Otto-Hahn-Gymnasium
Monheim am Rhein

Schulinterner Lehrplan

-CHEMIE -

Sek. I und II

(Stand März 2022)

INHALTSVERZEICHNIS SiL Chemie (Sek I +II)

..... 1

1. ALLGEMEINES ZUM CHEMIEUNTERRICHT (Sek. I und II) 4

1.1 Die Fachgruppe Chemie am OHG 4

1.2 Chemie am OHG – unsere Leitziele und Angebote 4

2. CHEMIE IN DER SEKUNDARSTUFE I 5

2.1 Allgemeines zur Chemie in der Sek. I 5

2.2 Übersicht: Stundenverteilung und Arbeiten in der Sek. I 6

3. CHEMIE IN DER SEKUNDARSTUFE II 6

3.1 Allgemeines zur Chemie in der Sek. II 6

3.2 Übersicht: Stundenverteilung und Klausuren in der Sek. II 7

4 ENTSCHEIDUNGEN ZUM CHEMIEUNTERRICHT (Sek. I und II) 7

4.1 Unterrichtsvorhaben 7

4.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit 8

4.3 Lehr- und Lernmittel 8

4.4 Grundsätze der Leistungsbewertung (Sek. I und II) 9

4.4.1 Leistungsbewertung in der Sek. I 9

4.4.1.1 Sonstige Leistungen im Unterricht 9

4.4.2 Leistungsbewertung in der Sek. II 11

4.4.2.1 Schriftliche Leistungen (Klausuren) 11

Kriterien für die Überprüfung der schriftlichen Leistung 11

Facharbeit 12

4.4.2.2 Sonstige Leistungen (SoMi) 12

Kriterien für die Überprüfung im Bereich der sonstigen Mitarbeit 12

Bewertung der mündlichen Mitarbeit 14

4.4.2.3 Grundsätze der Leistungsrückmeldung und Beratung 14

5. FÄCHERVERBINDENDE UND FÄCHERÜBERGREIFENDE LERNZIELE (Sek. I und II) 15

5.1 Digitalisierung 15

5.2 Umwelterziehung 18

5.3 Berufsorientierung 18

5.4 Sicherheitserziehung 18

5.5 Gesundheitserziehung 19

5.5 Gender-mainstreaming 19

5.6 Verbraucherbildung 19

6. KOOPERATION MIT AUßERSCHULISCHEN PARTNERN (Sek. I und II) 19
7. EXKURSIONEN (Sek. I und II) 20
8. BEGABTENFÖRDERUNG (Sek. I und II) 20
10. QUALITÄTSSICHERUNG UND EVALUATION 20
10.1. Fortbildungskonzept 20
10.2 Möglichkeiten der Qualitätssicherung 20
10.3 Evaluation des schulinternen Curriculums 20
11 - 13 ANLAGEN 21
11.1 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Sek. I – Jgst. 7 22
11.3 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Sek. I – Jgst. 9 30
11.4 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Sek. I – Jgst. 10 35
11.4 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Sek. II - EF 43
11.5 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Sek. II - Grundkurs Q1 68
11.6 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Sek. II - Leistungskurs 113
12.1 Facharbeit Q1 - Bewertungsbögen 187
13.1 Abiturvorgaben - Operatoren 188

1. ALLGEMEINES ZUM CHEMIEUNTERRICHT (Sek. I und II)

1.1 Die Fachgruppe Chemie am OHG

Der Fachgruppe Chemie des Otto-Hahn-Gymnasiums in Monheim am Rhein gehören im laufenden Schuljahr **8 Kolleginnen und Kollegen** an, namentlich ….

Frau Kranz (Ka) - Frau Lücke (Lc) - Frau Voss (VS) - Herr Köster (Koe) - Frau Bart (Ba)
Auf dem Foto fehlend: Frau Schmalen (JS) – Frau Eitner (Et)
Referendarin: Frau Richardt (Rc)

1.2 Chemie am OHG – unsere Leitziele und Angebote

Das Fach Chemie wird am OHG in der Sekundarstufe I in den Klassen 7 bis 10 und in der Sekundarstufe II in der Einführungsphase und den Qualifikationsphasen 1 und 2 durchgehend bis zum Abitur unterrichtet.

Die **individuelle Förderung** jeder einzelnen Schülerin und jedes einzelnen Schülers ist der Fachgruppe Chemie ein besonderes Anliegen. Umgesetzt wird dies unter anderem durch **binnendifferenzierten Chemieunterricht**, sowie durch die Unterstützung und Förderung **von Teilnahmen an verschiedenen Chemiewettbewerben**.

2. CHEMIE IN DER SEKUNDARSTUFE I

2.1 Allgemeines zur Chemie in der Sek. I

In der Sekundarstufe I sind die **Kernlehrpläne des Landes NRW** für das Fach Chemie verbindlich. Der Kernlehrplan Chemie für die Sek. I beschreibt detailliert die von unseren Schülerinnen und Schülern zu entwickelnden **Kompetenzen** und gibt einige **Themenbereiche** verbindlich vor.

Das am OHG verbindlich eingeführte **Lehrbuch „Chemie heute S I" für NRW und die zugehörigen Zusatzmaterialien** aus dem Schroedel Verlag berücksichtigt sowohl die **prozessbezogenen Kompetenzen** mit den **Kompetenzbereichen „Erkenntnisgewinnung", „Kommunikation"** und **„Bewertung"** als auch die **konzeptbezogenen Kompetenzen** zu den drei **Basiskonzepten „Chemische Reaktion" (ChR), „Struktur der Materie" (StM)** und **„Energie" (E).**

Darüber hinaus bietet es vielfältiges Material zur Erlangung der erforderlichen allgemeinen **Methodenkompetenz („Sicheres und richtiges Experimentieren" „richtiges Entsorgen", „richtiges Protokollieren" und „Lernen an Stationen", „Arbeit mit Texten" und „Recherche im Internet", „Durchführung von Projekten", „Präsentation")** und zur **kritischen Selbsteinschätzung**.

Insgesamt stellt das Lehrbuch eine gute Grundlage für die Erlangung der vorgeschriebenen Kompetenzen dar. Um allerdings schwächere und besonders leistungsfähige SuS angemessen **individuell fördern** zu können, ist es stellenweise empfehlenswert, weiteres Material und verschiedene Medien zusätzlich zur Verfügung zu stellen. Eine **Individuelle Förderung** besonders interessierter, leistungsstarker SuS erfolgt z. B. durch das Angebot zur Teilnahme am **Chemie-Wettbewerb „Chemie entdecken" für die Sekundarstufe I** und durch eine Betreuung von Teilnehmer/innen.

Aufgrund der unterschiedlichen **Fächerkombinationen der Chemiekollegen (Biologie/Chemie bzw. Chemie/Physik)** findet ein **Austausch** zwischen allen drei Fachschaften statt, so dass **Synergieeffekte** sinnvoll genutzt werden können. Besonders zu erwähnen ist der fächerübergreifende Unterricht im Differenzierungskurs Biologie/Chemie für die Jahrgangsstufen 8 und 9.

Durch die Kontakte der Fachschaft Chemie zu verschiedenen **Kooperationspartnern** (Bayer Leverkusen, Bayer Monheim, Neanderlab in Hilden) haben die SuS Gelegenheit, auch außerhalb des Schulunterrichts sich intensiver mit besonders interessanten chemischen Fragestellungen auseinanderzusetzen.

Das solchermaßen vorgegebene Gerüst wird durch die Inhalte und deren methodisch-didaktische Ausgestaltung in dem an unserer Schule verbindlich gemachten **Lehrwerk *Chemie heute*** (Klett Verlag) konkretisiert. Das Lehrwerk ist zudem in Methodik wie Thematik von der Idee des ganzheitlichen Lernens und der **Schüler-** bzw. **Handlungsorientierung** geprägt.

Die **Konkretisierten Unterrichtsvorhaben für die Sek. I** sollen tabellarisch aufzeigen, an welchen Stellen im Bildungsgang der Sek. I wir den Schülerinnen und Schülern ergänzend zum Lehrbuch weitere Inhalte (und gegebenenfalls Methoden) darbieten, um die Aneignung der Kompetenzen des Kerncurriculums Chemie gewährleisten zu können.

2.2 Übersicht: Stundenverteilung und Arbeiten in der Sek. I

Das Fach Chemie wird am OHG von Klasse 7 bis 10, in der Sekundarstufe II (bestehend aus der Einführungsphase EF und den Qualifikationsphasen 1 und 2) durchgehend bis zum Abitur unterrichtet.

Die in den jeweiligen Jahrgangsstufen unterrichteten **Wochenstunden** (60 Minuten!) sowie die **Anzahl und Dauer** der zu schreibenden **Klassenarbeiten** in Minuten können der folgenden Tabelle entnommen werden:

Klasse / Jgst.	Anzahl **Chemiestunden** pro Woche (je **60 Min.**) 1. HJ / 2. HJ
7	2 / 2
8	1 / 2
9	1 / 1
10	1 / 1

3. CHEMIE IN DER SEKUNDARSTUFE II

3.1 Allgemeines zur Chemie in der Sek. II

In der **Sekundarstufe II** arbeitet die Fachschaft Chemie des OHG ganz in Übereinstimmung mit dem **Lehrplan für die Gymnasiale Oberstufe** des Landes NRW und setzt in der gymnasialen Oberstufe die Arbeit der Sek. I in allen Kompetenzbereichen des Faches fort.

Aufgrund des zu Beginn der **Einführungsphase** leistungsmäßig oft sehr **heterogenen Kenntnisstandes** der SuS eines Kurses ist es in der Regel erforderlich, in mehr oder weniger großem Umfang Wiederholungssequenzen aus der Sek. I in den Unterricht zu integrieren, wobei einzelne SuS mit besonderem Zusatzmaterial **individuell gefördert** werden.

Im Übrigen orientiert sich der Unterricht – aus denselben Gründen wie in der Sekundarstufe I – hauptsächlich wieder an dem am OHG eingeführten Lehrbuch “Chemie heute S II“ und den entsprechenden Zusatzmaterialien für NRW aus dem Schroedel-Verlag. Es werden aber auch andere Medien (Zeitungen, Fachzeitschriften, Fachbücher, Tabellenwerke, Internet, auf das Zentralabitur vorbereitendes Übungsmaterial) eingesetzt.

Die in der Sek. I erworbenen Kompetenzen werden erweitert. Die Aufgabenstellungen werden komplexer und erfordern eine zunehmend selbstständige Bearbeitung durch die SuS.

Die **Themen der Qualifikationsphase** richten sich nach dem **Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium/Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen**. Entsprechend dieser Vorgaben erhalten die SuS der Chemiekurse zu Beginn der Qualifikationsphase **Übersichten über die Inhaltsfelder, Operatorenlisten und Informationen zur Leistungsbewertung** (siehe Kapitel „Grundsätze der Leistungsbewertung“). Der Chemieunterricht der Sek. II knüpft an die Fähigkeiten, Fertigkeiten, Kenntnisse und Experimentierfähigkeiten aus der Sek. I an.

Die Fachkonferenz Chemie legt somit nicht nur in der **Sek. I** besonderen Wert auf die Vermittlung fachlicher und methodischer Kompetenzen, sondern übt vertiefend die naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen im Allgemeinen (Fragen formulieren, Hypothesen bilden, Hypothesen u.a. experimentell überprüfen und bewerten).

3.2 Übersicht: Stundenverteilung und Klausuren in der Sek. II

Die in den jeweiligen Jahrgangsstufen unterrichteten **Wochenstunden** (60 Minuten!) sowie die **Anzahl und Dauer** der zu schreibenden **Klausuren** in Minuten können der folgenden Tabelle entnommen werden:

Jgst.	Anzahl **Chemiestunden** pro Woche (je **60 Min.**) 1. HJ / 2. HJ	Anzahl **Klausuren** pro SJ	**Dauer** der Klausuren
EF	2 / 2,5	3 Klausuren (1. HJ 1 Klausur)	90 Min.
Q1	2 / 3 (GK) 4 / 4 (LK)	4 Klausuren oder 3 Klausuren und Facharbeit	120 Min. (GK) 135 Min. (LK)
Q2	2 / 2 (GK) 4 / 4 (LK)	1. HJ: 2 x Klausuren 2. HJ: 1 x Klausur (Vorabiturklausur) 1 x Abiturklausur	135 Min. (GK), 225 Min. (LK) 225 Min. (GK), 270 Min. (LK)

SJ = Schuljahr
GK = Grundkurs
LK = Leistungskurs
EF = Einführungsphase der gymnasialen Oberstufe
Q1 = Qualifikationsphase 1 der gymnasialen Oberstufe
Q2 = Qualifikationsphase 2 der gymnasialen Oberstufe

4 ENTSCHEIDUNGEN ZUM CHEMIEUNTERRICHT (Sek. I und II)

4.1 Unterrichtsvorhaben

Die Darstellung der konkreten **Unterrichtsvorhaben** im schulinternen Lehrplan (s. Anlagen) hat das Ziel, die im Kernlehrplan **aufgeführten Kompetenzen** abzudecken. Dies entspricht der Verpflichtung jeder Lehrkraft, die im Kernlehrplan beschriebenen Kompetenzen bei den Lernenden auszubilden und zu entwickeln.

Im Anhang „Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Sek. II“ wird die für alle Lehrerinnen und Lehrer gemäß Fachkonferenzbeschluss **verbindliche Verteilung der Unterrichtsvorhaben** dargestellt. Das Übersichtsraster dient dazu, einen schnellen Überblick über die Zuordnung der Unterrichtsvorhaben zu den einzelnen Jahrgangsstufen sowie den im Kernlehrplan genannten Kompetenzen zu verschaffen. Die konkretisierten Kompetenzerwartungen finden auf der Ebene **konkretisierter Unterrichtsvorhaben** Berücksichtigung.

Der **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, sind im Rahmen dieses schulinternen Lehrplans nur ca. 75 Prozent der Bruttounterrichtszeit verplant.

4.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

Die Lehrerkonferenz des Otto-Hahn-Gymnasiums hat unter Berücksichtigung des Schulprogramms folgende **überfachliche Grundsätze** für die Arbeit im Unterricht beschlossen, die auch den Chemieunterricht prägen:

Der Unterricht fördert die aktive Teilnahme der Schülerinnen und Schüler und berücksichtigt ihre individuellen Lernwege. Er bietet Gelegenheit zu und Unterstützung bei selbstständiger Arbeit. Gleiches gilt für die Förderung der Zusammenarbeit zwischen den Schülerinnen und Schülern. Vorrangiges Ziel ist es, allen Schülerinnen und Schülern einen **individuellen kontinuierlichen Lernzuwachs** zu ermöglichen.

Darüber hinaus gelten für den Chemieunterricht folgende **fachliche Grundsätze**:

- Der Chemieunterricht fördert die Schülerinnen und Schüler im Aufbau von Kompetenzen in allen Kompetenzbereichen. Der Unterricht wird so aufgebaut, dass Schülerinnen und Schüler in die Lage versetzt werden, **Phänomene der Lebenswelt** auf Grundlage ihrer Kenntnisse über Aufbau der Stoffe und Stoffumwandlung zu erklären, zu bewerten, Entscheidungen zu treffen, Urteile zu fällen und dabei adressatengerecht zu kommunizieren. Dies gilt im Besonderen bei der Erkennung der Bedeutung der **Wissenschaft Chemie**, der **chemierelevanten Berufe für Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt,** sowie der **Sensibilisierung für die nachhaltige Nutzung von Ressourcen** und dem **verantwortungsvollen Umgang mit Chemikalien**.

- Der Aufbau der Kompetenzen erfolgt in **kontextualisierten Unterrichtsvorhaben**, in denen eine Vielfalt unterschiedlicher Methoden und Verfahren zur Bearbeitung **realitätsnaher, anwendungsorientierter Aufgabenstellungen** eingesetzt wird.

- **Experimentellen Verfahren** kommt im Chemieunterricht eine besondere Bedeutung zu. Ausgehend von experimentellen Ergebnissen werden **Modelle** genutzt und entwickelt, die zu einem tieferen Verständnis von natürlichen und technischen Abläufen führen und Prognosen ermöglichen.

- Die **Öffnung des Unterrichts,** z.B. durch Kontakte zu Schülerlaboren und Industrie, sowie an Unterrichtsinhalte gebundene Exkursionen, dienen ebenfalls der Kompetenzförderung.

- In der aktiven Auseinandersetzung mit fachlichen Inhalten, Prozessen und Ideen erwerben und vertiefen die Schüler die **spezifische Fachsprache** und entwickeln einen bewussten Einsatz dieser.

4.3 Lehr- und Lernmittel

Die Fachgruppe Chemie verfügt über eine **umfangreich ausgestattete, dem neuesten Standard entsprechender, Chemikalien- und Gerätesammlung**. Diese Sammlung unterliegt einer kontinuierlichen Prüfung bezüglich aktueller Sicherheitsvorgaben (siehe RISU, DGUV). Hierbei nutzt die Fachschaft zur Verwaltung der Chemikalien das Gefahrstoffmanagement D-

GISS, welches fortlaufend aktualisiert wird. Die neuen Lehrräume sind zusätzlich mit einer Grundausstattung für Schülerübungen bestückt.
Die Sammlung wird durch regelmäßige Bestellungen durch den Fachvorsitz erneuert und ergänzt.

In der **Sek. I und II** wird durchgehend das **Lehrwerk *Chemie heute*** (Schroedel Verlag) benutzt. Die zusätzlichen Materialien (Filme, Lehrerhandbücher, Periodensysteme, Materialien zur Sicherheitsunterweisung, spezifische Fachliteratur) stehen allen Fachkollegen in der Sammlung zur Verfügung.

4.4 Grundsätze der Leistungsbewertung (Sek. I und II)

Auf der Grundlage von § 48 SchulG und § 6 APO-SI, sowie des Kernlehrplans Chemie (SI und SII) hat die Fachkonferenz im Einklang mit dem entsprechenden schulbezogenen Leistungskonzept die nachfolgenden Grundsätze zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung beschlossen. Die nachfolgenden Absprachen stellen die Minimalanforderungen an das lerngruppenübergreifende gemeinsame Handeln der Fachgruppenmitglieder dar. Bezogen auf die einzelne Lerngruppe kommen ergänzend weitere der in den Folgeabschnitten genannten Instrumente der Leistungsüberprüfung zum Einsatz.

Über die Grundsätze der **Leistungsbewertung und -rückmeldung** werden die Schülerinnen und Schüler zu Beginn des Schuljahres von der unterrichtenden Fachlehrkraft informiert.

Im Sinne der **Orientierung an Standards** sind alle ausgewiesenen Kompetenzbereiche des Lehrplans Chemie (Überprüfungsformen mündlicher, schriftlicher und praktischer Art) bei der Leistungsbewertung angemessen zu berücksichtigen.

Übergeordnete Kriterien

Sowohl die schriftlichen als auch die sonstigen Formen der Leistungsüberprüfung orientieren sich an den folgenden Kriterien:

- Verhalten und Sicherheit in fachspezifischen Räumen
- Sicherheit im Umgang mit Chemikalien und Gerätschaften
- Formulierung von naturwissenschaftlichen Fragestellungen und Hypothesen
- Planung, Durchführung und Dokumentation von Experimenten
- Herstellen geeigneter Zusammenhänge
- argumentative Begründung eigener Urteile, Stellungnahmen und Wertungen.

4.4.1 Leistungsbewertung in der Sek. I

4.4.1.1 Sonstige Leistungen im Unterricht

Die Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans ermöglichen eine Vielzahl von Überprüfungsformen. Im Verlauf der Sekundarstufe I soll ein möglichst breites Spektrum der im Folgenden aufgeführten Überprüfungsformen in schriftlichen, mündlichen oder praktischen Kontexten zum Einsatz gebracht werden. Darüber hinaus können weitere Überprüfungsformen nach Entscheidung der Lehrkraft eingesetzt werden.

Darstellungsaufgaben

- Beschreibung und Erläuterung eines Phänomens, eines naturwissenschaftlichen Konzepts oder Sachverhalts
- Darstellung eines naturwissenschaftlichen Zusammenhangs

Experimentelle Aufgaben
- Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten
- Finden und Formulieren von Gesetzmäßigkeiten
- Überprüfung von Vermutungen und Hypothesen
- Interpretation, fachspezifische Bewertung und Präsentation experimenteller Ergebnisse

Aufgaben zu Messreihen und Daten
- Dokumentation und Strukturierung von Daten
- Auswertung und Bewertung von Daten
- Prüfung von Daten auf Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten

Aufgaben zu Modellen
- Erklärung eines Zusammenhangs oder Überprüfung einer Aussage mit einem Modell
- Anwendung eines Modells auf einen konkreten Sachverhalt
- Übertragung eines Modells auf einen anderen Zusammenhang
- Aufzeigen der Grenzen eines Modells

Rechercheaufgaben
- Erarbeitung von Phänomenen und Sachverhalten aus Texten, Darstellungen und Stellungnahmen
- Analyse, Vergleich und Strukturierung recherchierter Informationen

Dokumentationsaufgaben
- Protokollieren von Untersuchungen und Experimenten
- Dokumentation von Projekten
- Portfolio
- Verfassen eines fachlichen Beitrags

Präsentationsaufgaben
- Vorführung/Demonstration eines Experimentes
- Aufstellen von Reaktionsgleichungen
- Kurzvortrag, Referat
- Medienbeitrag (z.B. Film)

Bewertungsaufgaben
- Analyse und Deutung von Phänomenen und Sachverhalten
- Stellungnahme zu Texten und Medienbeiträgen
- Abwägen zwischen alternativen Lösungswegen
- Argumentation und Entscheidungsfindung in Konfliktsituationen

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

Kriterien der Leistungsbewertung
- Kontinuität: Mitarbeit regelmäßig, ohne Aufforderung – stufig bis: Verweigerung der Mitarbeit
- Sicherheit der Grundkenntnisse: Sachgerechte Darstellungsleistung – stufig bis: keine Beiträge
- Fähigkeit zur Anwendung der Kenntnisse: Verstehensleistung – stufig bis: ohne

Verstehen
- Selbstständigkeit: Eigenverantwortliche Arbeitshaltung ohne Unterstützung des Lehrers – stufig bis: nur nach Anweisung arbeitend
- Experimentelle Fähigkeiten und Fertigkeiten: eigenverantwortliches, sicheres und zielführendes Experimentieren – stufig bis: ungenaues, unsauberes und fehlerhaftes Experimentieren
- Kooperationsfähigkeit: Konstruktive, zuverlässige, hilfsbereite Haltung – stufig bis: passiv, destruktiv
- Aufmerksamkeit: Konzentrierte Haltung – stufig bis: unkonzentriert, störend

4.4.2 Leistungsbewertung in der Sek. II

Der Bereich **„Sonstige Mitarbeit“** bestimmt bei den SuS, die Chemie als Klausurfach gewählt haben, 50 % der Note, bei SuS, die das Fach mündlich gewählt haben, 100 %. Für die SuS, die Chemie als schriftliches Fach gewählt haben, besteht die Möglichkeit die erste Klausur in Q1.2 durch die Anfertigung einer Facharbeit zu ersetzen.

4.4.2.1 Schriftliche Leistungen (Klausuren)

Die Fachschaft orientiert sich hier an den Formulierungen der Aufgabenvorschläge (Verwendung der Operatoren) und Erwartungshorizonte sowie der Benotung in der zentralen Abiturprüfung. Alle drei Anforderungsbereiche (AFB I: Wiedergabe von Kenntnissen, AFB II: Anwenden von Kenntnissen, AFB III: Problemlösen und Werten) sind in der Klausur abzudecken, wobei mit den Punkten des AFB I die Note „ausreichend“ erreichbar sein soll. Diese Note soll dann vergeben werden, wenn 45 – 50 % der Höchstpunktzahl erreicht werden. Die Aufgabenstellung sollte nach steigender Komplexität in Teilaufgaben gegliedert sein. In der Regel sind abhängig von Grund- und Leistungskurs 3 bis 5 Teilaufgaben angemessen. Alle Teilaufgaben müssen einen Materialbezug haben.

Zu den in den Klausuren **zu überprüfenden Teilkompetenzen** siehe Anlagen.

Die **Klausurdauer** kann obiger Tabelle entnommen werden.

Kriterien für die Überprüfung der schriftlichen Leistung

Sprachliche wie inhaltliche Stärken und Schwächen werden in einer **Randkorrektur** hervorgehoben. In der Regel wird bei sprachlichen Fehlern im Rahmen offener Aufgabenstellungen ein Korrekturvorschlag in Klammern notiert (sog. **Positivkorrektur**).

(a) inhaltliche Leistung
- Sachliche Richtigkeit
- Vielfalt und Differenziertheit der zur Problemlösung entwickelten Gesichtspunkte
- Folgerichtigkeit und inhaltliche Begründetheit der Aussagen
- Sicherheit im Umgang mit Fachsprache und Fachmethoden

(b) Darstellungsleistung
- Schlüssige, stringente und klare Ausführung der Gedanken
- Strukturierte und sachgerechte Darstellung
- Differenzierte und präzise Verwendung der Fachsprache

- Formal ansprechende Gestaltung und sprachliche Richtigkeit

Facharbeit

Gegebenenfalls **ersetzt** die Facharbeit die **erste Klausur im Halbjahr Q1.2**. Die präzise Themenformulierung (am besten als problemorientierte Fragestellung) und **Absprachen zur Grobgliederung** stellen sicher, dass die Facharbeit ein vertieftes Verständnis der fachwissenschaftlichen Arbeitsweise, sowie einer tiefgründigen Auseinandersetzung (u.a. durch selbstdurchzuführende Experimente) vermittelt.

Die Bewertungskriterien orientieren sich an den allgemeinen Kriterien der Leistungsbeurteilung für Facharbeiten am OHG. Das Bewertungsraster wird den Schülerinnen und Schülern vor Anfertigung der Facharbeit bekannt gemacht und erläutert.

4.4.2.2 Sonstige Leistungen (SoMi)

Der Bereich **Sonstige Mitarbeit** erfasst alle übrigen Leistungen, die im Zusammenhang mit dem Unterricht erbracht werden. Zu den Bestandteilen der „Sonstigen Leistungen im Unterricht“ zählen unterschiedliche Formen der selbstständigen und kooperativen Aufgabenerfüllung, Beiträge zum Unterricht, von der Lehrkraft abgerufene Leistungsnachweise wie z. B. die schriftliche Übung, von der Schülerin oder dem Schüler vorbereitete, in abgeschlossener Form eingebrachte Elemente zur Unterrichtsarbeit, die z. B. in Form von Präsentationen, Protokollen, Referaten und Portfolios möglich werden. Schülerinnen und Schüler bekommen durch die Verwendung einer Vielzahl von unterschiedlichen Überprüfungsformen vielfältige Möglichkeiten, ihre eigene Kompetenzentwicklung darzustellen und zu dokumentieren.

Der Bewertungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht/Sonstige Mitarbeit“ erfasst die im Unterrichtsgeschehen durch mündliche, schriftliche und ggf. praktische Beiträge sichtbare Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler. Der Stand der Kompetenzentwicklung in der „Sonstigen Mitarbeit“ wird sowohl durch Beobachtung während des Schuljahres (Prozess der Kompetenzentwicklung) als auch durch punktuelle Überprüfungen (Stand der Kompetenzentwicklung) festgestellt.

Kriterien für die Überprüfung im Bereich der sonstigen Mitarbeit

Die Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans ermöglichen eine Vielzahl von Überprüfungsformen. Im Verlauf der gesamten gymnasialen Oberstufe soll – auch mit Blick auf die individuelle Förderung – ein möglichst breites Spektrum der genannten Formen in schriftlichen, mündlichen oder praktischen Kontexten zum Einsatz gebracht werden. Darüber hinaus können weitere Überprüfungsformen nach Entscheidung der Lehrkraft eingesetzt werden. Wichtig für die Nutzung der Überprüfungsformen im Rahmen der Leistungsbewertung ist es, dass sich die Schülerinnen und Schüler zuvor im Rahmen von Anwendungssituationen hinreichend mit diesen vertraut machen konnten. Aufgabenstellungen, die sich auf Experimente beziehen, werden in besonderem Maße den Zielsetzungen des Chemieunterrichts gerecht.

Außer (und z.T. abweichend von) den o.g. Kriterien zur Bewertung schriftlicher Leistungen kommen hierbei insbesondere auch solche Kriterien zum Tragen, die sich auf mündlichen Sprachgebrauch, das Experimentieren sowie auf das Arbeiten in Selbstständigkeit, in der Gruppe bzw. im Team beziehen.

Die folgende Auflistung der Überprüfungsformen ist nicht abschließend.

Darstellungsaufgabe

- Beschreibung und Erläuterung eines chemischen Phänomens
- Darstellung chemischer Sachverhalte, Theorien und Modelle
- Verwendung fachspezifischer Formen (Reaktionsgleichungen, Reaktionsschritte, Formeln, Schemata)
- Erläuterung und Zusammenfassung von Texten und Stellungnahmen

Experimentelle Aufgaben

- Planung, Durchführung und Auswertung qualitativer und quantitativer Experi- mente
- Finden und Formulieren von Gesetzmäßigkeiten
- Überprüfung von Vermutungen
- Interpretation, fachspezifische Bewertung und Präsentation experimenteller Er- gebnisse

Aufgaben zu Messreihen und Daten

- Dokumentation und Strukturierung von Daten
- Auswertung und Bewertung von Daten
- Prüfung von Daten auf Zusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten, Hypothesenbil- dung

Aufgaben zu Theorien und Modellen

- Bildung von Hypothesen
- Erklärung eines Zusammenhangs oder Überprüfung einer Aussage mit einer Theorie oder einem Modell
- Anwendung einer Theorie oder eines Modells auf einen konkreten Sachverhalt
- ÜbertragungeinerTheorieodereinesModellsaufeinenanderenZusammenhang
- Aufzeigen der Grenzen eines Modells

Rechercheaufgaben

- Erarbeitung von Phänomenen und Sachverhalten aus Texten, Darstellungen und Stellungnahmen
- Analyse, Vergleich und Strukturierung recherchierter Informationen

Dokumentationsaufgaben

- Protokollieren von Experimenten • Dokumentation von Projekten
- Portfolio

Präsentationsaufgaben

- Vorführung/Demonstration eines Experimentes
- Schemata mit Reaktionsgleichungen und Reaktionsschritten • Vortrag, Referat
- Fachartikel, Text
- Medienbeitrag (z.B.Film)

Bewertungsaufgaben

- Analyse und Deutung von Phänomenen und Sachverhalten
- Chemisch fundierte Stellungnahme zu Texten und Medienbeiträgen

- Abwägen zwischen alternativen Lösungswegen
- Argumentation und Entscheidungsfindung in Konflikt- oder Dilemmasituationen

Bewertung der mündlichen Mitarbeit

Folgende **Kriterien zur Bewertung** der **sonstigen Mitarbeit** sind für die Zuordnung zur **Notenskala** grundlegend und sollten mit den SchülerInnen zu Beginn der Oberstufe **besprochen werden**:

1 sehr gut - sehr kontinuierliche, ausgezeichnete Mitarbeit; sehr gute, umfangreiche, produktive Beiträge; sehr interessierte, kommunikationsfördemde Teilnahme am Unterricht; souveräner Sprachgebrauch in den Bereichen Sprachrichtigkeit/ Ausdrucksvermögen/ syntaktische Komplexität/Textaufbau

2 gut - kontinuierliche, gute Mitarbeit; gute Beiträge, produktive, interessierte, kommunikationsfördernde und motivierende Teilnahme am Unterricht; sicherer Sprachgebrauch

3 befriedigend - meistens interessierte, kommunikative, durchschnittliche Mitarbeit; zurückhaltende, aber aufmerksame Teilnahme; gute Beiträge auf Ansprache; meistens sicherer Sprachgebrauch

4 ausreichend - seltene Beteiligung; kontinuierliche Beteiligung bei fachlichen Ungenauigkeiten; Beteiligung nur auf Ansprache; stört gelegentlich; sehr passive Teilnahme am Unterricht; unstrukturierte oder wenig produktive Beiträge; Fähigkeit, sich grundlegend in der Zielsprache verständlich zu machen

5 mangelhaft - nur sporadische Mitarbeit; kaum kommunikative Beteiligung; fachliche Defizite, meistens fehlerhafte, lückenhafte Anwendung der Zielsprache

6 ungenügend - fehlende fachliche Kenntnisse; Unfähigkeit, die Zielsprache anzuwenden; keinerlei aktive Teilnahme am Unterricht

Die **Gewichtung** der genannten Kategorien ist den Kursteilnehmern zu Beginn des Unterrichts **transparent** zu machen.

4.4.2.3 Grundsätze der Leistungsrückmeldung und Beratung

Die Leistungsrückmeldung erfolgt in mündlicher und schriftlicher Form. Eine Rückmeldung über die in Klausuren erbrachte Leistung erfolgt regelmäßig in Form der **Randkorrektur samt Erwartungshorizont** bzw. Gutachten, Hinweisen zu Kompetenzstand und **Möglichkeiten des weiteren Kompetenzerwerbs** sowie nach Bedarf im **individuellen Beratungsgespräch**.

Analoges gilt für die **Facharbeit**. Die Beratung zur Facharbeit erfolgt gemäß den **überfachlich vereinbarten Grundsätzen**.

Die in einer **mündlichen Prüfung** erbrachte Leistung wird den Schülerinnen und Schülern **individuell zurückgemeldet** (vgl. oben: Bewertungsraster und Hinweise zu Möglichkeiten des weiteren Kompetenzerwerbs) und bei Bedarf erläutert.

Über die Bewertung substantieller punktueller Leistungen aus dem Bereich der Sonstigen Mitarbeit werden die Schülerinnen und Schüler **in der Regel mündlich informiert**, ggf. auf Nachfrage; dabei wird ihnen erläutert, wie die jeweilige Bewertung zustande kommt. Schriftliche Übungen und sonstige Formen schriftlicher Leistungsüberprüfung werden **schriftlich korrigiert und bewertet**, und zwar so, dass aus Korrektur und Bewertung der betreffende Kompetenzstand hervorgeht. Auch hier besteht die Möglichkeit mündlicher Erläuterung.

Zum **Ende eines Quartals** erfolgt ggf. in einem **individuellen Beratungsgespräch** ein Austausch zwischen Fachlehrkraft und der Schüler oder dem Schüler über den Kompetenzstand und Möglichkeiten des weiteren Kompetenzerwerbs.

Die **Feedbackkultur** wird außerdem durch regelmäßiges **leistungsbezogenes Feedback** nach Referaten/Präsentationen, Gruppenarbeiten, etc. gefördert.

5. FÄCHERVERBINDENDE UND FÄCHERÜBERGREIFENDE LERNZIELE (Sek. I und II)

Viele Unterrichtssequenzen des Faches Chemie greifen Inhalte anderer Fächer sowie bereits in anderen Fächern erworbene Kompetenzen der SuS auf und vertiefen sie unter Anwendung auf chemiespezifische Problemstellungen.

In der **Sek. I** bietet sich das fächerübergreifende Lernen mit der Physik im Zusammenhang des Kennenlernens des Teilchenmodells an. Weitere Anknüpfungspunkte gibt es im Bereich des Atombaus.

Fächerübergreifendes Lernen in **Sek. II** kann beispielsweise im Rahmen der Farbstoffchemie erfolgen. In den Fächern Physik und Biologie erworbene Kenntnisse bezüglich der Entstehung von Farbeindrücken kann durch Schülerinnen und Schüler z.B. in Form von Vorträgen präsentiert und integriert werden.

Darüber hinaus setzt das schulinterne Curriculum Chemie Teilbereiche des **Medienkompetenzrahmens** NRW sowie der Rahmenvorgabe Verbraucherbildung in Schule um.

5.1 Digitalisierung

Alle Chemieräume sind mit **Internetanschluss, PC, Interaktiv-Screen und Apple-TV** ausgestattet, so dass jederzeit während des Unterrichts auf diese, mittlerweile unverzichtbaren Medien zurückgegriffen werden kann. Außerdem stehen allen Schülerinnen und Schülern Ipads zur Verfügung.

Mithilfe dieser Medien können sowohl die fachspezifischen Kompetenzen, sowie die im Methodentraining erworbenen Kompetenzen geübt und gefestigt werden.

Die Ipads kommen des Weiteren bei Folgendem zum Einsatz:

- Erstellen digitaler Versuchsprotokolle („Pages“), Auswertung von Messergebnissen („Numbers“), Erstellen von Präsentationen („Keynote“).
- Mit Hilfe von „Keynote“ kann ein Memory erstellt werden. Beispiele hierfür wären z.B. Stoffgemische und Teilchenmodell, Atomaufbau und Ionenbindung oder auch Struktur-Eigenschaftsbeziehungen organischer Verbindungen.
- Diverse Lehrfilme können in eigenem Tempo abgespielt und verstanden werden. Modellvorstellungen lassen sich auf diese Weise sehr gut erarbeiten (Atommodell, Teilchenmodell, Donato-Akzeptor Prinzip bei Redoxreaktionen bzw. Elektrochemie) und vertiefen.
- Die SuS können Erklärvideos z.B. in Form von stop-motion-Filmen, erstellen.
- Die App „Popplet“ eignet sich zum Erstellen von Mind-Maps bzw. Concept-Maps.
- Mit Hilfe der App „Socrative“ oder „Kahoot“ können Lernkontrollen durchgeführt werden. „Kahoot“ ist hier sehr motivierend gestaltet. „Socrative“ ist so ausgelegt, dass der Lehrer

eine Rückmeldung über den Lernstand des Einzelnen erhält. Beide Apps lassen sich jahrgangsstufenübergreifend nutzen.

- „Learningapps“ dient der Erstellung verschiedener Aufgaben in Form von Zuordnungs- oder Rätselaufgaben.

Um die sinnvolle Nutzung der iPads zu gewährleisten, wird ab Stufe 5 kontinuierlich im Rahmen des Medien- und Methodentrainings („M+M“) die soziale und fachliche Kompetenz der SuS im Umgang mit den iPads geschult. So wird bereits im zweiten Halbjahr der Klasse 5 eine Einführung zur adäquaten Nutzung der iPads durchgeführt, welche in den folgenden Jahren durch den Medienpass I-III (Anwendungswissen wie der Umgang mit Textverarbeitungsprogrammen, aber auch Umgang mit sozialen Netzwerken, Cybermobbing, rechtliche Konsequenzen etc.) ergänzt. Für den Chemieunterricht von besonderem Interesse sind die Module zur Erstellung von Referaten (Klasse 8) sowie der Nutzung von Präsentationsmedien (Klasse 9). Eine besondere Rolle kommt hier der Quellenprüfung und –angabe zuteil.

Mit dem Medienkompetenzrahmen NRW setzt Nordrhein-Westfalen - anknüpfend an bereits geleistete konzeptionelle und schulische wie auch außerschulische Arbeit - bundesweite Bildungsstandards im Kontext der Digitalisierung um.

1. BEDIENEN UND ANWENDEN	2. INFORMIEREN UND RECHERCHIEREN	3. KOMMUNIZIEREN UND KOOPERIEREN	4. PRODUZIEREN UND PRÄSENTIEREN	5. ANALYSIEREN UND REFLEKTIEREN	6. PROBLEMLÖSEN UND MODELLIEREN
1.1 Medienausstattung (Hardware)	**2.1 Informationsrecherche**	**3.1 Kommunikations- und Kooperationsprozesse**	**4.1 Medienproduktion und Präsentation**	**5.1 Medienanalyse**	**6.1 Prinzipien der digitalen Welt**
Medienausstattung (Hardware) kennen, auswählen und reflektiert anwenden; mit dieser verantwortungsvoll umgehen	Informationsrecherchen zielgerichtet durchführen und dabei Suchstrategien anwenden	Kommunikations- und Kooperationsprozesse mit digitalen Werkzeugen zielgerichtet gestalten sowie mediale Produkte und Informationen teilen	Medienprodukte adressatengerecht planen, gestalten und präsentieren; Möglichkeiten des Veröffentlichens und Teilens kennen und nutzen	Die Vielfalt der Medien, ihre Entwicklung und Bedeutungen kennen, analysieren und reflektieren	Grundlegende Prinzipien und Funktionsweisen der digitalen Welt identifizieren, kennen, verstehen und bewusst nutzen
1.2 Digitale Werkzeuge	**2.2 Informationsauswertung**	**3.2 Kommunikations- und Kooperationsregeln**	**4.2 Gestaltungsmittel**	**5.2 Meinungsbildung**	**6.2 Algorithmen erkennen**
Verschiedene digitale Werkzeuge und deren Funktionsumfang kennen, auswählen sowie diese kreativ, reflektiert und zielgerichtet einsetzen	Themenrelevante Informationen und Daten aus Medienangeboten filtern, strukturieren, umwandeln und aufbereiten	Regeln für digitale Kommunikation und Kooperation kennen, formulieren und einhalten	Gestaltungsmittel von Medienprodukten kennen, reflektiert anwenden sowie hinsichtlich ihrer Qualität, Wirkung und Aussageabsicht beurteilen	Die interessengeleitete Setzung und Verbreitung von Themen in Medien erkennen sowie in Bezug auf die Meinungsbildung beurteilen	Algorithmische Muster und Strukturen in verschiedenen Kontexten erkennen, nachvollziehen und reflektieren
1.3 Datenorganisation	**2.3 Informationsbewertung**	**3.3 Kommunikation und Kooperation in der Gesellschaft**	**4.3 Quellendokumentation**	**5.3 Identitätsbildung**	**6.3 Modellieren und Programmieren**
Informationen und Daten sicher speichern, wiederfinden und von verschiedenen Orten abrufen; Informationen und Daten zusammenfassen, organisieren und strukturiert aufbewahren	Informationen, Daten und ihre Quellen sowie dahinterliegende Strategien und Absichten erkennen und kritisch bewerten	Kommunikations- und Kooperationsprozesse im Sinne einer aktiven Teilhabe an der Gesellschaft gestalten und reflektieren; ethische Grundsätze sowie kulturell-gesellschaftliche Normen beachten	Standards der Quellenangaben beim Produzieren und Präsentieren von eigenen und fremden Inhalten kennen und anwenden	Chancen und Herausforderungen von Medien für die Realitätswahrnehmung erkennen und analysieren sowie für die eigene Identitätsbildung nutzen	Probleme formalisiert beschreiben, Problemlösestrategien entwickeln und dazu eine strukturierte, algorithmische Sequenz planen, diese auch durch Programmieren umsetzen und die gefundene Lösungsstrategie beurteilen
1.4 Datenschutz und Informationssicherheit	**2.4 Informationskritik**	**3.4 Cybergewalt und -kriminalität**	**4.4 Rechtliche Grundlagen**	**5.4 Selbstregulierte Mediennutzung**	**6.4 Bedeutung von Algorithmen**
Verantwortungsvoll mit persönlichen und fremden Daten umgehen, Datenschutz, Privatsphäre und Informationssicherheit beachten	Unangemessene und gefährdende Medieninhalte erkennen und hinsichtlich rechtlicher Grundlagen sowie gesellschaftlicher Normen und Werte einschätzen; Jugend- und Verbraucherschutz kennen und Hilfs- und Unterstützungsstrukturen nutzen	Persönliche, gesellschaftliche und wirtschaftliche Risiken und Auswirkungen von Cybergewalt und -kriminalität erkennen sowie Ansprechpartner und Reaktionsmöglichkeiten kennen und nutzen	Rechtliche Grundlagen des Persönlichkeits- (u.a. des Bildrechts), Urheber- und Nutzungsrechts (u.a. Lizenzen) überprüfen, bewerten und beachten	Medien und ihre Wirkungen beschreiben, kritisch reflektieren und deren Nutzung selbstverantwortlich regulieren; andere bei ihrer Mediennutzung unterstützen	Einflüsse von Algorithmen und Auswirkung der Automatisierung von Prozessen in der digitalen Welt beschreiben und reflektieren

Somit ist der Medienkompetenzrahmen NRW das zentrale Instrument für eine systematische Medienkompetenzvermittlung und enthält Elemente informatischer Grundbildung. Damit bildet er einen verbindlichen Orientierungsrahmen für die (Weiter-) Entwicklung des schulischen Medienkonzepts und seine Verankerung in die schulinternen Curricula. In den unten aufgeführten inhaltsbezogenen Kompetenzen wird an entsprechender Stelle Bezug auf die oben abgebildete Tabelle, bzw. auf die entsprechende Spalte Bezug genommen (siehe Markierungen oben).

5.2 Umwelterziehung

Im gesamten Chemieunterricht findet laufend eine Auseinandersetzung mit Themen aus dem Umweltbereich statt, nach Möglichkeit auch im experimentellen Bereich. Eines der wichtigsten Ziele des Chemieunterrichts besteht darin, dass die SuS verstehen, **in welchem Maße menschliche Aktivitäten Auswirkungen auf Entwicklungen in der Umwelt wie Klimaerwärmung, Ozonloch, Versauerung von Böden und Gewässern, Wald- und Gebäudeschäden** haben. Besonders wichtig ist aber die Betonung des Aspekts, dass der

Mensch durch sein Verhalten in Alltag und Beruf durchaus auch die Möglichkeit hat, die von ihm verursachten negativen Entwicklungen abzuschwächen bzw. auch wieder eine Kehrtwende zum Positiven zu bewirken. (Beispiel: Recycling von Wertstoffen, Ozonloch).
Unter dem Aspekt der Umwelterziehung bieten sich mit verschiedenen Fächern (z. B. Biologie, Physik oder Erdkunde) Kooperationsmöglichkeiten in unterschiedlichen Teilbereichen an.

5.3 Berufsorientierung

Neben einer Vielzahl von im **Unterricht** behandelten Themen, die mit den verschiedenartigsten Berufen in Verbindung gebracht werden können, bieten wir unseren SuS Möglichkeiten, sich im Rahmen von **Exkursionen und Experimentiertagen**, wie sie die umliegenden großen Chemieunternehmen wie Bayer, Henkel und Covestro, anbieten (und während der in der Sek. II obligatorischen **Berufspraktika)** sich Einblicke in die verschiedensten chemischen Forschungsbereiche zu verschaffen und unterschiedliche Berufsbilder kennenzulernen. Unternehmen, die umliegenden Universitäten (Universität Wuppertal, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf) und verschiedene Forschungseinrichtungen wie das Forschungszentrum Jülich bieten zudem SuS **Informationstage** und (z. B. im Zusammenhang mit der Teilnahme an der 2. Runde der Chemie-Olympiade) auch Praktikumstage an. In **Referaten von Fachleuten** können die SuS Einblicke in besondere Spezialgebiete, wie z. B. Silicone, gewinnen und so eine Vorstellung von tendenziell weniger bekannten Grenzbereichen der Chemie und von neuen Berufsbildern gewinnen.
Eine Koordination erfolgt durch das schulinterne Berufsorientierungskonzept.

5.4 Sicherheitserziehung

Da bei der Durchführung von Experimenten im Chemieunterricht auch gewisse Gefahren auftreten können (u.a. beim Umgang mit dem Gasbrenner, bei Experimenten mit Säuren und Laugen), ist es unbedingt erforderlich, die SuS durch eine entsprechende **Unterweisung und Sensibilisierung für eventuell auftretende Gefahren** davor zu schützen.

Die **obligatorische Sicherheitsunterweisung zu Beginn jeden Schulhalbjahres** bringt den SuS in regelmäßigen Abständen im chemischen Experimentalunterricht unbedingt zu beachtende Verhaltensweisen in Erinnerung. Im Zusammenhang mit konkreten Experimenten werden mögliche Gefahren und Schutzmaßnahmen noch einmal gemäß der von der Lehrperson angefertigten **Gefährdungsbeurteilung** besprochen.

Arbeitsanleitungen aus den Lehrbüchern für Sek. I und Sek. II enthalten ausreichende Gefahren-, Sicherheits- und Entsorgungshinweise in den Symbolleisten über den einzelnen Versuchsanleitungen.

Kopiervorlagen für Arbeitsanleitungen aus Lehrbuch begleitenden Experimentierheften weisen ausreichend auf mögliche Gefahren hin.

Bei der **Erstellung eigener Arbeitsblätter zur Durchführung von Experimenten** müssen **alle sicherheitsrelevanten Aspekte berücksichtigt und darauf hingewiesen werden.**

5.5 Gesundheitserziehung

Durch die **experimentelle Untersuchung verschiedener Lebensmittel** und die **kritische Auseinandersetzung mit verschiedenen Produkten der Lebensmittelindustrie** wie z. B. isotonische Getränke lernen die SuS, ihre eigenen **Ernährungsgewohnheiten** kritisch zu reflektieren und eventuell umzustellen.

Zusätzliche, zur Gesundheitserziehung im weiteren Sinne gehörige Themen sind:

- Lebensmittelverpackungen aus Aluminium und aus verschiedenen Kunststoffen
- Auswirkung von Farbstoffen auf den Organismus
- Auswirkungen von UV-Strahlung auf den Organismus (im Zusammenhang mit der Ozonlochproblematik)

5.5 Gender-mainstreaming

Im Chemieunterricht am OHG werden Mädchen ebenso wie Jungen dazu ermutigt, ihr Interesse an naturwissenschaftlichen Zusammenhängen selbstbewusst zu verfolgen und so ihre Fähigkeiten und Entwicklungspotenziale zu nutzen. Weiterhin zeigt der Unterricht auf, dass naturwissenschaftliche Kenntnisse sowohl für Frauen als auch Männer attraktive berufliche Perspektiven eröffnet.

5.6 Verbraucherbildung

Das Fach Chemie in der Sek. I trägt im Sinne der **Rahmenvorgaben Verbraucherbildung in der Schule** durch Berücksichtigung folgender Bereiche bei:

- allgemeiner Konsum
- Ernährung und Gesundheit
- Leben, Wohnen und Mobilität

Eine fachlich sinnvolle Integration der Bereiche und Ziele ist des Weiteren in zahlreichen konkretisierten Kompetenzerwartungen erkennbar (z.B. *„Die Schülerinnen und Schüler können die Bedeutung des Metallrecyclings im Zusammenhang mit Ressourcenschonung und Energieeinsparung beschreiben und auf dieser Basis das eigene Konsum- und Entsorgungsverhalten bewerten (B1, B4, K4“*).

6. KOOPERATION MIT AUßERSCHULISCHEN PARTNERN (Sek. I und II)

Im Rahmen des Chemieunterrichts der **Sek. I** gibt es durch die Kooperation mit dem **Schülerlabor Neanderlab** in Hilden die Möglichkeit, **ab Klasse 7** Experimentiertage zu verschiedenen, auf die einzelnen Jahrgangsstufen zugeschnittenen Themen, durchzuführen. Weiterhin wird in der Jahrgangsstufe 7 die Kläranlage Monheim zum Thema Wasser und Trennmethoden besucht, sowie der Landschaftspark Duisburg zum Thema Eisengewinnung und

Stahlerzeugung.

Für SuS der **Sek. II** kommen vor allem Projekte an Experimentiertagen bzw. Praktika bei Bayer oder Henkel und Exkursionen in Frage (siehe auch Berufsorientierung).

Im Zusammenhang mit verschiedenen Themenfeldern der Sek. II werden Fachreferenten zu Spezialgebieten in die Schule eingeladen.

7. EXKURSIONEN (Sek. I und II)

Angelehnt an die unterrichtlichen Inhalte werden Exkursionen zu verschiedenen Industriebetrieben (siehe „Kooperationen"), sowie zu diversen Schülerlaboren angeboten.
Weiterhin werden regelmäßig Labortage und Informationsveranstaltungen für kleine Schülergruppen an der Universität angeboten.

8. BEGABTENFÖRDERUNG (Sek. I und II)

Im Fach Chemie werden verschiedene **Wettbewerbe** angeboten. Für SuS der **Sek. I** eignet sich besonders der Experimentalwettbewerb **„Chemie – die stimmt",** für die **Sek. II** die **Chemie-Olympiade**.

Bei beiden Wettbewerben erfahren die Teilnehmer/innen **Beratung und Betreuung durch Fachlehrer**. Nach Möglichkeit werden auch **Nachmittagstermine** vereinbart, an denen SuS in der Schule unter Aufsicht einer Lehrkraft Experimente durchführen können.

Im Zusammenhang mit der Chemie-Olympiade können die Teilnehmer/innen von der Lehrkraft **Fachliteratur** erhalten, womit sie sich mit der Thematik der Aufgaben vertraut machen können, um diese dann selbstständig zu lösen.

Beide Wettbewerbe eignen sich zur **Förderung besonders interessierter und leistungsstarker SuS.**

10. QUALITÄTSSICHERUNG UND EVALUATION

10.1. Fortbildungskonzept

Die Fachgruppe Chemie stellt jährlich in ihrer Sitzung zu Beginn des Schuljahres den Fortbildungsbedarf fest. Nachfolgend ist es Aufgabe der/des Fachvorsitzenden, zusammen mit dem/der Fortbildungsbeauftragten der Schule bzw. Abgleich der Fortbildungsangebote der Kompetenzteams zu organisieren. Die Fachgruppe verpflichtet sich zur Teilnahme.

10.2 Möglichkeiten der Qualitätssicherung

Weitere Maßnahmen der Qualitätssicherung sind gegenseitiges Hospitieren, team teaching und Parallelarbeiten. Absprachen dazu werden von den in den Jahrgängen parallel arbeitenden Kolleginnen und Kollegen zu Beginn eines Schuljahres getroffen.

10.3 Evaluation des schulinternen Curriculums

Die Inhalte des schulinternen Curriculums werden stetig überprüft, und ggf. überarbeitet und angepasst. Der Prüfmodus erfolgt jährlich. In den Dienstbesprechungen der Fachgruppe zu

Schuljahresbeginn werden die Erfahrungen des vorangehenden Schuljahres gesammelt und bewertet sowie eventuell notwendige Konsequenzen formuliert. Die Ergebnisse dienen dem/der Fachvorsitzenden zur Rückmeldung an die Schulleitung und u.a. an den/die Fortbildungsbeauftragte, außerdem sollen wesentliche Tagesordnungspunkte und Beschlussvorlagen der Fachkonferenz daraus abgeleitet werden. Insgesamt dient die Evaluation des aktuellen schulinternen Curriculums hinaus zur systematischen Qualitätssicherung und Qualitätsentwicklung der Arbeit der Fachgruppe.

11 - 13 ANLAGEN

11.1 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Sek. I – Jgst. 7

UV 1: Stoffe im Alltag – Wie lassen sich Reinstoffe identifizieren und klassifizieren sowie aus Stoffgemischen gewinnen?				
Jgst HJ	**Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte**	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen**	**Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen**	**MKR**
J A H R G A N G **7** **1. HJ** **UV 1**	**IF1: Stoffe und Stoffeigenschaften** • messbare und nicht-messbare Stoffeigenschaften • Gemische und Reinstoffe • Stofftrennverfahren einfache Teilchenvorstellung ***Schulinterner Kontext:*** • Wir identifizieren Stoffe - Eigenschaften von Lebens- und Haushaltsmitteln	***Umgang mit Fachwissen:*** - Reinstoffe aufgrund charakteristischer Eigenschaften (Schmelztemperatur/ Siedetemperatur, Dichte, Löslichkeit) identifizieren (UF1, UF2) - Stoffe aufgrund ihrer Eigenschaften klassifizieren (UF2, UF3). ***Erkenntnisgewinnung:*** - eine geeignete messbare Stoffeigenschaft experimentell ermitteln (E4, E5, K1) - Experimente zur Trennung eines Stoffgemisches in Reinstoffe (Filtration, Destillation) unter Nutzung relevanter Stoffeigenschaften planen und sachgerecht durchführen (E1, E2, E3, E4, K1) - Aggregatzustände und deren Änderungen auf der Grundlage eines einfachen Teilchenmodells erklären (E6, K3) ***Bewertung:*** - die Verwendung ausgewählter Stoffe im Alltag mithilfe ihrer	• Sicherheitsbelehrung und Einführung Chemie (VB_B_D) Gefahrenpiktogramme, Verhaltensregeln, Brennerführerschein, Entsorgung, Laborführerschein ***Fachliche Schwerpunktsetzung:*** • Anwenden charakteristischer Stoffeigenschaften zur Identifizierung weißer Pulver (z.B. mit den Sinnen wahrnehmbare Eigenschaften (Geruch, Farbe, Aussehen …), elektrische Leitfähigkeit, Verhalten beim Erhitzen und gegenüber Säuren, Siedepunkt, Löslichkeit • Dichtebestimmung von Flüssigkeiten (Cola/ Cola Light) und Feststoffen; Schülerfehlvorstellungen • Filtration, Adsorption, Eindampfen, Chromatografie, Destillation (z.B. Materialien Jonny Siegtal) • Aggregatszustandswechsel durch Animationen und	4.1; 1,3 • Erstellung digitaler Versuchsprotokolle 2.2, 2.3 • Erstellung und Vergleich von Siedediagrammen mittels Excel bzw. Numbers • Erstellung digitaler Versuchsprotokolle **VB:** Verbraucherbildung **B:** Ernährung und Gesundheit **D:** Leben, Wohnen, Mobilität 1.2

		Eigenschaften begründen (B1, K2).	Modelle (z.B. Legosteine) visualisieren → Vernetzung Physik • Einführung der Brownschen Molekularbewegung und Visualisierung durch Animation → Vernetzung Biologie ***Didaktisch-methodische Schwerpunktsetzung:*** • Grundsätze des kooperativen Experimentierens (ggf. unterstützt durch Rollenkarten (Versuchsleiter, Organisator, Protokollant, Zeitwächter & Sicherheitsmanager) • Protokolle unter Einsatz von Scaffoldingtechniken anfertigen lassen (sprachsensibler Unterricht) **Lernerfolgskontrollen** • Digitale Tests und Apps (z.B. Kahoot, Socrative, Learning App) • Schriftliche Leistungsüberprüfung	

UV 2: Chemische Reaktionen in unserer Umwelt

Woran erkennt man eine chemische Reaktion?

Jgst HJ	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen	MKR
J A H R G A N G **7** **1. HJ** **UV 2**	**IF2: Chemische Reaktion** • Stoffumwandlung • Energieumwandlung bei chemischen Reaktionen: chemische Energie, Aktivierungsenergie ***Schulinterner Kontext:*** Wir verändern Stoffe des Alltags	***Fachwissen:*** • chemische Reaktionen an der Bildung von neuen Stoffen mit anderen Eigenschaften und in Abgrenzung zu physikalischen Vorgängen identifizieren (UF2, UF3) • chemische Reaktionen in Form von Reaktionsschemata in Worten darstellen (UF1, K1) • bei ausgewählten chemischen Reaktionen die Energieumwandlung der in den Stoffen gespeicherten Energie (chemische Energie) in andere Energieformen begründet angeben (UF1) • bei ausgewählten chemischen Reaktionen die Bedeutung der Aktivierungsenergie zum Auslösen einer Reaktion beschreiben (UF1). ***Erkenntnisgewinnung:*** • einfache chemische Reaktionen sachgerecht durchführen und auswerten (E4, E5, K1) • chemische Reaktionen anhand von Stoff- und Energieumwandlungen auch im Alltag identifizieren (E2, UF4). ***Bewertung:*** • die Bedeutung chemischer Reaktionen in der Lebenswelt begründen (B1, K4).	***Fachliche Schwerpunktsetzung:*** • Chemische Reaktionen werden nur auf Phänomenebene betrachtet • Stoffumwandlung: Erhitzen von Zucker vs. Schmelzen von Schokolade • Energieumwandlung: Kupfersulfat • ggf. Massenerhaltung: Streichhölzer/Eisenwolle • Analogie Bergmodell • Aktivierungsenergie bei der Einführung des Katalysators • Energieumwandlung → Vernetzung Physik ***Didaktisch-methodische Schwerpunktsetzung:*** • Zeichnung und Auswertung von Energiediagrammen • Aufstellen von Reaktionsschemata **Lernerfolgskontrolle** s.o.	

UV 3: Facetten der Verbrennungsreaktion - Was ist eine Verbrennung?

Jgst HJ	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen	MKR
J A H R G A N G **7** **1. HJ** **UV 3**	**IF3: Verbrennung** • Verbrennung als Reaktion mit Sauerstoff: Oxidbildung, Zündtemperatur, Zerteilungsgrad • chemische Elemente und Verbindungen: Analyse, Synthese • Nachweisreaktionen • Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen: Wasser als Oxid • Gesetz von der Erhaltung der Masse einfaches Atommodell ***Schulinterner Kontext:*** Brände und Brandbekämpfung	***Fachwissen*** • anhand von Beispielen Reinstoffe in chemische Elemente und Verbindungen einteilen (UF2, UF3) • die wichtigsten Bestandteile des Gasgemisches Luft, ihre Eigenschaften und Anteile nennen (UF1, UF4), • die Verbrennung als eine chemische Reaktion mit Sauerstoff identifizieren und als Oxidbildung klassifizieren (UF3) • die Analyse und Synthese von Wasser als Beispiel für die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen beschreiben (UF1). ***Erkenntnisgewinnung*** • mit einem einfachen Atommodell Massenänderungen bei chemischen Reaktionen mit Sauerstoff erklären (E5, E6) • Nachweisreaktionen von Gasen (Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoffdioxid) und Wasser durchführen (E4) • den Verbleib von Verbrennungsprodukten (Kohlenstoffdioxid, Wasser) mit dem Gesetz von der Erhaltung der Masse begründen (E3, E6, E7, K3) ***Bewertung:*** • in vorgegebenen Situationen Handlungsmöglichkeiten zum Umgang mit brenn-baren Stoffen zur Brandvorsorge sowie mit offenem Feuer zur Brandbekämpfung bewerten und	***Fachliche Schwerpunkte:*** • naturwissenschaftliche Betrachtung der Kerzenflamme und Lagerfeuer • Verbrennungsdreieck (Zündtemperatur, Brennstoff, Sauerstoff) • Verbrennung als Reaktion mit Sauerstoff (Sauerstoffübertragungsreaktionen) • Brandbekämpfung aus naturwissenschaftlicher Sicht (vers. Feuerlöscher, Fettbrand) • Erstellung eines Radiospotts zum Thema Fettbrand • Prinzip der Oberflächenvergrößerung ➔ Vernetzung Biologie • Massenerhaltung: Streichhölzer/Eisenwolle • Einführung des Dalton Atommodells/ Einführung der Begriffe Atom/Verbindung/Element ***Didaktisch-methodische Schwer-punktsetzung:*** • Zeichnung der chemischen Reaktion als Umgruppierung von Atomen (Visualisierung der submikroskopischen Ebene) • Erstellung einer Concept-Map zum Thema Brand und Brandbekämpfung mithilfe digitaler Werkzeuge **Lernerfolgskontrolle** s.o.	4.1; 4.2 1.2

		sich begründet für eine Handlung entscheiden (B2, B3, K4) • Vor- und Nachteile einer ressourcenschonenden Energieversorgung auf Grundlage der Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen am Beispiel von Wasser beschreiben (B1) • Aus IF4: Maßnahmen zum Löschen von Metallbränden auf der Grundlage der Sauerstoffübertragungsreaktion begründet auswählen (B3).		

UV 4: ***Vom Rohstoff zum Metall***

Wie lassen sich Metalle aus Rohstoffen gewinnen?

Jgst HJ	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen	MKR
J A H R G A N G	**IF4: Metalle und Metallgewinnung** • Zerlegung von Metalloxiden • Sauerstoffübertragungsreaktionen • edle und unedle Metalle Metallrecycling	***Umgang mit Fachwissen*** • können chemische Reaktionen, bei denen Sauerstoff abgegeben wird, als Zerlegung von Oxiden klassifizieren (UF3), • ausgewählte Metalle aufgrund ihrer Reaktionsfähigkeit mit Sauerstoff als edle und unedle Metalle ordnen (UF2, UF3). ***Erkenntnisgewinnung*** • können Experimente zur Zerlegung von ausgewählten Metalloxiden hypothesengeleitet planen und geeignete Reaktionspartner auswählen (E3, E4), Sauerstoffübertragungsreaktionen im Sinne des Donator-Akzeptor-Konzeptes modellhaft erklären (E6), • ausgewählte Verfahren zur Herstellung von Metallen erläutern und ihre	***Fachliche Schwerpunkte:*** • Metalle im Alltag – Geschichte der Metallgewinnung • Gewinnung von Kupfer aus Kuperoxid (Kontext z.B. Ötzi) • Redoxreihe der Metalle – weitere Möglichkeiten der Kupfergewinnung • Gewinnung von Eisen - Hochofenprozess und Thermitverfahren • Wie kann man Eisen veredeln? - Stahl als Hightech-Produkt • Recycling von Metallen (z.B. Smartphones oder Kaffeekapseln) ***Didaktisch-methodische Schwerpunktsetzung:***	1.3 2.1. 2.1. ;5.2

7 **2. HJ** **UV 4**		Bedeutung für die gesellschaftliche Entwicklung beschreiben (E7). ***Bewertung*** • können die Bedeutung des Metallrecyclings im Zusammenhang mit Ressourcenschonung und Energieeinsparung beschreiben und auf dieser Basis das eigen Konsum- und Entsorgungsverhalten bewerten (B1, B4, K4), • Maßnahmen zum Löschen von Metallbränden auf der Grundlage der Sauerstoffübertragungsreaktion begründet auswählen (B3). *(s. IF 3)*	• SuS entwickeln hypothesengeleitet Experimente, z.B.: Kupferoxid mit Kohlenstoff • Gruppenpuzzle Redoxreihe • Exkursion zu Thyssenkrupp – Hochofenprozess • Concept-Map **Lernerfolgskontrolle** s.o.	

11.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Sek. I – Jgst. 8

UV 5: ***Elemente und ihre Ordnung***

Jgst HJ	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen	MKR
J A H R G A N	**IF5: Elemente und ihre Ordnung** • physikalische und chemische Eigenschaften von Elementen der Elementfamilien: Alkalimetalle, Halogene, Edelgase • Periodensystem der Elemente • differenzierte Atommodelle	***Umgang mit Fachwissen*** • können Vorkommen und Nutzen ausgewählter chemischer Elemente und ihrer Verbindungen in Alltag und Umwelt beschreiben (UF1), • chemische Elemente anhand ihrer charakteristischen physikalischen und chemischen Eigenschaften den Elementfamilien zuordnen (UF3), • aus dem Periodensystem der Elemente wesentliche Informationen zum Atombau der Hauptgruppenelemente (Elektronenkonfiguration, Atommasse) herleiten (UF3, UF4, K3).	***Fachliche Schwerpunktsetzung:*** • Einführung in das Periodensystem: Elementsymbole, Einteilung der Elemente, Chemische Größen (z.B. Gruppenpuzzle zu den Hauptgruppen) • Alkali- und Erdalkalimetalle: Versuch: Li, Na und Ca in Wasser; Flammenfärbung • Halogene: Anwendungsbeispiele aus dem Alltag • Edelgase	1.2

G **8** **1. HJ** **UV 5**		***Erkenntnisgewinnung*** • können physikalische und chemische Eigenschaften von Alkalimetallen, Halogenen und Edelgasen mithilfe ihrer Stellung im Periodensystem begründet vorhersagen (E3) • die Entwicklung eines differenzierten Kern-Hülle-Modells auf der Grundlage von Experimenten, Beobachtungen und Schlussfolgerungen beschreiben (E2, E6, E7), • die Aussagekraft verschiedener Kern-Hülle-Modelle beschreiben (E6, E7). ***Bewertung*** • können vor dem Hintergrund der begrenzten Verfügbarkeit eines chemischen Elements bzw. seiner Verbindungen Handlungsoptionen für ein ressourcenschonendes Konsumverhalten entwickeln (B3).	• Historische Entwicklung des Atommodells: Dalton, Thomsons, Rutherford, Bohr ***Didaktisch-methodische Schwerpunktsetzung:*** • Spickzettelvortrag zu den Hauptgruppen • Rollenspiel zum Rutherfordschen Streuversuch • Partnerpuzzle zum Atombau • Erklärvideo zum Atombau gestalten **Lernerfolgskontrolle** • z.B. schriftliche Übung zum Periodensystem und Atomaufbau	2.2; 4.1; 4.2

UV 6: ***Salze und Ionen***				
Jgst HJ	**Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte**	**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung**	**Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen**	**MKR**
J A	**IF6: Salze und Ionen** • Ionenbindung: Anionen, Kationen, Ionengitter, Ionenbildung • Eigenschaften von Ionenverbindungen: Kristalle,		***Fachliche Schwerpunktsetzung:*** • Salze im Alltag (z.B. Coolpack) • Bildung von Salzen am Beispiel von NaCl (Lehrer-Experiment)	1.3.

H R G A N G **8** **2. HJ** **UV 6**	Leitfähigkeit von Salzschmelzen/-lösungen (Gehaltsangaben) (s. IF 9) • Verhältnisformel: Gesetz der konstanten Massenverhältnisse, Atomanzahlverhältnis, Reaktionsgleichung	***Umgang mit Fachwissen*** • können ausgewählte Eigenschaften von Salzen mit ihrem Aufbau aus Ionen und der Ionenbindung erläutern (UF1), • an einem Beispiel die Salzbildung unter Einbezug energetischer Betrachtungen auch mit Angabe einer Reaktionsgleichung in Ionenschreibweise erläutern (UF2). ***Erkenntnisgewinnung*** • können den Gehalt von Salzen in einer Lösung durch Eindampfen ermitteln (E4), • an einem Beispiel das Gesetz der konstanten Massenverhältnisse erklären und eine chemische Verhältnisformel herleiten (E6, E7, K1). ***Bewertung*** • können unter Umwelt- und Gesundheitsaspekten die Verwendung von Salzen im Alltag reflektieren (B1).	• Ionenbildung und Ionenbindung (Verknüpfung PSE und Oktettregel) • Ionengitter: - Betrachtung von Kochsalz im Mikroskop - Eigenschaften: Verformbarkeit, Leitfähigkeit, Löslichkeit • Aufstellen von Reaktionsgleichungen in der Formelschreibweise unter Berücksichtigung der konstanten Massenverhältnisse ***Didaktisch-methodische Schwerpunktsetzung:*** • Filmstreifen zum Lösungsvorgang von Salzen in Wasser **Lernerfolgskontrolle** • z.B. schriftliche Übung zum Aufstellen von Reaktionschemata	

UV 7: ***Chemische Reaktionen durch Elektronenübertragung***				
Jgst HJ	**Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte**	**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung**	**Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen**	**MKR**
J A H	**IF7: Chemische Reaktionen durch Elektronenübertragung** • Reaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen • Oxidation, Reduktion	***Umgang mit Fachwissen*** • Schüler können die Abgabe von Elektronen als Oxidation einordnen (UF3), • die Aufnahme von Elektronen als Reduktion einordnen (UF3),	***Fachliche Schwerpunktsetzung:*** • Oxidationen als Elektronenübertragungsreaktionen • Reaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen • Einfache Elektrolysen und Galvanisieren	4.2

R G A N G **8** **2. HJ** **UV 7**	• Energiequellen: Galvanisches Element, Akkumulator, Batterie, Brennstoffzelle • Elektrolyse	• Reaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen als Elektronenübertragungsreaktionen deuten und diese auch mithilfe digitaler Animationen und Teilgleichungen erläutern (UF1), • die chemischen Prozesse eines galvanischen Elements und einer Elektrolyse unter dem Aspekt der Umwandlung in Stoffen gespeicherter Energie in elektrische Energie und umgekehrt erläutern (UF2, UF4), • den grundlegenden Aufbau und die Funktionsweise einer Batterie, eines Akkumulators und einer Brennstoffzelle beschreiben (UF1). ***Erkenntnisgewinnung*** • Experimente planen, die eine Einordnung von Metallionen hinsichtlich ihrer Fähigkeit zur Elektronenaufnahme erlauben und diese sachgerecht durchführen (E3, E4), • Elektronenübertragungsreaktionen im Sinne des Donator-Akzeptor-Prinzips modellhaft erklären (E6). ***Bewertung*** • Kriterien für den Gebrauch unterschiedlicher elektrochemischer Energiequellen im Alltag reflektieren (B2, B3, K2).	• Sprachsensible Gestaltung der Symbolschreibweise mittels Formulierungshilfen auf submikroskopischer Ebene ***Schwerpunktsetzung:*** • Chemie macht mobil – die Entwicklung mobiler Energieträger • Batterie oder Akkumulator? (Speicherung elektrischer Energie aus chemischen Reaktionen) • „Saubere Autos?“ – Brennstoffzelle • Vergleich der Verwendung von Batterien und Akkumulatoren unter Aspekten der nachhaltigen Nutzung mobiler Energieträger **Lernerfolgskontrolle** • z.B. schriftliche Überprüfung zu Redoxreaktionen • z.B. Referate zu ausgewählten Batterien/Akkumulatoren und erneuerbaren Energieträgern	

11.3 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Sek. I – Jgst. 9

UV 8: ***Molekülverbindungen***

Jgst HJ	Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte	Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung	Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen	MKR
J A H R G A N G **9** **1. HJ** **UV8**	**IF7: Molekülverbindungen** • unpolare und polare Elektronenpaarbindung • Elektronenpaarabstoßungsmodell: Lewis-Schreibweise, räumliche Strukturen, Dipolmoleküle • zwischenmolekulare Wechselwirkungen: Wasserstoffbrücken, Wasser als Lösemittel • Katalysator	***Umgang mit Fachwissen*** • können an ausgewählten Beispielen die Elektronenpaarbindung erläutern (UF1), • mithilfe der Lewis-Schreibweise den Aufbau einfacher Moleküle beschreiben (UF1), • die Synthese eines Industrierohstoffs aus Synthesegas (z.B. Methan oder Ammoniak) auch mit Angabe von Reaktionsgleichungen erläutern (UF1, UF2). ***Erkenntnisgewinnung*** • Schüler können die räumliche Struktur von Molekülen mit dem Elektronenpaarabstoßungsmodell veranschaulichen (E6, K1), • die Temperaturänderung beim Lösen von Salzen in Wasser erläutern (E1, E2, E6), • typische Eigenschaften von Wasser mithilfe des Dipol-Charakters der Wassermoleküle und der Ausbildung von Wasserstoffbrücken zwischen den Molekülen erläutern (E2, E6), • die Wirkungsweise eines Katalysators modellhaft an der Synthese eines Industrierohstoffs erläutern (E6). ***Bewertung*** • können Informationen für ein technisches Verfahren zur Industrierohstoffgewinnung aus Gasen mithilfe digitaler Medien beschaffen und Bewertungskriterien auch unter Berücksichtigung der Energiespeicherung festlegen (B2, K2),	***Fachliche Schwerpunktsetzung:*** • Übertragung der Summenformel in Lewis-Schreibweise und räumlicher Aufbau von Molekülen • Übersichtstabelle VSEPR-Modell • Wasserstrahl-Versuch: Elektronegativität, Polarität, Wechselwirkungen • Erläuterung der Ammoniakbildung an der Oberfläche eines Katalysators ***Didaktisch-methodische Schwerpunktsetzung:*** • Selbstlerntheke zu räumlichen Molekülaufbau • Filmstreifen zum Wasserstrahl-Versuch **Lernerfolgskontrolle** • z.B. schriftliche Überprüfung zum VSEPR und Lewis-Schreibweise	4.2

		• unterschiedliche Darstellungen von Modellen kleiner Moleküle auch mithilfe einer Software vergleichend gegenüberstellen (B1, K1, K3).		

UV 9: ***Saure und alkalische Lösungen***				
Jgst HJ	**Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte**	**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung**	**Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen**	**MKR**

J A H R G A N G
9
2. HJ
UV 9
	IF8: Saure und alkalische Lösungen
	• Eigenschaften saurer und alkalischer Lösungen
	• Ionen in sauren und alkalischen Lösungen
	• Neutralisation und Salzbildung
	• einfache stöchiometrische Berechnungen: Stoffmenge, Stoffmengenkonzentration
	• Protonenabgabe und -aufnahme an einfachen Beispielen
		Umgang mit Fachwissen
		• können die Eigenschaften von sauren und alkalischen Lösungen mit dem Vorhandensein charakteristischer hydratisierter Ionen erklären (UF1),
		• Protonendonatoren als Säuren und Protonenakzeptoren als Basen klassifizieren (UF3),
		• an einfachen Beispielen die Vorgänge der Protonenabgabe und -aufnahme beschreiben (UF1),
		• Neutralisationsreaktionen und Salzbildungen erläutern (UF1).
		
		Erkenntnisgewinnung
		• können charakteristische Eigenschaften von sauren Lösungen (elektrische Leitfähigkeit, Reaktionen mit Metallen, Reaktionen mit Kalk) und alkalischen Lösungen ermitteln und auch unter Angabe von Reaktionsgleichungen erläutern (E4, E5, E6),
		• den pH-Wert einer Lösung bestimmen und die pH-Wertskala mithilfe von Verdünnungen ableiten (E4, E5, K1),
		• ausgehend von einfachen stöchiometrischen Berechnungen
			Fachliche Schwerpunktsetzung:
			• Kontext: Saure & Alkalische Lösungen in Alltag und Umwelt z. B.
			  • Salzsäure im Magen
			  • Schwefelsäure in der Autobatterie
			  • Milchsäure in Joghurt
			  • Zitronensäure in Zitronen
			  • Abflussreiniger
			Versuche zu Gemeinsamkeiten saurer bzw. alkalischer Lösungen
			Erweiterung des Säure-Base Konzepts nach Brönsted über Bsp. Von Ammoniak (Protonenübertragungsreaktionen)
			
			• Kontext Neutralisationsreaktion: Säureunfall
			Entwicklung der Begriffe Stoffmenge und Stoffmengenkonzentration und Berechnungen	

		Hypothesen und Reaktionsgleichungen zur Neutralisation von sauren bzw. alkalischen Lösungen aufstellen und experimentell überprüfen (E3, E4), • eine ausgewählte Neutralisationsreaktion auf Teilchenebene als digitale Präsentation gestalten (E6, K3). ***Bewertung*** • können beim Umgang mit sauren und alkalischen Lösungen Risiken und Nutzen abwägen und angemessene Sicherheitsmaßnahmen begründet auswählen (B3), • Aussagen zu sauren, alkalischen und neutralen Lösungen in analogen und digitalen Medien kritisch hinterfragen (B1, K2).	• Kontext: Was sind pH-neutrale Körperpflegemittel? experimentelle Herstellung einer pH-Skala im sauren Bereich (ausgehend von 10 ml Salzsäure-Lösung (c = 0,1 mol/l), versetzt mit Universal-Indikator-Lösung ***Didaktisch-methodische Schwerpunktsetzung:*** Digitale Präsentation oder Erklärvideo zur Neutralisationsreaktion auf Teilchenebene Schülerversuch zur Erarbeitung der vier typischen Kennzeichen einer Neutralisationsreaktion (exotherme Reaktion, Änderung des pH-Wertes in Richtung pH 7, Reaktionsprodukt Salz, Reaktionsprodukt Wasser) Recherche in Medien zu „pH-neutral“ - Wann ist der pH-Wert neutral und welcher pH-Wert ist für meine Haut gut? SuS wählen Projekte aus, recherchieren, ggfs. experimentieren, werten ihre Beobachtungen aus, entwickeln Reaktionsgleichungen und präsentieren ihre Ergebnisse. mögliche Projekte: • Kann man mit Essig (Essigsäure-Lösung) Marmor-Flächen reinigen? (Reaktionen von Säuren mit Kalk)	6.2 1.2 5.4; 2.1, 2.2., 2.3, 2.4

			• Wie entsteht saurer Regen, welche Schäden richtet er an und wie kann man diese beheben bzw. vermeiden? (Saurer Regen, Luftverschmutzung) • Wie kann ich mit Essig (Essigsäure-Lösung) Wasserkocher entkalken? (Reaktion von Säuren mit Kalk, Entwicklung eines Entkalkers) • Was ist Kohlensäure und wieso heißt es „Sprudelwasser“? (Reaktion von Kohlenstoffdioxid in Wasser) • Wie wird Schwefelsäure hergestellt und wo verwendet man sie? (Techn. Herstellung von Schwefelsäure) • Warum ist Ammoniak für Düngemittel so bedeutend? • Wie überlebt Helicobacter pylori im Magen? • Wie stellt man Brausepulver her? • Was verursacht Karies? • Warum wird bei der Geschirrreinigung Klarspüler verwendet?	
			Lernerfolgskontrolle Erklärvideo kann zur Leistungskontrolle hinzugezogen werden	

11.4 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Sek. I – Jgst. 10

UV 10: ***Organische Chemie – Alkane und Alkanole***				
Jgst HJ	**Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte**	**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung**	**Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen**	**MKR**
J A H R G A N G **10** **1. HJ** **UV 10**	**IF10: Organische Chemie** • ausgewählte Stoffklassen der organischen Chemie: Alkane und Alkanole • zwischenmolekulare Wechselwirkungen: Van-der-Waals-Kräfte • Treibhauseffekt *Schulinterner Kontext:* *Fossile Brennstoffe*	***Umgang mit Fachwissen*** • organische Molekülverbindungen aufgrund ihrer Eigenschaften in Stoffklassen einordnen (UF3), • ausgewählte organische Verbindungen nach der systematischen Nomenklatur benennen (UF2), • Treibhausgase und ihre Ursprünge beschreiben (UF1), ***Erkenntnisgewinnung*** • typische Stoffeigenschaften wie Löslichkeit und Siedetemperatur von ausgewählten Alkanen und Alkanolen ermitteln und mithilfe ihrer Molekülstrukturen und zwischenmolekularen Wechselwirkungen erklären (E4, E5, E6). • Messdaten von Verbrennungsvorgängen fossiler und regenerativer Energierohstoffe digital beschaffen und vergleichen (E5, K2). ***Bewertung***	Einstieg: Recherche zu Treibstoffen an einer Tankstelle (mögliche Ergänzung: Film: Wie gewinnt man aus Erdöl Benzin und Diesel?) fossile Treibstoffe unter der chemischen Lupe: Untersuchen von lang- und kurzkettigen Alkanen und Alkanolen: - Siedetemperaturen verschiedener Alkane und Alkanole (Deutung der Unterschiede mit den van-der-Waals-Kräften und Wasserstoffbrücken) - Löslichkeit in Wasser und in Öl (Unterscheidung der Stoffklassen aufgrund der Hydroxylgruppe in den Alkanolmolekülen → Wasserstoffbrücken) - von der qualitativen Elementaranalyse zur Struktur der der Alkane und/oder Alkanole - räumliche Strukturen von Alkanen und Alkanolen (Molekülbaukasten, digitale Modelle	2.1

		• Vor- und Nachteile der Nutzung von fossilen und regenerativen Energieträgern unter ökologischen, ökonomischen und ethischen Gesichtspunkten diskutieren (B4, K4). ***Kommunikation*** • räumliche Strukturen von Kohlenwasserstoffmolekülen auch mithilfe von digitalen Modellen veranschaulichen (E6, K1).	- Nomenklatur der Alkane und Alkanole mögliche Differenzierung: Isomerie, Crack-Prozesse bei der Benzingewinnung, Molmassenbestimmung, alkoholische Gärung, Biogasgewinnung Sammeln möglicher Autoantriebe, z.B. arbeitsteilige Gruppenarbeit („Mein Autoantrieb“): SV inkl. Recherche: Verbrennung von fossilen, regenerativen und synthetischen Treibstoffen (Heptan (Benzin), Paraffinöl (Diesel), Methan (Erdgas/Biogas), Butan oder Propan (Autogas), Ethanol (Bioethanol), OME (synthetischer Dieselersatz) (Polyoxymethylendimethylether, Dimethylether); qualitativer Nachweis von Kohlenstoffdioxid Internetrecherche und Berechnung der Kohlenstoffdioxidemission beim Einsatz des eigenen Treibstoffs in einem definierten Auto Unterrichtsgespräch: Einfluss der Kohlenstoffdioxidemission auf den Treibhauseffekt; mögliche Differenzierung: quantitativer Nachweis von Kohlenstoffdioxid beim Verbrennen, Lernspiel zum Klimawandel Podiumsdiskussion zum Einsatz von mehr regenerativen Energieträgern mit festgelegten Positionen z. B. Fachausschutzsitzung zur Diskussion des Einsatzes von Biogasbussen **Lernerfolgskontrolle**	2.2 2.1, 2.3, 5.2

			Schriftliche Überprüfung zur homologen Reihe sowie den Eigenschaften funktioneller Gruppen	

UV 10 : *Organische Chemie - Kunststoffe*				
Jgst HJ	**Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte**	**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung**	**Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen**	**MKR**
J A H R G A N G	**IF10: Organische Chemie** • Makromoleküle: ausgewählte Kunststoffe ***Schulinterner Kontext:*** *Kunststoffe – Fluch oder Segen?*	***Umgang mit Fachwissen*** • können die vielseitige Verwendung von Kunststoffen im Alltag mit ihren Eigenschaften begründen (UF2), • die Abfolge verschiedener Reaktionen in einem Stoffkreislauf erklären (UF4). ***Erkenntnisgewinnung*** • ausgewählte Eigenschaften von Kunststoffen auf deren makromolekulare Struktur zurückführen (E6). ***Bewertung*** • am Beispiel einzelner chemischer Produkte Kriterien hinsichtlich ihrer Verwendung, Ökonomie, Recycling-fähigkeit und Umweltverträglichkeit abwägen und im Hinblick auf ihre Verwendung einen eigenen sachlich	Einstieg: „Alltagsprodukte aus Kunststoffen“ – was finde ich in meiner Schultasche? Entwicklung einer Mind-Map zu Alltagsprodukten aus Kunststoffen Entwicklung von Fragestellungen auf Grundlage der Mind-Map: z. B. - Wie sind Kunststoffe aufgebaut? - Warum haben Kunststoffe unterschiedliche Eigenschaften? - Welche Alternativen gibt es zu Erdöl als Grundlage zur Herstellung von Kunststoffen? - Welche Möglichkeiten der Entsorgung bzw. des	

10 **1. HJ** **UV 10**		fundierten Standpunkt beziehen (B3, B4, K4).	Recyclings von Kunststoffen gibt es? Untersuchen der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen (z. B. Schmelzverhalten) verschiedener Kunststoffe (z. B. Lernzirkel mit Experimenten); im Lernzirkel sollten sowohl Kunststoffe aus Erdöl als auch aus nachwachsenden Rohstoffen untersucht werden. Ergänzen der Mind-Map mit den Ergebnissen des Lernzirkels (z. B. makromolekulare Struktur der Kunststoffe, Einteilung der Kunststoffe in Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere); möglicher Einstieg: „Ab in den Kunststoff-Kreislauf“ Arbeitsteilige Gruppenarbeit (Rechercheaufträge mit abschließenden Vorträgen), in der ein Stoffkreislauf in Bezug auf chemische Reaktionen (Edukte → Produkte, kein Mechanismus) und Energieeinsatz und -ausbeute von den SuS erarbeitet wird. Mögliche Themen: 1. Vom Erdöl zur Plastiktüte - Polyethen (Synthese eines Kunststoffs aus Ethen, LD-PE, HD-PE, Umgang mit Kunststoffabfällen evtl. exp. Untersuchung der Zusammensetzung von Polyethen, Beispiel zum Recycling: exp. Umschmelzen von Polyethen), Recherche thermisches Recycling 2. Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen	2.1, 2.2, 4.1, 4.3

			– Stärkefolie (u. a. Lebensweg eines Einwegtellers aus Stärke, exp. Herstellung einer Stärkefolie) 3. Biologisch abbaubare Kunststoffe – Polymilchsäure (Eigenschaften und Verwendung von Polymilch-säure, exp. Synthese von Polymilchsäure) Die Warentest-Methode: Biokunststoffe vs. erdölbasierte Kunststoffe im Vergleich mit anschließender Debatte aufgrund der eigenen Wertigkeiten beim Warentesten **Lernerfolgskontrolle**	

UV 10: ***Organische Chemie***				
Jgst HJ	**Inhaltsfelder Inhaltliche Schwerpunkte**	**Schwerpunkte der Kompetenzentwicklung**	**Hinweise, Vereinbarungen und Absprachen**	**MKR**
J A H R	**IF10: ausgewählte Stoffklassen der organischen Chemie: Alkane und Alkanole** • abschließender fakultativer Exkurs zum Thema **„Die Vielfalt der Kohlenhydrate“**	***Umgang mit Fachwissen*** • organische Molekülverbindungen aufgrund ihrer Eigenschaften in Stoffklassen einordnen (UF3) • ausgewählte organische Verbindungen nach der systematischen Nomenklatur • benennen (UF2) ***Erkenntnisgewinnung***	Der fakultative Exkurs zum Thema Kohlenhydrate schließt an das Inhaltsfeld 10 an und kann zur ausführlicheren Vorbereitung auf das anschließende Themenfeld in der gymnasialen Oberstufe (Jgst. 11) dienen.	2.4 4.2

G A N G **10** **2. HJ** **UV 10**		• räumliche Strukturen von Kohlenwasserstoffmolekülen auch mithilfe von digitalen Modellen veranschaulichen (E6, K1) • typische Stoffeigenschaften wie Löslichkeit und Siedetemperatur von ausgewählten Alkanolen ermitteln und mithilfe ihrer Molekülstrukturen und zwischenmolekularen Wechselwirkungen erklären (E4, E5, E6), ***Bewertung*** • am Beispiel eines chemischen Produkts Kriterien hinsichtlich Verwendung abwägen und einen eigenen sachlich fundierten Standpunkt beziehen (B3, B4, K4)	***Fachliche Schwerpunktsetzung:*** • Eigenschaften von Glucose • Lewis-Schreibweise und räumlicher Aufbau von Zuckern (offenkettige Form und Ringform) • Intramolekulare Ringbildung eines Glucosemoleküls (alpha- und beta-Glucose) • Glucose als Polyhydroxyaldehyd (Einführung der Aldehyde und der Silberspiegelprobe bzw. der Fehling'schen Probe) • Monosaccharide, Disaccharide und Polysaccharide • alpha-1,4-glycosidische Verknüpfung und beta-1,4-glycosidische Verknüpfung (lösliche Stärke und Cellulose) • Kohlenhydrate in der menschlichen Ernährung ***Didaktisch-methodische Schwerpunktsetzung:*** • Selbstlerntheke zu Monosacchariden, Disacchariden und Polysacchariden • digitale, räumliche Darstellung von Zuckermolekülen (iPad und Smartboard) • analoge räumliche Darstellung von Sacchariden mit dem Molekülbaukasten (taktiler Zugang) • Versuche zu den Eigenschaften von Glucose (Löslichkeit, Fehling'sche Probe/ Silberspiegelprobe)	

			Lernerfolgskontrolle • z.B. schriftliche/mündliche Überprüfung Nomenklatur von Zuckermolekülen, Bewertung von Kohlenhydraten im Kontext gesunder Ernährung	

11.4 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Sek. II - EF

<table>
<tr><th colspan="2">Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben Einführungsphase</th></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben I:</u>
Kontext: Vom Alkohol zum Aromastoff

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
• UF2 Auswahl
• UF3 Systematisierung
• E2 Wahrnehmung und Messung
• E4 Untersuchungen und Experimente
• K 2 Recherche
• K3 Präsentation
• B1 Kriterien
• B2 Entscheidungen

Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen

Inhaltlicher Schwerpunkt:
◆ Organische (und anorganische) Kohlenstoffverbindungen

Zeitbedarf: ca. 28 Std. à 60 min</td><td><u>Unterrichtsvorhaben II:</u>
Kontext: Methoden der Kalkentfernung im Haushalt

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
• UF1 Wiedergabe
• UF3 Systematisierung
• E3 Hypothesen
• E5 Auswertung
• K1 Dokumentation

Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen

Inhaltlicher Schwerpunkt:
◆ Gleichgewichtsreaktionen

Zeitbedarf: ca. 8 Std. à 60 min</td></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben III:</u>
Kontext: Kohlenstoffdioxid und das Klima – Die Bedeutung der Ozeane

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
• E1 Probleme und Fragestellungen
• E4 Untersuchungen und Experimente
• K4 Argumentation
• B3 Werte und Normen
• B4 Möglichkeiten und Grenzen</td><td><u>Unterrichtsvorhaben IV:</u>
Kontext: Nicht nur Graphit und Diamant – Erscheinungsformen des Kohlenstoffs

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
• UF4 Vernetzung
• E6 Modelle
• E7 Arbeits- und Denkweisen
• K3 Präsentation</td></tr>
</table>

Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ (Organische und) anorganische Kohlenstoffverbindungen ◆ Gleichgewichtsreaktionen ◆ Stoffkreislauf in der Natur **Zeitbedarf**: ca. 16 Std. à 60 min	**Inhaltsfeld**: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen **Inhaltlicher Schwerpunkt:** ◆ Nanochemie des Kohlenstoffs **Zeitbedarf**: ca. 5 Std. à 60min

Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Einführungsphase

Einführungsphase - Unterrichtsvorhaben I

Kontext: V*om Alkohol zum Aromastoff*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Struktur – Eigenschaft,
Basiskonzept Donator - Akzeptor

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können …

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

- Ausgewählte Phänomene und Zusammenhänge erläutern und dabei Bezüge zu übergeordneten Prinzipien, Gesetzen und Basiskonzepten der Chemie herstellen (UF1)
- zur Lösung von Problemen in eingegrenzten Bereichen chemische Konzepte auswählen und anwenden und dabei Wesentliches von Unwesentlichem unterscheiden (UF2).
- die Einordnung chemischer Sachverhalte und Erkenntnisse in gegebene fachliche Strukturen begründen (UF3).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

- kriteriengeleitet beobachten und erfassen und gewonnene Ergebnisse frei von eigenen Deutungen beschreiben (E2).
- unter Beachtung von Sicherheitsvorschriften einfache Experimente zielgerichtet planen und durchführen und dabei mögliche Fehler betrachten (E4).

Kompetenzbereich Kommunikation:

- in vorgegebenen Zusammenhängen selbstständig chemische und anwendungs-bezogene Fragestellungen mithilfe von Fachbüchern und anderen Quellen bearbeiten (K 2).
- chemische Sachverhalte, Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse adressatengerecht sowie formal, sprachlich und fachlich korrekt in Kurzvorträgen oder kurzen Fachtexten darstellen (K3).

Kompetenzbereich Bewertung:

- bei Bewertungen in naturwissenschaftlich-technischen Zusammenhängen Bewertungskriterien angeben und begründet gewichten (B 1).
- für Bewertungen in chemischen und anwendungsbezogenen Zusammenhängen kriteriengeleitet Argumente abwägen und einen begründeten Standpunkt beziehen (B 2).

Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Organische (und anorganische) Kohlenstoffverbindungen

Zeitbedarf: ca. 28 Std. à 60 Minuten

Einführungsphase - Unterrichtsvorhaben I

Kontext: Vom Alkohol zum Aromastoff			
Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Organische (und anorganische) Kohlenstoffverbindungen **Zeitbedarf**: • ca. 28 Std. a 60 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF1 – Wiedergabe • UF2 – Auswahl • UF3 – Systematisierung • E2 – Wahrnehmung und Messung • E4 – Untersuchungen und Experimente • K2 – Recherche • K3 – Präsentation • B1 – Kriterien • B2 – Entscheidungen **Basiskonzepte (Schwerpunkte):** Basiskonzept Struktur-Eigenschaft Basiskonzept Donator-Akzeptor	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
1. Ordnung schaffen: Einteilung organischer Verbindungen in Stoffklassen **Alkane und Alkohole als Lösemittel** • Löslichkeit • funktionelle Gruppe	nutzen bekannte Atom- und Bindungsmodelle zur Beschreibung organischer Mole-küle und Kohlenstoffmodifikationen (E6). benennen ausgewählte organische Ver-bindungen mithilfe der Regeln der syste-matischen Nomenklatur (IUPAC) (UF3).	**Anonymer Test zur Eingangsdiagnose (fakultativ)** → Alkane, funktionelle Gruppen, Bindungsarten, Nomenklatur **S-Exp.:** • Löslichkeit von Alkoholen und Alkanen in verschiedenen Lösemitteln.	Der Einstieg dient zur Angleichung der Kenntnisse zur Bindungslehre, ggf. muss Zusatzmaterial zur Verfügung gestellt werden. **Wiederholung:** Elektronegativität, Atombau, Bindungslehre, intermolekulare Wechselwirkungen

• intermolekulare Wechselwirkungen: van-der-Waals Ww. und Wasserstoffbrücken • homologe Reihe und physikalische Eigenschaften • Nomenklatur nach IUPAC • Formelschreibweise: Verhältnis-, Summen-, Strukturformel • Verwendung ausgewählter Alkohole • Eigenschaften und Verwendung	ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein (UF3). erklären an Verbindungen aus den Stoffklassen der Alkane und Alkene das C-C-Verknüpfungsprinzip (UF2). beschreiben den Aufbau einer homologen Reihe und die Strukturisomerie (Gerüst- und Positionsisomerie) am Beispiel der Alkane und Alkohole.(UF1, UF3) erläutern ausgewählte Eigenschaften organischer Verbindungen mit Wechsel-wirkungen zwischen den Molekülen (u.a. Wasserstoffbrücken, van-der-Waals-Kräfte) (UF1, UF3). dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (K1). wählen bei der Darstellung chemischer Sachverhalte die jeweils angemessene Formelschreibweise aus (Verhältnisformel, Summenformel, Strukturformel (K3).	**Arbeitspapiere**: • Nomenklaturregeln und -übungen • intermolekulare Wechselwirkungen.	**Diagnose:** Begriffe, die aus der S I bekannt sein müssten: funktionelle Gruppen, intermolekulare Wechselwirkungen, Redoxreaktionen, Elektronendonator / -akzeptor, Elektronegativität, Säure, saure Lösung. Nach **Auswertung des Tests:** Bereitstellung von **individuellem Fördermaterial** zur **Wiederholung** an entsprechenden Stellen in der Unterrichtssequenz. **Fächerübergreifender Aspekt Biologie:** Intermolekulare Wechselwirkungen sind Gegenstand der EF in Biologie (z.B. Proteinstrukturen). → Rückbezug

2. Wenn Wein umkippt • Oxidation von Ethanol zu Ethansäure • Aufstellung des Redoxschemas unter Verwendung von Oxidationszahlen • Regeln zum Aufstellen von Redoxschemata	erklären die Oxidationsreihen der Alkohole auf molekularer Ebene und ordnen den Atomen Oxidationszahlen zu (UF2). beschreiben Beobachtungen von Experimenten zu Oxidationsreihen der Alkohole und interpretieren diese unter dem Aspekt des Donator-Akzeptor-Prinzips (E2, E6).	**Demonstration** von zwei Flaschen Wein, eine davon ist seit 2 Wochen geöffnet. **S-Exp.:** pH Wert-Bestimmung, Geruch, Farbe von Wein und „umgekipptem“ Wein	
3. Alkohol im menschlichen Körper • Ethanal als Zwischenprodukt der Oxidation • Nachweis der Alkanale • Biologische Wirkungen des Alkohols • Berechnung des Blutalkoholgehaltes • Alkotest mit dem Drägerröhrchen **(theoretisch)**	dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen).(K1) 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).	**S-Exp.:** Fehling- und Tollens-Probe **fakultativ: Film** Historischer Alkotest o.ä. **fakultativ:** **Niveaudifferenzierte Aufgabe** zum Redoxschema der *Alkotest*-Reaktion (Referatmöglichkeit)	**Wiederholung:** Redoxreaktionen **Einsatz:** Alkoholbrillen
4. Alkanale, Alkanone und Carbonsäuren – Oxidationsprodukte der Alkanole • Oxidation von Propanol • Unterscheidung primärer, sekundärer und tertiärer	beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle die Strukturen organischer Verbindungen (K3). führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur	**S-Exp.:** • Oxidation von Propanol mit Kupferoxid • Oxidationsfähigkeit von primären, sekundären und tertiären Alkanolen, z.B. mit $KMnO_4$.	**Wiederholung:** Säuren und saure Lösungen.

Alkanole durch ihre Oxidierbarkeit • Strukturisomerie (Gerüst- und Positionsisomerie) am Bsp. der Propanole • Molekülmodelle • Homologe Reihen der Alkanale, Alkanone und Carbonsäuren • Nomenklatur der Stoffklassen und funktionellen Gruppen • Eigenschaften und Verwendungen	Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4). wählen bei der Darstellung chemischer Sachverhalte die jeweils angemessene Formelschreibweise aus (Verhältnisformel, Summenformel, Strukturformel) (K3). beschreiben den Aufbau einer homologen Reihe und die Strukturisomerie (Gerüst- und Positionsisomerie) am Bei-spiel der Alkane und Alkohole.(UF1, UF3)	**Gruppenarbeit:** Darstellung von Isomeren mit Molekülbaukästen. **S-Exp zu Carbonsäuren** ggf. arbeitsteilig (mögliche Methoden: Gruppenpuzzle, Lernzirkel, Stationenlernen, etc.)	
5 a) Synthese von Aromastoffen • Estersynthese • Vergleich der Löslichkeiten der Edukte (Alkanol, Carbonsäure) und Produkte (Ester, Wasser) • Veresterung als unvollständige Reaktion	ordnen Veresterungsreaktionen dem Reaktionstyp der Kondensationsreaktion begründet zu (UF1). führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4). stellen anhand von Strukturformeln Vermutungen zu Eigenschaften ausgewählter Stoffe auf und schlagen geeignete Experimente zur Überprüfung vor (E3).	**S-Exp.: (ggf. arbeitsteilig)** Synthese von Aromastoffen (Fruchtestern). **Mechanismus** der Veresterung (ggf. Mechanismuspuzzle)	**Fächerübergreifender Aspekt Biologie:** Veresterung von Glycerin und Fettsäuren zu Fetten sowie von Aminosäuren zu Polypeptiden.
Künstlicher Wein? **5b) Aromen des Weins**	erläutern die Grundlagen der Entstehung eines Gaschromatogramms und entnehmen diesem	**Film**: Künstlich hergestellter Wein: Quarks und co (10.11.2009) ab 34. Minute (fakultativ)	Der **Film** eignet sich als Einführung ins Thema *künstlicher Wein* und zur

Gaschromatographie zum Nachweis der Aromastoffe • Aufbau und Funktion eines Gaschromatographen • Identifikation der Aroma-stoffe des Weins durch Auswertung von Gaschromatogrammen **Vor- und Nachteile künstlicher Aromastoffe:** Beurteilung der Verwendung von Aromastoffen, z.B. von künstlichen Aromen in Joghurt oder Käseersatz **Stoffklassen der Ester und Alkene:** • funktionelle Gruppen • Stoffeigenschaften • Struktur-Eigenschafts-beziehungen	Informationen zur Identifizierung eines Stoffes (E5). nutzen angeleitet und selbständig chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Planung und Auswertung von Experimenten und zur Ermittlung von Stoffeigenschaften. (K2). beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester (UF2). erklären an Verbindungen aus den Stoffklassen der Alkane und Alkene das C-C-Verknüpfungsprinzip (UF2). analysieren Aussagen zu Produkten der organischen Chemie (u.a. aus der Werbung) im Hinblick auf ihren chemischen Sachverhalt und korrigieren unzutreffende Aussagen sachlich fundiert (K4). 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).	**Gaschromatographie: Animation** Virtueller Gaschromatograph. www.chemgapedia.de **Arbeitsbblatt:** Grundprinzip eines Gaschromatopraphen: Aufbau und Arbeitsweise Gaschromatogramme von Weinaromen. **Diskussion (z.B. als Fishbowl, Rollenspiel, Podiumsdiskussion, Leserbrief):** Vor- und Nachteile künstlicher Obstaromen in Joghurt, künstlicher Käseersatz auf Pizza, etc..	Vorbereitung der Diskussion über Vor- und Nachteile künstlicher Aromen. **Mögliche Referatsthemen:** **Ester** als Lösemittel für Klebstoffe und Lacke. **Aromastoffe (Aldehyde und Alkohole)** und Riechvorgang; **Carbonsäuren:** Antioxidantien (Konservierungsstoffe) **Weinaromen:** Abhängigkeit von Rebsorte oder Anbaugebiet. **Terpene** (Alkene) als sekundäre Pflanzenstoffe

	Recherchieren angeleitet und unter vorgegebenen Fragestellungen Eigenschaften und Verwendungen ausgewählter Stoffe und präsentieren die Rechercheergebnisse adressatengerecht (K2,K3)		
Fakultativ: **Herstellung eines Parfums** • Duftpyramide • Duftkreis • Extraktionsverfahren	führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4).	**Filmausschnitt:** „Das Parfum“ **S-Exp.** zur Extraktion von Aromastoffen	Ggf. Exkursion ins Duftlabor

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Eingangsdiagnose, Versuchsprotokolle

Hinweise:

Internetquelle zum Download von frei erhältlichen Programmen zur Erstellung von Mind- und Concept Mapps:

http://www.lehrer-online.de/mindmanager-smart.php

http://cmap.ihmc.us/download/

Material zur Wirkung von Alkohol auf den menschlichen Körper: www.suchtschweiz.ch/fileadmin/user_upload/.../alkohol_koerper.pdf

Film zum historischen Alkotest der Polizei (Drägerröhrchen):

http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/16/oc/alkoholtest/alkoholtest.vlu/Page/vsc/de/ch/16/oc/alkoholtest/02_kaliumdichromatoxidation.vscml.html

Film zur künstlichen Herstellung von Wein und zur Verwendung künstlich hergestellter Aromen in Lebensmitteln, z.B. in Fruchtjoghurt:

http://medien.wdr.de/m/1257883200/quarks/wdr_fernsehen_quarks_und_co_20091110.mp4

Animation zur Handhabung eines Gaschromotographen: Virtueller Gaschromatograph:

http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/3/anc/croma/virtuell_gc1.vlu.html

Gaschromatogramme von Weinaromen und weitere Informationen zu Aromastoffen in Wein:

http://www.forschung-frankfurt.uni-frankfurt.de/36050169/Aromaforschung_8-15.pdf

http://www.analytik-news.de/Fachartikel/Volltext/shimadzu12.pdf

http://www.lwg.bayern.de/analytik/wein_getraenke/32962/linkurl_2.pdf

Journalistenmethode zur Bewertung der Verwendung von Moschusduftstoffen in Kosmetika:

http://www.idn.uni-bremen.de/chemiedidaktik/material/Journalistenmethode%20Moschusduftstoffe.pdf

Einführungsphase - Unterrichtsvorhaben II:

Kontext: *Methoden der Kalkentfernung im Haushalt*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht
Basiskonzept Energie

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können …

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

- ausgewählte Phänomene und Zusammenhänge erläutern und dabei Bezüge zu übergeordneten Prinzipien, Gesetzen und Basiskonzepten der Chemie herstellen (UF1).
- die Einordnung chemischer Sachverhalte und Erkenntnisse in gegebene fachliche Strukturen begründen (UF3).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

- zur Klärung chemischer Fragestellungen begründete Hypothesen formulieren und Möglichkeiten zu ihrer Überprüfung angeben (E3).
- Daten bezüglich einer Fragestellung interpretieren, da-raus qualitative und quantitative Zusammenhänge ab- leiten und diese in Form einfacher funktionaler Beziehungen beschreiben (E5).
- Modelle begründet auswählen und zur Beschreibung, Erklärung und vorhersage chemischer Vorgänge verwenden, auch in einfacher formalisierter oder mathematischer Form (E6).

Kompetenzbereich Kommunikation:

- Fragestellungen, Untersuchungen, Experimente und Daten nach gegebenen Strukturen dokumentieren und stimmig rekonstruieren, auch mit Unterstützung digitaler Werkzeuge (K1).

Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Gleichgewichtsreaktionen

Zeitbedarf: ca. 8 Std. à 60 Minuten

Einführungsphase - Unterrichtsvorhaben II

<table>
<tr><td colspan="4">Kontext: Methoden der Kalkentfernung im Haushalt</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
Gleichgewichtsreaktionen
Zeitbedarf: 8 Std. a 60 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
UF1 – Wiedergabe
UF3 – Systematisierung
E3 – Hypothesen
E5 – Auswertung
E6 - Modelle
K1 – Dokumentation
Basiskonzepte:
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht
Basiskonzept Energie</td></tr>
<tr><td>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</td><td>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</td><td>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</td><td>Verbindliche Absprachen

Didaktisch-methodische Anmerkungen</td></tr>
<tr><td>1. Kalkentfernung
Reaktion von Kalk mit Säuren
Beobachtungen eines Reaktionsverlaufs
Reaktionsgeschwindigkeit berechnen</td><td>planen quantitative Versuche (u.a. zur Untersuchung des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion), führen diese zielgerichtet durch und dokumentieren die Ergebnisse (E2, E4).

stellen für Reaktionen zur Untersuchung der Reaktionsgeschwindigkeit den</td><td>Brainstorming: Kalkentfernung im Haushalt

S-Exp.: Entfernung von Kalk mit Säuren

Ideen zur Untersuchung des zeitlichen Verlaufs</td><td>Fächerübergreifend → Mathematik: Differenzenquotient

Wiederholung Stoffmenge

Graphische Darstellung der Reaktionsgeschwindigkeit mit dem</td></tr>
</table>

	Stoffumsatz in Abhängigkeit von der Zeit tabellarisch und graphisch dar (K1). erläutern den Ablauf einer chemischen Reaktion unter dem Aspekt der Geschwindigkeit und definieren die Reaktionsgeschwindigkeit als Differenzenquotienten $\Delta c/\Delta t$ (UF1).	**S-Exp.:** Planung, Durchführung und Auswertung eines entsprechenden Versuchs (z.B. Auffangen des Gases) **Aufgabe:** Ermittlung von Reaktionsgeschwindigkeiten an einem Beispiel (Rechnen)	Tabellenkalkulationsprogramm Excel S. berechnen die Reaktionsgeschwindigkeiten für verschiedene Zeitintervalle im Verlauf der Reaktion
2a Einfluss auf die Reaktionsgeschwindigkeit • Einflussmöglichkeiten • Parameter (Konzentration, Temperatur, Zerteilungsgrad) • Kollisionshypothese • Geschwindigkeitsgesetz für bimolekulare Reaktion • RGT-Regel	formulieren Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit und entwickeln Versuche zu deren Überprüfung (E3). interpretieren den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern (u.a. Oberfläche, Konzentration, Temperatur) (E5). erklären den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen auf der Basis einfacher Modelle auf molekularer Ebene (u.a. Stoßtheorie nur für Gase) (E6). beschreiben und beurteilen Chancen und Grenzen der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit und des chemischen Gleichgewichts (B1).	**Geht das auch schneller?** **Arbeitsteilige Schülerexperimente:** Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von der Konzentration, des Zerteilungsgrades und der Temperatur **Erarbeitung** Stoßtheorie, Deutung der Einflussmöglichkeiten (z.B. in Form eines Lerntempoduetts, Partnerpuzzles o.ä.) **Erarbeitung:** Einfaches Geschwindigkeitsgesetz, Vorhersagen **Diskussion:** RGT-Regel, Ungenauigkeit der Vorhersagen	ggf. Simulation Verknüpfung → Biologie: RGT-Regel und Einfluss der Substratkonzentration in der Enzymatik

2b Einfluss der Temperatur und Katalysatoren • Ergänzung Kollisionshypothese • Aktivierungsenergie • Katalyse	interpretieren ein einfaches Energie-Reaktionsweg-Diagramm (E5, K3). beschreiben und erläutern den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit mithilfe vorgegebener graphischer Darstellungen (UF1, UF3).	**Wiederholung:** Energie bei chemischen Reaktionen **Unterrichtsgespräch:** Aktivierungsenergie **S-Exp.:** Katalysatoren, z.B. bei der Zersetzung von Wasserstoffperoxid (Absprache/Kooperation mit den Biologen)	**Film:** Wilhelm Ostwald und die Katalyse (Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik) Verknüpfung → Biologie: Enzyme als Biokatalysatoren
3. Chemisches Gleichgewicht • Definition • Beschreibung auf Teilchenebene • Modellvorstellungen	erläutern die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtszustands an ausgewählten Beispielen (UF1). beschreiben und erläutern das chemische Gleichgewicht mithilfe von Modellen (E6). dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Einstellung einer Gleichgewichtsreaktion) (K1).	**Lehrervortrag:** Chemisches Gleichgewicht als allgemeines Prinzip vieler chemischer Reaktionen, Definition **Arbeitsblatt:** Umkehrbare Reaktionen auf Teilchenebene, Apfelkrieg ggf. Simulation **Modellexperiment**: z.B. Stechheber-Versuch, Kugelspiel **Vergleichende Betrachtung:** Chemisches Gleichgewicht auf der Teilchenebene, im Modell und in der Realität	
4. Chemisches Gleichgewicht quantitativ • Gleichgewicht • Hin- und Rückreaktion • Massenwirkungsgesetz	formulieren für ausgewählte Gleichgewichtsreaktionen das Massenwirkungsgesetz (UF3).	**Arbeitsblatt:** Von der Reaktionsgeschwindigkeit zum chemischen Gleichgewicht	

• Beispielreaktionen • Prinzip von Le Chatelier	interpretieren Gleichgewichtskonstanten in Bezug auf die Gleichgewichtslage (UF4). dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Einstellung einer Gleichgewichtsreaktion) (K1). erläutern an ausgewählten Reaktionen die Beeinflussung der Gleichgewichtslage durch eine Konzentrationsänderung (bzw. Stoffmengenänderung), Temperatur-änderung (bzw. Zufuhr oder Entzug von Wärme) und Druckänderung (bzw. Volumenänderung) (UF3). beschreiben und beurteilen Chancen und Grenzen der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit und des chemischen Gleichgewichts (B1).	**Lehrervortrag:** Einführung des Massenwirkungsgesetzes **Übungsaufgaben** **Beeinflussung** des chemischen Gleichgewichts: Einfluss von Druck, Temperatur und Konzentration auf das Gleichgewicht, Vorhersagen treffen **S-Exp.:** Das Eisen-Thiocyanat-Gleich-gewicht (Möglichkeit zur Erarbeitung: Interaktionsbox)	
<u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u> • Protokolle, Auswertung Trainingsaufgabe			

Einführungsphase - Unterrichtsvorhaben III

Kontext: *Kohlenstoffdioxid und das Klima – Die Bedeutung der Ozeane*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Struktur – Eigenschaft
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können …

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

- in vorgegebenen Situationen chemische Probleme beschreiben, in Teilprobleme zerlegen und dazu Fragestellungen angeben (E1).
- unter Beachtung von Sicherheitsvorschriften einfache Experimente zielgerichtet planen und durchführen und dabei mögliche Fehler betrachten (E4).

Kompetenzbereich Kommunikation:

- chemische Aussagen und Behauptungen mit sachlich fundierten und überzeugenden Argumenten begründen bzw. kritisieren (K4).

Kompetenzbereich Bewertung:

- in bekannten Zusammenhängen ethische Konflikte bei Auseinandersetzungen mit chemischen Fragestellungen darstellen sowie mögliche Konfliktlösungen aufzeigen (B3).
- Möglichkeiten und Grenzen chemischer und anwendungsbezogener Problemlösungen und Sichtweisen mit Bezug auf die Zielsetzungen der Naturwissenschaften darstellen (B4).

Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen

Inhaltliche Schwerpunkte:

- (Organische und) anorganische Kohlenstoffverbindungen
- Gleichgewichtsreaktionen
- Stoffkreislauf in der Natur

Zeitbedarf: ca. 16 Std. à 60 Minuten

Einführungsphase - Unterrichtsvorhaben III

<table>
<tr><td colspan="4">Kontext: Kohlenstoffdioxid und das Klima – Die Bedeutung für die Ozeane</td></tr>
<tr><td colspan="4">Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen</td></tr>
<tr><td colspan="2">Inhaltliche Schwerpunkte:
Stoffkreislauf in der Natur
Gleichgewichtsreaktionen
Zeitbedarf: ca. 16 Std. à 60 Minuten</td><td colspan="2">Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
E1 Probleme und Fragestellungen
E4 Untersuchungen und Experimente
K4 Argumentation
B3 Werte und Normen
B4 Möglichkeiten und Grenzen
Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Struktur – Eigenschaft
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht</td></tr>
<tr><td>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</td><td>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplan

Die Schülerinnen und Schüler ...</td><td>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</td><td>Verbindliche Absprachen

Didaktisch-methodische Anmerkungen</td></tr>
<tr><td>1. Kohlenstoffdioxid
Eigenschaften
Treibhauseffekt
Anthropogene Emissionen
Reaktionsgleichungen
Umgang mit Größengleichungen</td><td>unterscheiden zwischen dem natürlichen und dem anthropogen erzeugten Treibhauseffekt und beschreiben ausgewählte Ursachen und ihre Folgen (E1).</td><td>Kartenabfrage Begriffe zum Thema Kohlenstoffdioxid

Information Eigenschaften / Treibhauseffekt z.B. Zeitungsartikel

Berechnungen zur Bildung von CO_2 aus Kohle und Treibstoffen (Alkane)
Aufstellen von Reaktionsgleichungen
Berechnung des gebildeten CO_2
Vergleich mit rechtlichen Vorgaben</td><td>Der Einstieg dient zur Anknüpfung an die Vorkenntnisse aus der SI und anderen Fächern

Implizite Wiederholung: Stoffmenge n, Masse m und molare Masse M (auch schon vorher)</td></tr>
</table>

		• weltweite CO_2-Emissionen **Information** Aufnahme von CO_2 u.a. durch die Ozeane	
2. Löslichkeit von CO_2 in Wasser • qualitativ • Bildung einer sauren Lösung • quantitativ • Unvollständigkeit der Reaktion • Umkehrbarkeit	führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (E2, E4). dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Einstellung einer Gleichgewichtsreaktion) (K1). nutzen angeleitet und selbstständig chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Planung und Auswertung von Experimenten und zur Ermittlung von Stoffeigenschaften (K2).	**S-Exp.:** Löslichkeit von CO_2 in Wasser (qualitativ) Aufstellen von Reaktionsgleichungen **Lehrervortrag:** Löslichkeit von CO2 (quantitativ): • Löslichkeit von CO_2 in g/l • Berechnung der zu erwartenden Oxoniumionen -Konzentration • Nutzung einer Tabelle zum erwarteten pH-Wert • Vergleich mit dem tatsächlichen pH-Wert **Ergebnis:** Unvollständigkeit der ablaufenden Reaktion **Lehrer-Experiment:** Löslichkeit von CO_2 bei Zugabe von Salzsäure bzw. Natronlauge (fakultativ)	Wiederholung der Stoffmengenkonzentration *c* *(auch schon vorher)* Vorgabe einer Tabelle zum Zusammenhang von pH-Wert und Oxoniumionen-konzentration
3. Ozean und Gleichgewichte • Aufnahme CO2 • Einfluss der Bedingungen der	formulieren Hypothesen zur Beeinflussung natürlicher Stoffkreisläufe (u.a. Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) (E3). formulieren Fragestellungen zum Problem des Verbleibs und des Einflusses anthropogen	**Wiederholung:** CO_2- Aufnahme in den Meeren	**Fakultativ:** **Mögliche Ergänzungen** (auch zur individuellen Förderung):

Ozeane auf die Löslichkeit von CO2 • Kreisläufe	erzeugten Kohlenstoffdioxids (u.a. im Meer) unter Einbezug von Gleichgewichten (E1). veranschaulichen chemische Reaktionen zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf grafisch oder durch Symbole (K3).	**Schülerexperimente:** Einfluss von Druck und Temperatur auf die Löslichkeit von CO_2 (fakultativ) ggf. Einfluss des Salzgehalts auf die Löslichkeit **Erarbeitung:** Wo verbleibt das CO_2 im Ozean? **Partnerarbeit:** Physikalische/Biologische Kohlenstoffpumpe (?) **Arbeitsblatt:** Graphische Darstellung des marinen Kohlenstoffdioxid-Kreislaufs	• Tropfsteinhöhlen • Kalkkreislauf • -Korallen
4. Klimawandel • Informationen in den Medien • Möglichkeiten zur Lösung des CO2-Problems	recherchieren Informationen (u.a. zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) aus unterschiedlichen Quellen und strukturieren und hinterfragen die Aussagen der Informationen (K2, K4). beschreiben die Vorläufigkeit der Aussagen von Prognosen zum Klimawandel (E7). beschreiben und bewerten die gesellschaftliche Relevanz prognostizierter Folgen des anthropogenen Treibhauseffektes (B3). zeigen Möglichkeiten und Chancen der Verminderung des Kohlenstoffdioxidausstoßes und der Speicherung des Kohlenstoffdioxids auf und beziehen politische und	**Recherche** • aktuelle Entwicklungen • Versauerung der Meere • Einfluss auf den Golfstrom/Nordatlantikstrom **Podiumsdiskussion** • Prognosen • Vorschläge zu Reduzierung von Emissionen • Verwendung von CO_2 **Zusammenfassung:** fakultativ Film „Treibhaus Erde“ aus der Reihe „Total Phänomenal“ des SWR **Weitere Recherchen**	

	gesellschaftliche Argumente und ethische Maßstäbe in ihre Bewertung ein (B3, B4).		

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Lerndiagnose: Stoffmenge und Molare Masse, Protokolle

Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:

Ausführliche Hintergrundinformationen und experimentelle Vorschläge zur Aufnahme von CO2 in den Ozeanen findet man z.B. unter:

http://systemerde.ipn.uni-kiel.de/materialien_Sek2_2.html

ftp://ftp.rz.uni-kiel.de/pub/ipn/SystemErde/09_Begleittext_oL.pdf

Die Max-Planck-Gesellschaft stellt in einigen Heften aktuelle Forschung zum Thema Kohlenstoffdioxid und Klima vor:

http://www.maxwissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/Kohlenstoffkreislauf.html

http://www.maxwissen.de//Fachwissen/show/0/Heft/Klimarekonstruktion

http://www.maxwissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/Klimamodelle.html

Informationen zum Film „Treibhaus Erde“:

http://www.planet-schule.de/wissenspool/total-phaenomenal/inhalt/sendungen/treibhaus-erde.html

Einführungsphase – Unterrichtsvorhaben IV

Kontext: *Nicht nur Graphit und Diamant – Erscheinungsformen des Kohlenstoffs*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Struktur – Eigenschaft

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können …

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

- bestehendes Wissen aufgrund neuer chemischer Erfahrungen und Erkenntnisse modifizieren und reorganisieren (UF4).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

- Modelle begründet auswählen und zur Beschreibung, Erklärung und Vorhersage chemischer Vorgänge verwenden, auch in einfacher formalisierter oder mathematischer Form (E6).
- an ausgewählten Beispielen die Bedeutung, aber auch die Vorläufigkeit naturwissenschaftlicher Regeln, Gesetze und Theorien beschreiben (E7).

Kompetenzbereich Kommunikation:

- chemische Sachverhalte, Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse adressatengerecht sowie formal, sprachlich und fachlich korrekt in Kurzvorträgen oder kurzen Fachtexten darstellen (K3).

Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen

Inhaltlicher Schwerpunkt:

- Nanochemie des Kohlenstoffs

Zeitbedarf: ca. 5 Std. à 60 Minuten

Einführungsphase – Unterrichtsvorhaben IV

Kontext: Nicht nur Graphit und Diamant – Erscheinungsformen des Kohlenstoffs			
Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Nanochemie des Kohlenstoffs **Zeitbedarf**: 5 Std. à 60 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF4 Vernetzung • E6 Modelle • E7 Arbeits- und Denkweisen • K3 Präsentation **Basiskonzept (Schwerpunkt):** Basiskonzept Struktur – Eigenschaft	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler ...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Graphit, Diamant und mehr • Modifikation • Elektronenpaar-bindung • Strukturformeln	nutzen bekannte Atom- und Bindungsmodelle zur Beschreibung organischer Moleküle und Kohlenstoffmodifikationen (E6). stellen anhand von Strukturformeln Vermutungen zu Eigenschaften ausgewählter Stoffe auf und schlagen geeignete Experimente zur Überprüfung vor (E3). erläutern Grenzen der ihnen bekannten Bindungsmodelle (E7). beschreiben die Strukturen von Diamant und Graphit und vergleichen diese mit neuen	**Gruppenarbeit** „Graphit, Diamant und Fullerene“, Auswertung von Graphen (mögliche Methode: Gruppenpuzzle)	Beim Graphit und beim Fulleren werden die Grenzen der einfachen Bindungsmodelle deutlich. (Achtung: ohne Hybridisierung)

	Materialien aus Kohlenstoff (u.a. Fullerene) (UF4).		
Nanomaterialien • Nanotechnologie • Neue Materialien • Anwendungen • Risiken	recherchieren angeleitet und unter vorgegebenen Fragestellungen Eigenschaften und Verwendungen ausgewählter Stoffe und präsentieren die Rechercheergebnisse adressatengerecht (K2, K3). stellen neue Materialien aus Kohlenstoff vor und beschreiben deren Eigenschaften (K3). bewerten an einem Beispiel Chancen und Risiken der Nanotechnologie (B4).	**1. Recherche** zu neuen Materialien aus Kohlenstoff und Problemen der Nanotechnologie (z.B. Kohlenstoff-Nanotubes in Verbundmaterialien zur Verbesserung der elektrischen Leitfähigkeit in Kunststoffen) • Aufbau • Herstellung • Verwendung • Risiken • Besonderheiten **2. Präsentation** (Poster, Museumsgang) Die Präsentation ist nicht auf Materialien aus Kohlenstoff beschränkt.	Unter vorgegebenen Rechercheaufträgen können die Schülerinnen und Schüler selbstständig Fragestellungen entwickeln. (Niveaudifferenzierung, individuelle Förderung) Die Schülerinnen und Schüler erstellen Lernplakate in Gruppen, beim Museumsgang hält jeder / jede einen Kurzvortrag.
Diagnose von Schülerkonzepten: • Protokolle, Übungsaufgaben			
Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen: Eine Gruppenarbeit zu Diamant, Graphit und Fullerene findet man auf den Internetseiten der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich: http://www.educ.ethz.ch/unt/um/che/ab/graphit_diamant, Zum Thema Nanotechnologie sind zahlreiche Materialien und Informationen veröffentlicht worden, z.B.: FCI, Informationsserie Wunderwelt der Nanomaterialien (inkl. DVD und Experimente)			

Klaus Müllen, Graphen aus dem Chemielabor, in: Spektrum der Wissenschaft 8/12

Sebastian Witte, Die magische Substanz, GEO kompakt Nr. 31

http://www.nanopartikel.info/cms

http://www.wissenschaft-online.de/artikel/855091

http://www.wissenschaft-schulen.de/alias/material/nanotechnologie/1191771

11.5 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Sek. II - Grundkurs Q1

<table>
<tr><th colspan="2">Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase 1 - Grundkurs</th></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben I:</u>

Thema/Kontext: Säuren und Basen in Alltagsprodukten: Konzentrationsbestimmungen von Essigsäure in Lebensmitteln

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
UF1 Wiedergabe
E2 Wahrnehmung und Messung
E4 Untersuchungen und Experimente
E5 Auswertung
K1 Dokumentation
K2 Recherche
Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren

Inhaltlicher Schwerpunkt:
Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen
Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen
Zeitbedarf: ca. 12 Std. à 60 min</td><td><u>Unterrichtsvorhaben II:</u>

Thema/Kontext: Säuren und Basen in Alltagsprodukten: Starke und schwache Säuren und Basen

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
UF2 Auswahl
UF3 Systematisierung
E1 Probleme und Fragestellungen
B1 Kriterien
Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren

Inhaltlicher Schwerpunkt:
Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen
Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen
Zeitbedarf: ca. 11 Std. à 60 min</td></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben III:</u>

Thema/Kontext: Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
UF3 Systematisierung</td><td><u>Unterrichtsvorhaben IV:</u>

Thema/Kontext: Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
UF2 Auswahl</td></tr>
</table>

• UF4 Vernetzung • E2 Wahrnehmung und Messung • E4 Untersuchungen und Experimente • E6 Modelle • K2 Recherche • B2 Entscheidungen **Inhaltsfeld:** Elektrochemie **Inhaltlicher Schwerpunkt:** • Mobile Energiequellen **Zeitbedarf**: ca. 17 Std. à 60 min	• E6 Modelle • E7 Vernetzung • K1 Dokumentation • K4 Argumentation • B1 Kriterien • B3 Werte und Normen **Inhaltsfeld:** Elektrochemie **Inhaltlicher Schwerpunkt:** • Mobile Energiequellen • Elektrochemische Gewinnung von Stoffen **Zeitbedarf**: ca. 14 Std. à 45 min
<u>Unterrichtsvorhaben V:</u> **Thema/Kontext:** *Korrosion vernichtet Werte* **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF1 Wiedergabe • UF3 Systematisierung • E6 Modelle • B2 Entscheidungen **Inhaltsfeld:** Elektrochemie **Inhaltlicher Schwerpunkt:** • Korrosion **Zeitbedarf**: ca. 5 Std. à 60 min	**<u>Unterrichtsvorhaben VI:</u>** **Thema/Kontext:** *Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt* **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF3 Systematisierung • UF4 Vernetzung • E3 Hypothesen • E 4 Untersuchungen und Experimente • K3 Präsentation • B3 Werte und Normen **Inhaltsfeld:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe **Inhaltlicher Schwerpunkt:** • Organische Verbindungen und Reaktionswege **Zeitbedarf**: ca. 11 Std. à 60 min

Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase 1 - Grundkurs

Qualifikationsphase 1 (GK) - Unterrichtsvorhaben I

Kontext: *Säuren und Basen in Alltagsprodukten: Konzentrationsbestimmungen von Essigsäure in Lebensmitteln*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Struktur-Eigenschaft
Chemisches Gleichgewicht
Donator-Akzeptor

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können…

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

- Phänomene und Sachverhalte im Zusammenhang mit Theorien, übergeordneten Prinzipien und Gesetzen der Chemie beschreiben und erläutern (UF1).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

- komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden (E2).
- Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften durchführen oder deren Durchführung beschreiben (E4).
- Daten/Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder auch mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern (E5).

Kompetenzbereich Kommunikation:

- bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden (K1).
- zu chemischen und anwendungsbezogenen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen (K2).

Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen
- Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen durch Titration

Zeitbedarf: ca. 12 Std. à 60 Minuten

Qualifikationsphase 1 (GK) - Unterrichtsvorhaben I

Kontext: Säuren und Basen in Alltagsprodukten: Konzentrationsbestimmungen von Essigsäure in Lebensmitteln

Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen
- Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen durch Titration

Zeitbedarf: 12 Std. à 60 Minuten

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

- UF1 Wiedergabe
- E2 Wahrnehmung und Messung
- E4 Untersuchungen und Experimente
- E5 Auswertung
- K1 Dokumentation
- K2 Recherche

Basiskonzepte (Schwerpunkte):
Basiskonzept Struktur-Eigenschaft
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht
Basiskonzept Donator-Akzeptor

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Verwendung von Essigsäure und Bestimmung des Säuregehalts in Lebensmitteln • Neutralisationsreaktion • Titration mit Endpunktbestimmung • Berechnung des Säuregehaltes	recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren unterschiedliche Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4). beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2).	**Demonstration** von essigsäurehaltigen Nahrungsmitteln **Essigessenz – ein Gefahrstoff?**	Integrierte Thematisierung von Sicherheitsaspekten: Fehlende Gefahrstoffsymbole auf der Essigessenz-Flasche ⇒ Hinweis auf Unterschiede bezüglich der Etikettierung von Chemikalien und Lebensmitteln

	planen Experimente zur Bestimmung der Konzentration von Säuren und Basen in Alltagsprodukten bzw. Proben aus der Umwelt angeleitet und selbstständig (E1, E3). erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung über einen Indikator, führen diese zielgerichtet durch und werten sie aus (E3, E4, E5). bewerten die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen (B1). bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5).	**Schüler-Experiment:** Titration mit Endpunktbestimmung (Bestimmung des Essigsäuregehaltes in verschiedenen Essigsorten) **Arbeitsblatt** oder eingeführtes Fachbuch, Erarbeitung z. B. im **Lerntempoduett:** Übungsaufgaben zu Konzentrationsberechnungen	**Wiederholung:** Stoffmengenkonzentration, Neutralisation als Reaktion zwischen Oxonium- und Hydroxid-Ion, Indikatoren **Bestimmung der Stoffmengenkonzentration, der Massenkonzentration und des Massenanteils**
Säuregehaltsmessung von Aceto Balsamico • Leitfähigkeitstitration • Fehlerdiskussion • Vertiefung und Anwendung: Graphen von Leitfähigkeitstitrationen unterschiedlich starker und	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).	**Schüler-Experiment:** Leitfähigkeitstitration von Aceto Balsamico mit Natronlauge. (Vereinfachte konduktometrische Titration: Messung der Stromstärke gegen das Volumen) **Gruppenarbeit (ggf. arbeitsteilig):** • Graphische Darstellung der Messergebnisse	Die Leitfähigkeitstitration als Verfahren zur Konzentrationsbestimmung von Säuren in farbigen Lösungen wird vorgestellt. Messgrößen zur Angabe der Leitfähigkeit

schwacher Säuren und Basen	dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstitration mithilfe graphischer Darstellungen (K1). erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen frei beweglicher Ionen (E6).	• Interpretation der Ergebnisse der Leitfähigkeitstitration unter Berücksichtigung der relativen Leitfähigkeit der Ionen • Bearbeitung von Materialien zur Diagnose von Schülervorstellungen sowie weitere **Lernaufgaben** • Bearbeitung von Materialien zur Diagnose von Schülervorstellungen sowie weitere **Lernaufgaben**	**Fakultativ** *Vertiefung* oder *Möglichkeiten der Differenzierung*: • Betrachtung der Leitfähigkeitstitration von mehrprotonigen Säuren • Fällungstitration zwecks Bestimmung der Chlorid-Ionen-Konzentration in Aquariumswasser (s. UV II) • Einsatz von Materialien zur **Diagnose von Schülervorstellungen** (Hinweise siehe unten
Säureregulatoren in Lebensmitteln - **Der funktionelle Säure-Base-Begriff** • saure und basische Salzlösungen • Protolysereaktion • konjugierte Säure-Base-Paare	identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags und beschreiben diese mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted (UF1, UF3). zeigen an Protolysereaktionen auf, wie sich der Säure-Base-Begriff durch das Konzept von Brønsted verändert hat (E6, E7). stellen eine Säure-Base-Reaktion in einem Funktionsschema dar und erklären daran das Donator-Akzeptor-Prinzip (K1, K3).	Acetate und andere Salze als Lebensmittelzusätze zur Regulation des Säuregehaltes - **Sind wässrige Lösungen von Salzen neutral?** **Schüler-Experiment:** Untersuchung von Natriumacetat-Lösung und anderen Salzlösungen, z.B. mit Bromthymolblau **Ergebnis**: Unterschiedliche Salzlösungen besitzen pH-Werte im neutralen, sauren und alkalischen Bereich.	**Wiederholung** des Prinzips von **Le Chatelier** zur Erklärung der Reaktion von Acetat mit Essigsäure

		Arbeitsblatt oder eingeführtes Fachbuch: • Säure-Base-Theorie nach Brønsted • Übungsaufgaben zu konjugierten Säure-Base-Paaren • Regulation des Säuregehaltes, z.B. von Essigsäurelösung durch Acetat (qualitativ) **Kolloquien und ggf. schriftliche Übung**	

Diagnose von Schülerkonzepten:
Materialien zur Diagnose von Schülervorstellungen, Lernaufgaben

Leistungsbewertung:
Kolloquien, Protokolle, schriftliche Übungen

Hinweise auf eine Auswahl weiterführender Materialien und Informationen:

- **Lernaufgaben** zu Säuren und Basen siehe http://www.bildungsserver.de/elixier/
- **Petermann, Friedrich, Barke, Oetken**: Säure-Base-Reaktionen. Eine an Schülervorstellungen orientierte Unterrichtseinheit. In: PdNCh 3 (2011) 60, S.10-15.
- konkrete Unterrichtsmaterialien zur **Diagnose** und dem Umgang von **Schülervorstellungen** in Anlehnung an o.g. Artikel: www.aulis.de/files/downloads/.../ChiS_2011_3_OE_**Petermann**.doc) (Philipps-Universität-Marburg)
- Materialien zu verschiedenen **Titrationen** u.a. bei:
  http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/
  http://www.u-helmich.de/che/Q1/inhaltsfeld-2-sb/
  http://www.kappenberg.com/
  http://www.chemieunterricht.de/dc2/echemie/leitf-02.htm
  http://www.hamm-chemie.de/
- zu **Essig** u.a.: http://www.chemieunterricht.de/dc2/essig/

Qualifikationsphase 1 (GK) - Unterrichtsvorhaben II

Kontext: *Säuren und Basen in Alltagsprodukten: Starke und schwache Säuren und Basen*

Basiskonzepte (Schwerpunkte):
Chemisches Gleichgewicht
Basiskonzept Donator-Akzeptor

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können…

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:
- zur Lösung chemischer Probleme zielführende Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen chemischen Größen angemessen und begründet auswählen (UF2).
- chemische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren (UF3).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:
- selbstständig in unterschiedlichen Kontexten chemische Probleme identifizieren, analysieren und in Form chemischer Fragestellungen präzisieren (E1).

Kompetenzbereich Bewertung:
- fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Maßstäbe bei Bewertungen von naturwissenschaftlich-technischen Sachverhalten unterscheiden und angeben (B1).

Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren

Inhaltliche Schwerpunkt:
- Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen
- Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen durch Titration

Zeitbedarf: ca. 11 Std. à 60 Minuten

Qualifikationsphase 1 (GK) - Unterrichtsvorhaben II

Kontext: Säuren und Basen in Alltagsprodukten: Starke und schwache Säuren und Basen

Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen
- Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen durch Titration

Zeitbedarf: 11 Std. à 60 Minuten

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

- UF2 Auswahl
- UF3 Systematisierung
- E1 Probleme und Fragestellungen
- B1 Kriterien

Basiskonzepte (Schwerpunkte):
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht
Basiskonzept Donator-Akzeptor

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Der Säuregehalt des Wassers in Aquarien muss kontrolliert werden. • pH-Wert-Bestimmung • Leitfähigkeit	erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen frei beweglicher Ionen (E6).	**Informationsblatt:** Wasserqualität im Aquarium Erstellung einer **Mind-Map,** die im Verlauf des Unterrichts weitergeführt wird. **Schüler-Experimente:** Messung der pH-Werte und Leitfähigkeit verschiedener Wassersorten • Aquarium-Wasser	Die Tatsache, dass für Aquarien ein bestimmter pH-Wertbereich empfohlen wird, führt zu der Frage, was genau der **pH-Wert** aussagt und wieso verschiedene „Arten“ von Wasser einen unterschiedlichen pH-Wert haben können. **Planungsphase**: Aus dem vorherigen Unterrichtsvorhaben I ist den Schülerinnen und Schülern bekannt, dass wässrige Salzlösungen pH-Werte

		• Leitungswasser • Regenwasser • Teichwasser • stilles Mineralwasser • destilliertes Wasser	im neutralen, sauren und alkalischen Bereich besitzen können.
Den Säuregrad kann man messen. • Autoprotolyse des Wassers • pH-Wert • Ionenprodukt des Wassers	interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des K_S-Wertes (UF2, UF3). erläutern die Autoprotolyse und das Ionenprodukt des Wassers (UF1).	**z. B. im Lehrer-Vortrag:** Erläutern der Autoprotolyse des Wassers und Herleitung des Ionenproduktes des Wassers **Arbeitsblatt oder eingeführtes Fachbuch:** Übungsaufgaben zum Ionenprodukt	Zur Herleitung des Ionenproduktes eignet sich ein Arbeitsblatt unterstütztes **Lernprogramm** (siehe Hinweis unten). Einführung und Übung des Rechnens mit Logarithmen **Übung:** Angabe der Konzentration der Konzentration von Oxonium-Ionen in Dezimal-, Potenz- und logarith. Schreibweise unter Verwendung eines Taschenrechners **Mögliche Vertiefung**: Recherche der Analysen zur **Trinkwasserqualität** der örtlichen Wassserwerke
Verschiedene Säuren (Basen) beeinflussen den pH-Wert ihrer wässrigen Lösungen unterschiedlich: • starke und schwache Säuren • K_s – und pK_S -Werte • Ampholyte	interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des K_S-Wertes (UF2, UF3). berechnen pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen (Hydroxide) (UF2).	**Lehrer-Experiment:** pH-Wertbestimmung gleichmolarer Lösungen von Essigsäure und Salzsäure **Schüler-Experiment:** pH-Wertbestimmung: Verdünnungsreihen von Lösungen einer schwachen und einer starken Säure	**Mögliche Kontexte:** **Rückgriff** auf **Säuren und Basen in Alltagsprodukten**, z.B. Salzsäure in Fliesenreinigern und Essig oder Citronensäure in Lebensmitteln. Wieso sind bestimmte Säuren genießbar, andere dagegen nicht? Warum entfernen verschiedene Säuren bei gleicher

	berechnen pH-Werte wässriger Lösungen schwacher einprotoniger Säuren mithilfe des Massenwirkungsgesetzes (UF2). machen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktionen anhand einer Tabelle der K_S- bzw. pK_S-Werte (E3). erklären fachsprachlich angemessen und mithilfe von Reaktionsgleichungen den Unterschied zwischen einer schwachen und einer starken Säure unter Einbeziehung des Gleichgewichtskonzepts (K3).	**Erarbeitung:** Ableitung der Säurekonstante K_S aus der Anwendung des MWG auf Protolysegleichgewichte **z. B. Lerntheke** zur Einübung der Berechnungen von K_s- und pK_S -Werten sowie pH-Wertberechnungen für starke und schwache Säuren. (Übungsaufgaben ggf. als **Klappaufgaben** zur Selbstkontrolle oder im **Lerntempoduett** zu bearbeiten). **Schriftliche Übung**	Konzentration den Kalk unterschiedlich gut?
Welche Säuren oder Basen sind in verschiedenen Produkten aus Haushalt und Umwelt enthalten? • Einteilung von Säuren und Basen in Alltagsprodukten aufgrund ihres K_s – bzw. pK_S-Wertes und Zuordnung zu ihrer Verwendung • Beurteilung der Qualität, der Wirksamkeit und Umweltverträglichkeit verschiedener Reinigungsmittel	recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren unterschiedliche Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4). klassifizieren Säuren mithilfe von K_S- und pK_S -Werten (UF3). beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2). bewerten die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von	**Recherche:** Vorkommen und Verwendung von starken und schwachen Säuren bzw. Basen in Alltagsprodukten **Fakultativ:** Schüler-Experimente mit Reinigungsmitteln im Stationenbetrieb **Aufgabe:** Beurteilung der Wirkung verschiedener Säuren und Basen in Haushaltschemikalien, Nahrungsmitteln oder der Umwelt und ggf. deren Darstellung in der Werbung	Mögliche Untersuchungen: Vorkommen von Frucht-Säuren: Citronensäure, Vitamin C, Weinsäure etc. . Säuren als konservierende Lebensmittelzusatzstoffe **Putz- und Reinigungsmittel:** Verwendung von Säuren in verschiedenen **Entkalkern** (Putzmittel, Kaffeemaschinen, Zementschleier-entferner usw.) bzw. Basen in **alkalischen**

	Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen (B1).	Präsentation der Arbeitsergebnisse z. B. in Form **populärwissenschaftlicher** Artikel einer Jugendzeitschrift Erstellen einer **Concept-Map** zur Zusammenfassung des Unterrichts-vorhabens (ggf. binnendifferenziert).	**Reinigungsmittel** (Rohrreiniger, Glasreiniger).

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Protokolle, Übungsaufgaben mit differenzierenden Materialien, Concept-Map

Leistungsbewertung:

Schriftliche Übung, ggf. Klausuren und Verfassen populärwissenschaftlicher Artikel

Hinweise auf eine Auswahl weiterführender Materialien und Informationen:

- Zur Herleitung des Ionenprodukts und entsprechenden Übungen siehe Materialien bei http://www.chemgapedia.de
- http://www.chemie1.uni-rostock.de/didaktik/pdf/reinigungsmittel.pdf
- http://www.chemiedidaktik.uni-jena.de/chedidmedia/Haushaltsreiniger.pdf
- http://www.seilnacht.com/Lexika/Lebensmittelzusatzstoffe
- http://www.schule-studium.de/chemie/chemieunterricht (Verwendung bzw. Vorkommen von Säuren im Alltag)
- http: //www.chemieunterricht.de/dc2/wsu-grund/kap_14.htm (14 Säuren, Basen, Salze- Prof. Blumes Bildungsserver)

Qualifikationsphase 1 (GK) - Unterrichtsvorhaben III

Kontext: *Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Donator-Akzeptor
Basiskonzept Energie
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:
- chemische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren (UF3).
- Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines gut vernetzten chemischen Wissens erschließen und aufzeigen (UF4).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:
- komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden (E2).
- Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften durchführen und deren Durchführung beschreiben. (E4).
- Modelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen chemische Prozesse erklären oder vorhersagen (E6).

Kompetenzbereich Kommunikation:
- zu chemischen und anwendungsbezogenen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen (K2).

Inhaltsfeld: Elektrochemie

Inhaltlicher Schwerpunkt:
- Mobile Energiequellen

Zeitbedarf: ca. 17 Std. à 60 Minuten

Qualifikationsphase 1 (GK) - Unterrichtsvorhaben III

Kontext: Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon

Inhaltsfeld: Elektrochemie

Inhaltliche Schwerpunkte: • Mobile Energiequellen **Zeitbedarf**: ca. 17 Stunden à 60 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF3 Systematisierung • UF4 Vernetzung • E2 Wahrnehmung und Messung • E4 Untersuchungen und Experimente • E6 Modelle • K2 Recherche **Basiskonzepte:** • Basiskonzept Donator-Akzeptor • Basiskonzept Energie • Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Batterien und Akkumulatoren für Elektrogeräte: - **elektrochemische Energiequellen** • Aufbau einer Batterie	dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1).	**Demonstration:** • Auswahl von Batterien und Akkumulatoren als Anschauungsobjekte • Analyse der Bestandteile und Hypothesen zu deren möglichen Funktionen. **Skizze des Aufbaus**	Planung der Unterrichtsreihe mit einer vorläufigen **Mind-Map**, die im Verlauf der Unterrichtsreihe ergänzt wird Wiederholung bekannter Inhalte aus der SI

		Einfache Handskizze mit Beschriftung der Bestandteile **Eingangsdiagnose: z.B. Klapptest**	
Wie kommt der Elektronenfluss (Stromfluss) in einer Batterie zustande? - •Redoxreihe der Metalle •Prinzip galvanischer Zellen (u.a. Daniell-Element)	stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3). erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7). entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen (E3). erklären den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (u.a. Daniell-Element) (UF1, UF3).	**Schülerexperimente (z.B. Lernstraße):** Reaktion von verschiedenen Metallen und Salzlösungen Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen Ableitung der Redoxreihe **Lernaufgabe:** z.B. Reycling von Silbersalzen: Welches Metall eignet sich als Reduktionsmittel? **Demonstrationsexperiment:** • Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element) • Demonstration der Spannung und des Stromflusses **Lernaufgabe** zu Aufbau und Funktion weiterer galvanischer Zellen, z.B. einer Zink-Silber-Zelle	Aufgreifen und Vertiefen des „erweiterten“ Redoxbegriffs aus der Einführungsphase. **Binnendifferenzierung** durch Zusatzversuche in der Lernstraße und abgestufte **Lernhilfen** für die Auswertung der Experimente. Ggf. **Animationen** zu galvanischen Elementen (vgl. Hinweise unten). Ggf Berücksichtigung von **Fehlvorstellungen** zur Funktion des Elektrolyten (vgl. Hinweise unten).
Wieso haben verschiedene Batterien unterschiedliche Spannungen?	planen Experimente zum Aufbau galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den	**Hinführendes Experiment: Elektronendruck von Metallen** Messung der Spannung zwischen verschiedenen Metallelektroden,	ggf. Thematisierung der **elektrochemischen Doppelschicht**

•Elektrochemische Spannungsreihe der Metalle •Standardwasserstoffelektrode	Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab (E1, E2, E4, E5). berechnen Potentialdifferenzen unter Nutzung der Standardelektrodenpotentiale und schließen auf die möglichen Redoxreaktionen (UF2, UF3). beschreiben den Aufbau einer Standard-Wasserstoff Halbzelle (UF1).	die gemeinsam im Wasserbehälter stehen Bildung von Hypothesen und Planung von Experimenten zur Spannungsreihe **Schülerexperimente (Gruppenarbeit): Spannungsreihe der Metalle** **Demonstrationsexperiment mit arbeitsblattgestütztem Lehrervortrag:** Aufbau einer Standardwasserstoffelektrode und Bedeutung als Bezugshalbelement $Pt/H_2/H^+//Cu^{2+}/Cu$ **Übungsaufgaben:** Voraussagen über den Ablauf chemischer Reaktionen mithilfe der Standardpotentiale	
Knopfzellen für Hörgeräte: •Die Zink-Luft-Zelle	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).	**Demonstration**: Knopfzelle für Hörgeräte **Schülerexperiment: Modellexperiment einer Zink-Luft-Zelle** Vergrößerung der Oberfläche der Graphitelektrode durch Aktivkohle	Informationen und Hinweise zum Modellexperiment siehe [4]

Lässt sich eine Zink-Luft-Zelle wieder aufladen? •Die Elektrolyse	diskutieren die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie (B4). beschreiben und erklären Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3). deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF4). erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6).	**Informationstext:** Bedeutung von Akkumulatoren für das Stromnetz zum Ausgleich von Spannungsschwankungen, die bei Nutzung regenerativer Stromquellen (Wind, Sonne) auftreten **Schülerexperiment:** Laden (und Entladen) eines Zink-Luft-Akkumulators Vergleich galvanische Zelle - Elektrolysezelle	Informationen und Modellexperiment siehe [4]
Batterien und Akkumulatoren im Alltag	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) recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3).	**Arbeitsteilige Gruppenarbeit mit Kurz-Präsentation:** Recherche, selbstständige Erarbeitung der Bedeutung, des Aufbaus und der Redoxreaktionen von mobilen Spannungsquellen, z.B.: •Bleiakkumulator •Alkaline-Batterie •Nickel-Metallhydrid-Akkumulator •Zink-Silberoxid-Knopfzelle •Lithium-Ionen-Akkumulator	Die **Präsentation kann** z..B. als „Wiki“ für Jugendliche, Portfolio oder als Poster (mit Museumsgang) erfolgen. **Binnendifferenzierung** durch die Auswahl der Themen

	argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4).	Erstellung einer **Concept Map** mit Begriffen dieses Unterrichtsvorhabens	

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Eingangsdiagnose zu Beginn der Unterrichtsreihe
- Mind-Map zu elektrochemischen Spannungsquellen
- Versuchsprotokolle
- Concept-Map zu Begriffen der Elektrochemie

Leistungsbewertung:

- Präsentationen zu mobilen Energiequellen
- Lernaufgaben
- Klausuren / Facharbeit

Hinweise auf eine Auswahl weiterführender Materialien und Informationen:

1. http://chik.die-sinis.de/phocadownload/Material/stationenlernen%20akkus%20und%20batterien.pdf
   Stationenlernen mit Experimenten der Arbeitsgruppe Chemie im Kontext (Kölner Modell): Wie bei Chemie im Kontext üblich, werden Bezüge zwischen dem geplanten fachlichen Inhalt und der Lebenswirklichkeit von Schülerinnen und Schülern hergestellt. Das soll den Zugang zum Fachthema erleichtern und sie ermutigen, Fragen zu formulieren. Vielfältige Tipps und Informationen. Ausgehend von Redoxreaktionen aus der SI werden die Donator-Akzeptor-Reaktionen dargestellt und vielfältige Informationen zu Batterien und Akkumulatoren geliefert.
2. http://www.chemie-interaktiv.net Tausch/Schmitz, Rheinisch-Bergische Universität Wuppertal: Animationen zu elektrochemischen Prozessen.
3. *http://www.grs-batterien.de/verbraucher/ueber-batterien.html Broschüre: „Die Welt der Batterien“*
   Broschüre der Hersteller von Batterien und Akkumulatoren mit Aspekten zur Historie, zum Aufbau und zur Funktion und zum Recycling

Qualifikationsphase 1 (GK) - Unterrichtsvorhaben IV

Thema/Kontext: *Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Donator-Akzeptor
Basiskonzept Energie

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:
- zur Lösung chemischer Probleme zielführende Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen chemischen Größen angemessen und begründet auswählen (UF2).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:
- Modelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen chemische Prozesse erklären oder vorhersagen (E6).
- bedeutende naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen (E7).

Kompetenzbereich Kommunikation:
- bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden (K1).
- sich mit anderen über chemische Sachverhalte und Erkenntnisse kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen (K4).

Kompetenzbereich Bewertung:
- fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Maßstäbe bei Bewertungen von naturwissenschaftlich-technischen Sachverhalten unterscheiden und angeben (B1).
- an Beispielen von Konfliktsituationen mit chemischen Hintergründen kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten (B3).

Inhaltsfeld: Elektrochemie

Inhaltliche Schwerpunkte:
- Mobile Energiequellen
- Elektrochemische Gewinnung von Stoffen

Zeitbedarf: ca. 11 Std. à 60 Minuten

Qualifikationsphase 1 (GK) - Unterrichtsvorhaben IV

Kontext: Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle

Inhaltsfeld: Elektrochemie

Inhaltliche Schwerpunkte:
- Elektrochemische Gewinnung von Stoffen
- Mobile Energiequellen

Zeitbedarf: ca. 11 Stunden à 60 Minuten

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
- UF2 Auswahl
- E6 Modelle
- E7 Vernetzung
- K1 Dokumentation
- K4 Argumentation
- B1 Kriterien
- B3 Werte und Normen

Basiskonzepte (Schwerpunkte):
Basiskonzept Donator-Akzeptor
Basiskonzept Energie

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Woher bekommt das Brennstoffzellen-Auto den Wasserstoff, seinen Brennstoff? Elektrolyse Zersetzungsspannung Überspannung	beschreiben und erklären Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3). deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen einer galvanischen Zelle (UF4). erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2).	**Bild** eines mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzellen-autos oder Einsatz einer **Filmsequenz** zum Betrieb eines mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzellenautos **Demonstrationsexperiment** zur Elektrolyse von angesäuertem Wasser **Beschreibung und Deutung der Versuchsbeobachtungen**	Aufriss der Unterrichtsreihe: Sammlung von Möglichkeiten zum Betrieb eines Automobils: Verbrennungsmotoren (Benzin, Diesel, Erdgas), Alternativen: Akkumulator, Brennstoffzelle Beschreibung und Auswertung des Experimentes mit der intensiven - Anwendung der Fachbegriffe: Pluspol, Minuspol,

	erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7).	• Redoxreaktion • endotherme Reaktion • Einsatz von elektrischer Energie: W = U*I*t **Schüler- oder Lehrerexperiment** zur Zersetzungsspannung Die Zersetzungsspannung ergibt sich aus der Differenz der Abscheidungspotentiale. Das Abscheidungspotential an einer Elektrode ergibt sich aus der Summe des Redoxpotentials und dem Überpotential.	Anode, Kathode, Oxidation, Reduktion Fokussierung auf den energetischen Aspekt der Elektrolyse Ermittlung der Zersetzungsspannung durch Ablesen der Spannung, bei der die Elektrolyse deutlich abläuft (Keine Stromstärke-Spannungs-Kurve)
Wie viel elektrische Energie benötigt man zur Gewinnung einer Wasserstoffportion? Quantitative Elektrolyse Faraday-Gesetze	erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2). dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1). erläutern und beurteilen die elektrolytische Gewinnung eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B3).	**Schülerexperimente oder Lehrerdemon-strationsexperimente** zur Untersuchung der Elektrolyse in Abhängigkeit von der Stromstärke und der Zeit. Formulierung der Gesetzmäßigkeit: $n \sim I*t$ **Lehrervortrag** Formulierung der Faraday-Gesetze / des Faraday-Gesetzes Beispiele zur Verdeutlichung der Berücksichtigung der Ionenladung	Schwerpunkte: Planung (bei leistungsstärkeren Gruppen Hypothesenbildung), tabellarische und grafische Auswertung mit einem *Tabellenkalkulationsprogramm* Vorgabe des molaren Volumens V_m = 24 L/mol bei Zimmertemperatur und 1013 hPa Differenzierende Formulierungen: Zur Oxidation bzw. Reduktion von 1 mol z-fach negativ bzw. positiv geladener Ionen ist eine Ladungsmenge $Q = z *$ 96485 A*s notwendig. Für Lernende, die sich mit Größen leichter tun: $Q = n*z*F$; F = 96485 A*s*mol^{-1}

		Einführung der Faraday-Konstante, Formulierung des 2. Faraday`schen Gesetzes **Aufgabenstellung zur Gewinnung von Wasserstoff und Umgang mit Größengleichungen** zur Berechnung der elektrischen Energie, die zur Gewinnung von z.B. 1 m^3 Wasserstoff notwendig ist. Zunächst eine Grundaufgabe; Vertiefung und Differenzierung mithilfe weiterer Aufgaben **Diskussion:** Wasserstoffgewinnung unter ökologischen und ökonomischen Aspekten	Zunächst Einzelarbeit, dann Partner- oder Gruppenarbeit; Hilfekarten mit Angaben auf unterschiedlichem Niveau, Lehrkraft wirkt als Lernhelfer. Anwendung des Faraday`schen Gesetzes und Umgang mit $W = U*I*t$ Kritische Auseinandersetzung mit der Gewinnung der elektrischen Energie (Kohlekraftwerk, durch eine Windkraft- oder Solarzellenanlage)
Wie funktioniert eine Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle? Aufbau einer Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle Vergleich einer Brennstoffzelle mit einer Batterie und einem Akkumulator	erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6). stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3).	**Beschreibung und Erläuterung einer schematischen Darstellung** einer Polymermembran-Brennstoffzelle Spannung eines Brennstoffzellen-Stapels (Stacks) Herausarbeitung der Redoxreaktionen	Einsatz der schuleigenen PEM-Zelle und schematische Darstellung des Aufbaus der Zelle; sichere Anwendung der Fachbegriffe: Pluspol, Minuspol, Anode, Kathode, Oxidation, Reduktion Vergleich der theoretischen Spannung mit der in der Praxis erreic
Antrieb eines Kraftfahrzeugs heute und in der Zukunft	argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4).	**Expertendiskussion** zur vergleichenden Betrachtung von verschiedenen Brennstoffen (Benzin, Diesel, Erdgas) und Energiespeichersystemen	Die Expertendiskussion wird durch Rechercheaufgaben in Form von Hausaufgaben vorbereitet.

Vergleich einer Brennstoffzelle mit einer Batterie und einem Akkumulator Verbrennung von Kohlenwasserstoffen, Ethanol/Methanol, Wasserstoff	vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle) (B1).	(Akkumulatoren, Brennstoffzellen) eines Kraftfahrzeuges mögliche Aspekte: Gewinnung der Brennstoffe, Akkumulatoren, Brennstoffzellen, Reichweite mit einer Tankfüllung bzw. Ladung, Anschaffungskosten, Betriebskosten, Umweltbelastung	Fakultativ: Es kann auch darauf eingegangen werden, dass der Wasserstoff z.B. aus Erdgas gewonnen werden kann.

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Selbstüberprüfung zum Umgang mit Begriffen und Größen zur Energie und Elektrizitätslehre und zu den Grundlagen der vorangegangenen Unterrichtsreihe (galvanische Zelle, Spannungsreihe, Redoxreaktionen)

Leistungsbewertung:

- Schriftliche Übung zu den Faraday-Gesetzen / zum Faraday-Gesetz, Auswertung von Experimenten, Diskussionsbeiträge
- · Klausuren/ Facharbeit …

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 mir einer PEM-Zelle wird ausführlich beschrieben in 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.

Qualifikationsphase 1 (GK) - Unterrichtsvorhaben V

Kontext: *Korrosion vernichtet Werte - Wie entsteht elektrochemische Korrosion?*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Donator-Akzeptor
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:
- Phänomene und Sachverhalte im Zusammenhang mit Theorien, übergeordneten Prinzipien und Gesetzen der Chemie beschreiben und erläutern (UF1).
- chemische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren (UF3).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:
- Modelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimeten und Simulationen chemische Prozesse erklären oder vorhersagen (E6).

Kompetenzbereich Bewertung:
- Auseinandersetzungen und Kontroversen zu chemischen und anwendungsbezogenen Problemen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Standpunkte auf der Basis von Sachargumenten vertreten (B2)

Inhaltsfeld: Elektrochemie

Inhaltlicher Schwerpunkt:
- Korrosion

Zeitbedarf: ca. 5 Std. à 60 Minuten

Qualifikationsphase 1 (GK) - Unterrichtsvorhaben V

Kontext: Korrosion vernichtet Werte – Wie entsteht elektrochemische Korrosion?

Inhaltsfeld: Elektrochemie

Inhaltlicher Schwerpunkt:
- Korrosion

Zeitbedarf: 5 Stunden à 60 Minuten

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
- UF1 Wiedergabe
- UF3 Systematisierung
- E6 Modelle
- B2 Entscheidungen

Basiskonzepte (Schwerpunkte):
- Basiskonzept Donator-Akzeptor
- Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Korrosion vernichtet Werte	diskutieren Folgen von Korrosionsvorgängen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B2).	**Abbildungen** zu Korrosionsschäden [1] der **Materialproben** mit Korrosionsmerkmalen Sammlung von Kenntnissen und Vorerfahrungen zur Korrosion Kosten durch Korrosionsschäden	**Mind-Map** zu einer ersten Strukturierung der Unterrichtsreihe, diese begleitet die Unterrichtsreihe und wird in den Stunden bei Bedarf ergänzt.
Wie kommt es zur Korrosion? • Lokalelement • Rosten von Eisen: Sauerstoffkorrosion und Säurekorrosion	erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge (UF1, UF3). erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der	**Experimente:** Säurekorrosion von Zink mit und ohne Berührung durch Kupfer **Schülerexperimente:**	Visualisierung der Korrosionsvorgänge z.B. anhand von **Trickfilmen** [3]

	Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7). stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3).	Nachweis von Eisen(II)-Ionen und Hydroxid-Ionen bei der Sauerstoffkorrosion von Eisen	
Wirtschaftliche und ökologische Folgen von Korrosion	diskutieren Folgen von Korrosionsvorgängen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B2).	**Schülervortrag:** Aktuelles Beispiel von Korrosionsschäden mit einem lokalen Bezug **Diskussion**: Ursachen und Folgen von Korrosionsvorgängen **ggf. Multiple-Choice-Test**	**Fakultativ**: Vernetzung zum Unterrichtsvorhaben IV durch Thematisierung der elektrolytischen Herstellung von Schutzüberzügen

Leistungsbewertung:

- Auswertung der Experimente
- Schülervortrag
- Multiple-Choice-Test

Hinweise auf eine Auswahl weiterführender Materialien und Informationen:

1. www.korrosion-online.de
   Umfangreiches Informations- und Lernangebot rund um das Thema Korrosion und Korrosionsschutz mit vielen und interessanten Abbildungen.
2. http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/korrosion/korrosion.htm
   Beschreibung von Erscheinungsformen der Korrosion, Experimente und Maßnahmen zum Korrosionsschutz.
3. Film: Korrosion und Korrosionsschutz (FWU: 420 2018): Tricksequenzen zu den Vorgängen bei der Korrosion und Rostschutzverfahren.

Qualifikationsphase 1 (GK) - Unterrichtsvorhaben VI

Thema/Kontext: *Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Struktur – Eigenschaft
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht
Basiskonzept Energie

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können…

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:
- chemische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren (UF3).
- Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines gut vernetzten chemischen Wissens erschließen und aufzeigen (UF4).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:
- mit Bezug auf Theorien, Konzepte, Modelle und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten (E3).
- Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften durchführen oder deren Durchführung beschreiben (E4).

Kompetenzbereich Kommunikation:
- chemische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren (K3).

Kompetenzbereich Bewertung:
- an Beispielen von Konfliktsituationen mit chemischen Hintergründen kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten (B3).

Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltliche Schwerpunkte:
Organische Verbindungen und Reaktionswege

Zeitbedarf: ca. 11 Std. à 60 Minuten

Qualifikationsphase 1 (GK) - Unterrichtsvorhaben VI

Kontext: Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt			
Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Organische Verbindungen und Reaktionswege **Zeitbedarf**: ca. 11 Stunden à 60 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF3 Systematisierung • UF4 Vernetzung • E3 Hypothesen • E4 Untersuchungen und Experimente • K3 Präsentation • B3 Werte und Normen **Basiskonzepte (Schwerpunkte):** Basiskonzept Struktur-Eigenschaft, Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht, Basiskonzept Energie	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Erdöl, ein Gemisch vielfältiger Kohlenwasserstoffe • Stoffklassen und Reaktionstypen • zwischenmolekulare Wechselwirkungen • Stoffklassen • homologe Reihe • Destillation • Cracken	erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4). verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4). erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften voraus (UF1).	**Demonstration** von Erdöl und Erdölprodukten: Erdöl, Teer, Paraffin, Heizöl, Diesel, Superbenzin, Super E10, Schwefel **Film:** Gewinnung von Kohlenwasserstoffen aus Erdöl Die fraktionierende Destillation **Arbeitsblatt** mit Destillationsturm	Thema: Vom Erdöl zum Superbenzin – Kartenabfrage vor Themenformulierung Selbstständige Auswertung des Films mithilfe des Arbeitsblattes; mündliche Darstellung der Destillation, Klärung des Begriffs Fraktion Wdhg.: Summenformel, Strukturformel, Nomenklatur; Stoffklassen: Alkane, Cycloalkane, Alkene, Cycloalkene, Alkine, Aromaten (ohne Erklärung der

	erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4). verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3). erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3).	**Arbeitsblätter** zur Vielfalt der Kohlenwasserstoffe (Einzelarbeit, Korrektur in Partnerarbeit) **Film:** Verbrennung von Kohlenwasserstoffen im Otto- und Dieselmotor **Arbeitsblatt** mit Darstellung der Takte **Grafik** zur Zusammensetzung von Erdölen und zum Bedarf der Produkte **Demonstrationsexperiment** zum Cracken Kraftfahrzeugbenzin – Verbrennung und Veredelung (Cracken, Reformieren)	Mesomerie), Nutzung des eingeführten Schulbuchs Benzin aus der Erdöldestillation genügt dem Anspruch der heutigen Motoren nicht Einführung der Octanzahl, Wiederaufgreifen der Stoffklassen Versuchsskizze, Beschreibung und weitgehend selbstständige Auswertung
Wege zum gewünschten Produkt - Antiklopfmittel • elektrophile Addition • Substitution	formulieren Reaktionsschritte einer elektrophile Addition und erläutern diese (UF1). klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3).	**Aufgabe zur Synthese des Antiklopfmittels MTBE:** Erhöhen der Klopffestigkeit durch MTBE (ETBE) Säurekatalysierte elektrophile Addition von Methanol an 2-Methylpropen (Addition von Ethanol an 2-Methylpropen) **Übungsaufgabe** zur Reaktion von Propen mit Wasser mithilfe einer Säure	Übungsbeispiel um Sicherheit im Umgang mit komplexen Aufgaben-stellungen zu gewinnen, Einzelarbeit betonen Einfluss des I-Effektes herausstellen, Lösen der Aufgabe in Partnerarbeit

		Abfassen eines Textes zur Beschreibung und Erläuterung der Reaktionsschritte	
Kein Fahrspaß ohne Erdöl? - Biodiesel und E10 als mögliche Alternativen? Struktur und Eigenschaften von Molekülen verschiedener organischer Stoffklassen • Umesterung (Additions-Eliminierungsreaktion) technische Gewinnung von Biodiesel	beschreiben den Aufbau der Moleküle (u. a. Strukturisomerie) und die charakteristischen Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihre chemischen Reaktionen (u. a. Veresterung, Oxidationsreihe der Alkohole) (UF1, UF3). erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften vorher (UF1). erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u. a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrückenbindungen) (UF3, UF4). klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3).	**Abfassen eines Textes** zur Beschreibung und Erläuterung der Reaktionsschritte **Kurzreferat,** z. B. auf Basis eines **Zeitungsartikels** [1][2], zum vermuteten Ende des Ölzeitalters Ersatz von Kohlenwasserstoffen durch z. B. Ethanol, Methanol, Rapsölmethylester (Biodiesel) **Information:** Bioethanol als Bestandteil von Kraftstoffen, z. B. E10, E85 [4] Ausblick auf Biokraftstoffe erster und zweiter Generation [5] Erhöhte Aldehydemission bei der Nutzung von Alkoholkraftstoffen:	Anknüpfung an die vorherige Sequenz *Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt* Die Recherche kann auch als Webquest durchgeführt werden [3]. Wiederholung aller Stoffklassen aus dem IF 1 (ggf. Reaktionsstern) Die Tatsache, dass Fahrzeuge, die mit Alkoholkraftstoff betrieben werden, eine höhere Emission an Aldehyden aufweisen, kann genutzt werden, um die Kompetenzerwartungen zur *Oxidationsreihe der Alkohole* zu festigen (siehe die entsprechende Kompetenzerwartung im IF1). Vertiefung der elektrophilen Addition

	verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4). erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4). präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3).	Analyse der unvollständigen Verbrennungsprozesse von Ethanol im Verbrennungsmotor unter dem Aspekt „Oxidationsreihe der Alkohole“, ggf. Rolle des Katalysators im Hinblick auf eine vollständige Oxidation **Arbeitsblatt oder Recherche** zu Inhaltsstoffen von Diesel und Biodiesel [7][8][9], deren molekularem Aufbau und Eigenschaften **Experiment**: Herstellung von Rapsölmethylester (Biodiesel) [7][8][9] - Umesterung als Additions-Eliminierungsreaktion - Eigenschaften des Esters im Vergleich zu den Ausgangsstoffen **Präsentation (z. B. als Poster):** Aufbau und Funktion einer Produktionsanlage für Biodiesel [10]	
Ökologische und ökonomische Beurteilung von Biokraftstoffen	diskutieren Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u. a. Kunststoffe) bzw. industrieller	**Filmausschnitt** zum Einstieg in die Diskussion, z. B. *Die Biosprit-Lüge* [11]	Pro- und Contra-Diskussion unter Einbeziehung der rechtlichen Grundlagen [12][13]

	Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3). beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).	**Podiumsdiskussion:** Bewertung der konventionellen und alternativen Kraftstoffe der ersten und zweiten Generation anhand verschiedener Kriterien (z. B. ökonomische, ökologische, technische und gesellschaftliche Kriterien [14])	**Ggf. Ausblick:** Zukünftige Bedeutung von Biokraftstoffen im Vergleich zu Antriebskonzepten mit Elektrizität oder Wasserstoff

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Selbstüberprüfung zu Vorstellungen und Kenntnissen zu „Energieträgern“
- Stoffklassen der organischen Chemie
- Ester und chemisches Gleichgewicht
- Oxidationsreihe der Alkohole

Leistungsbewertung:

- Darstellen eines chemischen Sachverhalts, Aufstellen von Reaktionsschritten, Beschreibung und Erläuterung von Reaktionsschritten
- schriftliche Übung
- Klausuren/Facharbeit
- Kurzreferate
- Auswertung des Experimentes
- Präsentation (Poster)
- ggf. Schriftliche Übung

Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:

Eine leicht verständliche Darstellung in 15 Minuten zu Aspekten der Entstehung des Erdöls, Suche nach Erdöl, Verarbeitung des Erdöls, Arbeit auf einer Erdölplattform und einer Havarie eines Erdöltankers findet man im Film „Multitalent Erdöl“ des Schulfernsehens (Planet Schule): http://www.planet-schule.de/sf/php/02_sen01.php?sendung=6901.

In 6 Kurzfilmen werden auf der 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.) behandelt.

In der Video-DVD „Der Viertakt-Ottomotor“ (4605559) wird in den ersten 8 Minuten das Funktionsprinzip des Motors veranschaulicht.

In der Video-DVD „Der Viertakt-Dieselmotor (4605560) wird in den ersten 8 Minuten das Funktionsprinzip dieses Motors veranschaulicht.
Zur Umweltrelevanz des Stoffes Methyltertiärbutylether (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.

Bericht über die These der Fa. BP, dass die Erdölvorräte noch lange nicht erschöpft sind:
http://www.welt.de/wirtschaft/energie/article148323100/Laut-BP-gibt-es-noch-im-Jahr-2050-Oel-im-Ueberfluss.html
Bericht über eine Studie zu fossilen Ressourcen, in der eine Prognose zur Erdölförderung in der Zukunft gestellt wird:
http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/studie-ueber-fossile-ressourcen-das-oel-geht-zur-neige-trotz-fracking-1.1632680
Webquest zur Zukunft des Biosprits: http://www.lehrer-online.de/biosprit-zukunft.php?sid=64720561960531489145328262826790
Zeitungsartikel zum Thema „Bioethanol als Treibstoff der Zukunft“: http://www.sueddeutsche.de/auto/bioethanol-als-treibstoff-der-zukunft-futter-im-tank-1.1813027
Informationen zu alternativen Kraftstoffen: http://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/kraft-betriebsstoffe/alternative-kraftstoffe
Darstellung der Zusammenhänge zwischen Alkoholkraftstoff, unvollständiger Verbrennung, Aldehydemission und Oxidationskatalysator:
Dreyhaupt, Franz-Joseph [Hrsg.]: VDI-Taschenlexikon Immissionsschutz. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1996, S. 26ff (Stichwort Alkoholkraftstoff)
Verschiedene Materialien zu Biodiesel, u. a. Filme, eine Versuchsvorschrift zur Umesterung von Rapsöl etc.: http://sinus-sh.lernnetz.de/sinus/materialien/chemie/index.php?we_objectID=302
Umfangreiche Material- und Arbeitsblattsammlung zum Thema „Biodiesel“, die auch Experimente beinhaltet:
http://www.schulbiologiezentrum.info/Arbeitsbl%E4tter%20Raps%20Raps%F6l%20Biodiesel%20Me210212.pdf
Beschreibung einer Unterrichtseinheit zum Thema Biodiesel": Eilks, Ingo: Biodiesel: Kontextbezogenes Lernen in einem gesellschaftskritisch-problemorientierten Chemieunterricht. In: PdN- Chemie in der Schule, Jg. 2001 (50), H. 1, S. 8-10
Informationen zu einer Produktionsanlage für Biodiesel: https://www.hielscher.com/de/biodiesel_transesterification_01.htm
Der Film thematisiert die Konkurrenz von Nahrungsmittelproduktion und Biospritherstellung anhand von Palmenplantagen in Idonesien (Ausführliche Beschreibung s. *Details* unter der Adresse http://programm.ard.de/TV/Programm/Alle-Sender/?sendung=287246052059380):
Film: Die Biosprit-Lüge
WebQuest zum Thema Biodiesel: http://www.lehrer-online.de/biodiesel.php
Webquest Tankstelle der Zukunft: Vergleich und Bewertung verschiedener Kraftstoffarten:http://www.lehrer-online.de/tankstelle-der-zukunft.php?sid=64720561960531489145328262826790
Studie zur Bewertung von Biokraftstoffen, die kriteriengeleitet Vor- und Nachteile ermittelt: Brysch, Stephanie: Biogene Kraftstoffe in Deutschland. Hamburg: Diplomica, 2008.

Grundlagenliteratur zur Frage zukünftiger Energieversorgung: Martin Schmied, Philipp Wüthrich, Rainer Zah, Hans-Jörg Althaus, Christa Friedl: Postfossile Energieversorgungsoptionen für einen treibhausgasneutralen Verkehr im Jahr 2050: Eine verkehrsträgerübergreifende Bewertung, Umweltbundesamt (2015): http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/postfossile-energieversorgungsoptionen-fuer-einen

Ruth Blanck et al. (Öko-Institut): Treibhausgasneutraler Verkehr 2050: Ein Szenario zur zunehmenden Elektrifizierung und dem Einsatz stromerzeugter Kraftstoffe im Verkehr, Berlin (2013) http://www.oeko.de/oekodoc/1829/2013-499-de.pdf

http://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/bioenergie

Informationen zu Biokraftstoffen vom Verband der Deutschen Biokraftstoffindustrie e.V.: http://www.biokraftstoffverband.de/index.php/start.html u.a. aktuelle Informationen, z.B. Absatzzahlen für Biodiesel und Bioethanol

Informationen zu Biodiesel von der Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V.: http://www.ufop.de/biodiesel-und-co/biodiesel/biodiesel-tanken/

Qualifikationsphase 2 (GK) - Unterrichtsvorhaben VII

Thema/Kontext: *Maßgeschneiderte Produkte aus Kunststoffen*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Struktur – Eigenschaft

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können…

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:
- zur Lösung chemischer Probleme zielführende Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen chemischen Größen angemessen und begründet auswählen (UF2).
- Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines gut vernetzten chemischen Wissens erschließen und aufzeigen (UF4).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:
- mit Bezug auf Theorien, Konzepte, Modelle und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten (E3).
- Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften durchführen oder deren Durchführung beschreiben (E4).
- Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien durchführen oder deren Durchführung beschreiben (E5).

Kompetenzbereich Kommunikation:
- chemische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren (K3).

Kompetenzbereich Bewertung:
- an Beispielen von Konfliktsituationen mit chemischen Hintergründen kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten (B3).

Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltliche Schwerpunkte:
- Organische Verbindungen und Reaktionswege
- Organische Werkstoffe

Zeitbedarf: ca. 18 Std. à 60 Minuten

Qualifikationsphase 2 (GK) - Unterrichtsvorhaben VII

Kontext: Maßgeschneiderte Produkte aus Kunststoffen			
Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Organische Verbindungen und Reaktionswege • Organische Werkstoffe **Zeitbedarf**: ca. 18 Stunden à 60 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF2 Auswahl • UF4 Vernetzung • E3 Hypothesen • E4 Untersuchungen und Experimente • E5 Auswertung • K3 Präsentation • B3 Werte und Normen **Basiskonzepte (Schwerpunkt):** Basiskonzept Struktur – Eigenschaft	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Die Vielfalt der Kunststoffe im Alltag: **Eigenschaften und Verwendung** • Eigenschaften von makromolekularen Verbindungen • Thermoplaste • Duromere	erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF2, UF4). 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).	**Demonstration:** Plastiktüte, PET-Flasche, Joghurtbecher, Schaumstoff, Gehäuse eines Elektrogeräts (Duromer) **S-Exp.:** thermische u. a. Eigenschaften von Kunststoffproben	Ausgehend von Kunststoffen in Alltagsprodukten werden deren Eigenschaften und Verwendungen erläutert. **Thermoplaste** (lineare und strauchähnlich verzweigte Makromoleküle, Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte,

• Elastomere zwischenmolekulare Wechselwirkungen	ermitteln Eigenschaften von organischen Werkstoffen und erklären diese anhand der Struktur (u.a. Thermoplaste, Elastomere und Duromere) (E5).	**Eingangstest**: intermolekulare Wechselwirkungen, funktionelle Gruppen, Veresterung **Materialien:** Kunststoffe aus dem Alltag	Wasserstoffbrücken; amorphe und kristalline Bereiche), **Duromere** und **Elastomere** (Vernetzungsgrad)
Vom Monomer zum Polymer: **Bau von Polymeren und Kunststoffsynthesen** • Reaktionsschritte der **radikalischen Polymerisation** • **Polykondensation** Polyester • Polyamide: Nylonfasern	beschreiben und erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF3). präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata.(K3) schätzen das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen aus den Molekülstrukturen ab (u.a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3). erklären den Aufbau von Makromolekülen aus Monomer-Bausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u.a. Polyester, Polyamide) (UF1, UF3). erläutern die Planung der Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4).	**Schülerexperimente:** • Polymerisation von Styrol • Polykondensation: Synthese einfacher Polyester aus Haushaltschemikalien, z.B. Polymilchsäure oder Polycitronensäure. • „Nylonseiltrick“	Während der Unterrichtsreihe kann an vielen Stellen der Bezug zum Kontext Plastikgeschirr hergestellt werden. Polystyrol ist Werkstoff für Plastikgeschirr. Reaktionsschritte der radikalischen Polymerisation können in Lernprogrammen erarbeitet werden.
Kunststoffverarbeitung **Verfahren**, z.B.:	recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).	Einsatz von **Filmen** und **Animationen** zu den Verarbeitungsprozessen.	Internetrecherche zu den verschiedenen Verarbeitungsverfahren möglich.

• Spritzgießen • Extrusionsblasformen • Fasern spinnen Geschichte der Kunststoffe			Die Geschichte ausgewählter Kunststoffe kann in Form von Referaten erarbeitet werden.
Maßgeschneiderte Kunststoffe: Struktur-Eigenschafts-beziehungen von Kunststoffen mit besonderen Eigenschaften und deren Synthesewege aus Basischemikalien z.B.: • SAN: Styrol-Acrylnitril-Coplymerisate • Cyclodextrine • Superabsorber	verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4). verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3). demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3).	**Recherche:** Syntheseweg zur Herstellung von SAN aus Basischemikalien. Modifikation der Werkstoffeigenschaften von Polystyrol durch Copolymerisation mit Acrylnitril. **Flussdiagramme** zur Veranschaulichung von Reaktionswegen **Arbeitsteilige Projektarbeit** zu weiteren ausgewählten Kunststoffen, z.B.: Superabsorber, Cyclodextrine. **S-Präsentationen** z.B. in Form von **Postern** mit **Museumsgang.**	Als Beispiel für maßgeschneiderte Kunststoffe eignen sich Copolymerisate des Polystyrols, z.B. SAN. Die Schülergruppen informieren sich über die Synthesewege, die Struktur-Eigenschafts-Beziehungen und die Verwendung weiterer Kunststoffe und präsentieren ihre Ergebnisse. Zur arbeitsteiligen Gruppenarbeit können auch kleine S-Experimente durchgeführt werden.
Kunststoffmüll ist wertvoll: **Kunststoffverwertung** • stoffliche Verwertung • rohstoffliche V. • energetische V.	erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3). diskutieren Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller	**Schüler-Experiment:** Herstellung von Stärkefolien **Podiumsdiskussion**: z.B. zum Thema „Einsatz von Plastikgeschirr Einweggeschirr auf öffentlichen Veranstaltungen!“	**Fächerübergreifender Aspekt:** Plastikmüll verschmutzt die Meere (Biologie: Ökologie). Einsatz von **Filmen** zur Visualisierung der Verwertungsprozesse.

Ökonomische und ökologische Aspekte zum Einsatz von Einweggeschirr aus Polymilchsäure, Polystyrol oder Belland-Material.	Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3). beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).		
Diagnose von Schülerkonzepten: · Schriftliche Überprüfung zum Eingang, Präsentationen Leistungsbewertung: · Präsentationen (Referate, Poster, Podiumsdiskussion), schriftliche Übung, Anteil an Gruppenarbeiten			
Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen: Allgemeine Informationen und Schulexperimente:http://www.seilnacht.com www.chemieunterricht.de/dc2/plaste/ Experimentiervorschrift zum Einbetten von kleinen Gegenständen in Polystyrol: http://www.educ.ethz.ch/unt/um/che/boc/polystyrol/index Internetauftritt des Verbands der Kunststofferzeuger mit umfangreichem Material für Schulen. Neben Filmen und Animationen finden sich auch Unterrichtseinheiten zum Download: http://www.plasticseurope.de/Document/animation-vom-rohol-zum-kunststoff.aspx Informationen zur Herstellung von PET-Flaschen: http://www.forum-pet.de Umfangreiche Umterrichtsreihe zum Thema Kunststoffe mit Materialien zum Belland-Material: http://www.chik.die-sinis.de/Unterrichtsreihen_12/B__Organik/Belland.pdf Film zum Kunststoffrecycling und Informationen zum grünen Punkt: http://www.gruener-punkt.de/corporate/*presse/videothek.html*			

Qualifikationsphase 2 (GK) - Unterrichtsvorhaben VIII

Thema/Kontext: *Bunte Kleidung*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Struktur – Eigenschaft
Basiskonzept Energie

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:
- Phänomene und Sachverhalte im Zusammenhang mit Theorien, übergeordneten Prinzipien und Gesetzen der Chemie beschreiben und erläutern (UF1).
- chemische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren (UF3).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:
- Modelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen chemische Prozesse erklären oder vorhersagen (E6).
- bedeutende naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen (E7).

Kompetenzbereich Kommunikation:
- chemische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren (K3).

Kompetenzbereich Bewertung:
- begründet die Möglichkeiten und Grenzen chemischer und anwendungsbezogener Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten (B4).

Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltliche Schwerpunkte:
- Farbstoffe und Farbigkeit

Zeitbedarf: ca. 15 Std. à 60 Minuten

Qualifikationsphase 2 (GK) - Unterrichtsvorhaben VIII

Kontext: Bunte Kleidung			
Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Organische Verbindungen und Reaktionswege • Farbstoffe und Farbigkeit **Zeitbedarf**: ca. 15 Stunden à 60 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF1 Wiedergabe • UF3 Systematisierung • E6 Modelle • E7 Arbeits- und Denkweisen • K3 Präsentation • B4 Möglichkeiten und Grenzen **Basiskonzept (Schwerpunkt):** Basiskonzept Struktur – Eigenschaft, Basiskonzept Energie	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Farbige Textilien • Farbigkeit und Licht • Absorptionsspektrum • Farbe und Struktur	erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3). werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5)	**Bilder:** Textilfarben – gestern und heute im Vergleich **Erarbeitung:** Licht und Farbe, Fachbegriffe **Experiment:** Fotometrie und Absorptionsspektren **Arbeitsblatt:** Molekülstrukturen von farbigen organischen Stoffen im Vergleich	
Der Benzolring • Struktur des Benzols	beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer	**Film:** Das Traummolekül - August Kekulé und der Benzolring (FWU)	Gelegenheit zur Wiederholung der Reaktionsschritte aus

• Benzol als aromatisches System • Reaktionen des Benzols • Elektrophile Substitution	Grenzstrukturen und erläutern Grenzen dieser Modellvorstellungen (E6, E7). erklären die elektrophile Erstsubstitution am Benzol und deren Bedeutung als Beleg für das Vorliegen eines aromatischen Systems (UF1, UF3).	**Molekülbaukasten:** Ermittlung möglicher Strukturen für Dibrombenzol Info: Röntgenstruktur **Erarbeitung:** elektrophile Substitution am Benzol **Arbeitsblatt:** Vergleich der elektrophilen Substitution mit der elektrophilen Addition **Trainingsblatt:** Reaktionsschritte	
Vom Benzol zum Azofarbstoff • Farbige Derivate des Benzols • Konjugierte Doppelbindungen • Donator-/ Akzeptorgruppen • Mesomerie • Azogruppe	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-/ Akzeptorgruppen) (UF1, E6). erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe) (E6).	**Lehrerinfo:** Farbigkeit durch Substituenten Einfluss von Donator-/ Akzeptorgruppen, konjugierten Doppelbindungen **Erarbeitung:** Struktur der Azofarbstoffe **Arbeitsblatt**: Zuordnung von Struktur und Farbe verschiedener Azofarbstoffe	
Welche Farbe für welchen Stoff? • ausgewählte Textilfasern • bedeutsame Textilfarbstoffe	erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4).	**Lehrerinfo:** Textilfasern **Arbeitsteilige Gruppenarbeit:** Färben von Textilien, u.a. mit Indigo, einem Azofarbstoff Erstellung von Plakaten	Rückgriff auf die Kunststoffchemie (z.B. Polyester) Möglichkeiten zur Wiederholung und Vertiefung: • pH-Wert und der Einfluss auf die Farbe

• Wechselwirkung zwischen Faser und Farbstoff • Vor- und Nachteile bei Herstellung und Anwendung	beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4). recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).		• zwischenmolekulare Wechselwirkungen • Herstellung und Verarbeitung von Kunststoffen
Diagnose von Schülerkonzepten: · Trainingsblatt zu Reaktionsschritten Leistungsbewertung: · Klausur, Präsentation der Gruppenergebnisse			
Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen: Zahlreiche Informationen zu Farbe und Farbstoffen sind z.B. im folgenden Lexikon zusammengestellt: http://www.seilnacht.com/Lexikon/FLexikon.htm Auch zu aktuelleren Entwicklungen findet man Material: http://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/funktionelle+Farben.html			

11.6 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Sek. II - Leistungskurs

Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase 1 - Leistungskurs	
Unterrichtsvorhaben I: **Kontext**: *Säuren und Basen in Alltagsprodukten* **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF1 Wiedergabe • UF3 Systematisierung • E3 Hypothesen • E4 Untersuchungen und Experimente • E5 Auswertung • K1 Dokumentation • B2 Entscheidungen **Inhaltsfelder**: Säuren, Basen und analytische Verfahren **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen ◆ Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen ◆ Titrationsmethoden im Vergleich **Zeitbedarf**: ca. 30 Std. à 60 Minuten	***Unterrichtsvorhaben II:*** **Kontext**: *Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon* **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF1 Wiedergabe • UF3 Systematisierung • E1 Probleme und Fragestellungen • E2 Wahrnehmung und Messung • E4 Untersuchungen und Experimente • K2 Recherche • B1 Kriterien **Inhaltsfelder**: Elektrochemie **Inhaltlicher Schwerpunkt**: ◆ Mobile Energiequellen **Zeitbedarf**: ca. 25 Stunden à 60 Minuten

Unterrichtsvorhaben III: **Kontext**: *Elektroautos–Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse* **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF2 Auswahl • UF4 Vernetzung • E1 Probleme und Fragestellungen • E5 Auswertung • K2 Recherche • K4 Argumentation • B1 Kriterien • B4 Möglichkeiten und Grenzen **Inhaltsfelder**: Elektrochemie **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Mobile Energiequellen ◆ Elektrochemische Gewinnung von Stoffen ◆ Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse **Zeitbedarf**: ca. 16 Stunden à 60 Minuten	***Unterrichtsvorhaben IV:*** **Kontext**: *Entstehung von Korrosion und Schutzmaßnahmen* **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF1 Wiedergabe • UF3 Systematisierung • E6 Modelle • K2 Recherche • B2 Entscheidungen **Inhaltsfelder**: Elektrochemie **Inhaltlicher Schwerpunkt**: ◆ Korrosion und Korrosionsschutz **Zeitbedarf**: ca. 8 Std. à 60 Minuten
Unterrichtsvorhaben V: **Kontext**: *Biodiesel als Alternative zu Diesel aus Mineralöl*	

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: • UF4 Vernetzung • E4 Untersuchungen und Experimente • K2 Recherche • K3 Präsentation • B2 Entscheidungen • B3 Werte und Normen **Inhaltsfeld:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Organische Verbindungen und Reaktionswege ◆ Reaktionsabläufe **Zeitbedarf**: ca. 21 Stunden à 60 Minuten	
Summe Qualifikationsphase 1 (LK): 100 Unterrichtsstunden x 60 min = 5700 min	

Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase 1 - Leistungskurs

Qualifikationsphase 1 (LK) - Unterrichtsvorhaben I

Kontext: *Säuren und Basen in Alltagsprodukten*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Struktur-Eigenschaft
Chemisches Gleichgewicht
Donator-Akzeptor
Energie

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können…

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:
- Phänomene und Sachverhalte im Zusammenhang mit Theorien, übergeordneten Prinzipien und Gesetzen der Chemie beschreiben und erläutern (UF1).
- zur Lösung chemischer Probleme zielführende Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen chemischen Größen angemessen und begründet auswählen (UF2).
- chemische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren (UF3).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:
- komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden (E2).
- Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften durchführen oder deren Durchführung beschreiben (E4).
- Daten/Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder auch mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern (E5).
- selbstständig in unterschiedlichen Kontexten chemische Probleme identifizieren, analysieren und in Form chemischer Fragestellungen präzisieren (E1).

Kompetenzbereich Kommunikation:
- bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden (K1).
- zu chemischen und anwendungsbezogenen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen (K2).

Kompetenzbereich Bewertung:
- fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Maßstäbe bei Bewertungen von naturwissenschaftlich-technischen Sachverhalten unterscheiden und angeben (B1).

Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen
- Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen durch Titration

Zeitbedarf: ca. 27 Std. à 60 Minuten

Qualifikationsphase 1 (LK) - Unterrichtsvorhaben I

Kontext: Säuren und Basen in Alltagsprodukten			
Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen • Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen durch Titration • Titrationsmethoden im Vergleich **Zeitbedarf**: 27 Std. à 60 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF1 Wiedergabe • UF3 Systematisierung • E3 Hypothesen • E4 Untersuchungen und Experimente • E5 Auswertung • K1 Dokumentation • K2 Recherche • B2 Entscheidungen **Basiskonzepte (Schwerpunkte):** Basiskonzept Struktur-Eigenschaft Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht Basiskonzept Donator-Akzeptor Basiskonzept Energie	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Säuren in Alltagsprodukten	identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags mit Hilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted (UF1, UF3).	**Demonstration** von säurehaltigen Haushaltschemikalien und Nahrungsmitteln (z.B. Essigessenz, Sauerkraut, Milch, Aceto Balsamico, Wein, Fliesenreiniger	

		(Salzsäure), Lachsschinken (Ascorbat))	
Verwendung von Essigsäure und Bestimmung des Säuregehalts in Lebensmitteln • Indikatoren • Neutralisationsreaktion • Titration mit Endpunktbestimmung • Berechnung des Säuregehaltes	recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren unterschiedliche Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4). beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2). planen Experimente zur Bestimmung der Konzentration von Säuren und Basen in Alltagsprodukten bzw. Proben aus der Umwelt angeleitet und selbstständig (E1, E3). erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung über einen Indikator, führen diese zielgerichtet durch und werten sie aus (E3, E4, E5). nutzen chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Auswahl eines geeigneten Indikators für eine Titration mit Endpunktbestimmung (K2). bewerten die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von	**Demonstration** von essigsäurehaltigen Nahrungsmitteln **Essigessenz – ein Gefahrstoff?** **Schüler-Experiment:** Titration mit Endpunktbestimmung (Bestimmung des Essigsäuregehaltes in verschiedenen Essigsorten) **Arbeitsblatt** oder eingeführtes Fachbuch, Erarbeitung z. B. im **Lerntempoduett:** Übungsaufgaben zu Konzentrationsberechnungen	Integrierte Thematisierung von Sicherheitsaspekten: Fehlende Gefahrstoffsymbole auf der Essigessenz-Flasche ⇒ Hinweis auf Unterschiede bezüglich der Etikettierung von Chemikalien und Lebensmitteln **Wiederholung:** Stoffmengenkonzentration, Neutralisation als Reaktion zwischen Oxonium- und Hydroxid-Ion, Indikatoren **Bestimmung der Stoffmengenkonzentration, der Massenkonzentration und des Massenanteils**

	Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen (B1). bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5).		
Acetate als Säureregulatoren in Lebensmitteln - **Der funktionelle Säure-Base-Begriff** • saure und basische Salzlösungen • Protolysereaktion • konjugierte Säure-Base-Paare • Neutralisationswärme	identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags und beschreiben diese mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted (UF1, UF3). zeigen an Protolysereaktionen auf, wie sich der Säure-Base-Begriff durch das Konzept von Brønsted verändert hat (E6, E7). stellen eine Säure-Base-Reaktion in einem Funktionsschema dar und erklären daran das Donator-Akzeptor-Prinzip (K1, K3). erklären die Reaktionswärme bei Neutralisationen mit der zugrundeliegenden Protolyse (E3, E6).	Acetate und andere Salze als Lebensmittelzusätze zur Regulation des Säuregehaltes - **Sind wässrige Lösungen von Salzen neutral?** **Schüler-Experiment:** Untersuchung von Natriumacetat-Lösung und anderen Salzlösungen, z.B. mit Bromthymolblau **Ergebnis**: Unterschiedliche Salzlösungen besitzen pH-Werte im neutralen, sauren und alkalischen Bereich. **Arbeitsblatt oder eingeführtes Fachbuch:** • Säure-Base-Theorie nach Brønsted • Übungsaufgaben zu konjugierten Säure-Base-Paaren	**Wiederholung** des Prinzips von **Le Chatelier** zur Erklärung der Reaktion von Acetat mit Essigsäure

		• Regulation des Säuregehaltes, z.B. von Essigsäurelösung durch Acetat (qualitativ) **Kolloquien und ggf. schriftliche Übung**	Vorstellung der Acetate oder anderer Salze als Lebensmittelzusätze zur Verringerung des Säuregehalte

Der Säuregehalt des Wassers in Aquarien muss kontrolliert werden (*Den Säuregrad kann man messen)* • Autoprotolyse des Wassers • Ionenprodukt des Wassers • pH- und pOH-Wert • Leitfähigkeit	erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen frei beweglicher Ionen (E6). interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des K_S-Wertes (UF2, UF3). erläutern die Autoprotolyse und das Ionenprodukt des Wassers (UF1).	**Informationsblatt:** Wasserqualität im Aquarium Erstellung einer **Mind-Map,** die im Verlauf des Unterrichts weitergeführt wird. **Schüler-Experimente:** Messung der pH-Werte und Leitfähigkeit verschiedener Wassersorten • Aquarium-Wasser • Leitungswasser • Regenwasser • Teichwasser • stilles Mineralwasser • destilliertes Wasser **z. B. im Lehrer-Vortrag:** Erläutern der Autoprotolyse des Wassers und Herleitung des Ionenproduktes des Wassers **Arbeitsblatt oder eingeführtes Fachbuch:** Übungsaufgaben zum Ionenprodukt	Die Tatsache, dass für Aquarien ein bestimmter pH-Wertbereich empfohlen wird, führt zu der Frage, was genau der **pH-Wert** aussagt und wieso verschiedene „Arten“ von Wasser einen unterschiedlichen pH-Wert haben können. Wdh. des **MWG** z.B. als **vorbereitende HA** Zur Herleitung des Ionenproduktes eignet sich ein Arbeitsblatt unterstütztes **Lernprogramm** (siehe Hinweis unten). Einführung und Übung des Rechnens mit Logarithmen **Übung:** Angabe der Konzentration der Konzentration von Oxonium-Ionen in Dezimal-, Potenz- und logarith. Schreibweise unter Verwendung eines Taschenrechners **Mögliche Vertiefung**: Recherche der Analysen zur **Trinkwasserqualität** der örtlichen Wassserwerke

Warum ist 100 %ige Citronensäure genießbar, 37%ige Salzsäure aber nicht? - Die Stärken von Säuren und Basen *(Verschiedene Säuren bzw. Basen beeinflussen den pH-Wert ihrer wässrigen Lösungen unterschiedlich)* • starke und schwache Säuren • K_s – und pK_S –Werte zur Beschreibung der Säurestärke • K_B- und pK_B-Werte zur Beschreibung der Basenstärke • Ampholyte	interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des K_S-Wertes (UF2, UF3). berechnen pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen (Hydroxide) (UF2). berechnen pH-Werte wässriger Lösungen schwacher einprotoniger Säuren und entsprechender schwacher Basen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes (UF2). machen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktionen anhand einer Tabelle der K_S- und K_B- bzw. pK_S- und pK_B Werten (E3). erklären fachsprachlich angemessen und mithilfe von Reaktionsgleichungen den Unterschied zwischen einer schwachen und einer starken Säure bzw. einer schwachen und einer starken Base unter Einbeziehung des Gleichgewichtskonzepts (K3).	**Schüler-Experiment:** pH-Wertbestimmung: Verdünnungsreihen von Lösungen einer schwachen (Citronensäure oder Essigsäure) und einer starken Säure (Salzsäure) **Erarbeitung:** Ableitung der Säurekonstante K_S aus der Anwendung des MWG auf Protolysegleichgewichte **Partnerarbeit**, ggf. mit Klappaufgaben zur Selbstkontrolle: pH-Wertberechnungen für starke und schwache Säuren **z. B. Lerntempoduett als arbeitsteilige Partnerarbeit** (differenziert über Transfer auf starke und schwache Basen): Selbstständige Herleitung der Basenkonstante K_B und Anfertigen von Voraussagen zu pH-Werten von Salzlösungen unter Nutzung entsprechender Tabellen zu K_s- und K_B-Werten.	**Mögliche Kontexte:** **Rückgriff** auf **Säuren und Basen in Alltagsprodukten**, z.B. Salzsäure in Fliesenreinigern und Essig oder Citronensäure in Lebensmitteln. Wieso sind bestimmte Säuren genießbar, andere dagegen nicht? Warum entfernen verschiedene Säuren bei gleicher Konzentration den Kalk unterschiedlich gut?

		Bestätigungsexperiment entsprechend der dargebotenen Schülerlösungsansätze **z. B. Lerntheke** mit binnendifferenzierten Aufgaben zum Üben und Anwenden der Berechnungen von K_s- und pK_S -Werten sowie pH-Wertberechnungen für starke und schwache Säuren. (Übungsaufgaben ggf. als **Klappaufgaben** zur Selbstkontrolle oder im **Lerntempoduett** zu bearbeiten). **Schriftliche Übung**	
Wie ändert sich der pH-Wert bei Titrationen? • pH-metrische Titrationen von starken und schwachen Säuren • Auswertung von Titrationskurven verschiedener Säuren aus Haushalt und Umwelt (z.B. von Phosphorsäure in Colagetränken) • Bestimmung und Berechnung von ÄP bzw. HÄP (u.a. von mehrprotonigen Säuren)	dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstitration und einer pH-metrischen Titration mithilfe graphischer Darstellungen (K1). beschreiben und erläutern Titrationskurven starker und schwacher Säuren (K3). beschreiben eine pH-metrische Titration, interpretieren charakteristische Punkte der Titrationskurve (u.a. Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt) und erklären den Verlauf mithilfe des Protolysekonzepts (E5).	**Schüler-Experiment:** pH-metrische Titrationen von starken und schwachen Säuren (z. B.: Salzsäure- und Essigsäure-lösung) **z. B. Unterrichtsgespräch:** Interpretation der Titrationskurven verschiedener Säuren (auch anhand von **Simulationen,** vgl. Hinweise unten) Ggf. Erweiterung und Vertiefung mit anschließendem **Gruppen-puzzle**	**pH-metrische Titration** Titration einer starken Säure Titration einer schwachen Säure Titration einer mehrprotonigen Säure ÄP, Wendepunkt, Neutralpunkt, pH-Sprung **Durchführung einer Halbtitration** Bestimmung des K_S-Wertes über die Ermittlung des Halbäquivalenzpunktes Ausgehend von den unterschiedlichen pH-Werten der gleichkonzentrierten Lösungen starker und schwacher Säuren

			wird der pH-Verlauf der Titration untersucht. Ggf. **computergestütztes Experimentieren** oder Vergleich der experimentellen Kurve mit vorgegebenen Modellrechnungen (Hinweise siehe unten) Der Begriff des „**Puffers**“ kann hier unterstützend zur Erläuterung der Titrationskurven eingeführt werden, ausdrücklich ***nicht*** gefordert ist aber die mathematische Herleitung und damit zusammenhängend die Henderson-Hasselbalch-Gleichung.
Säuregehaltsmessung von Aceto Balsamico • Leitfähigkeitstitration verschiedener starker und schwacher Säuren und Basen • Fehlerdiskussion • Vertiefung und Anwendung: Graphen von Leitfähig-keitstitrationen unterschiedlich starker und schwacher Säuren und	beschreiben das Verfahren einer Leitfähigkeitstitration (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrations-bestimmung von Säuren bzw. Basen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt und werten vorhandene Messdaten aus (E2, E4, E5). dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstitration mithilfe graphischer Darstellungen (K1). erläutern die unterschiedlichen Leitfähigkeiten von sauren und alkalischen Lösungen sowie	**Schüler-Experiment:** Leitfähigkeitstitration verschiedener wässriger Lösungen *und von Aceto Balsamico mit Natronlauge.* (Vereinfachte konduktometrische Titration: Messung der Stromstärke gegen das Volumen) **Gruppenarbeit (ggf. arbeitsteilig):** • Graphische Darstellung der Messergebnisse • Interpretation der Ergebnisse der Leitfähigkeitstitration unter	Die Leitfähigkeitstitration als Verfahren zur Konzentrationsbestimmung von Säuren in farbigen Lösungen wird vorgestellt. Messgrößen zur Angabe der Leitfähigkeit **Fakultativ** *Vertiefung* oder *Möglichkeiten der Differenzierung*: • Betrachtung der Leit-fähigkeitstitration von mehrprotonigen Säuren

Basen schwacher Säuren und Basen • Leitfähigkeits- und pH-metrische Titration im Vergleich	von Salzlösungen gleicher Stoffmengen-konzentration (E6). erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen frei beweglicher Ionen (E6). vergleichen unterschiedliche Titrationsmethoden (u.a. Säure-Base-Titration mit einem Indikator, Leitfähigkeitstitration, pH-metrische Titration) hinsichtlich ihrer Aussagekraft für ausgewählte Fragestellungen (E1, E4). bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5).	Berücksichtigung der relativen Leitfähigkeit der Ionen • Bearbeitung von Materialien zur Diagnose von Schülervorstellungen • weitere **Lernaufgaben** (Vgl. zwischen pH-metrischer Titration und Leitfähigkeitstitration)	• Fällungstitration zwecks Bestimmung der Chlorid-Ionen-Konzentration in Aquariumswasser (s. UV II) • Einsatz von Materialien zur **Diagnose von Schülervorstellungen** (Hinweise siehe unten)
Welche Säuren oder Basen sind in verschiedenen Produkten aus Haushalt und Umwelt enthalten? • Einteilung von Säuren und Basen in Alltagsprodukten aufgrund ihres K_S-, K_B- bzw. pK_S-, pK_B-Wertes und Zuordnung zu ihrer	recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren unterschiedliche Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4). klassifizieren Säuren mithilfe von K_S-, K_B- und pK_S-, pK_B-Werten (UF3).	**Recherche und experimentelle arbeitsteilige Gruppenarbeit (Aufgabe:** Beurteilung der Wirkung verschiedener Säuren und Basen in Haushaltschemikalien, Nahrungsmitteln oder der Umwelt und ggf. deren Darstellung in der Werbung; Präsentation der Arbeitsergebnisse z. B. in Form populärwissenschaftlicher Artikel	Mögliche Untersuchungen: Vorkommen von Frucht-Säuren: Citronensäure, Vitamin C, Weinsäure etc.; Säuren als konservierende Lebensmittelzusatzstoffe **Putz- und Reinigungsmittel:** Verwendung von Säuren in verschiedenen **Entkalkern** (Putzmittel, Kaffeemaschinen, Zementschleier-

Verwendung • Beurteilung der Qualität, der Wirksamkeit und Umweltverträglichkeit verschiedener Reinigungsmittel	beschreiben den Einfluss von Säuren und Basen auf die Umwelt an Beispielen und bewerten mögliche Folgen (B3). beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2). bewerten die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen (B1). bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen auf der Grundlage von Kriterien der Produktqualität oder des Umweltschutzes (B4). vergleichen unterschiedliche Titrationsmethoden (u.a. Säure-Base-Titration mit einem Indikator, Leitfähigkeitstitration, pH-metrische Titration) hinsichtlich ihrer Aussagekraft für ausgewählte Fragestellungen (E1,E4)	einer Jugendzeitschrift oder im „Science Slam“)**:** Vorkommen und Verwendung von starken und schwachen Säuren bzw. Basen in Alltagsprodukten. Analyse einer ausgewählten Haushaltschemikalie, eines Nahrungsmittels oder einer Säure oder Base in der Umwelt unter den Kriterien Säure-/Basegehalt, Verwendungsbereich und Wirksamkeit, Gefahrenpotenzial beim Gebrauch, Umweltverträglichkeit und Produktqualität etc. Erstellen einer **Concept-Map** zur Zusammenfassung des Unterrichts-vorhabens (ggf. binnendifferenziert).	entferner usw.) bzw. Basen in **alkalischen Reinigungsmittel** (Rohrreiniger, Glasreiniger). Möglichkeiten der **Differenzierung:** • Betrachtung mehrprotoniger Säuren, z.B. Phosphorsäure in Cola • Konzentrationsbestimmung des Gesamtgehaltes an Säuren, z.B. Milchsäure und Ascorbinsäure in Sauerkraut • Erweiterung auf die Untersuchung anderer Säuren, z.B. Säuren in der Umwelt **Fakultativ:** Ergänzend zur arbeitsteiligen Experimentalarbeit können verschiedene Werbetexte zu säure- oder basehaltigen Alltagspro-dukten untersucht und entsprechende **Leserbriefe** verfasst werden.
Diagnose von Schülerkonzepten: Materialien zur Diagnose von Schülervorstellungen, Lernaufgaben, Protokolle, Übungsaufgaben mit differenzierenden Materialien, Concept-Map **Leistungsbewertung:**			

Kolloquien, Protokolle, schriftliche Übungen, Klausuren, Verfassen von wissenschaftlichen Artikeln

Hinweise auf eine Auswahl weiterführender Materialien und Informationen:

- **Lernaufgaben** zu Säuren und Basen siehe http://www.bildungsserver.de/elixier/
- Zur **Herleitung des Ionenprodukts** und entsprechenden Übungen siehe Materialien bei http://www.chemgapedia.de

- **Animation zur Reaktion von Natriumchlorid mit Schwefelsäure** siehe http://www.u-helmich.de/che/Q1/inhaltsfeld-2-sb/
- **Petermann, Friedrich, Barke, Oetken**: Säure-Base-Reaktionen. Eine an Schülervorstellungen orientierte Unterrichtseinheit. In: PdNCh 3 (2011) 60, S.10-15.
- konkrete Unterrichtsmaterialien zur **Diagnose** und dem Umgang von **Schülervorstellungen** in Anlehnung an o.g. Artikel: www.aulis.de/files/downloads/.../ChiS_2011_3_OE_**Petermann**.doc) (Philipps-Universität-Marburg)

- Materialien zu verschiedenen **Titrationen** u.a. bei:
  http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/
  http://www.u-helmich.de/che/Q1/inhaltsfeld-2-sb/
  http://www.kappenberg.com/
  http://www.chemieunterricht.de/dc2/echemie/leitf-02.htm (**Thermometrischen Titration**)
  http://www.hamm-chemie.de/
  http://www.chemiedidaktik.uni-jena.de/chedidmedia/Titration.pdf (**Experimentiermappe** zu Titrationen der Friedrich-Schiller-Universität-Jena)
  http://www.chids.online.uni-marburg.de/dachs/praktikumsprotokolle/PP0053Bestimmung_der_Gesamtsaeure_von_Most.pdf
- zu **Essig** u.a.: http://www.chemieunterricht.de/dc2/essig/

- Zur Herleitung des Ionenprodukts und entsprechenden Übungen siehe Materialien bei http://www.chemgapedia.de
- http://www.chemie1.uni-rostock.de/didaktik/pdf/reinigungsmittel.pdf
- http://www.chemiedidaktik.uni-jena.de/chedidmedia/Haushaltsreiniger.pdf
- http://www.seilnacht.com/Lexika/Lebensmittelzusatzstoffe
- http://www.schule-studium.de/chemie/chemieunterricht (Verwendung bzw. Vorkommen von Säuren im Alltag)
- http: //www.chemieunterricht.de/dc2/wsu-grund/kap_14.htm (14 Säuren, Basen, Salze- Prof. Blumes Bildungsserver)

- Säuren und Basen im Alltag:

http://www.seilnacht.com/Lexika/Lebensmittelzusatzstoffe
http://www.schule-studium.de/chemie/chemieunterricht (Verwendung bzw. Vorkommen von Säuren im Alltag)
http: //www.chemieunterricht.de/dc2/wsu-grund/kap_14.htm (14 Säuren, Basen, Salze- Prof. Blumes Bildungsserver)

Qualifikationsphase 1 (LK) - Unterrichtsvorhaben II

Kontext: *Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Donator-Akzeptor
Basiskonzept Energie
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:
- Phänomene und Sachverhalte im Zusammenhang mit Theorien, übergeordneten Prinzipien und Gesetzen der Chemie beschreiben und erläutern (UF1).
- chemische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren (UF3).
- Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines gut vernetzten chemischen Wissens erschließen und aufzeigen (UF4).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:
- selbständig in unterschiedlichen Kontexten chemische Probleme identifizieren, analysieren und in Form chemischer Fragestellungen präzisieren (E1).
- komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden (E2).
- Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften durchführen und deren Durchführung beschreiben. (E4).
- Modelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen chemische Prozesse erklären oder vorhersagen (E6).

Kompetenzbereich Kommunikation:
- zu chemischen und anwendungsbezogenen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen (K2).

Kompetenzbereich Bewertung:

- fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Maßstäbe bei der Bewertung von naturwissenschaftlich-technischen Sachverhalten unterscheiden und angeben (B1).

Inhaltsfeld: Elektrochemie

Inhaltlicher Schwerpunkt:
- Mobile Energiequellen

Zeitbedarf: ca. 23 Std. à 60 Minuten

Qualifikationsphase 1 (LK) - Unterrichtsvorhaben II

Kontext: Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon

Inhaltsfeld: Elektrochemie

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Mobile Energiequellen

Zeitbedarf: ca. 23 Stunden à 60 Minuten

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

- UF1 Wiedergabe
- UF3 Systematisierung
- E1 Probleme und Fragestellungen
- E2 Wahrnehmung und Messung
- E4 Untersuchungen und Experimente
- K2 Recherche
- B1 Kriterien

Basiskonzepte:

- Basiskonzept Donator-Akzeptor
- Basiskonzept Energie
- Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Batterien und Akkumulatoren für Elektrogeräte: - **elektrochemische Energiequellen** • Aufbau einer Batterie	dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1).	**Demonstration:** • Auswahl von Batterien und Akkumulatoren als Anschauungsobjekte • Analyse der Bestandteile und Hypothesen zu deren möglichen Funktionen. **Skizze des Aufbaus**	Planung der Unterrichtsreihe mit einer vorläufigen **Mind-Map**, die im Verlauf der Unterrichtsreihe ergänzt wird Wiederholung bekannter Inhalte aus der SI

		Einfache Handskizze mit Beschriftung der Bestandteile **Eingangsdiagnose: z.B. Klapptest**	
Wie kommt der Elektronenfluss (Stromfluss) in einer Batterie zustande? - •Redoxreihe der Metalle •Prinzip galvanischer Zellen (u.a. Daniell-Element)	stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3). erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7). entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallen/ Metallionen und Nichtmetallen/ Nichtmetallionen (E3). erklären den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (u.a. Daniell-Element) (UF1, UF3).	**Schülerexperimente (z.B. Lernstraße):** Reaktion von verschiedenen Metallen und Salzlösungen Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen Ableitung der Redoxreihe **Lernaufgabe:** z.B. Reycling von Silbersalzen: Welches Metall eignet sich als Reduktionsmittel? **Demonstrationsexperiment:** • Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element) • Demonstration der Spannung und des Stromflusses **Lernaufgabe** zu Aufbau und Funktion weiterer galvanischer Zellen, z.B. einer Zink-Silber-Zelle	Aufgreifen und Vertiefen des „erweiterten“ Redoxbegriffs aus der Einführungsphase. **Binnendifferenzierung** durch Zusatzversuche in der Lernstraße und abgestufte **Lernhilfen** für die Auswertung der Experimente. Ggf. **Animationen** zu galvanischen Elementen (vgl. Hinweise unten). Ggf Berücksichtigung von **Fehlvorstellungen** zur Funktion des Elektrolyten (vgl. Hinweise unten).
Wieso haben verschiedene Batterien unterschiedliche Spannungen?	planen Experimente zum Aufbau galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab (E1, E2, E4, E5).	**Hinführendes Experiment: Elektronendruck von Metallen** Messung der Spannung zwischen verschiedenen Metallelektroden,	ggf. Thematisierung der **elektrochemischen Doppelschicht**

• Elektrochemische Spannungsreihe der Metalle • Standardwasserstoffelektrode	entwickeln aus vorgegebenen Materialien galvanische Zellen und treffen Vorhersagen über die zu erwartende Spannung unter Standardbedingungen (E1, E3). beschreiben den Aufbau einer Standard-Wasserstoff Halbzelle (UF1). berechnen Potentialdifferenzen unter Nutzung der Standardelektrodenpotentiale und schließen auf die möglichen Redoxreaktionen (UF2, UF3).	die gemeinsam im Wasserbehälter stehen Bildung von Hypothesen und Planung von Experimenten zur Spannungsreihe **Schülerexperimente (Gruppenarbeit): Spannungsreihe der Metalle** **Experiment:** galvanische Zellen aus „Metallhalbzellen“ und „Nichtmetallhalbzellen“, z.B.: Zn/Zn^{2+} // I^- /I_2/Graphit. Einordnung der Nichtmetalle in die elektrochemische Spannungsreihe **Demonstrationsexperiment mit arbeitsblattgestütztem Lehrervortrag:** Aufbau einer Standardwasserstoffelektrode und Bedeutung als Bezugshalbelement $Pt/H_2/H^+//Cu^{2+}/Cu$ **Übungsaufgaben:**	

		Voraussagen über den Ablauf chemischer Reaktionen mithilfe der Standardpotentiale	
Welchen Einfluss haben die Konzentrationen der Elektrolytlösungen auf die Spannung einer galvanischen Zelle? •Konzentrationszellen • Nernst-Gleichung	planen Versuche zur quantitativen Bestimmung einer Metallionen-Konzentration mithilfe der Nernst-Gleichung (E4). werten Daten elektrochemischer Untersuchungen mithilfe der Nernst-Gleichung und der Faraday-Gesetze aus (E5). berechnen Potentiale und Potentialdifferenzen mithilfe der Nernst-Gleichung und ermitteln Ionenkonzentrationen von Metallen und Nichtmetallen (u.a. Wasserstoff und Sauerstoff) (UF2).	**Experiment: Silber/ Silberionen-Konzentrationszelle** Ableitung der Nernstgleichung, z.B. im **gelenkten Unterrichtsgespräch** **Übungsaufgaben zur Nernst-Gleichung** Berechnung von Zellspannungen und Konzentrationen	Ggf. hinführendes **Experiment** zur Konzentrationsabhängigkeit, z.B.: Zink/gesättigte Zinksulfatlösung **Fakultativ**: Messprinzip einer pH-Wert Bestimmung als Anwendung der Nernst-Gleichung. Vernetzung zum Unterrichtsvorhaben I möglich
Knopfzellen für Hörgeräte: •Die Zink-Luft-Zelle	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).	**Demonstration**: Knopfzelle für Hörgeräte **Schülerexperiment: Modellexperiment einer Zink-Luft-Zelle** Vergrößerung der Oberfläche der Graphitelektrode durch Aktivkohle	Informationen und Hinweise zum Modellexperiment siehe [4]
Lässt sich eine Zink-Luft-Zelle wieder aufladen? • Die Elektrolyse	beschreiben und erläutern Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3). diskutieren die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der Gewinnung, Speicherung und	**Informationstext:** Bedeutung von Akkumulatoren für das Stromnetz zum Ausgleich von Spannungsschwankungen, die bei Nutzung regenerativer Stromquellen (Wind, Sonne) auftreten	Informationen und Modellexperiment siehe [4]

	Nutzung elektrischer Energie in der Chemie (B4). deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF4). erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6). analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5).	**Schülerexperiment:** Laden (und Entladen) eines Zink-Luft-Akkumulators Vergleich galvanische Zelle - Elektrolysezelle	

Batterien und Akkumulatoren im Alltag	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). recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3). argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4). vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle, Alkaline-Zelle) (B1).	**Arbeitsteilige Gruppenarbeit mit Kurz-Präsentation:** Recherche, selbstständige Erarbeitung der Bedeutung, des Aufbaus und der Redoxreaktionen von mobilen Spannungsquellen, z.B.: • Bleiakkumulator • Alkaline-Batterie • Nickel-Metallhydrid-Akkumulator • Zink-Silberoxid-Knopfzelle • Lithium-Ionen-Akkumulator Erstellung einer **Concept Map** mit Begriffen dieses Unterrichtsvorhabens	Guppenarbeit ggf. mit Schülerexperimenten, die **Präsentation kann** z.B. als „Wiki“ für Jugendliche, Portfolio oder als Poster (mit Museumsgang) erfolgen. **Binnendifferenzierung** durch die Auswahl der Themen <u>Energiespeicherung</u> Energiespeicherung Energieumwandlung Erzeugung von Brennstoffen: - Fotokatalytische Wasserspaltung - Sabatier-Prozess - Power-to-Gas - Power-to-Liquid Wärmespeicher Pumpspeicherwerke
<u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u> • Eingangsdiagnose zu Beginn der Unterrichtsreihe • Mind-Map zu elektrochemischen Spannungsquellen • Versuchsprotokolle • Concept-Map zu Begriffen der Elektrochemie <u>Leistungsbewertung:</u>			

- Präsentationen zu mobilen Energiequellen
- Lernaufgaben
- Klausuren / Facharbeit

Hinweise auf eine Auswahl weiterführender Materialien und Informationen:

- http://chik.die-sinis.de/phocadownload/Material/stationenlernen%20akkus%20und%20batterien.pdf
  Stationenlernen mit Experimenten der Arbeitsgruppe Chemie im Kontext (Kölner Modell): Wie bei Chemie im Kontext üblich, werden Bezüge zwischen dem geplanten fachlichen Inhalt und der Lebenswirklichkeit von Schülerinnen und Schülern hergestellt. Das soll den Zugang zum Fachthema erleichtern und sie ermutigen, Fragen zu formulieren. Vielfältige Tipps und Informationen. Ausgehend von Redoxreaktionen aus der SI werden die Donator-Akzeptor-Reaktionen dargestellt und vielfältige Informationen zu Batterien und Akkumulatoren geliefert.
- http://www.chemie-interaktiv.net Tausch/Schmitz, Rheinisch-Bergische Universität Wuppertal: Animationen zu elektrochemischen Prozessen.
- *http://www.grs-batterien.de/verbraucher/ueber-batterien.html Broschüre: „Die Welt der Batterien“*
  Broschüre der Hersteller von Batterien und Akkumulatoren mit Aspekten zur Historie, zum Aufbau und zur Funktion und zum Recycling
- Maximilian Klaus, Martin Hasselmann, Isabel Rubner, Bernd Mößner und Marco **Oetken**, in: CHEMKON 2014, 21, Nr. 2, S. 65 - 71
  Metall-Luft-Batterien mit einer neuartigen Kohleelektrode - Moderne elektrochemische Speichersysteme im Schulexperiment
- https://eldorado.tu-dortmund.de/bitstream/2003/2464/2/Marohnunt.pdf
  A. Marohn, Falschvorstellungen von Schülern in der Elektrochemie - eine empirische Untersuchung, Dissertation , TU Dortmund (1999)
- http://forschung-energiespeicher.info
  Informationen zu aktuellen Projekten von Energiespeichersystemen, u.a. Redox-Flow-Akkumulatoren, Zink-Luft-Batterien, Lithium-Akkumulatoren.http://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/chemie/gym/fb3/modul1/
  Landesbildungsserver Baden-Würtemberg mit umfangreicher Materialsammlung zur Elektrochemie.
- www.aktuelle-wochenschau.de (2010)
- GdCh (Hrsg.): HighChem hautnah: Aktuelles über Chemie und Energie, 2011, ISBN: 978-3-936028-70-6
- Deutsche Bunsen-Gesellschaft für physikalische Chemie: (Hrsg.) Von Kohlehalden und Wasserstoff: Energiespeicher – zentrale Elemente der Energieversorgung, 2013, ISBN: 978-3-9809691-5-4

Qualifikationsphase 1 (LK) - Unterrichtsvorhaben III

Kontext: *Elektroautos – Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Donator-Akzeptor
Basiskonzept Energie

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:
- zur Lösung chemischer Probleme zielführende Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen chemischen Größen angemessen und begründet auswählen (UF2)
- Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines gut vernetzten chemischen Wissens erschließen und aufzeigen (UF4).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:
- selbstständig in unterschiedlichen Kontexten chemische Probleme identifizieren, analysieren und in Form chemischer Fragestellungen präzisieren (E1)
- Daten/Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder auch mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern (E5).

Kompetenzbereich Kommunikation:
- zu chemischen und anwendungsbezogenen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen (K2)
- sich mit anderen über chemische Sachverhalte und Erkenntnisse kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen (K4).

Kompetenzbereich Bewertung:
- fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Maßstäbe bei Bewertungen von naturwissenschaftlich-technischen Sachverhalten unterscheiden und angeben (B1).
- begründet die Möglichkeiten und Grenzen chemischer und anwendungsbezogener Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten (B4).

Inhaltsfeld: Elektrochemie

Inhaltliche Schwerpunkte:
- Mobile Energiequellen
- Elektrochemische Gewinnung von Stoffen
- Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse

Zeitbedarf: ca. 16 Std. à 60 Minuten

Qualifikationsphase 1 (LK) - Unterrichtsvorhaben III

Kontext: Elektroautos – Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse			
Inhaltsfeld: Elektrochemie			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Mobile Energiequellen • Elektrochemische Gewinnung von Stoffen • Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse **Zeitbedarf**: ca. 16 Stunden à 60 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF2 Auswahl • UF4 Vernetzung • E1 Probleme und Fragestellungen • E5 Auswertung • K2 Recherche • K4 Argumentation • B1 Kriterien • B4 Möglichkeiten und Grenzen **Basiskonzepte (Schwerpunkte):** Basiskonzept Donator-Akzeptor, Basiskonzept Energie	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Autos, die nicht mit Benzin fahren Akkumulatoren	erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegender Aspekte galvanischer Zellen	**Bilder und Texte zu Elektromobilen** - Stromversorgung mit Akkumulatoren - Stromversorgung mit Brennstoffzellen	Aufriss der Unterrichtsreihe Internetrecherche oder Auswertung vorgegebener Materialien der Lehrkraft

	(u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4). analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5). stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3). recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3).	**Beschreibung und Auswertung einer schematischen Darstellung** zum Aufbau eines Bleiakkumulators **Lehrerdemonstrationsexperiment** Entladen und Laden eines Bleiakkumulators **Beschreibung und Deutung der Beobachtungen in Einzelarbeit unter Nutzung des Schulbuches** **Schüler-Kurzvortrag** zum Laden und Entladen des Bleiakkumulators **Recherche** zum Lithium-Ionen-Akkumulator: schematischer Aufbau und Prinzip der Reaktionsabläufe beim Laden und Entladen in **Partnerarbeit** im Internet oder mithilfe von der Lehrkraft bereitgestellten Materialien **Diskussion** der Vorzüge und Nachteile des Bleiakkumulators und des Lithium-Ionen-Akkumulators im Vergleich für den Betrieb von Elektroautos	Beschreibung der Teile und des Aufbaus eines Bleiakkumulators; Vermutungen über die Funktion der Teile Aufgreifen und Vertiefen der Begriffe: Anode, Kathode, galvanisches Element, Redoxreaktion; Elektrolyse Selbstständige Partnerarbeit oder Gruppenarbeit, Vorstellen der Ergebnisse in Kurzvorträgen Die Rechercheergebnisse müssen gesichert werden, z.B. durch eine Skizze zum Aufbau des Akkumulators, Reaktions-gleichungen und einen eigen-ständig verfassten Kurztext
Brennstoffzelle	erläutern den Aufbau und die Funktionsweise einer Wasserstoff-Brennstoffzelle (UF1, UF3).	**Schülervortrag mit Demonstrationsexperiment und Handout** - Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle - Aufbau und Reaktionsabläufe	Sachaspekte, die zu berücksichtigen sind: Reihen- und Parallelschaltung, Anforderung eines Elektromobils, elektrische

	erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6). analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5). recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3).	**Lehrerinformationen** zum Unterschied Energiespeicher / Energiewandler Vergleich Akkumulator und Brennstoffzelle	Energie, elektrische Leistung, Spannung eines Brennstoffzellen-Stapels (Stacks)
Woher bekommt das Brennstoffzellen-Auto den Wasserstoff, seinen Brennstoff? • Quantitative Elektrolyse • Zersetzungsspannung • Faraday-Gesetze • Wasserstoff als Energieträger	beschreiben und erläutern Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3). deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF 4). erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2). schließen aus experimentellen Daten auf elektrochemische Gesetzmäßigkeiten (u.a. Faraday-Gesetze) (E6).	**Demonstrationsexperiment:** Elektrolyse von angesäuertem Wasser Aufnahme einer Stromstärke-Spannungskurve, Grafische Ermittlung der Zersetzungsspannung **Hypothesenbildung, selbstständige Versuchsplanung, Schülerexperiment** zur Untersuchung der Elektrolyse in	Reflexion des Experiments: Redoxreaktion, exotherme Reaktion, Einsatz von elektrischer Energie: $W = U*I*t$, Zersetzungsspannung Vergleich mit der errechneten Spannung aus den Redoxpotentialen Anlage einer übersichtlichen Wertetabelle, grafische Auswertung, Schüler- oder Lehrerexperiment

	erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2). werten Daten elektrochemischer Untersuchungen mithilfe der Nernst-Gleichung und der Faraday-Gesetze aus (E5). dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1).	Abhängigkeit von der Stromstärke und der Zeit. $n \sim I*t$ **Lehrerdemonstrationsexperiment:** Quantitative Kupferabscheidung aus einer Kupfer(II)-sulfat-Lösung zur Bestimmung der Faraday-Konstante **Lehrervortrag** Formulierung der Faraday-Gesetze **Übungsaufgaben in Einzel- und Partnerarbeit:** Berechnung der elektrischen Energie, die zur Gewinnung von z.B. 1 m^3 Wasserstoff notwendig ist, hier auch Aufgaben zur abgeschiedenen Masse	Selbstständiger Umgang mit Größen der Chemie und der Elektrochemie in Einzelarbeit; Korrektur in Partnerarbeit Vorgabe des molaren Volumens $V_m = 24$ L/mol bei Zimmertemperatur und 1013 hPa
Antrieb eines Kraftfahrzeugs heute und in der Zukunft Energiegewinnung und Energiespeicherung im Vergleich (*Vergleich einer Brennstoffzelle mit einer Batterie und einem Akkumulator; Verbrennung*	argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4). erläutern und beurteilen die elektrolytische Gewinnung eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B3). vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle, Alkaline-Zelle) (B1).	**Expertendiskussion**: **Woher sollte der elektrische Strom zum Laden eines Akkumulators und zur Gewinnung des Wasserstoffs kommen?** Vergleichende Betrachtung von Benzin, Diesel, Erdgas, Akkumulatoren und Brennstoffzellen zum Antrieb eines Kraftfahrzeuges - ökologische und ökonomische Aspekte - Energiewirkungsgrad	Sammeln und Bewerten von Argumenten (ggf. Rechercheaufgabe als vorbereitende Hausaufgabe) Fakultativ: Wasserstoff aus Erdgas

von Kohlenwasserstoffen, Ethanol/Methanol, Wasserstoff)	diskutieren die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie (B4). diskutieren Möglichkeiten der elektrochemischen Energiespeicherung als Voraussetzung für die zukünftige Energieversorgung (B4).	*mögliche Aspekte: Gewinnung der Brennstoffe, Akkumulatoren, Brennstoffzellen, Reichweite mit einer Tankfüllung bzw. Ladung, Anschaffungskosten, Betriebskosten, Umweltbelastung*	

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Umgang mit Größengleichungen analysieren und korrigieren

Leistungsbewertung:

- Mitwirkung bei der Versuchsplanung, sorgfältige Auswertung quantitativer Experimente, Schülervortrag, Anteil an Gruppenarbeit

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 mir einer PEM-Zelle wird ausführlich beschrieben in http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Workshopbaende/ws2007/ws2007_07.pdf.

http://www.diebrennstoffzelle.de

Sehr ergiebige Quelle zu vielen Informationen über die Wasserstoffenergiewirtschaft, Brennstoffzellen und ihre Eigenschaften.

Qualifikationsphase 1 (LK) - Unterrichtsvorhaben IV

Kontext: *Entstehung von Korrosion und Korrosionsschutzmaßnahmen*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Donator-Akzeptor
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Schülerinnen und Schüler können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:
- chemische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren (UF3).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:
- Modelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen chemische Prozesse erklären oder vorhersagen (E6).

Kompetenzbereich Kommunikation:
- zu chemischen und anwendungsbezogenen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen (K2).

Kompetenzbereich Bewertung:
- Auseinandersetzungen und Kontroversen zu chemischen und anwendungsbezogenen Problemen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Standpunkte auf der Basis von Sachargumenten vertreten (B2).

Inhaltsfeld: Elektrochemie

Inhaltliche Schwerpunkte:
- Korrosion und Korrosionsschutz

Zeitbedarf: ca. 8 Std. à 60 Minuten

Qualifikationsphase 1 (LK) - Unterrichtsvorhaben IV

Kontext: Entstehung von Korrosion und Korrosionsschutzmaßnahmen

Inhaltsfeld: Elektrochemie

Inhaltliche Schwerpunkte:	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**
• Korrosion und Korrosionsschutz **Zeitbedarf**: ca. 8 Stunden à 60 Minuten	• UF3 Systematisierung • E6 Modelle • K2 Recherche • B2 Entscheidungen **Basiskonzepte (Schwerpunkte):** Basiskonzept Donator-Akzeptor Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Korrosion vernichtet Werte • Merkmale der Korrosion • Kosten von Korrosionsschäden	recherchieren Beispiele für elektrochemische Korrosion und referieren über Möglichkeiten des Korrosionsschutzes (K2, K3). diskutieren ökologische Aspekte und wirtschaftliche Schäden, die durch	**Abbildungen** zu Korrosionsschäden oder **Materialproben** mit Korrosionsmerkmalen Sammlung von Kenntnissen und Vorerfahrungen zur Korrosion **Recherche** zu Kosten durch Korrosionsschäden	Mind-Map zu einer ersten Strukturierung der Unterrichts-reihe, diese begleitet die Unterrichtsreihe und wird in den Stunden bei Bedarf ergänzt

	Korrosionsvorgänge entstehen können (B2).		Internetrecherche oder Auswertung vorgegebener Materialien der Lehrkraft
Ursachen von Korrosion • Lokalelement • Rosten von Eisen - Sauerstoffkorrosion - Säurekorrosion	erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge und Maßnahmen zum Korrosionsschutz (u.a. galvanischer Überzug, Opferanode) (UF1, UF3). erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/ Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7).	**Schüler- oder Lehrerexperiment** Experimentelle Erschließung der elektrochemischen Korrosion (z.B. Säurekorrosion von Zink mit und ohne Berührung durch Kupfer; Nachweis von Eisen(II)-Ionen und Hydroxid-Ionen bei der Sauerstoffkorrosion von Eisen) **Schülerexperimente** Bedingungen, die das Rosten fördern	Selbstständige Auswertung der Experimente mithilfe des Schulbuches oder bildlicher und textlicher Vorgaben durch die Lehrkraft Aufgreifen und Vertiefen der Inhalte und Begriffe: Anode, Kathode, galvanisches Element, Redoxreaktion Visualisierung der Korrosionsvorgänge z.B. anhand von **Trickfilmen** [3]
Schutzmaßnahmen • Galvanisieren • kathodischer Korrosionsschutz	erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge und Maßnahmen zum Korrosionsschutz (u.a. galvanischer Überzug, Opferanode) (UF1, UF3). bewerten für konkrete Situationen ausgewählte Methoden des Korrosionsschutzes bezüglich ihres Aufwandes und Nutzens (B3, B2).	**Lehrer- oder Schülerexperiment** Verkupfern oder Verzinken eines Gegenstandes **Bilder oder Filmsequenz** zum Verzinken einer Autokarosserie durch Galvanisieren und Feuerverzinken **Welcher Korrosionsschutz ist der beste?** Bewertung des Korrosionsschutzes nach Darstellung einiger	Anode aus Kupfer bzw. Zink zur Verdeutlichung der Teilnahme der Anode an einer Elektrolyse; selbstständige Auswertung des Experimentes mithilfe des Schulbuches Sammeln und Bewerten von Argumenten

		Korrosionsschutzmaßnahmen durch Kurzreferate	

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Alltagsvorstellungen zur Korrosion

Leistungsbewertung:

- Durchführung von Experimenten, Auswertung der Experimente, Kurzreferate
- Klausuren/Facharbeiten

Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:

1. www.korrosion-online.de Umfangreiches Informations- und Lernangebot rund um das Thema *Korrosion* und Korrosionsschutz. Weist auch viele interessante und vielfältige Abbildungen zur Korrosion auf.
2. http://*daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/korrosion/korrosion.htm* 20.09.2010 - Beschreibung von Erscheinungsformen für *Korrosion* und Maßnahmen zur Vermeidung bzw. zum Korrosionsschutz.
3. In dem VHS-Video „Korrosion und Korrosionsschutz“ (FWU 4202818) werden mit Hilfe von Tricksequenzen - die Vorgänge bei der Entstehung von Rost und die gängigsten Verfahren (Aufbringen eines Schutzüberzugs aus einem unedleren Metall durch Schmelztauchen, Einsatz einer Opferanode, Galvanisieren) gezeigt, um Metalle vor Korrosion zu schützen.

Qualifikationsphase 1 (LK) - Unterrichtsvorhaben V

Kontext: *Biodiesel als Alternative zu Diesel aus Mineralöl*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Struktur – Eigenschaft
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht
Basiskonzept Energie (Donator-Akzeptor)

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können…

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:
- chemische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren (UF3).
- Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines gut vernetzten chemischen Wissens erschließen und aufzeigen (UF4).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:
- mit Bezug auf Theorien, Konzepte, Modelle und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten (E3).
- Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften durchführen oder deren Durchführung beschreiben (E4).

Kompetenzbereich Kommunikation:
- zu chemischen und anwendungsbezogenen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen (K2).
- chemische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren (K3).

Kompetenzbereich Bewertung:
- Auseinandersetzungen und Kontroversen zu chemischen und anwendungsbezogenen Problemen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Standpunkte auf der Basis von Sachargumenten vertreten (B2).
- an Beispielen von Konfliktsituationen mit chemischen Hintergründen kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten (B3).

Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltliche Schwerpunkte:
Organische Verbindungen und Reaktionswege
Reaktionsabläufe

Zeitbedarf: ca. 21 Std. à 60 Minuten

Qualifikationsphase I (LK) - Unterrichtsvorhaben V

Kontext: Biodiesel als Alternative zu Diesel aus Mineralöl			
Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Organische Verbindungen und Reaktionswege • Reaktionsabläufe **Zeitbedarf**: ca. 21 Stunden à 60 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF3 Systematisierung • UF4 Vernetzung • K2 Recherche • K3 Präsentation • B2 Entscheidungen • B3 Werte und Normen **Basiskonzepte (Schwerpunkte):** Basiskonzept Struktur-Eigenschaft, Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht, Basiskonzept Donator-Akzeptor	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Kein Fahrspaß ohne Erdöl?	recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3). beschreiben den Aufbau der Moleküle (u. a. Strukturisomerie) und die charakteristischen Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihre chemischen Reaktionen (u. a. Veresterung, Oxidationsreihe der Alkohole) (UF1, UF3).	Informationen/Medienberichte zum Themenkomplex "Endlichkeit des Erdöls, Notwendigkeit der Nutzung alternativer Kraftstoffe" [1] **Erstellen eines Überblicks** über konventionelle und alternative Kraftstoffe [2], z. B. in Form eines Clusters **Kurzreferat,** z. B. auf Basis eines **Zeitungsartikels** [1][2], zum vermuteten Ende des Ölzeitalters	Recherche im Computerraum oder als Hausaufgabe Ausgehend vom Cluster zu den Kraftstoffen kann das Unterrichtsvorhaben strukturiert werden

	verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).	Ersatz von Kohlenwasserstoffen durch z. B. Ethanol, Methanol, Rapsölmethylester (Biodiesel)	Während der Unterrichtsreihe wird schrittweise eine Übersicht „Stoffklassen und Reaktionswege“ erstellt
Gewinnung von konventionellen Kraftstoffen aus Erdöl *(Erdöl - ein Gemisch vielfältiger Kohlenwasserstoffe)* • fraktionierte Destillation, Alkane, homologe Reihe, Isomerie • zwischenmolekulare Wechselwirkungen Verbrennung von Kohlenwasserstoffen	erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4). erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften voraus (UF1). erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3).	**Demonstration** von Erdöl und Erdölprodukten: Erdöl, Teer, Paraffin, Heizöl, Diesel, Superbenzin, Super E10, Schwefel **Film:** Gewinnung von Kohlenwasserstoffen aus Erdöl Die fraktionierende Destillation **Arbeitsblatt** mit Destillationsturm **Arbeitsblätter** zur Vielfalt der Kohlenwasserstoffe (Einzelarbeit, Korrektur in Partnerarbeit) **Film/ Animation:** Verbrennung von Kohlenwasserstoffen im Otto- und Dieselmotor **Arbeitsblatt** mit Darstellung der Takte	Thema: Vom Erdöl zum Superbenzin – Kartenabfrage vor Themenformulierung Selbstständige Auswertung des Films mithilfe des Arbeitsblattes; mündliche Darstellung der Destillation, Klärung des Begriffs Fraktion Wdhg.: Summenformel, Strukturformel, Nomenklatur; Stoffklassen: Alkane, Cycloalkane, Alkene, Cycloalkene, Alkine, Aromaten (ohne Erklärung der Mesomerie), Nutzung des eingeführten Schulbuchs Internet-Recherche mit dem Stichwort „Viertakt-Ottomotor“ Methodische Anregung: Kommentierung der Animation durch die Lernenden

• Cracken, Alkene Halogenalkane		**Problem/Überleitung:** Anteil der Benzinfraktion geringer als der Bedarf (Grafik) **Demonstrationsexperiment** zum Cracken Kraftfahrzeugbenzin – Verbrennung und Veredelung (Cracken, Reformieren)	Wiederholung: Aufstellen von Reaktionsgleichungen zur Verbrennung von Kohlenwasserstoffen, Berechnung des CO_2-Ausstoßes, etc. Benzin aus der Erdöldestillation genügt dem Anspruch der heutigen Motoren nicht Versuchsskizze, Beschreibung und weitgehend selbstständige Auswertung
Was soll ich tanken: Super oder Super plus? Klopffestigkeit, Octanzahl, Klopfschutzmittel Halogenalkane	formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und einer nucleophilen Substitution und erläutern diese (UF1). beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle den Verlauf ausgewählter chemischer Reaktionen in Teilschritten (K3).	Überblick über Kraftstoffbestandteile und ihre Octanzahlen [7], **Exkurs:** Nachweis von Doppelbindungen **Experiment/Film:** Addition von Brom an die Doppelbindung von Alkenen **Erarbeitung mit anschließender Darstellung des Reaktionsmechanismus,** z. B. als Stop-motion-Film	Möglicher Zugang zur Octanzahl: Tanken im Ausland, z. B. Dänemark mit den Kraftstoffen *Blyfri 95* und *Blyfri 98* *Alternativ besteht bereits hier die Möglichkeit der Vertiefung der elektrophilen Addition bei nicht symmetrischen Alkenen (Markownikow Regel) am Bsp. der Synthese von ETBE*

Ketone	beschreiben den Aufbau der Moleküle (u. a. Strukturisomerie) und die charakteristischen Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihre chemischen Reaktionen (u.a. Veresterung, Oxidationsreihe der Alkohole) (UF1, UF3).	**Zuordnung der Stoffe zu Stoffklassen**, u. a. das Aceton, als Bestandteil von Formel-1-Treibstoffen [8]	
Alkohole als (alternative?) Kraftstoffe Stoffklasse der Alkohole Synthese von Alkoholen durch A_E *(Hydratisierung)* … Markownikow-Regel, Stabilität der Carbenium-Ionen … oder S_N	beschreiben den Aufbau der Moleküle (u.a. Strukturisomerie) und die charakteristischen Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihre chemischen Reaktionen (u.a. Veresterung, Oxidationsreihe der Alkohole) (UF1, UF3). formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und einer nucleophilen Substitution und erläutern diese (UF1). erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften vorher (UF1). vergleichen ausgewählte organische Verbindungen und entwickeln Hypothesen zu deren Reaktionsverhalten aus den Molekülstrukturen (u. a. I-Effekt, M-Effekt, sterischer Effekt) (E3).	**Elektrophile Addition, z. B. als Filmleiste:** Hydratisierung von Ethen **Übung:** Addition von Wasser an diverse Alkene, z.B. Propen (Regioselektivität bei nicht symmetrischen Alkenen) mit Hilfe einer Säure	Anhand der verschiedenen Möglichkeiten Ethanol zu synthetisieren, werden die unterschiedlichen Reaktionstypen eingeführt. Hydratisierung von Ethen als technisches Herstellungsverfahren von Ethanol Erarbeitung der Markownikow-Regel durch die Schülerinnen und Schüler mit Hilfe einer Lernumgebung möglich [9]

Herstellung von Bioethanol	formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und einer nucleophilen Substitution und erläutern diese (UF1). klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3). analysieren und vergleichen die Reaktionsschritte unterschiedlicher Reaktionstypen (u.a. elektrophile Addition und elektrophile Substitution) (E6).	**Erarbeitung der nucleophilen Substitution mit binnendifferenzierenden Materialien (Modelle, Strukturlegetechnik mit Kärtchen):** Bromethan und Kalilauge reagieren u. a. zu Ethanol **Selbstständige Erarbeitung der Eliminierung** als Umkehrung der elektrophilen Addition: Dehydratisierung von Alkoholen **Aufstellen eines Reaktionssterns** zu den Möglichkeiten der Ethanolherstellung **Information:** Bioethanol als Bestandteil von Kraftstoffen, z. B. E 10, E 85 Herstellung von Ethanol durch Gärung (Wiederholung)	Der alternative Treibstoff *Bioethanol* wird als ein Vertreter der Alkohole klassifiziert. Hinweis: z. B. Lignocellulose-Ethanol aus Pflanzenabfällen [2]

Welche Probleme treten bei der Nutzung von Bioethanol auf? Oxidationsreihe der Alkohole	beschreiben den Aufbau der Moleküle (u.a. Strukturisomerie) und die charakteristischen Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihre chemischen Reaktionen (u.a. Veresterung, Oxidationsreihe der Alkohole) (UF1, UF3).	**Erhöhte Aldehydemission bei der Nutzung von Alkoholkraft-stoffen:** Analyse der unvollständigen Verbrennungs-prozesse von Ethanol im Verbrennungsmotor unter dem Aspekt „Oxidationsreihe der Alkohole“, Rolle des Katalysators im Hinblick auf eine vollständige Oxidation Ausblick auf Biokraftstoffe erster (Bioethanol, Biodiesel, Pflanzenöl) und zweiter Generation (Bioerdgas, Bio-Kerosin)	**Rückbezug zum vorangegangenen Unterricht** Die Tatsache, dass Fahrzeuge, die mit Alkoholkraftstoff betrieben werden, eine höhere Emission an Aldehyden aufweisen [4], kann genutzt werden, um die Kompetenzerwartungen zur *Oxidationsreihe der Alkohole* zu festigen (siehe die entsprechende Kompetenzerwartung im IF1).
Herstellung von Biodiesel Veresterung (Additions-Eliminierungs-Reaktion)	beschreiben den Aufbau der Moleküle (u.a. Strukturisomerie) und die charakteristischen Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihre chemischen Reaktionen (u.a. Veresterung, Oxidationsreihe der Alkohole) (UF1, UF3). erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften vorher (UF1).	**Information:** Aufbau von Rapsöl als pflanzliches Fett und Umesterung mit Methanol **Experiment**: Herstellung von Rapsölmethylester (Biodiesel) [7][8][9] - Umesterung als Additions-Eliminierungsreaktion - Eigenschaften des Esters im Vergleich zu den Ausgangsstoffen	Wiederholung der Inhalte *Ester* und *chemisches Gleichgewicht* aus dem Inhaltsfeld 1 Optional: Aufbau eines Fettmoleküls (z.B. Triglycerid oder Phospholipid)

	erklären Reaktionsabläufe unter dem Gesichtspunkt der Produktausbeute und Reaktionsführung (UF4).	**Selbstständige Erarbeitung der Verseifung** als Umkehrung der Veresterung.	
Wie ist der Einsatz von Biodiesel zu bewerten?	erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3). diskutieren und bewerten Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u. a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3).	**Recherche** in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen: Beurteilung der Vor- und Nachteile des Einsatzes von Biodiesel im Wandel der Zeit. **Verfassen eines Artikels, z. B. für die Schülerzeitung**: Ist der Einsatz von Biodiesel aus ökologischer und ökonomischer Sicht heute noch sinnvoll? **Arbeitsblatt oder Recherche** zu Inhaltsstoffen von Diesel und Biodiesel [7][8][9], deren molekularem Aufbau und Eigenschaften **Präsentation (z. B. als Poster):** Aufbau und Funktion einer Produktionsanlage für Biodiesel [10]	*Die Tatsache, dass Fahrzeuge, die mit Alkoholkraftstoff betrieben werden, eine höhere Emission an Aldehyden aufweisen, kann genutzt werden, um die Kompetenzerwartungen zur Oxidationsreihe der Alkohole zu festigen (siehe die entsprechende Kompetenzerwartung im IF1).*

Womit fahren wir morgen? - Bedeutung unterschiedlicher Kraftstoffe bei der zukünftigen Mobilität	erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3). beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).	**Filmausschnitt** zum Einstieg in die Diskussion, z. B. *Die Biosprit-Lüge* [11] **Podiumsdiskussion:** Bewertung der konventionellen und alternativen Kraftstoffe der ersten und zweiten Generation anhand verschiedener Kriterien (z. B. ökonomische, ökologische, technische und gesellschaftliche Kriterien [14])	Pro- und Contra-Diskussion unter Einbeziehung der rechtlichen Grundlagen [12][13] **Ggf. Ausblick** Zukünftige Bedeutung von Biokraftstoffen im Vergleich zu Antriebskonzepten mit Elektrizität oder Wasserstoff
Vertiefung - Wege zum gewünschten Produkt • A_E • S_N	formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und einer nucleophilen Substitution und erläutern diese (UF1). klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3). beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle den Verlauf ausgewählter chemischer Reaktionen in Teilschritten (K3). verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).	**Aufgabe zur Synthese des Antiklopfmittels MTBE:** Erhöhen der Klopffestigkeit durch MTBE (ETBE) Säurekatalysierte elektrophile Addition von Methanol an 2-Methylpropen (Addition von Ethanol an 2-Methylpropen) **Abfassen eines Textes** zur Beschreibung und Erläuterung der Reaktionsschritte	Übungsbeispiel um Sicherheit im Umgang mit komplexen Aufgaben-stellungen zu gewinnen, Einzelarbeit betonen. Einfluss des I-Effektes herausstellen, Lösen der Aufgabe in Partnerarbeit. Vertiefung von elektrophiler Addition und nucleophiler Substitution
Diagnose von Schülerkonzepten: • Selbstüberprüfung zu Vorstellungen und Kenntnissen zu „Energieträgern“ • Stoffklassen der organischen Chemie			

- Ester und chemisches Gleichgewicht
- Oxidationsreihe der Alkohole

Leistungsbewertung:

- Cluster, Darstellen eines chemischen Sachverhalts, Aufstellen von Reaktionsschritten, Artikel, Beschreibung und Erläuterung von Reaktionsschritten, Versuchsprotokolle
- schriftliche Übung
- Klausuren/Facharbeit
- Kurzreferate
- Auswertung des Experimentes
- Präsentation (Poster)
- ggf. Schriftliche Übung (u.a. zur Regioselektivität)

Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:

- Eine leicht verständliche Darstellung in 15 Minuten zu Aspekten der Entstehung des Erdöls, Suche nach Erdöl, Verarbeitung des Erdöls, Arbeit auf einer Erdölplattform und einer Havarie eines Erdöltankers findet man im Film „Multitalent Erdöl“ des Schulfernsehens (Planet Schule): http://www.planet-schule.de/sf/php/02_sen01.php?sendung=6901.
- In 6 Kurzfilmen werden auf der 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.) behandelt.
- In der Video-DVD „Der Viertakt-Ottomotor“ (4605559) wird in den ersten 8 Minuten das Funktionsprinzip des Motors veranschaulicht.
- In der Video-DVD „Der Viertakt-Dieselmotor (4605560) wird in den ersten 8 Minuten das Funktionsprinzip dieses Motors veranschaulicht.
- Zur Umweltrelevanz des Stoffes Methyltertiärbutylether (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.
- Bericht über die These der Fa. BP, dass die Erdölvorräte noch lange nicht erschöpft sind: http://www.welt.de/wirtschaft/energie/article148323100/Laut-BP-gibt-es-noch-im-Jahr-2050-Oel-im-Ueberfluss.html
- Bericht über eine Studie zu fossilen Ressourcen, in der eine Prognose zur Erdölförderung in der Zukunft gestellt wird: http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/studie-ueber-fossile-ressourcen-das-oel-geht-zur-neige-trotz-fracking-1.1632680
- Webquest zur Zukunft des Biosprits: http://www.lehrer-online.de/biosprit-zukunft.php?sid=64720561960531489145328262826790

- Zeitungsartikel zum Thema „Bioethanol als Treibstoff der Zukunft“: http://www.sueddeutsche.de/auto/bioethanol-als-treibstoff-der-zukunft-futter-im-tank-1.1813027
- Informationen zu alternativen Kraftstoffen: http://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/kraft-betriebsstoffe/alternative-kraftstoffe
- Informationsbroschüre der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe zum Thema Biokraftstoffe: https://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/b/r/brosch_biokraftstoffe_web.pdfhttps://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/b/r/brosch_biokraftstoffe_web.pdf
- Informationen zu Aceton als Bestandteil von Formel-1-Treibstoff : http://www.motorsport-total.com/f1/news/2002/10/Das_Lebenselixier_der_Formel_1_02100401.html
- Darstellung der Zusammenhänge zwischen Alkoholkraftstoff, unvollständiger Verbrennung, Aldehydemission und Oxidationskatalysator: Dreyhaupt, Franz-Joseph [Hrsg.]: VDI-Taschenlexikon Immissionsschutz. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1996, S. 26ff (Stichwort Alkoholkraftstoff)
- Lernumgebung zur Markownikow-Regel: http://www.cup.uni-muenchen.de/dept/ch/engel/lonet/markownikow/start.htm
- Verschiedene Materialien zu Biodiesel, u. a. Filme, eine Versuchsvorschrift zur Umesterung von Rapsöl etc.: http://sinus-sh.lernnetz.de/sinus/materialien/chemie/index.php?we_objectID=302
- Umfangreiche Material- und Arbeitsblattsammlung zum Thema „Biodiesel“, die auch Experimente beinhaltet: http://www.schulbiologiezentrum.info/Arbeitsbl%E4tter%20Raps%20Raps%F6l%20Biodiesel%20Me210212.pdf
- Beschreibung einer Unterrichtseinheit zum Thema Biodiesel": Eilks, Ingo: Biodiesel: Kontextbezogenes Lernen in einem gesellschaftskritisch-problemorientierten Chemieunterricht. In: PdN- Chemie in der Schule, Jg. 2001 (50), H. 1, S. 8-10
- Informationen zu einer Produktionsanlage für Biodiesel: https://www.hielscher.com/de/biodiesel_transesterification_01.htm
- Der Film thematisiert die Konkurrenz von Nahrungsmittelproduktion und Biospritherstellung anhand von Palmenplantagen in Idonesien (Ausführliche Beschreibung s. *Details* unter der Adresse http://programm.ard.de/TV/Programm/Alle-Sender/?sendung=287246052059380): Film: Die Biosprit-Lüge
- WebQuest zum Thema Biodiesel: http://www.lehrer-online.de/biodiesel.php
- Webquest Tankstelle der Zukunft: Vergleich und Bewertung verschiedener Kraftstoffarten:http://www.lehrer-online.de/tankstelle-der-zukunft.php?sid=64720561960531489145328262826790
- Studie zur Bewertung von Biokraftstoffen, die kriteriengeleitet Vor- und Nachteile ermittelt: Brysch, Stephanie: Biogene Kraftstoffe in Deutschland. Hamburg: Diplomica, 2008.
- Grundlagenliteratur zur Frage zukünftiger Energieversorgung: Martin Schmied, Philipp Wüthrich, Rainer Zah, Hans-Jörg Althaus, Christa Friedl: Postfossile Energieversorgungsoptionen für einen treibhausgasneutralen Verkehr im Jahr 2050: Eine verkehrsträgerübergreifende Bewertung, Umweltbundesamt (2015): http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/postfossile-energieversorgungsoptionen-fuer-einen

- Ruth Blanck et al. (Öko-Institut): Treibhausgasneutraler Verkehr 2050: Ein Szenario zur zunehmenden Elektrifizierung und dem Einsatz stromerzeugter Kraftstoffe im Verkehr, Berlin (2013) http://www.oeko.de/oekodoc/1829/2013-499-de.pdf
- http://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/bioenergie
- Informationen zu Biokraftstoffen vom Verband der Deutschen Biokraftstoffindustrie e.V.: http://www.biokraftstoffverband.de/index.php/start.html u.a. aktuelle Informationen, z.B. Absatzzahlen für Biodiesel und Bioethanol
- Informationen zu Biodiesel von der Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V.: http://www.ufop.de/biodiesel-und-co/biodiesel/biodiesel-tanken/

QUALIFIKATIONSPHASE 2 - LEISTUNGSKURS

Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase 2 - Leistungskurs	
Unterrichtsvorhaben VI: **Kontext**: *Maßgeschneiderte Kunststoffe - nicht nur für Autos* **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF1 Wiedergabe • UF3 Systematisierung • E4 Untersuchungen und Experimente • E5 Auswertung • E7 Arbeits- und Denkweisen • K3 Präsentation • B3 Werte und Normen **Inhaltsfeld**: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Organische Verbindungen und Reaktionswege ◆ Reaktionsabläufe ◆ Organische Werkstoffe **Zeitbedarf**: ca. 26 Stunden à 60 Minuten	***Unterrichtsvorhaben VII:*** **Kontext**: *Benzol als unverzichtbarer Ausgangsstoff bei Synthesen* **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF2 Auswahl • E3 Hypothesen • E6 Modelle • E7 Arbeits- und Denkweisen • B4 Möglichkeiten und Grenzen **Inhaltsfeld**: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Organische Verbindungen und Reaktionswege ◆ Reaktionsabläufe **Zeitbedarf**: ca. 13 Stunden à 60 Minuten

Unterrichtsvorhaben VIII:	***Unterrichtsvorhaben IX:***
Kontext: *Farbstoffe im Alltag* **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF1 Wiedergabe • UF3 Systematisierung • E6 Modelle • K3 Präsentation • K4 Argumentation • B4 Möglichkeiten und Grenzen **Inhaltsfeld**: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe **Inhaltlicher Schwerpunkt**: ◆ Farbstoffe und Farbigkeit **Zeitbedarf**: ca. 17 Stunden à 60 Minuten	**Kontext**: *Nitratbestimmung im Trinkwasser* **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • E2 Wahrnehmung und Messung • E5 Auswertung • K1 Dokumentation • K3 Präsentation • B1 Kriterien • B2 Entscheidungen **Inhaltsfeld**: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe **Inhaltlicher Schwerpunkt**: ◆ Konzentrationsbestimmung durch Lichtabsorption **Zeitbedarf**: ca. 7 Stunden à 60 Minuten .
Summe Qualifikationsphase 2 (LK): 63 Unterrichtsstunden x 60 min = 3780 min	

Qualifikationsphase 2 (LK) - Unterrichtsvorhaben VI

Kontext: *Maßgeschneiderte Kunststoffe - nicht nur für Autos*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Struktur – Eigenschaft
Basiskonzept Donator-Akzeptor

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Schülerinnen und Schüler können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:
- Phänomene und Sachverhalte im Zusammenhang mit Theorien, übergeordneten Prinzipien und Gesetzen der Chemie beschreiben und erläutern (UF1).
- chemische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren (UF3).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:
- Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften durchführen oder deren Durchführung beschreiben (E4).
- Daten/Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder auch mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern (E5).
- bedeutende naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen (E7).

Kompetenzbereich Kommunikation:
- chemische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren (K3).

Kompetenzbereich Bewertung:
- an Beispielen von Konfliktsituationen mit chemischen Hintergründen kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissenschaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten (B3).

Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltliche Schwerpunkte:
- Organische Verbindungen
- Reaktionsabläufe
- Organische Werkstoffe

Zeitbedarf: ca. 26 Std. à 60 Minuten

Qualifikationsphase 2 (LK) - Unterrichtsvorhaben VI

Kontext: Maßgeschneiderte Kunststoffe – nicht nur für Autos			
Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Organische Verbindungen und Reaktionswege • Reaktionsabläufe • Organische Werkstoffe **Zeitbedarf**: 26 Std. à 60 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF1 Wiedergabe • UF3 Systematisierung • E4 Untersuchungen und Experimente • E5 Auswertung • E7 Arbeits- und Denkweisen • K3 Präsentation • B3 Werte und Normen **Basiskonzepte (Schwerpunkte):** Basiskonzept Struktur – Eigenschaft Basiskonzept Donator-Akzeptor	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler ….	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**

Die Vielfalt der Kunststoffe im Auto: • Definition der Begriffe „Kunststoff“ „Makromolekül“ „Polymer“ „Monomer“ • Bsp. für Eigenschaften von Kunststoffen und deren Verwendung		**Demonstration von Kunststoffteilen eines Autos:** • Blinkerabdeckung • Sicherheitsgurt • Keilriemenrolle • Sitzbezug **Mind Map:** Kunststoffe im Auto - Eigenschaften und Verwendung **Eingangstest**: intermolekulare Wechselwirkungen, funktionelle Gruppen.	Ausgehend von der Verwendung von Kunststoffen im Auto werden Fragestellungen entwickelt und eine **Mind Map** erstellt und im Laufe der Unterrichtssequenz ergänzt. In der **Eingangsdiagnose** wird das für den folgenden Unterricht bedeutsame Vorwissen der SuS abgefragt. **Materialien zur individuellen Wiederholung der Lerninhalte** werden im Verlauf des Unterrichts bereitgestellt.
Eigenschaften, Synthesereaktionen, Stoffklassen und Verarbeitung von Kunststoffen **1. Transparentes Plexiglas (PMMA):** • Reaktionsschritte der radikalischen Polymerisation • Faserstruktur und Transparenz	beschreiben und erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF3). erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E3).	**Die folgenden Schüler Experimente werden als Lernzirkel durchgeführt.**	Reaktionsschritte der radikalischen Polymerisation können in Lernprogrammen erarbeitet werden. **Materialien zur individuellen Wiederholung:**

2. Reißfeste Fasern aus PET: • Aufbau von Polyestern • Polykondensation (ohne Mechanismus) • Faserstruktur und Reißfestigkeit • Schmelzspinnverfahren **3. Hitzebeständige Kunststoffe für den Motorraum:** Hitzebeständigkeit und Molekülstruktur der Duromere, Elastomere und Thermoplaste **4. Nylonfasern für Sitzbezüge** • Aufbau von Nylon • Polyamide **Systematisierung der kennengelernten Stoffklassen und Reaktionstypen.**	beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle den Verlauf ausgewählter chemischer Reaktionen in Teilschritten (K3). Vergleichen ausgewählte organische Verbindungen und entwickeln Hypothesen zu deren Reaktionsverhalten aus den Molekülstrukturen (u.a. I-Effekt, M-Effekt, sterischer Effekt) (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). ermitteln Eigenschaften von organischen Werkstoffen und erklären diese anhand der Struktur (u.a. Thermoplaste, Elastomere, Duromere) (E5). erklären den Aufbau von Makromolekülen aus Monomer-Bausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u.a.	• Optional: Herstellung einer PMMA Scheibe durch radikalische Polymerisation • Herstellung einer Polyesterfaser mit einer Heißklebepistole • Thermische Eigenschaften von Duromeren, Elastomeren und Thermoplasten • Versuch „Nylonseiltrick“	**zu 1.:** Alkene, elektrophile Addition **zu 2.:**Alkanole, Carbonsäuren, Ester, Veresterung und Verseifung, Intermolekulare Wechselwirkungen **zu 4.:**Alkanole, Carbonsäuren, Ester, Veresterung und Verseifung,

	Polyester, Polyamide, Polycarbonate) (UF1, UF3). erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF3, UF4).	**Protokolle** **Arbeitsblätter** zur Zusammenfassung der Stoffklassen und Reaktionstypen.	
Kunststoffe werden in Form gebracht: **Kunststoffverarbeitung** Verfahren, z.B.: • Extrudieren • Spritzgießen • Extrusionsblasformen • Fasern spinnen Geschichte der Kunst-stoffe	recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).	Mögliche Formen der Präsentationen durch die SuS: **Referat, Posterpräsentation, Museumsgang oder WIKI.** Einsatz von **Filmen** und **Animationen** zu den Verarbeitungsprozessen.	In diesem und den folgenden Unterrichtseinheiten können S-**Präsentationen (Referate, Poster, WIKI)** erstellt werden. MöglicheThemen: • Verarbeitungsverfahren • Historische Kunststoffe
Reaktionsweg zur Herstellung von Polycarbonat, dem Kunststoff für Auto-Sonnendächer	präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata.(K3)	**Recherche:** Aufbau der Polycarbonate	**Weitere mögliche Themen für S-Präsentationen:** Verwendungen von Polycarbonaten (z.B. in LCD-

• Bau der Polycarbonate • Vorteile gegenüber PMMA (Elastizität, Wärmebeständigkeit) • Syntheseweg zum Polycarbonat	verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4). verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).	Reaktionweg zur Herstellung von Polycarbonaten aus Basischemikalien Eigenschaften in Bezug auf ihre Eignung als Werkstoff für Autodächer Vorteile gegenüber PMMA **Flussdiagramme** zur Veranschaulichung des Reaktionswegs und Herstellungsprozesses	Bildschirmen, als Fassungen für LEDs) und von PMMA.
Maßgeschneiderte Kunststoffe z.B.: • Cokondensate und "Blends" auf Basis von Polycarbonaten • Plexiglas (PMMA) mit UV-Schutz • Superabsorber • Cyclodextrine • Silikone	stellen Erkenntnisse der Strukturchemie in ihrer Bedeutung für die Weiterentwicklung der Chemie (u.a. Aromaten, Makromoleküle) dar (E7). präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3).	**Arbeitsteilige Gruppenarbeit ggf. mit Schüler-Experimenten** zu ausgewählten maßgeschneiderten Kunststoffen, z.B.: • Plexiglas mit UV-Schutz • Superabsorber und ihre Wasseraufnahmefähigkeit • Cyclodextrine als "Geruchskiller"	Die SuS suchen sich die Themen nach ihrem Interesse aus. Bei den Vorträgen soll auch auf die Synthesewege eingegangen werden und deren Darstellung eingeübt werden. Cokondensation und "Blending" dienen der Modifikation von Kunststoffeigenschaften.

	demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3) beschreiben und diskutieren aktuelle Entwicklungen im Bereich organischer Werkstoffe und Farbstoffe unter vorgegebenen und selbstständig gewählten Fragestellungen (K4).	**Präsentation der Ergebnisse als** **WIKI oder als Poster (Museumsgang)** **Optional: Besuch der Labothek Wuppertal („Innovative Kunststoffe“)**	Der Nachweis der UV-absorbierenden Wirkung der Plexiglasscheibe soll nur qualitativ mit Hilfe einer UV-Lampe erfolgen. *Der Versuch eignet sich zur Überleitung zum Thema Farbstoffe.*
Kunststoffmüll ist wertvoll: **Kunststoffverwertung** • **Umweltver-schmutzung durch Plastikmüll** • **Verwertung von Kunststoffen:** - energetisch - rohstofflich - stofflich • **Ökobilanz** von Kunststoffen	diskutieren und bewerten Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3). erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3). beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).	**Arbeitsteilige Gruppenarbeit ggf. mit Schüler-Experimenten** • Umschmelzen von Polycarbonat (CD) oder PET (Flaschen) • Herstellung von Stärkefolien • Herstellung von kompostierbarem Verpackungsmaterial "Stärkopor" Einsatz von **Filmen** zur Visualisierung der Verwertungsprozesse. **Podiumsdiskussion**: z.B. zum Thema „Einsatz von kompostierbarem Verpackungsmaterial“	**Fächerübergreifender Aspekt:** Plastikmüll verschmutzt die Meere (Biologie: Ökologie).
Diagnose von Schülerkonzepten:			

- Eingangstest, Präsentationen, Protokolle

Leistungsbewertung:

- Präsentationen (Referate, Poster, Podiumsdiskussion), Schriftliche Übungen

Werksbesichtigung im Kunststoffwerk

Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:

Die meisten Experimente finden sich in der Unterrichtsreihe "Kunststoffe im Auto": http://www.chik.de

Informationen zur Weiterentwicklung von Polycarbonaten (Blends und Cokondensate) zur Verwendung in der Automobilindustrie und in Bildschirmen: http://www.energiespektrum.de/_misc/drucken/drucken.cfm?pk=29098

http://www.research.bayer.de/de/unterrichtsmaterialien_lcd_bildschirme.aspx

Internetauftritt des Verbands der Kunststofferzeuger mit umfangreichem Material für Schulen. Neben Filmen und Animationen (z. zur Kunststoffverarbeitung) finden sich auch Unterrichtseinheiten zum Download:

http://www.plasticseurope.de/Document/animation-vom-rohol-zum-kunststoff.aspx

Experimentiervorschrift zur Herstellung einer UV-absorbierenden Acrylglasscheibe:

http://www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/alte_seite_du/material/exarbeiten/pmma/pmma16.pdf

Umfangreiche Umterrichtsreihe zum Thema Kunststoffe mit Materialien zum recyclingfähigen Belland-Material:

http://www.chik.die-sinis.de/Unterrichtsreihen_12/B__Organik/Belland.pdf

Film zum Kunststoffrecycling und Informationen zum grünen Punkt:

http://www.gruener-punkt.de/corporate/presse/videothek.html

Qualifikationsphase 2 (LK) - Unterrichtsvorhaben VII

Kontext: *Benzol als unverzichtbarer Ausgangsstoff bei Synthesen*

Basiskonzepte (Schwerpunkte):
Basiskonzept Struktur-Eigenschaft
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können…

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:
- zur Lösung chemischer Probleme zielführende Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen chemischen Größen angemessen und begründet auswählen (UF2).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:
- mit Bezug auf Theorien, Konzepte, Modelle und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten (E3).
- Modelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen chemische Prozesse erklären oder vorhersagen (E6).
- bedeutende naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen (E7).

Kompetenzbereich Bewertung:
- begründet die Möglichkeiten und Grenzen chemischer und anwendungsbezogener Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten (B4).

Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltliche Schwerpunkte:
- Organische Verbindungen und Reaktionswege
- Reaktionsabläufe

Zeitbedarf: ca. 13 Stunden à 60 Minuten

Qualifikationsphase 2 (LK) - Unterrichtsvorhaben VII

Kontext: Benzol als unverzichtbarer Ausgangsstoff bei Synthesen	
Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe	
Inhaltliche Schwerpunkte: • Organische Verbindungen und Reaktionswege • Reaktionsabläufe **Zeitbedarf**: ca. 13 Std. a 60 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF2 – Auswahl • E3 – Hypothesen • E6 – Modelle • E7 – Arbeits- und Denkweisen • B4 – Möglichkeiten und Grenzen **Basiskonzepte (Schwerpunkte):** Basiskonzept Struktur – Eigenschaft Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Was ist das Besondere an Benzol? Verwendung Mesomerie Aromatizität	beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und erläutern Grenzen dieser Modellvorstellung (E6, E7). stellen Erkenntnisse der Strukturchemie in ihrer Bedeutung für die Weiterentwicklung der Chemie (u. a. Aromaten, Makromoleküle) dar (E7).	**Recherche:** Krebsgefahr durch Benzin: Benzol als Antiklopfmittel im Benzin [1] **Film**: Das Traummolekül - August Kekulé und der Benzolring [2] **Mindmap:** Benzol als Grundchemikalie für Synthesen von z. B. Farbstoffen, Kunststoffen, Arzneimitteln	Anknüpfung an das Thema Treibstoffe

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
	bewerten die Grenzen chemischer Modellvorstellungen über die Struktur organischer Verbindungen und die Reaktionsschritte von Synthesen für die Vorhersage der Bildung von Reaktionsprodukten (B4).	**Hypothesenbildung:** Ringstruktur des Benzols, Ermittlung möglicher Strukturen für Dibrombenzol (Arbeit mit dem Molekülbaukasten) **Info:** Ergebnisse der Röntgenstrukturanalyse, Existenz von 3 Isomeren des Dibrombenzols statt denkbarer vier Isomere eines (hypothetischen) 1,3,5-Cyclohexatriens **Diskussion:** Grenzen der Strukturchemie **Arbeitsblatt oder eingeführtes Schulbuch:** Mesomerie und Grenzstrukturen, ggf. Hydrierungsenthalpie	Hinweis auf die Weiterentwicklung der Strukturchemie im Orbitalmodell (ohne weitere Vertiefung)
Wie reagiert Benzol? Mechanismus der elektrophilen Substitution Elektrophile Zweitsubstitution Dirigierende Effekte Reaktivität	erläutern das Reaktionsverhalten von aromatischen Verbindungen (u. a. Benzol, Phenol) und erklären dies mit Reaktionsschritten der elektrophilen Erst- und Zweitsubstitution (UF1, UF2). analysieren und vergleichen die Reaktionsschritte unterschiedlicher Reaktionstypen (u. a. elektrophile Addition und elektrophile Substitution) (E6).	**Hypothesenbildung:** Bromierung von Benzol **AB oder Filmsequenz:** Bromierung von Benzol und Cyclohexen **Mechanismenpuzzle:** Elektrophile Substitution, Vergleich zur elektrophilen Addition	**Implizite Wiederholung:** elektrophile Addition an Doppelbindungen Kognitiver Konflikt: Es findet keine elektrophile Addition, sondern eine Substitution statt. Möglichkeit zur Binnendifferenzierung: umfangreiche Informationen zu

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler …	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
	verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3). beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle den Verlauf ausgewählter chemischer Reaktionen in Teilschritten (K3). machen eine Voraussage über den Ort der elektrophilen Zweitsubstitution am Aromaten und begründen diese mit dem Einfluss des Erstsubstituenten (E3, E6).	**Stationenarbeit: „**Verwandte“ des Benzols, z. B. Toluol, Phenol, Anilin, Nitrobenzol, Benzoesäure, Benzaldehyd Einbezug der Acidität von Phenol bzw. der Basizität von Anilin **Arbeitsteilige Gruppenarbeit:** Elektrophile Substitution an Phenol, o-, m- oder p-Position Vergleich der möglichen Grenzstrukturen **Arbeit mit dem Schulbuch:** Tabelle zum Einfluss des Substituenten auf die Zweitsubstitution, Trainingsaufgaben	den Reaktionen der Aromaten samt Übungen [3] Implizite Wiederholung Säure-Base-Theorie, funktionelle Gruppen
Vom Benzol zum Anwendungsprodukt	vergleichen ausgewählte organische Verbindungen und entwickeln Hypothesen zu deren Reaktionsverhalten aus den Molekülstrukturen (u. a. I-Effekt, M-Effekt, sterischer Effekt) (E3). machen eine Voraussage über den Ort der elektrophilen Zweitsubstitution am Aromaten und begründen diese mit dem Einfluss des Erstsubstituenten (E3, E6).	**Lernaufgabe:** Herstellung von Trinitrotoluol oder Pikrinsäure Ausgewählte weitere Beispiele für Aromaten: z. B. Acetylsalicylsäure, Styrol, Napthalin **Reaktionsstern:** Benzol	Der Einstieg kann über das Thema „Sprengstoffe“ erfolgen [4] [5]. Mögliche Überleitung zu Farbstoffen, ggf. Arzneimittel

Q2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben VIII

Kontext: *Farbstoffe im Alltag*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Struktur – Eigenschaft

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
Schülerinnen und Schüler können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

- Phänomene und Sachverhalte im Zusammenhang mit Theorien, übergeordneten Prinzipien und Gesetzen der Chemie beschreiben und erläutern (UF1).
- chemische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren (UF3).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

- Modelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen chemische Prozesse erklären oder vorhersagen (E6).

Kompetenzbereich Kommunikation:

- chemische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren (K3).
- sich mit anderen über chemische Sachverhalte und Erkenntnisse kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen (K4).

Kompetenzbereich Bewertung:

- begründet die Möglichkeiten und Grenzen chemischer und anwendungsbezogener Problemlösungen und Sichtweisen bei innerfachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten (B4).

Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltliche Schwerpunkte:

- Organische Verbindungen und Reaktionswege
- Farbstoffe und Farbigkeit

Zeitbedarf: ca. 17 Std. à 60 Minuten

Kontext: Farbstoffe im Alltag			
Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Organische Verbindungen und Reaktionswege • Farbstoffe und Farbigkeit **Zeitbedarf**: ca. 17 Stunden à 60 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF1 Wiedergabe • UF3 Systematisierung • E6 Modelle • E7 Arbeits- und Denkweisen • K3 Präsentation • B4 Möglichkeiten und Grenzen **Basiskonzept (Schwerpunkt):** Basiskonzept Struktur – Eigenschaft, Basiskonzept Energie	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Farbige Textilien • Farbigkeit und Licht • Absorptionsspektrum • Farbe und Struktur	erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3). werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5).	**Bilder:** Textilfarben – gestern und heute im Vergleich **Erarbeitung:** Licht und Farbe, Fachbegriffe **Experiment:** Fotometrie und Absorptionsspektren **Arbeitsblatt:** Molekülstrukturen von farbigen organischen Stoffen im Vergleich	

Vom Benzol zum Azofarbstoff • Molekülstruktur und Farbigkeit • Farbige Derivate des Benzols • Konjugierte Doppelbindungen • Donator-/ Akzeptorgruppen • Mesomerie • Azofarbstoffe • Triphenylmethan-farbstoffe	erklären die Farbigkeit von vorgegebenen Stoffen (u.a. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe) durch Lichtabsorption und erläutern den Zusammenhang zwischen Farbigkeit und Molekülstruktur mithilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-/ Akzeptorgruppen) (UF1, E6). erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe) (E6). geben ein Reaktionsschema für die Synthese eines Azofarbstoffes an und erläutern die Azokupplung als elektrophile Zweitsubstitution (UF1, UF3) stellen Erkenntnisse der Strukturchemie in ihrer Bedeutung für die Weiterentwicklung der Chemie (u.a. Aromaten, Makromoleküle) dar (E7).	**Lehrerinfo:** Farbigkeit durch Substituenten **AB**: Kriterien für Farbigkeit Einfluss von Donator-/ Akzeptorgruppen und konjugierten Doppelbindungen **Erarbeitung:** Struktur der Azofarbstoffe **Lernaufgabe:** Azofarbstoffe **Demonstrationsexperiment:** Farbwechsel von Phenolphthalein Erarbeitung der Strukturen **Schülerexperiment:** Synthese von Fluorescein **Arbeitsblatt**: Zuordnung von Struktur und Farbe verschiedener Azofarbstoffe	Wiederholung: elektrophile Substitution
Welche Farbe für welchen Stoff? • ausgewählte Textilfasern	recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).	**Recherche:** Farbige Kleidung im Wandel der Zeit	Rückgriff auf die Kunststoffchemie (z.B. Polyester)

• bedeutsame Textilfarbstoffe • Wechselwirkung zwischen Faser und Farbstoff • Vor- und Nachteile bei Herstellung und Anwendung	demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3). erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4). beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4). beschreiben und diskutieren aktuelle Entwicklungen im Bereich [organischer Werkstoffe und] Farbstoffe unter vorgegebenen und selbstständig gewählten Fragestellungen (K4).	**Lehrerinfo/ Arbeitsblatt:** Textilfasern und Farbstoffe (Prinzipien der Haftung) **Schülerexperiment (ggf. arbeitsteilige Gruppenarbeit):** Färben von Textilien mit Indigo und mit einem Direktfarbstoff (Azofarbstoff) **Diskussion und Vergleich** **Moderne Kleidung:** - Erwartungen; - Recherche: Moderne Textilfasern und Textilfarbstoffe – Herstellung, Verwendung, Probleme Erstellung von Plakaten	ggf. weitere Färbemethoden Möglichkeiten zur Wiederholung und Vertiefung: • pH-Wert und der Einfluss auf die Farbe • zwischenmolekulare Wechselwirkungen • Herstellung und Verarbeitung von Kunststoffen
Diagnose von Schülerkonzepten: · Trainingsblatt zu Reaktionsschritten Leistungsbewertung: · Klausur, Präsentation der Gruppenergebnisse			
Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen: Zahlreiche Informationen zu Farbe und Farbstoffen sind z.B. im folgenden Lexikon zusammengestellt: http://www.seilnacht.com/Lexikon/FLexikon.htm Auch zu aktuelleren Entwicklungen findet man Material: http://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/funktionelle+Farben.html			

Qualifikationsphase 2 (LK) - Unterrichtsvorhaben IX

Kontext: *Nitratbestimmung im Trinkwasser*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Energie

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Schülerinnen und Schüler können…

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:
- komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden (E2).
- Daten/Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder auch mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern (E5).

Kompetenzbereich Kommunikation:
- bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden (K1).
- chemische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht präsentieren (K3).

Kompetenzbereich Bewertung:
- fachliche, wirtschaftlich-politische und ethische Maßstäbe bei Bewertungen von naturwissenschaftlich-technischen Sachverhalten unterscheiden und angeben (B1).
- Auseinandersetzungen und Kontroversen zu chemischen und anwendungsbezogenen Problemen differenziert aus verschiedenen Perspektiven darstellen und eigene Standpunkte auf der Basis von Sachargumenten vertreten (B2).

Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltlicher Schwerpunkt:
- Konzentrationsbestimmung durch Lichtabsorption

Zeitbedarf: ca. 7 Stunden à 60 Minuten

Qualifikationsphase 2 (LK) - Unterrichtsvorhaben IX

Kontext: Nitratbestimmung im Trinkwasser	
Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe	
Inhaltlicher Schwerpunkt: Konzentrationsbestimmung durch Lichtabsorption **Zeitbedarf**: ca. 10 Stunden a 45 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • E2 Wahrnehmung und Messung • E5 Auswertung • K1 Dokumentation • K3 Präsentation • B1 Kriterien • B2 Entscheidungen **Basiskonzept (Schwerpunkte):** Basiskonzept Energie

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler ...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Nitrat im Trinkwasser – ein Problem?		Zeitungsartikel zum Thema „Nitrat im Trinkwasser“ oder „Mineralwasser zur Zubereitung von Babynahrung“ **Recherche:** Gefahren durch Nitrat	Internetrecherche oder Auswertung vorgegebener Materialien der Lehrkraft Erstellung eines Handouts

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler ...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Bestimmung des Nitratgehaltes Transmission, Absorption, Extinktion Lambert-Beer-Gesetz Erstellen einer Kalibrier-geraden Bestimmung des Nitratgehalts im Wasser	erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3).	**Schülerexperiment:** Bestimmung des Nitrats im Trinkwasser mit Teststäbchen **Information:** Identifizieren der Nachweisreaktion als Azokupplung	Methodenreflexion Nachvollzug der Reaktionsschritte, ggf. Wiederholung Farbstoffe, Redoxreaktion
	werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5). berechnen aus Messwerten zur Extinktion mithilfe des Lambert-Beer-Gesetzes die Konzentration von Farbstoffen in Lösungen (E5).	**Arbeitsblatt:** Konzentrationsabhängigkeit der Extinktion (Lambert-Beer-Gesetz) **Projekt / Schülerexperiment** (unter Einsatz eines Testbestecks zur kolorimetrischen Bestimmung von Nitrat-Ionen)**:** Herstellung von Kalibrierlösungen, Bestimmung der Extinktionen der Lösungen, Grafische Auswertung der Messwerte, Bestimmung der Nitratkonzentration mehrerer Wasserproben	Alternativ: Ableitung des Lambert-Beer-Gesetzes im Schülerexperiment

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schülerinnen und Schüler ...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Wie ist der Nitratgehalt von Wasserproben einzuordnen?	gewichten Analyseergebnisse (u. a. fotometrische Messung) vor dem Hintergrund umweltrelevanter Fragestellungen (B1, B2).	**Diskussion**: Vorgehensweise, Messergebnisse und Methoden **Recherche:** Messwerte Wasserwerk, Grenzwerte, Bedeutung des Nitrats, Problematik bei der Düngung **Bewertung:** Landwirtschaft und Nitratbelastung in den Wasserproben	Möglichkeit zur Wiederholung der analytischen Verfahren und zum Vergleich

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Vortrag zum Aufbau eines Fotometers und des Lambert-Beer-Gesetzes
- Wiederholung „Herstellen eines Azofarbstoffes“: Nachweisreaktion auf Nitrationen

Leistungsbewertung:

- Experimentell ermittelte Werte: Kalibiergerade, Nitratgehalt im Wasser
- Recherche-Ergebnisse: Handout zu den Gefahren durch Nitrat, Problematik durch die Düngung
- Nitratbelastung: multiperspektivische Darstellung des Problems samt Bestimmung eines eigenen Standpunkts

Weiterführendes Material:

http://www.chemieunterricht.de/dc2/rk/rk-lbg.htm

Material und Versuchsbeschreibung zum Lambert-Beer-Gesetz

http://www.zdf.de/planet-e/nitratbelastung-im-grundwasser-durch-guelle-duengung-aus-massentierhaltung-39250414.html

Die Reportage thematisiert das Überschreiten des Grenzwertes für Nitrat im Trinkwasser.

http://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/gewaesser/grundwasser/nutzung-belastungen/naehr-schadstoffe

Information des Umweltbundesamtes zur Belastung des Trinkwassers mit Nährstoffen

12.1 Facharbeit Q1 - Bewertungsbögen

Gutachten für die Facharbeit von: _____

Thema der Facharbeit: _____

Kriterien /berücksichtigte Aspekte	**Punkte**
Bewertung der Vorbereitung: Lehrgang Stadtbücherei Monheim besucht, Eingrenzung und Themenformulierung, Erstellung einer durchdachten Gliederung, Beratung des Fachlehrers wurde konstruktiv zur Vorbereitung und Umsetzung genutzt	/ 10
Bewertung der Form: Vollständigkeit der Arbeit, Einhaltung der Vorgaben (s. Schülerhandreichung), Quellenangaben, Literaturverzeichnis, Selbstständigkeitserklärung	/ 10
Bewertung des Inhalts: Einleitung: • Begründung des Themas, der konkreten Fragestellung und Herausstellung des Schwerpunkts Hauptteil: • schlüssige Darstellungen, logische und stringente Argumentationen („roter Faden"), sowie Beweisführungen und Stellungnahmen • sachgemäße Auswertungen • zweckmäßiger Gebrauch von Materialien und Hilfsmitteln • sichere Verwendung der Begriffe und Fachsprache • Ausführungen weisen auf eine engagierte, konzentrierte Auseinandersetzung hin Schluss: • Angemessene Zusammenfassung der Ergebnisse des Hauptteils mit Bezug zur Einleitung, Fazit, Beantwortung der Fragestellung Erfüllung der Bedingungen wissenschaftlichen Arbeitens (Zuverlässigkeit bei der Materialrecherche, Offenlegung der Arbeitsmethoden, Übersichtlichkeit der Gliederung, korrekte Kennzeichnung der Zitate, lückenloses Literaturverzeichnis)	/ 60
Bewertung der Sprache: Verständlichkeit, Grammatische Korrektheit, Satzbau, Rechtschreibung, Zeichensetzung, Genauigkeit und Differenzierung des Ausdrucks, sinnvolle Einbindung von Zitaten in den Text	/ 20
Gesamtpunktzahl	/ 100
Bewertung / Kommentar:	

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
100 - 95	94 - 90	89 - 85	84 - 80	79 - 75	74 - 70	69 - 65	64 - 60	59 - 55	54 - 50	49 - 45	44 - 39	38 - 33	32 - 27	26- 20

13.1 Abiturvorgaben - Operatoren

Operator	Definition	AFB-Bandbreite
analysieren	unter einer gegebenen Fragestellung wichtige Bestandteile oder Eigenschaften herausarbeiten	II–III
angeben	Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne nähere Erläuterungen aufzählen	I–II
anwenden	einen bekannten Sachverhalt oder eine bekannte Methode auf etwas Neues beziehen	II–III
aufstellen	Sachverhalte und Methoden zielgerecht miteinander verknüpfen; eine Hypothese, eine Skizze, ein Experiment oder ein Modell schrittweise weiterführen und ausbauen	I–II
auswerten	Daten, Einzelergebnisse oder sonstige Sachverhalte in einen Zusammenhang stellen und ggf. zu einer abschließenden Gesamtaussage zusammenführen	II–III, ggf. I
begründen	Sachverhalte auf Regeln, Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Zusammenhänge zurückführen	II–III
berechnen	mittels Größengleichungen eine chemische oder physikalische Größe bestimmen	I–III
beschreiben	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge wiedergeben	I
bestätigen	die Gültigkeit einer Aussage, z. B. einer Hypothese oder einer Modellvorstellung, durch ein Experiment verifizieren	I–II
bestimmen	mittels Größengleichungen eine chemische oder physikalische Größe bestimmen	I–III
beurteilen	zu einem Sachverhalt eine selbstständige Einschätzung unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden begründet formulieren	II–III
bewerten	eine eigene Position nach ausgewiesenen Kriterien vertreten	II–III
darstellen	Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden und Bezüge in angemessenen Kommunikationsformen strukturiert wiedergeben	I–II
deuten	kausale Zusammenhänge in Hinblick auf Erklärungsmöglichkeiten untersuchen und abwägend herausstellen	II–III
diskutieren	im Zusammenhang mit Sachverhalten, Aussagen oder Thesen unterschiedliche Positionen bzw. Pro- und Contra-Argumente einander gegenüberstellen und abwägen	II–III
dokumentieren	alle notwendigen Erklärungen, Herleitungen und Skizzen darstellen	I–II
durchführen	eine vorgegebene oder eigene Experimentieranleitung umsetzen	I
entwickeln	Sachverhalte und Methoden zielgerecht miteinander verknüpfen; eine Hypothese, eine Skizze, ein Experiment oder ein Modell schrittweise weiterführen und ausbauen	I–II
erklären	einen Sachverhalt nachvollziehbar und verständlich zum Ausdruck bringen	II–III, ggf. I
erläutern	einen Sachverhalt durch zusätzliche Informationen (chemische Formeln und Gleichungen) veranschaulichen und verständlich machen.	II–III, ggf. I
ermitteln	einen Zusammenhang oder eine Lösung finden und das Ergebnis formulieren	I–II
interpretieren	kausale Zusammenhänge in Hinblick auf Erklärungsmöglichkeiten untersuchen und abwägend herausstellen	II–III
nennen	Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne nähere Erläuterungen aufzählen	I–II
ordnen/zuordnen	vorliegende Objekte oder Sachverhalte kategorisieren und hierarchisieren	I–II
planen (von Experimenten)	zu einem vorgegebenen Problem z. B. eine Experimentieranleitung erstellen	II–III
prüfen	Sachverhalte oder Aussagen an Fakten oder innerer Logik messen und eventuelle Widersprüche aufdecken	I–III
skizzieren	Sachverhalte, Strukturen oder Ergebnisse auf das Wesentliche reduzieren und diese graphisch oder als Fließtext übersichtlich darstellen	I–II
Stellung nehmen	eine eigene Position nach ausgewiesenen Kriterien vertreten	II–III
strukturieren	vorliegende Objekte oder Sachverhalte kategorisieren und hierarchisieren	I–II
überprüfen	Sachverhalte oder Aussagen an Fakten oder innerer Logik messen und eventuelle Widersprüche aufdecken	I–III
übertragen	einen bekannten Sachverhalt oder eine bekannte Methode auf etwas Neues beziehen	II–III
untersuchen	unter einer gegebenen Fragestellung wichtige Bestandteile oder Eigenschaften herausarbeiten; „untersuchen“ beinhaltet ggf. zusätzliche praktische Anteile	II–III
verallgemeinern	aus einem erkannten Sachverhalt eine erweiterte Aussage formulieren	II
vergleichen	Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede ermitteln	I–III
zeichnen	eine anschauliche und hinreichend exakte grafische Darstellung beobachtbarer oder gegebener Strukturen anfertigen	I–II