LUISENSCHULE
GYMNASIUM DER STADT MÜLHEIM AN DER RUHR
NRW-SPORTSCHULE

Schulinterner Lehrplan zum Kernlehrplan für die gymnasiale Oberstufe

Chemie

Fassung von 2014 – gültig bis zum Abitur 2024
(letzte Aktualisierung im Dezember 2022)

Luisenschule, Gymnasium der Stadt Mülheim an der Ruhr, NRW-Sportschule
Telefon: 0208 4557600, Telefax: 0208 4557604, sekretariat@luisenschule-mh.de, www.luisenschule-mh.de
Anschrift: An den Buchen 36, 45470 Mülheim an der Ruhr

Inhalt

Seite

1 Die Fachgruppe Chemie der Luisenschule 3

2 Entscheidungen zum Unterricht 3

2.1 Unterrichtsvorhaben 4

2.1.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben 6

2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Einführungsphase 13

2.1.3 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase GK 40

2.1.4 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase LK 79

3 Lernerfolgsüberprüfung und Leistungsbewertung 127

3.1 Beurteilungsbereich „Schriftliche Arbeiten/Klausuren“ 128

3.2 Beurteilungsbereich „Sonstige Mitarbeit“ 128

3.3 Abiturprüfung 130

3.4 Besondere Lernleistung 132

4. Lehr- und Lernmittel 134

5 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Frage 134

6 Qualitätssicherung und Evaluation 135

1 Die Fachgruppe Chemie in der Luisenschule

Die Luisenschule in Mülheim an der Ruhr ist ein Gymnasium mit zur Zeit knapp 1000 Schüler:innen befindet sich stadtnah mit guter Verkehrsanbindung zu weiteren Ruhrgebietsstädten, in denen es sowohl renommierte Unternehmen mit MINT-Bezug (Siemens, DHC solvents und Gerstel in Mülheim, um hier nur einige Beispiele zu nennen) als auch Universitäten (erwähnenswert sind u.a. die Universität Duisburg-Essen mit dem Probe- und Frühstudium für Schüler:innen der Einführungsphase, die Universität Düsseldorf sowie die Universitäten Bochum und Dortmund mit dem Fortbildungszentrum für Chemielehrer:innen) gibt, die den Fachunterricht bereichern können. Eine intensive Kooperation besteht zwischen der Luisenschule und dem Max-Planck-Institut für Kohlenforschung vor Ort. Dort können Luisenschüler:innen ihre Berufsorientierungspraktika absolvieren, Ferienforschungsaufenthalte sind möglich, Professor:innen kommen zu Vorträgen an unsere Schule, Wissenschaftler:innen unterstützen uns in Projekten für Grundschulkinder mit experimentellen Stationen, usw. Bei der Durchführung von Experimentalshows stehen Wissenschaftler:innen mit Rat und Tat zur Seite.

Neben dem MPI arbeitet die Fachgruppe Chemie eng in Projekten mit der Hochschule Ruhr West (HRW), dem Unternehmen Gerstel, welches Gaschromatographen herstellt, die weltweit eingesetzt werden. Einmal jährlich besucht der Leiter der Forschungs- und Entwicklungsabteilung von Gerstel, Herr Dr. Kleine-Benne, unsere Chemie-EF-Kurse, um den Lernenden die analytische Chemie und deren breite Anwendung näher zu bringen. Schüler:innen absolvieren bei Gerstel Praktika. Zudem wird intensiv mit Mülheimer Museen wie dem Haus Ruhrnatur, und der Camera Obscura zusammengearbeitet.

Die Fachgruppe Chemie möchte Kinder bereits im Grundschulalter für die Naturwissenschaften begeistern und daher werden den Dritt- und Viertklässler:innen umliegender Grundschulen über Projektkurse der Q1 und Kurse im Wahlpflichtbereich (z.B. Ernährungslehre) Mitmachprojekte angeboten. So findet z.B. alljährlich in den Osterferien die Osterakademie statt, in der ca. 70 Grundschulkinder mit unseren Luisenschüler:innen und unseren Kooperationspartner:innen gemeinsam experimentieren.

Wichtig ist der Fachgruppe die Förderung von besonders Chemie-begeisterten Schüler:innen. Unsere Schüler:innen nehmen regelmäßig und erfolgreich an den Wettbewerben *Chem-pions*, *Dechemax*, *Chemie, die stimmt!* und *Internationale Chemie Olympiade* teil.

Die Lehrer:innenbesetzung der Schule ermöglicht einen ordnungsgemäßen Fachunterricht in der Sekundarstufe I und Wahlpflichtkurse mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt (Ernährungslehre, Naturwissenschaften) sowie einen Projektkurs in der Q1. In der Sekundarstufe I wird in den Jahrgangsstufen 7,8, 9 und 10 Chemie im Umfang der vorgesehenen 5 Wochenstunden (à 68 Minuten) laut Stundentafel erteilt. In den Jahrgangsstufen 7 und 10 erhalten die Schüler:innen eine Wochenstunde Chemie, in den Klassen 8 und 9 1,5 Wochenstunden.

Die Oberstufe besuchen durchschnittlich ca. 130 Schüler:innen pro Stufe. Das Fach Chemie ist in der Regel in der Einführungsphase mit drei bis vier Grundkursen und in der Qualifikationsphase je Jahrgangsstufe mit einem Leistungskurs und zwei Grundkursen vertreten. In der Q1 wird zusätzlich ein Projektkurs mit den Referenzfächern Chemie und

Physik eingerichtet.
In der Schule sind die Unterrichtseinheiten wie bereits erwähnt in 68 Minuten-Stunden organisiert, was zu je zwei solcher Stunden in den Grundkursen führt und dem Fach Chemie als Experimentalfach entgegenkommt. Die Leistungskurse sind mit je zwei Doppelstunden und 14-tägig mit einer zusätzlichen Doppelstunde organisiert.
Dem Fach Chemie stehen zwei Fachräume zur Verfügung. Die Ausstattung der Chemiesammlung mit Geräten, Materialien und Chemikalien für Demonstrations- und für SuS-Experimente ist ausgezeichnet, das zdi-Netzwerk Mülheim unterstützt die Fachschaft aufgrund ihrer zahlreichen Projekte mit außerschulischen Lernpartner:innen finanziell sehr großzügig.

2 Entscheidungen zum Unterricht

2.1 Unterrichtsvorhaben

Die Darstellung der Unterrichtsvorhaben im schulinternen Lehrplan besitzt den Anspruch, sämtliche im Kernlehrplan angeführten Kompetenzen abzudecken. Dies entspricht der Verpflichtung jeder Lehrkraft, alle Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans bei den Lernenden auszubilden und zu entwickeln.

Die entsprechende Umsetzung erfolgt auf zwei Ebenen: der Übersichts- und der Konkretisierungsebene.

Im „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.1.1) wird die für alle Lehrer:innen gemäß Fachkonferenzbeschluss verbindliche Verteilung der Unterrichtsvorhaben dargestellt. Das Übersichtsraster dient dazu, den Kolleginnen und Kollegen einen schnellen Überblick über die Zuordnung der Unterrichtsvorhaben zu den einzelnen Jahrgangsstufen sowie den im Kernlehrplan genannten Kompetenzen, Inhaltsfeldern und inhaltlichen Schwerpunkten zu verschaffen. Um Klarheit für die Lehrkräfte herzustellen und die Übersichtlichkeit zu gewährleisten, werden in der Kategorie „Kompetenzen“ an dieser Stelle nur die übergeordneten Kompetenzerwartungen ausgewiesen, während die konkretisierten Kompetenzerwartungen erst auf der Ebene konkretisierter Unterrichtsvorhaben Berücksichtigung finden. 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, wurden im Rahmen dieses schulinternen Lehrplans nur ca. 75 Prozent der Bruttounterrichtszeit verplant. (Als 75 % wurden für die Einführungsphase 90 Unterrichtsstunden, für den Grundkurs in der Q1 ebenfalls 90 und in der Q2 60 Stunden und für den Leistungskurs in der Q1 150 und für Q2 90 Unterrichtsstunden zugrunde gelegt.)

Während der Fachkonferenzbeschluss zum „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ zur Gewährleistung vergleichbarer Standards sowie zur Absicherung von Lerngruppenübertritten und Lehrkraftwechseln für alle Mitglieder der Fachkonferenz Bindekraft entfalten soll, besitzt die exemplarische Ausweisung „konkretisierter Unterrichtsvorhaben“ (Kapitel 2.1.2) empfehlenden Charakter. Referendar:innen sowie neuen Kolleginnen und Kollegen dienen diese vor allem zur standardbezogenen Orientierung in der neuen Schule, aber auch zur Verdeutlichung von unterrichtsbezogenen fachgruppeninternen Absprachen zu didaktisch-methodischen Zugängen, fächerübergreifenden Kooperationen, Lernmitteln und -orten sowie vorgesehenen Leistungsüberprüfungen, die im Einzelnen auch den Kapiteln 2.2 bis 2.4 zu entnehmen sind. Abweichungen von den vorgeschlagenen Vorgehensweisen bezüglich der konkretisierten Unterrichtsvorhaben sind im Rahmen der pädagogischen Freiheit der Lehrkräfte jederzeit möglich. Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass im Rahmen der Umsetzung der Unterrichtsvorhaben insgesamt alle Kompetenzen des Kernlehrplans Berücksichtigung finden.

2.1.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben

Einführungsphase		
Unterrichtsvorhaben I: **Kontext**: *Nicht nur Graphit und Diamant – Erscheinungsformen des Kohlenstoffs* **Schwerpunkte Kompetenzerwartungen:** • UF4 Vernetzung • E6 Modelle • E7 Arbeits- und Denkweisen • K3 Präsentation **Inhaltsfeld**: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen **Inhaltlicher Schwerpunkt:** ◆ Chemie des Kohlenstoffs unter besonderer Berücksichtigung der Nanochemie **Zeitbedarf**: ca. 10 Std. à 45min	*Unterrichtsvorhaben II:* **Kontext**: *Vom Alkohol zur Carbonsäure* **Schwerpunkte 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 GG-Reaktionen) **Inhaltlicher Schwerpunkt**: ◆ Organische Kohlenstoffverbindungen, Eigenschaften und Reaktionsvermögen, Gaschromatographie **Zeitbedarf**: ca. 30 Std. à 45 min	*Unterrichtsvorhaben III:* **Kontext**: *Methoden der Kalkentfernung im Haushalt* **Schwerpunkte Kompetenzerwartungen:** • UF1 Wiedergabe • UF3 Systematisierung • E3 Hypothesen • E5 Auswertung • K1 Dokumentation **Inhaltsfeld**: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen **Inhaltlicher Schwerpunkt**: ◆ Reaktionskinetik, Katalyse **Zeitbedarf**: ca. 12 Std. à 45 min
Unterrichtsvorhaben IV: **Kontext**: *Von der Carbonsäure zum Aromastoff* **Schwerpunkte Kompetenzerwartungen:** • 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 Kohlenstoffverbindungen ◆ Gleichgewichtsreaktionen, MWG **Zeitbedarf**: ca. 18 Std. à 45 min	*Unterrichtsvorhaben V:* **Kontext**: *Kohlenstoffdioxid und das Klima – Die Bedeutung der Ozeane* **Schwerpunkte Kompetenzerwartungen:** • E1 Probleme und Fragestellungen • E4 Untersuchungen und Experimente • K4 Argumentation • B3 Werte und Normen • B4 Möglichkeiten und Grenzen **Inhaltsfeld**: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ (Organische und) anorganische Kohlenstoffverbindungen ◆ Gleichgewichtsreaktionen, Le Chatelier ◆ Stoffkreislauf in der Natur **Zeitbedarf**: ca. 16 Std. à 45 min	

Summe Einführungsphase: 86 Stunden		
Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS		
Unterrichtsvorhaben I: **Kontext**: *Säuren und Basen in Alltagsprodukten: Bestimmung der Säurekonzentration 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 **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen ◆ Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen **Zeitbedarf**: ca. 16 Std. à 45 Minuten	*Unterrichtsvorhaben II:* **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 **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen ◆ Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen **Zeitbedarf**: 14 Std. à 45 Minuten	*Unterrichtvorhaben III* **Kontext:** *Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon* **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF3 Systematisierung • UF4 Vernetzung • E2 Wahrnehmung und Messung • E4 Untersuchungen und Experimente • E6 Modelle • K2 Recherche • B2 Entscheidungen **Inhaltsfeld**: Elektrochemie **Inhaltlicher Schwerpunkt**: ◆ Mobile Energiequellen **Zeitbedarf**: ca. 22 Stunden à 45 Minuten
Unterrichtsvorhaben IV: **Kontext:** *Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle* **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF2 Auswahl • E6 Modelle • E7 Vernetzung	*Unterrichtsvorhaben V:* **Kontext:** *Korrosion vernichtet Werte* **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF1 Wiedergabe • UF3 Systematisierung • E6 Modelle • B2 Entscheidungen	*Unterrichtsvorhaben VI:* **Kontext:** *Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt* **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF3 Systematisierung • UF4 Vernetzung • E3 Hypothesen

• K1 Dokumentation • K4 Argumentation • B1 Kriterien • B3 Werte und Normen **Inhaltsfeld**: Elektrochemie **Inhaltliche Schwerpunkte**: ◆ Mobile Energiequellen ◆ Elektrochemische Gewinnung von Stoffen **Zeitbedarf**: ca. 14 Stunden à 45 Minuten	**Inhaltsfeld**: Elektrochemie **Inhaltlicher Schwerpunkt**: ◆ Korrosion **Zeitbedarf**: ca. 6 Stunden à 45 Minuten	• 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. 14 Stunden à 45 Minuten
Summe Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS: 86 Stunden		

<table>
<tr><th colspan="2">Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS</th></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben I:</u>

Kontext: Wenn das Erdöl zu Ende geht

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
• UF4 Vernetzung
• E1 Probleme und Fragestellungen
• E4 Untersuchungen und Experimente
• K3 Präsentation
• B3 Werte und Normen
• B4 Möglichkeiten und Grenzen

Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltlicher Schwerpunkt:
◆ Organische Verbindungen und Reaktionswege

Zeitbedarf: ca. 10 Stunden à 45 Minuten</td>
<td><u>Unterrichtsvorhaben II</u>:

Kontext: Maßgeschneiderte Produkte aus Kunststoffen

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
• UF2 Auswahl
• UF4 Vernetzung
• E3 Hypothesen
• E4 Untersuchungen und Experimente
• E5 Auswertung
• K3 Präsentation
• B3 Werte und Normen

Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltlicher Schwerpunkt:
◆ Organische Verbindungen und Reaktionswege
◆ Organische Werkstoffe

Zeitbedarf: ca. 24 Stunden à 45 Minuten</td></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben III:</u>

Kontext: Bunte Kleidung

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:
• UF1 Wiedergabe
• UF3 Systematisierung
• E6 Modelle
• E7 Arbeits- und Denkweisen
• K3 Präsentation
• B4 Möglichkeiten und Grenzen

Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltlicher Schwerpunkt:
◆ Farbstoffe und Farbigkeit

Zeitbedarf: ca. 20 Stunden à 45 Minuten</td>
<td></td></tr>
<tr><th colspan="2">Summe Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS: 54 Stunden</th></tr>
</table>

Qualifikationsphase (Q1) – 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. 36 Std. à 45 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. 30 Stunden à 45 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	*Unterrichtsvorhaben IV:* **Kontext**: *Entstehung von Korrosion und Schutzmaßnahmen* **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF3 Systematisierung • E6 Modelle • K2 Recherche • B2 Entscheidungen **Inhaltsfelder**: Elektrochemie **Inhaltlicher Schwerpunkt**: ◆ Korrosion und Korrosionsschutz **Zeitbedarf**: ca. 10 Std. à 45 Minuten

◆ Elektrochemische Gewinnung von Stoffen ◆ Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse **Zeitbedarf**: ca. 22 Stunden à 45 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. 28 Stunden à 45 Minuten	
Summe Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS: 126 Stunden	

Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS	
Unterrichtsvorhaben I: **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. 34 Stunden à 45 Minuten	*Unterrichtsvorhaben II:* **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. 20 Stunden à 45 Minuten
Unterrichtsvorhaben III: **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. 20 Stunden à 45 Minuten	*Unterrichtsvorhaben IV:* **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. 10 Stunden à 45 Minuten .
Summe Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS: 84 Stunden	

2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Einführungsphase

Einführungsphase – Unterrichtsvorhaben I

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

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Struktur – Eigenschaft

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

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. 10 Std. à 45 Minuten

Einführungsphase – Unterrichtsvorhaben I

Kontext: Nicht nur Graphit und Diamant – Erscheinungsformen des Kohlenstoffs			
Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Nanochemie des Kohlenstoffs **Zeitbedarf**: 8 Std. à 45 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 Schüler:innen ...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Graphit, Diamant und mehr - Modifikation - Elektronenpaarbindung - 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 Materialien aus Kohlenstoff (u.a. Fullerene) (UF4).	**1. Test zur Selbsteinschätzung** Atombau, Bindungslehre, Kohlenstoffatom, Periodensystem **2. Gruppenarbeit** „Graphit, Diamant und Fullerene“	Der Einstieg dient zur Angleichung der Kenntnisse zur Bindungslehre, ggf. muss Zusatzmaterial zur Verfügung gestellt werden. Beim Graphit und beim Fulleren werden die Grenzen der einfachen Bindungsmodelle deutlich. (Achtung: ohne Hybridisierung)

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 Schüler:innen selbstständig Fragestellungen entwickeln. (Niveaudifferenzierung, individuelle Förderung) Die Schüler:innen erstel- len Lernplakate in Gruppen, beim Museumsgang hält jeder / jede einen Kurzvortrag. Ggf. Besuch des MPI für Kohlenforschung oder Expertenbefragung zur entsprechenden Forschung im Bereich der Nanochemie vor Ort

<u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u>

- Selbstevaluationsbogen zur Bindungslehre

<u>Leistungsbewertung:</u>

- Präsentation zu Nanomaterialien in Gruppen

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

Einführungsphase - Unterrichtsvorhaben IV

Kontext: V*om Alkohol zur Carbonsäure*

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

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schüler:innen können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:
- 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 anwendungsbezogene 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

Inhaltliche Schwerpunkte:
- ♦ Organische Kohlenstoffverbindungen, Struktur-Eigenschaftsbeziehung, Reaktionsvermögen, Analytik Gaschromatographie

Zeitbedarf: ca. 30 Std. à 45 Minuten

Einführungsphase - Unterrichtsvorhaben II

Kontext: Vom Alkohol zur Carbonsäure			
Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen (und Gleichgewichtsreaktionen)			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Organische Kohlenstoffverbindungen **Zeitbedarf**: • 30 Std. a 45 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 Schüler:innen...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Ordnung schaffen: Einteilung organischer Verbindungen in Stoffklassen **Alkane und Alkohole als Lösemittel** • Löslichkeit • funktionelle Gruppe • intermolekulare Wechselwirkungen: van-der-Waals Ww. und Wasserstoffbrücken	nutzen bekannte Atom- und Bindungsmodelle zur Beschreibung organischer Moleküle und Kohlenstoffmodifikationen (E6). benennen ausgewählte organische Verbindungen mithilfe der Regeln der systematischen Nomenklatur (IUPAC) (UF3). ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein (UF3).	**S-Exp.:** • Löslichkeit von Alkoholen und Alkanen in verschiedenen Lösemitteln. **Arbeitspapiere**: • Nomenklaturregeln und -übungen • intermolekulare Wechselwirkungen.	**Diagnose:** Begriffe, die aus der S I bekannt sein müssten: funktionelle Gruppen, Hydroxylgruppe, 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.

• homologe Reihe und physikalische Eigenschaften • Nomenklatur nach IUPAC • Formelschreibweise: Verhältnis-, Summen-, Strukturformel • Verwendung ausgewählter Alkohole	erklären an Verbindungen aus den Stoffklassen der Alkane und Alkene das C-C-Verknüpfungsprinzip (UF2). beschreiben den Aufbau einer homologen Reihe und die Strukturisomerie (Gerüstisomerie und Positionsisomerie) am Beispiel der Alkane und Alkohole.(UF1, UF3) erläutern ausgewählte Eigenschaften organischer Verbindungen mit Wechselwirkungen zwischen den Molekülen (u.a. Wasserstoffbrücken, van-der-Waals-Kräfte) (UF1, UF3). beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle die Strukturen organischer Verbindungen (K3). wählen bei der Darstellung chemischer Sachverhalte die jeweils angemessene Formelschreibweise aus (Verhältnisformel, Summenformel, Strukturformel) (K3). beschreiben den Aufbau einer homologen Reihe und die Strukturisomerie (Gerüstisomerie und Positionsisomerie) am Beispiel der Alkane und Alkohole.(UF1, UF3)		**Wiederholung:** Elektronegativität, Atombau, Bindungslehre, intermolekulare Wechselwirkungen **Fächerübergreifender Aspekt Biologie:** Intermolekulare Wechselwirkungen sind Gegenstand der EF in Biologie (z.B. Proteinstrukturen). **Ggf. möglich Stationenlernen zu Alkoholen**
Alkohol im menschlichen Körper • Ethanal als Zwischenprodukt der Oxidation	dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen, zur Einstellung einer Gleichgewichtsreaktion, zu Stoffen und Reaktio-	**Concept-Map zum Arbeitsblatt**: *Wirkung von Alkohol* **S-Exp.:** Fehling- und/oder Tol-	**Wiederholung:** Redoxreaktionen (s.o.) **Fokus Bewertungskompetenz**:

19

• Nachweis der Alkanale • Biologische Wirkungen des Alkohols • Berechnung des Blutalkoholgehaltes • Alkotest mit dem Drägerröhrchen **(fakultativ)** • Gepanschter Wein • **Gaschromatographie zum Nachweis von Methanol im Wein** • Aufbau und Funktion eines Gaschromatographen • Identifikation des Methanols durch Auswertung von Gaschromatogrammen	nen eines natürlichen Kreislaufs). (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). erläutern die Grundlagen der Entstehung eines Gaschromatogramms und entnehmen diesem 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). 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).	lens-Probe **fakultativ: Film** Historischer Alkotest **Material Implementation**: virtueller Gaschromatograph, Zeitungsartikel und Rollenspiel Gerichtsverhandlung SuS-Experimente zur Papier- und Dünnschichtchromatographie Demonstrationsexperiment zur Gaschromatographie (AK Kappenberg: http://www.kappenberg.com/pages/lowcost-chromatographie/gaschromatographen.html Expertenvortrag von Herrn Dr. Kleine-Benne, Forschungs- und Entwicklungsleiter von Gerstel, Mülheim	Beitrag des Faches Chemie über Berechnung des Blutalkohols, zusätzlich Nachweis von Aldehyden im Zigarettenrauch (Demonstrationsexperiment) Material zur Gaschromatographie aus der Implementation und ausa dem AK Kappenberg (virtueller Gaschromatograph) Zusammenarbeit mit Gerstel
Alkanale und Alkanone – Oxidationsprodukte der Alkanole • Oxidation von Propanol • Unterscheidung primärer,	nutzen bekannte Atom- und Bindungsmodelle zur Beschreibung organischer Moleküle und Kohlenstoffmodifikationen (E6). benennen ausgewählte organische Ver-	**SuS-Experiment.:** • Oxidation von Propanol mit Kupferoxid • Oxidationsfähigkeit von primären, sekundären und terti-	

sekundärer und tertiärer Alkanole durch ihre Oxidierbarkeit • Gerüst- und Positionsisomerie am Bsp. der Propanole • Molekülmodelle • Homologe Reihen der Alkanale und Alkanone • Nomenklatur der Stoffklassen und funktionellen Gruppen • Eigenschaften und Verwendungen	bindungen mithilfe der Regeln der systematischen Nomenklatur (IUPAC) (UF3). 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 (Gerüstisomerie und Positionsisomerie) am Beispiel der Alkane und Alkohole.(UF1, UF3) erläutern ausgewählte Eigenschaften organischer Verbindungen mit Wechselwirkungen zwischen den Molekülen (u.a. Wasserstoffbrücken, van-der-Waals-Kräfte) (UF1, UF3). beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle die Strukturen organischer Verbindungen (K3). wählen bei der Darstellung chemischer Sachverhalte die jeweils angemessene Formelschreibweise aus (Verhältnisformel, Summenformel, Strukturformel) (K3). beschreiben den Aufbau einer homologen Reihe und die Strukturisomerie (Gerüstisomerie und Positionsisomerie) am Bei-	ären Alkanolen, z.B. mit $KMnO_4$. **Gruppenarbeit:** Darstellung von Isomeren mit Molekülbaukästen. .	**Individuelle Förderung möglich**: für starke Schüler Angebot des Lösens komplexer Redoxgleichungen

	spiel der Alkane und Alkohole.(UF1, UF3)		
Wenn Wein umkippt • Oxidation von Ethanol zu Ethansäure • Aufstellung des Redoxschemas unter Verwendung von Oxidationszahlen • Regeln zum Aufstellen von Redoxschemata • pH-abhängige Redoxgleichungen • Strukturen, Eigenschaften und Verwendung von Carbonsäuren	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. **SuS-Exp.:** pH Wert-Bestimmung, Geruch, Farbe von Wein und „umgekipptem“ Wein SuS-Exp.: Lernzirkel Carbonsäuren (Siedepunkte, Säurestärke, Verwendung) SuS-Exp.: Titration, z.B. Wie sauer ist der Essig oder die Milch? Konzentrationsberechnung: Wiederholung der Fachbegriffe Stoffmenge, Konzentration	Ausführliche Einübung komplexer Redoxgleichungen **Wiederholung:** Säuren und saure Lösungen Hier einsetzbar: **Stationenlernen zu Carbonsäuren** unter dem Kontext „Praktikum auf dem Bauernhof“ Das Titrieren anhand verschiedener Carbonsäuren mit verschiedenen Basen und Indikatoren praktisch einüben Berechnungen einüben
<u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u> • Eingangsdiagnose, Versuchsprotokolle <u>Leistungsbewertung:</u> • Concept-Map, Protokolle, Präsentationen, schriftliche Übungen			

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

Animation zur Handhabung eines Gaschromotographen: Virtueller Gaschromatograph:
http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/3/anc/croma/virtuell_gc1.vlu.html

Materialien der Implementation „Gepanscher Alkohol - Todesfall in der Türkei“

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 III

Kontext: *Methoden der Kalkentfernung im Haushalt*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht
Basiskonzept Energie

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schüler:innen 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).

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:
- ♦ Reaktionskinetik, Katalyse

Zeitbedarf: ca. 12 Std. à 45 Minuten

Einführungsphase - Unterrichtsvorhaben III

Kontext: Methoden der Kalkentfernung im Haushalt			
Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Gleichgewichtsreaktionen **Zeitbedarf**: 18 Std. a 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF1 – Wiedergabe • UF3 – Systematisierung • E3 – Hypothesen • E5 – Auswertung • K1 – Dokumentation **Basiskonzepte:** Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht Basiskonzept Energie	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Kalkentfernung - Reaktion von Kalk mit Säuren - Beobachtungen eines Reaktionsverlaufs - Reaktionsgeschwindigkeit ermitteln	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 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).	**Brainstorming:** Kalkentfernung im Haushalt **SuS-Experiment:** Entfernung von Kalk mit Säuren Ideen zur Untersuchung des zeitlichen Verlaufs **SuS-Experiment:** Planung, Durchführung und Auswertung eines entsprechenden Versuchs (z.B. Auffangen des Gases) **(Haus)aufgabe:** Ermittlung von Reaktionsgeschwindigkeiten an einem Beispiel	Wiederholung Stoffmenge S. berechnen die Reaktionsgeschwindigkeiten für verschiedene Zeitintervalle im Verlauf der Reaktion (Momentangeschwindigkeit, Durchschnittsgeschwindigkeit)

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).	**Entkalken eines Wasserkochers - Geht das auch schneller?** **Arbeitsteilige SuS-Experimente:** Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von der Konzentration, des Zerteilungsgrades und der Temperatur **Lerntempoduett:** Stoßtheorie, Deutung der Einflussmöglichkeiten **Erarbeitung:** Einfaches Geschwindigkeitsgesetz, Vorhersagen, Brausetablettenversuch bei unterschiedlicher Temperatur im Schülerversuch **Diskussion:** RGT-Regel, Ungenauigkeit der Vorhersagen	
Einfluss der Temperatur - Boltzmannverteilung - 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:** Einführung der Aktivierungsenergie **SuS-Experiment:** Katalysatoren, z.B. bei der Zersetzung von Wasserstoffperoxid	**Film:** Wilhelm Ostwald und die Katalyse (Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik)
<u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u> • Protokolle, Auswertung Trainingsaufgabe <u>Leistungsbewertung:</u> • Schriftliche Übung, mündliche Beiträge, Versuchsprotokolle			

Einführungsphase - Unterrichtsvorhaben IV

Kontext: V*on der Carbonsäure zum Aromastoff*

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

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schüler:innen können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:
- 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 anwendungsbezogene 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.18 Std. à 45 Minuten

Einführungsphase - Unterrichtsvorhaben IV

Kontext: Von der Carbonsäure zum Aromastoff			
Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Organische (und anorganische) Kohlenstoffverbindungen **Zeitbedarf**: • 18 Std. a 45 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 Chemische Reaktion	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schüler:innen...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
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 ausgewähl-	**Experiment (L-Demonstration):** Synthese von Essigsäureethylester und Analyse der Produkte. **SuS-Exp.: (arbeitsteilig)** Synthese von Aromastoffen (Fruchtestern). **Gruppenarbeit:** Darstellung der Edukte und Produkte der Estersynthese mit	**Fakultativ fächerübergreifender Aspekt Biologie:** Veresterung von Aminosäuren zu Polypeptiden in der EF.

	ter Stoffe auf und schlagen geeignete Experimente zur Überprüfung vor (E3).	Molekülbaukästen.	
Chemisches Gleichgewicht quantitativ - Einführung Hin- und Rückreaktion sowie chemisches Gleichgewicht anhand der Estersynthese und Esterhydrolyse - Hin- und Rückreaktion - Massenwirkungsgesetz - Weitere Beispielreaktionen	formulieren für ausgewählte Gleichgewichtsreaktionen das Massenwirkungsgesetz (UF3). interpretieren Gleichgewichtskonstanten in Bezug auf die Gleichgewichtslage (UF4). dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen, zur Einstellung einer Gleichgewichtsreaktion, zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislaufes) (K1).	**Arbeitsblatt:** Von der Reaktionsgeschwindigkeit zum chemischen Gleichgewicht Einführung des Massenwirkungsgesetzes Rechenaufgaben zum MWG Arbeitsteilige Gruppenarbeit, experimentell unterstützt zum Prinzip von Le Chatelier: Temperatur, Druck, Konzentration **Übungsaufgaben**	
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“ **SuS-Exp.** zur Extraktion von Aromastoffen	Ggf. Exkursion ins Duftlabor

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Eingangsdiagnose, Versuchsprotokolle

Leistungsbewertung:

- Concept-Map, Protokolle, Präsentationen, ggf. schriftliche Übungen

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 V

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

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

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schüler:innen 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 45 Minuten

Einführungsphase - Unterrichtsvorhaben V

Kontext: Kohlenstoffdioxid und das Klima – Die Bedeutung für die Ozeane			
Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Stoffkreislauf in der Natur • Gleichgewichtsreaktionen **Zeitbedarf**: 16 Std. à 45 Minuten		**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	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schüler:innen ...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Kohlenstoffdioxid - Eigenschaften - Treibhauseffekt - Anthropogene Emissionen - Reaktionsgleichungen - Umgang mit Größengleichungen	unterscheiden zwischen dem natürlichen und dem anthropogen erzeugten Treibhauseffekt und beschreiben ausgewählte Ursachen und ihre Folgen (E1).	**z.B. Kartenabfrage** Grundkenntnisse 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_2s - Vergleich mit rechtlichen Vorgaben - weltweite CO_2-Emissionen **Information** Aufnahme von CO_2 u.a. durch die Ozeane	Der Einstieg dient zur Anknüpfung an die Vorkenntnisse aus der SI und anderen Fächern Implizite Wiederholung: Stoffmenge n, Masse m und molare Masse M,Berechnung von Stoffmengen, Massen und Gasvolumina aus Reaktionsgleichungen.

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 (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4). dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen, zur Einstellung einer Gleichgewichtsreaktion, zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislaufes) (K1). nutzen angeleitet und selbstständig chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Planung und Auswertung von Experimenten und zur Ermittlung von Stoffeigenschaften (K2).	**z.B. SuS-Experiment:** Löslichkeit von CO_2 in Wasser (qualitativ) Aufstellen von Reaktionsgleichungen Löslichkeit von CO_2 (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 **Demonstartions-Experiment:** Löslichkeit von CO_2 bei Zugabe von Salzsäure bzw. Natronlauge **Ergebnis:** Umkehrbarkeit / Reversibilität der Reaktion	Wiederholung der Stoffmengenkonzentration *c* Wiederholung: Kriterien für Versuchsprotokolle Vorgabe einer Tabelle zum Zusammenhang von pH-Wert und Oxoniumionenkonzentration
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).	**z.B. Lehrervortrag:** Chemisches Gleichgewicht als allgemeines Prinzip vieler chemischer Reaktionen, Definition **z.B. Arbeitsblatt:** Umkehrbare Reaktionen auf Teilchenebene ggf. Simulation **Modellexperiment**: z.B. Stechheber-Versuch, Kugelspiel **Vergleichende Betrachtung:** Chemisches Gleichgewicht auf der Teilchenebene, im Modell und in der Realität	
Ozean und Gleichgewichte	formulieren Hypothesen zur Beeinflussung natürlicher Stoffkreisläufe (u.a. Kohlen-	**Wiederholung:** CO_2- Aufnahme in den Meeren	Hier nur Prinzip von Le Chatelier, kein

- Aufnahme CO_2 - Einfluss der Bedingungen der Ozeane auf die Löslichkeit von CO_2 - Prinzip von Le Chatelier - Kreisläufe	stoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) (E3). erläutern an ausgewählten Reaktionen die Beeinflussung der Gleichgewichtslage durch eine Konzentrationsänderung (bzw. Stoffmengenänderung), Temperaturänderung (bzw. Zufuhr oder Entzug von Wärme) und Druckänderung (bzw. Volumenänderung) (UF3). formulieren Fragestellungen zum Problem des Verbleibs und des Einflusses anthropogen erzeugten Kohlenstoffdioxids (u.a. im Meer) unter Einbezug von Gleichgewichten (E1). veranschaulichen chemische Reaktionen zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf grafisch oder durch Symbole (K3).	**z.B. SuS-Experimente:** Einfluss von Druck und Temperatur auf die Löslichkeit von CO_2 ggf. Einfluss des Salzgehalts auf die Löslichkeit **Beeinflussung von chemischen Gleichgewichten** (Verallgemeinerung) **z.B. Puzzlemethode:** Einfluss von Druck, Temperatur und Konzentration auf Gleichgewichte, Vorhersagen **Erarbeitung:** Wo verbleibt das CO_2 im Ozean? **z.B. Partnerarbeit:** Physikalische/Biologische Kohlenstoffpumpe **z.B. Arbeitsblatt:** Graphische Darstellung des marinen Kohlenstoffdioxid-Kreislaufs	MWG **Fakultativ:** **Mögliche Ergänzungen** (auch zur individuellen Förderung): - Tropfsteinhöhlen - Kalkkreislauf - Korallen
Klimawandel - Informationen in den Medien - Möglichkeiten zur Lösung des CO_2-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	**Recherche** - aktuelle Entwicklungen - Versauerung der Meere - Einfluss auf den Golfstrom/Nordatlantikstrom **z.B. Podiumsdiskussion** - Prognosen - Vorschläge zu Reduzierung von Emissionen - Verwendung von CO_2 **Zusammenfassung:** z.B. Film „Treibhaus Erde“ aus der Reihe „Total Phänomenal“ des SWR	

	Verminderung des Kohlenstoffdioxidaus-stoßes und der Speicherung des Kohlen-stoffdioxids auf und beziehen politische und gesellschaftliche Argumente und ethi- sche Maßstäbe in ihre Bewertung ein (B3, B4).	**Weitere Recherchen**	

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Lerndiagnose: Stoffmenge und molare Masse

Leistungsbewertung:

- Klausur, Schriftliche Übung zum Puzzle Beeinflussung von chemischen Gleichgewichten

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

2.1.3 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase GK

Q1 Grundkurs - Unterrichtsvorhaben I

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

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Struktur-Eigenschaft
Basiskonzept chemisches Gleichgewicht
Basiskonzept Donator-Akzeptor

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schüler:innen 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 (K 2).

Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren

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

Zeitbedarf: ca. 16 Std. à 45 Minuten

Q1 Grundkurs - Unterrichtsvorhaben I

Kontext: Säuren und Basen in Alltagsprodukten: Bestimmung der Säurekonzentration 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**: ca. 16 Stunden à 45 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF1 Wiedergabe • E2 Wahrnehmung und Messung • E4 Untersuchung 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 Schüler:innen …	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
In welchen Produkten unseres täglichen Lebens sind Säuren und Basen enthalten?		Präsentation eines **Concept Cartoon** als **Einstieg** in das Unterrichtsvorhaben Säuren und Basen, gleichzeitig Wiederholung des Themas Carbonsäuren aus der EF und Überleitung des Themas CO_2 aus der EF	
	recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren unterschiedliche Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4)	**Zusammenstellung von Produkten aus der Lebenswelt der SuS, die Säuren enthalten, und deren Verwendung**	SuS wiederholen aus Klasse 9 und der EF bekannte Säuren (Salzsäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kohlensäure, Essigsäure) und ergänzen ihr

Darf das Essiggurkenglas in den Handel - Wie viel Säure steckt im Essig?			Wissen um Säuren wie z.B. Zitronensäure, Acetylsalicylsäure, Weinsäure, …
Durchführung einer Säure-Base-Titration mit Indikator	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 Endpunktsbestimmung über einen Indikator, führen diese zielgerichtet durch und werten sie aus (E3, E4, E5)	SuS erhalten Auftrag, als Qualitätsmanager in einer Essiggurkenfirma den Masseanteil an Essigsäure zu prüfen. Die SuS planen Experiment, wie sie die Konzentration der Essigsäure in der Gurkenlake ermitteln können. **SuS-Experiment** Durchführung einer Säure-Base- **Titration mittels Indikator** (z.B. Universalindikator, Rotkohlsaft, Bromthymolblau)	Es wird Wert daraufgelegt, dass die SuS die fachgerechte Durchführung mit Fachbegriffen wie Maß- und Probelösung verschriftlichen können sowie eine beschriftete Aufbauskizze anfertigen können.
Neutralisation		Aufstellen der **Neutralisationsgleichung**	
Konzentrationsberechnung Massenkonzentration Massenanteil		**Berechnung** der Essigsäure-Konzentration, Einführung der Größen Massenkonzentration und -anteil	Hier bietet sich eine kurze Wiederholung der Begriffe Stoffmenge, Konzentration, molare Masse und der jeweiligen mathematischen Zusammenhänge an, um alle SuS auf einem Stand zu wissen.
	beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotential 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)	**Beurteilung** der Unbedenklichkeit der Essiggurke Übungen zum Aufstellen von Neutralisationsgleichungen und Konzentrationsberechnungen auch mit komplexen Stoffmengenverhältnissen	Es können weitere Titrationsübungen durchgeführt werden, z.B. Bestimmung des Weinsäuregehaltes im Wein, der Konzentration der Schwefelsäure in

			der Autobatterie
Wie definiert man Säuren und Basen? Entwicklung der Säure-Base-Definition von Arrhenius nach Brønsted Protonendonatoren und Protonenakzeptoren Protolysegleichgewicht Konjugierte Säure-Base-Paare	identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags und beschreiben diese mithilfe des Säure-Base-Konzepts nach Brønsted (UF1, UF3) zeigen an Protolysereaktionen auf, wie sich der Säure-Base-Begriff durch das Konzept von Brønsted verändert hat (E6, E7) stellen Säure-Base-Reaktionen in einem Funktionsschema dar und erklären daran das Donator-Akzeptor-Prinzip (K1, K3)	**SuS-Experimente** zur Reaktion von Säuren in Wasser SuS erfahren aus den Experimenten, dass Säuren ihre Säurewirkung erst in Wasser entfalten SuS entwickeln die ihnen aus Klasse 9 bekannte **Definition** der Säure weiter und kennzeichnen Säuren als Protonendonatoren und Basen als Protonenakzeptoren **SuS-Experimente** zu Protolysegleichgewichten, um zu ermitteln, welche Salze sauer, neutral oder auch alkalisch reagieren. SuS erfahren Protolysen als reversible Reaktionen und lernen die Klassifizierung als konjugierte Säure-Base-Paare kennen Übungen zur Zuordnung konjugierter Säure-Base-Paare	Hier bieten sich Reaktionen an wie z.B. Citronensäure und Natron in Wasser geben, danach vereinen oder Prüfung der elektrischen Leitfähigkeit von Citronensäure, die in Aceton bzw. Wasser gelöst ist. Evtl. kann hier auch auf Wissen aus der Sek. I zurückgegriffen werden. Es bietet sich hier die einfache Untersuchung der Salze Kochsalz, Natriumacetat, Ammoniumchlorid, Kaliumcarbonat und Natriumhydrogensulfat an. falls erforderlich: Wiederholung des chemischen Gleichgewichts, des Aufstellens des MWGs und der Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts (Le Chatelier)
Wie viel Säure steckt im Balsamico-Essig? Grenzen der Titration mittels Indikator	erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen freibeweglicher Ionen (E6)	Demonstration eines Balsamico-Essigs und Diskussion der Grenzen der herkömmlichen Titration mittels Indikator Hypothesen aufstellen, wie hier eine	

Durchführung und Grundlagen der Leitfähigkeitstitration Molare Ionenleitfähigkeit Konduktometrische Titrationskurven	beschreiben das Verfahren der Leitfähigkeitstitration (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Säuren bzw. Basen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt und werten vorhandene Messgrößen aus (E2, E4, E5) dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstitration mithilfe graphischer Darstellungen (K1) bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5)	Konzentrationsbestimmung realisierbar ist. Grundlagen der Leitfähigkeitstitration werden beispielhaft am Säure-Base-Paar HCl/NaOH selbstständig mithilfe von Infomaterial erarbeitet. Aus vorgegebenen Messwerten Erstellung einer **Titrationskurve** und Auswertung des Kurvenverlaufs **SuS-Experiment:** Durchführung einer konduktometrischen Titration von Essigsäure gegen Natronlauge Graphische Auswertung Diskussion möglicher Fehler Besprechung der Kurvenverlaufs einer Titration von Schwefelsäure gegen Bariumhydroxid	Es kann hier die Stromstärke bei angelegter Wechselspannung oder auch die Leitfähigkeit mithilfe einer Leitfähigkeitselektrode gemessen werden. Es wird Wert auf eine strukturierte, in guter Fachsprache verfasste Erläuterung des Kurvenverlaufs gelegt. Schwer lösliche Salze werden hier nur kurz angesprochen, ebenso das Löslichkeitsprodukt. Es sollen keine Rechnungen zum Löslichkeitsprodukt erfolgen.
Was versteht man unter dem pH-Wert? H_3O^+-Ionenkonzentration	erläutern die Autoprotolyse und das Ionenprodukt des Wassers (UF1)	Demonstration eines Essigreinigers mit dem Warnetikett, mit viel Wasser auswaschen bei Kontakt mit den Augen Überlegungen anstellen, wie viel Wasser notwendig sei. Demonstration einer Verdünnungsreihe als Folie, in der visualisiert wird, dass sich der pH-Wert um den Faktor 1 ändert, wenn man um den Faktor 10 eine saure Lösung ver-	Hier ist ein Rückgriff auf die Inhalte der Klasse 9 möglich, als man den pH-Wert phänomenologisch, nicht aber mathematisch untersucht hat.

Autoprotolyse und Ionenprodukt des Wassers Gleichgewichtskonstante Kw pH-Wert als negativer dekadischer Logarithmus der Oxoniumionenkonzentration pOH-Wert		dünnt. Über die Autoprotolyse des Wassers und das Aufstellen des Massenwirkungsgesetzes das Ionenprodukt des Wassers und die Definition des pH-Wertes mit den SuS herleiten Einfache Rechnungen zum pH-Wert und pOH-Wert	An dieser Stelle werden Logarithmus-Rechenregeln, die aus dem Mathematik-Unterricht bekannt sind, wiederholt und eingeübt.

<u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u>

- Eingangsdiagnose, Abgleich der Kenntnisse aus der EF und der JS 9 zum Thema Säuren und Basen
- Versuchsprotokolle

<u>Leistungsbewertung:</u>

- Experimentelle Konzentrationsbestimmung einer Probe unbekannter Konzentration
- schriftliche Übung zu Konzentrationsberechnungen und zum Aufstellen von Neutralisationsreaktionen
- Auswertung von Experimenten, Diskussionsbeiträge
- Klausuren/ Facharbeit …

Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:

Eine gute Übersicht über eine Vielzahl von Carbonsäuren mit ihren Eigenschaften und ihrer Verwendung findet sich unter http://www.guidobauersachs.de/oc/carbons.html

Der Einsatz von Concept Cartoons im Chemieunterricht werden diskutiert in Steiniger, R.; Lembens, A., Warum wird Wein „Sauer“, in: Unterricht Chemie 24, 2013, Nr. 133, S. 22 ff

Unterrichtsvorhaben II

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

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Struktur-Eigenschaft
Basiskonzept chemisches Gleichgewicht
Basiskonzept Donator-Akzeptor

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schüler:innen 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 naturwissenschaftlichtechnischen Sachverhalten unterscheiden und angeben (B1)

Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren

Inhaltliche Schwerpunkte:
- ♦ Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen
- ♦ Säurestärke
- ♦ pH-Wert-Berechnungen

Zeitbedarf: ca. 14 Std. à 45 Minuten

Q1 Grundkurs - 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 • Säurestärke • pH-Wert-Berechnung starker und schwacher Säuren • pH-Wert-Berechnung starker Basen **Zeitbedarf**: ca. 14 Stunden à 45 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF2 Auswahl • UF3 Systematisierung • E1 Probleme und Fragestellungen • B1 Kriterien **Basiskonzepte (Schwerpunkte):** Basiskonzept Struktur-Eigenschaft Basiskonzept chemisches Gleichgewicht Basiskonzept Donator-Akzeptor

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schüler:innen …	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Welche Säure wirkt besser? Säurestärke	beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotential von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2) erklären fachsprachlich angemessen und mithilfe von Reaktionsgleichungen den	Demonstration dreier Säuren gleicher Konzentration mit der Fragestellung, welche als Kalklöser am besten geeignet sei. Gibt es Unterschiede, wo doch die Konzentration gleich ist? Hypothesen aufstellen / Planen eines Experimentes **SuS-Experiment** – Untersuchung des pH-Wertes von Essigsäure, Salzsäure und Zitronensäure SuS stellen Vermutungen über die unterschiedlichen pH-Werte an und	Hier können auch andere Experimente durchgeführt werden, z.B. wie viel Gas sich in welcher Zeit bildet um dann erst den pH-Wert der drei Lösungen zu prüfen

Säurekonstante K_s und pK_s-Wert	Unterschied zwischen einer schwachen und einer starken Säure unter Einbeziehung des Gleichgewichtskonzepts (K3) interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des K_S-Wertes (UF2, UF3) klassifizieren Säuren mithilfe von K_s- und pK_s-Werten (UF3) machen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktionen anhand von K_S- und pK_S-Werten (E3)	entwickeln den Begriff der Säurestärke **Einführung des K_s- und pK_s-Wertes** Formulierung der Reaktionsgleichungen verschiedener Protolysreaktionen und Beurteilung der jeweiligen **Lage des Gleichgewichtes**	Optional kann hier auch die unterschiedliche Stärke von Carbonsäuren (Methan-, Ethan- und Propansäure) über induktive Effekte besprochen werden.
Wie berechnet man den pH-Wert von sauren und alkalischen Lösungen? pH-Wert-Berechnung	berechnen pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen (Hydroxide) (UF2) berechnen pH-Werte wässriger Lösungen schwacher einprotoniger Säuren mithilfe des Massenwirkungsgesetzes (UF2)	**Klassifizierung der Säuren** in stark, mittelstark und schwach und somit auch Notwendigkeit der Einführung einer neuer Formel zur Berechnung des pH-Wertes von schwachen Säuren, Herleitung dieser Formel aus der Protolysegleichung **Einfache Rechnungen zu starken und schwachen Säuren**	Auf die Berechnung des pH-Wertes von mittelstarken Säuren wird lediglich hingewiesen.
Wie genau läuft die Neutralisation ab? pH-metrische Titration Äquivalenzpunkt pH-Sprung		**Demonstrationsexperiment** pH-metrische Titration von Salzsäure gegen Natronlauge Aufnahme einer Titrationskurve und Erläuterung deren Verlaufs	Auch wenn pH-metrische Titrationen für den Grundkurs nicht vorgesehen sind, soll zumindest die Titrationskurve des Systems HCl/NaOH besprochen werden. Hier müssen keine pH-Wert-Berechnungen an unterschied-

			lichen Punkten der Kurve durchgeführt werden.

<u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u>

- Eingangsdiagnose, Abgleich der Kenntnisse aus der EF und der JS 9 zum Thema Säuren
- Versuchsprotokolle

<u>Leistungsbewertung:</u>

- schriftliche Übung zu pH-Wert-Berechnungen
- Auswertung von Experimenten, Diskussionsbeiträge
- Klausuren/ Facharbeit …

Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:

Informationen zu Fehlvorstellungen von SuS im Bereich des Inhaltsfeldes Säuren und Basen erhält man einen Überblick unter: https://www.uni-muenster.de/.../kapitel_7.1_7.4____s_ure_base_abschnitt.ppt

Theoretische Grundlagen zur pH-Wert-Berechnung findet man z.B. unter: ak-powell.chemie.uni-karlsruhe.de/teaching/Chap07.pdf

Q1 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben III

Kontext: *Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):

Basiskonzept ,,Donator-Akzeptor

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schüler:innen 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:
- kriteriengeleitet beobachten und erfassen und gewonnene Ergebnisse frei von eigenen Deutungen beschreiben (E2)
- Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften (E4)
- Modelle begründet auswählen und zur Beschreibung, Erklärung und Vorhersage chemischer Vorgänge verwenden, auch in einfacher formalisierter oder mathematischer Form (E6).

Kompetenzbereich Kommunikation:
- in vorgegebenen Zusammenhängen selbstständig chemische und anwendungsbezogene Fragestellungen mithilfe von Fachbüchern und anderen Quellen bearbeiten (K2)

Kompetenzbereich Bewertung:
- für Bewertungen in chemischen und anwendungsbezogenen Zusammenhängen kriteriengeleitet Argumente abwägen und einen begründeten Standpunkt beziehen

Inhaltsfeld: Elektrochemie

Inhaltlicher Schwerpunkt:
- ♦ Mobile Energiequellen

Zeitbedarf: ca. 22 Std. à 45 Minuten

Q1 Grundkurs - Unterrichtsvorhaben III

Kontext: *Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon*	
Inhaltsfeld: Elektrochemie	
Inhaltliche Schwerpunkte: • Mobile Energiequellen **Zeitbedarf**: 22 Std. à 45 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF3 Systematisierung • UF4 Vernetzung • E2 Wahrnehmung und Messung • E4 Untersuchung und Experimente • E6 Modelle • K2 Recherche • B2 Entscheidungen **Basiskonzept (Schwerpunkt):** Basiskonzept ,,Donator-Akzeptor“

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schüler:innen ...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Inhaltliche Schwerpunkte: Elektrochemische Gewinnung von Stoffen Mobile Energiequellen Korrosion **Kontexte:** Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle **Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht**	***<u>Umgang mit Fachwissen:</u>*** • erklären den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (u.a. Daniell-Element) (UF1, UF3), • beschreiben den Aufbau einer Standard-Wasserstoff-Halbzelle (UF1), • berechnen Potentialdifferenzen unter Nutzung der Standardelektrodenpotentiale und schließen auf die möglichen Redoxreaktionen (UF2, UF3), • erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator,	<u>Einstiegsseite: Elektrochemie</u> <u>Mobile Energiequellen</u> Mobile Energiequellen Historische Batterien Akkus machen mobil Lithium-Ionen-Akkumulatoren Primär- und Sekundärelemente Kondensatoren als Energiespeicher	Die Bilder und kurzen Textbausteine umreißen die Thematik. Mit den Beispielen der Kontextseite wird die Themenbreite der Elektrochemie entfaltet. Batterien und Akkus, mit denen die Lerngruppenmitglieder häufig unbewusst umgehen, werden lose vorgestellt. Es kann eine Batterie zerlegt werden. Teile der Batterie werden beschrieben. An- schließend wird als erster Themen- block „Aufbau und Funktionsweise einer Batterie“ angesteuert. Dazu müssen in der Regel grundlegende

Umkehrbarkeit von Redoxreaktionen **Basiskonzept Donator-Akzeptor** Spannungsreihe der Metalle und Nichtmetalle Elektrolyse Galvanische Zellen Elektrochemische Korrosion **Basiskonzept Energie** Faraday-Gesetze elektrochemische Energieumwandlungen Standardelektrodenpotentiale	Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegender Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4), • 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 bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2), • erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2), • erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge (UF1, UF3). ***<u>Erkenntnisgewinnung:</u>*** • 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), • planen Experimente zum Aufbau	<u>Oxidation und Reduktion</u> Elektronenübergänge Redoxreaktionen Oxidationsmittel Reduktionsmittel Korrespondierende Redoxpaare <u>Oxidationszahlen</u> Regeln zur Ermittlung von Oxidationszahlen Aufstellen einer Redoxgleichung *<u>Praktikum Redoxtitrationen</u>* *Permanganometrie* *V1 Titration einer Oxalsäurelösung* *V2 Bestimmung von Sauerstoff in einer Gewässerprobe* <u>Die Redoxreihe</u> Redoxreihe der Metalle Redoxreihe der Nichtmetalle	Aspekte des Donator-Akzeptor-Basiskonzepts aufgegriffen werden. Die Kursmitglieder sind bereits in der Einführungsphase mit Oxidationszahlen und Redoxgleichungen in Berührung gekommen. In der Regel sind das Auffrischen und Systematisieren dieser Kenntnisse und Kompetenzen notwendig. Die Schüler:innen stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreak-tion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt. Redoxtitrationen sind nicht verbindlich. Das Kapitel kann z.B. im Rahmen eines Projektes zur Gewässeruntersuchung genutzt werden. Die SuS-Versuche werden arbeitsgleich oder arbeitsteilig eingesetzt, um auf die Redoxreihen hin zu arbeiten. Die Begriffe „oxidieren, wird oxidiert, reduzieren, wird reduziert“ werden nachhaltig eingefordert.

	galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab (E1, E2, E4, E5), • 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). ***<u>Kommunikation:</u>*** • dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1), • 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), • argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4).	<u>Galvanische Elemente</u> Daniell-Element Aufbau einer galvanischen Zelle (Halbelement, Anode, Kathode, Pluspol, Minuspol, Diaphragma) Spannung galvanischer Elemente Modellhafte Darstellung des Zustandekommens der Spannung eines Daniell-Elements Volta-Element <u>Die elektrochemische Spannungsreihe</u> Standardwasserstoffelektrode Standardpotentiale Messung eines Standardpotentials Elektrochemische Spannungsreihe	Das Experiment V1 und der „Exkurs Messung von Redoxpotentialen“ sind wie die Inhalte dieses Kapitels grundlegend. Hinweis: Es sind meist auch grundlegende Aspekte aus der Physik zur Elektrizitätslehre aufzugreifen: Spannung, Stromstärke, Widerstand, elektrische Energie Der Aufbau und die Funktionsweise der Standardwasserstoffelektrode wird vorgestellt. Es genügt die Messung eines Standardpotentials. Mit den Redoxpotentialen und dem gemessenen Standardpotential lässt sich eine elektrochemische Spannungsreihe aufstellen. Der Ausschnitt aus der elektrochemischen Spannungsreihe wird intensiv besprochen. Mit den Standardpotentialen werden an Beispielen von galvanischen Zellen Spannungen berechnet.

		<u>Elektrolysen in wässrigen Lösungen</u> Elektrolyse Elektrolysezelle Zersetzungsspannung Polarisationsspannung Abscheidungspotential Überspannung Überpotential Abscheidungspotentiale Demonstrationsexperiment: Elektrolyse von Wasser <u>Quantitative Betrachtung der Elektrolyse</u> Faraday-Gesetze Berechnungen zu Faraday SuS-Experiment:e zu Elektrolysen: Elektrolyse von Zinkiodid Galvanisieren	
	<u>Bewertung:</u> • erläutern und beurteilen die elektrolytische Gewinnung eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B3), • vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische	<u>Gewinnung von Zink</u> Vorkommen von Zink Der Werkstoff Zink Zinkgewinnung Recycling von Zink <u>Gewinnung von Aluminium</u> Schmelzflusselektrolyse	

	Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle) (B1), • diskutieren die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie (B4), • diskutieren Folgen von Korrosionsvorgängen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B2).	Filmmaterial *Ionenkonzentration und Spannung* *Aufbau eines Konzentrationselements / Spannung eines Konzentrationselements* *<u>Die Nernst-Gleichung</u>* *Nernst Gleichung für Metall/Metallionen- Halbelement* *Nernst Gleichung für Nichtmetallionen/Nichtmetall-Halbelement* *Nernst-Gleichung und Massenwirkungsgesetz* *Berechnung von Spannungen galvanischer Elemente mit der Nernst-Gleichung* pH-Wert-Messung mit Wasserstoffelektroden pH-Messung mit der Einstabmesskette pH-Abhängigkeit von Redoxpotentialen historische Batterien: Volta und Bunsen – SuS-Experimente Batterien und Akkumulatoren_ SuS-Experimente <u>Batterien/Akkus</u> Zink-Kohle-Batterie Alkali-Mangan-Batterie	Da die die Nernst-Gleichung für den Grundkurs nicht verbindlich ist, muss man sich im Grundkurs mit der Konzentrationsabhängigkeit nicht intensiv befassen. Für die Lehrkraft ist es in leistungsstarken Grundkursen interessant, die logarithmische Abhängigkeit einer Größe zu verfolgen. Erstellen von Lernvideos, experimentell begleitet

		Zink-Luft-Knopfzelle Lithium-Mangan-Batterie Bleiakkumulator Nickel-Metall-Hydrid-Akkumulator Lithium-Ionen-Akkumulator <u>SuS-Experimente zur Korrosion</u> Lokalelement Säurekorrosion Sauerstoffkorrosion Rosten *Korrosionsschutz* *Passiver Korrosionsschutz* *Kathodischer Korrosionsschutz*	.

Unterrichtsvorhaben IV

Kontext: *Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Donator-Akzeptor
Basiskonzept Energie

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schüler:innen 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. 14 Std. à 45 Minuten

Q1 Grundkurs - Unterrichtsvorhaben IV

Kontext: Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle			
Inhaltsfeld: Elektrochemie			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Elektrochemische Gewinnung von Stoffen • Mobile Energiequellen **Zeitbedarf**: ca. 14 Stunden à 45 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 Schüler:innen …	**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 Be-	**Bild** eines mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzellenautos oder Einsatz einer **Filmsequenz** zum Betrieb eines mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzellenautos **Demonstrationsexperiment** zur Elektrolyse von angesäuertem Wasser **Beschreibung und Deutung der Versuchsbeobachtungen** - Redoxreaktion - endotherme Reaktion	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, Anode, Kathode, Oxidation, Reduktion Fokussierung auf den energetischen Aspekt der Elektrolyse

	rücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2). erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7).	- 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.	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).	**SuS-Experimente oder Lehrerdemonstrationsexperimente** 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 Einführung der Faraday-Konstante, Formulierung des 2. Faraday`schen Gesetzes	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 $A*s*mol^{-1}$ Zunächst Einzelarbeit, dann Partner- oder Gruppenarbeit; Hilfekarten mit Angaben auf

	erläutern und beurteilen die elektrolytische Gewinnung eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B3).	**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	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 Direktmethanol-Brennstoffzelle Experiment: Wirkungsgrade einer Brennstoffzelle	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 erreichten Spannung
Antrieb eines Kraftfahrzeugs heute und in der Zukunft Vergleich einer Brennstoffzelle mit einer Batterie und einem Akkumulator	argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4). vergleichen und bewerten innovative und	**Expertendiskussion** zur vergleichenden Betrachtung von verschiedenen Brennstoffen (Benzin, Diesel, Erdgas) und Energiespeichersystemen (Akkumulatoren, Brennstoffzellen) eines Kraftfahrzeuges <u>mögliche Aspekte:</u> Gewinnung der	Die Expertendiskussion wird durch Rechercheaufgaben in Form von Hausaufgaben vorbereitet. Fakultativ: Es kann auch darauf eingegan-

Verbrennung von Kohlenwasserstoffen, Ethanol/Methanol, Wasserstoff	herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle) (B1).	Brennstoffe, Akkumulatoren, Brennstoffzellen, Reichweite mit einer Tankfüllung bzw. Ladung, Anschaffungskosten, Betriebskosten, Umweltbelastung	gen 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.

Q1 (Übergang zur Q2) Grundkurs – Unterrichtsvorhaben V

Kontext: *Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt II*

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

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schüler:innen können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:
- Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines gut vernetzten chemischen Wissens erschließen und aufzeigen (UF4).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:
- in vorgegebenen Situationen chemische Probleme beschreiben, in Teilprobleme zerlegen und dazu Fragestellungen angeben (E1).
- 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).
- 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

Zeitbedarf: ca. 14 Std. à 45 Minuten

Q1 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben V

• **Kontext:** Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt			
Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Organische Verbindungen und Reaktionswege – Auf dem Weg zum PMMA **Zeitbedarf**: ca. 14 Stunden à 45 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 Schüler:innen …	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Erdöl, ein Gemisch vielfältiger Kohlenwasserstoffe • Stoffklassen und Reaktionstypen • zwischenmolekulare Wechselwirkungen • Stoffklassen • homologe Reihe • Destillation • Cracken	erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3).	Demonstration von zahlreichen Produkten (Medikament, Benzinprobe, Kunststoff, Farbstoff, usw.) und die Frage der Gemeinsamkeit Film: Wenn das Erdöl zu Ende geht (Quarks und Co)	SuS erstellen Mindmap zum Thema Erdöl der Ausgangsstoff für organische Materialien: - Was ist Erdöl? - Wie erhält man Kohlenwasserstoffe aus dem Erdöl? - Wie gelangt man von den einfachen KW zu den organischen Produkten (z.B. PMMA) Wiederholung der funktionellen Gruppen und Stoffklassen aus der EF, Nomenklaturübungen

	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). 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).	Demonstration des Crackprozesses und der fraktionierenden Destillation (z.B. in Form eines Puzzles) Arbeitsblatt: Schaubild zur Reaktionsfolge vom Erdöl zum PMMA-SuS begreifen die Bedeutung des Erdöls (Erdgas) auch für ihren persönlichen Alltag	Selbstständige Auswertung des Films mithilfe des Arbeitsblattes; mündliche Darstellung der Destillation, Klärung des Begriffs Fraktion SuS beschreiben die einzelnen Schritte zunächst phänomenologisch, versuchen Namen für die Reaktionsschritte und Reagenzien für die Umsetzung zu finden
Wege zum gewünschten Produkt • elektrophile Addition	formulieren Reaktionsschritte einer elektrophile Addition und erläutern diese (UF1). verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).	Arbeitsblatt: Säurekatalysierte elektrophile Addition von HCl an 2-Propen als Puzzle Übungsaufgaben mit weiteren Elektrophilen, um vielfältige Anwendung aufzuzeigen Demonstrationsexp.: Bromierung von Cyclohexen	Einfluss des I-Effektes, Stabilität von Carbeniumionen herausstellen

	klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3). schätzen das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen aus den Molekülstrukturen ab (u.a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3). verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).		
• radikalische Substitution	formulieren Reaktionsschritte einer rad. Substitution und erläutern diese (UF1).	Demonstrationsexperiment: Bromierung von Cyclohexan in zweifacher Ausführung durchgeführt (einmal auf dem OHP, einmal im Dunklen) Arbeitsblatt Reaktionsschritte der rad. Substitution	Im Vergleich dazu wird die radikalische Substitution als Alternative vorgestellt, einen Bromatom als Substituenten einzuführen SuS lernen Radikale und ihre Besonderheit kennen *Selektivität*
• nukleophile Substitution		Experiment: Reaktion von 2-Chlor-2-methylpropan mit KOH	Es muss im GK nicht zwischen zwingend SN 1und SN 2 differenziert werden.

<u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u>

- Selbstüberprüfung zu Vorstellungen und Kenntnissen zu „Energieträgern“

<u>Leistungsbewertung:</u>

- Darstellen eines chemischen Sachverhalts, Aufstellen von Reaktionsschritten, Beschreibung und Erläuterung von Reaktionsschritten
- schriftliche Übung

• Klausuren/Facharbeit ...
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. Vakuum-destillation (2:10 Min.), 3. Cracken (5:20 Min.), 4. Entschwefelung (6:30 Min.), 5. Benzinveredlung (6:30 Min.), 6. Schmierölverarbeitung (3:50 Min.) behandelt. Eine kurze Simulation der Bromierung von Ethen mit Untertexten ist dargestellt in: http://www.chemiekiste.de/Chemiebox/Bromadd.htm.

Q2 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben I

Kontext: *Maßgeschneiderte Produkte aus Kunststoffen*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Struktur – Eigenschaft

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schüler:innen 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. 24 Std. à 45 Minuten

Kontext: Maßgeschneiderte Produkte aus Kunststoffen			
Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Organische Verbindungen und Reaktionswege • Organische Werkstoffe **Zeitbedarf**: 24 Std. à 45 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 Schüler:innen ….	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Die Vielfalt der Kunststoffe im Alltag: Eigenschaften und Verwendung • Eigenschaften von makromolekularen Verbindungen • Thermoplaste • Duroplaste • Elastomere zwischenmolekulare Wechselwirkungen	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). ermitteln Eigenschaften von organischen Werkstoffen und erklären diese anhand der Struktur (u.a. Thermoplaste, Elastomere und Duroplaste) (E5).	**Demonstration:** Plastiktüte, PET-Flasche, Joghurtbecher, Schaumstoff, Gehäuse eines Elektrogeräts (Duroplast) **SuS-Exp.:** thermische u. a. Eigenschaften von Kunststoffproben **Eingangstest***:* intermolekulare Wechselwirkungen, funktionelle Gruppen, Veresterung **Materialien:** Kunststoffe aus dem Alltag	Ausgehend von Kunststoffen in Alltagsprodukten werden deren Eigenschaften und Verwendungen erläutert. **Thermoplaste** (lineare und strauchähnlich verzweigte Makromoleküle, Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken; amorphe und kristalline Bereiche), **Duroplaste** und **Elastomere** (Vernetzungsgrad)

Vom Monomer zum Polymer: **Bau von Polymeren und Kunststoffsynthesen**	beschreiben und erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF3).	**SuS-Experimente:** • Polymerisation von MMA • Polykondensation: Synthese einfacher Polyester aus Haushaltschemikalien, z.B. Polycitronensäure. • Polykondensation: Synthese von Polyamiden – „Nylonseiltrick“	
• Reaktionsschritte der **radikalischen Polymerisation**	präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata.(K3)		
• **Polykondensation** Polyester	schätzen das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen aus den Molekülstrukturen ab (u.a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3).		
• Polyamide: Nylonfasern	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 Makromoleküle (E4).		
Kunststoffverarbeitung Verfahren, z.B.: • Spritzgießen • Extrudieren • Fasern spinnen	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. **Referate** zur Geschichte ausgewählter Kunststoffe	Internetrecherche zu den verschiedenen Verarbeitungsverfahren möglich.
Geschichte der Kunststoffe			
Maßgeschneiderte Kunststoffe: Struktur-Eigenschafts-	verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2,	**Recherche:** Syntheseweg zur Herstellung von SAN aus Basischemikalien.	Als Beispiel für maßgeschneiderte Kunststoffe eignen sich Copolymerisate des Polysty-

beziehungen von Kunststoffen mit besonderen Eigenschaften und deren Synthesewege aus Basischemikalien z.B.: • SAN: Styrol- Acrylnitril-Coplymerisate • Cyclodextrine • Superabsorber	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).	Modifikation der Werkstoffeigenschaften von Polystyrol durch Copolymerisation mit Acrylnitril. **Flussdiagramme** zur Veranschaulichung von Reaktionswegen **Arbeitsteilige Projektarbeit** zu weiteren ausgewählten Kunststoffen, z.B.: Superabsorber, Cyclodextrine.	rols, z.B. SAN. Zur arbeitsteiligen Gruppenarbeit können auch kleine S-Experimente durchgeführt werden.
Kunststoffverwertung • stoffliche Verwertung • rohstoffliche V. • energetische V. Ökonomische und ökologische Aspekte z. B. zum Einsatz von Einweggeschirr aus Polymilchsäure, Polystyrol oder Belland-Material.	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 Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3). beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).	**SuS-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.
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*

Q2 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben II

Kontext: *Bunte Kleidung*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Struktur – Eigenschaft
Basiskonzept Energie

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schüler:innen 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. 20 Std. à 45 Minuten

Q2 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben II

Kontext: Farbstoffe in Natur und Technik			
Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Organische Verbindungen und Reaktionswege • Farbstoffe und Farbigkeit **Zeitbedarf**: 20 Std. à 45 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 Schüler:innen ….	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Der Benzolring - Struktur des Benzols - Orbitalmodell des Kohlenstoffs - σ-Bindung und π-Bindung - Benzol als aromatisches System - Reaktionen des Benzols - **Elektrophile Substitution**	beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und der Delokalisation der π-Elektronen (E6, E7). erklären die elektrophile Erstsubstitution am Benzol und deren Bedeutung als Beleg für das Vorliegen eines aromatischen Systems (UF1, UF3).	**Film:** Das Traummolekül - August Kekulé und der Benzolring (FWU) **Molekülbaukasten:** Ermittlung möglicher Strukturen für Dibrombenzol **Erarbeitung:** elektrophile Substitution am Benzol **Arbeitsblatt:** Vergleich der elektrophilen Substitution mit der elektrophilen Addition	Gelegenheit zur Wiederholung der Reaktionsschritte aus Q1

Derivate des Benzols	erläutern die Basizität des Anilins und die Acidität des Phenols mit Hilfe mesomerer Grenzformeln (UF3)	**Trainingsblatt: Reaktionsschritte** **Referat:** Wichtige Vertreter der Aromaten (Anilin, Phenol)	
Licht und Farbe - Farbigkeit und Licht - Absorptionspektrum - Farbe und Struktur - Konjugierte Doppelbindungen	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 **Demonstrationsexperimente zur Lumineszenz** **Demonstrationsexperimente zur** Fotometrie und Absorptionsspektren – Verwendung des Fotometers Molekülstrukturen von farbigen organischen Stoffen im Vergleich	Fluoreszenz und Phosphoreszenz kann behandelt werden.
Vom Benzol zum Azofarbstoff - Farbige Derivate des Benzols - Donator-/ Akzeptorgruppen - Azogruppe - Synthese von Azofarbstoffen	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).	Farbigkeit durch Substi- tuenten Einfluss von Donator-/ Akzeptorgruppen, konjugierten Doppelbindungen Farbstoffklassen: Azofarbstoffe **SuS-Versuch:** Herstellung von β-Naphtolorange **Arbeitsblatt**: Zuordnung von Struktur und Farbe verschiedener Azofarbstoffe **Erarbeitung:** Mechanismus der Diazotierung und Azokupplung Reaktionsbedingungen	Risiken von Azofarbstoffen /Reduktive Spaltungen

Weitere Farbstoffklassen - z.B. Triphenylmethan-farbstoffe - Carotinoide - Carbonylfarbstoffe - Lebensmittelfarbstoffe	ordnen Farbstoffe nach ihrer Molekülstruktur (UF3) erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (E6).	**SuS-Versuche:** Extraktion von Carotinoiden oder Lebensmittelfarbstoffen Synthese von Triphenylmethanfarbstoffen, z.B. Fluoreszin **Podiumsdiskussion** über den Einsatz von Lebensmittelfarbstoffen	Es bietet sich die Erklärung des Farbwechsels von Indikatoren an.
Welche Farbe für welchen Stoff? - ausgewählte Textilfasern - bedeutsame Textilfarbstoffe - Wechselwirkung zwischen Faser und Farbstoff - Vor- und Nachteile bei Herstellung und Anwendung	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). recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Farbstoffe und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).	**SuS-Experimente:** Färben von Textilien, u.a. mit Indigo, Beizenfärbung mit Alizarin Modelle zur Haftung des Farbstoffs auf der jeweiligen Faser	Rückgriff auf die Kunststoffchemie (z.B. Polyester) Möglichkeiten zur Wiederholung und Vertiefung: - zwischenmolekulare Wechselwirkungen - Herstellung und Verarbeitung von Kunststoffen
<u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u> • Trainingsblatt zu Reaktionsschritten <u>Leistungsbewertung:</u> • 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
http://www.seilnacht.com/farbe.htm
Auch zu aktuelleren Entwicklungen findet man Material:
http://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/funktionelle+Farben.html

2.1.4 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase LK

Q1 Leistungskurs - Unterrichtsvorhaben I

Kontext: *Säuren und Basen in Alltagsprodukten*

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

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schüler:innen 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:
- erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator, führen diese zielgerichtet durch und werten sie aus (E3, E4, E5)
- beschreiben eine pH-metrische Titration, interpretieren charakteristische Punkte der Titrationskurve (u.a. Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt) und erklären den Verlauf mithilfe des Protolysekonzepts (E5)

Kompetenzbereich Kommunikation:
- dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstitration und einer pH-metrischen Titration mithilfe graphischer Darstellungen (K1)

Kompetenzbereich Bewertung:
- beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2)

Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren

Inhaltliche Schwerpunkte:
- ♦ Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen
- ♦ Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen
- ♦ Titrationsmethoden im Vergleich

Zeitbedarf: ca. 44 Std. à 45 Minuten

Q1 Leistungskurs - 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 • Titrationsmethoden im Vergleich **Zeitbedarf**: ca. 44 Stunden à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF1 Wiedergabe • UF3 Systematisierung • E3 Hypothesen • E4 Untersuchungen und Experimente • E5 Auswertung • K1 Dokumentation • B2 Entscheidungen **Basiskonzepte (Schwerpunkte):** Basiskonzept Struktur-Eigenschaft Basiskonzept chemisches Gleichgewicht Basiskonzept Donator-Akzeptor Basiskonzept Energie	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schüler:innen …	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen** **Didaktisch-methodische Anmerkungen**
In welchen Produkten unseres täglichen Lebens sind Säuren und Basen enthalten?		Präsentation eines **Concept Cartoon** als **Einstieg** in das Unterrichtsvorhaben Säuren und Basen, gleichzeitig Wiederholung des Themas Carbonsäuren aus der EF und Überleitung des Themas CO_2 aus der EF	
	recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind,	**Zusammenstellung von Produkten aus der Lebenswelt der SuS,**	SuS wiederholen aus Klasse 9 und der EF bekannte Säuren

Darf das Essiggurkenglas in den Handel - Wie viel Säure steckt im Essig?	und diskutieren unterschiedliche Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4)	**die Säuren enthalten, und deren Verwendung**	(Salzsäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kohlensäure, Essigsäure) und ergänzen ihr Wissen um Säuren wie z.B. Zitronensäure, Acetylsalicylsäure, Weinsäure, …
Durchführung einer Säure-Base-Titration mit Indikator	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 Endpunktsbestimmung über einen Indikator, führen diese zielgerichtet durch und werten sie aus (E3, E4, E5)	SuS erhalten Auftrag, als Qualitätsmanager in einer Essiggurkenfirma den Masseanteil an Essigsäure zu prüfen. Die SuS planen Experiment, wie sie die Konzentration der Essigsäure in der Gurkenlake ermitteln können. **SuS-Experiment** Durchführung einer Säure-Base- **Titration mittels Indikator** (z.B. Universalindikator, Rotkohlsaft, Bromthymolblau)	Es wird Wert daraufgelegt, dass die SuS die fachgerechte Durchführung mit Fachbegriffen wie Maß- und Probelösung verschriftlichen können sowie eine beschriftete Aufbauskizze anfertigen können.
Neutralisation Neutralisationswärme	erklären die Reaktionswärme bei Neutralisationen mit der zugrundeliegenden Protolyse (E3, E6)	Aufstellen der **Neutralisationsgleichung und kurze energetische Betrachtung**	Hier werden keine weiteren z.B. kalorimetrischen Messungen durchgeführt.
Konzentrationsberechnung Massenkonzentration Massenanteil	beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotential von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2) bewerten die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage	**Berechnung** der Essigsäure-Konzentration, Einführung der Größen Massenkonzentration und -anteil **Beurteilung** der Unbedenklichkeit der Essiggurke	Hier bietet sich eine kurze Wiederholung der Begriffe Stoffmenge, Konzentration, molare Masse und der jeweiligen mathematischen Zusammenhänge an, um alle SuS auf einem Stand zu wissen.

	von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen (B1)	Übungen zum Aufstellen von Neutralisationsgleichungen und Konzentrationsberechnungen auch mit komplexen Stoffmengenverhältnissen von z.B. ein-, zwei und dreiprotonigen Säuren	Es werden weitere Titrationsübungen durchgeführt, z.B. Bestimmung des Weinsäuregehaltes im Wein, der Konzentration der Schwefelsäure in der Autobatterie, um das experimentelle Verfahren der Titration einzuüben
Wie definiert man Säuren und Basen? Entwicklung der Säure-Base-Definition von Arrhenius nach Brønsted Protonendonatoren und Protonenakzeptoren Protolysegleichgewicht Konjugierte Säure-Base-Paare	identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags und beschreiben diese mithilfe des Säure-Base-Konzepts nach Brønsted (UF1, UF3) zeigen an Protolysereaktionen auf, wie sich der Säure-Base-Begriff durch das Konzept von Brønsted verändert hat (E6, E7) stellen Säure-Base-Reaktionen in einem Funktionsschema dar und erklären daran das Donator-Akzeptor-Prinzip (K1, K3)	**SuS-Experimente** zur Reaktion von Säuren in Wasser SuS erfahren aus den Experimenten, dass Säuren ihre Säurewirkung erst in Wasser entfalten SuS entwickeln die ihnen aus Klasse 9 bekannte **Definition** der Säure weiter und kennzeichnen Säuren als Protonendonatoren und Basen als Protonenakzeptoren **SuS-Experimente** zu Protolysegleichgewichten, um zu ermitteln, welche Salze sauer, neutral oder auch alkalisch reagieren. SuS erfahren Protolysen als reversible Reaktionen und lernen die Klassifizierung als konjugierte Säure-Base-Paare kennen Übungen zur Zuordnung konjugierter Säure-Base-Paare	Hier bieten sich Reaktionen an wie z.B. Citronensäure und Natron in Wasser geben, danach vereinen oder Prüfung der elektrischen Leitfähigkeit von Citronensäure, die in Aceton bzw. Wasser gelöst ist Es bietet sich hier die einfache Untersuchung der Salze Kochsalz, Natriumacetat, Ammoniumchlorid, Kaliumcarbonat und Natriumhydrogensulfat an. kurze Wiederholung des chemischen Gleichgewichts, des Aufstellens des MWGs und der Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts (Le Chatelier)

Wie viel Säure steckt im Balsamico-Essig? Grenzen der Titration mittels Indikator Durchführung und Grundlagen der Leitfähigkeitstitration Molare Ionenleitfähigkeit Konduktometrische Titrationskurven	erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen freibeweglicher Ionen (E6) erläutern die unterschiedlichen Leitfähigkeiten von sauren und alkalischen Lösungen sowie von Salzlösungen gleicher Stoffmengenkonzentration (E6) beschreiben das Verfahren der Leitfähigkeitstitration (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Säuren bzw. Basen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt und werten vorhandene Messgrößen aus (E2, E4, E5) dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstitration mithilfe graphischer Darstellungen (K1) bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5)	Demonstration eines Balsamico-Essigs und Diskussion der Grenzen der herkömmlichen Titration mittels Indikator Hypothesen aufstellen, wie hier eine Konzentrationsbestimmung realisierbar ist. Grundlagen der Leitfähigkeitstitration werden selbstständig mithilfe von Infomaterial erarbeitet. **Demonstrationsexperiment:** Konduktometrische Titration von Salzsäure gegen Natronlauge. Aus erhaltenen Messwerten Erstellung einer **Titrationskurve** und Auswertung des Kurvenverlaufs Erläuterung des Zustandekommens der unterschiedlichen molaren Ionenleitfähigkeiten **SuS-Experiment:** Durchführung einer konduktometrischen Titration von Essigsäure gegen Natronlauge Graphische Auswertung durch measure App Diskussion möglicher Fehler Besprechung des Kurvenverlaufs einer Titration von Schwefelsäure gegen Bariumhydroxid Forschend-entwickelnder Prozess zur Einführung des Löslichkeitsproduktes	Es wird Wert auf eine strukturierte, in guter Fachsprache verfasste Erläuterung des Kurvenverlaufs gelegt. Die SuS erfahren, dass sie aus Tabellen die Löslichkeit eines Salzes abschätzen können und somit Voraussagen über den Verlauf einer Titrationskurve treffen können.

	bewerten durch eigene Experimente gewonnene oder recherchierte Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen auf der Grundlage von Kriterien der Produktqualität oder des Umweltschutzes (B4)	Abschließend kann hier die Untersuchung von Meerwasser erfolgen, denn über die Leitfähigkeitstitration kann der Gehalt an verschiedenen Ionen (z.B. Halogenidionen) im Wasser ermittelt werden.	Die SuS erkennen somit, dass dieses Verfahren nicht nur für Säuren und Basen eingesetzt werden kann. Auch die Wasserhärte lässt sich so untersuchen.
Was versteht man unter dem pH-Wert? H_3O^+-Ionenkonzentration Autoprotolyse und Ionenprodukt des Wassers Gleichgewichtskonstante Kw pH-Wert als negativer dekandischer Logarithmus der Oxoniumionenkonzentration pOH-Wert	erläutern die Autoprotolyse und das Ionenprodukt des Wassers (UF1)	Demonstration eines Essigreinigers mit dem Warnetikett, mit viel Wasser auswaschen bei Kontakt mit den Augen Überlegungen anstellen, wie viel Wasser notwendig sei. Demonstration einer Verdünnungsreihe als Folie, in der visualisiert wird, dass sich der pH-Wert um den Faktor 1 ändert, wenn man um den Faktor 10 eine saure Lösung verdünnt. Über die Autoprotolyse des Wassers und das Aufstellen des Massenwirkungsgesetzes das Ionenprodukt des Wassers und die Definition des pH-Wertes mit den SuS herleiten Rechnungen zum pH-Wert und pOH-Wert starker Säuren und Basen	Hier ist ein Rückgriff auf die Inhalte der Klasse 9 möglich, als man den pH-Wert phänomenologisch, nicht aber mathematisch untersucht hat. An dieser Stelle werden Logarithmus-Rechenregeln, die aus dem Mathematik-Unterricht bekannt sind, wiederholt und eingeübt.
Welche Säure wirkt besser?		Demonstration dreier Säuren gleicher Konzentration mit der Fragestellung, welche als Kalklöser am besten geeignet sei. Gibt es Unterschiede, wo doch die Konzentration	Hier können auch andere Experimente durchgeführt werden, z.B. wie viel Gas sich in welcher Zeit bildet um dann erst den pH-Wert der drei Lösungen zu

	beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotential von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2)	gleich ist? Hypothesen aufstellen / Planen eines Experimentes **SuS-Experiment** – Messung des pH-Wertes von Essigsäure, Salzsäure und Zitronensäure	prüfen
Säurestärke Säurekonstante K_s und pK_s-Wert Basenkonstante K_B und pK_B-Wert	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) interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des K_S-Wertes (UF2, UF3) klassifizieren Säuren und Basen mithilfe von K_s-, K_B, pKs- und pK_B-Werten (UF3) machen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktionen anhand von K_S- und pK_S-K_B- und pK_B-Werten (E3)	SuS stellen Vermutungen über die unterschiedlichen pH-Werte an und entwickeln den Begriff der Säurestärke **Einführung des K_s- und pK_s- bzw. K_B- und pK_B-Wertes** Formulierung der Reaktionsgleichungen verschiedener Protolysreaktionen und Beurteilung der jeweiligen **Lage des Gleichgewichtes**	Optional kann hier zur Einführung der Basenstärke ebenfalls ein SuS-Experiment durchgeführt werden, indem z.B. der pH-Wert gleichkonzentrierter Lösungen von Natriumhydroxid, Natriumacetat und Natriumphosphat untersucht wird.
Wie berechnet man den pH-Wert von Säuren und Basen? pH-Wert-Berechnung starker	berechnen pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen (Hydroxide) (UF2) berechnen pH-Werte wässriger Lösun-	**Klassifizierung der Säuren** in stark, mittelstark und schwach und somit auch Notwendigkeit der Einführung einer neuer Formel zur Be-	Auch die Berechnung des pH-Wertes von mittelstarken Säuren wird im Leistungskurs einmal exemplarisch durchgeführt.

und schwacher Säuren und Basen	gen einprotoniger schwacher Säuren und entsprechender schwacher Basen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes (UF2)	rechnung von schwachen Säuren, Herleitung dieser Formel aus der Protolysegleichung **Rechnungen zu starken und schwachen Säuren bzw. Basen** Optional kann auch die Berechnung mittelstarker Säuren eingeführt werden	
Welche Carbonsäure hat welche Eigenschaften? Struktur-Eigenschaft-Beziehung Induktive Effekte	beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotential von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2) beschreiben den Einfluss von Säuren und Basen auf die Umwelt an Beispielen und bewerten mögliche Folgen (B3).	SuS sollen die Rolle eines Chemikers in der F&E-Abteilung eines großen Unternehmens der Lebensmittelbranche einnehmen und die Frage klären, welche Carbonsäure sie als Konservierungsstoff zusetzen, deren pK_S-Wert eine Größe von 4,8 nicht unterschreiten darf. SuS diskutieren die **Säurestärke unterschiedlicher Carbonsäuren** wie Methan-, Ethan- und Propansäure, aber auch Oxalsäure, Fumar-und Maleinsäure. SuS lernen **positive und negative induktive Effekte** kennen. SuS lernen aus den Strukturen von Carbonsäuren auf deren Eigenschaft und damit Verwendung, aber auch Gefahren zu schließen.	An dieser Stelle können auch Molekülbaukästen herangezogen werden, um die Leichtigkeit der Deprotonierung, die von der Art der Substituenten abhängt, noch stärker zu visualisieren. Ebenso bietet sich ein Standbild an.
Wie wird in Körperflüssigkeiten wie Blut und Speichel der pH-Wert trotz zahlreicher Einflüsse na-	beschreiben den Einfluss von Säuren und Basen auf die Umwelt an Beispielen und bewerten mögliche Folgen (B3).	**Demonstration eines Berichtes** aus der Notfallmedizin – Diagnose Acidose SuS stellen Vermutungen an, wie	Puffer sind in der Obligatorik des Kernlehrplans nicht vorgesehen. Die Wirkungsweise eines Puffers zu kennen, wird

hezu konstant gehalten? Puffer		die Behandlung aussehen könne und wie gefährliche pH-Schwankungen im Körper vermieden werden **SuS-Experiment:** Untersuchung der pH-Wertänderung eines Carbonatpuffers bei Zugabe von Salzsäure bzw. Natronlauge. SuS erfahren die Wirkungsweise von Puffern und lernen unterschiedliche Arten von Puffern sowie deren Vorkommen im Körper und der Umwelt kennen. Die **Henderson-Hasselbalch-Gleichung** wird als Möglichkeit der Berechnung des pH-Wertes von Puffersystemen abgeleitet.	aber in der Fachschaft als Grundvoraussetzung für das Verstehen einer pH-metrischen Titration von z.B. Essigsäure gegen Natronlauge angesehen. Zudem spielen Puffer in der Lebenswelt der SuS eine große Rolle, so z.B. in ihrem Körper und der Umwelt (z.B. Böden). Es müssen keine Berechnungen mit der Puffergleichung durchgeführt werden, es geht hier lediglich um den mathematischen Zusammenhang, der bedeutsam am Halbäquivalenzpunkt ist, der am Ende dieser Sequenz besprochen wird.
Wie genau läuft die Neutralisation ab? pH-metrische Titration Titrationskurve Äquivalenzpunkt pH-Sprung	dokumentieren die Ergebnisse einer pH-metrischen Titration mithilfe graphischer Darstellungen (K1) beschreiben eine pH-metrische Titration, interpretieren charakteristische Punkte der Titrationskurve (u.a. Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt) und erklären den Verlauf mithilfe des Protolysekonzepts (E5)	**SuS-Experiment:** pH-metrische Titration von Salzsäure gegen Natronlauge **Aufnahme einer Titrationskurve mit der Measure-App** Erläuterung des Kurvenverlaufs Graphische Ermittlung des Äquivalenzpunktes pH-Wert-Berechnungen an unter-	Es wird Wert auf eine strukturierte, umfassende, in guter Fachsprache verfasste Erläuterung des Kurvenverlaufs gelegt. So wird nochmals der Umgang

	beschreiben und erläutern Titrationskurven starker und schwacher Säuren (K3),	schiedlichen Punkten der Kurve Vergleich der pH-metrischen Titration von starker Säure gegen starke Base gegen das System schwache Säure gegen starke Base. Aufstellen von Hypothesen, welche Unterschiede auftreten. Die SuS diskutieren die Lage des Äquivalenzpunktes, die Ausprägung des pH-Sprunges, den Anfangs-pH-Wert	mit den Größengleichungen eingeübt.
Halbäquivalenzpunkt Pufferwirkung		**Demonstrationsexperiment:** pH-metrische Titration von Essigsäure gegen Natronlauge Erstellen des pH/V-Diagramms und Auswertung des Kurvenverlaufs an prägnanten Punkten	Diese Titration kann je nach Zeitkapazität auch als Schülerexperiment durchgeführt werden. Hier wird auf die Puffer zurückgegriffen, denn nur so kann der konstante Verlauf rund um den Halbäquivalenzpunktes, an dem laut Henderson-Hasselbalch-Gleichung gilt pH = pK_s, korrekt erläutert werden.
Indikator und Umschlagsbereich	nutzen chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Auswahl eines geeigneten Indikators für eine Titration mit Endpunktsbestimmung (K2).	Die Lage der Äquivalenzpunkte wird schließlich noch einmal in den Fokus gestellt – und hier die **Wahl der Indikatoren** mit ihren individuellen Umschlagsbereichen kennengelernt.	Je nach Zeitkapazität können nun noch pH-metrische Titrationen von mehrprotonigen Säuren (z.B. Oxalsäure, Phosphorsäure) besprochen werden.
	vergleichen unterschiedliche Titrationsmethoden (u.a. Säure-BaseTitration mit	Das Ende der Einheit kann ein **Analytik-Kongress** sein, auf dem alle bislang kennen gelernten (und ggf.	

Redoxtiration	einem Indikator, Leitfähigkeitstitration, pH-metrische Titration) hinsichtlich ihrer Aussagekraft für ausgewählte Fragestellungen (E1, E4)	auch noch neu hinzugezogene) Verfahren zur Konzentrationsbestimmung verglichen werden. Dazu bereiten die SuS arbeitsteilig ein **Poster** mit den wichtigsten Kennzahlen, Vor- und Nachteilen des Verfahrens vor. Arbeitsteilige SuS-Experimente zur Iodometrie und Manganometrie – z.B. H_2O_2-Gehalt in Blondierungsmitteln, Vitamin C-Gehalt in Säften, Oxalsäuregehalt in Rhabarber,…	

<u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u>

- Eingangsdiagnose, Abgleich der Kenntnisse aus der EF und der JS 9 zum Thema Säuren und Basen
- Versuchsprotokolle

<u>Leistungsbewertung:</u>

- Experimentelle Konzentrationsbestimmung von Proben unbekannter Konzentration
- schriftliche Übungen zu Konzentrationsberechnungen und zur pH-Wert-Berechnung
- Auswertung von Experimenten, Diskussionsbeiträge
- Klausuren/ Facharbeit …

Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:
Eine gute Übersicht über eine Vielzahl von Carbonsäuren mit ihren Eigenschaften und ihrer Verwendung findet sich unter http://www.guidobauersachs.de/oc/carbons.html
Der Einsatz von Concept Cartoons im Chemieunterricht werden diskutiert in Steiniger, R.; Lembens, A., Warum wird Wein „Sauer“, in: Unterricht Chemie 24, 2013, Nr. 133, S. 22 ff
Informationen zu Fehlvorstellungen von SuS im Bereich des Inhaltsfeldes Säuren und Basen erhält man einen Überblick unter: https://www.uni-muenster.de/.../kapitel_7.1_7.4____s_ure_base_abschnitt.ppt
Theoretische Grundlagen zur pH-Wert-Berechnung findet man z.B. unter: ak-powell.chemie.uni-karlsruhe.de/teaching/Chap07.pdf
Einen Überblick über die Bedeutung von Puffern in der Medizin erhält man unter:
http://gesundpedia.de/Azidose_(%C3%9Cbers%C3%A4uerung)
Einen Einblick der Bedeutung von Puffern in Böden erhält man unter:
http://www.themenpark-umwelt.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/18310/?path=3968;3966;
Eine Übersicht über gegenwärtige analytische Verfahren bietet: de.mt.com/dam/mt_ext_files/Editorial/Simple/0/usercom11_d.pdf

Q1 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben II

Kontext: *Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept ,,Donator-Akzeptor“

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schüler:innen 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:
- kriteriengeleitet beobachten und erfassen und gewonnene Ergebnisse frei von eigenen Deutungen beschreiben (E2)
- Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften (E4)
- Modelle begründet auswählen und zur Beschreibung, Erklärung und Vorhersage chemischer Vorgänge verwenden, auch in einfacher formalisierter oder mathematischer Form (E6).

Kompetenzbereich Kommunikation:
- in vorgegebenen Zusammenhängen selbstständig chemische und anwendungsbezogene Fragestellungen mithilfe von Fachbüchern und anderen Quellen bearbeiten (K2)

Kompetenzbereich Bewertung:
- für Bewertungen in chemischen und anwendungsbezogenen Zusammenhängen kriteriengeleitet Argumente abwägen und einen begründeten Standpunkt beziehen

Inhaltsfeld: Elektrochemie

Inhaltlicher Schwerpunkt:
- Mobile Energiequellen

Zeitbedarf: ca. 30 Std. à 45 Minuten

Q1 Leistungskurs - Unterrichtsvorhaben II

Kontext: *Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon*	
Inhaltsfeld: Elektrochemie	
Inhaltliche Schwerpunkte: • Mobile Energiequellen **Zeitbedarf**: 22 Std. à 45 Minuten	**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF3 Systematisierung • UF4 Vernetzung • E2 Wahrnehmung und Messung • E4 Untersuchung und Experimente • E6 Modelle • K2 Recherche • B2 Entscheidungen **Basiskonzept (Schwerpunkt):** Basiskonzept ,,Donator-Akzeptor“

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schüler:innen ...	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Inhaltliche Schwerpunkte: Elektrochemische Gewinnung von Stoffen Mobile Energiequellen Korrosion **Kontexte:** Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle **Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht**	***<u>Umgang mit Fachwissen:</u>*** • erklären den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (u.a. Daniell-Element) (UF1, UF3), • beschreiben den Aufbau einer Standard-Wasserstoff-Halbzelle (UF1), • berechnen Potentialdifferenzen unter Nutzung der Standardelektrodenpotentiale und schließen auf die möglichen Redoxreaktionen (UF2, UF3), • erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator,	<u>Einstiegsseite: Elektrochemie</u> <u>Mobile Energiequellen</u> Mobile Energiequellen Historische Batterien Akkus machen mobil Lithium-Ionen-Akkumulatoren Primär- und Sekundärelemente Kondensatoren als Energiespeicher	Die Bilder und kurzen Textbausteine umreißen die Thematik. Mit den Beispielen der Kontextseite wird die Themenbreite der Elektrochemie entfaltet. Batterien und Akkus, mit denen die Lerngruppenmitglieder häufig unbewusst umgehen, werden lose vorgestellt. Es kann eine Batterie zerlegt werden. Teile der Batterie werden beschrieben. An- schließend wird als erster Themen- block „Aufbau und Funktionsweise einer Batterie“ angesteuert. Dazu müssen in der Regel grundlegende

Umkehrbarkeit von Redoxreaktionen **Basiskonzept Donator-Akzeptor** Spannungsreihe der Metalle und Nichtmetalle Elektrolyse Galvanische Zellen Elektrochemische Korrosion **Basiskonzept Energie** Faraday-Gesetze elektrochemische Energieumwandlungen Standardelektrodenpotentiale	Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegender Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4), • 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 bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2), • erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2), • erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge (UF1, UF3). ***<u>Erkenntnisgewinnung:</u>*** • 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), • planen Experimente zum Aufbau	<u>Oxidation und Reduktion</u> Elektronenübergänge Redoxreaktionen Oxidationsmittel Reduktionsmittel Korrespondierende Redoxpaare <u>Oxidationszahlen</u> Regeln zur Ermittlung von Oxidationszahlen Aufstellen einer Redoxgleichung **SuS-Experiment: Galvanische Elemente** <u>Die Redoxreihe</u> Redoxreihe der Metalle Redoxreihe der Nichtmetalle	Aspekte des Donator-Akzeptor-Basiskonzepts aufgegriffen werden. Die Kursmitglieder sind bereits in der Einführungsphase mit Oxidationszahlen und Redoxgleichungen in Berührung gekommen. In der Regel sind das Auffrischen und Systematisieren dieser Kenntnisse und Kompetenzen notwendig. Die Schüler:innen stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreak-tion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt. Redoxtitrationen sind nicht verbindlich. Das Kapitel kann z.B. im Rahmen eines Projektes zur Gewässeruntersuchung genutzt werden. Die SuS-Versuche werden arbeitsgleich oder arbeitsteilig eingesetzt, um auf die Redoxreihen hin zu arbeiten. Die Begriffe „oxidieren, wird oxidiert, reduzieren, wird reduziert“ werden nachhaltig eingefordert.

	galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab (E1, E2, E4, E5), • 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). ***<u>Kommunikation:</u>*** • dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1), • 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), • argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4).	**SuS-Experiment:** **Daniell-Element** Aufbau einer galvanischen Zelle (Halbelement, Anode, Kathode, Pluspol, Minuspol, Diaphragma) Spannung galvanischer Elemente Modellhafte Darstellung des Zustandekommens der Spannung eines Daniell-Elements Volta-Element <u>Die elektrochemische Spannungsreihe</u> Standardwasserstoffelektrode Standardpotentiale Messung eines Standardpotentials Elektrochemische Spannungsreihe	Das Experiment V1 und der „Exkurs Messung von Redoxpotentialen“ sind wie die Inhalte dieses Kapitels grundlegend. Hinweis: Es sind meist auch grundlegende Aspekte aus der Physik zur Elektrizitätslehre aufzugreifen: Spannung, Stromstärke, Widerstand, elektrische Energie Der Aufbau und die Funktionsweise der Standardwasserstoffelektrode wird vorgestellt. Es genügt die Messung eines Standardpotentials. Mit den Redoxpotentialen und dem gemessenen Standardpotential lässt sich eine elektrochemische Spannungsreihe aufstellen. Der Ausschnitt aus der elektrochemischen Spannungsreihe wird intensiv besprochen. Mit den Standardpotentialen werden an Beispielen von galvanischen Zellen Spannungen berechnet.

		<u>Elektrolysen in wässrigen Lösungen</u> Elektrolyse Elektrolysezelle Zersetzungsspannung Polarisationsspannung Abscheidungspotential Überspannung Überpotential Abscheidungspotentiale Demonstrationsexperiment: Elektrolyse von Wasser <u>Quantitative Betrachtung der Elektrolyse</u> Faraday-Gesetze Berechnungen zu Faraday SuS-Experiment:e zu Elektrolysen: Elektrolyse von Zinkiodid Galvanisieren	
	<u>Bewertung:</u> • erläutern und beurteilen die elektrolytische Gewinnung eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B3), • vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische	<u>Gewinnung von Zink</u> Vorkommen von Zink Der Werkstoff Zink Zinkgewinnung Recycling von Zink <u>Gewinnung von Aluminium</u> Schmelzflusselektrolyse	

	Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle) (B1), • diskutieren die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie (B4), • diskutieren Folgen von Korrosionsvorgängen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B2).	Filmmaterial *Ionenkonzentration und Spannung* *Aufbau eines Konzentrationselements / Spannung eines Konzentrationselements* *<u>Die Nernst-Gleichung</u>* *Nernst Gleichung für Metall/Metallionen- Halbelement* *Nernst Gleichung für Nichtmetallionen/Nichtmetall-Halbelement* *Nernst-Gleichung und Massenwirkungsgesetz* *Berechnung von Spannungen galvanischer Elemente mit der Nernst-Gleichung* pH-Elektrode-Funktionsweise pH-Messung mit der Einstabmesskette pH-Abhängigkeit von Redoxpotentialen historische Batterien: Volta und Bunsen – SuS-Experimente Batterien_ SuS-Experimente <u>Batterien</u> Zink-Kohle-Batterie Alkali-Mangan-Batterie Zink-Luft-Knopfzelle Lithium-Ionen-Batterie	Erstellen von Lernvideos, experimentell begleitet

Q1 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben III
Kontext: *Elektroautos – Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Donator-Akzeptor
Basiskonzept Energie

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schüler:innen 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. 28 Std. à 45 Minuten

Q1 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben III

Kontext: Elektroautos – Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse			
Inhaltsfeld: Elektrochemie			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Mobile Energiequellen • Elektrochemische Gewinnung von Stoffen • Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse **Zeitbedarf**: ca. 22 Stunden à 45 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 Schüler:innen …	**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 grundlegenden Aspekte galvanischer Zellen (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 Teilre-	**Bilder und Texte zu Elektromobilen** - Stromversorgung mit Akkumulatoren - Stromversorgung mit Brennstoffzellen **Beschreibung und Auswertung einer schematischen Darstellung** zum Aufbau eines Bleiakkumulators **Lehrerdemonstrationsexperiment** Entladen und Laden eines Bleiakkumulators	Aufriss der Unterrichtsreihe Internetrecherche oder Auswertung vorgegebener Materialien der Lehrkraft Beschreibung der Teile und des Aufbaus eines Bleiakkumulators; Vermutungen über die Funktion der Teile Aufgreifen und Vertiefen der Begriffe: Anode, Kathode, galvanisches Element, Re-

	aktionen 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 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** Bau eines Modells **Diskussion** der Vorzüge und Nachteile des Bleiakkumulators und des Lithium-Ionen-Akkumulators im Vergleich für den Betrieb von Elektroautos	doxreaktion; Elektrolyse Selbstständige Partnerarbeit oder Gruppenarbeit, Vorstellen der Ergebnisse in Kurzvorträgen Die Rechercheergebnisse müssen gesichert werden, z.B. durch eine Skizze zum Aufbau des Akkumulators, Reaktionsgleichungen und einen eigenständig verfassten Kurztext
Brennstoffzelle	erläutern den Aufbau und die Funktionsweise einer Wasserstoff-Brennstoffzelle (UF1, UF3). 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).	**SuS-Experiment zur** Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle Aufbau und Reaktionsabläufe **Expertenvortrag ZBT, Duisburg** **- Fuell Cell-Forschung aktuell** Vergleich Akkumulator und Brennstoffzelle	Sachaspekte, die zu berücksichtigen sind: Reihen- und Parallelschaltung, Anforderung eines Elektromobils, elektrische 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). 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).	**Demonstrationsexperiment:** Elektrolyse von angesäuertem Wasser Aufnahme einer Stromstärke-Spannungskurve, Grafische Ermittlung der Zersetzungsspannung **Hypothesenbildung, selbstständige Versuchsplanung, Schülerexperiment** zur Untersuchung der Elektrolyse in 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 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	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 Selbstständiger Umgang mit Größen der Chemie und der Elektrochemie in Einzelarbeit; Korrektur in Partnerarbeit
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	**Expertendiskussion** Woher sollte der elektrische Strom zum Laden eines Akkumulators und	Sammeln und Bewerten von Argumenten

Energiegewinnung und Energiespeicherung im Vergleich	(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). 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).	zur Gewinnung des Wasserstoffs kommen? Vergleichende Betrachtung von Benzin, Diesel, Erdgas, Akkumulatoren und Brennstoffzellen zum Antrieb eines Kraftfahrzeuges - ökologische und ökonomische Aspekte - Energiewirkungsgrad	

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.

Q1 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben IV

Kontext: *Entstehung von Korrosion und Schutzmaßnahmen*

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

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Schüler:innen 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. 10 Std. à 45 Minuten

Q1 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben IV

Kontext: Entstehung von Korrosion und Schutzmaßnahmen			
Inhaltsfeld: Elektrochemie			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Korrosion und Korrosionsschutz **Zeitbedarf**: ca. 10 Stunden à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF3 Systematisierung • E6 Modelle • K2 Recherche • B2 Entscheidungen **Basiskonzepte (Schwerpunkte):** Basiskonzept Donator-Akzeptor Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schüler:innen …	**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 Korrosionsvorgänge entstehen können (B2).	**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 Unterrichtsreihe, diese begleitet die Unterrichtsreihe und wird in den Stunden bei Bedarf ergänzt 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/	**SuS-Experiment** Experimentelle Erschließung der elektrochemischen Korrosion <u>SuS-Experimente zur Korrosion</u> Lokalelement Säurekorrosion Sauerstoffkorrosion Bedingungen, die das Rosten fördern	Selbstständige Auswertung der Experimente mithilfe des Schulbuches oder bildlicher und textlicher Vorgaben durch die Lehrkraft Aufgreifen und Vertiefen der

	Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7).		Inhalte und Begriffe: Anode, Kathode, galvanisches Element, Redoxreaktion
Schutzmaßnahmen • Galvanisieren • kathodischer Korrosionsschutz • Verzinken gegen Rost	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).	**SuS-Experiment** 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 Korrosionsschutzmaßnahmen durch Kurzreferate optional: Besuch des Stahlwerks in Bruckhausen, Stahlherstellung und Schützen von Stahl	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

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Alltagsvorstellungen zur Korrosion

Leistungsbewertung:

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

Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:

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.
daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/korrosion/korrosion.htm
20.09.2010 - Beschreibung von Erscheinungsformen für Korrosion und Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Korrosionsschutz Element
In dem VHS-Video „Korrosion und Korrosionsschutz“ (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.

Q1 (Übergang zur Q2) Grundkurs – Unterrichtsvorhaben V

Kontext: *Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt II*

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

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schüler:innen können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:
- Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines gut vernetzten chemischen Wissens erschließen und aufzeigen (UF4).

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:
- in vorgegebenen Situationen chemische Probleme beschreiben, in Teilprobleme zerlegen und dazu Fragestellungen angeben (E1).
- Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien ein- schließlich der Sicherheitsvorschriften durchführen oder deren Durchführung beschreiben (E4).

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

Kompetenzbereich Bewertung:
- an Beispielen von Konfliktsituationen mit chemischen Hintergründen kontroverse Ziele und Interessen sowie die Folgen wissen- schaftlicher Forschung aufzeigen und ethisch bewerten (B3).
- begründet die Möglichkeiten und Grenzen chemischer und anwendungsbezogener Problemlösungen und Sichtweisen bei inner- fachlichen, naturwissenschaftlichen und gesellschaftlichen Fragestellungen bewerten (B4).

Inhaltsfeld: Organische Produkte **–** Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltliche Schwerpunkte:
- Organische Verbindungen und Reaktionswege

Zeitbedarf: ca. 14 Std. à 45 Minuten

Q1 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben V

• **Kontext: Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt**			
Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Organische Verbindungen und Reaktionswege – Auf dem Weg zum PMMA **Zeitbedarf**: ca. 28 Stunden à 45 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 Schüler:innen …	**Lehrmittel/ Materialien/Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Erdöl, ein Gemisch vielfältiger Kohlenwasserstoffe • Stoffklassen und Reaktionstypen • zwischenmolekulare Wechselwirkungen • Stoffklassen • homologe Reihe • Destillation • Cracken	erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3).	Demonstration von zahlreichen Produkten (Medikament, Benzinprobe, Kunststoff, Farbstoff, usw.) und die Frage der Gemeinsamkeit Film: Wenn das Erdöl zu Ende geht (Quarks und Co)	SuS erstellen Mindmap zum Thema Erdöl der Ausgangsstoff für organische Materialien: - Was ist Erdöl? - Wie erhält man Kohlenwasserstoffe aus dem Erdöl? - Wie gelangt man von den einfachen KW zu den organischen Produkten (z.B. PMMA) Wiederholung der funktionellen Gruppen und Stoffklassen aus

	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). 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).	Demonstration des Crackprozesses und der fraktionierenden Destillation (z.B. in Form eines Puzzles) Arbeitsblatt: Schaubild zur Reaktionsfolge vom Erdöl zum PMMA-SuS begreifen die Bedeutung des Erdöls (Erdgas) auch für ihren persönlichen Alltag	der EF, Nomenklaturübungen Selbstständige Auswertung des Films mithilfe des Arbeitsblattes; mündliche Darstellung der Destillation, Klärung des Begriffs Fraktion SuS beschreiben die einzelnen Schritte zunächst phänomenologisch, versuchen Namen für die Reaktionsschritte und Reagenzien für die Umsetzung zu finden
Wege zum gewünschten Produkt • elektrophile Addition	formulieren Reaktionsschritte einer elektrophile Addition und erläutern diese (UF1). verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).	Arbeitsblatt: Säurekatalysierte elektrophile Addition von HCl an 2-Propen als Puzzle Übungsaufgaben mit weiteren Elektrophilen, um vielfältige Anwendung aufzuzeigen Demonstrationsexp.: Bromierung	Einfluss des I-Effektes, Stabilität von Carbeniumionen herausstellen, sterische Effekte und Geschwindigkeiten ermitteln. Ein Reaktionsmechanismus soll intensiv aufgeklärt werden,

	klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3). schätzen das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen aus den Molekülstrukturen ab (u.a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3). verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).	von Cyclohexen	das kann dieser sein oder aber auch der zur rad. Substitution
• radikalische Substitution	formulieren Reaktionsschritte einer rad. Substitution und erläutern diese (UF1).	Demonstrationsexperiment: Bromierung von Cyclohexan in zweifacher Ausführung durchgeführt (einmal auf dem OHP, einmal im Dunklen) Arbeitsblatt Reaktionsschritte der rad. Substitution	Im Vergleich dazu wird die radikalische Substitution als Alternative vorgestellt, einen Bromatom als Substituenten einzuführen SuS lernen Radikale und ihre Besonderheit kennen *Problem der Selektivität wird diskutiert.*
• nukleophile Substitution	klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3).	Demonstrations-Experiment: Reaktion von 2-Chlor- 2-methylpropan mit KOH	Differenzierung zwischen SN 1und SN 2, zudem werden hier das Polarimeter und der Begriff der Chiralität erklärt.
• Oxidation			Rückgriff auf Inhalte der EF Wiederholung Oxidationszahl
• Eliminierung		Demonstrations-Experiment: 2-Methyl-2-	SuS erfahren Eliminierung als

• Veresterung (Kondensation)		hydroxypropansäure unter Einwirkung von Schwefelsäure als Kat unter Rückfluss kochen SuS-Experiment: Herstellen von MMA durch Veresterung mit Methanol	Umkehrreaktion zur Addition Rückgriff auf Inhalte der EF Wiederholung Oxidationszahl Überleitung auf die Kunststoffe

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Selbstüberprüfung zu Vorstellungen und Kenntnissen zu „Energieträgern“

Leistungsbewertung:

- Darstellen eines chemischen Sachverhalts, Aufstellen von Reaktionsschritten, Beschreibung und Erläuterung von Reaktionsschritten
- schriftliche Übung
- Klausuren/Facharbeit ...

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.

Eine kurze Simulation der Bromierung von Ethen mit Untertexten ist dargestellt in: http://www.chemiekiste.de/Chemiebox/Bromadd.htm.

Q2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben I

Kontext: *Maßgeschneiderte Kunststoffe - nicht nur für Autos*

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

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Schüler:innen können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:
- Phänomene und Sachverhalte im Zusammenhang mit Theorien, übergeordneten Prinzipien und Gesetzen der Chemie beschrei- ben 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 ein- schließlich 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 ad- ressatengerecht präsentieren (K3).

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

Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Inhaltliche Schwerpunkte:
- ♦ Organische Verbindungen
- ♦ Reaktionsabläufe
- ♦ Organische Werkstoffe

Zeitbedarf: ca. 34 Std. à 45 Minuten

Q 2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben I

Kontext: Maßgeschneiderte Kunststoffe – nicht nur für Autos			
Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Organische Verbindungen und Reaktionswege • Reaktionsabläufe • Organische Werkstoffe **Zeitbedarf**: 34 Std. à 45 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 Schüler:innen ….	**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 **2. Reißfeste Fasern aus PET:** • Aufbau von Polyestern • Polykondensation (ohne Mechanismus) • Faserstruktur und Reißfestigkeit • Schmelzspinnverfahren	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). 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).	**Die folgenden Schüler Experimente werden als Lernzirkel durchgeführt.** • Herstellung einer PMMA Scheibe durch radikalische Polymerisation • Herstellung einer Polyesterfaser mit einer Heißklebepistole	Reaktionsschritte der radikalischen Polymerisation können in Lernprogrammen erarbeitet werden. **Materialien zur individuellen Wiederholung:** **zu 1.:** Alkene, elektrophile Addition **zu 2.:** Alkanole, Carbonsäuren, Ester, Veresterung und Verseifung, Intermolekulare Wechselwirkungen

3. Hitzebeständige Kunststoffe für den Motorraum: Hitzebeständigkeit und Molekülstruktur der Duroplaste, Elastomere und Thermoplaste **4. Nylonfasern für Sitzbezüge** • Aufbau von Nylon • Polyamide **Systematisierung der kennen gelernten Stoffklassen und Reaktionstypen.**	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, Duroplaste) (E5). erklären den Aufbau von Makromolekülen aus Monomer-Bausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u.a. Polyester, Polyamide, Polycarbonate) (UF1, UF3). erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF3, UF4).	• Thermische Eigenschaften von Duroplaste, Elastomeren und Thermoplasten • „Nylonseiltrick“ **Protokolle** **Arbeitsblätter** zur Zusammenfassung der Stoffklassen und Reaktionstypen.	**zu 4.:** Alkanole, Carbonsäuren, Ester, Veresterung und Verseifung,
Kunststoff werden in Form gebracht: Kunststoffverarbeitung Verfahren, z.B.: • Extrudieren • Spritzgießen • Extrusionsblasformen • Fasern spinnen Geschichte der Kunststoffe	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. Mögliche Themen: • Verarbeitungsverfahren • Historische Kunststoffe

Reaktionsweg zur Herstellung von Polycarbonat, dem Kunststoff für Auto-Sonnendächer • Bau der Polycarbonate • Vorteile gegenüber PMMA (Elastizität, Wärmebeständigkeit) • Syntheseweg zum Polycarbonat	präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata.(K3) 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).	**Recherche:** Aufbau der Polycarbonate 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	**Weitere mögliche Themen für S-Präsentationen:** Verwendungen von Polycarbonaten (z.B. in LCD-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). 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).	**Arbeitsteilige Gruppenarbeit ggf. mit SuS-Experimenten** zu ausgewählten maßgeschneiderten Kunststoffen, z.B.: • Plexiglas mit UV-Schutz • Superabsorber und ihre Wasseraufnahmefähigkeit • Cyclodextrine als "Geruchskiller" **Präsentation der Ergebnisse als WIKI oder als Poster (Museumsgang)**	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. 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:	diskutieren und bewerten Wege zur Herstel-	**Arbeitsteilige Gruppenarbeit ggf. mit Schüler-Experimenten**	**Fächerübergreifender Aspekt:**

Kunststoffverwertung • **Umweltverschmutzung durch Plastikmüll** • **Verwertung von Kunststoffen:** - energetisch - rohstofflich - stofflich • **Ökobilanz** von Kunststoffen	lung 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).	- 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“	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

Q2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben II

Kontext: *Farbstoffe im Alltag*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):
Basiskonzept Struktur – Eigenschaft

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Schüler:innen 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:
- Farbstoffe und Farbigkeit

  Zeitbedarf: ca. 20 Std. à 45 Minuten

Q2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben II

Kontext: Farbstoffe im Alltag			
Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
Inhaltliche Schwerpunkte: • Farbstoffe und Farbigkeit **Zeitbedarf**: 20 Std. à 45 Minuten		**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:** • UF1 Wiedergabe • UF3 Systematisierung • E6 Modelle • K3 Präsentation • K4 Argumentation • B4 Möglichkeiten und Grenzen **Basiskonzepte (Schwerpunkte):** Basiskonzept: Struktur – Eigenschaft	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** Die Schüler:innen ….	**Lehrmittel/ Materialien/ Methoden**	**Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen**
Der Benzolring - Struktur des Benzols - Orbitalmodell des Kohlenstoffs - σ-Bindung und π-Bindung - Benzol als aromatisches System - Reaktionen des Benzols - **Elektrophile Substitution** **Derivate des Benzols**	beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und der Delokalisation der π-Elektronen (E6, E7). erklären die elektrophile Erstsubstitution am Benzol und deren Bedeutung als Beleg für das Vorliegen eines aromatischen Systems (UF1, UF3). erläutern die Basizität des Anilins und die Acidität des Phenols mit Hilfe mesomerer Grenzformeln (UF3)	**Film:** Das Traummolekül - August Kekulé und der Benzolring (FWU) MO-Theorie mithilfe von Animationen und Modellen erarbeiten **Molekülbaukasten:** Ermittlung möglicher Strukturen für Dibrombenzol **Erarbeitung:** elektrophile Substitution am Benzol **Arbeitsblatt:** Vergleich der elektrophilen Substitution mit der elektrophilen Addition **Trainingsblatt: Reaktionsschritte**	Gelegenheit zur Wiederholung bekannter Reaktionsmechanismen aus Q1

		Referat: Wichtige Vertreter der Aromaten (Anilin, Phenol)	
Farben im Alltag - Farbigkeit und Licht - Absorptionsspektrum - Energiestufenmodell - Lambert-Beer-Gesetz - Extinktion	erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3). 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)	**Mindmap:** Farbe **Erarbeitung:** Licht und Farbe, Fachbegriffe **Experiment:** Fotometrie und Absorptionsspektren, Konzentrationsbestimmungen	. Einsatz von Modellen / Simulationen zur Veranschaulichung Einsatz des Fotometers
Organische Farbstoffe - Farbe und Struktur - Konjugierte Doppelbindungen - Donator-/ Akzeptorgruppen - Mesomerie - Azofarbstoffe - Triphenylmethanfarbstoffe - pH-Abhängigkeit	erklären die Farbigkeit von vorgegebenen Stoffen (u.a. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe) durch Lichtabsorption und erläutern den Zusammenhang zwischen Farbigkeit und Molekülstruktur mit Hilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-/ Akzeptorgruppen (UF1, E6). geben ein Reaktionsschema für die Synthese eines Azofarbstoffes an und erläutern die Azokupplung als elektrophile Zweitsubstitution (UF1, UF3)	**Arbeitsblatt:** Kriterien für Farbigkeit Einfluss von konjugierten Doppelbindungen bzw. Donator-/ Akzeptorgruppen **SuS- Experiment:** Synthese von 2- Naphthol-Orange Mechanismus der Diazotierung und Azokupplung Einüben der Bestimmung von Diazotierungs- und Kupplungskomponenten Reaktionsbedingungen Indikatorwirkung von Azofarbstoffen	Wiederholung: elektrophile Substitution am Aromaten

	erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe) (E6)	Demonstrationsexperiment: reduktive Azospaltung durch Dithionit gesundheitliche Gefahren der Azofarbstoffe **Demonstrationsexperiment:** Farbwechsel von Phenolphthalein im stark Sauren und stark Basischen Erarbeitung der mesomeren Strukturen **SuS-Experiment:** Synthese von Fluorescein	**Podiumsdiskussion** über den Einsatz von Lebensmittelfarbstoffen oder Lebensmitteldesign möglich Rückgriff auf die MO-Theorie Ggf. weitere Farbstoffklassen Carotinoide, Antocyanidine, Lebensmittelfarbstoffe

Verwendung von Farbstoffen - bedeutsame Textilfarbstoffe - Wechselwirkung zwischen Faser und Farbstoff - Färben mit Indigo	recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3). 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). erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten 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).	**Recherche:** Farbige Kleidung im Wandel der Zeit **SuS-Experiment:** Färben mit Indigo und mit einem Direktfarbstoff oder Beizenfärbung **Diskussion und Vergleich** **Arbeitsblatt:** Textilfasern und Farbstoffe (Prinzipien der Haftung) **Moderne Kleidung:** Erwartungen **Recherche:** Moderne Textilfasern und Textilfarbstoffe – Herstellung, Verwendung, Probleme **Erstellung von Postern und Museumsgang**	Rückgriff auf die Kunststoffchemie möglich ggf. weitere Färbemethoden Wiederholung zwischenmolekularer Wechselwirkungen
<u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u> • Lernaufgabe <u>Leistungsbewertung:</u> • Klausur, Präsentation, Protokolle			
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
http://www.seilnacht.com/farbe.htm
Auch zu aktuelleren Entwicklungen findet man Material:
http://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/funktionelle+Farben.html

3. Lernerfolgsüberprüfung und Leistungsbewertung

Erfolgreiches Lernen ist kumulativ. Entsprechend sind die Kompetenzerwartungen im Kernlehrplan in der Regel in ansteigender Progression und Komplexität formuliert. Dies erfordert, dass Lernerfolgsüberprüfungen darauf ausgerichtet sein müssen, Schüler:innen Gelegenheit zu geben, Kompetenzen, die sie in den vorangegangenen Jahren erworben haben, wiederholt und in wechselnden Zusammenhängen unter Beweis zu stellen. Für Lehrer:innen sind die Ergebnisse der begleitenden Diagnose und Evaluation des Lernprozesses sowie des Kompetenzerwerbs Anlass, die Zielsetzungen und die Methoden ihres Unterrichts zu überprüfen und ggf. zu modifizieren. Für die Schüler:innen sollen ein den Lernprozess begleitendes Feedback sowie Rückmeldungen zu den erreichten Lernständen eine Hilfe für die Selbsteinschätzung sowie eine Ermutigung für das weitere Lernen darstellen. Die Beurteilung von Leistungen soll demnach grundsätzlich mit der Diagnose des erreichten Lernstandes und Hinweisen zum individuellen Lernfortschritt verknüpft sein.
Die Leistungsbewertung ist so angelegt, dass die in der Fachkonferenz festgelegten Kriterien für die Notengebung den Schüler:innen transparent sind und die Korrekturen sowie die Kommentierungen den Lernenden auch Erkenntnisse über die individuelle Lernentwicklung ermöglichen. Dazu gehören – neben der Etablierung eines angemessenen Umgangs mit eigenen Stärken, Entwicklungsnotwendigkeiten und Fehlern – insbesondere auch Hinweise zu individuell erfolgversprechenden allgemeinen und fachmethodischen Lernstrategien.
Im Sinne der Orientierung an den zuvor formulierten Anforderungen sind grundsätzlich alle Kompetenzbereiche - Sachkompetenz, Erkenntnisgewinnungskompetenz, Kommunikationskompetenz und Bewertungskompetenz - und die Basiskonzepte bei der Leistungsbewertung angemessen zu berücksichtigen. Überprüfungsformen schriftlicher, mündlicher und fachpraktischer Art, wie zum Ende dieses Kapitels skizziert, sollen deshalb darauf ausgerichtet sein, die Erreichung der Kompetenzen und Inhalte zu überprüfen. Ein isoliertes, lediglich auf Reproduktion angelegtes Abfragen einzelner Daten und Sachverhalte wird dabei den zuvor formulierten Ansprüchen an die Leistungsfeststellung nicht gerecht.
Die rechtlich verbindlichen Grundsätze der Leistungsbewertung sind im Schulgesetz sowie in der Ausbildungs- und Prüfungsordnung für die gymnasiale Oberstufe (APO-GOSt) dargestellt. Demgemäß sind bei der Leistungsbewertung von Schüler:innen erbrachte Leistungen in den Beurteilungsbereichen „Schriftliche Arbeiten/Klausuren“ sowie „Sonstige Leistungen im Unterricht/Sonstige Mitarbeit“ entsprechend den in der APO-GOSt angegebenen Gewichtungen zu berücksichtigen. Dabei bezieht sich die Leistungsbewertung insgesamt auf die im Zusammenhang mit dem Unterricht erworbenen Kompetenzen und Inhalten und nutzt unterschiedliche Formen der Lernerfolgsüberprüfung.
Hinsichtlich der einzelnen Beurteilungsbereiche sind die folgenden Regelungen zu beachten.

3.1 Beurteilungsbereich „Schriftliche Arbeiten/Klausuren“

In Klausuren sollen materialgebundene Aufgaben und möglichst auch fachpraktische Aufgaben im Verlauf der gymnasialen Oberstufe bearbeitet werden, so dass die Schüler:innen damit vertraut sind und hinreichend Gelegenheit zur Anwendung hatten.
Über ihre unmittelbare Funktion als Instrument der Leistungsbewertung hinaus sollen Klausuren im Laufe der gymnasialen Oberstufe auch zunehmend auf die inhaltlichen und formalen Anforderungen des schriftlichen Teils der Abiturprüfungen vorbereiten. Dazu gehört u. a. die Schaffung angemessener Transparenz im Zusammenhang mit einer kriteriengeleiteten Bewertung unter Berücksichtigung der drei Anforderungsbereiche.
Da in Klausuren neben der Verdeutlichung des fachlichen Verständnisses auch die Darstellung bedeutsam ist, muss diesem Sachverhalt bei der Leistungsbewertung gemäß APO-GOSt hinreichend Rechnung getragen werden. Abzüge für Verstöße gegen die sprachliche Richtigkeit sollen allerdings nicht erfolgen, wenn diese bereits bei der Darstellungsleistung fachspezifisch berücksichtigt wurden.
In der Qualifikationsphase trägt zudem eine komplexe Leistungsüberprüfung (u. a. Facharbeit, Projektkurs) dazu bei, die Schüler:innen mit den Prinzipien und Formen selbstständigen, wissenschaftspropädeutischen Lernens vertraut zu machen.

3.2 Beurteilungsbereich „Sonstige Mitarbeit“

Im Beurteilungsbereich „Sonstige Leistungen im Unterricht/Sonstige Mitarbeit“ können – neben den nachfolgend aufgeführten Überprüfungsformen – weitere zum Einsatz kommen. Im Rahmen der Leistungsbewertung gelten auch für diese die oben ausgeführten allgemeinen Ansprüche der Lernerfolgsüberprüfung und Leistungsbewertung.
Im Verlauf der gymnasialen Oberstufe wird auch in diesem Beurteilungsbereich sichergestellt, dass Formen, die im Rahmen der Abiturprüfungen – insbesondere in den mündlichen Prüfungen – von Bedeutung sind, frühzeitig vorbereitet und angewendet werden.
Zu den Bestandteilen der „Sonstigen Leistungen im Unterricht/Sonstigen Mitarbeit“ zählen u. a. unterschiedliche Formen der selbstständigen und kooperativen Aufgabenerfüllung, Beiträge zum Unterricht, von der Lehrkraft abgerufene Leistungsnachweise wie z. B. die schriftliche Übung, von der/dem Schüler:in vorbereitete, in abgeschlossener Form eingebrachte Elemente zur Unterrichtsarbeit, die z. B. in Form von Präsentationen, Protokollen, Referaten und Portfolios möglich werden. Schüler:innen bekommen durch die Verwendung unterschiedlicher 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 Schüler:innen. 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.
Die nachfolgenden Überprüfungsformen sind verbindlich an geeigneten Stellen im Unterricht einzusetzen. Darüber hinaus sind weitere Überprüfungsformen zulässig.
Experimentelle und fachpraktische Aufgaben
Aufgabenstellungen, die sich auf Experimente beziehen, werden in besonderem Maße den Zielsetzungen des wissenschaftspropädeutischen Chemieunterrichts gerecht. Diese

können auch Bestandteil von fachpraktischen Aufgaben sein. Neben Formulierung einer Fragestellung, der hypothesengeleiteten Planung, Durchführung und Aus-wertung liegt in diesem Zusammenhang ein weiteres Augenmerk auf der Dokumentation. Experimentelles Arbeiten umfasst die qualitative und/oder quantitative Untersuchung von Zusammenhängen, aber auch den Umgang mit umfangreichen Daten aus Messreihen sowie die Arbeit mit bzw. an Modellen. Erkenntnisse, die aus experimentellen Arbeiten gewonnen werden, können die Grundlage bilden für die nachfolgenden Überprüfungsformen.

Präsentationsaufgaben

Präsentationsaufgaben lassen sich in vielfältigen Formen einsetzen und reichen von einfachen Vorträgen bzw. Referaten bis hin zur Erstellung und Darbietung von Medienbeiträgen oder der Durchführung von Diskussionen. Im Rahmen von Präsentationen spielen auch immer Recherche- und Darstellungsaspekte eine bedeutende Rolle.

Darstellungsaufgaben

Mittels Darstellungsaufgaben erfolgt ein strukturiertes Beschreiben, Darstellen und/o-der Erklären eines chemischen Phänomens, Konzepts oder Sachverhalts, wobei auch Modelle zum Einsatz kommen können. Darstellungsaufgaben beziehen sich auf die Beschreibung und Erläuterung von Tabellen, Grafiken und Diagrammen. Werden komplexe Zusammenhänge und Sachverhalte durch geeignete graphische Darstellungs-formen zusammengefasst oder Informationen aus einer Darstellungsform in eine andere überführt, kommt der Charakter von Darstellungsaufgaben ebenfalls zum Tragen. Das Verfassen fachlicher Texte erfolgt adressaten- und anlassbezogen.

Bewertungs-/ Beurteilungsaufgaben

Das Fach Chemie trägt zur Entwicklung von Wertvorstellungen, Meinungsbildung und Entscheidungsfindung bei. Dabei ist in auftretenden Problemsituationen die Unter-scheidung von Werten, Normen und Fakten wichtig. Die Benennung von Handlungsoptionen erfolgt aus der Beachtung verschiedener Perspektiven. Umstrittene Sachverhalte oder Medienbeiträge werden unter fachlichen Gesichtspunkten überprüft.

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

- Sicherheit, Eigenständigkeit und Kreativität beim Anwenden fach-spezifischer Methoden und Arbeitsweisen
- Verständlichkeit und Präzision beim zusammenfassenden Darstellen und Erläutern von Lösungen einer Einzel-, Partner-, Gruppenarbeit oder einer anderen Sozialform sowie konstruktive Mitarbeit bei dieser Arbeit
- Klarheit und Richtigkeit beim Veranschaulichen, Zusammenfassen und Beschreiben chemischer Sachverhalte
- sichere Verfügbarkeit chemischen Grundwissens
- situationsgerechtes Anwenden geübter Fertigkeiten
- angemessenes Verwenden der chemischen Fachsprache
- konstruktives Umgehen mit Fehlern
- fachlich sinnvoller, sicherheitsbewusster und zielgerichteter Um- gang mit Experimentalmaterialien
- zielgerichtetes Beschaffen von Informationen

- Erstellen von nutzbaren Unterrichtsdokumentationen, ggf. Portfolio
- Klarheit, Strukturiertheit, Fokussierung, Zielbezogenheit und Adressatengerechtigkeit von Präsentationen, auch mediengestützt
- sachgerechte Kommunikationsfähigkeit in Unterrichtsgesprächen, Kleingruppenarbeiten und Diskussionen
- Einbringen kreativer Ideen
- fachliche Richtigkeit bei kurzen, auf die Inhalte weniger vorangegangener Stunden beschränkten schriftlichen Überprüfungen

3.3 Abiturprüfung

Die allgemeinen Regelungen zur schriftlichen und mündlichen Abiturprüfung, mit denen zugleich die Vereinbarungen der Kultusministerkonferenz umgesetzt werden, basieren auf dem Schulgesetz sowie dem entsprechenden Teil der Ausbildungs- und Prüfungsordnung für die gymnasiale Oberstufe.

Fachlich beziehen sich alle Teile der Abiturprüfung auf die hier im Curriculum für das Ende der Qualifikationsphase ausgewiesenen Lernergebnisse. Bei der Lösung schriftlicher wie mündlicher Abituraufgaben sind generell Kompetenzen und Inhalte nachzuweisen, die im Unterricht der gesamten Qualifikationsphase erworben wurden und deren Erwerb in vielfältigen Zusammenhängen angelegt wurde.

Die jährlichen „Vorgaben für die schriftlichen Abiturprüfungen“ (Abiturvorgaben), die im Internet auf den Seiten des Bildungsportals unter www.schulministerium.nrw abrufbar sind, konkretisieren den Kernlehrplan und das Curriculum, soweit dies für die Schaffung landesweit einheitlicher Bezüge für die zentral gestellten Abiturklausuren erforderlich ist.

Im Hinblick auf die Anforderungen im schriftlichen und mündlichen Teil der Abiturprüfungen ist grundsätzlich von einer Strukturierung in drei Anforderungsbereiche auszugehen, die die Transparenz bezüglich des Selbstständigkeitsgrades der erbrachten Prüfungsleistung erhöhen soll.

• Anforderungsbereich I umfasst das Wiedergeben von Sachverhalten und Kenntnissen im gelernten Zusammenhang, die Verständnissicherung sowie das Anwenden und Beschreiben geübter Arbeitstechniken und Verfahren.

• Anforderungsbereich II umfasst das selbstständige Auswählen, Anordnen, Verarbeiten, Erklären und Darstellen bekannter Sachverhalte unter vorgegebenen Gesichtspunkten in einem durch Übung bekannten Zusammenhang und das selbstständige Übertragen und Anwenden des Gelernten auf vergleichbare neue Zusammenhänge und Sachverhalte.

• Anforderungsbereich III umfasst das Verarbeiten komplexer Sachverhalte mit dem Ziel, zu selbstständigen Lösungen, Gestaltungen oder Deutungen, Folgerungen, Verallgemeinerungen, Begründungen und Wertungen zu gelangen. Dabei wählen die Schüler:innen selbstständig geeignete Arbeitstechniken und Verfahren zur Bewältigung der Aufgabe, wenden sie auf eine neue Problemstellung an und reflektieren das eigene Vorgehen.

Für alle Fächer gilt, dass die Aufgabenstellungen in schriftlichen und mündlichen Abiturprüfungen alle Anforderungsbereiche berücksichtigen müssen, der Anforderungsbereich II aber den Schwerpunkt bildet.

Fachspezifisch ist die Ausgestaltung der Anforderungsbereiche an den Kompetenzerwartungen und Inhalten der jeweiligen Kursart zu orientieren. Für die Aufgabenstellungen werden die für Abiturprüfungen geltenden Operatoren für das Fach

Chemie verwendet.
Die Bewertung der Prüfungsleistung erfolgt jeweils auf einer zuvor festgelegten Grundlage, die im schriftlichen Abitur aus dem zentral vorgegebenen kriterialen Bewertungs-raster, im mündlichen Abitur aus dem im Fachprüfungsausschuss abgestimmten Erwartungshorizont besteht.
Übergreifende Bewertungskriterien für die erbrachten Leistungen sind
• die Komplexität der Gegenstände,
• die sachliche Richtigkeit und die Schlüssigkeit der Aussagen,
• die Vielfalt der Gesichtspunkte und ihre jeweilige Bedeutsamkeit,
• die Differenziertheit des Verstehens und Darstellens,
• das Herstellen geeigneter Zusammenhänge,
• die Eigenständigkeit der Auseinandersetzung mit Sachverhalten und Problemstellungen,
• die argumentative Begründung eigener Urteile, Stellungnahmen und Wertungen,
• die Selbstständigkeit und Klarheit in Aufbau und Sprache,
• die Sicherheit im Umgang mit Fachsprache und -methoden sowie
• die Erfüllung standardsprachlicher Normen.
Hinsichtlich der einzelnen Prüfungsteile sind die folgenden Regelungen zu beachten:
Schriftliche Abiturprüfung
Die Aufgaben für die schriftliche Abiturprüfung werden landesweit zentral gestellt.
Alle Aufgaben entsprechen den öffentlich zugänglichen Konstruktionsvorgaben und nutzen die fachspezifische Operatorenübersicht. Beispiele für Abiturklausuren sind im Internet auf den Seiten des Bildungsportals unter www.schulministerium.nrw abrufbar.
Für die schriftliche Abiturprüfung enthalten die aufgabenbezogenen Unterlagen für die Lehrkraft jeweils Hinweise zu Aufgabenart und zugelassenen Hilfsmitteln, die Aufgabenstellung, die Materialgrundlage, die Bezüge zum Kernlehrplan und zu den Abitur-vorgaben, die Vorgaben für die Bewertung der Schülerleistungen sowie den Bewertungsbogen zur Prüfungsarbeit. Die Anforderungen an die zu erbringenden Klausurleistungen werden durch das zentral gestellte kriteriale Bewertungsraster definiert.
Die Bewertung erfolgt über Randkorrekturen sowie das ausgefüllte Bewertungsraster, mit dem die Gesamtleistung dokumentiert wird.
Fachspezifisch gelten darüber hinaus die nachfolgenden Regelungen:
Für die Prüfung im Fach Chemie sind analog zu den Bildungsstandards folgende Aufgabenarten zulässig:
- Aufgabenart I: Materialgebundene Aufgabe (ggf. mit Bearbeitung eines Demonstrationsexperiments)
- Aufgabenart II: Fachpraktische Aufgabe
Mischformen der genannten Aufgabenarten sind möglich. Eine ausschließlich aufsatzartig zu bearbeitende Aufgabenstellung, d. h. eine Aufgabe ohne Material- oder Experimentbezug, ist nicht zulässig.
Wenn die Aufgaben der schriftlichen Abiturprüfung fachpraktische Anteile enthalten, kann sich die Arbeitszeit erhöhen. Der zusätzliche Zeitaufwand wird verbindlich in der Aufgabe ausgewiesen. Weitergehende Regelungen finden sich an entsprechender Stelle in der APO GOSt.
Mündliche Abiturprüfung
Die Aufgaben für die mündliche Abiturprüfung werden dezentral durch die Fachprüferin bzw. den Fachprüfer – im Einvernehmen mit dem jeweiligen Fachprüfungsausschuss–

gestellt. Dabei handelt es sich um jeweils neue, begrenzte Aufgaben, die dem Prüfling einschließlich der ggf. notwendigen Texte und Materialien für den ersten Teil der mündlichen Abiturprüfung in schriftlicher Form vorgelegt werden. Die Aufgaben für die mündliche Abiturprüfung insgesamt sind so zu stellen, dass sie hinreichend breit angelegt sind und sich nicht ausschließlich auf den Unterricht eines Kurshalbjahres beschränken.
Die Berücksichtigung aller Anforderungsbereiche soll eine Beurteilung ermöglichen, die das gesamte Notenspektrum umfasst. Auswahlmöglichkeiten für die Schülerin bzw. den Schüler bestehen nicht. Der Erwartungshorizont ist zuvor mit dem Fachprüfungsausschuss abzustimmen.
Der Prüfling soll in der Prüfung, die in der Regel mindestens 20, höchstens 30 Minuten dauert, in einem ersten Teil selbstständig die vorbereiteten Ergebnisse zur gestellten Aufgabe in zusammenhängendem Vortrag präsentieren. In einem zweiten Teil sollen vor allem größere fachliche und fachübergreifende Zusammenhänge in einem Prüfungsgespräch angesprochen werden. Es ist nicht zulässig, zusammenhanglose Einzelfragen aneinanderzureihen.
Bei Bewertung mündlicher Prüfungen liegen der im Fachprüfungsausschuss abgestimmte Erwartungshorizont sowie die eingangs dargestellten übergreifenden Kriterien zugrunde. Die/Der Prüfer:in schlägt dem Fachprüfungsausschuss eine Note, ggf. mit Tendenz, vor. Die Mitglieder des Fachprüfungsausschusses stimmen über diesen Vorschlag ab.
Fachspezifisch gelten darüber hinaus die nachfolgenden Regelungen:
Die Aufgabenarten stimmen mit denen der schriftlichen Abiturprüfung überein. Doch ist bei der Aufgabenstellung zu bedenken, dass die Dauer der Vorbereitungszeit in der mündlichen Prüfung deutlich kürzer als in der schriftlichen Abiturprüfung ist. Die Aufgabe für den ersten Prüfungsteil enthält daher Material von geringerem Umfang und weniger komplexe Aufgabenstellungen als die Aufgabe der schriftlichen Prüfung.

3.4 Besondere Lernleistung

Schüler:innen können in die Gesamtqualifikation eine besondere Lernleistung einbringen, die im Rahmen oder Umfang eines mindestens zwei Halbjahre umfassenden Kurses erbracht wird. Grundlage einer besonderen Lernleistung kann ein bedeutender Beitrag aus einem von den Ländern geförderten Wettbewerb, die Ergebnisse des Projektkurses oder eines abgeschlossenen fachlichen oder fachübergreifenden Projektes gelten.
Die Absicht, eine besondere Lernleistung zu erbringen, muss spätestens zu Beginn des zweiten Jahres der Qualifikationsphase bei der Schule angezeigt werden. Die Schulleitung entscheidet in Abstimmung mit der Lehrkraft, die als Korrektor:in vorgesehen ist, ob die vorgesehene Arbeit als besondere Lernleistung zugelassen werden kann. Die Arbeit ist spätestens bis zur Zulassung zur Abiturprüfung abzugeben, nach den Maßstäben und dem Verfahren für die Abiturprüfung zu korrigieren und zu bewerten. Ein Rücktritt von der besonderen Lernleistung muss bis zur Entscheidung über die Zulassung zur Abiturprüfung erfolgt sein.
In einem Kolloquium von in der Regel 30 Minuten, das im Zusammenhang mit der Abiturprüfung nach Festlegung durch die Schulleitung stattfindet, stellt der Prüfling vor einem Fachprüfungsausschuss die Ergebnisse der besonderen Lernleistung dar, erläutert sie und antwortet auf Fragen. Die Endnote wird aufgrund der insgesamt in der besonderen Lernleistung und im Kolloquium erbrachten Leistungen gebildet; eine Gewichtung der Teilleistungen findet nicht statt. Bei Arbeiten, an denen mehrere Schüle-

rinnen und Schüler beteiligt werden, muss die individuelle Schülerleistung erkennbar und bewertbar sein. Grundlage einer besonderen Lernleistung in Chemie kann zum Beispiel die experimentelle Bearbeitung und Umsetzung einer Fragestellung mit Auswertung und Interpretation sein ebenso wie eine theoretisch-analytische Arbeit, bei der eine wissenschaftliche Theorie – auch historisch – bearbeitet wird. Solche Leistungen können auch im Rahmen eines Projektkurses entstehen. Ebenso kann ein umfassender Beitrag im Rahmen der Teilnahme an qualifizierten Wettbewerben Grundlage einer besonderen Lernleistung sein.

4. Lehr- und Lernmittel

Für den Chemieunterricht in der Sekundarstufe II ist an der Luisenschule für den Leistungskurs das Schulbuch *Tausch, von Wachtendonk, Chemie 2000+, Bucher-Verlag* vorgesehen, für den Grundkurs das Werk *Elemente Chemie.* Das Schulbuch ist vor allem zur häuslichen Nacharbeit und Vertiefung der im Unterricht behandelten Inhalte gedacht.

5. Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen

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

Zusammenarbeit mit anderen Fächern

Durch die unterschiedliche Belegung von Fächern können Schüler:innen Aspekte aus anderen Kursen mit in den Chemieunterricht einfließen lassen. Es wird Wert daraufgelegt, dass in bestimmten Fragestellungen die Expertise einzelner Schüler:innen gesucht wird, die aus einem von ihnen belegten Fach genauere Kenntnisse mitbringen und den Unterricht dadurch bereichern.

Exkursionen

In der Gymnasialen Oberstufe sollen in Absprache mit der Schulleitung nach Möglichkeit unterrichtsbegleitende Exkursionen durchgeführt werden. Diese sollen im Unterricht vor- bzw. nachbereitet werden, so z.B. ein des Besuch des MPIs für Kohlenforschung, der HRW oder auch des ZBTs.

6. Qualitätssicherung und Evaluation

Evaluation des schulinternen Curriculums

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

Die Evaluation erfolgt jährlich. Zu Schuljahresbeginn werden die Erfahrungen des vergangenen Schuljahres in der Fachschaft gesammelt, bewertet und eventuell notwendige Konsequenzen und Handlungsschwerpunkte formuliert.

Kriterien		**Ist-Zustand Auffälligkeiten**	**Änderungen/ Konsequenzen/ Perspektivplanung**	**Wer** **(Verantwortlich)**	**Bis wann** **(Zeitrahmen)**
Funktionen					
Fachvorsitz					
Stellvertretung					
Sonstige Funktionen (im Rahmen der schulprogrammatischen fächerübergreifenden Schwerpunkte)					
Ressourcen					
personell	Fachlehrer:in				
	Lerngruppen				
	Lerngruppengröße				
	…				

räumlich	Fachraum				
	Bibliothek				
	Computerraum				
	Raum für Fachteamarbeit				
	…				
materiell/ sachlich	Lehrwerke				
	Fachzeitschriften				
	…				
zeitlich	Abstände Fachteamarbeit				
	Dauer Fachteamarbeit				
	…				
Unterrichtsvorhaben					
Leistungsbewertung/ Einzelinstrumente					
Leistungsbewertung/Grundsätze					