrosionsschutz (u.a. galvanischer Überzug, Opferanode) (UF1, UF3)

B5 *diskutieren* ökologische Aspekte und wirtschaftliche Schäden, die durch Korrosionsvorgänge entstehen können (B2)

K5 *recherchieren* Beispiele für elektrochemische Korrosion und Möglichkeiten des Korrosionsschutzes (K2, K3)

z.B. EXPERIMENT: Eisenkorrosion unter verschiedenen Bedingungen

• **Korrosionsschutz**

B6 *bewerten* für konkrete Situationen ausgewählte Methoden des Korrosionsschutzes bezüglich ihres Aufwandes und Nutzens (B3, B2)

z.B.: EXPERIMENT: PETRI-Schalenversuche mit Agar

• **Lokalelemente**

Tipp: Selbsterhitzendes Essen als Beispiel für die Anwendung von Lokalelementen (vgl.: www.Dauerbrot.de)

IF IV: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe (Jgst. 13)

Möglicher Unterrichtsgang (rot: verbindliche Fachbegriffe)

Kompetenzen (LK, GK, beide)

Inhaltlicher Schwerpunkt I: Organische Verbindungen und Reaktionswege

Kontext: *Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt*

• **Erdöl – ein Gemisch vielfältiger Kohlenwasserstoffe**

Stoffklassen und Reaktionstypen, zwischenmolekulare Wechselwirkungen, Stoffklassen, homologe Reihen, Destillation, Cracken, Fraktion, Wdh. Summenformel, Strukturformel, Nomenklatur, Stoffklassen (Alkane, Cycloalkane, Alkene, Cycloalkene, Alkine, Aromaten (ohne Mesomerie))

UF6 *verknüpfen* Reaktionen zu Reaktionsabfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4)

UF7a *erklären* Reaktionen zur Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4)

UF7b *erklären* Reaktionsabläufe unter dem Gesichtspunkt der Produktausbeute und Reaktionsführung (UF4)

E5 *beschreiben* die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und *erläutern* Grenzen dieser Modellvorstellung (E6, E7)

E11 *stellen Erkenntnisse* der Strukturchemie in ihrer Bedeutung für die Weiterentwicklung der Chemie (u.a. Aromaten, Makromoleküle) *dar* (E7)

K1 *verwenden* geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3)

K3 *präsentieren* zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und *stellen* die Ergebnisse adressatengerecht *vor* (K2, K3)

- K4 *demonstrieren* an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3)
- K5 *beschreiben* und *visualisieren* anhand geeigneter Anschauungsmodelle den Verlauf ausgewählter chemischer Reaktionen in Teilschritten (K3)
- K6 *beschreiben* und *diskutieren* aktuelle Entwicklungen im Bereich organischer Werkstoffe und Farbstoffe unter vorgegebenen und selbständig gewählten Fragestellungen (K4)
- B1 *erläutern* und *bewerten* den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3)
- B2 *diskutieren* Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3)
- B3 *beurteilen* Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4)
- B4 *gewichten Analyseergebnisse* (u.a. fotometrische Messung) vor dem Hintergrund umweltrelevanter Fragestellungen (B1, B2)
- B5 *bewerten* die Grenzen chemischer Modellvorstellungen über die Struktur organischer Verbindungen und die Reaktionsschritte von Synthesen für die Vorhersage der Bildung von Reaktionsprodukten (B4)

z.B. ANSICHTSMATERIAL: Erdöl, Teer, Paraffin, Heizöl, Diesel, Superbenzin, Super E10, Schwefel

z.B. Film: Gewinnung von Kohlenwasserstoffen aus Erdöl – fraktionierte Destillation

z.B. Mind-Map: Vielfalt organischer C-Verbindungen

z.B. Grafik: Zusammensetzung von Erdölen und zum Bedarf der Produkte

z.B. DEMO-EXPERIMENT: Cracken von Kraftfahrzeitbenzin – Verbrennung und Veredelung (Cracken, Reformieren)

z.B. FILM: Multitalent Erdöl (Planet Schule): http://www.planet-schule.de/sf/php/02_sen01.php?sendung=6901. 15min.

z.B. FILM: Video-DVD (4602475) „Erdölverarbeitung“ die Aspekte: 1. Atmosphärische Destillation (6:30 Min.), 2. Vakuumdestillation (2:10 Min.), 3. Cracken (5:20 Min.), 4. Entschwefelung (6:30 Min.), 5. Benzinveredlung (6:30 Min.), 6. Schmierölverarbeitung (3:50 Min.)

z.B. FILM: „Der Viertakt-Ottomotor“ (4605559) 8min.

z.B. FILM: „Der Viertakt-Dieselmotor (4605560) 8min.

Zur Umweltrelevanz des Stoffes Methyltertiärbuthylether (MTBE) unter besonderer Berücksichtigung des Gewässerschutzes finden sich Informationen des Umwelt Bundesamtes in: <http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/grundwasser/mtbe.htm>. Die Seite enthält auch eine Tabelle zum MTBE-Anteil in verschiedenen Benzinsorten. Zum Einsatz von ETBE findet man Informationen auf: <http://www.aral.de/aral/sectiongenericarticle.do?categoryId=9011811&contentId=7022567>. Eine kurze Simulation der Bromierung von Ethen mit Untertexten ist dargestellt in: <http://www.chemiekiste.de/Chemiebox/Bromadd.htm>.

Inhaltlicher Schwerpunkt II: Organische Werkstoffe Kontext: Maßgeschneiderte Produkte

Synthese des Anti-Klopfmittels MTBE

- **Produktsynthese**

MTBE-Synthese (säurekatalysierte elektrophile Addition von Methanol/Ethanol an

UF1 *beschreiben* den Aufbau der Moleküle (u.a. Strukturisomerie) und die charakteristischen Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäure und Ester und ihre chemischen Reaktionen (u.a. Veresterung, Oxidationsreihe der Alkohole) (UF1, UF3)

2-Methylpropen, Einfluss des I-Effektes

elektrophile Addition, radikalische Substitution, nucleophile Substitution, S_{N1} , S_{N2} (nur LK), Stabilität der Carbenium-Ionen, MARKOWNIKOW-Regel

Als Vorbereitung für die PMMA-Synthese (s. nächstes Unterrichtsvorhaben); Hinweis: Schritte 4,5,6 in Chemie 2000+ S. 105 nicht intensiv (Wiederholung Oxidationsvorgänge), Energetische Betrachtung: Lichtenergie zur Bromspaltung (blau-rot Licht) bei der rad. Subst

- UF2 *erklären* Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften vorher (UF1)
- UF3 *erklären* Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4)
- UF4 *klassifizieren* organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3)
- UF5a *formulieren* Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und erläutern diese (UF1)
- UF5b *formulieren* Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und einer nucleophilen Substitution und erläutern diese (UF1)
- UF11a *erklären* die elektrophile Erstsstitution am Benzol und deren Bedeutung als Beleg für das Vorliegen eines aromatischen Systems (UF1, UF3)
- UF11b *erläutern* das Reaktionsverhalten von organischen Verbindungen (u.a. Benzol, Phenol) und *erklären* dies mit Reaktionsschritten der elektrophilen Erst- und Zweitsubstitution (UF1, UF2)
- E1 *erläutern* die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4)
- E2a *schätzen* das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen aus den Molekülstrukturen *ab* (u.a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3)
- E2b *vergleichen* ausgewählte organischen Verbindungen und *entwickeln Hypothesen* zu deren Reaktionsverhalten aus den Molekülstrukturen (u.a. I-Effekt, M-Effekt, sterischer Effekt) (E3)
- E8 *analysieren* und *vergleichen* die Reaktionsschritte unterschiedlicher Reaktionstypen (u.a. elektrophile Addition und elektrophile Substitution) (E6)
- E9 *machen eine Voraussage über* den Ort der elektrophilen Zweitsubstitution am Aromaten und begründen diese mit dem Einfluss des Ersts substituents (E3, E6)

z.B. Advance Organizer B4 S.105 Chemie 2000+

z.B. EXPERIMENT: Radikalische Substitution (nur LK)

z.B. EXPERIMENT: Elektrophile Addition (nur LK)

z.B. EXPERIMENT: Nucleophile Substitution (nur LK)

z.B. EXPERIMENT: Eliminierung (Kondensation)

z.B. EXPERIMENT: Polymerisation von MMA zu PMMA

• Vielfalt der Kunststoffe

Eigenschaften makromolekularer Verbindungen, Thermoplaste, Duromere, Elastomere, lineare und verzweigte Makromoleküle, amorphe und kristalline Bereiche, Vernetzungsgrad

zwischenmolekulare Wechselwirkungen, Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken,

- UF8a *erklären* den Aufbau von Makromolekülen aus Monomer-Bausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u.a. Polyester, Polyamide) (UF1, UF3)
- UF8b *erklären* den Aufbau von Makromolekülen aus Monomer-Bausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u.a. Polyester, Polyamide, Polycarbonate) (UF1, UF3)
- UF10 *erläutern* die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und *erklären* ihre praktische Verwendung

(UF2, UF4)

- E3 *untersuchen* Kunststoffe auf ihre Eigenschaften, planen dafür zielgerichtete Experimente (u.a. zum thermischen Verhalten), *führen* diese *durch* und *werten* sie *aus* (E1, E2, E4, E5)
- E4 *ermitteln* Eigenschaften von organischen Werkstoffen und *erklären* diese anhand der Struktur (u.a. Thermoplaste, Elastomere und Duromere) (E5)

z.B. ANSICHTSMATERIAL: Plastiktüte, PET-Flasche, Joghurtbecher, Schaumstoff, Elektrogeräte-Gehäuse

z.B. ANSICHTSMATERIAL: Kunststoffe im Auto (Blinkerabdeckung, Sicherheitsgurt, Keilriemengurt, Sitzbezug)

z.B. EXPERIMENT: Thermische Eigenschaften von Duromeren, Elastomeren und Thermoplasten

Plastikgeschirr aus Polystyrol

- UF9 *beschreiben* und *erläutern* die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF3)

- **Kunststoff-Synthese**

Kunststoff, Makromolekül, Monomer, Polymer, Eigenschaften von Kunststoffen und Verwendung

Radikalische Polymerisation, Polykondensation, Polyester, Polyamide, (Nylonfasern) Transparentes Plexiglas (PMMA; radikalische Polymerisation, Faserschutz und Transparenz), reißfeste Fasern aus PET (Aufbau von Polyestern, Polykondensation [ohne Mechanismus], Faserstruktur und Reißfestigkeit, Schmelzspinnverfahren, hitzebeständige Kunststoffe im Motorraum (Hitzebeständigkeit und Molekülstruktur der Duromere, Elastomere und Thermoplaste), Nylonfasern für Sitzüberzüge (Aufbau von Nylon, Polyamide), Systematisierung der kennengelernten Stoffklassen und Reaktionstypen)

z.B. EXPERIMENT: Polymerisation von Styrol = Phenylethen (Styrol als Ausgangsstoff vieler Kunststoffe)

z.B. EXPERIMENT: Polykondensation – Synthese einfacher Polyester aus Haushaltschemikalien (z.B. Polymilchsäure, Polyzitronensäure)

z.B. EXPERIMENT: Nylonseiltrick

z.B. Mind-Map: Kunststoffe im Auto – Eigenschaften und Verwendung

z.B. EXPERIMENT: Herstellung von PMMA Scheibe durch radikalische Polymerisation (nur LK)

z.B. EXPERIMENT: Herstellung einer Polyesterfaser mit der Heißklebepistole (nur LK)

z.B. EXPERIMENT: Depolymerisation von PS (nur LK)

- **Kunststoff-Verarbeitung**

Spritzgießen, Extrusionsblasformen, Fasern spinnen, Geschichte der Kunststoffe

z.B. EXPERIMENT: Polymerisation von Styrol = Phenylethen (Styrol als Ausgangsstoff vieler Kunststoffe)

z.B. EXPERIMENT: Polykondensation – Synthese einfacher Polyester aus Haushaltschemikalien (z.B. Polymilchsäure, Polyzitronensäure)

z.B. EXPERIMENT: Nylonseiltrick

z.B. FILM/ANIMATION: Kunststoff-Verarbeitungsprozesse

z.B. RECHERCHE: Kunststoff-Verarbeitungsprozesse

- **Maßgeschneiderte Kunststoffe**

Styrol-Acrylnitril-Copolymerisation, Cyclodextrine, Superabsorber, Copolymerisate des Polystyrols (z.B. SAN)

z.B. RECHERCHE: Syntheseweg zur Herstellung von SAN aus Basischemikalien
 z.B. EXPERIMENT: Modifikation der Werkstoffeigenschaften von Polystyrol durch Copolymerisation mit Acrylnitril
 z.B. GRUPPENPUZZLE: Ausgewählte Kunststoffe (Cyclodextrine, Superabsorber)

Ökologische und ökonomische Aspekte zum Einsatz von Einweggeschirr aus Polymilchsäure, Polystyrol oder Belland-Material

- **Kunststoff-Recycling**

Stoffliche, rohstoffliche und energetische Verwertung

z.B. EXPERIMENT: Herstellung von Stärke-Folien
 z.B. PODIUMDISKUSSION: Einsatz von Einweggeschirr auf Großveranstaltungen
 z.B. FILME: Kunststoff-Recycling
 z.B. EXPERIMENT: (www.seilnacht.de) (www.chemieunterricht.de) (www.educ-ethz-ch/unt/um/che/boc/polystyrol/index)(www.Plasticseurope.de) (www.forum-pet.de) (www.chik.de) (www.gruener-punkt.de)

→ fachübergreifende Aspekte: Plastikmüll verschmutzt die Meere (BIOLOGIE)

Inhaltlicher Schwerpunkt III: Farbstoffe und Farbigkeit

Kontext: *Maßgeschneiderte Produkte*

- **Farben im Alltag**

Farbe & Struktur, konjugierte Doppelbindung, Donator-Akzeptorgruppen, Mesomerie, Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe

- UF12 *erklären* die Farbigkeit von vorgegebenen Stoffen (u.a. Azofarbstoffe) durch Lichtabsorption und *erläutern* den Zusammenhang zwischen Farbigkeit und Molekülstruktur mithilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-Akzeptor-Gruppen) (UF1, UF6)
- UF13 *geben* ein Reaktionsschema für die Synthese eines Azofarbstoffes *an* und *erläutern* die Azokupplung als elektrophile Zweitsubstitution (UF1, UF3)
- E6a *erklären* vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe) (E6)
- E6b *erklären* vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe) (E6)
- K2a *erläutern* Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit ausgewählter organischer Verbindungen und *stellen* die Ergebnisse adressatengerecht *vor* (K2, K3)
- K2b *erläutern* Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3)

z.B. DEMO-EXPERIMENT: Farbwechsel von Phenolphthalein
 z.B. EXPERIMENT: Synthese von Fluorescein
 z.B. DEMO-EXPERIMENT: Synthese von Phenolphthalein
 z.B. EXPERIMENT: Synthese von β -Naphtholorange
 z.B. DEMO-EXPERIMENT: Bromierung von Lycopin

- **Konzentrationsbestimmung von Farbstoffen**

Aufbau eines Fotometers, LAMBERT-BEER-Gesetz

- E7a *werten* die Absorptionsspektren fotometrischer Messungen *aus* und *interpretieren* die Ergebnisse (E5)

E7b *werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen *aus* und *interpretieren* die Ergebnisse (E5)*

E10 *berechnen aus Messwerten zur Extinktion mithilfe des LAMBERT-BEER-Gesetzes die Konzentration von Farbstoffen in Lösungen(E5)*

z.B. EXPERIMENT: colorimetrische/fotoetrische Bestimmung, z.B. Kaliumpermanganat, Patentblau, Curacao blue, Nitrat/Nitrit-Gehalt (

z.B. EXPERIMENT: Extinktionsmessungen mit dem NOVOSPEC. Aufnehmen einer Eichkurve durch Referenzsubstanzen

www.seilnacht.de, www.max-wissen.de

5 Übersicht über die Kompetenzerwartungen

5.1 Übergeordnete Kompetenzerwartungen in der SI

	<i>Stufe I</i>	<i>Stufe II</i>
Umgang mit Fachwissen: Die Schülerinnen und Schüler können:		
UF1 Wiedergabe & Erklärung	erworbenes Wissen über chemische Phänomene unter Verwendung einfacher Konzepte nachvollziehbar darstellen und Zusammenhänge erklären.	chemisches Wissen strukturiert sowie bildungs- und fachsprachlich angemessen darstellen und Bezüge zu zentralen Konzepten und übergeordneten Regeln, Modellen und Prinzipien herstellen.
UF2 Auswahl & Anwendung	das zur Lösung einfacher vorgegebener Aufgaben und Problemstellungen erforderliche chemische Fachwissen auswählen und anwenden.	Konzepte zur Analyse und Lösung von Problemen begründet auswählen und chemisches Fachwissen zielgerichtet anwenden.
UF3 Ordnung & Systematisierung	chemische Sachverhalte nach ausgewählten Kriterien ordnen und von Alltagsvorstellungen abgrenzen.	chemische Sachverhalte nach fachlichen Strukturen systematisieren und zentralen chemischen Konzepten zuordnen.
UF4 Übertragung & Vernetzung	neu erworbene chemische Konzepte in vorhandenes Wissen eingliedern und Alltagsvorstellungen hinterfragen.	Naturwissenschaftliche Konzepte sachlogisch vernetzen und auf variable Problemsituationen übertragen.
Erkenntnisgewinnung: Die Schülerinnen und Schüler können:		
E1 Problem & Fragestellung	in einfachen Zusammenhängen Probleme erkennen und Fragen formulieren, die sich mit chemischen Methoden erklären lassen.	Fragestellungen, die chemischen Erklärungen bzw. Erkenntnisprozessen zugrunde liegen, identifizieren und formulieren.
E2 Beobachtungen & Wahrnehmung	Phänomene aus chemischer Perspektive bewusst wahrnehmen und beschreiben.	Bei kriteriengeleiteten Beobachtungen die Beschreibung von der Deutung trennen.
E3 Vermutung & Hypothese	Vermutungen zu chemischen Fragestellungen auf der Grundlage von Alltagswissen und einfachen fachlichen Konzepten formulieren.	Zur Klärung chemischer Fragestellungen überprüfbare Hypothesen formulieren und Möglichkeiten zur Überprüfung angeben.
E4 Untersuchung & Experiment	bei angeleiteten oder einfachen selbst entwickelten Untersuchungen und Experimenten Handlungsschritte unter Beachtung von Sicherheitsaspekten planen und durchführen sowie Daten gemäß der Planung erheben und aufzeichnen.	Untersuchungen und Experimente systematisch unter Beachtung von Sicherheitsvorschriften planen, dabei zu verändernde bzw. konstant zu haltende Variablen identifizieren sowie die Untersuchungen und Experimente zielorientiert durchführen und protokollieren.
E5 Auswertung & Schlussfolgerung	Beobachtungen und Messdaten ordnen sowie mit Bezug auf die zugrundeliegende Fragestellung oder Vermutung auswerten und daraus Schlüsse ziehen.	Beobachtungs- und Messdaten mit Bezug auf zugrundeliegende Fragestellungen und Hypothesen darstellen, interpretieren und daraus qualitative und einfache quantitative Zusammenhänge ableiten sowie mögliche Fehler reflektieren.
E6 Modell & Realität	mit vorgegebenen Modellen ausgewählte chemische Vorgänge und Phänomene veranschaulichen, erklären und vorhersagen sowie Modelle von der Realität unterscheiden.	Mit Modellen chemische Vorgänge und Zusammenhänge, auch unter Verwendung der Symbolsprache, in einfacher formalisierter Form beschreiben, erklären und vorhersagen sowie den Gültigkeitsbereich und die Grenzen kritisch reflektieren.

E7 Naturwissenschaftliches Denken & Arbeiten	in einfachen chemischen Zusammenhängen Schritte der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung nachvollziehen und Aussagen konstruktiv kritisch hinterfragen.	Anhand von Beispielen die Entstehung, Bedeutung und Weiterentwicklung chemischer Erkenntnisse insbesondere von Regeln, Gesetzen und Modellen beschreiben.
Kommunikation: Die Schülerinnen und Schüler können:		
K1 Dokumentation	das Vorgehen und wesentliche Ergebnisse bei Untersuchungen und Experimenten in vorgegebenen Formaten (/Protokolle, Tabellen, Skizzen, Diagramme) dokumentieren.	Arbeitsprozesse und Ergebnisse in strukturierter Form mithilfe analoger und digitaler Medien nachvollziehbar dokumentieren und dabei Bildungs- und Fachsprache sowie fachtypische Darstellungsformen verwenden.
K2 Informationsverarbeitung	nach Anleitung chemische Informationen aus analogen und digitalen Medien (Fachtexte, Filme, Tabellen, Diagramme, Abbildungen, Schemata) entnehmen, sowie deren Kernaussagen wiedergeben und die Quelle notieren.	Selbstständig aus analogen und digitalen Medien Informationen gewinnen, sie in Bezug auf ihre Relevanz, ihre Qualität, ihren Nutzen und ihre Intention analysieren, sie aufbereiten und deren Quellen korrekt belegen.
K3 Präsentation	eingegrenzte chemische Sachverhalte, Überlegungen und Arbeitsergebnisse - auch mithilfe digitaler Medien - bildungssprachlich angemessen und unter Verwendung einfacher Elemente der Fachsprache in geeigneten Darstellungsformen (Redebeitrag, kurze kontinuierliche und diskontinuierliche Texte) sachgerecht vorstellen.	Chemische Sachverhalte, Überlegungen und Arbeitsergebnisse unter Verwendung der Bildungs- und Fachsprache sowie fachtypischer Sprachstrukturen und Darstellungsformen sachgerecht, adressatengerecht und situationsbezogen in Form von kurzen Vorträgen und schriftlichen Ausarbeitungen präsentieren und dafür digitale Medien reflektiert und sinnvoll verwenden.
K4 Argumentation	eigene Aussagen fachlich sinnvoll begründen, faktenbasierte Gründe von intuitiven Meinungen unterscheiden sowie bei Unklarheiten sachlich nachfragen.	Auf der Grundlage chemischer Erkenntnisse und naturwissenschaftlicher Denkweisen faktenbasiert, rational und schlüssig argumentieren sowie zu Beiträgen anderer respektvolle, konstruktiv-kritische Rückmeldungen geben.
Bewertung: Die Schülerinnen und Schüler können:		
B1 Fakten- & Situationsanalyse	in einer einfachen Bewertungssituation chemische Faktoren nennen sowie die Interessen der Handelnden und Betroffenen beschreiben.	In einer Bewertungssituation relevante chemische und naturwissenschaftlich-technische Sachverhalte und Zusammenhänge identifizieren, fehlende Informationen beschaffen sowie ggf. gesellschaftliche Bezüge beschreiben.
B2 Bewertungskriterien & Handlungsoptionen	Bewertungskriterien und Handlungsoptionen benennen.	Bewertungskriterien festlegen und Handlungsoptionen entwickeln.
B3 Abwägung & Entscheidung	kriteriengeleitet eine Entscheidung für eine Handlungsoption treffen.	Handlungsoptionen durch Gewichten und Abwägen von Kriterien und nach Abschätzung der Folgen für die Natur, das Individuum und die Gesellschaft auswählen.
B4 Stellungnahme & Reflexion	Bewertungen und Entscheidungen begründen.	Bewertungen und Entscheidungen argumentativ vertreten und reflektieren.

5.2 Überblick über die Unterrichtsvorhaben in der SII

5.2.1 Überblick über die Unterrichtsvorhaben der EF (Jgst. 11)

IF1 Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen	
<p><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></p> <p>Thema/Kontext: Vom Alkohol zum Aromastoff</p> <p>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</p> <ul style="list-style-type: none">• UF1 Wiedergabe• UF2 Auswahl• UF3 Systematisierung• E2 Wahrnehmung und Messung• E3 Hypothesen bilden• E4 Untersuchungen und Experimente• E5 Auswerten• K1 Dokumentation• K 2 Recherche• K3 Präsentation• B1 Kriterien• B2 Entscheidungen <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none">• Organische Kohlenstoffverbindungen• Struktur-Eigenschafts-Beziehungen <p>Zeitbedarf: ca. 50 h à 45 min.</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></p> <p>Thema/Kontext: Der Kohlenstoffkreislauf - Gleichgewichte, Störungen und ihre Folgen</p> <p>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</p> <ul style="list-style-type: none">• UF1 Wiedergabe• UF4 Vernetzung• E1 Probleme und Fragestellungen• E6 Modelle• E7 Arbeits- und Denkweisen• K2 Recherche• K3 Präsentation• K4 Argumentation• B3 Werte und Normen• B4 Möglichkeiten und Grenzen <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none">• Stoffkreisläufe in der Natur• Gleichgewichtsreaktionen <p>Zeitbedarf: ca. 34 Std. à 45min</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben III:</u></p> <p>Thema/Kontext: Modifikationen des Kohlenstoffs</p> <p>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</p> <ul style="list-style-type: none">• UF4 Vernetzung• K2 Recherche• B3 Werte und Normen• B4 Möglichkeiten und Grenzen <p>Inhaltlicher Schwerpunkt:</p> <ul style="list-style-type: none">• Nanochemie des Kohlenstoffs <p>Zeitbedarf: ca. 6 Std. à 45min.</p>	
Σ 90 Std. à 45 min.	

5.2.2 Überblick über die Unterrichtsvorhaben der Q1 (Jgst. 12)

IF3 Elektrochemie	
<p><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></p> <p>Thema/Kontext: <i>Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon</i></p> <p>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • UF1 Wiedergabe • UF3 Systematisierung • K1 Dokumentation • K3 Präsentation • E1 Probleme und Fragestellungen • E2 Wahrnehmung und Messung • E3 Hypothesen • E4 Untersuchungen und Experimente • B1 Kriterien <p>Inhaltlicher Schwerpunkt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mobile Energiequellen <p>Zeitbedarf: ca. 36 Stunden à 45 Minuten</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></p> <p>Thema/Kontext: <i>Elektroautos–Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse</i></p> <p>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • UF2 Auswahl • UF4 Vernetzung • E1 Probleme und Fragestellungen • E5 Auswertung • K2 Recherche • K4 Argumentation • B1 Kriterien • B3 Werte und Normen • B4 Möglichkeiten und Grenzen <p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mobile Energiequellen • Elektrochemische Gewinnung von Stoffen (Elektrolysen) • Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse <p>Zeitbedarf: ca. 18 Stunden à 45 Minuten</p>
<p><u>Unterrichtsvorhaben III:</u></p> <p>Thema/Kontext: <i>Entstehung von Korrosion und Schutzmaßnahmen</i></p> <p>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • UF3 Systematisierung • E6 Modelle • K2 Recherche • B2 Entscheidungen <p>Inhaltlicher Schwerpunkt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Korrosion und Korrosionsschutz <p>Zeitbedarf: ca. 6 Std. à 45 Minuten</p>	

5.3 Konkretisierte Kompetenzerwartungen

IF I Stoffe und Stoffeigenschaften (Jgst. 7)

Umgang mit Fachwissen

- I-UF1 Reinstoffe aufgrund charakteristischer Eigenschaften (Löslichkeit, Dichte, Siedetemperatur) *identifizieren* (IF1, UF2).
I-UF2 Stoffe aufgrund ihrer Eigenschaften *klassifizieren* (UF2, UF3).

Erkenntnisgewinnung

- I-E1 eine geeignete messbare Stoffeigenschaft experimentell *ermitteln* (E4, E5, K1).
I-E2 Experimente zur Trennung eines Stoffgemisches in Reinstoffe (Filtration, Destillation) unter Nutzung relevanter Stoffeigenschaften *planen* und sachgerecht *durchführen* (E1, E2, E3, E4, K1)
I-E3 Aggregatzustände und deren Änderungen auf der Grundlage eines einfachen Teilchenmodells *erklären* (E6, K3).

Bewertung

- I-B1 die Verwendung ausgewählter Stoffe im Alltag mithilfe ihrer Eigenschaften *begründen* (K2, B1).

IF II Chemische Reaktionen (Jgst. 7)

Umgang mit Fachwissen

- II-UF1 chemische Reaktionen an der Bildung von neuen Stoffen mit neuen Eigenschaften in Abgrenzung zu anderen Vorgängen *identifizieren* (UF2, UF3).
II-UF2 bei ausgewählten chemischen Reaktionen die Energieumwandlung der in den Stoffen gespeicherten Energie (chemische Energie) in andere Energieformen begründet *angeben* (UF1).
II-UF3 bei ausgewählten chemischen Reaktionen die Bedeutung der Aktivierungsenergie zum Auslösen einer Reaktion *erklären* (UF1).

Erkenntnisgewinnung

- II-E1 einfache chemische Reaktionen sachgerecht *durchführen* und *auswerten* (E4, E5, K1).
II-E2 chemische Reaktionen anhand von Stoff- und Energieumwandlungen auch im Alltag *identifizieren* (E2).

Bewertung

- II-B1 die Bedeutung chemischer Reaktionen in der Lebenswelt *begründen* (B1, K4).

IF III Verbrennung (Jgst. 7)

Umgang mit Fachwissen

- III-UF1 anhand von Beispielen Reinstoffe in chemische Elemente und Verbindungen *einteilen* (UF2, UF3).
III-UF2 die wichtigen Bestandteile des Gasgemischs Luft, ihre Eigenschaften und Anteile *nennen* (UF1).
III-UF3 die Verbrennung als eine chemische Reaktion mit Sauerstoff *identifizieren* und als Oxidation *klassifizieren* (UF3).
III-UF4 die Analyse und Synthese von Wasser als Beispiel für die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen *beschreiben* (UF1).

Erkenntnisgewinnung

- III-E1 mit einem einfachen Atommodell Massenänderungen bei chemischen Reaktionen mit Sauerstoff *erklären* (E6).
III-E2 Nachweisreaktionen von Gasen (Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoffdioxid) und Wasser *durchführen* (E4).
III-E3 den Verbleib von Verbrennungsprodukten (Kohlenstoffdioxid, Wasser) mit dem Gesetz von der Erhaltung der Masse *begründen* (E3, E6, E7, K3).

Bewertung

- III-B1 in vorgegebenen Situationen Handlungsmöglichkeiten zum Umgang mit brennbaren Stoffen zur Brandvorsorge sowie mit offenem Feuer zur Brandbekämpfung *bewerten* und sich begründet für eine Handlung *entscheiden* (B2, B3, K4).
III-B2 Vor- und Nachteile einer ressourcenschonenden Energieversorgung auf Grundlage der Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen am Beispiel Wasser *abwägen* (B1).

IF IV Metalle und Metallgewinnung (Jgst. 7)

Umgang mit Fachwissen

- IV-UF1 chemische Reaktionen, bei denen Sauerstoff abgegeben wird, als Reduktion klassifizieren (UF3)
- IV-UF2 ausgewählte Metalle aufgrund ihrer Reaktionsfähigkeit mit Sauerstoff in die Oxidationsreihe einordnen (UF2, UF3).

Erkenntnisgewinnung

- IV-E1 Experimente zur Reduktion von ausgewählten Metalloxiden hypothesengeleitet planen und sinnvolle Reduktionsmittel auswählen (E3, E4).
- IV-E2 Sauerstoffübertragungsreaktionen im Sinne des Donator-Akzeptor-Konzepts modellhaft erklären (E6).
- IV-E3 ausgewählte Verfahren zur Herstellung von Metallen erläutern und ihre Bedeutung für die gesellschaftliche Entwicklung beschreiben (E7).

Bewertung

- IV-B1 die Bedeutung des Metallrecyclings im Zusammenhang mit Ressourcenschonung und Energieeinsparung beschreiben und auf dieser Basis das eigene Konsum- und Entsorgungsverhalten bewerten (B1, B4, K4).
- IV-B2 Maßnahmen zum Löschen von Metallbränden auf der Grundlage der Sauerstoffübertragungsreaktion begründet auswählen (B3).

IF V Elemente und ihre Ordnung (Jgst. 9)

Umgang mit Fachwissen

- V-UF1 Vorkommen und Nutzen ausgewählter chemischer Elemente und ihrer Verbindungen in Alltag und Umwelt beschreiben (UF1).
- V-UF2 chemische Elemente anhand ihrer charakteristischen physikalischen und chemischen Eigenschaften den Elementfamilien zuordnen (UF3)
- V-UF3 aus dem Periodensystem der Elemente wesentliche Informationen zum Atombau der Hauptgruppenelemente sowie deren Atommasse ableiten (UF3, UF4, K3).

Erkenntnisgewinnung

- V-E1 physikalische und chemische Eigenschaften von Alkalimetallen, Halogenen und Edelgasen mithilfe ihrer Stellung im Periodensystem begründet vorhersagen (E3).
- V-E2 die Entwicklung eines differenzierten Kern-Hülle-Modells auf der Grundlage von Experimenten, Beobachtungen und Schlussfolgerungen beschreiben sowie Möglichkeiten und Grenzen entsprechender Modelle angeben (E2, E6, E7).

Bewertung

- V-B1 Aussagen zu Elementen und ihren Verbindungen in Alltagsprodukten auch im Internet recherchieren und hinsichtlich ihrer fachlichen Richtigkeit beurteilen.

IF VI Salze und Ionen (Jgst. 9)

Umgang mit Fachwissen

- VI-UF1 ausgewählte Eigenschaften von Salzen mit ihrem Aufbau aus Ionen und der Ionenbindung erläutern (UF1).
- VI-UF2 an einem Beispiel die Salzbildung unter Einbezug energetischer Betrachtungen auch mit Angabe einer Reaktionsgleichung erläutern (UF2).

Erkenntnisgewinnung

- VI-E1 den Gehalt von Salzen in einer Lösung durch Eindampfen ermitteln (E4).
- VI-E2 an einem Beispiel das Gesetz der konstanten Massenverhältnisse mithilfe eines Modells erklären und daraus chemische Verhältnisformeln ableiten.

Bewertung

- VI-B1 die Verwendung von Salzen im Alltag unter Umwelt- und Gesundheitsaspekten reflektieren (B1).

IF VII Elektronenübertragungsreaktionen (Jgst. 9)

Umgang mit Fachwissen

- VII-UF1 Reaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen auch mithilfe digitaler Animationen und Teilgleichungen *erläutern* (UF1).
- VII-UF2 die chemischen Prozesse eines galvanischen Elements und einer Elektrolyse unter dem Aspekt der Umwandlung in Stoffen gespeicherter Energie in elektrische Energie *erläutern* (UF2, UF4).
- VI-UF3 die Grundelemente eines galvanischen Elements in einer Batterie *beschreiben* (UF1).

Erkenntnisgewinnung

- VII-E1 Experimente *planen*, die eine Einordnung von Metallen hinsichtlich ihrer Fähigkeit zur Elektronenabgabe erlauben und diese sachgerecht *durchführen* (E3, E4).
- VII-E2 Elektronenübertragungsreaktionen im Sinne des Donator-Akzeptor-Prinzips modellhaft *erklären* (E6).

Bewertung

- VII-B1 Batterien und Akkumulatoren im Alltag nach Abschätzung der Folgen begründet *auswählen* (B2, B3, K2).

IF VIII Molekülverbindungen (Jgst. 9)

Umgang mit Fachwissen

- VIII-UF1 an ausgewählten Beispielen die Elektronenpaarbindung *erläutern* (UF1)
- VIII-UF2 mithilfe des Lewis-Schreibweise den Aufbau einfacher Moleküle *beschreiben* (UF1)
- VIII-UF3 die unterschiedliche physikalische Löslichkeit ausgewählter Gase in Wasser aufgrund von zwischenmolekularen Wechselbeziehungen *erklären* (UF2, UF4).
- VIII-UF4 die Synthese eines Industrierohstoffs aus Synthesegas auch mit Angabe von Reaktionsgleichungen *erläutern* (UF1, UF2).

Erkenntnisgewinnung

- VIII-E1 die räumliche Struktur von Molekülen mit dem Elektronenpaarabstoßungsmodell *veranschaulichen* (E6, K1)
- VIII-E2 die Temperaturänderung beim Lösen von Salzen in Wasser *erläutern* (E1, E2, E6).
- VIII-E3 charakteristische Eigenschaften von Wasser mithilfe des Dipols und der Ausbildung von Wasserstoffbrücken *erläutern* (E2, E6).
- VIII-E4 die Wirkungsweise eines Katalysators modellhaft an der Synthese eines Industrierohstoffs *erläutern* (E6).

Bewertung

- VIII-B1 Informationen für ein technisches Verfahren zur Industrierohstoffgewinnung aus Gasen mithilfe digitaler Medien *beschaffen* und Bewertungskriterien auch unter Berücksichtigung der Energiespeicherung *festlegen* (B2, K2).
- VIII-B2 unterschiedliche Darstellungen von Modellen kleiner Moleküle auch mithilfe einer Software vergleichend *gegenüberstellen* (B1, K1, K3).

IF IX Saure und alkalische Lösungen (Jgst. 10)

Umgang mit Fachwissen

- IX-UF1 Säuren als Stoffe *einordnen*, deren wässrige Lösungen Wasserstoff-Ionen enthalten (UF3).
- IX-UF2 die alkalische Reaktion von Lösungen auf das Vorhandensein von Hydroxid-Ionen *zurückführen* (UF3).
- IX-UF3 an einfachen Beispielen die Vorgänge der Protonenabgabe und -aufnahme *beschreiben* (UF1).
- IX-UF4 Neutralisationsreaktionen und Salzbildung *erläutern* (UF1).

Erkenntnisgewinnung

- IX-E1 charakteristische Eigenschaften von sauren Lösungen (elektrische Leitfähigkeit, Reaktionen mit Metallen, Reaktionen mit Kalk) *ermitteln* und auch unter Angabe von Reaktionsgleichungen *erläutern* (E4, E5, E6).
- IX-E2 den pH-Wert einer Lösung *bestimmen* und die pH-Wertskala mithilfe von Verdünnung *ableiten* (E4, E5, K1).
- IX-E3 ausgehend von einfachen Stoffmengenberechnungen Hypothesen und Reaktionsgleichungen zur Neutralisation von sauren bzw. alkalischen Lösungen *aufstellen* und experimentell *überprüfen* (E3, E4).

IX-E4 eine ausgewählte Neutralisationsreaktion auf Teilchenebene als digitale Präsentation *gestalten* (E6, K3).

Bewertung

- IX-B1 beim Umgang mit sauren und alkalischen Lösungen Risiken und Nutzen abwägen und angemessene Sicherheitsmaßnahmen begründet *auswählen* (B3)
- IX-B2 Aussagen zu sauren, alkalischen und neutralen Lösungen in analogen und digitalen Medien kritisch *hinterfragen* (B1, K2).

IF X Organische Chemie (Jgst. 10)

Umgang mit Fachwissen

- X-UF1 Kohlenwasserstoffverbindungen aufgrund ihrer Eigenschaften in Stoffklassen *einordnen* (UF3).
- X-UF2 ausgewählte organische Verbindungen nach der systematischen Nomenklatur benennen (UF2).
- X-UF3 Treibhausgase und ihre Ursprünge *beschreiben* (UF1).
- X-UF4 die Abfolge verschiedener Reaktionen in einem Stoffkreislauf erklären (UF4).
- X-UF5 die vielseitige Verwendung von Kunststoffen im Alltag mit ihren Eigenschaften *begründen* (UF2).

Erkenntnisgewinnung

- X-E1 räumliche Strukturen von Kohlenwasserstoffmolekülen auch mithilfe von digitalen Medien *veranschaulichen* (E6, K1).
- X-E2 typische Stoffeigenschaften wie Löslichkeit und Siedetemperatur von ausgewählten Alkanen und Alkanolen experimentell *ermitteln* und mithilfe ihrer Molekülstrukturen und zwischenmolekularen Wechselwirkungen *erklären* (E4, E5, E6).
- X-E3 Messdaten von Verbrennungsvorgängen fossiler und regenerativer Energierohstoffe digital *beschaffen* und *vergleichen* (E5, K2).
- X-E4 ausgewählte Eigenschaften von Kunststoffen auf deren makromolekulare Struktur *zurückführen* (E6).

Bewertung

- X-B1 Vor- und Nachteile der Nutzung von fossilen und regenerativen Energieträgern unter ökologischen, ökonomischen und ethischen Gesichtspunkten *erläutern*. (B4, K4).
- X-B2 am Beispiel einzelner chemischer Produkte Kriterien hinsichtlich ihrer Verwendung, Ökonomie, Recyclingfähigkeit und Umweltverträglichkeit abwägen und im Hinblick auf ihre Verwendung einen eigenen sachlich fundierten Standpunkt beziehen (B3, B4, K4).

IF I Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen (Jgst. 11)

Umgang mit Fachwissen

- UF1 *beschreiben* Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester (UF2)
- UF2 *ordnen organische Verbindungen* aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein (UF3)
- UF3 *erklären* an Verbindungen aus den Stoffklassen der Alkane und Alkene das C-C-Verknüpfungsprinzip (UF2)
- UF4 *beschreiben* den Aufbau einer homologen Reihe und die Strukturisomerie (Gerüstisomerie und Positionsisomerie) am Beispiel der Alkane und Alkohole (UF1, UF3)
- UF5 *benennen* ausgewählte organische Verbindungen mithilfe der Regeln der systematischen Nomenklatur (IUPAC) (UF3)
- UF6 *erläutern* ausgewählte Eigenschaften organischer Verbindungen mit Wechselwirkungen zwischen den Molekülen (u.a. Wasserstoffbrücken, VAN-DER-WAALS-Kräfte) (UF1, UF3)
- UF7 *erläutern* die Oxidationsreihen der Alkohole auf molekularer Ebene und *ordnen* den Atomen Oxidationszahlen zu (UF2).
- UF8 *ordnen* Veresterungsreaktionen dem Reaktionstyp der Kondensationsreaktion begründet zu (UF1)
- UF9 *beschreiben* die Strukturen von Diamant und Graphit und *vergleichen* diese mit neuen Materialien aus Kohlenstoff (u.a. Fullerene) (UF4)

- UF10 *erläutern* den Ablauf einer chemischen Reaktion unter dem Aspekt der Geschwindigkeit und definieren die Reaktionsgeschwindigkeit als Differenzquotient $\Delta c/\Delta t$ (UF1)
- UF11 *erläutern* die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtszustands an ausgewählten Beispielen (UF1)
- UF12 *erläutern* an ausgewählten Reaktionen die Beeinflussung der Gleichgewichtslage durch eine Konzentrationsänderung (bzw. Stoffmengenänderung), Temperaturänderung (bzw. Zufuhr oder Entzug von Wärme) und Druckänderung (bzw. Volumenänderung) (UF3)
- UF13 *formulieren* für ausgewählte Gleichgewichtsreaktionen das Massenwirkungsgesetz (UF3)
- UF14 *interpretieren* Gleichgewichtskonstanten in Bezug auf die Gleichgewichtslage (UF4)
- UF15 *beschreiben* und *erläutern* den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit mithilfe vorgegebener graphischer Darstellungen (UF1, UF3)

Erkenntnisgewinnung

- E1 *interpretieren* den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern (u.a. Oberfläche, Konzentration, Temperatur) (E5)
- E2 *führen qualitative Versuche* unter vorgegebener Fragestellung *durch* und *protokollieren* die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E3, E4)
- E3 *nutzen* bekannte Atom- und Bindungsmodelle zur Beschreibung organischer Moleküle und Kohlenstoffmodifikationen (E6)
- E4 *stellen* anhand von Strukturformeln *Vermutungen* zu Eigenschaften ausgewählter Stoffe *auf* und *schlagen* geeignete Experimente zur Überprüfung *vor* (E3)
- E5 *beschreiben* Beobachtungen von Experimenten zu Oxidationsreihen der Alkohole und *interpretieren* diese unter dem Aspekt des Donator-Akzeptor-Prinzips (E2, E6)
- E6 *erläutern* die Grundlagen der Entstehung eines Gaschromatogramms und *entnehmen* diesem Informationen zur Identifizierung eines Stoffes (E5)
- E7 *erläutern* Grenzen der ihnen bekannten Bindungsmodelle (E7)
- E8 *planen quantitative Versuche* (u.a. zur Untersuchung des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion), *führen* diese zielgerichtet *durch* und *dokumentieren* Beobachtungen und Ergebnisse (E2, E4)
- E9 *formulieren Hypothesen* zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit und entwickeln Versuche zu deren Überprüfung (E3)
- E10 *erklären* den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen auf der Basis einfacher Modelle auf molekularer Ebene (u.a. Stoßtheorie für Gase) (E6)
- E11 *interpretieren* ein einfaches Energie-Reaktionsweg-Diagramm (E5, K3)
- E12 *beschreiben* und *erläutern* das chemische Gleichgewicht mithilfe von Modellen (E6)
- E13 *unterscheiden* zwischen dem natürlichen und dem anthropogen erzeugten Treibhauseffekt und beschreiben ausgewählte Ursachen und ihre Folgen (E1)
- E14 *formulieren Fragestellungen* zum Problem des Verbleibs und des Einflusses anthropogen erzeugten Kohlenstoffdioxids (u.a. im Meer) unter Einbezug von Gleichgewichten (E1)
- E15 *formulieren Hypothesen* zur Beeinflussung natürlicher Stoffkreisläufe (u.a. Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) (E3)
- E16 *beschreiben* die Vorläufigkeit der Aussagen von Prognosen zum Klimawandel (E7)

Kommunikation

- K1 *dokumentieren* Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen), zur Einstellung eines chemischen Gleichgewichts, zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislaufes) (K1)
- K2 *nutzen* angeleitet und selbstständig chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Planung und Auswertung von Experimenten und zur Ermittlung von Stoffeigenschaften (K2)
- K3 *beschreiben* und *visualisieren* anhand geeigneter Anschauungsmodelle die Strukturen organischer Verbindungen (K3)
- K4 *wählen* bei der Darstellung chemischer Sachverhalte die jeweils angemessene Formelschreibweise aus (Verhältnisformel, Summenformel, Strukturformel) (K3)
- K5 *analysieren* Aussagen zu Produkten der organischen Chemie (u.a. aus der Werbung) im Hinblick auf ihren chemischen Sachgehalt und korrigieren unzutreffende Aussagen sachlich fundiert (K4)

- K6 *recherchieren* angeleitet und unter vorgegebenen Fragestellungen Eigenschaften und Verwendungen ausgewählter Stoffe und präsentieren die Rechercheergebnisse adressatengerecht (K2, K3)
- K7 *stellen* für Reaktionen zur Untersuchung der Reaktionsgeschwindigkeit den Stoffumsatz in Abhängigkeit von der Zeit tabellarisch und graphisch *dar* (K1)
- K8 *veranschaulichen* chemische Reaktionen zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf graphisch oder durch Symbole (K3)
- K9 *recherchieren* Informationen (u.a. zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) aus unterschiedlichen Quellen und strukturieren und *hinterfragen* die Aussagen der Informationen (K2, K4)
- K10 *stellen* neue Materialien aus Kohlenstoff vor und *beschreiben* deren Eigenschaften (K3)

Bewertung

- E1 *zeigen* Vor- und Nachteile ausgewählter Produkte des Alltags (u.a. Aromastoffe, Alkohole) und ihrer Anwendung auf, *gewichten* diese und *beziehen* begründet *Stellung* zu deren Einsatz (B1, B2)
- E2 *beschreiben* und beurteilen Chancen und Grenzen der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit und des chemischen Gleichgewichts (B1)
- E3 *zeigen* Möglichkeiten und Chancen der Verminderung des Kohlenstoffdioxidausstoßes und der Speicherung des Kohlenstoffdioxids auf und *beziehen* politische und gesellschaftliche Argumente und ethische Maßstäbe in ihre Bewertung *ein* (B3, B4)
- E4 *beschreiben* und *bewerten* die gesellschaftliche Relevanz prognostizierter Folgen des anthropogenen Treibhauseffektes (B3)
- E5 *bewerten* an einem Beispiel Chancen und Risiken der Nanotechnologie (B4)

IF II Säuren, Basen und analytische Verfahren (Q1) (GK, LK, beide)

Umgang mit Fachwissen

- UF1 *identifizieren* Säuren und Basen in Produkten des Alltags und *beschreiben* diese mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted (UF1, UF3)
- UF2 *interpretieren* Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und *beschreiben* das Gleichgewicht unter Nutzung des K_S-Wertes (UF2, UF3)
- UF3 *erläutern* die Autoprotolyse und das Ionenprodukt des Wassers (UF1)
- UF4 *berechnen* pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen (Hydroxide) (UF2)
- UF5a *klassifizieren* Säuren mithilfe von K_S- und pK_S-Werten (UF3)
- UF5b *klassifizieren* Säuren mithilfe von K_S-, K_B-, pK_S-, pK_B-Werten (UF3)
- UF6 *berechnen* pH-Werte wässriger Lösungen schwacher einprotoniger Säuren mithilfe des Massenwirkungsgesetzes (UF2)

Erkenntnisgewinnung

- E1 *zeigen* an Protolysereaktionen *auf*, wie sich der Säure-Base-Begriff durch das Konzept von Brønsted verändert hat (E6, E7)
- E2 *planen* Experimente zur Bestimmung der Konzentration von Säuren und Basen in Alltagsprodukten bzw. Proben aus der Umwelt angeleitet und selbstständig (E1, E3)
- E3 *erläutern* das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung über einen Indikator, führen diese zielgerichtet durch und werten sie aus (E3, E4, E5)
- E4 *erklären* das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit wässriger Lösungen mit dem Vorliegen frei beweglicher Ionen (E6)
- E5 *beschreiben* das Verfahren einer Leitfähigkeitstitration (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Säuren bzw. Basen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt und *werten* vorhandene Messdaten *aus* (E2, E4, E5)
- E6a *machen Vorhersagen* zu Säure-Base-Reaktionen anhand von K_S- und pK_S-Werten
- E6b *machen Vorhersagen* zu Säure-Base-Reaktionen anhand von K_S- und K_B-Werten und von pK_S- und pK_B-Werten
- E7 *bewerten* durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5)

- E8 *beschreiben* eine pH-metrische Titration, interpretieren charakteristische Punkte der Titrationskurve (u.a. Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt) und *erklären* den Verlauf mithilfe des Protolysekonzepts (E5)
- E9 *erläutern* die unterschiedlichen Leitfähigkeiten von sauren und alkalischen Lösungen sowie von Salzlösungen gleicher Stoffmengenkonzentration (E6)
- E10 *vergleichen* unterschiedliche Titrationmethoden (u.a. Säure-Base-Titration mit einem Indikator, Leitfähigkeitstiration, pH-metrische Titration) hinsichtlich ihrer Aussagekraft für ausgewählte Fragestellungen (E1, E4)
- E11 *erklären* die Reaktionswärme bei Neutralisationen mit der zugrundeliegenden Protolyse (E3, E6)

Kommunikation

- K1 *stellen* eine Säure-Base-Reaktion in einem Funktionsschema *dar* und erklären daran das Donator-Akzeptor-Prinzip (K1, K3)
- K2 *dokumentieren* die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstiration mithilfe graphischer Darstellungen (K1)
- K3 *erklären* fachsprachlich angemessen und mithilfe von Reaktionsgleichungen den Unterschied zwischen einer schwachen und einer starken Säure unter Einbeziehung des Gleichgewichtskonzepts (K3)
- K4 *recherchieren* zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren unterschiedliche Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht. (K2, K4)
- K5 *beschreiben* und *erläutern* Titrationen starker und schwacher Säuren (K3).
- K6 *nutzen* chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Auswahl eines geeigneten Indikatoren für eine Titration mit Endpunktbestimmung (K2)

Bewertung

- B1 *beurteilen* den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2)
- B2 *bewerten* die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen (B1)
- B3 *bewerten* durch eigene Experimente gewonnene und recherchierte Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen auf der Grundlage von Kriterien der Produktqualität oder des Umweltschutzes (B4)
- B4 *beschreiben* den Einfluss von Säuren und Basen auf die Umwelt an Beispielen und *bewerten* mögliche Folgen (B3)

IF III Elektrochemie (Q1)

Umgang mit Fachwissen

- UF1 *erklären* den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (u.a. DANIELL-Element) (UF1, UF3)
- UF2 *beschreiben* den Aufbau einer Standard-Wasserstoff-Halbzelle (UF1)
- UF3 *berechnen* Potentialdifferenzen unter Nutzung der Standardelektrodenpotentiale und *schließen* auf die möglichen Redoxreaktionen (UF2, UF3)
- UF4 *erklären* Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegender Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4)
- UF5 *beschreiben* und *erklären* Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3)
- UF6 *deuten* die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF4)
- UF7 *erläutern* die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2)
- UF8 *erläutern* und *berechnen* mit den FARADAY-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2)
- UF9a *erläutern* elektrochemische Korrosionsvorgänge (UF1, UF3)
- UF9b *erläutern* elektrochemische Korrosionsvorgänge und Maßnahmen zum Korrosionsschutz (u.a. galvanischer Überzug, Opferanode) (UF1, UF3)
- UF10 *berechnen* Potentiale und Potentialdifferenzen mithilfe der NERNST-Gleichung und ermitteln Ionenkonzentrationen von Metallen und Nichtmetallen (u.a. Wasserstoff und Sauerstoff) (UF2)

Erkenntnisgewinnung

- E1 *erweitern* die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7)
- E2 *entwickeln* Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen (E3)
- E3 *planen* Experimente zum Aufbau galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab (E1, E2, E4, E5)
- E4 *erläutern* die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6)
- E5 *analysieren* und *vergleichen* galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5)
- E6 *planen* Versuche zur quantitativen Bestimmung einer Metallionen-Konzentration mithilfe der NERNST-Gleichung (E4)
- E7 *entwickeln* aus vorgegebenen Materialien galvanische Zellen und treffen Vorhersagen über die zu erwartende Spannung unter Standardbedingungen (E1, E3)
- E8 *werten* Daten elektrochemischer Untersuchungen mithilfe der NERNST-Gleichung und der FARADAY-Gesetze aus (E5)
- E9 *schließen* aus experimentellen Daten auf elektrochemische Gesetzmäßigkeiten (u.a. FARADAY-Gesetze) (E6)

Kommunikation

- K1 *dokumentieren* Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1)
- K2 *stellen* Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktionen als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3)
- K3 *recherchieren* Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3)
- K4 *argumentieren* fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und *wählen* dazu gezielt Informationen aus (K4)
- K5 *recherchieren* Beispiele für elektrochemische Korrosion und Möglichkeiten des Korrosionsschutzes (K2, K3)

Bewertung

- B1 *erläutern* und *beurteilen* die elektrolytische Gewinnung eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B3)
- B2 *vergleichen* und *bewerten* innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennzelle) (B1)
- B3 *diskutieren* die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie (B4)
- B4 *diskutieren* Möglichkeiten der elektrochemischen Energiespeicherung als Voraussetzung für die zukünftige Energieversorgung (B4)
- B5 *diskutieren* ökologische Aspekte und wirtschaftliche Schäden, die durch Korrosionsvorgänge entstehen können (B2)
- B6 *bewerten* für konkrete Situationen ausgewählte Methoden des Korrosionsschutzes bezüglich ihres Aufwandes und Nutzens (B3, B2)

IF IV Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe (Q2)

Umgang mit Fachwissen

- UF1 *beschreiben* den Aufbau der Moleküle (u.a. Strukturisomerie) und die charakteristischen Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäure und Ester und ihre chemischen Reaktionen (u.a. Veresterung, Oxidationsreihe der Alkohole) (UF1, UF3)
- UF2 *erklären* Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften vorher (UF1)
- UF3 *erklären* Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4)
- UF4 *klassifizieren* organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3)
- UF5a *formulieren* Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und erläutern diese (UF1)

- UF5b *formulieren* Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und einer nucleophilen Substitution und *erläutern* diese (UF1)
- UF6 *verknüpfen* Reaktionen zu Reaktionsabfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4)
- UF7a *erklären* Reaktionen zur Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4)
- UF7b *erklären* Reaktionsabläufe unter dem Gesichtspunkt der Produktausbeute und Reaktionsführung (UF4)
- UF8a *erklären* den Aufbau von Makromolekülen aus Monomer-Bausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u.a. Polyester, Polyamide) (UF1, UF3)
- UF8b *erklären* den Aufbau von Makromolekülen aus Monomer-Bausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u.a. Polyester, Polyamide, Polycarbonate) (UF1, UF3)
- UF9 *beschreiben* und *erläutern* die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF3)
- UF10 *erläutern* die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und *erklären* ihre praktische Verwendung (UF2, UF4)
- UF11a *erklären* die elektrophile Erstsitution am Benzol und deren Bedeutung als Beleg für das Vorliegen eines aromatischen Systems (UF1, UF3)
- UF11b *erläutern* das Reaktionsverhalten von organischen Verbindungen (u.a. Benzol, Phenol) und *erklären* dies mit Reaktionsschritten der elektrophilen Erst- und Zweitsubstitution (UF1, UF2)
- UF12 *erklären* die Farbigkeit von vorgegebenen Stoffen (u.a. Azofarbstoffe) durch Lichtabsorption und *erläutern* den Zusammenhang zwischen Farbigkeit und Molekülstruktur mithilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-Akzeptor-Gruppen) (UF1, UF6)
- UF13 *geben* ein Reaktionsschema für die Synthese eines Azofarbstoffes *an* und *erläutern* die Azokupplung als elektrophile Zweitsubstitution (UF1, UF3)

Erkenntnisgewinnung

- E1 *erläutern* die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4)
- E2a *schätzen* das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen aus den Molekülstrukturen *ab* (u.a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3)
- E2b *vergleichen* ausgewählte organischen Verbindungen und *entwickeln Hypothesen* zu deren Reaktionsverhalten aus den Molekülstrukturen (u.a. I-Effekt, M-Effekt, sterischer Effekt) (E3)
- E3 *untersuchen* Kunststoffe auf ihre Eigenschaften, planen dafür zielgerichtete Experimente (u.a. zum thermischen Verhalten), *führen* diese *durch* und *werten* sie *aus* (E1, E2, E4, E5)
- E4 *ermitteln* Eigenschaften von organischen Werkstoffen und *erklären* diese anhand der Struktur (u.a. Thermoplaste, Elastomere und Duromere) (E5)
- E5 *beschreiben* die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und *erläutern* Grenzen dieser Modellvorstellung (E6, E7)
- E6a *erklären* vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe) (E6)
- E6b *erklären* vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe) (E6)
- E7a *werten* die Absorptionsspektren fotometrischer Messungen *aus* und *interpretieren* die Ergebnisse (E5)
- E7b *werten* Absorptionsspektren fotometrischer Messungen *aus* und *interpretieren* die Ergebnisse (E5)
- E8 *analysieren* und *vergleichen* die Reaktionsschritte unterschiedlicher Reaktionstypen (u.a. elektrophile Addition und elektrophile Substitution) (E6)
- E9 *machen* eine Voraussage über den Ort der elektrophilen Zweitsubstitution am Aromaten und begründen diese mit dem Einfluss des Erstsutituenten (E3, E6)
- E10 *berechnen* aus Messwerten zur Extinktion mithilfe des LAMBERT-BEER-Gesetzes die Konzentration von Farbstoffen in Lösungen (E5)
- E11 *stellen Erkenntnisse* der Strukturchemie in ihrer Bedeutung für die Weiterentwicklung der Chemie (u.a. Aromaten, Makromoleküle) *dar* (E7)

Kommunikation

- K1 *verwenden* geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3)
- K2a *erläutern* Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit ausgewählter organischer Verbindungen und *stellen* die Ergebnisse adressatengerecht *vor* (K2, K3)
- K2b *erläutern* Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3)
- K3 *präsentieren* zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und *stellen* die Ergebnisse adressatengerecht *vor* (K2, K3)
- K4 *demonstrieren* an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3)
- K5 *beschreiben* und *visualisieren* anhand geeigneter Anschauungsmodelle den Verlauf ausgewählter chemischer Reaktionen in Teilschritten (K3)
- K6 *beschreiben* und *diskutieren* aktuelle Entwicklungen im Bereich organischer Werkstoffe und Farbstoffe unter vorgegebenen und selbständig gewählten Fragestellungen (K4)

Bewertung

- B1 *erläutern* und *bewerten* den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3)
- B2 *diskutieren* Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3)
- B3 *beurteilen* Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4)
- B4 *gewichten* Analyseergebnisse (u.a. fotometrische Messung) vor dem Hintergrund umweltrelevanter Fragestellungen (B1, B2)
- B5 *bewerten* die Grenzen chemischer Modellvorstellungen über die Struktur organischer Verbindungen und die Reaktions-schritte von Synthesen für die Vorhersage der Bildung von Reaktionsprodukten (B4)