Schulinternes Curriculum für die Sekundarstufe II

Geschwister-Scholl-Gymnasium Velbert

# Fach **Chemie**

Stand: September 2021

# Inhalt

1. DIE FACHGRUPPE CHEMIE AM GSG VELBERT ..... 3

2. ENTSCHEIDUNGEN ZUM UNTERRICHT ..... 3

**2.1 Unterrichtsvorhaben ..... 3**

2.1.1 Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben ..... 5

2.1.2 Konkretisierte Kompetenzerwartungen (KLP) bis zum Ende der Einführungsphase ..... 13

2.1.3 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Einführungsphase ..... 16

2.1.4 Konkretisierte Kompetenzerwartungen (KLP) bis zum Ende der Qualifikationsphase im Grundkurs ..... 22

2.1.5 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase Q1 Grundkurs ..... 26

2.1.6 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase Q2 Grundkurs ..... 38

2.1.7 Konkretisierte Kompetenzerwartungen (KLP) bis zum Ende der Qualifikationsphase im Leistungskurs ..... 43

2.1.8 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase Q1 Leistungskurs ..... 48

2.1.9 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase Q2 Leistungskurs ..... 62

**2.2. Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit ..... 68**

**2.3. Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung ..... 69**

**2.4. Lehr- und Lernmittel ..... 71**

3. ENTSCHEIDUNGEN ZU FACH- UND UNTERRICHTSÜBERGREIFENDEN FRAGEN ..... 71

# 1. Die Fachgruppe Chemie am GSG Velbert

Die Lehrerbesetzung der Schule ermöglicht einen ordnungsgemäßen Fachunterricht in der Sekundarstufe I, ein NW-AG-Angebot und Wahlpflichtkurse mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt. In der Sekundarstufe I wird in den Jahrgangsstufen 7,8, und 9 Chemie im Umfang der vorgesehenen 6 Wochenstunden laut Stundentafel erteilt. In der Schule sind die Unterrichtseinheiten als Einzelstunden à 67,5 Minuten organisiert.

In der Oberstufe ist das Fach Chemie in der Regel in der Einführungsphase mit 2 Grundkursen, in der Qualifikationsphase je Jahrgangsstufe mit einem Grundkurs und einem Leistungskurs vertreten. In der Oberstufe gibt es im Grundkurs 2 Einzelstunden à 67,5 Minuten im Leistungskurs 2 Einzelstunden à 67,5 Minuten und 1 Einzelstunde mit Verlängerung (90 min) wöchentlich.

Dem Fach Chemie stehen 2 Fachräume zur Verfügung, von denen in einem Raum auch in Schülerübungen experimentell gearbeitet werden kann. Die Ausstattung der Chemiesammlung mit Geräten und Materialien für Demonstrations- und für Schülerexperimente ist gut, die vom Schulträger darüber hinaus bereitgestellten Mittel reichen für das Erforderliche aus.

Die Schule hat sich vorgenommen, das Experimentieren in allen Jahrgangsstufen besonders zu fördern.

# 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 Lehrerinnen und Lehrer 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 60 Unterrichtsstunden, für den Grundkurs in der Q1 ebenfalls 60 und in der Q2 40 Stunden und für den Leistungskurs in der Q1 100 und für Q2 60 Unterrichtsstunden (a 67,5 min) 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. Referendarinnen und Referendaren 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*<br><br>**Kontext**: *Nicht nur Graphit und Diamant – Erscheinungsformen des Kohlenstoffs*<br><br>**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF4 Vernetzung<br>• E6 Modelle<br>• E7 Arbeits- und Denkweisen<br>• K3 Präsentation<br>**Inhaltsfeld**: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen (gilt für Unterrichtsvorhaben I-IV)<br>**Inhaltlicher Schwerpunkt:**<br>◆ Nanochemie des Kohlenstoffs<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 4 Std. à 67,5 min | *Unterrichtsvorhaben II*<br><br>**Kontext**: *Vom Alkan zum Aromastoff*<br><br>**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF2 Auswahl<br>• UF3 Systematisierung<br>• E2 Wahrnehmung und Messung<br>• E4 Untersuchungen und Experimente<br>• K 2 Recherche<br>• K3 Präsentation<br>• B1 Kriterien<br>• B2 Entscheidungen<br><br>**Inhaltlicher Schwerpunkt**:<br>• Organische (und anorganische) Kohlenstoffverbindungen<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 30 Std. à 67,5 min |
| *Unterrichtsvorhaben III*<br><br>**Kontext**: *Schneller, mehr, kostengünstiger – Beeinflussung chemischer Reaktionen*<br><br>**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• E1 Probleme und Fragestellungen<br>• E4 Untersuchungen und Experimente<br>• K4 Argumentation<br>• B3 Werte und Normen<br>• B4 Möglichkeiten und Grenzen | *Unterrichtsvorhaben IV*<br><br>**Kontext**: *Kohlenstoffdioxid und das Klima – Die Bedeutung der Ozeane*<br><br>**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• E1 Probleme und Fragestellungen<br>• E4 Untersuchungen und Experimente<br>• K4 Argumentation<br>• B3 Werte und Normen<br>• B4 Möglichkeiten und Grenzen |

| | |
|---|---|
| **Inhaltliche Schwerpunkte**:<br>• Gleichgewichtsreaktionen<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 16 Std. à 67,5 min | **Inhaltliche Schwerpunkte**:<br>• (Organische und) anorganische Kohlenstoffverbindungen<br>• Gleichgewichtsreaktionen<br>• Stoffkreislauf in der Natur<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 10 Std. à 67,5 min |
| **Summe Einführungsphase: 60 Stunden à 67,5 min** | |

| Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS | |
|---|---|
| *Unterrichtsvorhaben I*<br><br>**Kontext**: *Säuren und Basen in Alltagsprodukten*<br><br>**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF1 Wiedergabe<br>• UF2 Auswahl<br>• UF3 Systematisierung<br>• E1 Probleme und Fragestellungen<br>• E2 Wahrnehmung und Messung<br>• E4 Untersuchungen und Experimente<br>• E5 Auswertung<br>• K1 Dokumentation<br>• K2 Recherche<br>• B1 Kriterien<br><br>**Inhaltsfeld**: Säuren, Basen und analytische Verfahren<br><br>**Inhaltliche Schwerpunkte**:<br>◆ Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen<br>◆ Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen<br><br>**Zeitbedarf**: Std. à 67,5 Minuten | *Unterrichtvorhaben II*<br><br>**Kontext:** *Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon*<br><br>**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF3 Systematisierung<br>• UF4 Vernetzung<br>• E2 Wahrnehmung und Messung<br>• E4 Untersuchungen und Experimente<br>• E6 Modelle<br>• K2 Recherche<br>• B2 Entscheidungen<br><br>**Inhaltsfeld**: Elektrochemie<br><br>**Inhaltlicher Schwerpunkt**:<br>◆ Mobile Energiequellen<br><br>**Zeitbedarf**: ca. Stunden à 67,5 Minuten |
| *Unterrichtsvorhaben III*<br><br>**Kontext:** *Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle*<br><br>**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF2 Auswahl<br>• E6 Modelle<br>• E7 Vernetzung | *Unterrichtsvorhaben IV*<br><br>**Kontext:** *Korrosion vernichtet Werte*<br><br>**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF1 Wiedergabe<br>• UF3 Systematisierung<br>• E6 Modelle |

| | |
|---|---|
| • K1 Dokumentation<br>• K4 Argumentation<br>• B1 Kriterien<br>• B3 Werte und Normen<br><br>**Inhaltsfeld**: Elektrochemie<br><br>**Inhaltliche Schwerpunkte**:<br>• Mobile Energiequellen<br>• Elektrochemische Gewinnung von Stoffen<br><br>**Zeitbedarf**: ca.  Stunden à 67,5 Minuten | • B2 Entscheidungen<br><br>**Inhaltsfeld**: Elektrochemie<br><br>**Inhaltlicher Schwerpunkt**:<br>• Korrosion<br><br>**Zeitbedarf**: ca. Stunden à 67,5 Minuten |
| *Unterrichtsvorhaben V*<br><br>**Kontext:** *Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt*<br><br>**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF3 Systematisierung<br>• UF4 Vernetzung<br>• E3 Hypothesen<br>• E 4 Untersuchungen und Experimente<br>• K3 Präsentation<br>• B3 Werte und Normen<br><br>**Inhaltsfeld**: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe<br><br>**Inhaltlicher Schwerpunkt**:<br>• Organische Verbindungen und Reaktionswege<br><br>**Zeitbedarf**: ca. Stunden à 67,5 Minuten | |
| **Summe Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS: 60 Stunden** | |

<table>
<tr><th colspan="2">Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS</th></tr>
<tr><td><u>Unterrichtsvorhaben I:</u><br><br>Kontext: Maßgeschneiderte Produkte aus Kunststoffen<br><br>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:<br>• UF2 Auswahl<br>• UF4 Vernetzung<br>• E3 Hypothesen<br>• E4 Untersuchungen und Experimente<br>• E5 Auswertung<br>• K3 Präsentation<br>• B3 Werte und Normen<br><br>Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe<br><br>Inhaltlicher Schwerpunkt:<br>◆ Organische Verbindungen und Reaktionswege<br>◆ Organische Werkstoffe<br><br>Zeitbedarf: ca. 18 Stunden à 67,5 Minuten</td>
<td><u>Unterrichtsvorhaben II</u>:<br><br>Kontext: Bunte Kleidung<br><br>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:<br>• UF1 Wiedergabe<br>• UF3 Systematisierung<br>• E6 Modelle<br>• E7 Arbeits- und Denkweisen<br>• K3 Präsentation<br>• B4 Möglichkeiten und Grenzen<br><br>Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe<br><br>Inhaltlicher Schwerpunkt:<br>◆ Farbstoffe und Farbigkeit<br><br>Zeitbedarf: ca. 18 Stunden à 67,5 Minuten</td></tr>
<tr><th colspan="2">Summe Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS: 36 Stunden</th></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="2">Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS</th></tr>
<tr><td>

<u>*Unterrichtsvorhaben I*</u>

**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 67,5 Minuten

</td><td>

<u>*Unterrichtsvorhaben II*</u>

**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. 18 Stunden à 67,5 Minuten

</td></tr>
<tr><td>

<u>*Unterrichtsvorhaben III*</u>

**Kontext**: *Elektroautos – Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse*

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF2 Auswahl
- UF4 Vernetzung
- E1 Probleme und Fragestellungen
- E5 Auswertung
- K2 Recherche
- K4 Argumentation

</td><td>

<u>*Unterrichtsvorhaben IV*</u>

**Kontext**: *Entstehung von Korrosion und Schutzmaßnahmen*

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF3 Systematisierung
- E6 Modelle
- K2 Recherche
- B2 Entscheidungen

</td></tr>
</table>

| | |
|---|---|
| • B1 Kriterien<br>• B4 Möglichkeiten und Grenzen<br><br>**Inhaltsfelder**: Elektrochemie<br><br>**Inhaltliche Schwerpunkte**:<br>◆ Mobile Energiequellen<br>◆ Elektrochemische Gewinnung von Stoffen<br>◆ Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 15 Stunden à 67,5 Minuten | **Inhaltsfelder**: Elektrochemie<br><br>**Inhaltlicher Schwerpunkt**:<br>◆ Korrosion und Korrosionsschutz<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 6 Std. à 67,5 Minuten |
| *Unterrichtsvorhaben V*<br><br>**Kontext**: *Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt*<br><br>**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**<br>• UF4 Vernetzung<br>• E4 Untersuchungen und Experimente<br>• K2 Recherche<br>• K3 Präsentation<br>• B2 Entscheidungen<br>• B3 Werte und Normen<br><br>**Inhaltsfeld:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe<br><br>**Inhaltliche Schwerpunkte**:<br>◆ Organische Verbindungen und Reaktionswege<br>◆ Reaktionsabläufe<br><br>**Zeitbedarf**: ca. 25 Stunden à 67,5 Minuten | |
| **Summe Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS: 100 Stunden** | |

<table>
<tr><th colspan="2">Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS</th></tr>
<tr><td>

<u>*Unterrichtsvorhaben I:*</u>

**Kontext**: *Maßgeschneiderte Kunststoffe - nicht nur für Autos*

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF1 Wiedergabe
- UF3 Systematisierung
- E4 Untersuchungen und Experimente
- E5 Auswertung
- E7 Arbeits- und Denkweisen
- K1 Dokumentation
- K3 Präsentation
- B1 Kriterien
- B2 Entscheidungen
- B3 Werte und Normen

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

**Inhaltliche Schwerpunkte**:

- Organische Verbindungen und Reaktionswege
- Reaktionsabläufe
- Organische Werkstoffe

**Zeitbedarf**: ca. 28 Stunden à 67,5 Minuten

</td><td>

<u>*Unterrichtsvorhaben II:*</u>

**Kontext**: *Farbstoffe im Alltag*

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF1 Wiedergabe
- UF2 Auswahl
- UF3 Systematisierung
- E2 Wahrnehmung und Messung
- E3 Hypothesen
- E6 Modelle
- K3 Präsentation
- K4 Argumentation
- B4 Möglichkeiten und Grenzen

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

**Inhaltlicher Schwerpunkt**:

- Farbstoffe und Farbigkeit

**Zeitbedarf**: ca. 28 Stunden à 67,5 Minuten

</td></tr>
<tr><td colspan="2">Summe Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS: 56 Stunden</td></tr>
</table>

### 2.1.2 Konkretisierte Kompetenzerwartungen (KLP) bis zum Ende der Einführungsphase

***Inhaltsfeld 1: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen***

Die Schülerinnen und Schüler …

1) beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester (UF2),
2) ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein (UF3),
3) erklären an Verbindungen aus den Stoffklassen der Alkane und Alkene das C-C-Verknüpfungsprinzip (UF2),
4) beschreiben den Aufbau einer homologen Reihe und die Strukturisomerie (Gerüstisomerie und Positionsisomerie) am Beispiel der Alkane und Alkohole (UF1, UF3),
5) benennen ausgewählte organische Verbindungen mithilfe der Regeln der systematischen Nomenklatur (IUPAC) (UF3),
6) erläutern ausgewählte Eigenschaften organischer Verbindungen mit Wechselwirkungen zwischen den Molekülen (u.a. Wasserstoffbrücken, Van-der-Waals-Kräfte) (UF1, UF3),
7) erklären die Oxidationsreihen der Alkohole auf molekularer Ebene und ordnen den Atomen Oxidationszahlen zu (UF2),
8) ordnen Veresterungsreaktionen dem Reaktionstyp der Kondensationsreaktion begründet zu (UF1),
9) beschreiben die Strukturen von Diamant und Graphit und vergleichen diese mit neuen Materialien aus Kohlenstoff (u.a. Fullerene) (UF4),
10) erläutern den Ablauf einer chemischen Reaktion unter dem Aspekt der Geschwindigkeit und definieren die Reaktionsgeschwindigkeit als Differenzenquotient $\Delta c/\Delta t$ (UF1),
11) erläutern die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtszustands an ausgewählten Beispielen (UF1),
12) 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),
13) formulieren für ausgewählte Gleichgewichtsreaktionen das Massenwirkungsgesetz (UF3),
14) interpretieren Gleichgewichtskonstanten in Bezug auf die Gleichgewichtslage (UF4),
15) beschreiben und erläutern den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit mithilfe vorgegebener graphischer Darstellungen (UF1, UF3),
16) interpretieren den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern (u.a. Oberfläche, Konzentration, Temperatur) (E5),
17) führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4),

18) nutzen bekannte Atom- und Bindungsmodelle zur Beschreibung organischer Moleküle und Kohlenstoffmodifikationen (E6),
19) stellen anhand von Strukturformeln Vermutungen zu Eigenschaften ausgewählter Stoffe auf und schlagen geeignete Experimente zur Überprüfung vor (E3),
20) beschreiben Beobachtungen von Experimenten zu Oxidationsreihen der Alkohole und interpretieren diese unter dem Aspekt des Donator-Akzeptor-Prinzips (E2, E6),
21) erläutern die Grundlagen der Entstehung eines Gaschromatogramms und entnehmen diesem Informationen zur Identifizierung eines Stoffes (E5),
22) erläutern Grenzen der ihnen bekannten Bindungsmodelle (E7),
23) planen quantitative Versuche (u.a. zur Untersuchung des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion), führen diese zielgerichtet durch und dokumentieren Beobachtungen und Ergebnisse (E2, E4),
24) formulieren Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit und entwickeln Versuche zu deren Überprüfung (E3),
25) erklären den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen auf der Basis einfacher Modelle auf molekularer Ebene (u.a. Stoßtheorie für Gase) (E6),
26) interpretieren ein einfaches Energie-Reaktionsweg-Diagramm (E5, K3),
27) beschreiben und erläutern das chemische Gleichgewicht mithilfe von Modellen (E6),
28) unterscheiden zwischen dem natürlichen und dem anthropogen erzeugten Treibhauseffekt und beschreiben ausgewählte Ursachen und ihre Folgen (E1),
29) formulieren Fragestellungen zum Problem des Verbleibs und des Einflusses anthropogen erzeugten Kohlenstoffdioxids (u.a. im Meer) unter Einbezug von Gleichgewichten (E1),
30) formulieren Hypothesen zur Beeinflussung natürlicher Stoffkreisläufe (u.a. Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) (E3),
31) beschreiben die Vorläufigkeit der Aussagen von Prognosen zum Klimawandel (E7).
32) dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen, zur Einstellung eines chemischen Gleichgewichts, zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislaufes) (K1),
33) nutzen angeleitet und selbstständig chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Planung und Auswertung von Experimenten und zur Ermittlung von Stoffeigenschaften (K2),
34) beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle die Strukturen organischer Verbindungen (K3),
35) wählen bei der Darstellung chemischer Sachverhalte die jeweils angemessene Formelschreibweise aus (Verhältnisformel, Summenformel, Strukturformel) (K3),
36) analysieren Aussagen zu Produkten der organischen Chemie (u.a. aus der Werbung) im Hinblick auf ihren chemischen Sachgehalt und korrigieren unzutreffende Aussagen sachlich fundiert (K4),
37) recherchieren angeleitet und unter vorgegebenen Fragestellungen Eigenschaften und Verwendungen ausgewählter Stoffe und präsentieren die Rechercheergebnisse adressatengerecht (K2, K3),
38) stellen für Reaktionen zur Untersuchung der Reaktionsgeschwindigkeit den Stoffumsatz in Abhängigkeit von der Zeit tabellarisch und graphisch dar (K1),

39) veranschaulichen chemische Reaktionen zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf graphisch oder durch Symbole (K3),
40) recherchieren Informationen (u.a. zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) aus unterschiedlichen Quellen und strukturieren und hinterfragen die Aussagen der Informationen (K2, K4),
41) stellen neue Materialien aus Kohlenstoff vor und beschreiben deren Eigenschaften (K3).
42) 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),
43) beschreiben und beurteilen Chancen und Grenzen der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit und des chemischen Gleichgewichts (B1),
44) zeigen Möglichkeiten und Chancen der Verminderung des Kohlenstoffdioxidausstoßes und der Speicherung des Kohlenstoffdioxids auf und beziehen politische und gesellschaftliche Argumente und ethische Maßstäbe in ihre Bewertung ein (B3, B4),
45) beschreiben und bewerten die gesellschaftliche Relevanz prognostizierter Folgen des anthropogenen Treibhauseffektes (B3),
46) bewerten an einem Beispiel Chancen und Risiken der Nanotechnologie (B4).

### 2.1.3 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Einführungsphase

***Unterrichtsvorhaben I***

| **Kontext: Nicht nur Graphit und Diamant – Erscheinungsformen des Kohlenstoffs** | | | |
|---|---|---|---|
| **Inhaltsfeld:** Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen | | | |
| **Zeitbedarf:** ca. 4 Std. à 67,5 min | | | |
| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
| **Graphit, Diamant und mehr**<br>Modifikation<br>Elektronenpaarbindung<br>Strukturformeln | KKE (UF): 9<br><br>KKE (E): 18, 19, 22<br><br>KKE (K): 34, 37, 41<br><br>KKE (B): 46 | **1. Test zur Selbsteinschätzung**<br>Atombau, Bindungslehre, Kohlenstoffatom, Periodensystem<br><br>**2. Gruppenarbeit** „Graphit, Diamant und Fullerene“ | Der Einstieg dient zur Angleichung der Kenntnisse zur Bindungslehre, ggf. muss Zusatzmaterial zur Verfügung gestellt werden.<br><br>Beim Graphit und beim Fulleren werden die Grenzen der einfachen Bindungsmodelle deutlich. (Achtung: ohne Hybridisierung) |
| **Nanomaterialien**<br>Nanotechnologie<br>Neue Materialien<br>Anwendungen<br>Risiken | | **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<br><br>**2. Präsentation** (Poster, Museumsgang) Die Präsentation ist nicht auf Materialien aus Kohlenstoff beschränkt. | Unter vorgegebenen Rechercheaufträgen können die Schülerinnen und Schüler selbstständig Fragestellungen entwickeln. (Niveaudifferenzierung, individuelle Förderung)<br><br>Die Schülerinnen und Schüler erstellen Lernplakate in Gruppen, beim Museumsgang hält jeder / jede einen Kurzvortrag. |
| <u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u><br>• Ampelabfrage | | | |
| **Hinweise zu weiterführenden Informationen:** | | | |

| |
|---|
| Eine Gruppenarbeit zu Diamant, Graphit und Fullerene findet man auf den Internetseiten der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich:<br>**http://www.educ.ethz.ch/unt/um/che/ab/graphit_diamant**,<br>Zum Thema Nanotechnologie sind zahlreiche Materialien und Informationen veröffentlicht worden, z.B.:<br>FCI, Informationsserie Wunderwelt der Nanomaterialien (inkl. DVD und Experimente)<br>Klaus Müllen, Graphen aus dem Chemielabor, in: Spektrum der Wissenschaft 8/12<br>Sebastian Witte, Die magische Substanz, GEO kompakt Nr. 31<br>**http://www.nanopartikel.info/cms**<br>http://www.wissenschaft-online.de/artikel/855091<br>http://www.wissenschaft-schulen.de/alias/material/nanotechnologie/1191771 |

***Unterrichtsvorhaben II***

| **Kontext: Vom Alkan zum Aromastoff** | | | |
|---|---|---|---|
| **Inhaltsfeld:** Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen | | | |
| **Zeitbedarf:** ca. 30 Std. à 67,5 min | | | |
| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
| **Alkane und Alkene**<br>Homologe Reihe<br>Strukturformeln<br>Isomerie<br>Nomenklatur<br>Siedetemperatur, Löslichkeit<br>Identifizierung mittels GC<br>Verbrennung | KKE (UF): 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8<br><br>KKE (E): 17, 18, 19, 20, 21, 22<br><br>KKE (K): 32, 33, 34, 35, 36, 37, 40<br><br>KKE (B): 42 | Exp.: Gaschromatografie Feuerzeuggas | Wdh. Intermolekularer Kräfte<br><br>Wdh. Grundprinzip der Chromatografie (Flash-Animation), Aufbau GC<br><br>Wdh. Reaktionsgleichungen erstellen/ Stöchiometrie |
| **Alkanole**<br>Alkoholische Gärung<br>Homologe Reihe<br>Strukturformeln<br>Isomerie<br>Nomenklatur<br>Siedetemperatur, Löslichkeit | | Exp.: Gärung, Destillation, Alkoholometrie zur Bestimmung des Ethanolgehalts | Da die Prinzipien der Isomerie und Nomenklatur von den Alkanen bekannt sind, bietet sich hier der Einsatz von Lernkarteien oder anderen Materialien mit Selbstkontrolle an. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Oxidation/ Oxidationszahlen | | Exp.: Oxidation primärer, sekundärer und tertiärer Alkohole mit CuO | |
| **Carbonylverbindungen**<br>Strukturformeln, Nomenklatur | | Exp.: Tollens-Probe (Silber-Spiegel) zur Unterscheidung von Alkanalen und Alkanonen | Hinweis: Stoffklasse mit diversen Aromastoffen |
| **Carbonsäuren**<br>Strukturformeln, Nomenklatur<br>Wdh. Säure-Base-Definition nach Brönsted<br>Molekülstruktur und saurer Charakter: Induktive Effekte | | Exp.: pH-Wert-Messung<br>1. Vgl. Ethanol und Ethansäure<br>2. Vgl. Methan-, Ethan und Propansäure (evtl. Chlorethansäure) | Fachübergriff zur Biologie möglich: Struktur und Bedeutung von Fettsäuren |
| **Ester**<br>Herstellen von Aromastoffen: Estersynthese | | Exp.: Arbeitsteilige Synthese verschiedener Carbonsäureester<br><br>**Abschluss/ Zusammenfassung:**<br>Recherche und Präsentation (Schülervorträge) des Vorkommens, der Verwendung und Funktion der verschiedenen Stoffklassen in Alltagsprodukten | Ausgewählte Vertreter der Stoffklassen vorgeben; Einsatz soll auch beurteilt werden! |
| <u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u><br>• Selbstevaluation: Ich kann… | | | |
| **Hinweise zu weiterführenden Informationen:** | | | |

***Unterrichtsvorhaben III***

| **Kontext: Schneller, mehr, kostengünstiger – Beeinflussung chemischer Reaktionen** | | | |
|---|---|---|---|
| **Inhaltsfeld:** Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen | | | |
| **Zeitbedarf:** ca. 16 Std. à 67,5 min | | | |
| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
| **Reaktionsgeschwindigkeit**<br>Definition<br>Beeinflussende Faktoren (Konzentration, Temperatur, Zerteilungsgrad)<br>Einfache math. Zusammenhänge<br><br>Katalyse | KKE (UF): 10, 11, 12, 13, 14, 15<br><br>KKE (E): 16, 17, 23, 24, 25, 26, 27<br><br>KKE (K): 32, 33, 34, 35, 38<br><br>KKE (B): 43 | Exp.: Reaktion von Zink mit einer Carbonsäure unter Variation der genannten Einflussfaktoren (qualitativ). SuS planen Experimente zur Bestimmung der Reaktionsgeschwindigkeit im zeitlichen Verlauf der Reaktion und führen diese durch (quantitativ)<br><br>Exp.: Katalytischer Zerfall von Wasserstoffperoxid (homogene, heterogene, Biokatalyse) | Auswertung mithilfe der Stoßtheorie<br>Graphische Auswertung der Konzentrationsänderung bzw. Volumenänderung pro Zeitintervall; Bestimmung der Reaktionsgeschwindigkeit als Differenzenquotient<br>Energie-Reaktionsweg-Diagramme interpretieren!<br>Fachübergriff Biologie: Enzyme als Katalysatoren |
| **Chemisches Gleichgewicht**<br>Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen: Estersynthese und -hydrolyse<br><br>Modellvorstellungen<br><br>Quantitative Analyse zur Bestimmung der Gleichgewichtslage<br>Gleichgewichtskonstante und Massenwirkungsgesetz | | Exp.: Herstellung und Destillation von Essigsäureethylester; Hydrolyse von Essigsäureethylester<br><br>„Apfelkrieg“ oder Streichholzspiel simulieren<br><br>LV: Herleitung des Massenwirkungsgesetzes; Bestimmung der Gleichgewichtskonstante K für die Reaktion von Essigsäure mit Ethanol zu Wasser und Essigsäureethylester | Schülerversuch mit anschließender Ausbeuteberechnung (Wdh. stöchiometrisches Rechnen mit Konzentrationsangaben, Stoffmengenverhältnissen)<br><br>Schülerübungen zum Aufstellen von MWG verschiedener Reaktionen und Berechnung unbekannter Konzentrationen von Stoffen in Gleichgewichten.<br><br>Über den Einfluss des Drucks auf Gleichgewichtslagen können am Ende Hypothesen formuliert und am Beispiel der |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Beeinflussung der Gleichgewichtslage: Prinzip Le Chatelier | | Demonstration: verschlossene Ampullen mit $NO_2/N_2O_4$ unterschiedlichen Temperaturen aussetzen<br>Exp.: Eisenthiocyanat-GGW | Ammoniaksynthese überprüft werden.<br>Alternativ greift man diesen Aspekt bei der Löslichkeit von $CO_2$ auf (Unterrichtsvorhaben IV) |
| <u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u><br>• | | | |
| **Hinweise zu weiterführenden Informationen:** | | | |

***Unterrichtsvorhaben IV***

| **Kontext: Kohlenstoffdioxid und das Klima – Die Bedeutung für die Ozeane** | | | |
|---|---|---|---|
| **Inhaltsfeld:** Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen | | | |
| **Zeitbedarf:** ca. 10 Std. à 67,5 min | | | |
| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
| **Kohlenstoffdioxid**<br>Eigenschaften<br>Treibhauseffekt<br>Anthropogene Emissionen<br>Reaktionsgleichungen<br>Umgang mit Größengleichungen | KKE (UF): 11, 12<br><br>KKE (E): 17, 24, 27, 28, 29, 31<br><br>KKE (K): 32, 39, 40<br><br>KKE (B): 44, 45 | **Information** Eigenschaften/ Treibhauseffekt z.B. Zeitungsartikel<br><br>**Berechnungen** zur Bildung von $CO_2$ aus Kohle und Treibstoffen (Alkane)<br>- Aufstellen von Reaktionsgleichungen<br>- Berechnung des gebildeten $CO_2$<br>- Vergleich mit rechtlichen Vorgaben<br>- weltweite $CO_2$-Emissionen<br><br>**Information** Aufnahme von $CO_2$ u.a. durch die Ozeane | Implizite Wiederholung: Stoffmenge n, Masse m und molare Masse M |
| **Löslichkeit von $CO_2$ in Wasser als GGW**<br>qualitativ | | **Schülerexperiment:** Löslichkeit von $CO_2$ in Wasser (qualitativ)<br>Aufstellen von Reaktionsgleichungen | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Bildung einer sauren Lösung<br>Beeinflussung des GGW<br>Einfluss der Bedingungen der Ozeane auf die Löslichkeit von $CO_2$<br>Kreisläufe | | **Schülerexperimente:** Einfluss von Druck und Temperatur auf die Löslichkeit von $CO_2$<br>ggf. Einfluss des Salzgehalts auf die Löslichkeit<br>**Erarbeitung:** Wo verbleibt das $CO_2$ im Ozean?<br>**Partnerarbeit:** Physikalische/ Biologische Kohlenstoffpumpe<br>**Arbeitsblatt:** Graphische Darstellung des marinen Kohlenstoffdioxid-Kreislaufs | Wdh. Le Chatelier: Einfluss von Druck, Temperatur, Oxoniumionenkonz. |
| **Klimawandel**<br>Informationen in den Medien<br>Möglichkeiten zur Lösung des $CO_2$-Problems | | **Recherche**<br>- aktuelle Entwicklungen<br>- Versauerung der Meere<br>- Einfluss auf den Golfstrom/ Nordatlantikstrom<br>**Podiumsdiskussion**<br>- Prognosen<br>- Vorschläge zur Reduzierung von Emissionen<br>- Verwendung von $CO_2$<br>**Zusammenfassung:** z.B. Film „Treibhaus Erde“ aus der Reihe „Total Phänomenal“ des SWR | |

Diagnose von Schülerkonzepten:

- 

**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

### 2.1.4 Konkretisierte Kompetenzerwartungen (KLP) bis zum Ende der Qualifikationsphase im Grundkurs

***Inhaltsfeld 2: Säuren, Basen und analytische Verfahren***

Die Schülerinnen und Schüler…

1) identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags und beschreiben diese mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted (UF1, UF3),
2) interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des $K_S$-Wertes (UF2, UF3),
3) erläutern die Autoprotolyse und das Ionenprodukt des Wassers (UF1),
4) berechnen pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen (Hydroxide) (UF2),
5) klassifizieren Säuren mithilfe von $K_S$- und $pK_S$-Werten (UF3),
6) berechnen pH-Werte wässriger Lösungen schwacher einprotoniger Säuren mithilfe des Massenwirkungsgesetzes (UF2).
7) zeigen an Protolysereaktionen auf, wie sich der Säure-Base-Begriff durch das Konzept von Brønsted verändert hat (E6, E7),
8) planen Experimente zur Bestimmung der Konzentration von Säuren und Basen in Alltagsprodukten bzw. Proben aus der Umwelt angeleitet und selbstständig (E1, E3),
9) erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung über einen Indikator, führen diese zielgerichtet durch und werten sie aus (E3, E4, E5),
10) erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen frei beweglicher Ionen (E6),
11) beschreiben das Verfahren einer Leitfähigkeitstitration (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Säuren bzw. Basen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt und werten vorhandene Messdaten aus (E2, E4, E5),
12) machen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktionen anhand von $K_S$- und $pK_S$-Werten. (E3),
13) bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5).
14) stellen eine Säure-Base-Reaktion in einem Funktionsschema dar und erklären daran das Donator-Akzeptor-Prinzip (K1, K3),
15) dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstitration mithilfe graphischer Darstellungen (K1),
16) erklären fachsprachlich angemessen und mithilfe von Reaktionsgleichungen den Unterschied zwischen einer schwachen und einer starken Säure unter Einbeziehung des Gleichgewichtskonzepts(K3),
17) recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren unterschiedliche Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4).
18) beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2),
19) bewerten die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen (B1).

***Inhaltsfeld 3: Elektrochemie***

Die Schülerinnen und Schüler…

20) erklären den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (u.a. Daniell-Element) (UF1, UF3),
21) beschreiben den Aufbau einer Standard-Wasserstoff-Halbzelle (UF1),
22) berechnen Potentialdifferenzen unter Nutzung der Standardelektrodenpotentiale und schließen auf die möglichen Redoxreaktionen (UF2, UF3),
23) erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegender Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4),
24) beschreiben und erklären Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3),
25) deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF4),
26) erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung(UF2),
27) erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2),
28) erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge (UF1, UF3).
29) erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7),
30) entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen (E3),
31) planen Experimente zum Aufbau galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab (E1, E2, E4, E5),
32) erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6),
33) analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5).
34) dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1),
35) stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3),
36) recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3),
37) argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4).
38) erläutern und beurteilen die elektrolytische Gewinnung eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B3),
39) vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle) (B1),
40) diskutieren die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie (B4),

41) diskutieren Folgen von Korrosionsvorgängen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B2).

***Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe***

Die Schülerinnen und Schüler…

42) beschreiben den Aufbau der Moleküle (u.a. Strukturisomerie) und die charakteristischen Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihre chemischen Reaktionen (u.a. Veresterung, Oxidationsreihe der Alkohole) (UF1, UF3),
43) erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften vorher (UF1),
44) erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4),
45) klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3),
46) formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und erläutern diese (UF1),
47) verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4),
48) erklären den Aufbau von Makromolekülen aus Monomer-Bausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u.a. Polyester, Polyamide) (UF1, UF3),
49) beschreiben und erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF3),
50) erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF2, UF4),
51) erklären die elektrophile Erstsubstitution am Benzol und deren Bedeutung als Beleg für das Vorliegen eines aromatischen Systems (UF1, UF3),
52) 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).
53) erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4),
54) schätzen das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen aus den Molekülstrukturen ab (u.a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3),
55) 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),
56) ermitteln Eigenschaften von organischen Werkstoffen und erklären diese anhand der Struktur (u.a. Thermoplaste, Elastomere und Duromere) (E5),

57) beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und erläutern Grenzen dieser Modellvorstellung (E6, E7),
58) erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe) (E6),
59) werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5).
60) verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3),
61) erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3),
62) präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3),
63) recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3),
64) demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3).
65) erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3),
66) diskutieren Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3),
67) beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).

### 2.1.5 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase Q1 Grundkurs

***Unterrichtsvorhaben I***

| **Kontext: Säuren und Basen in Alltagsprodukten: Starke und schwache Säuren und Basen** | | | |
|---|---|---|---|
| **Inhaltsfeld:** Säuren, Basen und analytische Verfahren | | | |
| **Zeitbedarf:** ca. Std. à 67,5 min | | | |
| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
| **Säuren und Basen im Alltag und im Labor** | KKE (UF): 1, 2, 3, 4, 5, 6<br><br>KKE (E): 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 | Demonstration verschiedener Lösungen und Alltagsprodukte, Zusatz von Universalindikator, Mischen der Lösungen | Aufriss der Thematik; Aufgreifen und Vertiefen von Kenntnissen aus der Sekundarstufe I und der Einführungsphase; es kann sowohl ein Überblick über das gesamte Inhaltsfeld als auch ein Schwerpunkt gelegt werden. |
| **Säure-Base-Konzept nach Brønsted**<br>Säuren als Protonendonatoren<br>Basen als Protonenakzeptoren | KKE (K): 18, 19, 20, 22, 23<br><br>KKE (B): 24, 25, 26, 27 | LD-Exp.: Reaktion von Ammoniak mit Chlorwasserstoff in der Gasphase<br>AB Protolysereaktionen und korrespondierende Säure-Base-Paare | Grundlegende Einführung des Säure-Base-Konzepts von BRØNSTED; aus dem Fehlen von Wasser als Reaktionspartner geht die Veränderung des Säure-Base-Begriffs im Vergleich zum Arrhenius-Konzept deutlich hervor. Die Deutung des Versuchs untermauert die Verknüpfung der Säure und der Base, der Protonenabgabe mit der Protonenaufnahme. |
| Protolysereaktionen in Salzlösungen | | Exp.: pH-Wertmessung verschiedener Salzlösungen | Übung zum Erstellen der Reaktionsschemata, Zuordnen der Säure-Base-Paare; über die Rolle des Wassermoleküls in den Experimenten. |
| Autoprotolyse und Ionenprodukt des Wassers<br>Definition pH-Wert und pOH-Wert | | LV<br>Tabelle zum Zusammenhang von $c(H_3O^+)$, pH, $c(OH^-)$ und pOH | Das Ionenprodukt des Wassers und der pH-Wert lassen sich einsichtig und zügig im Lehrervortrag vermitteln. Durch Ausfüllen der Tabelle und Lösen von Übungsaufgaben verinnerlichen die SuS die Inhalte des Lehrervortrags und durch die intensive |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | Auseinandersetzung mit den Aufgaben gewinnen die Lerngruppenmitglieder Sicherheit. Der Umgang mit Logarithmen und auch Potenzen ist vielen Schülerinnen und Schülern wenig vertraut. Hier bietet sich ein Exkurs „Potenzen und Logarithmen“ an. |
| **Protolysen als Gleichgewichtsreaktion**<br>Vgl. starker und schwacher Säuren/Basen<br><br>Anwendung Massenwirkungsgesetz, $K_S$/$K_B$- bzw. $pk_S$/$pk_B$-Wert<br><br>pH-Wert-Berechnung bei schwachen einprotonigen Säuren<br><br>Verwendung starker und schwacher Säuren/ Basen in Alltagsprodukten | | Exp.: pH-Wertmessung verschiedener 1molarer Säurelösungen<br><br>Kapitel 6.3<br><br>Kapitel 6.4<br>Differenzierte Übungsaufgaben mit Möglichkeiten der Selbstkontrolle<br><br>Recherche und Diskussion: z.B. welche Säuren sind zum Entkalken einer Kaffeemaschine geeignet? | Beim Vergleich der pH-Werte gleich konzentrierter Säuren wird deutlich, dass nicht der pH-Wert die Säurestärke bestimmt. Die Anwendung des Massenwirkungsgesetzes auf die Gleichgewichtsreaktion einer schwachen Säure führt zur Säurekonstante. Die Lerngruppenmitglieder müssen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktion mithilfe von $K_S$- bzw. p$K_S$- sowie $K_B$- bzw. p$K_B$- Werten machen können. Für viele Schülerinnen und Schüler ist der Umgang mit $K_S$- und $K_B$-Werten einfacher als der Umgang mit p$K_S$- und p$K_B$-Werten. Es ist deshalb durchaus möglich, den p$K_S$-Wert sowie p$K_B$-Wert bei Rechnungen erst im letzten Rechenschritt zu nutzen. Die Bearbeitung entsprechender Übungsaufgaben festigt die wichtigen Kompetenzen im Umgang mit dem pH-Wert und der Säurestärke. |
| **Wichtige Größenangaben in der Chemie**<br>Stoffmenge, Konzentrationsangaben, Volumen, Dichte, Masse und Molare Masse<br><br>**Bestimmung der Säurekonzentration in Lebensmitteln durch Titration** | | Exp. Bestimmung des Gehalts von Essigsäure in Essig, Milchsäure in | Erfahrungsgemäß benötigen die SuS zur Reaktivierung ihrer mathematischen Kenntnisse und Kompetenzen, die im Rahmen der analytischen Verfahren relevant sind, eine wiederholende Übungseinheit. Wichtig: auch Massenanteil und Massenkonzentration berücksichtigen!<br><br>Die Schülerinnen und Schüler müssen das Verfahren einer Titration mit Endpunktbestimmung über einen Indikator erläutern, zielgerichtet durchführen und |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Endpunktbestimmung mit Indikator | | verschiedenen Milchprodukten, Gesamtsäuregehalt in Wein | auswerten können. Das Vergleichen mit Gehaltsangaben auf den Verpackungen fördert das Bewerten der durch eigene Experimente gewonnenen Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen). Auch das Bewerten der Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen wird gefördert. |
| Vgl. Titrationskurven schwache/starke Säure | | Exp.: Bestimmung der Essigsäure-Konzentration in Aceto Balsamico bzw. angefärbter Salzsäure<br>Kapitel 6.7 | Die Schülerinnen und Schüler müssen eine pH-metrische Titration beschreiben, charakteristische Punkte der Titrationskurve (u.a. Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt) interpretieren und den Verlauf mithilfe des Protolyse-konzepts erklären können. Die Versuche können arbeitsteilig durchgeführt, die Ergebnisse im Schülervortrag vorgestellt werden. |
| pH-Sprung und Indikatorwahl | | Abb. verschiedener Titrationskurven und Tabelle zu Umschlagbereichen | Anhand des Verlaufs einer Titrationskurve und dem Umschlagbereich können die SuS die Eignung von Indikatoren erschließen. |
| **Leitfähigkeitstitration**<br>Ionenäquivalentleitfähigkeiten | | Exp.: Vergleich der Leitfähigkeit 1molarer Salzsäure, Natronlauge und Natriumchlorid-Lösung<br>LV: Ladungsübertragung in sauren und basischen Lösungen | Mithilfe der Versuche und tabellarischer Werte von Ionenäquivalentleitfähigkeiten erwerben die SuS Kenntnisse, mit denen sie das Verfahren der Leitfähigkeitstitration selbständig entwickeln können. |
| Durchführung, Grafische Darstellung und Auswertung | | Exp.: Leitfähigkeitstitration einer Natronlauge | Die Schülerinnen und Schüler müssen das Verfahren einer Leitfähigkeitstitration (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Säuren bzw. Basen in Proben aus |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | Alltagsprodukten oder der Umwelt beschreiben und vorhandene Messdaten auswerten können. Beide Versuche fördern den Erwerb dieser Kompetenz. Die Schülerinnen und Schüler lernen die Durchführung und den grundlegenden Verlauf verschiedener Titrationskurven kennen. |
| Diagnose von Schülerkonzepten:<br>• | | | |
| **Hinweise zu weiterführenden Informationen:** | | | |

***Unterrichtsvorhaben II***

| **Kontext: Strom für die Taschenlampe und Mobiltelefon** | | | |
|---|---|---|---|
| **Inhaltsfeld: Elektrochemie** | | | |
| **Zeitbedarf:** ca. Std. à 67,5 min | | | |
| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
| **Oxidation und Reduktion**<br>Elektronenübergänge<br>Redoxreaktionen<br>Oxidationsmittel<br>Reduktionsmittel<br>Korrespondierende Redoxpaare<br><br>**Oxidationszahlen**<br>Regeln zur Ermittlung von Oxidationszahlen<br>Aufstellen einer Redoxgleichung | KKE (UF): 28, 29, 30, 31, 32<br><br>KKE (E): 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47,<br><br>KKE (K): 48, 49, 50, 51,<br><br>KKE (B): 55 | Anschauungsmaterial: diverse Batterien, Akkus<br><br>AB mit Definitionen und Zuordnungsübungen; Vergleich mit Säure-Base-Begriff | Batterien und Akkus, mit denen die Lerngruppenmitglieder häufig unbewusst umgehen, werden lose vorgestellt. Teile der Batterie werden beschrieben. Anschließend wird als erster Themenblock „Aufbau und Funktionsweise einer Batterie“ angesteuert. Dazu müssen in der Regel grundlegende Aspekte des Donator-Akzeptor-Basiskonzepts aufgegriffen werden.<br><br>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 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Synproportionierung und Disproportionierung<br><br>**Die Redoxreihe**<br>Redoxreihe der Metalle<br>Redoxreihe der Nichtmetalle | | Exp.: Reaktionen zwischen Metallen und Metall-Ionen (z.B. Kapitel 7.2 V1) | Schülerinnen und Schüler nutzen die Kapitel 7.1 und 7.2 weitgehend selbstständig. Zu ihrer Selbstüberprüfung lösen sie die Aufgaben.<br>Die Versuche werden arbeitsgleich oder arbeitsteilig eingesetzt, um auf die Redoxreihen hinzuarbeiten.<br>Die Begriffe „oxidieren, wird oxidiert, reduzieren, wird reduziert“ werden nachhaltig eingefordert. |
| **Galvanische Elemente**<br>Daniell-Element<br>Aufbau einer galvanischen Zelle<br>Spannung galvanischer Elemente<br>Modellhafte Darstellung des Zustandekommens der Spannung eines Daniell-Elements<br><br>**Die elektrochemische Spannungsreihe**<br>Standardwasserstoffelektrode<br>Standardpotentiale<br>Elektrochemische Spannungsreihe | | Exp.: „Elektronenübertragung nutzbar machen!“ Material: Kupferblech, Zinkblech, Kupfersulfat-Lösung, Zinksulfat-Lösung, Salzbrücke, Kabel, Multimeter, Bechergläser<br><br>AB Daniell-Element (Beschriftung, Reaktionsgleichungen)<br>AB Zustandekommen der Potentialdifferenz (Modell)<br><br>Kapitel 7.4 und 7.5 | Die SuS erhalten den Auftrag eine Versuchsanordnung zu entwickeln, mit der sowohl eine Spannung als auch eine Stromstärke messbar ist. Häufig stellen sie aufgrund der Kenntnisse der Redoxreihe zunächst das Zinkblech in die Kupfersulfatlösung und erschließen so die Notwendigkeit der räumlichen Trennung der Reaktionspartner.<br>Es sind meist auch grundlegende Aspekte aus der Physik zur Elektrizitätslehre aufzugreifen: Spannung, Stromstärke, Widerstand, elektrische Energie.<br><br>Die Inhalte der Kapitel sind grundlegend für den Kompetenzerwerb. Der Aufbau und die Funktionsweise der Standardwasserstoffelektrode wird im Lehrervortrag vorgestellt. Mit gemessenen Potentialdifferenzen verschiedener Galvanischer Zellen und dem Standardpotential eines Halbelements lässt sich eine elektrochemische Spannungsreihe aufstellen. Mit den Standardpotentialen werden wiederum an Beispielen von galvanischen Zellen Spannungen berechnet. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Ionenkonzentration und Spannung**<br>Aufbau eines Konzentrationselements<br>Spannung eines Konzentrationselements | | Exp.: Galvanische Zelle aus zwei identischen Halbzellen; Verdünnung der Lösung in einer Halbzelle<br><br>AB: Zuordnung Anode/ Kathode, Pluspol/ Minuspol, Reduktion/ Oxidation etc. in Konzentrationszelle | Bei Wahl als Demonstrationsversuch kann man die Lerngruppenmitglieder jeweils Voraussagen zu den erwarteten Spannungen machen lassen. Dieses erhöht das Interesse der Lerngruppenmitglieder und bereitet auf die logarithmische Abhängigkeit der Spannung vom Konzentrationsverhältnis vor. |
| **Die Nernst-Gleichung**<br>Nernst-Gleichung und Massenwirkungsgesetz<br>Nernst-Gleichung für<br>- Metall/Metallionen-Halbelement<br>- Nichtmetallionen/Nichtmetall-Halbelement<br>Berechnung von Spannungen galvanischer Elemente mit der Nernst-Gleichung<br><br>pH-Wert-Messung mit Wasserstoffelektroden<br><br>pH-Abhängigkeit von Redoxpot-entialen | | AB: Nernst-Gleichung für Konzentrationszellen: Zellspannung in Abhängigkeit vom Logarithmus des Konzentrationsverhältnisses<br><br>LV: Allgemeine Nernst-Gleichung (Herleitung mit Massenwirkungsgesetz) und vereinfachte Nernst-Gleichungen für Halbzellen<br>Diverse Übungsaufgaben! | Die weiteren Aufgaben sind nach Schwierigkeitsgrad geordnet und sollen von allen Lerngruppenmitgliedern sicher gelöst werden. Die Schülerinnen und Schüler ziehen evtl. bereitgestellte Hilfekarten für das Aufstellen von Lösungswegen heran. Durch das Berechnen von Spannungen vertiefen sie ihre bisher erworbenen Kompetenzen, wenn z.B. die „Rollenverteilung“ von Donator und Akzeptor laut Spannungsreihe durch Konzentrationsänderungen getauscht wird.<br><br>Die Bearbeitung der Aufgaben 1 und 2 dient der weiteren Vertiefung und ermöglicht die Überprüfung, ob die Zusammenhänge sicher verstanden wurden und angewandt werden können. |
| **Primärelemente/ Batterien**<br>Volta-Element<br>Leclanché-Element<br>Zink-Kohle-Batterie<br>Alkali-Mangan-Batterie<br>Zink-Luft-Knopfzelle<br>Lithium-Mangan-Batterie | | Exp.: Vereinfachtes Leclanché-Element mit Demonstration der schrittweisen Optimierung bis zur Zink-Kohlebatterie<br>Exp.: Wir zerlegen eine Alkaline-Batterie | Das Zerlegen von Batterien ist für die SuS erfahrungsgemäß sehr interessant; sie suchen eifrig nach bekannten Bauteilen. Verwendet man einen 6V-Block, so kann die Art der Schaltung nochmals aufgegriffen werden |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Kapitel 8.13: Bau, Funktionsweise, Vor- und Nachteile weiterer Batterien; Erarbeitung z.B. im Kugellager | |
| Diagnose von Schülerkonzepten:<br>• | | | |
| **Hinweise zu weiterführenden Informationen:** | | | |

***Unterrichtsvorhaben III***

| **Kontext: Korrosion vernichtet Werte** | | | |
|---|---|---|---|
| **Inhaltsfeld: Elektrochemie** | | | |
| **Zeitbedarf:** ca. Std. à 67,5 min | | | |
| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
| **Korrosion vernichtet Werte**<br>Merkmale der Korrosion<br>Kosten von Korrosionsschäden | KKE (UF): 38<br><br>KKE (E): 39<br><br>KKE (K): 49, 52<br><br>KKE (B): 57, 58 | Abbildungen zu Korrosionsschäden oder Materialproben mit Korrosionsmerkmalen<br>Sammlung von Kenntnissen und Vorerfahrungen zur Korrosion<br>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<br><br>Internetrecherche oder Auswertung vorgegebener Materialien der Lehrkraft |
| **Ursachen von Korrosion**<br>Lokalelement<br>Säurekorrosion<br>Sauerstoffkorrosion<br>Rosten von Eisen | | Lernzirkel zur Experimentellen Erschließung der elektrochemischen Korrosion: Bedingungen, die das Rosten fördern; Säurekorrosion, Sauerstoffkorrosion | Selbstständige bzw. AB-gestützte Auswertung der Experimente mithilfe des Schulbuches oder bildlicher und textlicher Vorgaben durch die Lehrkraft<br><br>Aufgreifen und Vertiefen der Inhalte und Begriffe: Anode, Kathode, galvanisches Element, Redoxreaktion |
| **Betrachtung ökologischer und ökonomischer Aspekte** | | Diskussion des Korrosionsschutzes | Schüler diskutieren die Verwendung von Stahlträgern zu Holzträgern z.B. beim Bau einer |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | Halle unter ökologischen und ökonomischen Aspekten. |
| Diagnose von Schülerkonzepten:<br>• Alltagsvorstellungen zur Korrosion | | | |
| **Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:**<br>Interessant ist die Abbildung von einem Brennstoffzellen-Bus mit Beschriftung, die z.B. auf „Null-Emissionen“ hinweist, z.B. | | | |

***Unterrichtsvorhaben IV***

| **Kontext: Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle** | | | |
|---|---|---|---|
| **Inhaltsfeld:** Elektrochemie | | | |
| **Zeitbedarf:** ca. Std. à 67,5 min | | | |
| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen<br>Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
| **Woher bekommt das Brennstoffzellen-Auto den Wasserstoff, seinen Brennstoff?**<br><br>Elektrolyse<br>Zersetzungsspannung<br>Überspannung | KKE (UF): 32, 33, 34, 35, 36, 37<br><br>KKE (E): 39, 43, 44, 46, 47<br><br>KKE (K): 48, 49, 50, 51<br><br>KKE (B): 53, 54, 55, 56 | **Bild** eines mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzellenautos oder Einsatz einer **Filmsequenz** zum Betrieb eines mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzellenautos<br><br>**Demonstrationsexperiment** zur Elektrolyse von angesäuertem Wasser<br>**Beschreibung und Deutung der Versuchsbeobachtungen**<br>- Redoxreaktion<br>- endotherme Reaktion<br>- Einsatz von elektrischer Energie: $W = U*I*t$<br><br>**Schüler- oder Lehrerexperiment** zur Zersetzungsspannung | Aufriss der Unterrichtsreihe:<br>Sammlung von Möglichkeiten zum Betrieb eines Automobils: Verbrennungsmotoren (Benzin, Diesel, Erdgas), Alternativen: Akkumulator, Brennstoffzelle<br><br>Beschreibung und Auswertung des Experimentes mit der intensiven Anwendung der Fachbegriffe: Pluspol, Minuspol,<br>Anode, Kathode, Oxidation, Reduktion<br>Fokussierung auf den energetischen Aspekt der Elektrolyse<br><br>Ermittlung der Zersetzungsspannung durch Ablesen der Spannung, bei der die Elektrolyse deutlich abläuft (Keine Stromstärke-Spannungs-Kurve) |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Die Zersetzungsspannung ergibt sich aus der Differenz der Abscheidungspotentiale. Das Abscheidungspotential an einer Elektrode ergibt sich aus der Summe des Redoxpotentials und dem Überpotential. | |
| **Wie viel elektrische Energie benötigt man zur Gewinnung einer Wasserstoffportion?**<br><br>Quantitative Elektrolyse<br>Faraday-Gesetze | | **Schülerexperimente oder Lehrerdemonstrationsexperimente** zur Untersuchung der Elektrolyse in Abhängigkeit von der Stromstärke und der Zeit.<br>Formulierung der Gesetzmäßigkeit:<br>$n \sim I*t$<br><br>**Lehrervortrag**<br>Formulierung der Faraday-Gesetze / des Faraday-Gesetzes<br>Beispiele zur Verdeutlichung der Berücksichtigung der Ionenladung<br>Einführung der Faraday-Konstante,<br>Formulierung des 2. Faraday`schen Gesetzes<br><br>**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.<br>Zunächst eine Grundaufgabe; Vertiefung und Differenzierung mithilfe weiterer Aufgaben | Schwerpunkte: Planung (bei leistungsstärkeren Gruppen Hypothesenbildung), tabellarische und grafische Auswertung mit einem *Tabellenkalkulationsprogramm*<br><br>Vorgabe des molaren Volumens $V_m$ = 24 L/mol bei Zimmertemperatur und 1013 hPa<br>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*$mol^{-1}$<br><br>Zunächst Einzelarbeit, dann Partner- oder Gruppenarbeit; Hilfekarten mit Angaben auf unterschiedlichem Niveau, Lehrkraft wirkt als Lernhelfer.<br>Anwendung des Faraday`schen Gesetzes und Umgang mit $W = U*I*t$ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | **Diskussion:** Wasserstoffgewinnung unter ökologischen und ökonomischen Aspekten | Kritische Auseinandersetzung mit der Gewinnung der elektrischen Energie (Kohlekraftwerk, durch eine Windkraft- oder Solarzellenanlage) |
| **Wie funktioniert eine Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle?**<br>Aufbau einer Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle<br><br>Vergleich einer Brennstoffzelle mit einer Batterie und einem Akkumulator | | **Beschreibung und Erläuterung einer schematischen Darstellung** einer Polymermembran-Brennstoffzelle<br>Spannung eines Brennstoffzellen-Stapels (Stacks)<br>Herausarbeitung der Redoxreaktionen | Einsatz der schuleigenen PEM-Zelle und schematische Darstellung des Aufbaus der Zelle; sichere Anwendung der Fachbegriffe: Pluspol, Minuspol,<br>Anode, Kathode, Oxidation, Reduktion<br>Vergleich der theoretischen Spannung mit der in der Praxis erreichten Spannung |
| **Antrieb eines Kraftfahrzeugs heute und in der Zukunft**<br>Vergleich einer Brennstoffzelle mit einer Batterie und einem Akkumulator<br><br>Verbrennung von Kohlenwasserstoffen, Ethanol/Methanol, Wasserstoff | | **Expertendiskussion** zur vergleichenden Betrachtung von verschiedenen Brennstoffen (Benzin, Diesel, Erdgas) und Energiespeichersystemen (Akkumulatoren, Brennstoffzellen) eines Kraftfahrzeuges<br><u>mögliche Aspekte:</u> Gewinnung der Brennstoffe, Akkumulatoren, Brennstoffzellen, Reichweite mit einer Tankfüllung bzw. Ladung, Anschaffungskosten, Betriebskosten, Umweltbelastung | Die Expertendiskussion wird durch Rechercheaufgaben in Form von Hausaufgaben vorbereitet.<br>Fakultativ:<br>Es kann auch darauf eingegangen werden, dass der Wasserstoff z.B. aus Erdgas gewonnen werden kann. |

<u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u>

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

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

***Unterrichtvorhaben V***

| **Kontext: Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt** | | | |
|---|---|---|---|
| **Inhaltsfeld:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe | | | |
| **Zeitbedarf:** ca. Std. à 67,5 min | | | |
| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
| **Erdöl, ein Gemisch vielfältiger Kohlenwasserstoffe**<br>Stoffklassen und Reaktionstypen<br>zwischenmolekulare Wechselwirkungen<br>Stoffklassen<br>homologe Reihe<br>Destillation<br>Cracken | KKE (UF): 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65,<br><br>KKE (E): 72, 73, 75, 76,<br><br>KKE (K): 83, 84, 86, 87<br><br>KKE (B): 90, 91, 93, 94 | **Demonstration** von Erdöl und Erdölprodukten: Erdöl, Teer, Paraffin, Heizöl, Diesel, Superbenzin, Super E10, Schwefel<br><br>**Film:** Gewinnung von Kohlenwasserstoffen aus Erdöl<br>Die fraktionierende Destillation<br><br>**Arbeitsblatt** mit Destillationsturm<br><br>**Arbeitsblätter** zur Vielfalt der Kohlenwasserstoffe (Einzelarbeit, Korrektur in Partnerarbeit) | Thema: Vom Erdöl zum Superbenzin – Kartenabfrage vor Themenformulierung<br><br>Selbstständige Auswertung des Films mithilfe des Arbeitsblattes; mündliche Darstellung der Destillation, Klärung des Begriffs Fraktion<br>Wdh.: Summenformel, Strukturformel, Nomenklatur; Stoffklassen: Alkane, Cycloalkane, Alkene, Cycloalkene, Alkine, Aromaten (ohne Erklärung der Mesomerie), Nutzung des eingeführten Schulbuchs<br><br>Die Karten zu den Arbeitstakten müssen ausgeschnitten und in die Chemiemappe eingeklebt werden, die Takte sind zutreffend zu beschriften, intensives Einüben der Beschreibung und Erläuterung der Grafik |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | **Film:** Verbrennung von Kohlenwasserstoffen im Otto- und Dieselmotor<br>**Arbeitsblatt** mit Darstellung der Takte<br><br>**Grafik** zur Zusammensetzung von Erdölen und zum Bedarf der Produkte<br>**Demonstrationsexperiment** zum Cracken Kraftfahrzeugbenzin – Verbrennung und Veredelung (Cracken, Reformieren) | Benzin aus der Erdöldestillation genügt dem Anspruch der heutigen Motoren nicht<br>Einführung der Octanzahl, Wiederaufgreifen der Stoffklassen<br><br>Versuchsskizze, Beschreibung und weitgehend selbstständige Auswertung |
| **Wege zum gewünschten Produkt**<br>elektrophile Addition<br>Substitution | | **Aufgabe zur Synthese des Antiklopfmittels MTBE:**<br>Erhöhen der Klopffestigkeit durch MTBE (ETBE)<br>Säurekatalysierte elektrophile Addition von Methanol an 2-Methylpropen (Addition von Ethanol an 2-Methylpropen)<br><br>**Übungsaufgabe** zur Reaktion von Propen mit Wasser mithilfe einer Säure<br>**Abfassen eines Textes** zur Beschreibung und Erläuterung der Reaktionsschritte | Übungsbeispiel um Sicherheit im Umgang mit komplexen Aufgabenstellungen zu gewinnen, Einzelarbeit betonen<br><br>Einfluss des I-Effektes herausstellen, Lösen der Aufgabe in Partnerarbeit |

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Selbstüberprüfung zu Vorstellungen und Kenntnissen zu „Energieträgern“

**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.<br>In der Video-DVD „Der Viertakt-Ottomotor“ (4605559) wird in den ersten 8 Minuten das Funktionsprinzip des Motors veranschaulicht.<br>In der Video-DVD „Der Viertakt-Dieselmotor (4605560) wird in den ersten 8 Minuten das Funktionsprinzip dieses Motors veranschaulicht.<br>Zur Umweltrelevanz des Stoffes Methyltertiärbutylether (MTBE) unter besonderer Berücksichtigung des Gewässerschutzes finden sich Informationen des Umwelt Bundesamtes in: http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/grundwasser/mtbe.htm. Die Seite enthält auch eine Tabelle zum MTBE-Anteil in verschiedenen Benzinsorten.<br>Zum Einsatz von ETBE findet man Informationen auf: http://www.aral.de/aral/sectiongenericarticle.do?categoryId=9011811&contentId=7022567.<br>Eine kurze Simulation der Bromierung von Ethen mit Untertexten ist dargestellt in: http://www.chemiekiste.de/Chemiebox/Bromadd.htm. |

### 2.1.6 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase Q2 Grundkurs

***Unterrichtsvorhaben I***

| **Kontext: Maßgeschneiderte Produkte aus Kunststoffen** | | | |
|---|---|---|---|
| **Inhaltsfeld:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe | | | |
| **Zeitbedarf:** ca. 18 Std. à 67,5 min | | | |
| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen<br>Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
| **Die Vielfalt der Kunststoffe im Alltag:**<br>**Eigenschaften und Verwendung**<br>• Eigenschaften von makromolekularen Verbindungen<br>• Thermoplaste<br>• Duromere<br>• Elastomere<br><br>zwischenmolekulare Wechselwirkungen | KKE (UF): 50<br><br>KKE (E): 55, 56 | **Demonstration:**<br>Plastiktüte, PET-Flasche, Joghurtbecher, Schaumstoff, Gehäuse eines Elektrogeräts (Duromer)<br><br>**S-Exp.:** thermische u. a. Eigenschaften von Kunststoffproben<br><br>**Eingangstest***:*<br>intermolekulare Wechselwirkungen, funktionelle Gruppen, Veresterung | Ausgehend von Kunststoffen in Alltagsprodukten werden deren Eigenschaften und Verwendungen erläutert.<br>**Thermoplaste** (lineare und strauchähnlich verzweigte Makromoleküle, Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken; amorphe und kristalline Bereiche),<br>**Duromere** und **Elastomere** (Vernetzungsgrad) |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | **Materialien:**<br>Kunststoffe aus dem Alltag | |
| **Vom Monomer zum Polymer:**<br>**Bau von Polymeren und Kunststoffsynthesen**<br>• Reaktionsschritte der **radikalischen Polymerisation**<br>• **Polykondensation**<br>Polyester<br><br>• Polyamide:<br>Nylonfasern | KKE (UF): 48, 49<br><br>KKE (E): 53, 54<br><br>KKE (K): 62 | **Schülerexperimente:**<br><br>• Polymerisation von Styrol<br><br>• Polykondensation: Synthese einfacher Polyester aus Haushaltschemikalien, z.B. Polymilchsäure oder Polycitronensäure.<br><br>• „Nylonseiltrick“<br><br>**Schriftliche Überprüfung** | Während der Unterrichtsreihe kann an vielen Stellen der Bezug zum Kontext Plastikgeschirr hergestellt werden.<br>Polystyrol ist Werkstoff für Plastikgeschirr.<br><br>Reaktionsschritte der radikalischen Polymerisation können in Lernprogrammen erarbeitet werden. |
| **Kunststoffverarbeitung**<br>**Verfahren**, z.B.:<br>• Spritzgießen<br>• Extrusionsblasformen<br>• Fasern spinnen<br><br>Geschichte der Kunststoffe | KKE (K): 63 | Einsatz von **Filmen** und **Animationen** zu den Verarbeitungsprozessen. | Internetrecherche zu den verschiedenen Verarbeitungsverfahren möglich.<br><br>Die Geschichte ausgewählter Kunststoffe kann in Form von Referaten erarbeitet werden. |
| **Maßgeschneiderte Kunststoffe:**<br>Struktur-Eigenschafts-beziehungen von Kunststoffen mit besonderen Eigenschaften und deren Synthesewege aus Basischemikalien z.B.:<br>• SAN:<br>Styrol- Acrylnitril-Copolymerisate<br>• Cyclodextrine | KKE (UF): 47<br><br>KKE (K): 60, 64 | **Recherche:**<br>Syntheseweg zur Herstellung von SAN aus Basischemikalien.<br>Modifikation der Werkstoffeigenschaften von Polystyrol durch Copolymerisation mit Acrylnitril.<br><br>**Flussdiagramme** zur Veranschaulichung von Reaktionswegen | Als Beispiel für maßgeschneiderte Kunststoffe eignen sich Copolymerisate des Polystyrols, z.B. SAN.<br><br>Die Schülergruppen informieren sich über die Synthesewege, die Struktur-Eigenschafts-Beziehungen und die Verwendung weiterer Kunststoffe und präsentieren ihre Ergebnisse. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| • Superabsorber | | **Arbeitsteilige Projektarbeit** zu weiteren ausgewählten Kunststoffen, z.B.: Superabsorber, Cyclodextrine.<br><br>**S-Präsentationen** z.B. in Form von **Postern** mit **Museumsgang.** | Zur arbeitsteiligen Gruppenarbeit können auch kleine S-Experimente durchgeführt werden. |
| **Kunststoffmüll ist wertvoll: Kunststoffverwertung**<br>• stoffliche Verwertung<br>• rohstoffliche V.<br>• energetische V.<br><br>Ökonomische und ökologische Aspekte zum Einsatz von Einweggeschirr aus Polymilchsäure, Polystyrol oder Belland-Material. | KKE (B): 65, 66, 67 | **Schüler-Experiment:**<br>Herstellung von Stärkefolien<br><br>**Podiumsdiskussion**: z.B. zum Thema „Einsatz von Plastikgeschirr Einweggeschirr auf öffentlichen Veranstaltungen!“ | **Fächerübergreifender Aspekt:**<br>Plastikmüll verschmutzt die Meere (Biologie: Ökologie).<br><br>Einsatz von **Filmen** zur Visualisierung der Verwertungsprozesse. |
| Diagnose von Schülerkonzepten:<br>• Schriftliche Überprüfung zum Eingang, Präsentationen<br>Leistungsbewertung:<br>• Präsentationen (Referate, Poster, Podiumsdiskussion), schriftliche Übung, Anteil an Gruppenarbeiten | | | |
| **Hinweise zu weiterführenden Informationen:**<br>Allgemeine Informationen und Schulexperimente: http://www.seilnacht.com, www.chemieunterricht.de/dc2/plaste/<br>Experimentiervorschrift zum Einbetten von kleinen Gegenständen in Polystyrol: http://www.educ.ethz.ch/unt/um/che/boc/polystyrol/index<br>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<br>Informationen zur Herstellung von PET-Flaschen: http://www.forum-pet.de<br>Umfangreiche Unterrichtsreihe zum Thema Kunststoffe mit Materialien zum Belland-Material:<br>http://www.chik.die-sinis.de/Unterrichtsreihen_12/B__Organik/Belland.pdf<br>Film zum Kunststoffrecycling und Informationen zum grünen Punkt: http://www.gruener-punkt.de/corporate*/presse/videothek.html* | | | |

***Unterrichtsvorhaben II***

| **Kontext: Bunte Kleidung** | | | |
|---|---|---|---|
| **Inhaltsfeld:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe | | | |
| **Zeitbedarf:** ca. 18 Std. à 67,5 min | | | |
| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
| **Farbige Textilien**<br>- Farbigkeit und Licht<br>- Absorptionsspektrum<br>- Farbe und Struktur | KKE (E): 59<br><br>KKE (K): 61 | **Bilder:** Textilfarben – gestern und heute im Vergleich<br><br>**Erarbeitung:** Licht und Farbe, Fachbegriffe<br><br>**Experiment:** Fotometrie und Absorptionsspektren<br><br>**Arbeitsblatt:** Molekülstrukturen von farbigen organischen Stoffen im Vergleich | |
| **Der Benzolring**<br>- Struktur des Benzols<br>- Benzol als aromatisches System<br>- Reaktionen des Benzols<br>- Elektrophile Substitution | KKE (UF): 51<br><br>KKE (E): 57 | **Film:** Das Traummolekül - August Kekulé und der Benzolring (FWU)<br><br>**Molekülbaukasten:** Ermittlung möglicher Strukturen für Dibrombenzol<br><br>Info: Röntgenstruktur<br><br>**Erarbeitung:** elektrophile Substitution am Benzol<br><br>**Arbeitsblatt:** Vergleich der elektrophilen Substitution mit der elektrophilen Addition | Gelegenheit zur Wiederholung der Reaktionsschritte aus Q1 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | **Trainingsblatt:** Reaktionsschritte | |
| **Vom Benzol zum Azofarbstoff**<br>- Farbige Derivate des Benzols<br>- Konjugierte Doppelbindungen<br>- Donator-/ Akzeptorgruppen<br>- Mesomerie<br>- Azogruppe | KKE (UF): 52<br><br>KKE (E): 52, 58 | **Lehrerinfo:** Farbigkeit durch Substituenten<br><br>Einfluss von Donator-/ Akzeptorgruppen, konjugierten Doppelbindungen<br><br>**Erarbeitung:** Struktur der Azofarbstoffe<br><br>Zuordnung von Struktur und Farbe verschiedener Azofarbstoffe | |
| **Welche Farbe für welchen Stoff?**<br>- ausgewählte Textilfasern<br>- bedeutsame Textilfarbstoffe<br>- Wechselwirkung zwischen Faser und Farbstoff<br>- Vor- und Nachteile bei Herstellung und Anwendung | KKE (UF): 44<br><br>KKE (K): 63<br><br>KKE (B): 67 | **Lehrerinfo:** Textilfasern<br><br>**Arbeitsteilige Gruppenarbeit:** Färben von Textilien, u.a. mit Indigo, einem Azofarbstoff<br><br>Erstellung von Plakaten | Rückgriff auf die Kunststoffchemie (z.B. Polyester)<br><br>Möglichkeiten zur Wiederholung und Vertiefung:<br>- pH-Wert und der Einfluss auf die Farbe<br>- zwischenmolekulare Wechselwirkungen<br>- Herstellung und Verarbeitung von Kunststoffen |
| Diagnose von Schülerkonzepten:<br>• Trainingsblatt zu Reaktionsschritten<br>Leistungsbewertung:<br>• Klausur, Präsentation der Gruppenergebnisse | | | |
| **Hinweise zu weiterführenden Informationen:**<br>Zahlreiche Informationen zu Farbe und Farbstoffen sind z.B. im folgenden Lexikon zusammengestellt:<br>http://www.seilnacht.com/Lexikon/FLexikon.htm<br>Auch zu aktuelleren Entwicklungen findet man Material:<br>http://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/funktionelle+Farben.html | | | |

### 2.1.7 Konkretisierte Kompetenzerwartungen (KLP) bis zum Ende der Qualifikationsphase im Leistungskurs

***Inhaltsfeld 2: Säuren, Basen und analytische Verfahren***

Die Schülerinnen und Schüler…

1) identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags und beschreiben diese mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted (UF1, UF3),
2) interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des $K_S$-Wertes (UF2, UF3),
3) erläutern die Autoprotolyse und das Ionenprodukt des Wassers (UF1),
4) berechnen pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen (Hydroxide) (UF2),
5) klassifizieren Säuren und Basen mithilfe von $K_S$-, $K_B$- und $pK_S$-, $pK_B$-Werten (UF3),
6) berechnen pH-Werte wässriger Lösungen einprotoniger schwacher Säuren und entsprechender schwacher Basen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes (UF2),
7) zeigen an Protolysereaktionen auf, wie sich der Säure-Base-Begriff durch das Konzept von Brønsted verändert hat (E6, E7),
8) planen Experimente zur Bestimmung der Konzentration von Säuren und Basen in Alltagsprodukten bzw. Proben aus der Umwelt angeleitet und selbstständig (E1, E3),
9) erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator, führen diese zielgerichtet durch und werten sie aus (E3, E4, E5),
10) beschreiben eine pH-metrische Titration, interpretieren charakteristische Punkte der Titrationskurve (u.a. Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt) und erklären den Verlauf mithilfe des Protolysekonzepts (E5),
11) erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen frei beweglicher Ionen (E6),
12) erläutern die unterschiedlichen Leitfähigkeiten von sauren und alkalischen Lösungen sowie von Salzlösungen gleicher Stoffmengenkonzentration (E6),
13) 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 Messdaten aus (E2, E4, E5),
14) machen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktionen anhand von $K_S$-und $K_B$-Werten und von $pK_S$- und $pK_B$-Werten (E3),
15) bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5),
16) vergleichen unterschiedliche Titrationsmethoden (u.a. Säure-Base-Titration mit einem Indikator, Leitfähigkeitstitration, pH-metrische Titration) hinsichtlich ihrer Aussagekraft für ausgewählte Fragestellungen (E1, E4),
17) erklären die Reaktionswärme bei Neutralisationen mit der zugrundeliegenden Protolyse (E3, E6),
18) stellen eine Säure-Base-Reaktion in einem Funktionsschema dar und erklären daran das Donator-Akzeptor-Prinzip (K1, K3),
19) dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstitration und einer pH-metrischen Titration mithilfe graphischer Darstellungen (K1),

20) 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),
21) recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren unterschiedliche Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4),
22) beschreiben und erläutern Titrationskurven starker und schwacher Säuren (K3),
23) nutzen chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Auswahl eines geeigneten Indikators für eine Titration mit Endpunktsbestimmung (K2),
24) beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2),
25) bewerten die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen (B1),
26) bewerten durch eigene Experimente gewonnene oder recherchierte Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen auf der Grundlage von Kriterien der Produktqualität oder des Umweltschutzes (B4),
27) beschreiben den Einfluss von Säuren und Basen auf die Umwelt an Beispielen und bewerten mögliche Folgen (B3).

***Inhaltsfeld 3: Elektrochemie***

Die Schülerinnen und Schüler…

28) erklären den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (u.a. Daniell-Element) (UF1, UF3),
29) beschreiben den Aufbau einer Standard-Wasserstoff-Halbzelle (UF1),
30) berechnen Potentialdifferenzen unter Nutzung der Standardelektrodenpotentiale und schließen auf die möglichen Redoxreaktionen (UF2, UF3),
31) berechnen Potentiale und Potentialdifferenzen mithilfe der Nernst-Gleichung und ermitteln Ionenkonzentrationen von Metallen und Nichtmetallen (u.a. Wasserstoff und Sauerstoff) (UF2),
32) erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegender Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4),
33) beschreiben und erläutern Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3),
34) deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF4),
35) erläutern den Aufbau und die Funktionsweise einer Wasserstoff-Brennstoffzelle (UF1, UF3),
36) erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2),
37) erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2),
38) erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge und Maßnahmen zum Korrosionsschutz (u.a. galvanischer Überzug, Opferanode) (UF1, UF3),
39) erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7),

40) entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallen/Metallionen und Nichtmetallen/Nichtmetallionen (E3),
41) planen Experimente zum Aufbau galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab (E1, E2, E4, E5),
42) planen Versuche zur quantitativen Bestimmung einer Metallionen-Konzentration mithilfe der Nernst-Gleichung (E4),
43) erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6),
44) analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5),
45) entwickeln aus vorgegebenen Materialien galvanische Zellen und treffen Vorhersagen über die zu erwartende Spannung unter Standardbedingungen (E1, E3),
46) werten Daten elektrochemischer Untersuchungen mithilfe der Nernst-Gleichung und der Faraday-Gesetze aus (E5),
47) schließen aus experimentellen Daten auf elektrochemische Gesetzmäßigkeiten (u.a. Faraday-Gesetze) (E6),
48) dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1),
49) stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3),
50) recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3),
51) argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4),
52) recherchieren Beispiele für elektrochemische Korrosion und Möglichkeiten des Korrosionsschutzes (K2, K3),
53) erläutern und beurteilen die elektrolytische Gewinnung eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B3),
54) vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle, Alkaline-Zelle) (B1),
55) diskutieren die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie (B4),
56) diskutieren Möglichkeiten der elektrochemischen Energiespeicherung als Voraussetzung für die zukünftige Energieversorgung (B4),
57) diskutieren ökologische Aspekte und wirtschaftliche Schäden, die durch Korrosionsvorgänge entstehen können (B2),
58) bewerten für konkrete Situationen ausgewählte Methoden des Korrosionsschutzes bezüglich ihres Aufwandes und Nutzens (B3, B2).

***Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe***

Die Schülerinnen und Schüler…

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

60) erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften vorher (UF1),
61) erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF 3, UF4),
62) klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3),
63) formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und einer nucleophilen Substitution und erläutern diese (UF1),
64) verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4),
65) erklären Reaktionsabläufe unter dem Gesichtspunkt der Produktausbeute und Reaktionsführung (UF4),
66) 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),
67) beschreiben und erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF 3),
68) erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF3, UF4),
69) erläutern das Reaktionsverhalten von aromatischen Verbindungen (u.a. Benzol, Phenol) und erklären dies mit Reaktionsschritten der elektrophilen Erst- und Zweitsubstitution (UF1, UF2),
70) geben ein Reaktionsschema für die Synthese eines Azofarbstoffes an und erläutern die Azokupplung als elektrophile Zweitsubstitution (UF1, UF3),
71) erklären die Farbigkeit von vorgegebenen Stoffen (u.a. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe) durch Lichtabsorption und erläutern den Zusammenhang zwischen Farbigkeit und Molekülstruktur mithilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-/Akzeptorgruppen) (UF1, E6),
72) erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4),
73) vergleichen ausgewählte organische Verbindungen und entwickeln Hypothesen zu deren Reaktionsverhalten aus den Molekülstrukturen (u.a. I-Effekt, M-Effekt, sterischer Effekt) (E3),
74) 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),
75) ermitteln Eigenschaften von organischen Werkstoffen und erklären diese anhand der Struktur (u.a. Thermoplaste, Elastomere, Duromere) (E5),
76) analysieren und vergleichen die Reaktionsschritte unterschiedlicher Reaktionstypen (u.a. elektrophile Addition und elektrophile Substitution) (E6),
77) machen eine Voraussage über den Ort der elektrophilen Zweitsubstitution am Aromaten und begründen diese mit dem Einfluss des Erstsubstituenten (E3, E6),
78) beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und erläutern Grenzen dieser Modellvorstellung (E6, E7),
79) erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe) (E6),

80) werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5),
81) berechnen aus Messwerten zur Extinktion mithilfe des Lambert-Beer-Gesetzes die Konzentration von Farbstoffen in Lösungen (E5),
82) stellen Erkenntnisse der Strukturchemie in ihrer Bedeutung für die Weiterentwicklung der Chemie (u.a. Aromaten, Makromoleküle) dar (E7),
83) verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3),
84) beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle den Verlauf ausgewählter chemischer Reaktionen in Teilschritten (K3),
85) erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3),
86) präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3),
87) recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3),
88) demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3),
89) beschreiben und diskutieren aktuelle Entwicklungen im Bereich organischer Werkstoffe und Farbstoffe unter vorgegebenen und selbstständig gewählten Fragestellungen (K4),
90) erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3),
91) diskutieren und bewerten Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3),
92) gewichten Analyseergebnisse (u.a. fotometrische Messung) vor dem Hintergrund umweltrelevanter Fragestellungen (B1, B2),
93) beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4),
94) bewerten die Grenzen chemischer Modellvorstellungen über die Struktur organischer Verbindungen und die Reaktionsschritte von Synthesen für die Vorhersage der Bildung von Reaktionsprodukten (B4).

### 2.1.8 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase Q1 Leistungskurs

***Unterrichtsvorhaben I***

| **Kontext: Säuren und Basen in Alltagsprodukten: Starke und schwache Säuren und Basen** | | | |
|---|---|---|---|
| **Inhaltsfeld:** Säuren, Basen und analytische Verfahren | | | |
| **Zeitbedarf:** ca. 36 Std. à 67,5 min | | | |
| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
| **Säuren und Basen im Alltag und im Labor** | KKE (UF): 1, 2, 3, 4, 5, 6<br><br>KKE (E): 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 | Demonstration verschiedener Lösungen und Alltagsprodukte, Zusatz von Universalindikator, Mischen der Lösungen | Aufriss der Thematik; Aufgreifen und Vertiefen von Kenntnissen aus der Sekundarstufe I und der Einführungsphase; es kann sowohl ein Überblick über das gesamte Inhaltsfeld als auch ein Schwerpunkt gelegt werden. |
| **Säure-Base-Konzept nach Brønsted**<br>Säuren als Protonendonatoren<br>Basen als Protonenakzeptoren | KKE (K): 18, 19, 20, 22, 23<br><br>KKE (B): 24, 25, 26, 27 | LD-Exp.: Reaktion von Ammoniak mit Chlorwasserstoff in der Gasphase<br>AB Protolysereaktionen und korrespondierende Säure-Base-Paare | Grundlegende Einführung des Säure-Base-Konzepts von BRØNSTED; aus dem Fehlen von Wasser als Reaktionspartner geht die Veränderung des Säure-Base-Begriffs im Vergleich zum Arrhenius-Konzept deutlich hervor. Die Deutung des Versuchs untermauert die Verknüpfung der Säure und der Base, der Protonenabgabe mit der Protonenaufnahme. |
| Protolysereaktionen in Salzlösungen<br>Ampholyte | | Exp.: pH-Wertmessung verschiedener Salzlösungen<br>AB Auftreten von amphoteren Teilchen bei mehrprotonigen Säuren | Übung zum Erstellen der Reaktionsschemata, Zuordnen der Säure-Base-Paare; über Rolle des Wassermoleküls in den Experimenten Hinführung zum Thema Ampholyte. |
| Autoprotolyse und Ionenprodukt des Wassers<br>Definition pH-Wert und pOH-Wert | | LV<br>Tabelle zum Zusammenhang von $c(H_3O^+)$, pH, $c(OH^-)$ und pOH | Das Ionenprodukt des Wassers und der pH-Wert lassen sich einsichtig und zügig im Lehrervortrag vermitteln. Durch Ausfüllen der Tabelle und Lösen von Übungsaufgaben verinnerlichen die SuS die Inhalte des Lehrervortrags und durch die intensive Auseinandersetzung mit den Aufgaben gewinnen die |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | Lerngruppenmitglieder Sicherheit. Der Umgang mit Logarithmen und auch Potenzen ist vielen Schülerinnen und Schülern wenig vertraut. Hier bietet sich ein Exkurs „Potenzen und Logarithmen“ an. |
| **Protolysen als Gleichgewichtsreaktion**<br>Vgl. starker, mittelstarker und schwacher Säuren/Basen<br><br>Anwendung Massenwirkungsgesetz, $K_S$/$K_B$- bzw. $pk_S$/$pk_B$-Wert<br><br>pH-Wert-Berechnung bei schwachen Säuren/Basen<br><br>Verwendung starker und schwacher Säuren/ Basen in Alltagsprodukten | | Exp.: pH-Wertmessung verschiedener 1molarer Säurelösungen<br><br>Kapitel 6.3<br><br>Kapitel 6.4<br>Differenzierte Übungsaufgaben mit Möglichkeiten der Selbstkontrolle<br><br>Recherche und Diskussion: z.B. welche Säuren sind zum Entkalken einer Kaffeemaschine geeignet? | Beim Vergleich der pH-Werte gleich konzentrierter Säuren wird deutlich, dass nicht der pH-Wert die Säurestärke bestimmt. Die Anwendung des Massenwirkungsgesetzes auf die Gleichgewichtsreaktion einer schwachen Säure führt zur Säurekonstante. Die Lerngruppenmitglieder müssen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktion mithilfe von $K_S$- bzw. p$K_S$- sowie $K_B$- bzw. p$K_B$- Werten machen können. Für viele Schülerinnen und Schüler ist der Umgang mit $K_S$- und $K_B$-Werten einfacher als der Umgang mit p$K_S$- und p$K_B$-Werten. Es ist deshalb durchaus möglich, den p$K_S$-Wert sowie p$K_B$-Wert bei Rechnungen erst im letzten Rechenschritt zu nutzen. Die Bearbeitung entsprechender Übungsaufgaben festigt die wichtigen Kompetenzen im Umgang mit dem pH-Wert und der Säurestärke. |
| **Wichtige Größenangaben in der Chemie**<br>Stoffmenge, Konzentrationsangaben, Volumen, Dichte, Masse und Molare Masse<br><br>**Bestimmung der Säurekonzentration in Lebensmitteln durch Titration**<br>Endpunktbestimmung mit Indikator | | Exp.: Herstellen einer Maßlösung<br>Übungen zum Umgang mit den genannten Größen<br><br>Exp. Bestimmung des Gehalts von Essigsäure in Essig, Milchsäure in verschiedenen Milchprodukten, Gesamtsäuregehalt in Wein<br><br>AB: Wie funktioniert ein Indikator?<br>Kapitel 6.5 | Erfahrungsgemäß benötigen die SuS zur Reaktivierung ihrer mathematischen Kenntnisse und Kompetenzen, die im Rahmen der analytischen Verfahren relevant sind, eine wiederholende Übungseinheit. Wichtig: auch Massenanteil und Massenkonzentration berücksichtigen!<br><br>Die Schülerinnen und Schüler müssen das Verfahren einer Titration mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator erläutern, zielgerichtet durchführen und auswerten können. Das Vergleichen mit Gehaltsangaben auf den Verpackungen fördert das Bewerten der durch eigene Experimente gewonnenen Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | Nennen und Gewichten von Fehlerquellen). Auch das Bewerten der Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen wird gefördert. Es bietet sich an, unterschiedliche Essigsorten einzusetzen. |
| pH-metrische Titration<br><br>Vgl. Titrationskurven schwache/starke Säure | | Exp.: Bestimmung der Essigsäure-Konzentration in Aceto Balsamico bzw. angefärbter Salzsäure<br>Kapitel 6.7 | Die Schülerinnen und Schüler müssen eine pH-metrische Titration beschreiben, charakteristische Punkte der Titrationskurve (u.a. Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt) interpretieren und den Verlauf mithilfe des Protolyse-konzepts erklären können. Die Versuche können arbeitsteilig durchgeführt, die Ergebnisse im Schülervortrag vorgestellt werden. Es bietet sich der Einsatz eines Tabellenkalkulationsprogramms an. |
| pH-Sprung und Indikatorauswahl | | Abb. verschiedener Titrationskurven und Tabelle zu Umschlagbereichen<br><br>Übung: Titrationskurve von Cola | Anhand des Verlaufs einer Titrationskurve und dem Umschlagbereich können die SuS die Eignung von Indikatoren erschließen.<br><br>Vertiefendes Interpretieren einer Titrationskurve |
| Titrationskurven mehrprotoniger Säuren<br><br>**Exkurs: Puffersysteme**<br>Halbäquivalenzpunkt und Pufferwirkung<br>Puffersysteme und Henderson-Hasselbalch-Gleichung<br>Bestimmen des $pK_S$-Wertes durch Halbtitration | | | Die Schülerinnen und Schüler müssen den Halbäquivalentpunkt als einen charakteristischen Punkt der Titrationskurve einer schwachen Säure bzw. schwachen Base interpretieren können. Um zu verstehen, warum die Kurve in der Nähe des HÄP flach verläuft und hier $pH = pK_S$ gilt, wird das Thema „Puffersysteme“ behandelt, auch wenn es nicht obligatorisch ist. |
| **Leitfähigkeitstitration**<br>Ionenäquivalentleitfähigkeiten | | Exp.: Vergleich der Leitfähigkeit 1molarer Salzsäure, Natronlauge und Natriumchlorid-Lösung | Mithilfe der Versuche und tabellarischer Werte von Ionenäquivalentleitfähigkeiten erwerben die SuS Kenntnisse, mit denen sie das Verfahren der |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Durchführung, Grafische Darstellung und Auswertung der Leitfähigkeitstitration<br><br>Fällungstitration<br><br>**Titrationen im Vergleich** | | LV: Ladungsübertragung in sauren und basischen Lösungen<br><br>Exp.: Leitfähigkeitstitration einer Natronlauge<br><br>Exp.: Bestimmung der Wasserhärte durch Leitfähigkeitstitration<br><br>Elemente Chemie Oberstufe (Klett) S. 214 | Leitfähigkeitstitration selbständig entwickeln können.<br><br>Die Schülerinnen und Schüler müssen das Verfahren einer Leitfähigkeitstitration (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Säuren bzw. Basen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt beschreiben und vorhandene Messdaten auswerten können. Beide Versuche fördern den Erwerb dieser Kompetenz. Die Schülerinnen und Schüler lernen die Durchführung und den grundlegenden Verlauf verschiedener Titrations-kurven kennen.<br><br>Der Merksatz „Die Wahl des Titrationsverfahrens hängt von den Konzentrationen der Lösungen und den Stärken der Säuren und Basen ab“ drückt genau die Probleme bzw. intellektuellen Chancen einer Diskussion zu Wahl der Methode aus. Die Schülerinnen und Schüler müssen die unterschiedlichen Titrationsmethoden hinsichtlich ihrer Aussagekraft für ausgewählte Fragestellungen vergleichen können. Die beiden Aufgaben A1 und A2 unterstützen den Erwerb der Kompetenz. |
| <u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u><br>• | | | |
| **Hinweise zu weiterführenden Informationen:** | | | |

***Unterrichtsvorhaben II***

| **Kontext: Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon** | | | |
|---|---|---|---|
| **Inhaltsfeld:** Elektrochemie | | | |
| **Zeitbedarf:** ca. 18 Std. à 67,5 min | | | |
| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen<br>Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
| **Oxidation und Reduktion**<br>Elektronenübergänge<br>Redoxreaktionen<br>Oxidationsmittel<br>Reduktionsmittel<br>Korrespondierende Redoxpaare<br><br>**Oxidationszahlen**<br>Regeln zur Ermittlung von Oxidationszahlen<br>Aufstellen einer Redoxgleichung<br>Synproportionierung und Disproportionierung<br><br>**Exkurs: Redoxtitrationen**<br>Permanganometrie<br><br>**Die Redoxreihe**<br>Redoxreihe der Metalle<br>Redoxreihe der Nichtmetalle | KKE (UF): 28, 29, 30, 31, 32<br><br>KKE (E): 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47,<br><br>KKE (K): 48, 49, 50, 51,<br><br>KKE (B): 55 | Anschauungsmaterial: diverse Batterien, Akkus<br><br>AB mit Definitionen und Zuordnungsübungen; Vergleich mit Säure-Base-Begriff<br><br>Exp.: Bestimmen des Oxalsäure-gehalts von Rhabarber<br>Exp.: Bestimmung von Sauerstoff in einer Gewässerprobe<br><br>Exp.: Reaktionen zwischen Metallen und Metall-Ionen (z.B. Kapitel 7.2 V1) | Batterien und Akkus, mit denen die Lerngruppenmitglieder häufig unbewusst umgehen, werden lose vorgestellt. Teile der Batterie werden beschrieben. Anschließend wird als erster Themenblock „Aufbau und Funktionsweise einer Batterie“ angesteuert. Dazu müssen in der Regel grundlegende Aspekte des Donator-Akzeptor-Basiskonzepts aufgegriffen werden.<br><br>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 Schülerinnen und Schüler nutzen die Kapitel 7.1 und 7.2 weitgehend selbstständig. Zu ihrer Selbstüberprüfung lösen sie die Aufgaben.<br><br>Redoxtitrationen sind auch im Leistungskurs nicht verbindlich. Das Kapitel 7.7 kann z.B. im Rahmen eines Projektes zur Gewässeruntersuchung genutzt werden.<br><br>Die Versuche werden arbeitsgleich oder arbeitsteilig eingesetzt, um auf die Redoxreihen hinzuarbeiten. Die Begriffe „oxidieren, wird oxidiert, reduzieren, wird reduziert“ werden nachhaltig eingefordert. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Galvanische Elemente**<br>Daniell-Element<br>Aufbau einer galvanischen Zelle<br>Spannung galvanischer Elemente<br>Modellhafte Darstellung des Zustandekommens der Spannung eines Daniell-Elements | | Exp.: „Elektronenübertragung nutzbar machen!“ Material: Kupferblech, Zinkblech, Kupfersulfat-Lösung, Zinksulfat-Lösung, Salzbrücke, Kabel, Multimeter, Bechergläser<br><br>AB Daniell-Element (Beschriftung, Reaktionsgleichungen)<br>AB Zustandekommen der Potentialdifferenz (Modell) | Die SuS erhalten den Auftrag eine Versuchsanordnung zu entwickeln, mit der sowohl eine Spannung als auch eine Stromstärke messbar ist. Häufig stellen sie aufgrund der Kenntnisse der Redoxreihe zunächst das Zinkblech in die Kupfersulfatlösung und erschließen so die Notwendigkeit der räumlichen Trennung der Reaktionspartner.<br>Es sind meist auch grundlegende Aspekte aus der Physik zur Elektrizitätslehre aufzugreifen: Spannung, Stromstärke, Widerstand, elektrische Energie. |
| **Die elektrochemische Spannungsreihe**<br>Standardwasserstoffelektrode<br>Standardpotentiale<br>Elektrochemische Spannungsreihe | | Kapitel 7.4 und 7.5 | Die Inhalte der Kapitel sind grundlegend für den Kompetenzerwerb. Der Aufbau und die Funktionsweise der Standardwasserstoffelektrode wird im Lehrervortrag vorgestellt. Mit gemessenen Potentialdifferenzen verschiedener Galvanischer Zellen und dem Standardpotential eines Halbelements lässt sich eine elektrochemische Spannungsreihe aufstellen. Mit den Standardpotentialen werden wiederum an Beispielen von galvanischen Zellen Spannungen berechnet. |
| **Ionenkonzentration und Spannung**<br>Aufbau eines Konzentrationselements<br>Spannung eines Konzentrationselements | | Exp.: Galvanische Zelle aus zwei identischen Halbzellen; Verdünnung der Lösung in einer Halbzelle<br><br>AB: Zuordnung Anode/ Kathode, Pluspol/ Minuspol, Reduktion/ Oxidation etc. in Konzentrationszelle | Bei Wahl als Demonstrationsversuch kann man die Lerngruppenmitglieder jeweils Voraussagen zu den erwarteten Spannungen machen lassen. Dieses erhöht das Interesse der Lerngruppenmitglieder und bereitet auf die logarithmische Abhängigkeit der Spannung vom Konzentrationsverhältnis vor. |
| **Die Nernst-Gleichung**<br>Nernst-Gleichung für Konzentrationszellen<br>Nernst-Gleichung und Massenwirkungsgesetz<br>Nernst-Gleichung für | | AB: Nernst-Gleichung für Konzentrationszellen: Zellspannung in Abhängigkeit vom Logarithmus des Konzentrationsverhältnisses | Die SuS des Leistungskurses müssen sicher mit der Nernst-Gleichung umgehen. Die Bearbeitung des AB zeigt, ob die Lerngruppenmitglieder die Abhängigkeit in den Grundzügen formulieren können. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| - Metall/Metallionen-Halbelement<br>- Nichtmetallionen/Nichtmetall-Halbelement<br>Berechnung von Spannungen galvanischer Elemente mit der Nernst-Gleichung | | LV: Allgemeine Nernst-Gleichung (Herleitung mit Massenwirkungsgesetz) und vereinfachte Nernst-Gleichungen für Halbzellen<br>Diverse Übungsaufgaben! | Die weiteren Aufgaben sind nach Schwierigkeitsgrad geordnet und sollen von allen Lerngruppenmitgliedern sicher gelöst werden. Die Schülerinnen und Schüler ziehen evtl. bereitgestellte Hilfekarten für das Aufstellen von Lösungswegen heran. Durch das Berechnen von Spannungen vertiefen sie ihre bisher erworbenen Kompetenzen, wenn z.B. die „Rollenverteilung“ von Donator und Akzeptor laut Spannungsreihe durch Konzentrationsänderungen getauscht wird. |
| pH-Wert-Messung mit Wasserstoffelektroden bzw. der Einstabmesskette<br><br>pH-Abhängigkeit von Redoxpotentialen | | AB: Von der Wasserstoffelektrode zur pH-Wertmessung<br>Schülervortrag: Bau und Funktionsweise der Einstabmesskette<br><br>S. 188 | pH-Meter wurden bereits im Unterrichtsvorhaben I mehrfach eingesetzt; deren Aufbau und Funktion zu erschließen ist für interessierte SuS von hohem Wert.<br><br>Die Bearbeitung der Aufgaben 1 und 2 dient der weiteren Vertiefung und ermöglicht die Überprüfung, ob die Zusammenhänge sicher verstanden wurden und angewandt werden können. |
| **Bestimmung extrem kleiner Konzentrationen**<br>Löslichkeitsprodukt | | Exp.: Bestimmung des Löslichkeitsproduktes von Silberhalogeniden | Das Löslichkeitsprodukt ist auch für Leistungskurse nicht verpflichtend. Das Kapitel bietet aber die Möglichkeit der Vertiefung und verdeutlicht die Chancen der Konzentrationsbestimmung mithilfe der Nernst-Gleichung. |
| **Primärelemente/ Batterien**<br>Volta-Element<br>Leclanché-Element<br>Zink-Kohle-Batterie<br>Alkali-Mangan-Batterie<br>Zink-Luft-Knopfzelle<br>Lithium-Mangan-Batterie | | Exp.: Vereinfachtes Leclanché-Element mit Demonstration der schrittweisen Optimierung bis zur Zink-Kohlebatterie<br>Exp.: Wir zerlegen eine Alkaline-Batterie | Das Zerlegen von Batterien ist für die SuS erfahrungsgemäß sehr interessant; sie suchen eifrig nach bekannten Bauteilen. Verwendet man einen 6V-Block, so kann die Art der Schaltung nochmals aufgegriffen werden. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | Kapitel 8.13: Bau, Funktionsweise, Vor- und Nachteile weiterer Batterien; Erarbeitung z.B. im Kugellager | |
| Diagnose von Schülerkonzepten:<br>• | | | |
| **Hinweise zu weiterführenden Informationen:** | | | |

***Unterrichtsvorhaben III***

| **Kontext: Elektroautos – Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse** | | | |
|---|---|---|---|
| **Inhaltsfeld**: Elektrochemie | | | |
| **Zeitbedarf:** ca. 15 Std. à 67,5 min | | | |
| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
| **Akkumulatoren**<br>Bleiakkumulator<br>Lithium-Ionen-Akkumulator | KKE (UF): 32, 33, 34, 35, 36, 37<br><br>KKE (E): 39, 43, 44, 46, 47<br><br>KKE (K): 48, 49, 50, 51<br><br>KKE (B): 53, 54, 55, 56 | Bilder und Texte zu Elektromobilen: Stromversorgung mit Akkumulatoren und Stromversorgung mit Brennstoffzellen<br><br>Demonstration einer aufgesägten Starterbatterie<br>LD-Exp.: Entladen und Laden eines Bleiakkumulators<br>AB Schematischer Aufbau und Funktionsweise eines Bleiakkumulators<br>Recherche zum Lithium-Ionen-Akkumulator: schematischer Aufbau und Prinzip der Reaktionsabläufe beim Laden und Entladen in Partnerarbeit im Internet oder mithilfe von der Lehrkraft bereitgestellten Materialien | Aufriss der Unterrichtsreihe<br><br>Beschreibung der Teile und des Aufbaus eines Bleiakkumulators; Vermutungen über die Funktion der Teile<br>Aufgreifen und Vertiefen der Begriffe: Anode, Kathode, galvanisches Element, Redoxreaktion; Elektrolyse (SI)<br>Selbstständige Partnerarbeit oder Gruppenarbeit, Vorstellen der Ergebnisse in Kurzvorträgen<br>Die Rechercheergebnisse müssen gesichert werden, z.B. durch eine Skizze zum Aufbau des Akkumulators, Reaktionsgleichungen und einen eigenständig verfassten Kurztext. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | | Diskussion der Vorzüge und Nachteile der Akkumulatoren im Vergleich für den Betrieb von Elektroautos. |
| **Brennstoffzelle**<br>Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle<br>Aufbau und Reaktionsabläufe<br>Vergleich mit Akkumulatoren | | Schülervortrag mit Demonstrationsexperiment und Handout<br>Lehrerinformationen zum Unterschied Energiespeicher/ Energiewandler | Sachaspekte, die zu berücksichtigen sind:<br>Reihen- und Parallelschaltung,<br>Anforderung eines Elektromobils, elektrische Energie, elektrische Leistung, Spannung eines Brennstoffzellen-Stapels (Stacks) |
| **Herstellung des „Brennstoffes“ Wasserstoff**<br>Elektrolyse wässriger Lösungen<br><br>Zersetzungsspannung, Abscheidungspotential und Überspannung<br><br><br><br>Faraday-Gesetze | | Exp.: Elektrolyse von angesäuertem Wasser<br><br>Exp.: Aufnahme einer Stromstärke-Spannungskurve, Grafische Ermittlung der Zersetzungsspannung<br>(Kapitel 8.1 und 8.2)<br>AB Elektrodialyse einer Natriumsulfat-Lösung<br><br>Hypothesenbildung, selbstständige Versuchsplanung, Experiment zur Untersuchung der Elektrolyse in Abhängigkeit von der Stromstärke und der Zeit. $n \sim I \cdot t$<br>AB Quantitative Elektrolyse zur Bestimmung der Faraday-Konstante bzw. des 2. Faradayschen Gesetzes<br><br>Übungsaufgaben in Einzel- und Partnerarbeit: Berechnung der Ladungsmenge/ Zeit/ Stromstärke, 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: $W = U \cdot I \cdot t$<br><br>Vergleich mit der errechneten Spannung aus den Redoxpotentialen<br><br><br>Transfer/ Vertiefung<br><br><br>Anlage einer übersichtlichen Wertetabelle, grafische Auswertung, Schüler- oder Lehrerexperiment<br><br><br>Selbstständiger Umgang mit Größen der Chemie und der Elektrochemie in Einzelarbeit; Korrektur in Partnerarbeit |
| **Antrieb eines Kraftfahrzeugs heute und in der Zukunft** | | Expertendiskussion: | Sammeln und Bewerten von Argumenten |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Energiegewinnung und Energiespeicherung im Vergleich | | Vergleichende Betrachtung von Benzin, Diesel, Erdgas, Akkumulatoren und Brennstoffzellen zum Antrieb eines Kraftfahrzeuges<br>- ökologische und ökonomische Aspekte<br>- Energiewirkungsgrad | |

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Umgang mit Größengleichungen analysieren und korrigieren

**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.

***Unterrichtsvorhaben IV***

| **Kontext: Entstehung von Korrosion und Schutzmaßnahmen** | | | |
|---|---|---|---|
| **Inhaltsfeld:** Elektrochemie | | | |
| **Zeitbedarf:** ca. 6 Std. à 67,5 min | | | |
| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
| **Korrosion vernichtet Werte**<br>Merkmale der Korrosion<br>Kosten von Korrosionsschäden | KKE (UF): 38<br><br>KKE (E): 39 | Abbildungen zu Korrosionsschäden oder Materialproben mit Korrosionsmerkmalen<br>Sammlung von Kenntnissen und Vorerfahrungen zur Korrosion | Mind-Map zu einer ersten Strukturierung der Unterrichtsreihe, diese begleitet die Unterrichtsreihe und wird in den Stunden bei Bedarf ergänzt |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | KKE (K): 49, 52<br><br>KKE (B): 57, 58 | Recherche zu Kosten durch Korrosionsschäden | Internetrecherche oder Auswertung vorgegebener Materialien der Lehrkraft |
| **Ursachen von Korrosion**<br>Lokalelement<br>Säurekorrosion<br>Sauerstoffkorrosion<br>Rosten von Eisen | | Lernzirkel zur Experimentellen Erschließung der elektrochemischen Korrosion: Bedingungen, die das Rosten fördern; Säurekorrosion, Sauerstoffkorrosion | Selbstständige bzw. AB-gestützte Auswertung der Experimente mithilfe des Schulbuches oder bildlicher und textlicher Vorgaben durch die Lehrkraft<br><br>Aufgreifen und Vertiefen der Inhalte und Begriffe: Anode, Kathode, galvanisches Element, Redoxreaktion |
| **Schutzmaßnahmen**<br>Passiver Korrosionsschutz<br>Kathodischer Korrosionsschutz<br><br>Galvanisieren | | Exp.-Wettbewerb: „Rettet das Zink“<br><br>Exp.: Verkupfern eines Gegenstandes<br><br>Exkursion zur C+C Cours, Velbert<br><br>Welcher Korrosionsschutz ist der beste? | Lack, Öl, Magnesiumband, Netzgerät u.a. Materialien werden bereitgestellt; SuS entwickeln und testen selbständig Methoden des Korrosionsschutzes<br><br>Anode aus Kupfer zur Verdeutlichung der Teilnahme der Anode an einer Elektrolyse<br><br>Erleben der Anwendung eines technischen Verfahrens im industriellen Maßstab<br><br>Sammeln und Bewerten von Argumenten |

<u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u>

- Alltagsvorstellungen zur Korrosion

**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.

***Unterrichtsvorhaben V***

| **Kontext: Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt** | | | |
|---|---|---|---|
| **Inhaltsfeld:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbigkeit | | | |
| **Zeitbedarf:** ca. 25 Std. à 67,5 min | | | |
| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
| **Erdöl - die Ressource der OC**<br><br>**Organische Verbindungen**<br>Stoffklassen<br>Funktionelle Gruppen<br>Eigenschaften<br><br>**Vom Alkan zum Halogenalkan**<br>Radikalische Substitution (Reaktionsschritte)<br>Energiediagramm und -bilanz<br>Produktverteilung und induktive Effekte<br><br>Halogenalkane – Segen und Fluch? | KKE (UF): 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65<br><br>KKE (E): 72, 73, 75, 76,<br><br>KKE (K): 83, 84, 86, 87<br><br>KKE (B): 90, 91, 93, 94 | 6 Kurzfilme der Video-DVD (4602475) zur Erdölverarbeitung<br><br>Test „Das habe ich in der EF gelernt!“; diverse Aufgaben zu den Stoffklassen Alkohole, Aldehyde und Ketone, Carbonsäuren und Ester<br><br>LD-Exp.: Bromierung von Heptan mit Nachweisreaktionen der Produkte; AB Reaktionsmechanismus und Energiebetrachtung;<br>Kapitel 11.4;<br>Übung: Monobromderivate von 3-Ethylpentan angeben und Verteilung der Isomere vorhersagen<br><br>Internetrecherche und Präsentation zur Verwendung von Halogenalkanen und Gefährdung durch Halogenalkane | Erdöl als „Startpunkt“ der OC erschließen<br><br>Selbstüberprüfung der Schülerinnen und Schüler mithilfe von Aufgabenstellungen durch die Lehrkraft; die Schülerinnen und Schüler arbeiten ihre Lücken im Selbststudium mithilfe der Kapitel 11.1-11.3, 12.1-12.2, 12.6-12.10 auf. Intensivere Hilfestellungen im Dialog sind in der Regel bei der Behandlung der zwischenmolekularen Wechselwirkungen notwendig.<br><br>Alkane müssen in reaktionsfähige Verbindungen überführt werden, um z.B. daraus Methanol oder Ethanol zu gewinnen.<br>Die radikalische Reaktion ist auch für den Leistungskurs nicht zwingend zu behandeln. Allerdings ist die radikalische Polymerisation verbindlich. Die radikalische Substitution ist für Schülerinnen und Schüler als erster Reaktions-mechanismus leichter zu durchschauen.<br><br>Auseinandersetzung mit rechtlichen Vorschriften |
| **Vom Halogenalkan zum Alkohol**<br>Nucleophile Substitution<br><br>Mechanismus und Energiediagramm von $S_N1$ und $S_N2$ | | Exp.: Reaktion von 2-Brom-2-methylpropan mit Natronlauge | Herstellung von Ethanol durch alkoholische Gärung bekannt; hier Leitgedanke: Synthese anderer Alkohole durch $S_N$ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Exkurs: Alkoholate**<br>Herstellung<br>Eigenschaften<br>Einsatz als Nucleophil | | AB Kinetische Betrachtung der $S_N$ von Iodmethan und 2-Brom-2-methylpropan im Vergleich<br><br>LV zu Alkoholaten<br><br>Übung: S. 308 Aufgabe 2e | Wiederholung grundlegender Aspekte der Kinetik (Reaktionsordnung); Stabilität von Carbokationen als Anwendung der Kenntnisse zu induktiven Effekten; hier auch sterische Effekte thematisieren<br><br>Alkoholate spielen in industriellen Synthesewegen eine wichtige Rolle. |
| **Vom Alkohol zum Alken**<br>Eliminierung<br>Konkurrenz von E und $S_N$<br><br>Stoffklasse Alkene<br><br>Cis-trans-Isomerie<br><br>**Vom Alken zum…**<br>Bromwasserprobe als elektrophile Addititonsreaktion<br>Weitere elektrophile Additionsreaktionen<br>Regel von Markownikow | | Exp.: Saure Dehydratisierung von 2-Methyl-2-propanol; Nachweis der C-C-Doppelbindung mit Bromwasser<br><br>Film: Alkene, Alkine und Co., z. B. https://www.youtube.com/watch?v=U1fbeyocWvU<br>LV zur Molekülgeometrie, Bindungslänge, Drehbarkeit etc. im Vergleich zu Alkanen<br>Bau von Molekülmodellen von Buten<br>AB Isomeriearten<br><br>Einsatz des Lernprogramms Dyna-Chem bzw. Orga-Chem | Empfehlenswert ist die Erarbeitung der Eliminierungs- bzw. Additionsreaktionen mithilfe der Kapitel 8.12 und 8.13 aus „Elemente Chemie“ (Klett Verlag).<br><br>Wenn die Stoffklasse bereits in der EF behandelt wurde reicht hier eine kurze Wiederholung aus.<br>Die Doppelbindung kann in einem kleinen, leistungsstarken Kurs oder zur Niveaudifferenzierung im Orbitalmodell dargestellt werden.<br>Die Konstitutionsisomere But-1-en und But-2-en werden schnell erkannt; einige SuS erkennen aber auch, dass aufgrund der fehlenden Dreh-barkeit der Doppelbindung eine weitere Form der Isomerie existiert. |
| **Zusammenfassung/Überblick**<br>Reaktive Teilchen und Reaktionstypen<br>Verknüpfung zu Reaktionsfolgen | | Vereinfachte Übersicht auf S. 290<br><br>Erstellen eines Übersichtsschemas (Wie gelangt man von einer Stoffklasse zur anderen?)<br><br>Kapitel 12.5 | Integration von Carbonylverbindungen und Estern, Oxidation |

| | | | |
|---|---|---|---|
| ETBE und die Stoffklasse Ether<br>Synthese von ETBE | | AB Verschiedene Wege zum ETBE: Williamson-Ethersynthese und industrielle Synthese im Vergleich | Anwendung der Kenntnisse zu Stoffklassen, Redoxreaktionen, $S_N$ und Eliminierung<br><br>Mit diesem Abschnitt ist dieses Unterrichtsvorhaben zunächst abgeschlossen. Es kann aber sehr sinnvoll mit einem Ausblick auf Biodiesel und Biotreibstoffe (Anknüpfung an den Aufbau von Estern, Vergleich von Diesel und Biodiesel, Biotreibstoff - pro und contra). Dadurch werden die Kompetenzerwartungen der Bewertung unterstützt. |

Diagnose von Schülerkonzepten:

- 

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

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

Zur Umweltrelevanz des Stoffes Methyltertiärbutylether (MTBE) unter besonderer Berücksichtigung des Gewässerschutzes finden sich Informationen des Umwelt Bundesamtes in: http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/grundwasser/mtbe.htm. Die Seite enthält auch eine Tabelle zum MTBE-Anteil in verschiedenen Benzinsorten.

Zum Einsatz von ETBE findet man Informationen auf: http://www.aral.de/aral/sectiongenericarticle.do?categoryId=9011811&contentId=7022567.

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

### 2.1.9 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase Q2 Leistungskurs

***Unterrichtsvorhaben I***

| **Kontext: Maßgeschneiderte Kunststoffe – nicht nur für Autos** | | | |
|---|---|---|---|
| **Inhaltsfeld:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe | | | |
| **Zeitbedarf:** ca. 28 Std. à 67,5 min | | | |
| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
| **Die Vielfalt der Kunststoffe im Auto:**<br><br>• Definition der Begriffe „Kunststoff“ „Makromolekül“ „Polymer“ „Monomer“<br><br>• Bsp. für Eigenschaften von Kunststoffen und deren Verwendung | | **Demonstration von Kunststoffteilen eines Autos:**<br>• Blinkerabdeckung<br>• Sicherheitsgurt<br>• Keilriemenrolle<br>• Sitzbezug<br><br>**Mind Map:** Kunststoffe im Auto - Eigenschaften und Verwendung<br><br>**Eingangstest***:*<br>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.<br><br>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**<br>**1. Transparentes Plexiglas (PMMA):**<br>• Reaktionsschritte der radikalischen Polymerisation<br>• Faserstruktur und Transparenz<br>**2. Reißfeste Fasern aus PET:**<br>• Aufbau von Polyestern<br>• Polykondensation (ohne Mechanismus) | KKE (UF): 66, 67, 68<br><br>KKE (E): 72, 73, 74, 75<br><br>KKE (K): 84 | **Die folgenden Schüler Experimente werden als Lernzirkel durchgeführt.**<br><br>• Herstellung einer PMMA Scheibe durch radikalische Polymerisation<br><br>• Herstellung einer Polyesterfaser mit einer Heißklebepistole<br><br>• Thermische Eigenschaften von Duromeren, Elastomeren und Thermoplasten | Reaktionsschritte der radikalischen Polymerisation können in Lernprogrammen erarbeitet werden.<br><br>**Materialien zur individuellen Wiederholung:**<br>**zu 1.:**<br>Alkene, elektrophile Addition<br><br>**zu 2.:**<br>Alkanole, Carbonsäuren, Ester, Veresterung und Verseifung, Intermolekulare Wechselwirkungen<br><br>**zu 4.:** |

| | | | |
|---|---|---|---|
| • Faserstruktur und Reißfestigkeit<br>• Schmelzspinnverfahren<br>**3. Hitzebeständige Kunststoffe für den Motorraum:**<br>Hitzebeständigkeit und Molekülstruktur der Duromere, Elastomere und Thermoplaste<br>**4. Nylonfasern für Sitzbezüge**<br>• Aufbau von Nylon<br>• Polyamide<br><br>**Systematisierung der kennen gelernten Stoffklassen und Reaktionstypen.** | | • „Nylonseiltrick“<br><br>**Protokolle**<br><br>**Arbeitsblätter** zur Zusammenfassung der Stoffklassen und Reaktionstypen. | Alkanole, Carbonsäuren, Ester, Veresterung und Verseifung |
| **Kunststoff werden in Form gebracht:**<br>**Kunststoffverarbeitung**<br>Verfahren, z.B.:<br>• Extrudieren<br>• Spritzgießen<br>• Extrusionsblasformen<br>• Fasern spinnen<br><br>Geschichte der Kunststoffe | KKE (K): 87 | Mögliche Formen der Präsentationen durch die SuS:<br>**Referat, Posterpräsentation, Museumsgang oder WIKI.**<br><br>Einsatz von **Filmen** und **Animationen** zu den Verarbeitungsprozessen. | In diesem und den folgenden Unterrichtseinheiten können S-**Präsentationen (Referate, Poster, WIKI)** erstellt werden. Mögliche Themen:<br><br>• Verarbeitungsverfahren<br>• Historische Kunststoffe |
| **Reaktionsweg zur Herstellung von Polycarbonat, dem Kunststoff für Auto-Sonnendächer**<br>• Bau der Polycarbonate<br>• Vorteile gegenüber PMMA (Elastizität, Wärmebeständigkeit)<br>• Syntheseweg zum Polycarbonat | KKE (UF): 64<br><br>KKE (K): 83, 86 | **Recherche:**<br>Aufbau der Polycarbonate<br>Reaktionsweg zur Herstellung von Polycarbonaten aus Basischemikalien<br>Eigenschaften in Bezug auf ihre Eignung als Werkstoff für Autodächer<br>Vorteile gegenüber PMMA | **Weitere mögliche Themen für S-Präsentationen:**<br>Verwendungen von Polycarbonaten (z.B. in LCD-Bildschirmen, als Fassungen für LEDs) und von PMMA. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | **Flussdiagramme** zur Veranschaulichung des Reaktionswegs und Herstellungsprozesses | |
| **Maßgeschneiderte Kunststoffe**<br>z.B.:<br>• Cokondensate und "Blends" auf Basis von Polycarbonaten<br>• Plexiglas (PMMA) mit UV-Schutz<br>• Superabsorber<br>• Cyclodextrine<br>• Silikone | KKE (E): 82<br><br>KKE (K): 86, 88, 89 | **Arbeitsteilige Gruppenarbeit ggf. mit Schüler-Experimenten** zu ausgewählten maßgeschneiderten Kunststoffen, z.B.:<br>• Plexiglas mit UV-Schutz<br>• Superabsorber und ihre Wasseraufnahmefähigkeit<br>• Cyclodextrine als "Geruchskiller"<br>**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.<br><br>Cokondensation und "Blending" dienen der Modifikation von Kunststoffeigenschaften.<br><br>Der Nachweis der UV-absorbierenden Wirkung der Plexiglasscheibe soll nur qualitativ mit Hilfe einer UV-Lampe erfolgen.<br>Der Versuch eignet sich zur Überleitung zum Thema Farbstoffe. |
| **Kunststoffmüll ist wertvoll: Kunststoffverwertung**<br><br>• **Umweltverschmutzung durch Plastikmüll**<br>• **Verwertung von Kunststoffen:**<br>- energetisch<br>- rohstofflich<br>- stofflich<br><br>• **Ökobilanz**<br>von Kunststoffen | KKE (B): 90, 91, 93 | **Arbeitsteilige Gruppenarbeit ggf. mit Schüler-Experimenten**<br>• Umschmelzen von Polycarbonat (CD) oder PET (Flaschen)<br>• Herstellung von Stärkefolien<br>• Herstellung von kompostierbarem Verpackungsmaterial "Stärkopor"<br><br>Einsatz von **Filmen** zur Visualisierung der Verwertungsprozesse.<br><br>**Podiumsdiskussion**:<br>z.B. zum Thema<br>„Einsatz von kompostierbarem Verpackungsmaterial“ | **Fächerübergreifender Aspekt:**<br>Plastikmüll verschmutzt die Meere (Biologie: Ökologie). |
| <u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u><br>• Eingangstest, Präsentationen, Protokolle<br><u>Leistungsbewertung:</u><br>• Präsentationen (Referate, Poster, Podiumsdiskussion), Schriftliche Übungen | | | |

| Werksbesichtigung im Kunststoffwerk |
|---|
| **Hinweise zu weiterführenden Informationen:**<br>Die meisten Experimente finden sich in der Unterrichtsreihe "Kunststoffe im Auto": http://www.chik.de<br>Informationen zur Weiterentwicklung von Polycarbonaten (Blends und Cokondensate) zur Verwendung in der Automobilindustrie und in Bildschirmen:<br>http://www.energiespektrum.de/_misc/drucken/drucken.cfm?pk=29098<br>http://www.research.bayer.de/de/unterrichtsmaterialien_lcd_bildschirme.aspx<br>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<br>Experimentiervorschrift zur Herstellung einer UV-absorbierenden Acrylglasscheibe:<br>http://www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/alte_seite_du/material/exarbeiten/pmma/pmma16.pdf<br>Umfangreiche Unterrichtsreihe zum Thema Kunststoffe mit Materialien zum recyclingfähigen Belland-Material:<br>http://www.chik.die-sinis.de/Unterrichtsreihen_12/B__Organik/Belland.pdf<br>Film zum Kunststoffrecycling und Informationen zum grünen Punkt: http://www.gruener-punkt.de/corporate/presse/videothek.html |

***Unterrichtsvorhaben II***

| **Kontext: Farbstoffe im Alltag** | | | |
|---|---|---|---|
| **Inhaltsfeld:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe | | | |
| **Zeitbedarf:** ca. 28 Std. à 67,5 min | | | |
| **Sequenzierung inhaltlicher Aspekte** | **Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans** | **Lehrmittel/ Materialien/ Methoden** | **Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen** |
| **Farben im Alltag**<br>- Farbigkeit und Licht<br>- Absorptionsspektrum<br><br>**Exkurs: Kolorimetrie und Fotometrie**<br>- Kolorimetrie/ Fotometrie<br>- Transmissionsgrad/ Absorptionsgrad/ Extinktion | KKE (E): 80, 81<br><br>KKE (K): 85<br><br>KKE (B): 92 | **Mindmap:** Farbe<br><br>**Erarbeitung:** Licht und Farbe, Fachbegriffe<br><br>**Experiment:** Fotometrie und Absorptionsspektren | Absorptionspektren müssen sicher erstellt und interpretiert werden. Die Berechnung der Konzentration von Farbstoffen aus der Extinktion muss beherrscht werden. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Exkurs: Aromatische Systeme**<br>- Mesomerie am Bsp. Benzol und seinen Derivaten<br>- Mesomere Effekte<br>- Elektrophile Substitution am Aromaten<br>- Elektrophile Zweitsubstitution und dirigierende Effekte | KKE (UF): 69<br><br>KKE (E): 77, 78<br><br>KKE (B): 94 | | |
| **Organische Farbstoffe**<br>- Farbe und Struktur<br>- Konjugierte Doppelbindungen<br>- Donator-/ Akzeptorgruppen<br>- Mesomerie<br>- Azofarbstoffe<br>- Triphenylmethanfarbstoffe | KKE (UF): 70, 71<br><br>KKE (E): 71, 79 | **Arbeitsblatt:** Kriterien für Farbigkeit<br><br>Einfluss von konjugierten Doppelbindungen bzw. Donator-/ Akzeptorgruppen<br><br>**Lernaufgabe:** Azofarbstoffe<br><br>**Demonstrationsexperiment:** Farbwechsel von Phenolphthalein<br><br>Erarbeitung der Strukturen<br><br>**Schülerexperiment:** Synthese von Fluorescein | Wiederholung: elektrophile Substitution |
| **Verwendung von Farbstoffen**<br>- bedeutsame Textilfarbstoffe<br>- Wechselwirkung zwischen Faser und Farbstoff | KKE (UF): 60<br><br>KKE (K): 87, 88, 89<br><br>KKE (B): 93 | **Recherche:** Farbige Kleidung im Wandel der Zeit<br><br>**Schülerexperiment:** Färben mit Indigo und mit einem Direktfarbstoff<br>**Diskussion und Vergleich**<br>**Arbeitsblatt:** Textilfasern und Farbstoffe (Prinzipien der Haftung)<br><br>**Moderne Kleidung:** Erwartungen | Rückgriff auf die Kunststoffchemie möglich<br><br>ggf. weitere Färbemethoden<br><br>Wiederholung zwischenmolekularer Wechselwirkungen<br><br>z.B. Azofarbstoffe und reduktive Azospaltung |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | **Recherche:** Moderne Textilfasern und Textilfarbstoffe – Herstellung, Verwendung, Probleme<br><br>**Erstellung von Postern und Museumsgang** | |

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Lernaufgabe

Leistungsbewertung:

- Klausur, Präsentation, Protokolle

**Hinweise zu weiterführenden Informationen:**

Zahlreiche Informationen zu Farbe und Farbstoffen sind z.B. im folgenden Lexikon zusammengestellt:
http://www.seilnacht.com/Lexikon/FLexikon.htm
Auch zu aktuelleren Entwicklungen findet man Material: http://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/funktionelle+Farben.html

## 2.2. Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit

In Absprache mit der Lehrerkonferenz sowie unter Berücksichtigung des Schulprogramms hat die Fachkonferenz Chemie die folgenden fachmethodischen und fachdidaktischen Grundsätze beschlossen. In diesem Zusammenhang beziehen sich die Grundsätze 1 bis 14 auf fächerübergreifende Aspekte, die Grundsätze 15 bis 27 sind fachspezifisch angelegt.

*Überfachliche Grundsätze:*

1.) Geeignete Problemstellungen zeichnen die Ziele des Unterrichts vor und bestimmen die Struktur der Lernprozesse.
2.) Inhalt und Anforderungsniveau des Unterrichts entsprechen dem Leistungsvermögen der Schülerinnen und Schüler.
3.) Die Unterrichtsgestaltung ist auf die Ziele und Inhalte abgestimmt.
4.) Medien und Arbeitsmittel sind lernernah gewählt.
5.) Die Schülerinnen und Schüler erreichen einen Lernzuwachs.
6.) Der Unterricht fördert und fordert eine aktive Teilnahme der Lernenden.
7.) Der Unterricht fördert die Zusammenarbeit zwischen den Lernenden und bietet ihnen Möglichkeiten zu eigenen Lösungen.
8.) Der Unterricht berücksichtigt die individuellen Lernwege der einzelnen Schülerinnen und Schüler.
9.) Die Lernenden erhalten Gelegenheit zu selbstständiger Arbeit und werden dabei unterstützt.
10.) Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Einzel-, Partner- bzw. Gruppenarbeit sowie Arbeit in kooperativen Lernformen.
11.) Der Unterricht fördert strukturierte und funktionale Arbeit im Plenum.
12.) Die Lernumgebung ist vorbereitet; der Ordnungsrahmen wird eingehalten.
13.) Die Lehr- und Lernzeit wird intensiv für Unterrichtszwecke genutzt.
14.) Es herrscht ein positives pädagogisches Klima im Unterricht.

*Fachliche Grundsätze:*

15.) Der Chemieunterricht ist problemorientiert und an Unterrichtsvorhaben und Kontexten ausgerichtet.
16.) Der Chemieunterricht ist kognitiv aktivierend und verständnisfördernd.
17.) Der Chemieunterricht unterstützt durch seine experimentelle Ausrichtung Lernprozesse bei Schülerinnen und Schülern.
18.) Im Chemieunterricht wird durch Einsatz von Schülerexperimenten Umwelt- und Verantwortungsbewusstsein gefördert und eine aktive Sicherheits- und Umwelterziehung erreicht.
19.) Der Chemieunterricht ist kumulativ, d.h., er knüpft an die Vorerfahrungen und das Vorwissen der Lernenden an und ermöglicht den Erwerb von Kompetenzen.
20.) Der Chemieunterricht fördert vernetzendes Denken und zeigt dazu eine über die verschiedenen Organisationsebenen bestehende Vernetzung von chemischen Konzepten und Prinzipien mithilfe von Basiskonzepten auf.
21.) Der Chemieunterricht folgt dem Prinzip der Exemplarizität und gibt den Lernenden die Gelegenheit, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten möglichst anschaulich in den ausgewählten Problemen zu erkennen.
22.) Der Chemieunterricht bietet nach Erarbeitungsphasen immer auch Phasen der Metakognition, in denen zentrale Aspekte von zu erlernenden Kompetenzen reflektiert werden.

23.) Im Chemieunterricht wird auf eine angemessene Fachsprache geachtet. Schülerinnen und Schüler werden zu regelmäßiger, sorgfältiger und selbstständiger Dokumentation der erarbeiteten Unterrichtsinhalte angehalten.
24.) Der Chemieunterricht ist in seinen Anforderungen und im Hinblick auf die zu erreichenden Kompetenzen und deren Teilziele für die Schülerinnen und Schüler transparent.
25.) Im Chemieunterricht werden Diagnoseinstrumente zur Feststellung des jeweiligen Kompetenzstandes der Schülerinnen und Schüler durch die Lehrkraft, aber auch durch den Lernenden selbst eingesetzt.
26.) Der Chemieunterricht bietet immer wieder auch Phasen der Übung und des Transfers auf neue Aufgaben und Problemstellungen.
27.) Der Chemieunterricht bietet die Gelegenheit zum regelmäßigen wiederholenden Üben sowie zu selbstständigem Aufarbeiten von Unterrichtsinhalten.

## 2.3. Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung

Auf der Grundlage von § 48 SchulG, § 13 APO-GOSt sowie Kapitel 3 des Kernlehrplans Chemie hat die Fachkonferenz im Einklang mit dem entsprechenden schulbezogenen Konzept die nachfolgenden Grundsätze zur Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung beschlossen. Die nachfolgenden Absprachen stellen die Minimalanforderungen an das lerngruppen-übergreifende gemeinsame Handeln der Fachgruppenmitglieder dar. Bezogen auf die einzelne Lerngruppe kommen ergänzend weitere der in den Folgeabschnitten genannten Instrumente der Leistungsüberprüfung zum Einsatz.

In Kapitel 3 des KLP GOSt Chemie werden Überprüfungsformen in einer nicht abschließenden Liste vorgeschlagen. Diese Überprüfungsformen zeigen Möglichkeiten auf, wie Schüler-kompetenzen nach den oben genannten Anforderungsbereichen sowohl im Bereich der „sonstigen Mitarbeit“ als auch im Bereich „Klausuren“ überprüft werden können

**Beurteilungsbereich: Sonstige Mitarbeit**

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

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

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

**Beurteilungsbereich: Klausuren**

*Verbindliche Absprache:*

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

Für Aufgabenstellungen mit experimentellem Anteil gelten die Regelungen, die in Kapitel 3 des KLP formuliert sind.

*Einführungsphase:*

1 Klausur pro Halbjahr (90 Minuten)

*Qualifikationsphase 1:*

2 Klausuren pro Halbjahr (1. HJ: je 120 Minuten im GK und je 135 Minuten im LK; 2. HJ: je 135 Minuten im GK und je 180 Minuten im LK), wobei in einem Fach die erste Klausur im 2. Halbjahr durch eine Facharbeit ersetzt werden kann bzw. muss.

*Qualifikationsphase 2.1:*

2 Klausuren (je 180 Minuten im GK und je 225 Minuten im LK)

*Qualifikationsphase 2.2:*

1 Klausur, die – was den formalen Rahmen angeht – unter Abiturbedingungen geschrieben wird (Dauer: 225 im GK, 270 im LK).

Die Leistungsbewertung in den **Klausuren** wird mit Blick auf die schriftliche Abiturprüfung mit Hilfe eines Kriterienrasters („Erwartungshorizont“) durchgeführt, welches neben den inhaltsbezogenen Teilleistungen auch darstellungsbezogene Leistungen ausweist. Dieses Kriterienraster wird den korrigierten Klausuren beigelegt und Schülerinnen und Schülern auf diese Weise transparent gemacht.

Die Zuordnung der Hilfspunkte zu den Notenstufen orientiert sich in der Qualifikationsphase am Zuordnungsschema des Zentralabiturs. Die Note ausreichend soll bei Erreichen von ca. 50 % der Hilfspunkte erteilt werden. Von dem Zuordnungsschema kann abgewichen werden, wenn sich z.B. besonders originelle Teillösungen nicht durch Hilfspunkte gemäß den Kriterien des

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

**Grundsätze der Leistungsrückmeldung und Beratung:**

Für Präsentationen, Arbeitsprotokolle, Dokumentationen und andere **Lernprodukte der sonstigen Mitarbeit** erfolgt eine Leistungsrückmeldung, bei der inhalts- und darstellungsbezogene Kriterien angesprochen werden. Hier werden zentrale Stärken als auch Optimierungsperspektiven für jede Schülerin bzw. jeden Schüler hervorgehoben.

Die Leistungsrückmeldungen bezogen auf die **mündliche Mitarbeit** erfolgen auf Nachfrage der Schülerinnen und Schüler außerhalb der Unterrichtszeit, spätestens aber in Form von mündlichem Quartalsfeedback oder Eltern-/Schülersprechtagen. Auch hier erfolgt eine individuelle Beratung im Hinblick auf Stärken und Verbesserungsperspektiven.

### 2.4. Lehr- und Lernmittel

Für den Chemieunterricht in der Sekundarstufe II ist am Geschwister-Scholl-Gymnasium derzeit das im Schroedel-Verlag erschienene Buch „Chemie heute SII“ eingeführt. Für die Einführungsphase wurde aufgrund der im Kernlehrplan vorgesehenen neuen Inhalte die aktualisierte Version des Teilbandes für die EF angeschafft.

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten die im Unterricht behandelten Inhalte in häuslicher Arbeit nach. Zu ihrer Unterstützung erhalten sie neben dem Buch und den darüber hinaus im Unterricht eingesetzten Materialien (Arbeitsblätter, digitale Präsentationen u.ä.) eine Link-Liste „guter“ Adressen, die auf der ersten Fachkonferenz im Schuljahr von der Fachkonferenz aktualisiert und zur Verfügung gestellt wird.

## 3. 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 Schülerinnen und Schüler Aspekte aus anderen Kursen mit in den Chemieunterricht einfließen lassen. Es wird Wert daraufgelegt, dass in bestimmten Fragestellungen die Expertise einzelner Schülerinnen und Schüler 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 Stufenleitung nach Möglichkeit unterrichtsbegleitende Exkursionen durchgeführt werden. Diese sollen im Unterricht vor- bzw. nachbereitet werden. Die Fachkonferenz hält folgende Exkursionen für sinnvoll:

EF: Besuch des Nanotrucks, SEPP (Schülerexperimentierpraktikum der Uni DU/E) oder der Kalkwerke Wülfrath

Q 1: Besuch der Firma C+C Cours in Velbert (Galvanisieren) oder eines Schülerlabors

Q 2: Besuch einer Chemieveranstaltung der Universität

Über die Erfahrungen wird in den Fachkonferenzen berichtet.