

# **Chemie SEK II**

**(Entwurfsstand: 05.07.2023)**

## **Inhalt**

	Seite
<b>1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit</b>	<b>3</b>
1.1 Vorstellung und organisatorische Rahmenbedingungen	2
1.2 Innerschulische Rahmenbedingungen	3
1.3 Individuelle Förderung und Ganzttag	4
1.4 Zusammenarbeit innerhalb der Schule	5
1.5 Projekte	5
1.6 Zertifikationskurse	6
1.7 Inklusion	6
1.8 Internationale Klassen	6
1.9 Schulabschlüsse	7
1.10 Rahmenbedingungen des Fachs Chemie	7
1.11 Stundentafel	8
<b>2 Entscheidungen zum Unterricht</b>	<b>8</b>
2.1 Unterrichtsvorhaben	8
2.1.1 Übersicht über die Unterrichtsvorhaben	10
2.1.2 Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben Einführungsphase	21
2.1.3 Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase	45
2.1.4 Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben im Leistungskurs	95
2.1.5 Übersicht über die fachlichen Inhalte der Qualifikationsphase	177
2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit	179
2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung	181
2.4 Lehr- und Lernmittel	184
<b>3 Entscheidungen zu Fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen</b>	<b>185</b>
<b>4 Qualitätssicherung und Evaluation</b>	<b>187</b>
<b>Anhang</b>	<b>188</b>

# 1 Rahmenbedingungen der fachlichen Arbeit

## 1.1 Vorstellung und organisatorische Rahmenbedingungen

Die **Städtische Gesamtschule Iserlohn wurde im Jahre 1987 gegründet**. Sie ist eine von zwei Gesamtschulen in Iserlohn.

Daneben gibt es noch drei Gymnasien, drei Realschulen und zwei Hauptschulen. Wie jede Gesamtschule ist auch die Gesamtschule Iserlohn eine **Ganztagschule**. In jedem Schuljahr besuchen etwa 1300 Schülerinnen und Schüler die Jahrgangsstufen 5 bis 13. In der Sekundarstufe I (Klassen 5 bis 10) erfolgt der Unterricht in jedem Jahrgang in der Regel in sechs Parallelklassen. Die Sekundarstufe II ist sechszügig. An unserer Schule sind ca. 100 Lehrerinnen und Lehrer beschäftigt. Zudem bilden wir als Ausbildungsschule jährlich mehrere Referendare und Praktikanten in allen Fächern aus. Unterstützt werden die Lehrkräfte durch drei Sozialpädagoginnen sowie drei Sekretärinnen.

Eine Besonderheit der Gesamtschule Iserlohn ist die Unterteilung in zwei Dependancen. Die Jahrgänge 5 und 6 sind in Gerlingsen untergebracht, die Jahrgänge 7 bis 10 sowie die Oberstufe werden am Nußberg unterrichtet.

## 1.2 Innerschulische Rahmenbedingungen

Unsere Schule ist eine **Ganztagschule**. Der **Unterricht** beginnt täglich um 8.05 Uhr. In der Regel gehen die Schülerinnen und Schüler an vier Tagen (Montag, Mittwoch, Donnerstag, Freitag) bis 15.50 Uhr zur Schule, der Dienstag als Konferenztag endet für die Schülerinnen und Schüler in der Regel um 12.45 Uhr. Der Unterricht im 60-Minuten-Raster fördert kooperative Unterrichtsformen und einen ruhigeren Tagesablauf.

An den langen Tagen findet nicht nur Unterricht statt, sondern es besteht auch die Möglichkeit, sich in der einstündigen **Mittagsfreizeit**, innerhalb der „Offenen Angebote“ in den Bereichen Sport und Spiel, Lesen, Kunst und Musik zu beschäftigen oder Aufgaben oder Wochenpläne zu erledigen. Zu diesen Zwecken stehen für Arbeitsgemeinschaften, die oft auch in Zusammenarbeit mit Vereinen aus Iserlohn angeboten werden, u.a. die Klassenräume, das Selbstlernzentrum, die Spieleausleihe, der Pausenbereich mit Kickern und Tischtennisplatten, die Sporthallen, der Außenbereich mit Sportangeboten, der Schulgarten und andere Räumlichkeiten zur Verfügung.

In den Pausen und Mittagsfreizeiten steht den Schülerinnen und Schülern die **Mensa** zur Verfügung. Neben zwei warmen Mittagsgerichten kann zwischen einem umfangreichen Snackangebot gewählt werden.

An zwei Tagen können die Schülerinnen und Schüler in den Randstunden aus einer Vielzahl unterschiedlicher **Arbeitsgemeinschaften** diejenigen wählen, die ihren Interessen entsprechen. Dabei ist die Teilnahme an insgesamt vier halbjährlichen Arbeitsgemeinschaften für die Schülerinnen und Schüler der Jahrgänge 5 bis 8 verpflichtend. Dadurch soll ein möglichst umfangreiches Interesse geweckt bzw. gefördert werden.

In den unteren Jahrgängen wird ein zusätzliches **Silentium** angeboten, in dem betreut die Lernaufgaben und Wochenpläne erledigt werden.

Jede Klasse wird in der Regel von einem **Klassenlehrer-Team** betreut. Der Unterricht an unserer Schule wird in der Sekundarstufe I grundsätzlich als **Pflichtunterricht** (Deutsch, Englisch, Mathematik, Gesellschaftslehre, Biologie, Physik, Chemie, Kunst, Musik, Sport, Religion, Arbeitslehre, Hauswirtschaft, Technik) und als **Wahlpflichtunterricht** (Französisch, Music, Art & Drama, Naturwissenschaften, Darstellen und Gestalten, Arbeitslehre) erteilt. In der Sekundarstufe II kommen weitere Fächer gemäß der Prüfungsordnung hinzu.

Leistungsstarke Schülerinnen und Schüler werden ab Klasse 7 (Englisch und Mathematik) bzw. ab Klasse 9 (Deutsch und Chemie) in **Erweiterungskursen** gefordert; Jugendliche, die mehr Zeit zum Lernen brauchen, werden in diesen Fächern in **Grundkursen gefördert**. Das heißt, die Schülerinnen und Schüler lernen gemäß ihrer individuellen Fähigkeiten. Die vielfältigen **Arbeitsgemeinschaften** (Schulbigbands, Trommeln, Gitarre lernen, Theater, Kochen, Computer, Tanzen, Erste Hilfe, Schulgarten etc.) unterstützen zudem die Neigungen der Kinder und fördern ihre Interessen.

### 1.3 Individuelle Förderung und Ganztag

In den **Arbeitsstunden** und im **Silentium** haben die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, unter fachkundiger Betreuung einer Lehrerin oder eines Lehrers den Großteil ihrer Lernaufgaben und Wochenpläne sowie Referate, Facharbeiten etc. zu bearbeiten. Sie lernen dadurch selbstständiges Arbeiten und gezieltes Nachfragen und nutzen z.B. in der **Mediothek** Strategien zur Informationsermittlung und -verarbeitung. Sie können zudem **Computer und Internet** für ihren Lernprozess verwenden. Zudem stehen den Schülerinnen und Schülern **Übungsmaterialien für das selbstständige Lernen** in den Fächern Deutsch, Englisch und Mathematik zur Verfügung, die es ermöglichen, Lerninhalte zu wiederholen und zu vertiefen.

Unsere Schule hat einen künstlerisch-musischen Schwerpunkt. Dazu gehört das **Musikklassenkonzept**, welches den Kindern und Jugendlichen von der Klasse 5 bis zur Klasse 8 ermöglicht, ein Instrument zu erlernen, sowohl im Gruppenunterricht bei professionellen Instrumentallehrern, als auch im Klassenverband gemeinsam als Big-Band.

Ein weiterer Schwerpunkt der Städtischen Gesamtschule Iserlohn ist der **sprachsensible Fachunterricht**, der innerhalb des Regelunterrichts für eine durchgängige Sprachbildung sorgt. Es werden sprachliche Hilfen und Lerngelegenheiten bereitgestellt, damit die Schülerinnen und Schüler im Unterricht angemessen sprachlich handeln und die Ziele des Unterrichts erreichen können. Gerade für Kinder mit Migrationshintergrund und/ oder schwächer ausgeprägtem literal-kulturellem Background ist dies von besonderer Bedeutung.

Sein volles Potenzial erreicht er durch die Abstimmung der einzelnen Fächer mit dem Deutschunterricht.

Im Unterrichtsfach **Sozialtraining** stehen die unterschiedlichsten Erfahrungen des menschlichen Zusammenlebens sowie Übungen für ein sozial verträgliches Handeln und Kommunizieren im Mittelpunkt. Ebenso lernen die Schülerinnen und Schüler in diesem Fach, wie sie mit Alltagsproblemen der jeweiligen Altersstufe umzugehen haben, und es bietet Raum, sich mit aktuellen Problemen im Klassenverband auseinanderzusetzen.

Im Rahmen der **Berufswahlorientierung** werden die Schülerinnen und Schüler von Beginn an auf Abschlüsse und Berufswahl vorbereitet. Mögliche Berufswünsche werden durch eine Vielzahl von Maßnahmen angebahnt und konkretisiert, z.B. durch Kompetenzchecks, Praktika, Besuch von Ausstellungen und Messen. Ausgebildete Lehrkräfte kümmern sich gemeinsam mit Mitarbeitern des Arbeitsamtes im **Berufsorientierungsbüro (BOB)** um die Fragen und die Beratung der Schülerinnen und Schüler. Aufgrund dieses ganzheitlichen Konzeptes wurde unsere Schule auch mit dem Gütesiegel „Berufswahlorientierte Schule“ ausgezeichnet. In diesem Bereich arbeitet unsere Schule erfolgreich mit vielen außerschulischen Einrichtungen und Betrieben der Wirtschaft zusammen, die als willkommene Kooperationspartner das Schulleben und die Qualifizierung der Schülerinnen und Schüler fördern.

#### **1.4 Zusammenarbeit innerhalb der Schule**

Auf die intensive Zusammenarbeit mit den Eltern bei der Erziehung und Bildung ihrer Kinder wird an unserer Schule großer Wert gelegt. Die Möglichkeit zur Mitarbeit der Eltern besteht in vielen **Schulgremien** (Schulkonferenz, Schulpflegschaft, Fachkonferenzen, Klassenpflegschaft). Darüber hinaus können sich Eltern gewinnbringend an der Planung und Durchführung von Klassenfesten, Exkursionen und Klassenfahrten sowie Elternstammtischen in der Klasse ihres Kindes beteiligen.

Wir leben in einer multikulturellen Gesellschaft. Die sozialen Unterschiede sind zum Teil sehr groß, und die Interessen gehen oftmals weit auseinander. Dies spiegelt sich auch in unserer Schulgemeinde wider. Daher legen wir großen Wert auf Engagement im sozialen, kulturellen, interkulturellen und/ oder sportlichen Bereich.

#### **1.5 Projekte**

Vielseitige **soziale Projekte** zeigen den Schülerinnen und Schülern, wie sie sich aktiv für ihre Mitmenschen einsetzen und ihnen helfen können (z.B. Müllsammelaktionen, Sponsorenlauf, der Aktionstag zum Thema „Schule ohne Rassismus – Schule mit Courage“).

Eine besondere Rolle spielen an der Städtischen Gesamtschule Iserlohn die Gesundheitsvorsorge und die Gesundheitsförderung. Beispielhaft zu nennen wären in diesem Zusammenhang das Lions-Quest-Programm (zur Förderung des Selbstwertgefühls), gewaltfreie Konfliktvorbeugung und –bewältigung (u.a. auch im Rahmen von „Schule ohne Rassismus“), Suchtvorbeugung, das Schulsanitäter-Programm, jährliche Blutspendeaktionen in Zusammenarbeit mit dem DRK und der Schülerversammlung, Entspannungsangebote (etwa eine Teeküche) sowie Krankheitsvorbeugung (u.a. eine „AIDS-Rallye“ oder thematische Vorhaben innerhalb einzelner Unterrichtsfächer).

Aber auch im **kulturellen Bereich** werden die Schülerinnen und Schüler ausgebildet. Das Wahlpflichtfach **Darstellen und Gestalten** bietet z.B. die Möglichkeit, an Theaterinszenierungen mitzuwirken oder durch das Cheerleadertraining beispielsweise an Tanzaufführungen oder innerhalb der schuleigenen Big-Bands (Jazzteens, Jazzination) an Musikaufführungen teilzunehmen.

An unserer Schule existiert ein verbindlich festgelegtes **Fahrtenkonzept**, das Klassen- und Studienfahrten sowie außerschulische Begegnungen umfasst. Ziele der Fahrten sind die Förderung der Klassengemeinschaft, das Kennenlernen verschiedener Regionen im eigenen Land, die Förderung der Selbstständigkeit, der kulturelle Austausch mit verschiedenen europäischen Nachbarländern und die Anwendung der erlernten Fremdsprache in Alltagssituationen im Ausland. Schüleraustausche finden u.a. mit Partnerschulen in Polen, Frankreich und der Türkei statt.

### **1.6 Zertifikatskurse**

Neben dem Angebot, die Sprachen Englisch (ab Jg.5), Französisch (ab Jg. 6 und ab 11), Latein (ab Jg.8) und Türkisch (innerhalb von Arbeitsgemeinschaften) zu erlernen, bietet die Schule für alle an Sprachen interessierte Schülerinnen und Schüler **international anerkannte Zertifikatskurse** in den Sekundarstufen I und II an. Dazu gehören in Französisch DELF, in Englisch Cambridge Certificate (PET, FCE, CAE), in Wirtschaftsenglisch LCCI (English for Business) sowie das Tömer-Zertifikat in Türkisch. Zusätzlich gibt es die Möglichkeit, an internationalen Sprachwettbewerben teilzunehmen, z.B. Big Challenge.

### **1.7 Inklusion**

Die Städtische Gesamtschule Iserlohn ist eine **Schule des gemeinsamen Lernens**. Hier werden seit vielen Jahren Kinder mit sonderpädagogischem Förderbedarf gemeinsam mit anderen Kindern unterrichtet. Hierzu bedarf es der Entwicklung von multiprofessionellen Lehrerteams, zum Beispiel auch durch Unterstützung von immer mehr Förderlehrer/-innen. Damit wird dem Artikel 24 der UN-Behindertenrechtskonvention Rechnung getragen, der u.a. besagt, dass „Behinderte Menschen nicht aufgrund einer Behinderung vom allgemeinen Bildungssystem ausgeschlossen“ werden sollen.

### **1.8 Internationale Klasse**

Seit Beginn des Schuljahres 2016/ 2017 umfasst die Klassengemeinschaft der Städtischen Gesamtschule Iserlohn auch eine „**Internationale Klasse**“. Hier werden Flüchtlings- und Migrationskinder unterrichtet, um v.a. im Hinblick auf den Erwerb von mündlichen und schriftsprachlichen Kenntnissen der deutschen Sprache, schnell integriert werden zu können. Ziel ist es, die Jugendlichen zeitnah Regelklassen zuzuordnen, damit sie bestenfalls hier ihren Schulabschluss erwerben können.

## 1.9 Schulabschlüsse

Im Gegensatz zu anderen weiterführenden Schulen können an der Gesamtschule Iserlohn **alle Schulabschlüsse** erreicht werden. Wenn ein Kind sich anders als erwartet entwickelt, muss es nicht die Schule wechseln und Freunde und Bezugspersonen zurücklassen. Stattdessen ermöglicht ihm das System aus verschiedenen Kursen, vorübergehende Leistungsschwankungen flexibel aufzufangen oder in vertrautem Umfeld einen anderen Abschluss zu erwerben.

Die Gesamtschule ist damit die Alternative sowohl zur Haupt- und Realschule als auch zum Gymnasium. Im Gegensatz zum Gymnasium besteht jedoch nur an der Gesamtschule die Möglichkeit, das Abitur, das aufgrund der zentralen Prüfungen gleichrangig ist, in neun Jahren zu erreichen. Alle Schülerinnen und Schüler haben somit ein Jahr mehr Zeit, sich auf das Abitur vorzubereiten, was von einigen auch dazu genutzt wird, ein Schuljahr im Ausland zu verbringen. Diese zusätzliche Zeit an der Schule ermöglicht ein intensiveres, und individuelleres Lernen; Drucksituationen werden entzerrt.

## 1.10 Rahmenbedingungen des Fachs Chemie

Die Fachgruppe Chemie versteht sich als Teil des Lernbereichs Naturwissenschaften und gestaltet ihren Unterricht im Anschluss an den integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht des Doppeljahrgangs 5/6 weiterhin unter fächerverbindenden und fachübergreifenden Aspekten.

Chemie wird ab Jhg. 9 in E- und G-Kurs unterteilt, um Stärken und Schwächen in diesem Fach zu fördern. Besonderes Augenmerk wird hierbei auf das mit dem Schulprogramm korrespondierende Thema der Berufswahlorientierung gelegt. Die Schülerinnen und Schüler für einen verantwortungsbewussten Umgang mit Ressourcen im Allgemeinen zu erziehen, versteht sich von selbst.

Mit Eintritt in die SEK II wählen die SuS zwischen den Naturwissenschaften Chemie und Biologie aus. Die SuS könne wählen, ob sie Chemie schriftlich oder mündlich belegen möchten. In der EF wird im G-Kurs Chemie pro Halbjahr eine Klausur geschrieben. Am Ende der EF kann Chemie als Leistungskurs oder weiterhin als Grundkurs angewählt werden. Ab der Q1 werden zwei Klausuren pro Halbjahr geschrieben. Im ersten Quartal des zweiten Halbjahrs besteht die Möglichkeit eine Facharbeit zu schreiben. Diese ersetzt die erste Klausur im zweiten Halbjahr.

Die Schule verfügt über zwei Chemieräume und zwei Naturwissenschaftsräume, die auch für den Chemie-Unterricht genutzt werden. Die Räume verfügen allesamt über einen Beamer, an dem der eigene Laptop oder der Laptop der Fachschaft Chemie angeschlossen werden kann. Der Internetanschluss ist in allen Räumen vorgesehen.

Alle Räume sind mit Experimentierplätzen für die Schüler ausgestattet, also mit Gas-, Wasser- und Elektroanschluss. Die Räume sind mit Experimentiersätzen für die

Schülerarbeit bestückt. Fünf ausgebildete Lehrerinnen und drei ausgebildete Lehrer unterrichten im Moment das Fach Chemie an der Schule.

Fachkonferenzvorsitzende/r: Sandra Schuller-Knoblauch

Sammlungsleiter: Sandra Schuller-Knoblauch

Gefahrstoffbeauftragte: Sandra Schuller-Knoblauch

## **1.11 Stundentafel**

Die Unterrichtsstunden haben eine Länge von 60 Minuten:

In den Jahrgängen 5-6 wird NW integriert mit 2 Stunden (60 min) unterrichtet. Ab Jhg. 7 wird NW zusätzlich als Wahlpflichtfach angeboten. Unterrichtet wird in den Jahrgängen 7-8 im Klassenverband mit 1 Std. (60 min) pro Woche. In den Jahrgängen 9 - 10 wird im Fach Chemie in E- und G-Kurse differenziert. Wichtig ist der Fachgruppe die Möglichkeit der kontinuierlichen Arbeit über alle Schuljahre hinweg. In der SEK II wird in den G-Kursen zweistündig unterrichtet, wovon eine Stunde 75 min. umfasst. Die Leistungskurse finden mit 4 Wochenstunden statt.

## **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 teilweise ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. Während der Fachkonferenzbeschluss zum „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ zur Gewährleistung vergleichbarer Standards sowie zur Absicherung von



Lerngruppenübertritten und Lehrkraft- wechseln 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	
<p><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Die Anwendungsvielfalt der Alkohole</i></p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• S1/S6/S11 Zuordnung</li><li>• S2/S13 Systematisierung</li><li>• S4/S12/S14 Donator-Akzeptor Prinzip</li><li>• E2/E7 Wahrnehmung und Messung</li><li>• E3/E4/E5 Untersuchungen und Experimente</li><li>• K 2 Recherche</li><li>• K3 Präsentation</li><li>• B1/B6 Kriterien</li><li>• B2/B5/B9/B10 Entscheidungen</li><li>• B7/B8/B11 Beurteilungen</li></ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Organische Stoffklassen</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Organische Kohlenstoffverbindungen</li></ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 22 Std. à 60</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben II:</u></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Säuren contra Kalk</i></p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• S8/S9 Wiedergabe</li><li>• S3 Systematisierung</li><li>• E3 Hypothesen</li><li>• E5 Auswertung</li><li>• K1 Dokumentation</li><li>• K7/K9 Definition</li></ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Gleichgewichtsreaktionen</li></ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 12 Std. à 60 min</p>

## Einführungsphase

### Unterrichtsvorhaben III:

**Kontext:** *Aroma- und Zusatzstoffe in Lebensmitteln*

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- S1/S6/S11 Zuordnung
- S2/S13 Systematisierung
- E3/E5 Untersuchungen und Experimente
- E7 Arbeits- und Denkweisen
- K3 Präsentation
- B2/B5/B9/B10 Entscheidungen

**Inhaltsfeld:** Organische Stoffklassen

**Inhaltlicher Schwerpunkt:**

- Chemisches Gleichgewicht bei organischen Stoffklassen

**Zeitbedarf:** ca. 12 Std. à 60 min

### Unterrichtsvorhaben IV:

**Kontext:** *Kohlenstoffdioxid und das Klima*

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- S8/S9 Wiedergabe
- S3/S15/S5/s7 Systematisierung
- E2 Probleme und Fragestellungen
- K10 Argumentation
- B2/B3 Werte und Normen
- B4/B10/B12/B13/B14 Möglichkeiten und Grenzen

**Inhaltsfeld:** Reaktionsgeschwindigkeit und Gleichgewichtsreaktionen

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Anorganische Kohlenstoffverbindungen
- Gleichgewichtsreaktionen
- Stoffkreislauf in der Natur

**Zeitbedarf:** ca. 16 Std. à 60 min

## Qualifikationsphase (Q1) - GRUNDKURS

### Unterrichtsvorhaben I:

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

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF1 Wiedergabe
- UF2 Auswahl
- UF3 Systematisierung
- E2 Wahrnehmung und Messung
- E4 Untersuchungen und Experimente
- E5 Auswertung
- K1 Dokumentation
- K2 Recherche
- K3 Präsentation

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

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ♦ Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen
- ♦ Konzentrationsbestimmungen von starken und schwachen Säuren und Basen (schwache Basen nur im LK)
- Ttrationsmethoden im Vergleich \*

**Zeitbedarf:** ca. 24 Std. à 60 Minuten

### Unterrichtsvorhaben II:

**Kontext:** Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF3 Systematisierung
- UF4 Vernetzung
- E2 Wahrnehmung und Messung
- E4 Untersuchungen und Experimente
- E6 Modelle
- K2 Recherche
- B2 Entscheidungen

**Inhaltsfeld:** Elektrochemie

**Inhaltlicher Schwerpunkt:**

- ♦ Mobile Energiequellen

**Zeitbedarf:** ca. 16 Stunden à 60 Minuten

## Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS

### Unterrichtsvorhaben III:

**Kontext:** *Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle*

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

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

**Inhaltsfeld:** Elektrochemie

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ♦ Mobile Energiequellen
- ♦ Elektrochemische Gewinnung von Stoffen

**Zeitbedarf:** ca. 10 Stunden à 60 Minuten

### Unterrichtsvorhaben IV:

**Kontext:** *Korrosion vernichtet Werte*

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF1 Wiedergabe
- UF3 Systematisierung
- E6 Modelle
- B2 Entscheidungen

**Inhaltsfeld:** Elektrochemie

**Inhaltlicher Schwerpunkt:**

- ♦ Korrosion

**Zeitbedarf:** ca. 5 Stunden à 60 Minuten

### Unterrichtsvorhaben V:

**Kontext:** *Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt*

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF3 Systematisierung
- UF4 Vernetzung
- E3 Hypothesen
- E 4 Untersuchungen und Experimente
- K3 Präsentation
- B3 Werte und Normen

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

**Inhaltlicher Schwerpunkt:**

- ♦ Organische Verbindungen und Reaktionswege

<b>Zeitbedarf:</b> ca. 10 Stunden à 60 Minuten	
<b>Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS</b>	
<p><u>Unterrichtsvorhaben I:</u></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Benzol als unverzichtbarer Ausgangsstoff</i></p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF4 Vernetzung</li> <li>• E1 Probleme und Fragestellungen</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• K3 Präsentation</li> <li>• B3 Werte und Normen</li> <li>• B4 Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ aromatisches System, elektrophile Substitution</li> <li>* Zweitsubstitution und dirigierende Effekte</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 8 Stunden à 60 Minuten</p>	<p><u>Unterrichtsvorhaben III:</u></p> <p><b>Kontext:</b> <i>Maßgeschneiderte Produkte aus Kunststoffen</i></p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF2 Auswahl</li> <li>• UF4 Vernetzung</li> <li>• E3 Hypothesen</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• E5 Auswertung</li> <li>• K3 Präsentation</li> <li>• B3 Werte und Normen</li> </ul> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Organische Verbindungen und Reaktionswege</li> <li>♦ Organische Werkstoffe</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 18 Stunden à 60 Minuten</p>

## Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS

### Unterrichtsvorhaben II:

**Kontext:** *Farbstoffe im Alltag*

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF1 Wiedergabe
- UF3 Systematisierung
- E6 Modelle
- E7 Arbeits- und Denkweisen
- K3 Präsentation
- B4 Möglichkeiten und Grenzen

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

**Inhaltlicher Schwerpunkt:**

♦ Farbstoffe und Farbigkeit

\* Konzentrationsbestimmung durch Lichtabsorption (Lambert-Beer)

**Zeitbedarf:** ca. 16 Stunden à 60 Minuten

## Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS

### Unterrichtsvorhaben I:

**Kontext:** Säuren und Basen in Alltagsprodukten

#### **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF1 Wiedergabe
- UF3 Systematisierung
- E3 Hypothesen
- E4 Untersuchungen und Experimente
- E5 Auswertung
- K1 Dokumentation
- B2 Entscheidungen

**Inhaltsfelder:** Säuren, Basen und analytische Verfahren

#### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

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

**Zeitbedarf:** ca. 28 Std. à 60 Minuten

### Unterrichtsvorhaben II:

**Kontext:** Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon

#### **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

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

**Inhaltsfelder:** Elektrochemie

#### **Inhaltlicher Schwerpunkt:**

- ♦ Mobile Energiequellen

**Zeitbedarf:** ca. 24 Stunden à 60 Minuten



## Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS

### Unterrichtsvorhaben III:

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

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF2 Auswahl
- UF4 Vernetzung
- E1 Probleme und Fragestellungen
- E5 Auswertung
- K2 Recherche
- K4 Argumentation
- B1 Kriterien
- B4 Möglichkeiten und Grenzen

**Inhaltsfelder:** Elektrochemie

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ♦ Mobile Energiequellen
- ♦ Elektrochemische Gewinnung von Stoffen
- ♦ Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse

**Zeitbedarf:** ca. 16 Stunden à 60 Minuten

### Unterrichtsvorhaben IV:

**Kontext:** Entstehung von Korrosion und Schutzmaßnahmen

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

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

**Inhaltsfelder:** Elektrochemie

**Inhaltlicher Schwerpunkt:**

- ♦ Korrosion und Korrosionsschutz

**Zeitbedarf:** ca. 8 Std. à 60 Minuten

## Qualifikationsphase (Q1) - LEISTUNGSKURS

### Unterrichtsvorhaben V:

**Kontext:** *Biodiesel als Alternative zu Diesel aus Mineralöl*

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF4 Vernetzung
- E4 Untersuchungen und Experimente
- K2 Recherche
- K3 Präsentation
- B2 Entscheidungen
- B3 Werte und Normen

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

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ♦ Organische Verbindungen und Reaktionswege
- ♦ Reaktionsabläufe

**Zeitbedarf:** ca. 22 Stunden à 60 Minuten

## Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS

### Unterrichtsvorhaben I:

**Kontext:** Benzol als unverzichtbarer Ausgangsstoff bei Synthesen

#### **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF2 Auswahl
- E3 Hypothesen
- E6 Modelle
- E7 Arbeits- und Denkweisen
- B4 Möglichkeiten und Grenzen

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

#### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ♦ Organische Verbindungen und Reaktionswege
- ♦ Reaktionsabläufe

**Zeitbedarf:** ca. 15 Stunden à 60 Minuten

### Unterrichtsvorhaben II:

**Kontext:** Farbstoffe im Alltag

#### **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF1 Wiedergabe
- UF3 Systematisierung
- E6 Modelle
- K3 Präsentation
- K4 Argumentation
- B4 Möglichkeiten und Grenzen

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

#### **Inhaltlicher Schwerpunkt:**

- ♦ Farbstoffe und Farbigkeit

**Zeitbedarf:** ca. 16 Stunden à 60 Minuten

Unterrichtsvorhaben III:

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

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- UF1 Wiedergabe
- UF3 Systematisierung
- E4 Untersuchungen und Experimente
- E5 Auswertung
- E7 Arbeits- und Denkweisen
- K3 Präsentation
- B3 Werte und Normen

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

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ♦ Organische Verbindungen und Reaktionswege
- ♦ Reaktionsabläufe
- ♦ Organische Werkstoffe

**Zeitbedarf:** ca. 26 Stunden à 60 Minuten

Unterrichtsvorhaben IV:

**Kontext:** Nitratbestimmung im Trinkwasser

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- E2 Wahrnehmung und Messung
- E5 Auswertung
- K1 Dokumentation
- K3 Präsentation
- B1 Kriterien
- B2 Entscheidungen

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

**Inhaltlicher Schwerpunkt:**

- ♦ Konzentrationsbestimmung durch Lichtabsorption

**Zeitbedarf:** ca. 8 Stunden à 60 Minuten

## 2.1.2 Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben Einführungsphase

### Einführungsphase – Unterrichtsvorhaben I

#### Die Anwendungsvielfalt der Alkohole

##### Basiskonzepte (Schwerpunkt):

Basiskonzept Struktur–Eigenschaft

Basiskonzept Donator - Akzeptor

##### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können

##### Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

- zur Lösung von Problemen in eingegrenzten Bereichen chemische Konzepte auswählen und anwenden und dabei Wesentliches von Unwesentlichem unterscheiden (UF2).
- die Einordnung chemischer Sachverhalte und Erkenntnisse in gegebene fachliche Strukturen begründen (UF3).

##### Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

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

##### Kompetenzbereich Kommunikation:

- in vorgegebenen Zusammenhängen selbstständig chemische und anwendungsbezogene Fragestellungen mithilfe von Fachbüchern und anderen Quellen bearbeiten (K2).
- chemische Sachverhalte, Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse adressatengerecht sowie formal, sprachlich und fachlich korrekt in Kurzvorträgen oder kurzen Fachtexten darstellen (K3).

##### Kompetenzbereich Bewertung:

- bei Bewertungen in naturwissenschaftlich-technischen Zusammenhängen Bewertungskriterien angeben und begründet gewichten (B1).
- für Bewertungen in chemischen und anwendungsbezogenen Zusammenhängen kriteriengeleitet Argumente abwägen und einen begründeten Standpunkt beziehen (B2).

**Inhaltsfeld:** Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen

##### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Organische (und anorganische) Kohlenstoffverbindungen

**Zeitbedarf:** ca. 22 Std. à 60 Minuten

**Thema/Kontext: Die Anwendungsvielfalt der Alkohole**

**Inhaltsfeld: Organische Stoffklassen**

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe und Estergruppe
- Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur,
- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)
- Konstitutionsisomerie
- intermolekulare Wechselwirkungen
- Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen
- Estersynthese

**Zeitbedarf:**

· 22 Std. a 60 Minuten

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

- S1 – Wiedergabe
- S2 – Auswahl
- S3 – Systematisierung
- E2 – Wahrnehmung und Messung
- E4 – Untersuchungen und Experimente
- K2 – Recherche
- K3 – Präsentation
- B1 – Kriterien
- B2 – Entscheidungen

**Basiskonzepte (Schwerpunkte):**

Basiskonzept Struktur-Eigenschaft  
Basiskonzept Donator-Akzeptor

Fragestellung/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler ...		Verbindliche Absprachen  Didaktisch-methodische Anmerkungen
<b>Die Anwendungsvielfalt der Alkohole</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein und benennen diese nach systematischer Nomenklatur (S1, S6, S11),</li> </ul>		Einstiegsdiagnose zur Elektronenpaarbindung, zwischenmolekularen Wechselwirkungen, der

<p>Kann Trinkalkohol gleichzeitig Gefahrstoff und Genussmittel sein?</p> <p>Alkohole auch in Kosmetikartikeln?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern intermolekulare Wechselwirkungen organischer Verbindungen und erklären ausgewählte Eigenschaften sowie die Verwendung organischer Stoffe auf dieser Grundlage (S2, S13, E7),</li> <li>• erläutern das Donator-Akzeptor-Prinzip unter Verwendung der Oxidationszahlen am Beispiel der Oxidationsreihe der Alkanole (S4, S12, S14, S16),</li> <li>• stellen Isomere von Alkanolen dar und erklären die Konstitutionsisomerie (S11, E7),</li> <li>• stellen auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge die Molekülgeometrie von Kohlenstoffverbindungen dar und erklären die Molekülgeometrie mithilfe des EPA-Modells (E7, S13),</li> <li>• deuten die Beobachtungen von Experimenten zur Oxidationsreihe der Alkanole und weisen die jeweiligen Produkte nach (E2, E5, S14),</li> <li>• stellen Hypothesen zu Struktureigenschaftsbeziehungen einer ausgewählten Stoffklasse auf und untersuchen diese experimentell (E3, E4),</li> <li>• beurteilen die Auswirkungen der Aufnahme von Ethanol hinsichtlich oxidativer Abbauprozesse im menschlichen Körper unter Aspekten der Gesunderhaltung (B6, B7, E1, E11, K6), (VB B Z6) <ul style="list-style-type: none"> <li>• beurteilen die Verwendung von Lösemitteln in Produkten des Alltags auch im Hinblick auf die Entsorgung aus chemischer und</li> </ul> </li> </ul>		<p>Stoffklasse der Alkane und deren Nomenklatur</p> <p>Untersuchungen von Struktur-Eigenschaftsbeziehungen des Ethanols</p> <p>Experimentelle Erarbeitung der Oxidationsreihe der Alkohole</p> <p>Erarbeitung eines Fließschemas zum Abbau von Ethanol im menschlichen Körper</p> <p>Bewertungsaufgabe zur Frage Ethanol – Genuss- oder Gefahrstoff? und Berechnung des Blutalkoholgehaltes</p> <p>Untersuchung von Struktureigenschaftsbeziehungen weiterer Alkohole in Kosmetikartikeln</p> <p>Recherche zur Funktion von Alkoholen in Kosmetikartikeln mit anschließender Bewertung</p>
--	---	--	--

	ökologischer Perspektive (B1, B7, B8, B11, B14, S2, S10, E11).		
--	--	--	--

Diagnose von Schülerkonzepten:

· Eingangsdiagnose, Versuchsprotokolle

Leistungsbewertung:

· C-Map, Protokolle, Präsentationen, schriftliche Übungen, Klausuren

**Hinweise:**

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

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

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

Material zur Wirkung von Alkohol auf den menschlichen Körper:

[www.suchtschweiz.ch/fileadmin/user\\_upload/.../alkohol\\_koerper.pdf](http://www.suchtschweiz.ch/fileadmin/user_upload/.../alkohol_koerper.pdf)

Film zum historischen Alkotest der Polizei

[http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/16/oc/alkoholtest/alkoholtest.vlu/Page/vsc/de/ch/16/oc/alkoholtest/02\\_kaliumdichromatoxidation.vscml.html](http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/16/oc/alkoholtest/alkoholtest.vlu/Page/vsc/de/ch/16/oc/alkoholtest/02_kaliumdichromatoxidation.vscml.html)

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

Fruchtjoghurt: [http://medien.wdr.de/m/1257883200/quarks/wdr\\_fernsehen\\_quarks\\_und\\_co\\_20091110.mp4](http://medien.wdr.de/m/1257883200/quarks/wdr_fernsehen_quarks_und_co_20091110.mp4)

Journalistenmethode zur Bewertung der Verwendung von Moschusduftstoffen in Kosmetika:

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



## **Einführungsphase - Unterrichtsvorhaben II**

**Kontext:** *Säure contra Kalk*

### **Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

Basiskonzept chemisches Gleichgewicht

Basiskonzept Energie

### **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können

#### Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

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

#### Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

- zur Klärung chemischer Fragestellungen begründete Hypothesen formulieren und Möglichkeiten zu ihrer Überprüfung angeben (E3 Hypothesen),
- Daten bezüglich einer Fragestellung interpretieren, daraus qualitative und quantitative Zusammenhänge ableiten und diese in Form einfacher funktionaler Beziehungen beschreiben (E5 Auswertung),

#### Kompetenzbereich Kommunikation:

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

**Inhaltsfeld:** Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen

### **Inhaltlicher Schwerpunkt:**

- Gleichgewichtsreaktionen

**Zeitbedarf:** ca. 12 Std. à 60 Minuten

<b>Thema/Kontext: Säure contra Kalk</b>		
<b>Inhaltsfeld: Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</b>		
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit</li> <li>- Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (Kc)</li> <li>- natürlicher Stoffkreislauf</li> <li>- technisches Verfahren</li> <li>- Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck</li> <li>- Katalyse</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> 15 Std. à 60 Minuten		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• E1 Probleme und Fragestellungen</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• K4 Argumentation</li> <li>• B3 Werte und Normen</li> <li>• B4 Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkt):</b> Basiskonzept Struktur – Eigenschaft Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht
<b>Fragestellung/Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b>	<b>Verbindliche Absprachen</b>
	<b>Die Schülerinnen und Schüler ...</b>	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>
Wie kann ein Wasserkocher möglichst schnell entkalkt werden?  Wie lässt sich die Reaktionsgeschwindigkeit bestimmen und beeinflussen?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit auch anhand grafischer Darstellungen (S3, S8, S9),</li> <li>• überprüfen aufgestellte Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit durch Untersuchungen des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion (E3, E4, E10, S9),</li> <li>• definieren die Durchschnittsgeschwindigkeit chemischer Reaktionen und ermitteln diese grafisch</li> </ul>	Planung und Durchführung qualitativer Experimente zum Entkalken von Gegenständen aus dem Haushalt mit ausgewählten Säuren  Definition der Reaktionsgeschwindigkeit und deren quantitative Erfassung durch Auswertung entsprechender Messreihen

	<p>aus experimentellen Daten (E5, K7, K9),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>stellen den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen auf molekularer Ebene mithilfe der Stoßtheorie auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge dar und deuten die Ergebnisse (E6, E7, E8, K11). (MKR 1.2)</li> </ul>	<p>Materialgestützte Erarbeitung der Funktionsweise eines Katalysators und Betrachtung unterschiedlicher Anwendungsbereiche in Industrie und Alltag</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u>        ? Lerndiagnose: Stoffmenge und Molare Masse</p> <p><u>Leistungsbewertung:</u>        ? Klausur, Schriftliche Übung zur Beeinflussung von chemischen Gleichgewichten</p>		
<p><b>Bei</b></p>		

## **Einführungsphase - Unterrichtsvorhaben III**

### **Aroma und Zusatzstoffe in Lebensmitteln**

#### **Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

- Basiskonzept Struktur-Eigenschaft
- Basiskonzept Donator - Akzeptor

#### **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können

##### Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

- zur Lösung von Problemen in eingegrenzten Bereichen chemische Konzepte auswählen und anwenden und dabei Wesentliches von Unwesentlichem unterscheiden (UF2).
- die Einordnung chemischer Sachverhalte und Erkenntnisse in gegebene fachliche Strukturen begründen (UF3).

##### Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

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

##### Kompetenzbereich Kommunikation:

- in vorgegebenen Zusammenhängen selbstständig chemische und anwendungsbezogene Fragestellungen mithilfe von Fachbüchern und anderen Quellen bearbeiten (K2).
- chemische Sachverhalte, Arbeitsergebnisse und Erkenntnisse adressatengerecht sowie formal, sprachlich und fachlich korrekt in Kurzvorträgen oder kurzen Fachtexten darstellen (K3).

##### Kompetenzbereich Bewertung:

- bei Bewertungen in naturwissenschaftlich-technischen Zusammenhängen Bewertungskriterien angeben und begründet gewichten (B1).
- für Bewertungen in chemischen und anwendungsbezogenen Zusammenhängen kriteriengeleitet Argumente abwägen und einen begründeten Standpunkt beziehen (B2).

**Inhaltsfeld:** organische Stoffklassen und Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht

#### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Organische (und anorganische) Kohlenstoffverbindungen

**Zeitbedarf:** ca. 12 Std. à 60 Minuten

## Thema/Kontext: Aroma- und Zusatzstoffe in Lebensmitteln

### Inhaltsfeld: organische Stoffklassen und Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht

#### Inhaltliche Schwerpunkte: Organische Stoffklassen

- funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxylgruppe und Estergruppe
- Eigenschaften ausgewählter Stoffklassen: Löslichkeit, Schmelztemperatur, Siedetemperatur,
- Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Molekülgeometrie (EPA-Modell)
- Konstitutionsisomerie
- intermolekulare Wechselwirkungen
- Oxidationsreihe der Alkanole: Oxidationszahlen
- Estersynthese

#### Inhaltliche Schwerpunkte: Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht

- Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit
- Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz ( $K_c$ )
- natürlicher Stoffkreislauf
  - technisches Verfahren
- Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck
- Katalyse

**Zeitbedarf:** 12 Std. a 60 Minuten

#### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

- UF1 – Wiedergabe
- UF3 – Systematisierung
- E3 – Hypothesen
- E5 – Auswertung
- K1 – Dokumentation

#### Basiskonzepte:

Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht  
Basiskonzept Energie

Fragestellung/ Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler ...	Verbindliche Absprachen  Didaktisch-methodische Anmerkungen
<p>Fußnoten in der Speisekammer- Was verbirgt sich hinter den sogenannten E-Nummern?</p> <p>Fruchtiger Duft im Industriegebiet- Wenn mehr Frucht benötigt wird als angebaut werden kann</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein und benennen diese nach systematischer Nomenklatur (S1, S6, S11),</li> <li>erläutern intermolekulare Wechselwirkungen organischer Verbindungen und erklären ausgewählte Eigenschaften sowie die Verwendung organischer Stoffe auf dieser Grundlage (S2, S13, E7),</li> <li>führen Estersynthesen durch und leiten aus Stoffeigenschaften der erhaltenen Produkte Hypothesen zum strukturellen Aufbau der Estergruppe ab (E3, E5),</li> <li>diskutieren den Einsatz von Konservierungs- und Aromastoffen in der Lebensmittelindustrie aus gesundheitlicher und ökonomischer Perspektive und leiten entsprechende Handlungsoptionen zu deren Konsum ab (B5, B9, B10, K5, K8, K13), (VB B Z3)</li> <li>beschreiben die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtes anhand ausgewählter Reaktionen (S7, S15, K10),</li> <li>bestimmen rechnerisch Gleichgewichtslagen ausgewählter Reaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und interpretieren diese (S7, S8, S17),</li> <li>simulieren den chemischen Gleichgewichtszustand als dynamisches Gleichgewicht auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge (E6, E9, S15, K10). (MKR 1.2)</li> </ul>	<p>Materialgestützte Erarbeitung der Stoffklasse der Carbonsäuren hinsichtlich ihres Einsatzes als Lebensmittelzusatzstoff und experimentelle Untersuchung der konservierenden Wirkung ausgewählter Carbonsäuren</p> <p>Experimentelle Herstellung eines Fruchtaromas und Auswertung des Versuches mit Blick auf die Erarbeitung und Einführung der Stoffklasse der Ester und ihrer Nomenklatur sowie des chemischen Gleichgewichts</p> <p>Veranschaulichung des chemischen Gleichgewichts durch ausgewählte Modellexperimente</p> <p>Diskussion um die Ausbeute nach Herleitung und Einführung des Massenwirkungsgesetzes</p> <p>Erstellung eines informierenden Blogbeitrages, der über natürliche, naturidentische und synthetische Aromastoffe aufklärt</p> <p>Bewertung des Einsatzes von Konservierungs- und Aromastoffen in der Lebensmittelindustrie</p>

Diagnose von Schülerkonzepten:

· Protokolle, Auswertung Trainingsaufgabe

Leistungsbewertung: Klausur, Schriftliche Übung, mündliche Beiträge, Versuchsprotokolle

## **Einführungsphase – Unterrichtsvorhaben IV**

### **Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

Basiskonzept Struktur – Eigenschaft

Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

### **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können

#### Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

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

#### Kompetenzbereich Kommunikation:

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

#### Kompetenzbereich Bewertung:

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

**Inhaltsfeld:** Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen

### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

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

**Zeitbedarf:** ca. 16 Std. à 60 Minuten



**Thema/Kontext: Kohlenstoffkreislauf und Klima**

**Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen**

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier, Massenwirkungsgesetz
- Natürlicher Stoffkreislauf
- Technisches Verfahren
- Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur, Druck

**Zeitbedarf:** 16 Std. à 60 Minuten

**Übergeordnete Kompetenzerwartungen:**

- S3, S5, S7, S8, S9, S15
- E12
- K1, K2, K3, K4, K10, K12, K13
- B2, B3, B4, B10, B12, B13, B14

**Fachschaftsinterne Absprachen:**

**Schwerpunkte:**

- Beurteilung von Quellen auch in Hinblick auf die Urheberschaft
- Bewertung der gesellschaftlichen Relevanz und ökologischen Bedeutung der angewandten Chemie
- Präsentation im Rahmen der Schulprojektwoche

**Vernetzung**

- EF UV II (Reaktionsgeschwindigkeit und deren Beeinflussung)
- EF UV III (Chemisches Gleichgewicht)
- Q1 UV IV (Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft?)

**Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten:**

Chemische Reaktion:

[...] Das Prinzip des Stoffkreislaufes als Abfolge von chemischen Reaktionen berücksichtigt auch chemische Gleichgewichtsreaktionen.

Energie:

Die Wirkungsweise eines Katalysators wird im Zusammenhang mit der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit präzisiert

Sequenzierung: Fragestellung/ inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler ...	Verbindliche Absprachen  Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p>Welche Auswirkungen hat ein Anstieg der Emission an Kohlenstoffdioxid auf die Versauerung der Meere?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtes anhand ausgewählter Reaktionen (S7, S15, K10),</li> <li>• erklären anhand ausgewählter Reaktionen die Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts nach dem Prinzip von Le Chatelier auch im Zusammenhang mit einem technischen Verfahren (S8, S15, K10),</li> <li>• analysieren und beurteilen im Zusammenhang mit der jeweiligen Intention der Urheberschaft verschiedene Quellen und Darstellungsformen zu den Folgen anthropogener Einflüsse in einem natürlichen Stoffkreislauf (B2, B4, S5, K1, K2, K3, K4, K12), (MKR 2.3, 5.2)</li> <li>• bewerten die Folgen eines Eingriffs in einen Stoffkreislauf mit Blick auf Gleichgewichtsprozesse in aktuell-gesellschaftlichen Zusammenhängen (B12, B13, B14, S5, E12, K13). (VB D Z3)</li> </ul>	<p>Diagnose zum chemischen Gleichgewicht und zur Reaktionsgeschwindigkeit; Wiederholung der Reaktion von Säuren mit Kalk</p> <p><b>Kontext: Die Versauerung der Meere</b></p> <p>Einstieg: Video „Saure Meere durch CO<sub>2</sub>?“ oder Artikel „Versauerung der Ozeane – Geochemisch unmöglich!“ des „Europäischen Instituts für Klima und Energie e. V. (EIKE) [1,2]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Zusammenfassung der Fakten des Artikels oder Videos</li> <li>- Sammlung von Fragen für einen Faktenscheck z. B. zur Bedeutung der Ozeane für den Kohlenstoffkreislauf, zur Auswirkung von Kohlenstoffdioxid auf die Versauerung der Meere, zu Einflüssen gelöster Mineralstoffe auf den pH-Wert</li> </ul> <p>Bedeutung der Ozeane für den Kohlenstoffkreislauf [3]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Materialgestützte Erarbeitung des natürlichen Kohlenstoffkreislaufs</li> <li>- Einfluss der Kohlenstoffdioxidemissionen auf den natürlichen Kohlenstoffkreislauf</li> </ul> <p>Fokussierung auf die Bedeutung der Ozeane als Kohlenstoffdioxidspeicher - Untersuchung der Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser [3, 4, 5]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Erklärung der guten Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser anhand der Molekülstrukturen</li> <li>- Erarbeitung des Kohlenstoffdioxidgleichgewichts am Beispiel von Mineralwasser (physikalisches Löslichkeitsgleichgewicht von Kohlenstoffdioxid, chemisches Gleichgewicht der Reaktion</li> </ul>

		<p>Kohlenstoffdioxid und Wasser, chemisches Gleichgewicht der Reaktion Hydrogencarbonat-Ionen zu Carbonat-Ionen)</p> <p>Erarbeitung der Verschiebung des Gleichgewichts in Abhängigkeit von Druck, Temperatur und Konzentration (Prinzip von Le Chatelier) am Beispiel der Mineralwasserflasche</p> <p>Übertragung des Gelernten auf die Ozeane [3, 5]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Physikalische Kohlenstoffdioxidpumpe</li> <li>- Fakultativ: Einfluss des Salzgehaltes auf die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid</li> <li>- Einfluss des pH-Wertes auf die Gleichgewichtslage der Kohlenstoffdioxid/Hydrogencarbonat/Carbonat-Gleichgewichte</li> <li>- Folgen der Versauerung der Meere (z. B. Zerstörung der Korallenriffe) [5,6]</li> </ul> <p>Rückbezug zum Eingangartikel</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Faktenscheck: Welche Aussagen des Videos bzw. des Artikels sind fachlich korrekt, welche nicht? (Einfluss gelöster Alkali- und Erdalkali-Ionen auf den pH-Wert)</li> </ul> <p>Kriteriengeleitete Beurteilung der Internetpräsenz des Europäischen Instituts für Klima und Energie (EIKE) [7]</p>
<p>Welchen Beitrag kann die chemische Industrie durch die Produktion eines synthetischen Kraftstoffes zur Bewältigung der Klimakrise leisten?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beurteilen den ökologischen wie ökonomischen Nutzen und die Grenzen der Beeinflussbarkeit chemischer Gleichgewichtslagen in einem technischen Verfahren (B3, B10, B12, E12),</li> <li>• erklären anhand ausgewählter Reaktionen die Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts nach dem</li> </ul>	<p><b>Kontext: Die internationale Schifffahrt: - Einer der größten CO<sub>2</sub>-Emittenten</b></p> <p>Einstieg: „Der Mythos angeblich klimafreundlicher Containerschiffe“ [8, 9]: Arbeitsteilige Identifizierung von Problemen zum Antrieb der Containerschiffe mit Schweröl und Diesel sowie entsprechender Lösungsvorschläge auf Grundlage der ausgewiesenen Materialien führt zu Vorschlägen im Bereich der Schifffahrt auf nachhaltige Kraftstoffe</p>

	<p>Prinzip von Le Chatelier auch im Zusammenhang mit einem technischen Verfahren (S8, S15, K10),</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit <i>auch anhand grafischer Darstellungen</i> (S3, S8, S9),</li> <li>• bewerten die Folgen eines Eingriffs in einen Stoffkreislauf mit Blick auf Gleichgewichtsprozesse in aktuell-gesellschaftlichen Zusammenhängen (B12, B13, B14, S5, E12, K13). <b>(VB D Z3)</b></li> </ul>	<p>wie <i>Wasserstoff, Ammoniak</i> oder <i>Methanol</i> zur Verbesserung der Klimabilanz umzusteigen.</p> <p>Ableitung der Problemstellung: Wie wird Methanol herkömmlich und wie klimafreundlich hergestellt? [10, 11]</p> <p>Materialgestützte Erarbeitung der herkömmlichen Methanolsynthese („graues Methanol“) [12, 13, 14, 15] durch Herstellung des Methanols auf der Basis von Synthesegas (CO/H<sub>2</sub>) und einem fossilen Brennstoff:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Thematisierung der Präferenz für Erdgas als Syntheserohstoff aus <u>ökonomischen</u> Gründen und ggf. damit zusammenhängend auch Problematisierung der Ressourcenknappheit und -abhängigkeit in aktuellen Zusammenhängen.</li> <li>- Optionale Thematisierung der Umsetzung des Erdgases zum Synthesegas [14]</li> <li>- Thematisierung der katalytischen Herstellung von Methanol aus Synthesegas über exotherme Gleichgewichtsreaktionen [15]:</li> </ul> <p>Arbeitsgleiche Gruppenarbeit: Diskussion der Gleichgewichtsreaktionen in „Forscherguppen“ zwecks Erarbeitung eines Vorschlags für die technische Umsetzung auf Grundlage einer differenzierten Betrachtung der Gleichgewichtslagen und möglicher Einflüsse auf die Gleichgewichtslagen</p> <p>Präsentation und Diskussion erarbeiteter Lösungsvorschläge im Plenum und anschließender Abgleich durch materialgestützte Erarbeitung der tatsächlichen Prozessführung</p> <p>Angeleitete Internetrecherche zur Herstellung von „Green Meth“ [9, 16, 11] nach Aufwurf der Problemstellung: Wie kann Methanol klimafreundlich hergestellt werden?</p>
--	---	---

		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nutzung des klimaschädlichen Gases CO<sub>2</sub> aus anderen laufenden Prozessen oder aus der Luft als C1-Baustein (also Kohlenstoffquelle der organischen Chemie) und</li> <li>2. aus erneuerbaren Energien gewonnener Wasserstoff („Grüner Strom“ aus Windkraft, Solaranlagen oder Wasserkraftwerken)</li> </ol> <p>Sicherung grundsätzlicher Vor- und Nachteile zum Einsatz von Methanol in der Schifffahrtstechnik auf der Grundlage eines ausgewählten Quellenmaterials [16, 19 – 25]</p> <p>Möglicher Transfer: Anwendung des Gelernten auf die Ammoniaksynthese und das Haber-Bosch-Verfahren; der Transfer kann optional in die nachfolgende Bewertung einbezogen werden (Vor- und Nachteile von Ammoniak als Alternativvorschlag zu Methanol)</p> <p>Die abschließende Bewertung umfasst den Ansatz von „green meth“ ebenso wie den konkreten Einsatz als Treibstoff in der Schifffahrt [24, 25]: Arbeitsteiliges Anfertigen eines „Ausstellerstandes“ mit dem Titel „Ein möglicher Beitrag der chemischen Industrie zum Vorantreiben des Klimaschutzes“ für einen Schulprojekttag zum Klimawandel auf der Grundlage des durchgeführten Unterrichtsvorhabens.</p>
<p><u>Leistungsbewertung:</u> Klausur</p>		
<p><b>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</b></p> <p>Angegebenes und weiterführendes Material:</p>		

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=DGxAzna4LNs">https://www.youtube.com/watch?v=DGxAzna4LNs</a>	Video des Europäischen Instituts für Klima und Energie (Homepage einer Gruppe von Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern, die die Klimakrise abstreiten); belegt angeblich, dass es keine Versauerung der Meere gibt; erweckt den Eindruck von Fachkompetenz
2	<a href="https://eike-klima-energie.eu/2014/11/30/versauerung-der-ozeane-geo-chemisch-unmoeglich/">https://eike-klima-energie.eu/2014/11/30/versauerung-der-ozeane-geo-chemisch-unmoeglich/</a>	Artikel des Europäischen Instituts für Klima und Energie (Homepage einer Gruppe von Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftlern, die die Klimakrise abstreiten), der angeblich wissenschaftlich belegt, dass eine Versauerung der Meere unmöglich sei; sehr gut für einen Einstieg und zur Beurteilung der Quelle geeignet
3	<a href="https://www.ipn.uni-kiel.de/de/das-ipn/abteilungen/didaktik-der-biologie/materialien-1/09_Begleittext_oL.pdf">https://www.ipn.uni-kiel.de/de/das-ipn/abteilungen/didaktik-der-biologie/materialien-1/09_Begleittext_oL.pdf</a>	Umfangreiches Material der Universität Kiel (IPN) mit einem Begleittext für Lehrkräfte zum Kohlenstoffkreislauf einschließlich Arbeitsblätter und Experimente z. B. zur Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser, zur Beeinflussung der verschiedenen chemischen Gleichgewichte (Kohlenstoffdioxid/Hydrogencarbonat/Carbonat),
4	<a href="https://www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&amp;mod=course&amp;action=learn&amp;courseId=25">https://www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&amp;mod=course&amp;action=learn&amp;courseId=25</a>	Verschiedene Experimente zum chemischen Gleichgewicht u. a. zur Druck-, Temperatur- und pH-Wert-Abhängigkeit der Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser einschließlich der Auswertung der Beobachtungen auf Teilchenebene
5	<a href="https://www.tu-braunschweig.de/agnes-pockels-labor/themen-experimente/experimente-zum-klimawandel">https://www.tu-braunschweig.de/agnes-pockels-labor/themen-experimente/experimente-zum-klimawandel</a>	Unterrichtsmaterial des Agnes-Pockels-Schülerlabor der Uni Braunschweig zum Klimawandel, darunter Experimente zur Auswirkung der Versauerung der Meere auf die kalkbildenden Meeresorganismen
6	<a href="https://www.awi.de/im-fokus/ozeanversauerung/ozeanversauerung-der-boese-zwilling-der-klimaerwaermung.html">https://www.awi.de/im-fokus/ozeanversauerung/ozeanversauerung-der-boese-zwilling-der-klimaerwaermung.html</a>	Information des Alfred-Wegener-Instituts zur Auswirkung der Versauerung der Meere auf kalkbildende Meeresbewohner
7	<a href="https://eike-klima-energie.eu/ueber-uns/">https://eike-klima-energie.eu/ueber-uns/</a>	Homepage des Europäischen Instituts für Klima und Energie; Zusammenschluss von Personen aus verschiedenen Bereichen (u. a. Naturwissenschaften, Wirtschaftswissenschaften, Politik), die die Behauptung eines „menschengemachten Klimawandels“ als naturwissenschaftlich nicht begründbar und daher als Schwindel gegenüber der Bevölkerung ansehen
8	<a href="https://www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/verkehr/schifffahrt/containerschifffahrt/16646.html">https://www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/verkehr/schifffahrt/containerschifffahrt/16646.html</a>	Dieser Artikel des NABU entlarvt die angebliche Klimafreundlichkeit der internationalen Schifffahrt und beleuchtet deren Beitrag zur Klimakrise unter verschiedenen Aspekten. Über die Problematisierung der Verwendung von Schweröl und dessen möglicher Ersatz durch

		Diesel oder LNG werden technische und politische Lösungen thematisiert und die zeitnahe Herstellung und Verwendung alternativer Treibstoffe wie bspw. Methanol fokussiert.
9	<a href="https://www.tagesschau.de/wirtschaft/unternehmen/schiffahrt-klimaziele-co2-ausstoss-101.html">https://www.tagesschau.de/wirtschaft/unternehmen/schiffahrt-klimaziele-co2-ausstoss-101.html</a>	Dieser Beitrag problematisiert ebenfalls den recht hohen Eintrag von Kohlenstoffdioxid über die Schifffahrt: wäre die internationale Schifffahrt ein Land, käme sie im Ranking der größten CO <sub>2</sub> -Emittenten auf Platz 6. Damit eignet sich dieser Artikel ebenfalls als möglicher Einstieg für das vorliegende Unterrichtsvorhaben.
10	<a href="https://www.essen.de/meldungen/pressemeldung_1104623.de.html">https://www.essen.de/meldungen/pressemeldung_1104623.de.html</a>	Bericht <i>Zukunft ahoi! Grüne Hauptstadt-Schiff schippert mit Methanolantrieb über den Baldeneysee</i> über ein Ausflugsschiff auf dem Baldeneysee, das mit Methanol-Brennstoffzelle angetrieben wird. Mit diesem Artikel lässt sich zur Problemstellung „graues“ oder „grünes“ Methanol überleiten.
11	<a href="https://www.vivis.de/wp-content/uploads/EaA17/2020_EaA_421-440_Lehner.pdf">https://www.vivis.de/wp-content/uploads/EaA17/2020_EaA_421-440_Lehner.pdf</a>	Veröffentlichung enthält neben der Information über den aktuellen und prognostizierten Bedarf an Methanol ein ausführliches Kapitel zur Herstellung von „grünem“ Methanol. Hilfreich sind auch anschauliche Fließschemata zur Darstellung der Prozessketten.
12	<a href="https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Methanolherstellung">https://www.chemie-schule.de/KnowHow/Methanolherstellung</a>	Ausführliche Beschreibung der Herstellung von Methanol aus Synthesegas einschließlich verschiedener Herstellungsverfahren für das Synthesegas aus Erdgas oder Holz;
13	Arpe, Weissermel: Industrielle Organische Chemie. Bedeutende Vor- und Zwischenprodukte. 5., vollst. Überarbeitete Aufl. Weinheim u.a.: Wiley-VCH 1998, S.15 ff und S.31-34.	Im Fachbuch finden sich Darlegungen zur Auswahl des einzusetzenden Rohstoffes, im gegebenen Fall zur Präferenz für Erdgas, sowie Ausführungen zur Synthesegasherstellung, deren Thematisierung optional möglich ist. Die Erarbeitung der Prozessschritte vom Erdgas zum Methanol kann bezüglich der Synthesegasherstellung und Methanolsynthese auf der Grundlage von Auszügen aus den Lehrwerken [5 und 6] dann auch arbeitsteilig erfolgen.
14	Baerns, Behr, Brehm et al.: Technische Chemie, zweite, erweiterte Auflage, Weinheim u.a.: Wiley-VCH 2013, S.581-585.	Darstellung der Methanolsynthese, die auf den angegebenen Seiten verständlich aufbereitet und somit auch einer Bearbeitung durch Schülerinnen und Schüler zugänglich ist. Dort aufgeführte Informationen zu möglichen Nebenreaktionen können je nach angestrebter Tiefe der Behandlung im Unterricht berücksichtigt werden.
15	Pfeifer, Schaffer und Wlotzka: Vom Holzgeist zum nachhaltigen Energieträger. Synthese, Eigenschaften und Verwendung von Methanol. In: NiUCh 175 (2020) 31, S.37-42.	Der Artikel beleuchtet die Bedeutsamkeit des Methanols als nachhaltigen Energieträger, da er nicht nur aus fossilen Brennstoffen, sondern alternativ aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden kann. Neben Experimenten zum Nachweis und der Verbrennung von Methanol enthält der Artikel ein übersichtliches Fließschema zur Methanolsynthese über Synthesegas ausgehend von Biomasse sowie ein Arbeitsblatt zum Einsatz von Methanol in Brennstoffzellen.

16	<a href="https://greenshipping-niedersachsen.de/wp-content/uploads/2021/02/Methanol-Uebersicht_V2_final.pdf">https://greenshipping-niedersachsen.de/wp-content/uploads/2021/02/Methanol-Uebersicht_V2_final.pdf</a>	Diese Quelle legt dar, dass grünes Methanol im Grundsatz eine klimaneutrale und nahezu emissionsfreie Schifffahrt ermöglichen kann und aufgrund der technisch weniger aufwendigen Umrüstung der Schiffe auf LNG oder Wasserstoff sowie der möglichen Nutzung einer bereits vorhandenen Infrastruktur gegenüber diesen Alternativen von Vorteil ist.
17	<a href="https://www.spiegel.de/wissenschaft/technik/das-erste-deutsche-seeschiff-das-mit-methanol-faehrt-a-6a714fc5-7552-46f3-a4e2-45acd8fc9ba4">https://www.spiegel.de/wissenschaft/technik/das-erste-deutsche-seeschiff-das-mit-methanol-faehrt-a-6a714fc5-7552-46f3-a4e2-45acd8fc9ba4</a>	Artikel über den Forschungskutter Uthörn, der bereits mit Methanol betrieben wird. Hier wird u. a. auf den Vorteil hingewiesen, dass im Falle einer Havarie im Meer vorhandene Bakterien das dann auslaufende Methanol zersetzen würden.
18	<a href="https://www.maritimes-cluster.de/fileadmin/user_upload/Dokumente/Studie-Potenzialanalyse-Methanol-Schifffahrt-2018.pdf">https://www.maritimes-cluster.de/fileadmin/user_upload/Dokumente/Studie-Potenzialanalyse-Methanol-Schifffahrt-2018.pdf</a>	Dieses Strategiepapier liefert Lehrenden Hinweise zu aktuellen Überlegungen bezüglich der Umsetzung einer emissionsfreien Schifffahrt unter Nutzung von Methanol, die didaktisch aufbereitet werden können.
19	<a href="https://www.ndr.de/nachrichten/info/Methanol-statt-Diesel-So-faehrt-ein-Schiff-klimafreundlich.methanolschiffe100.html">https://www.ndr.de/nachrichten/info/Methanol-statt-Diesel-So-faehrt-ein-Schiff-klimafreundlich.methanolschiffe100.html</a>	Artikel zu den aktuellen Entwicklungen im Bereich Weiterentwicklung der Schifffahrt anhand des Beispiels Uthörn II.
20	<a href="https://www.basf.com/global/de/media/news-releases/2019/05/p-19-218.html">https://www.basf.com/global/de/media/news-releases/2019/05/p-19-218.html</a>	Informationsflyer von BASF, die maßgeblich auch an der Weiterentwicklung der Herstellung von klimafreundlichem Methanol beteiligt sind.
21	<a href="https://www.vci.de/fonds/downloads-fonds/unterrichtsmaterialien/2020-09-unterrichtsmaterial-chemie-energie-textheft.pdf">https://www.vci.de/fonds/downloads-fonds/unterrichtsmaterialien/2020-09-unterrichtsmaterial-chemie-energie-textheft.pdf</a>	In diesem Heft wird die Wechselbeziehung von Chemie und Energie behandelt. Die Grundlagen der chemischen Energetik werden erklärt und durch Arbeitsblätter und Unterrichtshinweise ergänzt. Der Artikel zu POWER to X beleuchtet noch einmal grundlegend die Idee, sich vom Einsatz fossiler Brennstoffe für Treibstoffe zugunsten synthetisch hergestellter Treibstoffe zu verabschieden.
22	<a href="https://www.konstruktion-entwicklung.de/geschafft-methanol-aus-wasserstoff-und-kohlendioxid">https://www.konstruktion-entwicklung.de/geschafft-methanol-aus-wasserstoff-und-kohlendioxid</a>	Die Seite verweist auf neueste Entwicklungen und die Forschung der Hochschule Stralsund zur „One-Step-Conversion“ von Methanol aus Wasserstoff und Kohlenstoffdioxid.
23	<a href="https://www.cleantinking.de/methanol-energietraeger-fuer-die-dritte-industrielle-revolution/">https://www.cleantinking.de/methanol-energietraeger-fuer-die-dritte-industrielle-revolution/</a>	Dieser Artikel beleuchtet die Vorteile von „erneuerbarem Methanol“ gegenüber grünem Wasserstoff.
24	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6094">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6094</a>	Folien mit übersichtlichen Abbildungen zur Gewinnung von Methanol aus regenerativen Quellen. In Auszügen nutzbar als Vorlage der Erstellung eines Advanced Organizers durch die Lehrkraft.



24	<a href="https://www.dlr.de/content/de/downloads/publikationen/broschueren/2022/kurzstudie-maritime-treibstoffe.pdf?blob=publicationFile&amp;v=4">https://www.dlr.de/content/de/downloads/publikationen/broschueren/2022/kurzstudie-maritime-treibstoffe.pdf?blob=publicationFile&amp;v=4</a>	Zur Diskussion von Vor- und Nachteilen des Einsatzes von Methanol im Bereich der Schifffahrt.
----	---	---

## 2.1.3 Mögliche konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase

### Q1 Unterrichtsvorhaben I

#### Kontext: Saure und basische Reiniger

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

#### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können

##### Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

- Phänomene und Sachverhalte im Zusammenhang mit Theorien, übergeordneten Prinzipien und Gesetzen der Chemie beschreiben und erläutern (S1)
- zur Lösung chemischer Probleme zielführende Definitionen, Konzepte sowie funktionale Beziehungen zwischen chemischen Größen angemessen und begründet auswählen (S2)
- chemische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren (S3)

##### Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

- Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften durchführen oder deren Durchführung beschreiben (E4)
  - Daten/Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder auch mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern (E5)
  - Modelle entwickeln, sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen chemische Prozesse erklären oder vorhersagen (E6)

##### Kompetenzbereich Kommunikation:

- Bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweise verwenden (K1)
- Chemische Sachverhalte und Arbeitsergebnisse unter Verwendung situationsangemessener Medien und Darstellungsformen adressatengerecht zu präsentieren (K3)

##### Kompetenzbereich Bewertung:

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

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

#### Inhaltliche Schwerpunkte

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

**Beispiel für ein konkretisiertes Unterrichtsvorhaben**

**QUALIFIKATIONSPHASE I GRUNDKURS – UNTERRICHTSVORHABEN**

## Q1 UV I: Saure und basische Reiniger im Haushalt

### Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren

**Zeitbedarf:** ca. 24 Unterrichtsstunden à 60 Minuten

#### Inhaltliche Schwerpunkte:

- Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten ( $K_S$ ,  $pK_S$ ,  $K_B$ ,  $pK_B$ ), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz ( $K_c$ ), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von starken Säuren und starken Basen
- analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen von starken Säuren und starken Basen (mit Umschlagspunkt)
- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Kalorimetrie

#### Fachschaftsinterne Absprachen:

##### Schwerpunkte:

- Erkenntnisgewinnung (hypothesengeleitetes Experimentieren)
- Bewertung (Beurteilung grundlegender Aspekte zu Gefahren und Sicherheit in Labor und Alltag und Ableitung von Handlungsoptionen)

##### Vernetzung

- Q1 UV II (Salze - hilfreich und lebensnotwendig!)
- Q1 UV IV (Wasserstoff - Brennstoff der Zukunft?)

#### Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten:

Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen: Säuren und Basen werden nach Brønsted auf der submikroskopischen Ebene als Protonendonatoren und Protonenakzeptoren definiert. Sie werden anhand der pH-Werte ihrer Lösungen identifiziert sowie mithilfe entsprechender Säure- bzw. Basenkonstanten eingeordnet.

##### Chemische Reaktion:

Sowohl das Donator-Akzeptor-Prinzip als auch das Konzept des chemischen Gleichgewichts werden durch

<p><b>Übergeordnete Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- S1, S2, S3, S6, S7, S10, S16, S17</li> <li>- E1, E2, E3, E4, E5, E10</li> <li>- K1, K6, K8, K10</li> <li>- B3, B8, B11</li> </ul>	<p>Protolysereaktionen nach Brønsted vertieft und über das Massenwirkungsgesetz quantifiziert. Neutralisationsreaktionen werden unter Anwendung eines Titrationsverfahrens zur quantitativen Bestimmung von Säuren und Basen sowie charakteristische Nachweisreaktionen für die Identifizierung ausgewählter Ionen genutzt.</p> <p>Energie: Das Energiekonzept wird im Zusammenhang mit energetischen Betrachtungen der Neutralisationsreaktion durch den ersten Hauptsatz der Thermodynamik und den Enthalpiebegriff erweitert.</p>
--	--

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Welche Wirkung haben Säuren und Basen in sauren und basischen Reinigern?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• klassifizieren die auch in Alltagsprodukten identifizierten Säuren und Basen mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted und erläutern ihr Reaktionsverhalten unter Berücksichtigung von Protolysegleichungen (S1, S6, S7, S16, K6), (VB B Z6)</li> <li>• berechnen pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen bei vollständiger Protolyse (S17),</li> <li>• beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren, Basen und Salzen als Inhaltsstoffe in Alltagsprodukten und</li> </ul>	<p><b>Kontext: Saure und basische Reiniger</b></p> <p>Einstieg: Vorstellung verschiedener saurer und basischer Reiniger (z. B. Essigreiniger, Reiniger mit Mineralsäuren, Backofenreiniger, Fensterreiniger, Neutralreiniger, ...)</p> <p>Diagnose: Säure-Base-Konzept, pH-Wert (Vorwissen SI)</p> <p>Praktikum zu Säure-Eigenschaften mit integrierter Diagnose: pH-Werte, Reaktion mit Kalk, Reaktionen mit unedlen Metallen, organischen Stoffen... [1, 2, 3]</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab (B8, B11, K8), (VB B Z3, Z6)	Vertiefung pH-Wert: Definition, pH-Wert-Skala (Autoprotolyse des Wassers), pH-Wert-Berechnung (Berechnung der $\text{H}_3\text{O}^+$ -Ionenkonzentration bzw. $\text{OH}^-$ -Ionenkonzentration der untersuchten Reiniger)  Beurteilung des Gefahrenpotentials und der Wirksamkeit der verschiedenen Reiniger: Erstellen von „Praxistipps“ für die sichere Nutzung der Reiniger im Haushalt (arbeitsteilig)
<p><i>Wie lässt sich die Säurekonzentration bzw. Basenkonzentration bestimmen?</i></p> <p><i>Wie lässt sich die unterschiedliche Reaktionsgeschwindigkeit der Reaktionen Essigsäure mit Kalk und Salzsäure mit Kalk erklären?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• führen das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung mittels Indikator am Beispiel starker Säuren und Basen durch und werten die Ergebnisse auch unter Berücksichtigung einer Fehleranalyse aus (E5, E10, K10),</li> <li>• erklären die unterschiedlichen Reaktionsgeschwindigkeiten von starken und schwachen Säuren mit unedlen Metallen oder Salzen anhand der Protolysereaktionen, (S3, S7, S16)</li> <li>• interpretieren die Gleichgewichtslage von Protolysereaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und die daraus resultierenden Säure-/Base-Konstanten (S2, S7),</li> <li>• beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das</li> </ul>	<p><b>Kontext: Saure Reiniger zur Kalkentfernung</b></p> <p>Einstieg: Vorstellung eines Essigreinigers und eines Urinsteinlösers (enthält HCl); Ableitung der Problemstellung: „Welcher Reiniger ist zur Entfernung von Kalkablagerungen besser geeignet?“</p> <p>Planung und Durchführung von Experimenten zur Untersuchung der Kalklösekraft (z. B. Untersuchung der Reaktion der beiden Reiniger mit Kalk, ggf. Messung des pH-Wertes vor und nach der Reaktion, ...)</p> <p>Präzisierung der Problemfrage anhand der Versuchsergebnisse: Wieso reagieren die beiden sauren Reiniger so unterschiedlich mit Kalk?</p> <p>Sammeln von Vermutungen</p>

Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
	<p>Gefahrenpotenzial von Säuren, Basen und Salzen als Inhaltsstoffe in Alltagsprodukten und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab (B8, B11, K8), (VB B Z3, Z6)</p>	<p>Überprüfung der Vermutung „HCl-Reiniger enthält mehr Säure als der Essigreiniger“: Konzentrationsbestimmung der Säurekonzentration in beiden Reinigern [3, 4]:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung der Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung durch Indikator (integriert: Wiederholung der Neutralisationsreaktion)</li> <li>- Durchführung und Auswertung der Titration der beiden Reiniger (integriert: Wiederholung stöchiometrisches Rechnen)</li> <li>- Rückbezug auf die Vermutung (HCl-Reiniger enthält mehr Säure als der Essigreiniger)</li> </ul> <p>Überprüfung der Vermutung „Salzsäure ist aggressiver und reagiert stärker mit Kalk“: Vergleich der Kalklösewirkung von Salzsäure und Essigsäure bei gleicher Säurekonzentration</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Experimenteller Vergleich (Lösen einer definierten Menge Kalkgranulat in jeweils der gleichen Menge Salzsäure bzw. Essigsäure gleicher Konzentration und Messen des pH-Werts vor der Reaktion)</li> <li>- Berechnung der erwarteten Kalkabnahme anhand des Anfangs-pH-Wertes</li> <li>- Vergleich der Beobachtungen mit den berechneten Werten</li> </ul>

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		<p>Rückbezug auf die Vermutung (Essigsäure kann die gleiche Menge Kalk lösen wie Salzsäure der gleichen Konzentration, die Reaktion verläuft nur langsamer)</p> <p>Erklärung der Beobachtungen mithilfe des chemischen Gleichgewichts; Einführung der Begriffe starke und schwache Säuren</p> <p>Aufstellung des Massenwirkungsgesetz für Säure-Base-Reaktionen, Ableitung des Zusammenhangs zwischen Gleichgewichtskonstante und pH-Wert, Einführung der p<sub>KS</sub>-Werte zur Charakterisierung der starken und schwachen Säuren</p>
<p><i>Wie lässt sich die Säurekonzentration bzw. Basenkonzentration bestimmen?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• planen hypothesengeleitet Experimente zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4),</li> <li>• bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8). (VB B Z3)</li> </ul>	<p>Vertiefungsaufgabe: Konzentrationsbestimmung von Basen in basischen Reinigern</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- selbständige Planung, Durchführung und Auswertung einer Titration eines basischen Reinigers (z. B. Bestimmung des Natriumhydroxid-Gehalts in Rohrreiniger [5] und/oder des Ammoniak-Gehalts in Fensterreiniger), Fehleranalyse und Beurteilung der Analyseergebnisse hinsichtlich ihrer Aussagekraft</li> <li>- Beurteilung der Reiniger hinsichtlich ihres Gefahrenpotentials</li> </ul>



Sequenzierung: Fragestellungen	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Wie lassen sich saure und alkalische Lösungen entsorgen?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• definieren den Begriff der Reaktionsenthalpie und grenzen diesen von der inneren Energie ab (S3),</li> <li>• erklären im Zusammenhang mit der Neutralisationsreaktion den ersten Hauptsatz der Thermodynamik (Prinzip der Energieerhaltung),</li> <li>• erläutern die Neutralisationsreaktion unter Berücksichtigung der Neutralisationsenthalpie (S3, S12),</li> <li>• bestimmen die Reaktionsenthalpie der Neutralisationsreaktion von starken Säuren mit starken Basen kalorimetrisch und vergleichen das Ergebnis mit Literaturdaten(E5, K1). (MKR 2.1, 2.2)</li> </ul>	<p><b>Kontext: Entsorgung von sauren und basischen Lösungen nach dem Experimentieren</b></p> <p>Einstieg: Sammlung von Vorschlägen zur Entsorgung von stark sauren und stark alkalischen Lösungen nach dem Experimentieren</p> <p>Experimentelle Überprüfung der Lösungsvorschläge</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verdünnen einer halbkonzentrierten Säurelösung, messen der Temperaturerhöhung und des pH-Werts (ggf. als Lehrerdemoexperiment)</li> <li>- Neutralisation einer Salzsäurelösung (<math>c = 1 \text{ mol/l}</math>) mit Natronlauge (<math>c = 1 \text{ mol/l}</math>); messen der Temperaturerhöhung und des pH-Werts (Schülerexperiment)</li> </ul> <p>Bewertung der beiden Methoden, Ableitung von Sicherheitsregeln für die unfallfreie Entsorgung stark saurer und stark alkalischer Lösungen</p> <p>Erklärung des Temperaturanstiegs beim Verdünnen bzw. Neutralisieren der Säurelösungen durch Einführung der Reaktionsenthalpie am Beispiel der Protolysereaktion bzw. der Neutralisationsreaktion [6,7,8]:</p>

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Wiederholung der Begriffe „Energie“, „Energiearten“, „Energieumwandlung“ und „Energieerhaltung“ (Physik SI)</li> <li>- Einführung des Begriffs „System“ (offene, geschlossene und isolierte Systeme)</li> <li>- Definition des Begriffs „innere Energie“ in stofflichen Systemen (Summe aller Energiearten der Stoffportion)</li> <li>- Einführung des 1. Hauptsatzes der Thermodynamik (Satz von der Energieerhaltung)</li> <li>- Einführung des Begriffs „Reaktionsenthalpie“ (Reaktionswärme einer Reaktion bei konstantem Druck); Abgrenzung der Reaktionsenthalpie von der inneren Energie</li> </ul> <p>Vertiefung: Kalorimetrische Messung der Neutralisationsenthalpie für die Neutralisation von Salzsäurelösung (<math>c = 1 \text{ mol/l}</math>) mit Natronlauge (<math>c = 1 \text{ mol/l}</math>); Vergleich der Messergebnisse mit Literaturdaten [9, 10]</p>

**Angegebenes und weiterführendes Material:**

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.didaktik.chemie.uni-rostock.de/storages/uni-rostock/Alle_MNF/Chemie_Didaktik/Forschung/Sekundarstufe_I/7_Reinigungsmittel.pdf">https://www.didaktik.chemie.uni-rostock.de/storages/uni-rostock/Alle MNF/Chemie Didaktik/Forschung/Sekundarstufe I/7. Reinigungsmittel.pdf</a>	<p>Vielfältige Experimente zur Untersuchung von Eigenschaften von sauren und alkalischen Lösungen am Bsp. von Reinigern</p> <p>[Materialien für die S I; [Gefahrstoffpiktogramme, H- und P-Sätze und Sicherheitshinweise müssen (insbesondere für die Schülerhände) an die aktuelle RISU angepasst werden]</p>
2	<a href="https://www.chemieunterricht.de/dc2/haus/">https://www.chemieunterricht.de/dc2/haus/</a>	<p>Vielfältige Experimente zur Untersuchung von Eigenschaften von sauren und alkalischen Lösungen auch am Bsp. von Reinigern</p> <p>[Gefahrstoffpiktogramme, H- und P-Sätze und Sicherheitshinweise müssen (insbesondere für die Schülerhände) an die aktuelle RISU angepasst werden]</p>
3	<a href="https://www.mint-ec.de/fileadmin/content/schriftenreihe_pdfs/neu_Chemie_B_22_ONLINE_c.pdf">https://www.mint-ec.de/fileadmin/content/schriftenreihe_pdfs/neu Chemie B 22 ONLINE c.pdf</a>	<p>Vielfältige Experimente und Unterrichtsmaterialien zur Untersuchung von Eigenschaften von sauren und alkalischen Lösungen (auch am Bsp. von Reinigern), zur Ableitung der pH-Wert-Skala und zum Titrationsverfahren</p> <p>[Materialien für die S I]</p>
4	<a href="https://www.schule-bw.de/faecher-und-schularten/berufliche-bildung/ernaehrungslehre/unterrichtsmaterialien/handreichungen/handreichung_ernaehrung_und_chemie/eingangsklasse/lpe9/lpe0905">https://www.schule-bw.de/faecher-und-schularten/berufliche-bildung/ernaehrungslehre/unterrichtsmaterialien/handreichungen/handreichung_ernaehrung_und_chemie/eingangsklasse/lpe9/lpe0905</a>	<p>Experimentiervorschriften zur Säure-Base-Titration am Beispiel von Salzsäure und Essigsäure einschließlich einer Auswertung von Titrationsergebnissen</p>
5	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6063">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/6063</a>	<p>Material der Uni Göttingen: Verschiedene Titrations u. a. zur Bestimmung des Gehalts an Natriumhydroxid in Rohrreiniger, Experimentiervorschriften mit Auswertung</p>

		[Materialien für die S I]
6	<a href="https://www.vci.de/fonds/downloads-fonds/unterrichtsmaterialien/2020-09-unterrichtsmaterial-chemie-energie-textheft.pdf">https://www.vci.de/fonds/downloads-fonds/unterrichtsmaterialien/2020-09-unterrichtsmaterial-chemie-energie-textheft.pdf</a>	Informationsserie des Fonds der chemischen Industrie „Chemie – Schlüssel zur Energie von morgen“; Grundlagen chemischer Energetik mit Arbeitsblättern, Experimenten und Unterrichtshinweisen
7	<a href="https://www.lpm.uni-sb.de/typo3/index.php?id=1323">https://www.lpm.uni-sb.de/typo3/index.php?id=1323</a>	Bildungsserver Saarland: „Enthalpie und Entropie – Über den Ablauf chemischer Reaktionen“; Überblick und Definition aller wichtigen Fachbegriffe der Thermodynamik,
8	<a href="https://www.sachsen.schule/~gymengel/content/schule/faecher/chemie/material/Zusammenfassung_chem_Energie.pdf">https://www.sachsen.schule/~gymengel/content/schule/faecher/chemie/material/Zusammenfassung_chem_Energie.pdf</a>	Bildungsserver Sachsen: Zusammenfassung zu energetischen Aspekten bei chemischen Reaktionen mit Aufgaben
9	<a href="https://www.chemieunterricht.de/dc2/energie/en-v02.htm">https://www.chemieunterricht.de/dc2/energie/en-v02.htm</a>	Experimentelle Bestimmung der Neutralisationswärme; Versuchsvorschrift und Auswertung, Berechnung der Neutralisationsenthalpie aus der Neutralisationswärme
10	<a href="https://www.teachershelper.de/experiments/g-temp/pdf-11-ma/g06.pdf">https://www.teachershelper.de/experiments/g-temp/pdf-11-ma/g06.pdf</a>	Arbeitskreis Kappenberg: Versuchsvorschrift zur experimentellen Bestimmung der Neutralisationsenthalpie am Beispiel der Neutralisation von Salzsäure und Natronlauge einschließlich Auswertung der Messdaten

## Q1 Unterrichtsvorhaben II

**Kontext: Salze-hilfreich und lebensnotwendig**

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):** Basiskonzept Donator-Akzeptor Basiskonzept Energie

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

- Phänomene und Sachverhalte im Zusammenhang mit Theorien, übergeordneten Prinzipien und Gesetzen der Chemie beschreiben und erläutern (S1) • chemische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren (S3)
- Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen natürlichen bzw. technischen Vorgängen auf der Grundlage eines gut vernetzten chemischen Wissens erschließen und aufzeigen. (S4)

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

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

Kompetenzbereich Kommunikation:

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

Kompetenzbereich Bewertung:

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

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

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brønsted, Säure-/Base-Konstanten ( $K_S$ ,  $pK_S$ ,  $K_B$ ,  $pK_B$ ), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz ( $K_c$ ), pH-Wert-Berechnungen wässriger Lösungen von starken Säuren und starken Basen
- analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion,

Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen von starken Säuren und starken Basen (mit Umschlagspunkt)

- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisationsenthalpie, Kalorimetrie
  - Ionengitter, Ionenbindung

## Beispiel für ein konkretisiertes Unterrichtsvorhaben

### QUALIFIKATIONSPHASE I GRUNDKURS – UNTERRICHTSVORHABEN II

<p><b>Q1 UV II: Salze – hilfreich und lebensnotwendig!</b></p> <p><b>Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren</b></p> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 10 Unterrichtsstunden à 60 Minuten</p>	<p><b>Fachschaftsinterne Absprachen:</b></p> <p><b>Schwerpunkte:</b> Bewertung (Beurteilung grundlegender Aspekte zu Gefahren und Sicherheit in Labor und Alltag und Ableitung von Handlungsoptionen)</p> <p><b>Vernetzung</b> - Q1 UV I (Saure und basische Reiniger im Haushalt)</p>
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen von starken Säuren und starken Basen (mit Umschlagspunkt)</li><li>- Ionengitter, Ionenbindung</li></ul> <p><b>Übergeordnete Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- S12</li><li>- E5</li><li>- K8</li><li>- B3, B8, B11</li></ul>	<p><b>Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <p>Chemische Reaktion: Sowohl das Donator-Akzeptor-Prinzip als auch das Konzept des chemischen Gleichgewichts werden durch Protolysereaktionen nach Brønsted vertieft und über das Massenwirkungsgesetz quantifiziert. Neutralisationsreaktionen werden unter Anwendung eines Titrationsverfahrens zur quantitativen Bestimmung von Säuren und Basen sowie charakteristische Nachweisreaktionen für die Identifizierung ausgewählter Ionen genutzt.</p>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
<p><i>Welche Stoffeigenschaften sind verantwortlich für die vielfältige Nutzung verschiedener Salzen?</i></p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• weisen ausgewählte Ionensorten (Halogenid-Ionen, Ammonium-Ionen, Carbonat-Ionen) salzartiger Verbindungen qualitativ nach (E5),</li> <li>• beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren, Basen und Salzen als Inhaltsstoffe in Alltagsprodukten und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab (B8, B11, K8), (VB B Z3, Z6)</li> <li>• bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8). (VB B Z3)</li> </ul>	<p><b>Kontext: Salze in Nahrungsmitteln</b></p> <p>Diagnose des Vorwissens aus der SI</p> <p>Einstieg: Materialecken zu Salzen in Lebensmitteln/Nahrungsergänzungsmitteln (z. B. iodiertes und/oder fluoridiertes Speisesalz, Pökelsalz, Backtriebmittel (Hirschhornsalz, Natron), ggf. Calcium-Magnesium-Präparate, Iodtabletten, ...); Sammlung von Fragen</p> <p>Binnendifferenziertes Praktikum zu den Eigenschaften von Salzen [1, 2, 3, 4] und ausgewählten Nachweisreaktionen der verschiedenen Ionen in den Salzen [5] zur Wiederholung und Vertiefung des SI-Wissens</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Leitfähigkeit von Salzkristallen, Salzschnmelzen, Salzlösungen</li> <li>- Schmelztemperaturen von Salzen</li> <li>- Kristallbildung, Kristallformen</li> <li>- Sprödigkeit von Salzen</li> <li>- Nachweisreaktionen ausgewählter Alkali- und Erdalkalimetall-Ionen anhand der Flammenfärbung (Natrium-, Kalium-, Calcium-Ionen)</li> <li>- Nachweisreaktionen ausgewählter Halogenid-Ionen mithilfe von Fällungsreaktionen mit Silbernitrat (Chlorid- und Iodid-Ionen)</li> </ul>



Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
		<p>- Nachweisreaktionen mithilfe von Teststäbchen bzw. Test-Kits (z. B. Ammonium-, Nitrat-, und Carbonat-Ionen)</p> <p>Arbeitsteilige Recherche zur Verwendung, Wirksamkeit und der möglichen Gefahren der verschiedenen Salze; Kurzpräsentationen der Rechercheergebnisse</p> <p>Kritische Reflexion von Salzen in Alltagsbezügen, z.B. Einsatz von Nitrit-Pökelsalz zur Haltbarmachung von Wurstwaren, Stickstoffdünger; Pro- und Contra-Diskussion</p>
<p><i>Lässt sich die Lösungswärme von Salzen sinnvoll nutzen?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• deuten endotherme und exotherme Lösungsvorgänge bei Salzen unter Berücksichtigung der Gitter-, Bindungs- und Solvatationsenergie (S12, K8).</li> </ul>	<p><b>Kontext: Selbst erhitzende Verpackungen dank Salze</b></p> <p>Einstieg: Pressemitteilung der „Interpack“ Düsseldorf [6], alternativ Werbung für selbsterhitzende Fertiggerichte oder Getränke</p> <p>Recherche zur Funktionsweise der selbsterhitzenden Verpackungen [7] (Stichwort für Suchmaschinen: selbsterhitzende Lebensmittelverpackungen oder Mahlzeiten)</p> <p>Experimentelle Untersuchung der Lösungswärme verschiedener Salze (z. B. Kaliumchlorid, Kaliumnitrat, Natriumchlorid, Calciumchlorid) zur Beurteilung der Eignung für den Einsatz in einer selbsterhitzenden Verpackung [8]</p>

<b>Sequenzierung: Fragestellungen</b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
		<p>Auswertung der Experimente, Erklärung der gemessenen Temperaturänderungen; Deutung über Gitter und Solvatationsenergie [8,9]</p> <p>Überprüfungsaufgabe: begründete Konzeption eines kühlenden Getränkebechers, experimentelle Überprüfung der Konzeption</p> <p>Beurteilung der Verwendung selbsterhitzender Verpackungen: Sammlung von Pro- und Contra-Argumenten; Ableitung von Handlungsoptionen für die Nutzung selbsterhitzender Verpackungen</p> <p>Alternativ:</p> <p>Beurteilung der Verwendung selbsterhitzender Verpackungen anhand der Auswertung von Foreneinträgen</p>

### Angegebenes und weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www.chemieunterricht.de/dc2/haus/salze.htm">https://www.chemieunterricht.de/dc2/haus/salze.htm</a>	Vielfältige Experimente zu Salzen (Eigenschaften, Verwendung, Herstellung) in unterschiedlichen Kontexten  [Gefahrstoffpiktogramme, H- und P-Sätze und Sicherheitshinweise müssen (insbesondere für die Schülerhände) an die aktuelle RISU angepasst werden]
2	<a href="https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/chemie/gym/bp2016/fb6/2_kl9/1_salze/2_lb2/02a_lernbox_salzeigenschaften.pdf#page=2">https://lehrerfortbildung-bw.de/u_matnatech/chemie/gym/bp2016/fb6/2_kl9/1_salze/2_lb2/02a_lernbox_salzeigenschaften.pdf#page=2</a>	Unterrichtsmaterial der Lehrerfortbildung Baden-Württemberg zu Salzen und ihren Eigenschaften einschließlich der Erklärungen der Salzeigenschaften auf Teilchenebene  [Material für die SI]
3	<a href="https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5864">https://www.schulentwicklung.nrw.de/materialdatenbank/material/view/5864</a>	Lernleiter Ionen und Salze: Umfangreiches Unterrichtsmaterial zur Erarbeitung der Ionenbildung und -bindung einschließlich der Eigenschaften von Salzen; Material sehr gut für heterogenen Lerngruppen geeignet;  [Material für die SI]
4	<a href="https://www.leifichemie.de/anorganische-chemie/salze/grundwissen/eigenschaften-von-salzen">https://www.leifichemie.de/anorganische-chemie/salze/grundwissen/eigenschaften-von-salzen</a>	Erklärung der Salzeigenschaften auf Teilchenebene einschließlich passender Experimente  [Material für die SI]
5	<a href="https://educhimie.script.lu/sites/default/files/inline-files/3%20-%20Ionennachweise%20-%20VE.pdf">https://educhimie.script.lu/sites/default/files/inline-files/3%20-%20Ionennachweise%20-%20VE.pdf</a>	Versuchsskript mit Nachweisreaktionen für Kationen und Anionen verschiedener Salze (einschließlich eines Nitratnachweises mit Teststäbchen)

6	<a href="https://www.interpack.de/de/Entdecken/TightlyPacked_Magazin/NAHRUNGSMITTEL/News/Warm_auf_Knopfdruck">https://www.interpack.de/de/Entdecken/TightlyPacked_Magazin/NAHRUNGSMITTEL/News/Warm_auf_Knopfdruck</a>	Pressemitteilung der Interpack (Messe für Verpackungen in Düsseldorf) zu selbsterhitzenden Verpackungen (Werbebeispiel dient lediglich als Einstieg)
7	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=pAquMQTONkg">https://www.youtube.com/watch?v=pAquMQTONkg</a>	Werbung der amerikanischen Firma „Hillside“: trotz Werbung sinnvoll, da das Video den Aufbau und die Funktion von selbsterhitzenden Verpackungen zeigt (englischsprachig)
8	<a href="https://www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&amp;mod=contentText&amp;action=attempt&amp;courseId=37&amp;unitId=120&amp;contentId=523">https://www.lncu.de/index.php?cmd=courseManager&amp;mod=contentText&amp;action=attempt&amp;courseId=37&amp;unitId=120&amp;contentId=523</a>	Unterrichtsmaterial der Seite <i>Lebensnaher Chemieunterricht</i> : Lernaufgabe zum Hotpot zur Untersuchung energetischer Aspekte des Lösevorganges auch auf Teilchenebene
9	<a href="https://www.pflb-journal.de/index.php/pflb/article/view/3305/3458">https://www.pflb-journal.de/index.php/pflb/article/view/3305/3458</a>	Artikel aus der Zeitschrift „Zeitschrift für Schul- und Professionsentwicklung: Cornelia Stiller, Gabriele Beyer-Sehlmeyer, Gudrun Friedrich, Andreas Stockey& Tobias Allmers: Lösungswärme energetisch betrachtet: Ein Schülerexperiment zur Bestimmung der konzentrationsabhängigen Lösungsenthalpie beim Lösen verschiedener Salze

## Q1 Unterrichtsvorhaben III (Achtung alt)

**Kontext:** Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):** Basiskonzept Donator-Akzeptor Basiskonzept Energie

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können:

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

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

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

- Modelle entwickeln sowie mithilfe von theoretischen Modellen, mathematischen Modellierungen, Gedankenexperimenten und Simulationen chemische Prozesse erklären oder vorhersagen (E6)
- bedeutende naturwissenschaftliche Prinzipien reflektieren sowie Veränderungen in Denk- und Arbeitsweisen in ihrer historischen und kulturellen Entwicklung darstellen (E7)
- \*selbstständig in unterschiedlichen Kontexten chemische Probleme identifizieren, analysieren und in Form chemischer Fragestellungen präzisieren (E1)
- \*Daten/Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder auch mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern (E5)

Kompetenzbereich Kommunikation:

- bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden (K1)
- sich mit anderen über chemische Sachverhalte und Erkenntnisse kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen (K4).
- \*zu chemischen und anwendungsbezogenen Fragestellungen relevante Informationen und Daten in verschiedenen Quellen, auch in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen, recherchieren, auswerten und vergleichend beurteilen (K2)

Kompetenzbereich Bewertung:

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

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

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

**Inhaltsfeld:** Elektrochemie

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Brennstoffzelle
- Elektrochemische Gewinnung von Stoffen (Elektrolyse)
- Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse

<b>Kontext:</b> Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle ALT			
<b>Inhaltsfeld:</b> Elektrochemie			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrochemische Gewinnung von Stoffen</li> <li>• Mobile Energiequellen</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> ca. 10 Stunden à 60 Minuten		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF2 Auswahl</li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• E7 Vernetzung</li> <li>• K1 Dokumentation</li> <li>• K4 Argumentation</li> <li>• B1 Kriterien</li> <li>• B3 Werte und Normen</li> </ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> Basiskonzept Donator-Akzeptor Basiskonzept Energie	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b>  Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Verbindliche Absprachen</b>  <b>Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>
<b>Woher bekommt das Brennstoffzellen-Auto den Wasserstoff, seinen Brennstoff?</b>		<b>Bild</b> eines mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzellenautos oder Einsatz einer <b>Filmsequenz</b> zum Betrieb eines mit Wasserstoff betriebenen Brennstoffzellenautos	Aufriss der Unterrichtsreihe:  Sammlung von Möglichkeiten zum Betrieb eines Automobils: Verbrennungsmotoren (Benzin,

<p>Elektrolyse</p> <p>Zersetzungsspannung</p> <p>Überspannung</p>	<p>beschreiben und erklären Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3).</p> <p>deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen einer galvanischen Zelle (UF4).</p> <p>erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2).</p> <p>erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7).</p>	<p><b>Demonstrationsexperiment</b> zur Elektrolyse von angesäuertem Wasser</p> <p><b>Beschreibung und Deutung der Versuchsbeobachtungen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redoxreaktion</li> <li>- endotherme Reaktion</li> <li>- Einsatz von elektrischer Energie: <math>W = U \cdot I \cdot t</math></li> </ul> <p><b>Schüler- oder Lehrerexperiment</b> zur Zersetzungsspannung</p> <p>Die Zersetzungsspannung ergibt sich aus der Differenz der Abscheidungspotentiale. Das Abscheidungspotential an einer Elektrode ergibt sich aus der Summe des Redoxpotentials und dem Überpotential.</p>	<p>Diesel, Erdgas), Alternativen: Akkumulator, Brennstoffzelle</p> <p>Beschreibung und Auswertung des Experimentes mit der intensiven Anwendung der Fachbegriffe: Pluspol, Minuspol, Anode, Kathode, Oxidation, Reduktion</p> <p>Fokussierung auf den energetischen Aspekt der Elektrolyse</p> <p>Ermittlung der Zersetzungsspannung durch Ablesen der Spannung, bei der die Elektrolyse deutlich abläuft (Keine Stromstärke-Spannungskurve)</p>
<p><b>Wie viel elektrische Energie benötigt man zur</b></p>	<p>erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und</p>	<p><b>Schülerexperimente oder Lehrerdemonstrationsexperimente</b> zur</p>	<p>Schwerpunkte: Planung (bei leistungsstärkeren Gruppen Hypothesenbildung), tabellarische und grafische</p>



<p><b>Gewinnung einer Wasserstoffportion?</b></p> <p>Quantitative Elektrolyse Faraday-Gesetze</p>	<p>Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2).</p> <p>dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1).</p>	<p>Untersuchung der Elektrolyse in Abhängigkeit von der Stromstärke und der Zeit.</p> <p>Formulierung der Gesetzmäßigkeit: <math>n \sim I \cdot t</math></p> <p><b>Lehrervortrag</b></p> <p>Formulierung der Faraday-Gesetze / des Faraday-Gesetzes</p> <p>Beispiele zur Verdeutlichung der Berücksichtigung der Ionenladung</p> <p>Einführung der Faraday-Konstante, Formulierung des 2. Faraday'schen Gesetzes</p> <p><b>Aufgabenstellung zur Gewinnung von Wasserstoff und Umgang mit</b></p>	<p>Auswertung mit einem <i>Tabellenkalkulationsprogramm</i></p> <p>Vorgabe des molaren Volumens <math>V_m = 24 \text{ L/mol}</math> bei Zimmertemperatur und 1013 hPa</p> <p>Differenzierende Formulierungen: Zur Oxidation bzw. Reduktion von 1 mol z-fach negativ bzw. positiv geladener Ionen ist eine Ladungsmenge <math>Q = z \cdot 96485 \text{ A}\cdot\text{s}</math> notwendig. Für Lernende, die sich mit Größen leichter tun: <math>Q = n \cdot z \cdot F</math>; <math>F = 96485 \text{ A}\cdot\text{s}\cdot\text{mol}^{-1}</math></p> <p>Zunächst Einzelarbeit, dann Partner- oder Gruppenarbeit;</p> <p>Hilfekarten mit Angaben auf unterschiedlichem Niveau, Lehrkraft wirkt als Lernhelfer.</p> <p>Anwendung des Faraday'schen Gesetzes und Umgang mit <math>W = U \cdot I \cdot t</math></p>
---	---	--	--

	<p>erläutern und beurteilen die elektrolytische Gewinnung eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B3).</p>	<p><b>Größengleichungen</b> zur Berechnung der elektrischen Energie, die zur Gewinnung von z.B. 1 m<sup>3</sup> Wasserstoff notwendig ist.</p> <p>Zunächst eine Grundaufgabe; Vertiefung und Differenzierung mithilfe weiterer Aufgaben</p> <p><b>Diskussion:</b> Wasserstoffgewinnung unter ökologischen und ökonomischen Aspekten</p>	<p>Kritische Auseinandersetzung mit der Gewinnung der elektrischen Energie (Kohlekraftwerk, durch eine Windkraft- oder Solarzellenanlage)</p>
<p><b>Wie funktioniert eine Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle?</b></p> <p>Aufbau einer Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle</p> <p>Vergleich einer Brennstoffzelle mit einer Batterie und einem Akkumulator</p>	<p>erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6).</p> <p>stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3).</p>	<p><b>Beschreibung und Erläuterung einer schematischen Darstellung</b> einer Polymermembran-Brennstoffzelle</p> <p>Spannung eines Brennstoffzellen-Stapels (Stacks)</p> <p>Herausarbeitung der Redoxreaktionen</p>	<p>Einsatz der schuleigenen PEM-Zelle und schematische Darstellung des Aufbaus der Zelle; sichere Anwendung der Fachbegriffe: Pluspol, Minuspol, Anode, Kathode, Oxidation, Reduktion</p> <p>Vergleich der theoretischen Spannung mit der in der Praxis erreichten Spannung</p>

<p><b>Antrieb eines Kraftfahrzeugs heute und in der Zukunft</b></p> <p>Vergleich einer Brennstoffzelle mit einer Batterie und einem Akkumulator</p> <p>Verbrennung von Kohlenwasserstoffen, Ethanol/Methanol, Wasserstoff</p>	<p>argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4).</p> <p>vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle) (B1).</p>	<p><b>Expertendiskussion</b> zur vergleichenden Betrachtung von verschiedenen Brennstoffen (Benzin, Diesel, Erdgas) und Energiespeichersystemen (Akkumulatoren, Brennstoffzellen) eines Kraftfahrzeuges</p> <p><u>mögliche Aspekte:</u> Gewinnung der Brennstoffe, Akkumulatoren, Brennstoffzellen, Reichweite mit einer Tankfüllung bzw. Ladung, Anschaffungskosten, Betriebskosten, Umweltbelastung</p>	<p>Die Expertendiskussion wird durch Rechercheaufgaben in Form von Hausaufgaben vorbereitet.</p> <p>Fakultativ:</p> <p>Es kann auch darauf eingegangen werden, dass der Wasserstoff z.B. aus Erdgas gewonnen werden kann.</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstüberprüfung zum Umgang mit Begriffen und Größen zur Energie und Elektrizitätslehre und zu den Grundlagen der vorangegangenen Unterrichtsreihe (galvanische Zelle, Spannungsreihe, Redoxreaktionen)</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schriftliche Übung zu den Faraday-Gesetzen / zum Faraday-Gesetz, Auswertung von Experimenten, Diskussionsbeiträge</li> <li>• Klausuren/ Facharbeit ...</li> </ul>			
<p><b>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</b></p> <p>Interessant ist die Abbildung von einem Brennstoffzellen-Bus mit Beschriftung, die z.B. auf „Null-Emissionen“ hinweist, z.B. <a href="http://www.brennstoffzellenbus.de/bus/">http://www.brennstoffzellenbus.de/bus/</a>.</p> <p>Im Internet sind auch animierte Darstellungen zu den chemischen Reaktionen, in vereinfachter Form, in einer Brennstoffzelle zu finden, z.B. <a href="http://www.brennstoffzellenbus.de/bzelle/index.html">http://www.brennstoffzellenbus.de/bzelle/index.html</a>.</p> <p>Die Chance der Energiespeicherung durch die Wasserstoffgewinnung mithilfe der Nutzung überschüssigen elektrischen Stroms aus Solar- und Windkraftanlagen wird dargestellt in <a href="http://www.siemens.com/innovation/apps/pof_microsite/pof-spring-2012/html_de/elektrolyse.html">http://www.siemens.com/innovation/apps/pof_microsite/pof-spring-2012/html_de/elektrolyse.html</a>.</p>			

Ein Vergleich der alkalischen Elektrolyse und der der Elektrolyse mit einer PEM-Zelle wird ausführlich beschrieben in [http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Workshopbaende/ws2007/ws2007\\_07.pdf](http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Workshopbaende/ws2007/ws2007_07.pdf).

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

## Q1 Unterrichtsvorhaben IV

**Kontext:** Wasserstoff-Brennstoff der Zukunft

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):** Basiskonzept Donator-Akzeptor Basiskonzept

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Schülerinnen und Schüler können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

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

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

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

Kompetenzbereich Kommunikation:

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

Kompetenzbereich Bewertung:

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

**Inhaltsfeld:** Elektrochemie

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen
- Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung
- Elektrolyse
- alternative Energieträger
- Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz
- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, heterogene Katalyse

## Beispiel für ein konkretisiertes Unterrichtsvorhaben

### QUALIFIKATIONSPHASE GRUNKURS – UNTERRICHTSVORHABEN IV

<p><b>Q1 UV IV: Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft?</b></p> <p><b>Inhaltsfeld: Elektrochemische Prozesse und Energetik</b></p> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 15 Unterrichtsstunden à 60 Minuten</p>	<p><b>Fachschaftsinterne Absprachen:</b></p> <p><b>Schwerpunkte:</b></p> <p>Erkenntnisprozesse und Ergebnisse interpretieren und reflektieren</p> <p><b>Vernetzung</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Q1 UV I (Saure und basische Reiniger im Haushalt)</li><li>- Q1 UV III (Mobile Energieträger im Vergleich)</li></ul>
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Elektrolyse</li><li>- alternative Energieträger</li><li>- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, heterogene Katalyse</li></ul> <p><b>Übergeordnete Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- S3, S7, S8, S 10, S12, S17</li><li>- E4, E7, E8, E11</li><li>- K3, K8, K9, K11, K12</li><li>- B2, B4</li></ul>	<p><b>Ausgewählte Beiträge zu den Basiskonzepten:</b></p> <p>Chemische Reaktion:</p> <p>Das Konzept des chemischen Gleichgewichts wird durch die Betrachtung von Redoxgleichgewichten vertieft. Das Donator-Akzeptor-Prinzip wird anhand von Elektronenübertragungsreaktionen konkretisiert und für die Erklärung elektrochemischer Prozesse herangezogen.</p> <p>Energie:</p> <p>Durch die energetische Betrachtung von Redoxreaktionen wird der Energieerhaltungssatz konkretisiert. Das Energiekonzept wird durch den Begriff der Standardbildungsenthalpie unter Beachtung des Satzes von Hess erweitert. Die Katalyse wird im Zusammenhang mit der Brennstoffzelle als heterogene Katalyse erweitert.</p>

<b>Sequenzierung:</b> <i>Fragestellungen</i>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
---	---	--

<p><i>Wie viel Energie wird bei der Verbrennungsreaktion verschiedener Energieträger freigesetzt?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• interpretieren energetische Erscheinungen bei Redoxreaktionen auf die Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit (S3, E11),</li> <li>• ermitteln auch rechnerisch die Standardreaktionsenthalpien ausgewählter Redoxreaktionen unter Anwendung des Satzes von Hess (E4, E7, S17, K2).</li> </ul>	<p><b>Kontext: Autoantriebe der Zukunft</b></p> <p>Einstieg: „Autokauf“: Entwicklung von Kriterien für den Autokauf; Unterrichtsgang (z.B. Autohäuser, ADAC, Verbraucherberatung) oder digital [2] zur Informationsrecherche zu Wasserstoff, Erdgas, Autogas, Benzin und Diesel als Treibstoff (Elektroantriebe wurden im vorangegangenen UV betrachtet!)</p> <p>(mögliche Ergänzung: Dokumentation Die Zukunft der Autos – Aufbruch ins Elektrozeitalter? [1])</p> <p>Treibstoffe unter der chemischen Lupe:      Untersuchen der Verbrennungsreaktionen von Erdgas, Autogas, Wasserstoff, Benzin (Heptan) und Diesel (Heizöl):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nachweis der Verbrennungsprodukte z. B. [3]</li> <li>- Redoxreaktionen aufstellen und quantifizieren (Wdh. Oxidationszahlen, Ausbeuteberechnung)</li> <li>- energetische Betrachtung der Redoxreaktionen (Grundlagen der chemischen Energetik: Prozessgrößen, Enthalpie, Kalorimetrie, Brennwert, Heizwert) [4]</li> <li>- Ermittlung der Reaktionsenthalpie, (Standard-) Reaktionsenthalpie und (Standard-) Verbrennungsenthalpie an einem Beispiel experimentell [5-9]</li> <li>- Anwendung des Satzes von Hess zur Berechnung der Verbrennungsenthalpie von Autogas, Erdgas, Benzin, Diesel und Wasserstoff [4]</li> </ul>
---	--	---



<b>Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i></b>	<b>Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler	<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen</b>
		mögliche Differenzierung des Kontextes: Wie heizen wir in der Zukunft? Ein Vergleich von Holz-, Erdgas-, Heizöl-, Brennstoffzellenheizung und Wärmepumpen

<p><i>Wie funktioniert die Wasserstoffverbrennung in der Brennstoffzelle?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen und möglicher Zellspannungen (S10, S12, K9),</li> <li>• erklären am Beispiel einer Brennstoffzelle die Funktion der heterogenen Katalyse unter Verwendung geeigneter Medien (S8, S12, K11), <b>(MKR 1.2)</b></li> <li>• erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S12, K8),</li> </ul>	<p><u>Wasserstoff als Autoantrieb: Verbrennungsreaktion in der Brennstoffzelle</u></p> <p>Demonstrationsversuch: Knallgasreaktion mit und ohne Katalysator [10]</p> <p>Erarbeitung der Funktion der heterogenen Katalyse auch auf energetischer Ebene [9] mit Modellanimation [10]</p> <p>Möglicher Exkurs: Das Döbereiner Feuerzeug [11]</p> <p>Versuch: Betrieb einer Brennstoffzelle [z.B. 12]</p> <p>Erarbeitung/ Auswertung: Aufbau und Funktion der Brennstoffzelle [12,13,14]; Energetische und stoffliche Betrachtung der Verbrennung von Wasserstoff in der PEM-Brennstoffzelle [13] unter Berücksichtigung des Aufbaus (Membran) und der Funktion des Katalysators</p> <p>Schülerversuch: Bestimmung des energetischen Wirkungsgrad der PEM- Brennstoffzelle z.B. [15]</p> <p><u>Wie wird der Wasserstoff gewonnen?</u></p> <p>Versuch: Elektrolyse von Wasser z. B. [9]</p> <p>Energetische und stoffliche Betrachtung der Elektrolyse von Wasser [15-17]</p> <p>Mögliche Differenzierung: Einfluss des Katalysator auf die Effizienz der Wasserelektrolyse [17]</p>
---	---	---

Sequenzierung: <i>Fragestellungen</i>	Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen
<p><i>Welche Vor- und Nachteile hat die Verwendung der verschiedenen Energieträger?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bewerten die Verbrennung fossiler Energieträger und elektrochemischer Energiewandler hinsichtlich der Effizienz und Nachhaltigkeit auch mithilfe von recherchierten thermodynamischen Daten (B2, B4, E8, K3, K12), (VB D Z1, Z3)</li> </ul>	<p>Internetrecherche mit festgelegter Linkliste, die auch eine Beurteilung der Quellen möglich macht [18-24] und Berechnung zu verschiedenen Antriebstechniken (u. a. Berechnung des Energiewirkungsgrads [15]) auch unter Einbeziehung der Ergebnisse des Elektroantriebs aus dem vorangegangenen UV [5,7,18-21].</p> <p>Podiumsdiskussion zum Einsatz der verschiedenen Energieträger im Auto mit Blick auf eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität mit festgelegten Positionen / Verfassen eines Beratungstextes (Blogeintrag) für den Autokauf mit Blick auf eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität.</p>

### Angegebenes und weiterführendes Material:

Nr.	URL / Quellenangabe	Kurzbeschreibung des Inhalts / der Quelle
1	<a href="https://www1.wdr.de/mediathek/video-die-zukunft-der-autos--aufbruch-ins-elektrozeitalter-100.html">https://www1.wdr.de/mediathek/video-die-zukunft-der-autos--aufbruch-ins-elektrozeitalter-100.html</a>	<p>Dieser Film von Planet Wissen (24.09.2020) gibt ausgehend von einem historischen Rückblick zur Automobilentwicklung einen Überblick über Perspektiven der Antriebsentwicklung der Zukunft: Plug-in-Hybrid, Brennstoffzelle, Elektroantrieb, synthetische Kraftstoffe. Die 60minütige Sendung integriert vier Dokumentationen: „Die Zukunft der Autos – Aufbruch ins Elektrozeitalter?“, „Ein neues Auto – aber welches?“, „E-Mobil – Ökobilanz“ und „CO2-neutrale Treibstoffe – Ersatz für Diesel und Benzin“.</p>
2	<a href="https://www.alternativmobil.info/alternative-antriebe/vergleich-alternative-antriebe">https://www.alternativmobil.info/alternative-antriebe/vergleich-alternative-antriebe</a>	<p>Mit dem Tool <i>Vergleich alternative Antriebe</i> der DENA kann man spielerisch Reichweite, anfallende Emissionen sowie zu erwartende Kosten von alternativen Antrieben und konventionellen Antrieben miteinander vergleichen.</p>
3	<a href="https://www.experimentas.de/">https://www.experimentas.de/</a>	<p>Experimentas ist eine Sammlung von Experimenten für den schulischen Chemieunterricht. Detailliertere Informationen zum jeweiligen Experiment können über einen Klick auf dessen Namen eingesehen werden. Mit dem PDF-Icon ganz links kann direkt eine Vorlage für die eigene Gefährdungsbeurteilung als PDF-Datei geöffnet und heruntergeladen werden. In dieser Sammlung finden sich mehrere Experimente zum Nachweis der Verbrennungsprodukte und zur Elektrolyse von Wasser.</p>
4	<a href="https://www.chemieunterricht.de/dc2/energie/enthal-verbr.htm">https://www.chemieunterricht.de/dc2/energie/enthal-verbr.htm</a>	<p>Diese Internetseiten bieten viele Informationen zur energetischen Betrachtung von chemischen Reaktionen. Besonders relevant ist hier die Unterscheidung von Reaktions- und Verbrennungsenthalpien und die Anwendung des Satzes von Hess.</p>
5	<p>T. Grofe &amp; I. Rubner. (2018). Die Energieträger Wasserstoff, Erdgas und Autogas im Vergleich Teil 1. CHEMKON 8. 317-323.</p>	<p>In diesem Artikel wird eine vergleichende Untersuchung der drei Energieträger Wasserstoff, Erdgas und Autogas hinsichtlich ihrer Verbrennungsenthalpie mit einfachen Schülerexperimenten vorgestellt. Dabei werden die massenbezogene und die volumenbezogene bzw. stoffmengenbezogene Energiedichte in den Blick genommen, die sich jeweils unterscheiden. Die Experimente sind mit sehr einfachen Mitteln durchführbar und eignen sich als Schülerübung sowie als Demonstrationsversuche.</p>

6	<a href="https://www.magmed.de/cm4all/uproc.php/0/PDF_Dokumente/Experimente/Ergaenzung%20zum%20CHEMKON-Artikel.pdf?cdp=a&amp;=1694917755">https://www.magmed.de/cm4all/uproc.php/0/PDF_Dokumente/Experimente/Ergaenzung%20zum%20CHEMKON-Artikel.pdf?cdp=a&amp;=1694917755</a>	Diese Internetseite beinhaltet die online-Ergänzung zum CHEMKON-Artikel [5]. Die im Artikel beschriebenen Versuche werden hier durch Fotos und Diagramme ergänzt.
7	T. Grofe & I. Rubner. (2020). Die Energieträger Wasserstoff, Erdgas und Autogas im Vergleich Teil II. CHEMKON 7. 276-281.	In diesem Artikel werden die Energieträger Wasserstoff, Erdgas und Autogas anhand von einfachen Schulexperimenten hinsichtlich ihrer Verbrennungsenthalpie untersucht.
8	<a href="https://www.magmed.de/cm4all/uproc.php/0/PDF_Dokumente/Experimente/Online-Ergaenzungen%20zum%20Chemkon-Artikel%20II.pdf?cdp=a&amp;=1722c1c32a8">https://www.magmed.de/cm4all/uproc.php/0/PDF_Dokumente/Experimente/Online-Ergaenzungen%20zum%20Chemkon-Artikel%20II.pdf?cdp=a&amp;=1722c1c32a8</a>  <a href="https://www.magmed.de/cm4all/uproc.php/0/PDF_Dokumente/Experimente/Bilderbuch%20der%20Versuchsaufbauten%20und%20Messergebnisse%20CHEMKON%207-2021.pdf?cdp=a&amp;=17cf5014a78">https://www.magmed.de/cm4all/uproc.php/0/PDF_Dokumente/Experimente/Bilderbuch%20der%20Versuchsaufbauten%20und%20Messergebnisse%20CHEMKON%207-2021.pdf?cdp=a&amp;=17cf5014a78</a>	Diese Internetseite beinhaltet die online-Ergänzung zum CHEMKON-Artikel [7]. Die im Artikel beschriebenen Versuche werden hier durch Fotos, weitere Hinweise und Diagramme ergänzt.
9	<a href="https://chemie.osz-biv.de/2012-13/ch22013/katalyse.html">https://chemie.osz-biv.de/2012-13/ch22013/katalyse.html</a>	Versuchsbeschreibung und Filme der Versuche zur Katalyse der Knallgasreaktion.
10	<a href="https://static.klett.de/software/shockwave/prisma_chemie_ol/p_c_pc02an310/index.html">https://static.klett.de/software/shockwave/prisma_chemie_ol/p_c_pc02an310/index.html</a>	Hier findet sich ein interaktives Experiment und eine Modellanimation zur Katalyse am Beispiel der mit Platin katalysierten Knallgasreaktion.

11	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=izTLbwKGDcw">https://www.youtube.com/watch?v=izTLbwKGDcw</a>	Ein Erklärfilm des Deutschen Museums zur Katalyse im Döbereiner Feuerzeug. Hier wird in 180 Minuten der Aufbau und die Funktion des Döbereiner Feuerzeugs erklärt.
12	<a href="https://www.vci.de/fonds/downloads-fonds/unterrichtsmaterialien/2020-09-unterrichtsmaterial-chemie-energie-textheft.pdf">https://www.vci.de/fonds/downloads-fonds/unterrichtsmaterialien/2020-09-unterrichtsmaterial-chemie-energie-textheft.pdf</a>	Informationsserie des Fonds der chemischen Industrie „Chemie – Schlüssel zur Energie von morgen“; Grundlagen chemischer Energetik mit Arbeitsblättern, Experimenten und Unterrichtshinweisen
13	<a href="https://www.planet-schule.de/sf/multimedia-interaktive-animationen-detail.php?projekt=brennstoffzelle">https://www.planet-schule.de/sf/multimedia-interaktive-animationen-detail.php?projekt=brennstoffzelle</a>	Diese Internetseite beinhaltet eine interaktive Animation zur Funktion der Brennstoffzelle. Weitere Informationen und Veranschaulichungen zu dem Aufbau, der Funktion, der Thermodynamik und der Leistung einer PEM-Brennstoffzelle lassen sich auch auf der Internetseite <a href="http://www.pemfc.de/pemfc.html">www.pemfc.de/pemfc.html</a> finden. Urheber des Angebots ist Dr. Alexander Kabza, am Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) in Ulm verantwortlich für das Fachgebiet Brennstoffzellen-Systeme ist.
14	<a href="https://www.max-wissen.de/max-hefte/techmax-16-brennstoffzelle/">https://www.max-wissen.de/max-hefte/techmax-16-brennstoffzelle/</a>	In diesem Techmax-Heft zur Brennstoffzelle wird die Entwicklung der Brennstoffzelle, vorrangig der PEM-Zelle vom 18. Jhd. 6 bis heute dargestellt. Dabei wird auch auf die Nafion-Membran eingegangen. Des Weiteren finden sich Links zu Aufgabensammlungen, dem Vergleich zwischen verschiedener Antriebe, Experimente zu Brennstoffzellen und weitere Materialien der Wasserstofftechnologie, sowie Links zu mehreren Erklärfilmen.
15	<a href="https://www.hydrogeit-verlag.de/wp-content/uploads/2019/04/9783937863139.pdf">https://www.hydrogeit-verlag.de/wp-content/uploads/2019/04/9783937863139.pdf</a>	Hier finden sich Schüler- und Demonstrationsexperimente zur Funktion der Brennstoffzelle und zum Messen des energetischen Wirkungsgrads von Elektrolyseur und PEM-Brennstoffzelle.
16	<a href="https://www.max-wissen.de/max-media/brennstoffzelle-und-elektrolyse-max-planck-cinema/">https://www.max-wissen.de/max-media/brennstoffzelle-und-elektrolyse-max-planck-cinema/</a>	Erklärvideo zur Funktion der Brennstoffzelle und zum Ablauf der Elektrolyse von Wasser.

17	<a href="https://www.edu.sot.tum.de/fileadmin/w00bed/edu/Schule/Science_Labs/Versuchsanleitungen/Brennstoffzelle_Schueler_09-2013.pdf">https://www.edu.sot.tum.de/fileadmin/w00bed/edu/Schule/Science_Labs/Versuchsanleitungen/Brennstoffzelle_Schueler_09-2013.pdf</a>	Skript des TUM Science Labs in München zum Schülerpraktikum Brennstoffzellen unter Berücksichtigung der elektrischen Wirkungsgradberechnung.
18	<a href="https://www.tum.de/die-tum/aktuelles/pressemitteilungen/details/32998">https://www.tum.de/die-tum/aktuelles/pressemitteilungen/details/32998</a>	Bericht der technischen Universität München über Forschungsergebnisse der Steigerung der Effizienz der Brennstoffzelle durch eine Kupferschicht unter der Oberfläche von Platin-Elektroden
19	<a href="https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/kraftstoffe/wasserstoff-im-verkehr-haeufig-gestellte-fragen">https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/kraftstoffe/wasserstoff-im-verkehr-haeufig-gestellte-fragen</a>	Auf der Website des Umweltbundesamt findet man aktuelle Informationen zum Einsatz von Wasserstoff im Verkehrssektor.
20	<a href="https://energy-charts.info/?l=de&amp;c=DE">https://energy-charts.info/?l=de&amp;c=DE</a>	Diese interaktive Seite eignet sich für die Recherche zu den verschiedenen Energieträgern. Hier wird sowohl die Stromproduktion aus verschiedenen Energieträgern als auch die Börsenstrompreise dargestellt. Die passende Darstellung der Grafiken kann selbst konfiguriert werden, indem ein oder mehrere Energieträger ausgewählt, zwischen absoluter und prozentualer Darstellung gewechselt und Zahlenwerte in einem eingeblendeten Fenster abgelesen werden können. Außerdem kann der Anzeigezeitraum für die Grafiken ausgewählt werden.
21	<a href="https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland">https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland</a>	Auf der Website des Umweltbundesamt findet man diverse Daten zu Treibhausgasemissionen einschließlich der deutschland- und europaweiten Entwicklung der Kohlenstoffdioxidemission.
22	<a href="https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/wasserstoff.html">https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/wasserstoff.html</a>	Diese Website beinhaltet Informationen zur direkten Energiewende und zum Ausbau der Wasserstofftechnologie.
23	<a href="https://www.swr3.de/aktuell/fake-news-check/faktencheck-">https://www.swr3.de/aktuell/fake-news-check/faktencheck-</a>	Die Website analysiert im Faktencheck verschiedene Aussagen zur Ökobilanz von Elektroautos.

	<a href="http://www.sind-e-autos-doch-klima-killer-co2-bei-herstellung-problematisch-100.html">sind-e-autos-doch-klima-killer-co2-bei-herstellung-problematisch-100.html</a>	
24	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=q6gCdCC-HWo">https://www.youtube.com/watch?v=q6gCdCC-HWo</a>	Die ARTE-Dokumentation „Umweltsünder E-Auto“ setzt sich kritisch, aber auch sehr einseitig mit dem Elektroauto auseinander.



## Q1 Unterrichtsvorhaben V (Alt)

**Kontext:** Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt

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

### **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können

#### Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

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

#### Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

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

#### Kompetenzbereich Kommunikation:

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

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

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

**Inhaltliche Schwerpunkte:** • Organische Verbindungen und Reaktionswege

## Q1 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben V

<p><b>• Kontext:</b> Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt</p> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe</p>			
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Organische Verbindungen und Reaktionswege</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 10 Stunden à 60 Minuten</p>		<p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>UF3 Systematisierung</li> <li>UF4 Vernetzung</li> <li>E3 Hypothesen</li> <li>E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>K3 Präsentation</li> <li>B3 Werte und Normen</li> </ul> <p><b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b></p> <p>Basiskonzept Struktur-Eigenschaft,  Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht,  Basiskonzept Energie</p>	
<p><b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b></p>	<p><b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p>	<p><b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b></p>	<p><b>Verbindliche Absprachen</b></p> <p><b>Didaktisch-methodische Anmerkungen</b></p>
<p><b>Erdöl, ein Gemisch vielfältiger Kohlenwasserstoffe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Stoffklassen und Reaktionstypen</li> </ul>	<p>erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4).</p>	<p><b>Demonstration</b> von Erdöl und Erdölprodukten: Erdöl, Teer, Paraffin, Heizöl, Diesel, Superbenzin, Super E10, Schwefel</p>	<p>Thema: Vom Erdöl zum Superbenzin – Kartenabfrage vor Themenformulierung</p> <p>Selbstständige Auswertung des Films mithilfe des</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• zwischenmolekulare Wechselwirkungen</li> <li>• Stoffklassen</li> <li>• homologe Reihe</li> <li>• Destillation</li> <li>• Cracken</li> </ul>	<p>verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).</p> <p>erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften voraus (UF1).</p> <p>erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4).</p> <p>verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).</p> <p>erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3).</p>	<p><b>Film:</b> Gewinnung von Kohlenwasserstoffen aus Erdöl Die fraktionierende Destillation</p> <p><b>Arbeitsblatt</b> mit Destillationsturm</p> <p><b>Arbeitsblätter</b> zur Vielfalt der Kohlenwasserstoffe (Einzelarbeit, Korrektur in Partnerarbeit)</p> <p><b>Film:</b> Verbrennung von Kohlenwasserstoffen im Otto- und Dieselmotor</p> <p><b>Arbeitsblatt</b> mit Darstellung der Takte</p>	<p>Arbeitsblattes; mündliche Darstellung der Destillation, Klärung des Begriffs Fraktion</p> <p>Wdhg.: Summenformel, Strukturformel, Nomenklatur; Stoffklassen: Alkane, Cycloalkane, Alkene, Cycloalkene, Alkine, Aromaten (ohne Erklärung der Mesomerie), Nutzung des eingeführten Schulbuchs</p> <p>Die Karten zu den Arbeitstakten müssen ausgeschnitten und in die Chemiemappe eingeklebt werden, die Takte sind zutreffend zu beschriften,</p> <p>intensives Einüben der Beschreibung und Erläuterung der Grafik</p> <p>Benzin aus der Erdöldestillation genügt dem Anspruch der heutigen Motoren nicht</p>
--	---	---	--

		<p><b>Grafik</b> zur Zusammensetzung von Erdölen und zum Bedarf der Produkte</p> <p><b>Demonstrationsexperiment</b> zum Cracken Kraftfahrzeugbenzin – Verbrennung und Veredelung (Cracken, Reformieren)</p>	<p>Einführung der Octanzahl, Wiederaufgreifen der Stoffklassen</p> <p>Versuchsskizze, Beschreibung und weitgehend selbstständige Auswertung</p>
<p><b>Wege zum gewünschten Produkt</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• elektrophile Addition</li> <li>• Substitution</li> </ul>	<p>formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und erläutern diese (UF1).</p> <p>verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).</p> <p>klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3).</p> <p>schätzen das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen aus den Molekülstrukturen ab (u.a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3).</p>	<p><b>Aufgabe zur Synthese des Antiklopfmittels MTBE:</b></p> <p>Erhöhen der Klopfestigkeit durch MTBE (ETBE)</p> <p>Säurekatalysierte elektrophile Addition von Methanol an 2-Methylpropen (Addition von Ethanol an 2-Methylpropen)</p> <p><b>Übungsaufgabe</b> zur Reaktion von Propen mit Wasser mithilfe einer Säure</p> <p><b>Abfassen eines Textes</b> zur Beschreibung und Erläuterung der Reaktionsschritte</p>	<p>Übungsbeispiel um Sicherheit im Umgang mit komplexen Aufgabenstellungen zu gewinnen, Einzelarbeit betonen</p> <p>Einfluss des I-Effektes herausstellen, Lösen der Aufgabe in Partnerarbeit</p>

	verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).		
<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Selbstüberprüfung zu Vorstellungen und Kenntnissen zu „Energieträgern“</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Darstellen eines chemischen Sachverhalts, Aufstellen von Reaktionsschritten, Beschreibung und Erläuterung von Reaktionsschritten</li> <li>• schriftliche Übung</li> <li>• Klausuren/Facharbeit ...</li> </ul>			
<p><b>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</b></p> <p>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): <a href="http://www.planet-schule.de/sf/php/02_sen01.php?sendung=6901">http://www.planet-schule.de/sf/php/02_sen01.php?sendung=6901</a>.</p> <p>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.</p> <p>In der Video-DVD „Der Viertakt-Ottomotor“ (4605559) wird in den ersten 8 Minuten das Funktionsprinzip des Motors veranschaulicht.</p> <p>In der Video-DVD „Der Viertakt-Dieselmotor (4605560) wird in den ersten 8 Minuten das Funktionsprinzip dieses Motors veranschaulicht.</p> <p>Zur Umweltrelevanz des Stoffes Methyltertiärbutylether (MTBE) unter besonderer Berücksichtigung des Gewässerschutzes finden sich Informationen des Umwelt Bundesamtes in: <a href="http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/grundwasser/mtbe.htm">http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/grundwasser/mtbe.htm</a>. Die Seite enthält auch eine Tabelle zum MTBE-Anteil in verschiedenen Benzinsorten.</p> <p>Zum Einsatz von ETBE findet man Informationen auf: <a href="http://www.aral.de/aral/sectiongenericarticle.do?categoryId=9011811&amp;contentId=7022567">http://www.aral.de/aral/sectiongenericarticle.do?categoryId=9011811&amp;contentId=7022567</a>.</p> <p>Eine kurze Simulation der Bromierung von Ethen mit Untertexten ist dargestellt in: <a href="http://www.chemiekiste.de/Chemiebox/Bromadd.htm">http://www.chemiekiste.de/Chemiebox/Bromadd.htm</a>.</p>			

## Q2 Unterrichtsvorhaben I

**Kontext: Benzol**

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

Basiskonzept

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

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

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

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

Kompetenzbereich Kommunikation:

- sich mit anderen über chemische Sachverhalte und Erkenntnisse kritisch-konstruktiv austauschen und dabei Behauptungen oder Beurteilungen durch Argumente belegen bzw. widerlegen (K4)

Kompetenzbereich Bewertung:

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

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

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Bindungsverhältnisse im Benzol-Molekül, das aromatische System
- Elektrophile Substitution am aromatischen System
- \*Zweitsubstitution und dirigierende Effekte der Ersts substituenten

## Q2 Unterrichtsvorhaben I

<b>Kontext:</b> Benzol			
<b>Inhaltsfeld1: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe</b>			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aromatisches System</li> <li>• Zweitsubstitution und dirigierende Effekte</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> 8 Std. à 60 Minuten		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF4 Vernetzung</li> <li>• E1 Probleme und Fragestellung</li> <li>• E3 Hypothesen</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• E5 Auswertung</li> <li>• K3 Präsentation</li> <li>• B3 Werte und Normen</li> </ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkt):</b> Basiskonzept Struktur – Eigenschaft	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplansä</b> Die Schülerinnen und Schüler ....	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Verbindliche Absprachen</b> <b>Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>
<b>Bindungsverhältnisse im Benzol-Molekül</b>	Beschreiben die Struktur und bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und erläutern Grenzen der	Das Traummolekül - August Kekulé und der Benzolring	



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur und Bindungsverhältnisse und Grenzen der Modellvorstellung</li> <li>• das aromatische System</li> </ul>	Modellvorstellungen (E6,E7)	<b>Molekülbaukasten:</b> Ermittlung möglicher Strukturen für Benzol	
<b>Reaktionen des Benzol</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die elektrophile Substitution</li> <li>• die elektrophile Substitution als Beleg für das aromatische System</li> </ul>	Erklären die elektrophile Erstsabstutution am Benzol und deren Bedeutung als Beleg für das Vorliegen eines aromatischen Systems (UF1, UF3) <p style="color: red;">Analysieren und vergleichen die Reaktionsschritte unterschiedlicher Reaktionstypen 8u.a. elektrophile Addition und elektrophile Substitution)</p> <p style="color: red;">Erläutern das Reaktionsverhalten von aromatischen Verbindungen(u.a Benzol, Phenol) und erklären dies mit Reaktionsschritten der elektrophilen Erst- und Zweitsubstitution (UF, UF2)</p>	<b>Film:</b> elektrophile Substitution  <b>Erarbeitung:</b> elektrophile Substitution am Benzol  Vergleich der elektrophilen Substitution mit der elektrophilen Addition  <b>Trainingsblatt:</b> Reaktionsschritte	Gelegenheit zur Wiederholung der Reaktionsschritte aus Q1

<p><b>Zweitsubstitution am aromatischen System</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dirigierende Effekte von Erstsubstituenten</li> <li>• induktiver und mesomerer Effekt</li> </ul>	<p>Machen eine Voraussage über den Ort der elektrophilen Zweitsubstitution am Aromaten und begründen diese mit dem Einfluss des Erstsubstituenten</p> <p>Bewerten die Grenzen chemischer Modellvorstellungen über die Struktur organischer Verbindungen und die Reaktionsschritte von Synthesen für die Vorhersage der Bildung von Reaktionsprodukten (B4)</p>	<p>Arbeitsblätter: Übungen</p>	
<p>Diagnose von Schülerkonzepten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schriftliche Überprüfung zum Eingang,</li> </ul> <p>Leistungsbewertung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• schriftliche Übung, Anteil an Gruppenarbeiten</li> </ul>			

## Q2 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben II

**Kontext:** *Bunte Kleidung*

### **Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

Basiskonzept Struktur – Eigenschaft

Basiskonzept Energie

### **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können

#### Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

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

#### Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

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

#### Kompetenzbereich Kommunikation:

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

#### Kompetenzbereich Bewertung:

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

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

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ◆ Farbstoffe und Farbigkeit

**Zeitbedarf:** ca. 16 Std. à 60 Minuten

## Q2 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben II

<b>Kontext:</b> Farbstoffe im Alltag			
<b>Inhaltsfeld:</b> Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organische Verbindungen und Reaktionswege</li> <li>• Farbstoffe und Farbigkeit</li> </ul>		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• E7 Arbeits- und Denkweisen</li> <li>• K3 Präsentation</li> <li>• B4 Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul>	
<b>Zeitbedarf:</b> 16 Std. à 60 Minuten		<b>Basiskonzept (Schwerpunkt):</b> Basiskonzept Struktur – Eigenschaft, Basisikonzept Energie	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b>	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Verbindliche Absprachen</b>
	Die Schülerinnen und Schüler ....		<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>
<b>Farbige Textilien</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Farbigkeit und Licht</li> <li>- Absorptionsspektrum</li> <li>- Farbe und Struktur</li> </ul>		<b>Bilder:</b> Textilfarben – gestern und heute im Vergleich	

	<p>erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3).</p> <p>werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5)</p>	<p><b>Erarbeitung internet:</b> Licht und Farbe, Fachbegriffe</p> <p><b>Arbeitsblatt:</b> Molekülstrukturen von farbigen organischen Stoffen im Vergleich</p>	
<p><b>Vom Benzol zum Azofarbstoff</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Farbige Derivate des Benzols</li> <li>- Konjugierte Doppelbindungen</li> <li>- Donator-/ Akzeptorgruppen</li> <li>- Mesomerie</li> <li>- Azogruppe</li> </ul>	<p>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).</p> <p>erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe) (E6).</p>	<p><b>Lehrerinfo:</b> Farbigkeit durch Substituenten</p> <p>Einfluss von Donator-/ Akzeptorgruppen, konjugierten Doppelbindungen</p> <p><b>Erarbeitung:</b> Struktur der Azofarbstoffe</p> <p><b>Arbeitsblatt:</b> Zuordnung von Struktur und Farbe verschiedener Azofarbstoffe</p>	

<p><b>Organische Farbstoffe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Azofarbstoffe</li> <li>• Synthese von Azofarbstoffen</li> <li>• <b>Triphenylmethanfarbstoffe</b></li> </ul>	<p>geben ein Reaktionsschema für die Synthese eines Azofarbstoffes an und erläutern die Azokupplung als elektrophile Zweitsubstitution (UF1, UF3)</p> <p>- erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe,</p> <p>Triphenylmethanfarbstoffe) (E6)</p>	<p><b>Experiment:</b> Synthesen von Naphtolorange</p> <p><b>Arbeitsblatt:</b> Übungen zur Azokopplung</p> <p><b>Synthese von Fluorescein</b></p> <p><b>Azofarbstoffe als Indikatoren</b></p>	<p>Azokupplung als elektrophile Zweitsubstitution (inkl. dirigierender Effekte von Erstsustituenten</p> <p><b>Einfluss des pH-Wertes auf die Farbigkeit</b></p>
<p><b>Welche Farbe für welchen Stoff?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ausgewählte Textilfasern</li> <li>- bedeutsame Textilfarbstoffe</li> <li>- Wechselwirkung zwischen Faser und Farbstoff</li> <li>- Vor- und Nachteile bei Herstellung und Anwendung</li> </ul>	<p>erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4).</p> <p>beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).</p> <p>recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).</p>	<p><b>Lehrerinfo:</b> Textilfasern</p> <p><b>Arbeitsteilige Gruppenarbeit:</b></p> <p>Färben von Textilien, u.a. mit Indigo, einem Azofarbstoff usw.</p> <p>Erstellung von Plakaten</p>	<p>Möglichkeiten zur Wiederholung und Vertiefung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- pH-Wert und der Einfluss auf die Farbe</li> <li>- zwischenmolekulare Wechselwirkungen</li> <li>- Herstellung und Verarbeitung von Kunststoffen</li> </ul>

<p>*Konzentrationsbestimmung von Farbstoffen in Lösungen durch Extinktion (Lambert Beer Gesetz)</p>	<p>*berechnen aus Messwerten zur Extinktion mithilfe des Lambert-Beer-Gesetzes die Konzentration von Farbstoffen in Lösungen (E5) - *gewichtete Analyseergebnisse (u.a. fotometrische Messung) vor dem Hintergrund umweltrelevanter Fragestellungen (B1, B2)</p>	<p>Beispiele: Eisen(II)-Gehalt in Lösungen mit Thiocyanat Nitrat-Gehalt im Trinkwasser Chlorophyll-Gehalt</p>	
<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trainingsblatt zu Reaktionsschritten</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur, Präsentation der Gruppenergebnisse, Referate</li> </ul>			
<p><b>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</b></p> <p>Zahlreiche Informationen zu Farbe und Farbstoffen sind z.B. im folgenden Lexikon zusammengestellt:</p> <p><a href="http://www.seilnacht.com/Lexikon/FLexikon.htm">http://www.seilnacht.com/Lexikon/FLexikon.htm</a></p> <p>Auch zu aktuelleren Entwicklungen findet man Material:</p> <p><a href="http://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/funktionelle+Farben.html">http://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/funktionelle+Farben.html</a></p>			



## Q2 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben III

**Kontext:** Maßgeschneiderte Produkte aus Kunststoffen

### **Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

Basiskonzept Struktur – Eigenschaft

### **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können

#### Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

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

#### Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

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

#### Kompetenzbereich Kommunikation:

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

#### Kompetenzbereich Bewertung:

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

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

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ◆ Organische Verbindungen und Reaktionswege
- ◆ Organische Werkstoffe

**Zeitbedarf:** ca. 18 Std. à 60 Minuten

## Q2 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben III

<b>Kontext:</b> Maßgeschneiderte Produkte aus Kunststoffen			
<b>Inhaltsfeld 3: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe</b>			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Organische Verbindungen und Reaktionswege</li> <li>Organische Werkstoffe</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> 18 Std. à 60 Minuten		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>UF2 Auswahl</li> <li>UF4 Vernetzung</li> <li>E3 Hypothesen</li> <li>E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>E5 Auswertung</li> <li>K3 Präsentation</li> <li>B3 Werte und Normen</li> </ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkt):</b> Basiskonzept Struktur – Eigenschaft	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplansä</b> Die Schülerinnen und Schüler ....	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Verbindliche Absprachen</b> <b>Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>
<b>Die Vielfalt der Kunststoffe im Alltag: Eigenschaften und Verwendung</b>	erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF2, UF4).	<b>Demonstration:</b> Plastiktüte, PET-Flasche, Joghurtbecher, Schaumstoff, Gehäuse eines Elektrogeräts (Duromer)	Ausgehend von Kunststoffen in Alltagsprodukten werden deren Eigenschaften und Verwendungen erläutert.

<ul style="list-style-type: none"> <li>Eigenschaften von makromolekularen Verbindungen</li> <li>Thermoplaste</li> <li>Duromere</li> <li>Elastomere</li> </ul> <p>zwischenmolekulare Wechselwirkungen</p>	<p>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).</p> <p>ermitteln Eigenschaften von organischen Werkstoffen und erklären diese anhand der Struktur (u.a. Thermoplaste, Elastomere und Duromere) (E5).</p>	<p><b>S-Exp.:</b> thermische u. a. Eigenschaften von Kunststoffproben</p> <p><b>Eingangstest:</b> intermolekulare Wechselwirkungen, funktionelle Gruppen, Veresterung</p> <p><b>Materialien:</b> Kunststoffe aus dem Alltag</p>	<p><b>Thermoplaste</b> (lineare und strauchähnlich verzweigte Makromoleküle, Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken; amorphe und kristalline Bereiche),</p> <p><b>Duromere und Elastomere</b> (Vernetzungsgrad)</p>
<p><b>Vom Monomer zum Polymer: Eigenschaften, Synthesereaktionen, Stoffklassen und Verarbeitung von Kunststoffen</b></p> <p>1. <b>Hitzebeständige Kunststoffe:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hitzebeständigkeit und Molekülstruktur der Duromere, Elastomere und Thermoplaste</li> </ul> <p>2. <b>Transparentes Plexiglas (PMMA)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Reaktionsschritte der radikalischen Polymerisation</li> </ul>	<p>- ermitteln Eigenschaften von organischen Werkstoffen und erklären diese anhand der Struktur (u.a. Thermoplaste, Elastomere, Duromere) (E5)</p> <p>- <b>*beschreiben und erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF3)</b></p> <p>- präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3)</p> <p>- schätzen das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen aus den Molekülstrukturen ab (u.a. I-Effekt, *M-Effekt, sterischer Effekt) (E3)</p> <p>- erklären den Aufbau von Makromolekülen aus Monomerbausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als</p>	<p><b>Schülerexperimente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Polymerisation von Styrol</li> <li>Polykondensation: Synthese einfacher Polyester aus Haushaltschemikalien, z.B. Polymilchsäure oder</li> </ul>	<p>Während der Unterrichtsreihe kann an vielen Stellen der Bezug zum Kontext Plastikgeschirr hergestellt werden.</p> <p>Polystyrol ist Werkstoff für Plastikgeschirr.</p> <p>Reaktionsschritte der radikalischen Polymerisation können in Lernprogrammen erarbeitet werden.</p> <p>Thermoplaste (lineare und strauchähnlich verzweigte Makromoleküle, Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faserstruktur und Transparenz</li> </ul> <p>3. <b>Reißfeste Fasern aus PET:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau von Polyestern</li> <li>• Polykondensation</li> <li>• Faserstruktur und Reißfestigkeit</li> <li>• Schmelzspinnverfahren</li> </ul> <p>4. <b>Nylonfasern</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau von Nylon</li> <li>• Polyamide</li> </ul>	<p>Polymerisate oder Polykondensate (u.a. Polyester, Polyamide</p> <p>- erläutern die Planung der Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4)</p>	<p>Polycitronensäure.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• „Nylonseiltrick“</li> </ul> <p><b>Schriftliche Überprüfung</b></p>	<p>Kräfte, Wasserstoffbrücken; amorphe und kristalline Bereiche), Duomere und Elastomere (Vernetzungsgrad)</p>
<p><b>Kunststoffverarbeitung Verfahren</b>, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spritzgießen</li> <li>• Extrusionsblasformen</li> <li>• Fasern spinnen</li> </ul> <p>Geschichte der Kunststoffe</p>	<p>recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).</p>	<p>Einsatz von <b>Filmen</b> und <b>Animationen</b> zu den Verarbeitungsprozessen.</p>	<p>Internetrecherche zu den verschiedenen Verarbeitungsverfahren möglich.</p> <p>Die Geschichte ausgewählter Kunststoffe kann in Form von Referaten erarbeitet werden.</p>
<p><b>Maßgeschneiderte Kunststoffe:</b></p> <p>Struktur-Eigenschaftsbeziehungen von Kunststoffen mit</p>	<p>verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).</p>	<p><b>Recherche:</b> Syntheseweg zur Herstellung von SAN aus Basischemikalien.</p> <p>Modifikation der Werkstoffeigenschaften von Polystyrol</p>	<p>Als Beispiel für maßgeschneiderte Kunststoffe eignen sich Copolymerisate des Polystyrols, z.B. SAN.</p>

<p>besonderen Eigenschaften und deren Synthesewege aus</p> <p>Basischemikalien z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SAN: Styrol- Acrylnitril- Copolymerisate</li> <li>• Cyclodextrine</li> <li>• Superabsorber</li> </ul>	<p>verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).</p> <p>demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3).</p>	<p>durch Copolymerisation mit Acrylnitril.</p> <p><a href="#">Flussdiagramme zur Veranschaulichung von Reaktionswegen</a></p> <p><b>Arbeitsteilige Projektarbeit</b> zu weiteren ausgewählten Kunststoffen, z.B.: Superabsorber, Cyclodextrine.</p> <p><b>S-Präsentationen</b> z.B. in Form von <b>Postern mit Museumsgang.</b></p>	<p>Die Schülergruppen informieren sich über die Synthesewege, die Struktur-Eigenschafts-Beziehungen und die Verwendung weiterer Kunststoffe und präsentieren ihre Ergebnisse.</p> <p>Zur arbeitsteiligen Gruppenarbeit können auch kleine S-Experimente durchgeführt werden.</p>
<p><b>Kunststoffmüll ist wertvoll:</b></p> <p><b>Kunststoffverwertung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stoffliche Verwertung</li> <li>• rohstoffliche V.</li> <li>• energetische V.</li> </ul> <p>Ökonomische und ökologische Aspekte zum Einsatz von Einweggeschirr aus</p>	<p>erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3).</p> <p>diskutieren Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3).</p> <p>beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter</p>	<p><b>Schüler-Experiment:</b></p> <p>Herstellung von Stärkefolien</p> <p><b>Podiumsdiskussion:</b> z.B. zum Thema „Einsatz von Plastikgeschirr Einweggeschirr auf öffentlichen Veranstaltungen!“</p>	<p><b>Fächerübergreifender Aspekt:</b></p> <p>Plastikmüll verschmutzt die Meere (Biologie: Ökologie).</p> <p>Einsatz von <b>Filmen</b> zur Visualisierung der Verwertungsprozesse.</p>

Polymilchsäure, Polystyrol oder Belland-Material.	Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).		
<p>Diagnose von Schülerkonzepten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schriftliche Überprüfung zum Eingang, Präsentationen</li> </ul> <p>Leistungsbewertung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentationen (Referate, Poster, Podiumsdiskussion), schriftliche Übung, Anteil an Gruppenarbeiten</li> </ul>			
<p><b>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</b></p> <p>Allgemeine Informationen und Schulexperimente: <a href="http://www.seilnacht.com">http://www.seilnacht.com</a>  <a href="http://www.chemieunterricht.de/dc2/plaste/">www.chemieunterricht.de/dc2/plaste/</a></p> <p>Experimentiervorschrift zum Einbetten von kleinen Gegenständen in Polystyrol:  <a href="http://www.educ.ethz.ch/unt/um/che/boc/polystyrol/index">http://www.educ.ethz.ch/unt/um/che/boc/polystyrol/index</a></p> <p>Internetauftritt des Verbands der Kunststoffhersteller mit umfangreichem Material für Schulen. Neben Filmen und Animationen finden sich auch Unterrichtseinheiten zum Download:  <a href="http://www.plasticseurope.de/Document/animation-vom-rohol-zum-kunststoff.aspx">http://www.plasticseurope.de/Document/animation-vom-rohol-zum-kunststoff.aspx</a></p> <p>Informationen zur Herstellung von PET-Flaschen:  <a href="http://www.forum-pet.de">http://www.forum-pet.de</a></p> <p>Umfangreiche Umterrichtsreihe zum Thema Kunststoffe mit Materialien zum Belland-Material:  <a href="http://www.chik.die-sinis.de/Unterrichtsreihen_12/B_Organik/Belland.pdf">http://www.chik.die-sinis.de/Unterrichtsreihen_12/B_Organik/Belland.pdf</a></p> <p>Film zum Kunststoffrecycling und Informationen zum grünen Punkt:  <a href="http://www.gruener-punkt.de/corporate/presse/videothek.html">http://www.gruener-punkt.de/corporate/presse/videothek.html</a></p>			





---

## 2.1.4 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase LK Q 1 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben I

**Kontext:** Säuren und Basen in Alltagsprodukten

### **Basiskonzepte (Schwerpunkte):**

Basiskonzept Struktur-Eigenschaft  
Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht  
Basiskonzept Donator-Akzeptor  
Basiskonzept Energie

### **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können:

#### Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

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

#### Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

- mit Bezug auf Theorien, Konzepte, Modelle und Gesetzmäßigkeiten auf deduktive Weise Hypothesen generieren sowie Verfahren zu ihrer Überprüfung ableiten (E3).
- Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften durchführen und deren Durchführung beschreiben (E4).
- Daten/Messwerte qualitativ und quantitativ im Hinblick auf Zusammenhänge, Regeln oder auch mathematisch zu formulierende Gesetzmäßigkeiten analysieren und Ergebnisse verallgemeinern (E5).

#### Kompetenzbereich Kommunikation:

- bei der Dokumentation von Untersuchungen, Experimenten, theoretischen Überlegungen und Problemlösungen eine korrekte Fachsprache und fachübliche Darstellungsweisen verwenden (K1).

#### Kompetenzbereich Bewertung:

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

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

### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ◆ Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen
- ◆ Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen
- ◆ Titrationsmethoden im Vergleich

**Zeitbedarf:** ca. 28 Std. à 60 Minuten

## Q1 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben I

<b>Kontext: Säuren und Basen in Alltagsprodukten</b>			
<b>Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren:</b>			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen</li> <li>• Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen</li> <li>• Titrationsmethoden im Vergleich</li> </ul>		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• E3 Hypothesen</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• E5 Auswertung</li> <li>• K1 Dokumentation</li> <li>• B2 Entscheidungen</li> </ul>	
<b>Zeitbedarf:</b> 28 Std. à 60 Minuten		<b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> Basiskonzept Struktur-Eigenschaft Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht Basiskonzept Donator-Akzeptor Basiskonzept Energie	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b>  Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Verbindliche Absprachen/ Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>

<p><b>Säuren in Alltagsprodukten</b></p>	<p>identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags mit Hilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted (UF1, UF3).</p> <p>beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2).</p> <p>planen Experimente zur Bestimmung der Konzentration von Säuren und Basen in Alltagsprodukten bzw. Proben aus der Umwelt selbstständig und angeleitet (E1, E3).</p>	<p><b>Demonstration</b> von säurehaltigen Haushaltschemikalien und Nahrungsmitteln (z.B. Essigessenz, Milch, Aceto Balsamico, Wein, Coca-Cola)</p> <p><b>Fragen und Vorschläge</b> zu Untersuchungen durch die Schülerinnen und Schüler</p> <p><b>Test zur Eingangsdiagnose</b></p>	<p>Integrierte Thematisierung von Sicherheitsaspekten:</p> <p>Fehlende Gefahrstoffsymbole auf der Essigessenz-Flasche ⇒</p> <p>Hinweis auf Unterschiede bezüglich der Etikettierung von Chemikalien und Lebensmitteln</p>
--	--	---	---

<p><b>Säuregehalt verschiedener Lebensmittel</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Indikatoren</li> <li>• Neutralisationsreaktion</li> <li>• Titration</li> <li>• Berechnung des Säuregehaltes</li> </ul>	<p>erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator, führen diese zielgerichtet durch und werten sie aus (E3, E4, E5).</p> <p>nutzen chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Auswahl eines geeigneten Indikators für eine Titration mit Endpunktsbestimmung (K2).</p>	<p>Wiederholung bekannter Inhalte in <b>Gruppenarbeit</b></p> <p><b>Schüler-Experiment:</b> Titration mit Endpunktbestimmung</p> <p><b>Arbeitsblatt oder eingeführtes Fachbuch:</b> Übungsaufgaben zu Konzentrationsberechnungen auch mehrprotoniger Säuren</p>	<p>Bestimmung der Stoffmengenkonzentration, der Massenkonzentration und des Massenanteils</p>
<p><b>Acetate als Säureregulatoren in Lebensmitteln:</b></p> <p><b>Der funktionelle Säure-Base-Begriff</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• saure und alkalische Salzlösungen</li> <li>• konjugierte Säure-Base-Paare</li> <li>• Protolysereaktion</li> <li>• Neutralisationswärme</li> </ul>	<p>identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags mit Hilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted (UF1, UF3).</p> <p>zeigen an Protolysereaktionen auf, wie sich der Säure-Base-Begriff durch das Konzept von Brønsted verändert hat (E6, E7).</p> <p>stellen eine Säure-Base-Reaktion in einem Funktionsschema dar und</p>	<p><b>Schüler-Experiment:</b> Untersuchung von Natriumacetat-Lösung und anderen Salzlösungen z. B. mit Bromthymolblau</p> <p><b>Ergebnis:</b> Unterschiedliche Salzlösungen besitzen pH-Werte im neutralen, sauren und alkalischen Bereich.</p>	<p>Vorstellung der Acetate oder anderer Salze als Lebensmittelzusätze zur Verringerung des Säuregehalte</p>

	<p>erklären daran das Donator-Akzeptor-Prinzip (K1, K3).</p> <p>erklären die Reaktionswärme bei Neutralisationen mit der zugrundeliegenden Protolyse (E3, E6).</p>	<p><b>Arbeitsblatt oder eingeführtes Fachbuch:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Säure-Base-Theorie nach Brønsted</li> <li>• Übungsaufgaben zu konjugierten Säure-Base-Paaren</li> </ul> <p><b>Demonstrationsexperiment (Film):</b></p> <p>Neutralisationen von Essigsäurelösung mit Acetaten (qualitativ) mit Messung der Neutralisationswärme</p>	<p>Vorgehensweise z.B. in Anlehnung an <i>Barke</i> zum Umgang mit evtl. <b>Fehlvorstellungen</b> zu Säuren und Basen (Hinweise siehe unten)</p>
<p><b>Anwendung des Säure-Base-Begriffs auf Wasser:</b></p> <p><b>Der pH-Wert</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Autoprotolyse des Wassers</li> <li>• Ionenprodukt des Wassers</li> <li>• pH- und pOH Wert</li> </ul>	<p>erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen frei beweglicher Ionen (E6).</p> <p>interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des <math>K_s</math>-Wertes (UF2, UF3).</p> <p>erläutern die Autoprotolyse und das Ionenprodukt des Wassers (UF1).</p>	<p><b>Schüler-Experiment:</b></p> <p>Messung der Leitfähigkeit und des pH-Wertes von Wasserproben</p> <p><b>z. B. im Lehrer-Vortrag:</b></p> <p>Erläutern der Autoprotolyse des Wassers und Herleitung des Ionenproduktes des Wassers</p> <p><b>Arbeitsblatt oder eingeführtes Fachbuch:</b></p> <p>Übungsaufgaben zum Ionenprodukt</p>	<p>Einführung und Übung des Rechnens mit Logarithmen</p> <p><b>Übung:</b> Angabe der Konzentration von Oxonium-Ionen in Dezimal-, Potenz- und logarith. Schreibweise unter Verwendung eines Taschenrechners</p>

<p><b>Warum ist 100 %ige Citronensäure genießbar, 37%ige Salzsäure aber nicht?</b> -</p> <p><b>Die Stärken von Säuren und Basen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>K_s</math> und <math>pK_s</math> Werte zur Beschreibung der Säurestärke</li> <li>• <math>K_B</math>- und <math>pK_B</math>-Werte zur Beschreibung der Basenstärke</li> </ul>	<p>berechnen pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen (Hydroxide) (UF2).</p> <p>interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des <math>K_s</math>-Wertes (UF2, UF3).</p> <p>klassifizieren Säuren und Basen mithilfe von <math>K_s</math>-, <math>K_B</math>- und <math>pK_s</math>-, <math>pK_B</math>-Werten (UF3).</p> <p>berechnen pH-Werte wässriger Lösungen einprotoniger schwacher Säuren und entsprechender schwacher Basen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes (UF2).</p> <p>machen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktionen anhand von <math>K_s</math>- und <math>K_B</math>-Werten und von <math>pK_s</math>- und <math>pK_B</math>-Werten (E3).</p> <p>erklären fachsprachlich angemessen und mit Hilfe von Reaktionsgleichungen den Unterschied zwischen einer schwachen und einer starken Säure bzw. einer schwachen und einer starken Base unter Einbeziehung des Gleichgewichtskonzepts (K3).</p>	<p><b>Schüler-Experiment:</b> pH-Wertbestimmung: Verdünnungsreihen von Lösungen einer schwachen und einer starken Säure (z.B. Essigsäure- und Salzsäurelösungen)</p> <p><b>Erarbeitung:</b></p> <p>Ableitung der Säurekonstante <math>K_s</math> aus der Anwendung des MWG auf Protolysegleichgewichte</p> <p><b>Partnerarbeit</b>, pH-Wertberechnungen für starke und schwache Säuren</p> <p><b>z. B. Lerntempoduett als arbeitsteilige Partnerarbeit</b> (differenziert über Transfer auf starke und schwache Basen):</p> <p>Selbstständige Herleitung der Basenkonstante <math>K_B</math> und Anfertigen von Voraussagen zu pH-Werten von Salzlösungen unter Nutzung entsprechender Tabellen zu <math>K_s</math>- und <math>K_B</math>-Werten.</p>	<p>Wiederholung des MWG, z.B. als <b>vorbereitende Hausaufgabe</b></p> <p>Rückgriff auf Haushaltschemikalien, z.B. Essigsorten</p>
---	---	---	--

<p><b>Wie ändert sich der pH-Wert bei Titrationsen?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pH-metrische Titrationsen von starken und schwachen Säuren</li> <li>• Auswertung von Titrationskurven verschiedener Säuren aus Haushalt und Umwelt <ul style="list-style-type: none"> <li>• Puffer im Alltag</li> </ul> </li> </ul>	<p>dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstirration und einer pH-metrischen Tirration mithilfe graphischer Darstellungen (K1).</p> <p>beschreiben eine pH-metrische Tirration, interpretieren charakteristische Punkte der Tirrationskurve (u.a. Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt) und erklären den Verlauf mithilfe des Protolysekonzepts (E5).</p> <p>beschreiben und erläutern Tirrationskurven starker und schwacher Säuren (K3).</p>	<p><b>Schüler-Experiment arbeitsteilig:</b></p> <p>pH-metrische Tirrationen von starken und schwachen Säuren (z. B.: Salzsäure- und Essigsäurelösung)</p> <p><b>z. B. Unterrichtsgespräch:</b></p> <p>Interpretation der Tirrationskurven verschiedener Säuren</p> <p>(auch anhand von <b>Simulationen</b>, vgl. Hinweise unten)</p> <p>Ggf. Erweiterung und Vertiefung mit anschließendem <b>Gruppenpuzzle</b></p> <p><b>Experiment:</b> Wirkungsweise unterschiedlicher Puffer</p>	<p>Ausgehend von den unterschiedlichen pH-Werten der gleichkonzentrierten Lösungen starker und schwacher Säuren wird der pH-Verlauf der Tirration untersucht.</p> <p>Ggf. <b>computergestütztes Experimentieren</b> oder Vergleich der experimentellen Kurve mit vorgegebenen Modellrechnungen (Hinweise siehe unten)</p> <p>Der Begriff des „<b>Puffers</b>“ kann hier unterstützend zur Erläuterung der Tirrationskurven eingeführt werden, ausdrücklich <b>nicht</b> gefordert ist aber die mathematische Herleitung und damit zusammenhängend die Henderson-Hasselbalch-Gleichung.</p>
--	---	--	--

<p><b>Säuregehaltsmessung von Aceto Balsamico - Die Leitfähigkeitstitation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Leitfähigkeitstitionen verschiedener starker und schwacher Säuren und Basen</li> <li>Leitfähigkeits- und pH-metrische Titration im Vergleich</li> </ul>	<p>erläutern die unterschiedlichen Leitfähigkeiten von sauren und alkalischen Lösungen sowie von Salzlösungen gleicher Stoffmengenkonzentration (E6).</p> <p>beschreiben das Verfahren der Leitfähigkeitstitation (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Inhaltsstoffen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt und werten vorhandene Messdaten aus (E2, E4, E5).</p> <p>vergleichen unterschiedliche Titrationsmethoden (u.a. Säure-Base-Titration mit einem Indikator, Leitfähigkeitstitation, pH-metrische Titration) hinsichtlich ihrer Aussagekraft für ausgewählte Fragestellungen (E1, E4).</p> <p>bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5).</p>	<p><b>Schüler-Experiment:</b> Leitfähigkeitsmessungen verschiedener wässriger Lösungen</p> <p>(Vereinfachte konduktometrische Titration: Messung der Stromstärke gegen das Volumen)</p> <p><b>Gruppenarbeit:</b> Graphische Darstellung und Auswertung der Leitfähigkeitstitation unter Berücksichtigung der relativen Leitfähigkeit der Ionen (Ionenbeweglichkeit)</p> <p><b>Lernaufgabe:</b> Vergleich zwischen pH-metrischer Titration und Leitfähigkeitstitation</p>	<p>Die Leitfähigkeitstitation als weiteres mögliches Verfahren zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen wird vorgestellt.</p> <p>Einsatz von Materialien zur <b>Diagnose von Schülervorstellungen</b> in Anlehnung an entsprechende Ausführungen von <i>Barke</i> u.a. (Hinweise siehe unten).</p>
---	--	--	---



<p><b>Wie viel Säure oder Basen enthalten verschiedene Produkte aus Haushalt und Umwelt?</b></p>	<p>recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4).</p> <p>beschreiben den Einfluss von Säuren und Basen auf die Umwelt an Beispielen und bewerten mögliche Folgen (B3).</p> <p>beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2).</p> <p>bewerten die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen (B1).</p> <p>bewerten durch eigene Experimente gewonnene oder recherchierte Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen auf der Grundlage von Kriterien der Produktqualität oder des Umweltschutzes (B4).</p>	<p><b>Experimentelle arbeitsteilige Gruppenarbeit:</b> Analyse einer ausgewählten Haushaltschemikalie, eines Nahrungsmittels oder einer Säure oder Base in der Umwelt unter den Kriterien Säure-/Basegehalt, Verwendungsbereich und Wirksamkeit, Gefahrenpotenzial beim Gebrauch, Umweltverträglichkeit und Produktqualität etc.</p> <p><b>S-Vorträge:</b> Präsentation der Arbeitsergebnisse z.B. als Poster mit <b>Kurzvorträgen</b></p>	<p>Möglichkeiten der <b>Differenzierung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betrachtung mehrprotoniger Säuren, z.B. Phosphorsäure in Cola</li> <li>• Konzentrationsbestimmung des Gesamtgehaltes an Säuren, z.B. Milchsäure und Ascorbinsäure in Sauerkraut</li> <li>• Erweiterung auf die Untersuchung anderer Säuren, z.B. Säuren in der Umwelt</li> </ul> <p><b>Fakultativ:</b> Ergänzend zur arbeitsteiligen Experimentalarbeit können verschiedene Werbetexte zu säure- oder basehaltigen Alltagsprodukten untersucht werden.</p>
<p><b>Diagnose von Schülerkonzepten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eingangsdiagnose zu Beginn der Unterrichtsreihe, Kolloquien während der Experimentalphase,, Concept-Map</li> </ul>			

## Leistungsbewertung:

- Kolloquien, Protokolle, Vorträge, Klausur

### Hinweise auf eine Auswahl weiterführender Materialien und Informationen:

- **Lernaufgaben** zu Säuren und Basen siehe <http://www.bildungsserver.de/elixier/>
  - Zur **Herleitung des Ionenprodukts** und entsprechenden Übungen siehe Materialien bei <http://www.chemgapedia.de>
  - **Animation zur Reaktion von Natriumchlorid mit Schwefelsäure** siehe <http://www.u-helmich.de/che/Q1/inhaltsfeld-2-sb/>
  - **Petermann, Friedrich, Barke, Oetken**: Säure-Base-Reaktionen. Eine an Schülervorstellungen orientierte Unterrichtseinheit.  
In: PdNCh 3 (2011) 60, S.10-15.
  - k- **Materialien zu verschiedenen Titrationen** u.a. bei  
<http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/>  
<http://www.u-helmich.de/che/Q1/inhaltsfeld-2-sb/>  
<http://www.kapfenberg.com/>  
<http://www.chemieunterricht.de/dc2/echemie/leitf-02.htm> (**Thermometrischen Titration**)  
<http://www.hamm-chemie.de/>  
<http://www.chemiedidaktik.uni-jena.de/chedidmedia/Titration.pdf> (**Experimentiermappe** zu Titrationen der Friedrich-Schiller-Universität-Jena)  
[http://www.chids.online.uni-marburg.de/dachs/praktikumsprotokolle/PP0053Bestimmung\\_der\\_Gesamtsaeure\\_von\\_Most.pdf](http://www.chids.online.uni-marburg.de/dachs/praktikumsprotokolle/PP0053Bestimmung_der_Gesamtsaeure_von_Most.pdf)
- Säuren und Basen im Alltag:
- <http://www.seilnacht.com/Lexika/Lebensmittelzusatzstoffe>
  - <http://www.schule-studium.de/chemie/chemieunterricht> (Verwendung bzw. Vorkommen von Säuren im Alltag)
  - [http://www.chemieunterricht.de/dc2/wsugrund/kap\\_14.htm](http://www.chemieunterricht.de/dc2/wsugrund/kap_14.htm) (14 Säuren, Basen, Salze- Prof. Blumes Bildungsserver)

## Q 1 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben II

**Kontext:** *Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon*

### **Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

Basiskonzept Donator-Akzeptor

Basiskonzept Energie

Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

### **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können

*Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:*

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

*Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:*

- selbständig in unterschiedlichen Kontexten chemische Probleme identifizieren, analysieren und in Form chemischer Fragestellungen präzisieren (E1).
- komplexe Apparaturen für Beobachtungen und Messungen erläutern und sachgerecht verwenden (E2).
- Experimente mit Bezug auf ihre Zielsetzungen erläutern und diese zielbezogen unter Beachtung fachlicher Qualitätskriterien einschließlich der Sicherheitsvorschriften durchführen und deren Durchführung beschreiben. (E4).

*Kompetenzbereich Kommunikation:*

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

*Kompetenzbereich Bewertung:*

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

**Inhaltsfeld:** Elektrochemie

### **Inhaltlicher Schwerpunkt:**

- ◆ Mobile Energiequellen

**Zeitbedarf:** ca. 24 Std. à 60 Minuten

## Q 1 Leistungskurs - Unterrichtsvorhaben II

<b>Kontext:</b> Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon			
<b>Inhaltsfeld:</b> Elektrochemie			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mobile Energiequellen</li> </ul>		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• E1 Probleme und Fragestellungen</li> <li>• E2 Wahrnehmung und Messung</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• K2 Recherche</li> <li>• B1 Kriterien</li> </ul>	
<b>Zeitbedarf:</b> ca. 24 Stunden à 60 Minuten		<b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Basiskonzept Donator-Akzeptor</li> <li>• Basiskonzept Energie</li> <li>• Basiskonzept chemisches Gleichgewicht</li> </ul>	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> <b>Die Schülerinnen und Schüler ...</b>	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Verbindliche Absprachen</b> <b>Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>
<b>Wie kommt der Elektronenfluss (Stromfluss) in einer Batterie zustande?</b>	stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und	<b>Schülerexperimente (z.B. Lernstraße):</b>  Reaktion von verschiedenen Metallen und Salzlösungen sowie von Metallen	Aufgreifen und Vertiefen des „erweiterten“ Redoxbegriffs aus der Einführungsphase

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redoxreihe der Metalle</li> <li>• Prinzip galvanischer Zellen</li> </ul> <p>(u.a. Daniell-Element)</p>	<p>beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3).</p> <p>erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7).</p> <p>entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallen/Metallionen und Nichtmetallen/Nichtmetallionen (E3).</p> <p>erklären den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (u.a. Daniell-Element) (UF1, UF3).</p>	<p>Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</p> <p>Ableitung der Redoxreihe.</p> <p><b>Lernaufgabe:</b></p> <p>z.B. Recycling von Silbersalzen: Welches Metall eignet sich als Reduktionsmittel?</p> <p><b>Demonstrationsexperiment:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element)</li> <li>• Demonstration der Spannung und des Stromflusses</li> </ul> <p><b>Lernaufgabe</b> zu Aufbau und Funktion weiterer galvanischer Zellen, z.B. Zink-Silber-Zelle</p>	<p><b>Binnendifferenzierung</b> durch Zusatzversuche in der Lernstraße und abgestufte <b>Lernhilfen</b> für die Auswertung der Experimente</p> <p>Ggf. <b>Animationen</b> zu galvanischen Elementen [2]</p> <p>Ggf. Berücksichtigung von <b>Fehlvorstellungen</b> zur Funktion des Elektrolyten [5]</p>
<p><b>Batterien und Akkumulatoren für Elektrogeräte:</b></p>	<p>dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1).</p>	<p><b>Experiment:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufsagen einer Alkaline</li> <li>• (Alkaline verpflichtend)</li> </ul>	<p>Planung der Unterrichtsreihe mit einer vorläufigen <b>Mind-Map</b>, die im Verlauf der</p>

<p><b>- elektrochemische Energiequellen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau einer Batterie</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyse der Bestandteile und Hypothesen zu deren möglichen Funktionen</li> </ul> <p><b>Skizze des Aufbaus</b></p> <p>Einfache Handskizze mit Beschriftung der Bestandteile.</p> <p><b>Eingangsd Diagnose: z. B. Klapptest</b></p>	<p>Unterrichtsreihe ergänzt wird.</p> <p>Wiederholung bekannter Inhalte aus der SI</p>
<p><b>Wieso haben verschiedene Batterien unterschiedliche Spannungen?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrochemische Spannungsreihe der Metalle und Nichtmetalle</li> <li>• Standardwasserstoffelektrode</li> </ul>	<p>planen Experimente zum Aufbau galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab (E1, E2, E4, E5).</p> <p>entwickeln aus vorgegebenen Materialien galvanische Zellen und treffen Vorhersagen über die zu erwartende Spannung unter Standardbedingungen (E1, E3).</p> <p>beschreiben den Aufbau einer Standard-Wasserstoff Halbzelle (UF1).</p> <p>berechnen Potentialdifferenzen unter Nutzung der Standardelektrodenpotentiale</p>	<p><b>Hinführendes Experiment: Elektronendruck von Metallen</b></p> <p>Messung der Spannung zwischen verschiedenen Metallelektroden, die gemeinsam im Wasserbehälter stehen</p> <p>Bildung von Hypothesen und Planung von Experimenten zur Spannungsreihe</p> <p><b>Schülerexperimente (Gruppenarbeit): Spannungsreihe der Metalle</b></p>	<p>Ggf. Thematisierung der <b>elektrochemischen Doppelschicht</b></p>

	<p>und schließen auf die möglichen Redoxreaktionen (UF2, UF3).</p>	<p><b>Experiment:</b></p> <p>galvanische Zellen aus „Metallhalbzellen“ und „Nichtmetallhalbzellen“, z.B.: Zn/Zn<sup>2+</sup> // I<sup>-</sup>/I<sub>2</sub>/Graphit.</p> <p>Einordnung der Nichtmetalle in die elektrochemische Spannungsreihe</p> <p><b>Demonstrationsexperiment mit arbeitsblattgestütztem Lehrervortrag:</b></p> <p>Aufbau einer Standardwasserstoffelektrode und Bedeutung als Bezugshalbelement, z.B.: Pt/H<sub>2</sub>/H<sup>+</sup> // Cu<sup>2+</sup>/Cu</p> <p><b>Übungsaufgaben</b></p> <p>Voraussagen über den Ablauf chemischer Reaktionen mithilfe der Standardpotentiale</p>	
--	--	--	--

<p><b>Welchen Einfluss haben die Konzentrationen der Elektrolytlösungen auf die Spannung einer galvanischen Zelle?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzentrationen</li> <li>• Nernst Gleichung</li> </ul>	<p>planen Versuche zur quantitativen Bestimmung einer Metallionen-Konzentration mithilfe der Nernst-Gleichung (E4).</p> <p>werten Daten elektrochemischer Untersuchungen mithilfe der Nernst-Gleichung und der Faraday-Gesetze aus (E5).</p> <p>berechnen Potentiale und Potentialdifferenzen mithilfe der Nernst-Gleichung und ermitteln Ionenkonzentrationen von Metallen und Nichtmetallen (u.a. Wasserstoff und Sauerstoff) (UF2).</p>	<p><b>Experiment: Silber/ Silberionen-Konzentrationszelle</b></p> <p>Ableitung der Nernstgleichung, z.B. im</p> <p><b>gelenkten Unterrichtsgespräch</b></p> <p><b>Übungsaufgaben zur Nernst-Gleichung</b></p> <p>Berechnung von Zellspannungen und Konzentrationen</p>	<p>Ggf. hinführendes <b>Experiment</b> zur Konzentrationsabhängigkeit, z.B.: Zink/gesättigte Zinksulfatlösung</p> <p><b>Fakultativ:</b> Messprinzip einer pH-Wert Bestimmung als Anwendung der Nernst-Gleichung. Vernetzung zum Unterrichtsvorhaben I möglich</p>
<p><b>Knopfzellen für Hörgeräte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Zink-Luft-Zelle</li> </ul>	<p>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).</p>	<p><b>Demonstration:</b></p> <p>Knopfzelle für Hörgeräte</p> <p><b>Schülerexperiment: Modellexperiment einer Zink-Luft-Zelle</b> (Hinweise s.u.)</p>	<p>Informationen und Modellexperiment siehe [4]</p>



		<p>Vergrößerung der Oberfläche der Graphitelektrode durch Aktivkohle</p> <p><b>Lernstrasse:</b></p> <p>Erstellen eines „Batteriebuchs“ über Kenngrößen von Batterien und unterschiedlichen Batterietypen</p>	
<p><b>Lässt sich eine Zink-Luft-Zelle wieder aufladen?</b></p> <p>• Die Elektrolyse</p>	<p>beschreiben und erläutern Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3).</p> <p>deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF4).</p> <p>erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6).</p> <p>analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5).</p>	<p><b>Informationstext:</b></p> <p>Bedeutung von Akkumulatoren für das Stromnetz zum Ausgleich von Spannungsschwankungen, die bei Nutzung regenerativer Stromquellen (Wind, Sonne) auftreten</p> <p><b>Schülerexperiment:</b> Laden (und Entladen) eines Zink-Luft-Akkumulators</p> <p>Vergleich galvanische Zelle - Elektrolysezelle</p>	<p>Informationen und Modellexperiment siehe [4]</p>

<p><b>Batterien und Akkumulatoren im Alltag</b></p>	<p>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).</p> <p>recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3).</p> <p>argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4).</p> <p>vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle, Alkaline-Zelle) (B1).</p>	<p><b>Arbeitsteilige Gruppenarbeit mit Präsentation:</b> Recherche, selbstständige Erarbeitung der Bedeutung, des Aufbaus und der Redoxreaktionen von mobilen Spannungsquellen, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Lithium-Ionen-Akkumulator</li> <li>•Nickel-Metallhydrid-Akkumulator</li> <li>•Zink-Silberoxid-Knopfzelle</li> <li>•Redox-Flow-Akkumulatoren</li> </ul> <p>Erstellung einer <b>Concept Map</b> mit Begriffen dieses Unterrichtsvorhabens</p>	<p>Gruppenarbeit ggf. mit Schülerexperimenten, die <b>Präsentation kann</b> z. B. als „Wiki“ für Jugendliche, Portfolio oder als Poster (mit Museumsgang) erfolgen</p> <p><b>Binnendifferenzierung</b> durch die Auswahl der Themen</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p>			

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

#### Leistungsbewertung:

- Präsentationen zu mobilen Energiequellen
- Lernaufgaben
- Klausuren / Facharbeit

#### **Hinweise auf eine Auswahl weiterführender Materialien und Informationen:**

1. <http://chik.die-sinis.de/phocadownload/Material/stationenlernen%20akkus%20und%20batterien.pdf>  
Stationenlernen mit Experimenten der Arbeitsgruppe Chemie im Kontext (Kölner Modell): Wie bei Chemie im Kontext üblich, werden Bezüge zwischen dem geplanten fachlichen Inhalt und der Lebenswirklichkeit von Schülerinnen und Schülern hergestellt. Das soll den Zugang zum Fachthema erleichtern und sie ermutigen, Fragen zu formulieren. Vielfältige Tipps und Informationen. Ausgehend von Redoxreaktionen aus der SI werden die Donator-Akzeptor-Reaktionen dargestellt und vielfältige Informationen zu Batterien und Akkumulatoren geliefert.
2. <http://www.chemie-interaktiv.net> Tausch/Schmitz, Rheinisch-Bergische Universität Wuppertal: Animationen zu elektrochemischen Prozessen.
3. <http://www.grs-batterien.de/verbraucher/ueber-batterien.html> Broschüre: „Die Welt der Batterien“  
Broschüre der Hersteller von Batterien und Akkumulatoren mit Aspekten zur Historie, zum Aufbau und zur Funktion und zum Recycling
4. Maximilian Klaus, Martin Hasselmann, Isabel Rubner, Bernd Mößner und Marco **Oetken**, in: CHEMKON 2014, 21, Nr. 2, S. 65 - 71  
Metall-Luft-Batterien mit einer neuartigen Kohlelektrode - Moderne elektrochemische Speichersysteme im Schulexperiment

5. <https://eldorado.tu-dortmund.de/bitstream/2003/2464/2/Marohnunt.pdf>  
A. Marohn, Falschvorstellungen von Schülern in der Elektrochemie - eine empirische Untersuchung, Dissertation , TU Dortmund (1999)
6. <http://forschung-energiespeicher.info>  
Informationen zu aktuellen Projekten von Energiespeichersystemen, u.a. Redox-Flow-Akkumulatoren, Zink-Luft-Batterien, Lithium-Akkumulatoren.
7. <http://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/chemie/gym/fb3/modul1/>  
Landesbildungsserver Baden-Württemberg mit umfangreicher Materialsammlung zur Elektrochemie.
8. [www.aktuelle-wochenschau.de](http://www.aktuelle-wochenschau.de) (2010)
9. GdCh (Hrsg.): HighChem hautnah: Aktuelles über Chemie und Energie, 2011, ISBN: 978-3-936028-70-6
10. Deutsche Bunsen-Gesellschaft für physikalische Chemie: (Hrsg.) Von Kohlehalden und Wasserstoff: Energiespeicher – zentrale Elemente der Energieversorgung, 2013, ISBN: 978-3-9809691-5-4

## Q1 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben III

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

### **Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

Basiskonzept Donator-Akzeptor

Basiskonzept Energie

### **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können

#### Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

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

#### Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

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

#### Kompetenzbereich Kommunikation:

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

#### Kompetenzbereich Bewertung:

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

**Inhaltsfeld:** Elektrochemie

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ◆ Mobile Energiequellen
- ◆ Elektrochemische Gewinnung von Stoffen
- ◆ Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse

**Zeitbedarf:** ca. 16 Std. à 60 Minuten

## Q1 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben III

<b>Kontext:</b> Elektroautos – Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse			
<b>Inhaltsfeld:</b> Elektrochemie			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mobile Energiequellen</li> <li>• Elektrochemische Gewinnung von Stoffen</li> <li>• Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> ca. 16 Stunden à 60 Minuten		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF2 Auswahl</li> <li>• UF4 Vernetzung</li> <li>• E1 Probleme und Fragestellungen</li> <li>• E5 Auswertung</li> <li>• K2 Recherche</li> <li>• K4 Argumentation</li> <li>• B1 Kriterien</li> <li>• B4 Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> Basiskonzept Donator-Akzeptor, Basiskonzept Energie	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b>	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Verbindliche Absprachen</b>
	Die Schülerinnen und Schüler ...		<b>Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>
<b>Autos, die nicht mit Benzin fahren</b>	erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen	<b>Bilder und Texte zu Elektromobilen</b>	Aufriss der Unterrichtsreihe

<p>Akkumulatoren</p>	<p>aus Alltag und Technik (Batterie, <u>Akkumulator</u>, Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegenden Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4).</p> <p>analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5).</p> <p>stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3).</p>	<p>- Stromversorgung mit Akkumulatoren</p> <p>- Stromversorgung mit Brennstoffzellen</p> <p><b>Beschreibung und Auswertung einer schematischen Darstellung</b> zum Aufbau eines Bleiakкумуляtors</p> <p><b>Lehrerdemonstrationsexperiment</b></p> <p>Entladen und Laden eines Bleiakкумуляtors</p> <p><b>Beschreibung und Deutung der Beobachtungen in Einzelarbeit unter Nutzung des Schulbuches</b></p> <p><b>Schüler-Kurzvortrag</b> zum Laden und Entladen des Bleiakкумуляtors</p> <p><b>Recherche</b> zum Lithium-Ionen-Akkumulator: schematischer Aufbau und Prinzip der Reaktionsabläufe beim Laden und Entladen in</p>	<p>Internetrecherche oder Auswertung vorgegebener Materialien der Lehrkraft</p> <p>Beschreibung der Teile und des Aufbaus eines Bleiakкумуляtors; Vermutungen über die Funktion der Teile</p> <p>Aufgreifen und Vertiefen der Begriffe: Anode, Kathode, galvanisches Element, Redoxreaktion; Elektrolyse</p> <p>Selbstständige Partnerarbeit oder Gruppenarbeit, Vorstellen der Ergebnisse in Kurzvorträgen</p> <p>Die Rechercheergebnisse müssen gesichert werden,</p>
----------------------	--	---	---



	<p>recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3).</p>	<p><b>Partnerarbeit</b> im Internet oder mithilfe von der Lehrkraft bereitgestellten Materialien</p> <p><b>Diskussion</b> der Vorzüge und Nachteile des Bleiakkumulators und des Lithium-Ionen-Akkumulators im Vergleich für den Betrieb von Elektroautos</p>	<p>z.B. durch eine Skizze zum Aufbau des Akkumulators, Reaktionsgleichungen und einen eigenständig verfassten Kurzttext</p>
<b>Brennstoffzelle</b>	<p>erläutern den Aufbau und die Funktionsweise einer Wasserstoff-Brennstoffzelle (UF1, UF3).</p> <p>erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6).</p> <p>analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5).</p> <p>recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe</p>	<p><b>Schülervortrag mit Demonstrationsexperiment und Handout</b></p> <p>Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle</p> <p>Aufbau und Reaktionsabläufe</p> <p><b>Lehrerinformationen</b> zum Unterschied Energiespeicher / Energiewandler</p>	<p>Sachaspekte, die zu berücksichtigen sind:</p> <p>Reihen- und Parallelschaltung,</p> <p>Anforderung eines Elektromobils, elektrische Energie, elektrische Leistung, Spannung eines Brennstoffzellen-Stapels (Stacks)</p>

	adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3).	Vergleich Akkumulator und Brennstoffzelle	
<p><b>Woher bekommt das Brennstoffzellen-Auto den Wasserstoff, seinen Brennstoff?</b></p> <p>Quantitative Elektrolyse</p> <p>Zersetzungsspannung</p> <p>Faraday-Gesetze</p> <p>Wasserstoff als Energieträger</p>	<p>beschreiben und erläutern Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3).</p> <p>deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF 4).</p> <p>erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2).</p> <p>schließen aus experimentellen Daten auf elektrochemische Gesetzmäßigkeiten (u.a. Faraday-Gesetze) (E6).</p> <p>erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und</p>	<p><b>Demonstrationsexperiment:</b></p> <p>Elektrolyse von angesäuertem Wasser</p> <p>Aufnahme einer Stromstärke-Spannungskurve, Grafische Ermittlung der Zersetzungsspannung</p> <p><b>Hypothesenbildung, selbstständige Versuchsplanung, Schülerexperiment</b> zur Untersuchung der Elektrolyse in Abhängigkeit von der Stromstärke und der Zeit. <math>n \sim I \cdot t</math></p>	<p>Reflexion des Experiments: Redoxreaktion, exotherme Reaktion, Einsatz von elektrischer Energie: <math>W = U \cdot I \cdot t</math>, Zersetzungsspannung</p> <p>Vergleich mit der errechneten Spannung aus den Redoxpotentialen</p> <p>Anlage einer übersichtlichen Wertetabelle, grafische Auswertung, Schüler- oder Lehrerexperiment</p>

	<p>Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2).</p> <p>werten Daten elektrochemischer Untersuchungen mithilfe der Nernst-Gleichung und der Faraday-Gesetze aus (E5).</p> <p>dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1).</p>	<p><b>Lehrervortrag</b></p> <p>Formulierung der Faraday-Gesetze</p> <p><b>Übungsaufgaben in Einzel- und Partnerarbeit:</b></p> <p>Berechnung der elektrischen Energie, die zur Gewinnung von z.B. 1 m<sup>3</sup> Wasserstoff notwendig ist, hier auch Aufgaben zur abgeschiedenen Masse</p>	<p>Selbstständiger Umgang mit Größen der Chemie und der Elektrochemie in Einzelarbeit; Korrektur in Partnerarbeit</p>
<p><b>Antrieb eines Kraftfahrzeugs heute und in der Zukunft</b></p> <p>Energiegewinnung und Energiespeicherung im Vergleich</p>	<p>argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4).</p> <p>erläutern und beurteilen die elektrolytische Gewinnung eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B3).</p>	<p><b>Expertendiskussion</b></p> <p>Woher sollte der elektrische Strom zum Laden eines Akkumulators und zur Gewinnung des Wasserstoffs kommen?</p>	<p>Sammeln und Bewerten von Argumenten</p>

	<p>vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle, Alkaline-Zelle) (B1).</p> <p>diskutieren die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie (B4).</p> <p>diskutieren Möglichkeiten der elektrochemischen Energiespeicherung als Voraussetzung für die zukünftige Energieversorgung (B4).</p>	<p>Vergleichende Betrachtung von Benzin, Diesel, Erdgas, Akkumulatoren und Brennstoffzellen zum Antrieb eines Kraftfahrzeuges</p> <p>- ökologische und ökonomische Aspekte</p> <p>- Energiewirkungsgrad</p>	
<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umgang mit Größengleichungen analysieren und korrigieren</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitwirkung bei der Versuchsplanung, sorgfältige Auswertung quantitativer Experimente, Schülervortrag, Anteil an Gruppenarbeit</li> </ul>			
<p><b>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</b></p> <p>Interessant ist die Abbildung von einem Brennstoffzellen-Bus mit Beschriftung, die z.B. auf „Null-Emissionen“ hinweist, z.B. <a href="http://www.brennstoffzellenbus.de/bus/">http://www.brennstoffzellenbus.de/bus/</a>.</p> <p>Im Internet sind auch animierte Darstellungen zu den chemischen Reaktionen, in vereinfachter Form, in einer Brennstoffzelle zu finden, z.B. <a href="http://www.brennstoffzellenbus.de/bzelle/index.html">http://www.brennstoffzellenbus.de/bzelle/index.html</a>.</p>			

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](http://www.siemens.com/innovation/apps/pof_microsite/pof-spring-2012/html_de/elektrolyse.html).

Ein Vergleich der alkalischen Elektrolyse und der der Elektrolyse mit einer PEM-Zelle wird ausführlich beschrieben in [http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Workshopbaende/ws2007/ws2007\\_07.pdf](http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Workshopbaende/ws2007/ws2007_07.pdf).

<http://www.diebrennstoffzelle.de>

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

## Q1 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben IV

**Kontext:** Entstehung von Korrosion und Schutzmaßnahmen

### **Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

Basiskonzept Donator-Akzeptor

Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

### **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Schülerinnen und Schüler können:

#### Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

- chemische Sachverhalte und Erkenntnisse nach fachlichen Kriterien ordnen und strukturieren (UF3).

#### Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

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

#### Kompetenzbereich Kommunikation:

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

#### Kompetenzbereich Bewertung:

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

**Inhaltsfeld:** Elektrochemie

### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ◆ Korrosion und Korrosionsschutz

**Zeitbedarf:** ca. 8 Std. à 60 Minuten

## Q1 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben IV

<b>Kontext:</b> Entstehung von Korrosion und Schutzmaßnahmen			
<b>Inhaltsfeld:</b> Elektrochemie			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Korrosion und Korrosionsschutz</li> </ul> <b>Zeitbedarf:</b> ca. 8 Stunden à 60 Minuten		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• K2 Recherche</li> <li>• B2 Entscheidungen</li> </ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> Basiskonzept Donator-Akzeptor Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b>  Die Schülerinnen und Schüler ...	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Verbindliche Absprachen</b>  <b>Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>

<p><b>Korrosion vernichtet Werte</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Merkmale der Korrosion</li> <li>• Kosten von Korrosionsschäden</li> </ul>	<p>recherchieren Beispiele für elektrochemische Korrosion und referieren über Möglichkeiten des Korrosionsschutzes (K2, K3).</p> <p>diskutieren ökologische Aspekte und wirtschaftliche Schäden, die durch Korrosionsvorgänge entstehen können (B2).</p>	<p><b>Abbildungen</b> zu Korrosionsschäden oder <b>Materialproben</b> mit Korrosionsmerkmalen</p> <p>Sammlung von Kenntnissen und Vorerfahrungen zur Korrosion</p> <p><b>Recherche</b> zu Kosten durch Korrosionsschäden</p>	<p>Mind-Map zu einer ersten Strukturierung der Unterrichtsreihe, diese begleitet die Unterrichtsreihe und wird in den Stunden bei Bedarf ergänzt</p> <p>Internetrecherche oder Auswertung vorgegebener Materialien der Lehrkraft</p>
<p><b>Ursachen von Korrosion</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lokalelement</li> <li>• Rosten von Eisen <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sauerstoffkorrosion</li> <li>- Säurekorrosion</li> </ul> </li> </ul>	<p>erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge und Maßnahmen zum Korrosionsschutz (u.a. galvanischer Überzug, Opferanode)) (UF1, UF3).</p> <p>erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/ Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7).</p>	<p><b>Schüler- oder Lehrerexperiment</b></p> <p>Experimentelle Erschließung der elektrochemischen Korrosion</p> <p><b>Schülerexperimente</b></p> <p>Bedingungen, die das Rosten fördern</p>	<p>Selbstständige Auswertung der Experimente mithilfe des Schulbuches oder bildlicher und textlicher Vorgaben durch die Lehrkraft</p> <p>Aufgreifen und Vertiefen der Inhalte und Begriffe: Anode, Kathode, galvanisches Element, Redoxreaktion</p>
<p><b>Schutzmaßnahmen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Galvanisieren</li> </ul>	<p>erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge und</p>	<p><b>Schülerexperiment</b></p>	<p>Anode aus Kupfer bzw. Zink zur Verdeutlichung der</p>



<ul style="list-style-type: none"> <li>•kathodischer Korrosionsschutz</li> </ul>	<p>Maßnahmen zum Korrosionsschutz (u.a. galvanischer Überzug, Opferanode) (UF1, UF3).</p> <p>bewerten für konkrete Situationen ausgewählte Methoden des Korrosionsschutzes bezüglich ihres Aufwandes und Nutzens (B3, B2).</p>	<p>Verkupfern oder Verzinken eines Gegenstandes</p> <p><b>Bilder oder Filmsequenz</b> zum Verzinken einer Autokarosserie durch Galvanisieren und Feuerverzinken</p> <p><b>Unterrichtsgang</b></p> <p>Besuch der Fa. Schnabel, einem galvanischen Betrieb</p> <p><b>Welcher Korrosionsschutz ist der beste?</b></p> <p>Bewertung des Korrosionsschutzes nach Darstellung einiger Korrosionsschutzmaßnahmen durch Kurzreferate</p>	<p>Teilnahme der Anode an einer Elektrolyse; selbstständige Auswertung des Experimentes mithilfe des Schulbuches</p> <p>Sammeln und Bewerten von Argumenten</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alltagsvorstellungen zur Korrosion</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Durchführung von Experimenten, Auswertung der Experimente, Kurzreferate</li> <li>• Klausuren/Facharbeiten</li> </ul>			
<p><b>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</b></p> <p><a href="http://www.korrosion-online.de">www.korrosion-online.de</a> Umfangreiches Informations- und Lernangebot rund um das Thema <b>Korrosion</b> und Korrosionsschutz.</p>			

Weist auch viele interessante und vielfältige Abbildungen zur Korrosion auf.

[daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/korrosion/korrosion.htm](http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/korrosion/korrosion.htm)

20.09.2010 - Beschreibung von Erscheinungsformen für **Korrosion** und Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Korrosionsschutz Element

## Q 1 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben V

**Kontext:** Biodiesel als Alternative zu Diesel aus Mineralöl

### **Basiskonzepte (Schwerpunkte):**

Basiskonzept Struktur-Eigenschaft

Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

Basiskonzept Donator-Akzeptor

### **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können

#### Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

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

#### Kompetenzbereich Kommunikation:

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

#### Kompetenzbereich Bewertung:

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

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

### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Organische Verbindungen und Reaktionswege
- Reaktionsabläufe

**Zeitbedarf:** ca. 22 Std. à 60 Minuten

## Q1 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben V

<b>Kontext: Biodiesel als Alternative zu Diesel aus Mineralöl</b>	
<b>Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe</b>	
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Organische Verbindungen und Reaktionswege</li><li>• Reaktionsabläufe</li></ul>	<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• UF4 Vernetzung</li><li>• K2 Recherche</li><li>• K3 Präsentation</li><li>• B2 Entscheidungen</li><li>• B3 Werte und Normen</li></ul>
<b>Zeitbedarf:</b> ca. 22 Std. à 60 Minuten	<b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> Basiskonzept Struktur-Eigenschaft Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht Basiskonzept Donator-Akzeptor

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen/ Didaktisch-methodische Anmerkungen
<p><b>Kein Fahrspaß ohne Erdöl?</b></p> <p>Konventionelle Kraftstoffe aus Erdöl</p> <p>Alternative Kraftstoffe, u. a. Biokraftstoffe</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).</p>	<p>Informationen/Medienberichte zum Themenkomplex "Endlichkeit des Erdöls, Notwendigkeit der Nutzung alternativer Kraftstoffe" [1]</p> <p><b>Erstellen eines Überblicks</b> über konventionelle und alternative Kraftstoffe [2], z. B. in Form eines Clusters</p>	<p>Recherche im Computerraum oder als Hausaufgabe</p> <p>Ausgehend vom Cluster zu den Kraftstoffen kann das Unterrichtsvorhaben strukturiert werden.</p>
<p><b>Herstellung von Biodiesel</b></p> <p>Veresterung</p>	<p>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.</p>	<p><b>Information:</b> Aufbau von Rapsöl als pflanzliches Fett und Umesterung mit Methanol</p> <p><b>Experiment:</b> Umesterung von Rapsöl zu Rapsölmethylester (Biodiesel) [3]</p>	<p>Wiederholung der Inhalte <i>Ester</i> und <i>chemisches Gleichgewicht</i> aus dem Inhaltsfeld 1</p>

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen/ Didaktisch-methodische Anmerkungen
	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>Veresterung, Oxidationsreihe der Alkohole) (UF1, UF3).</p> <p>erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften vorher (UF1).</p> <p>erklären Reaktionsabläufe unter dem Gesichtspunkt der Produktausbeute und Reaktionsführung (UF4).</p>		
<p><b>Wie ist der Einsatz von Biodiesel zu bewerten?</b></p>	<p>erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3).</p> <p>diskutieren und bewerten Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u. a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3).</p>	<p><b>Recherche</b> in ausgewählten wissenschaftlichen Publikationen: Beurteilung der Vor- und Nachteile des Einsatzes von Biodiesel im Wandel der Zeit.</p>	

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen/ Didaktisch-methodische Anmerkungen
<p><b>Gewinnung von konventionellen Kraftstoffen aus Erdöl</b></p> <p>Fraktionierte Destillation, Alkane, Isomerie</p> <p>Cracken, Alkene</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u. a. Van-der-Waals-Kräfte, Wasserstoffbrückenbindungen) (UF 3, UF4).</p> <p>erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften vorher (UF1).</p> <p>formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und einer nucleophilen Substitution und erläutern diese (UF1).</p> <p>beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle den</p>	<p><b>Film:</b> Fraktionierte Destillation</p> <p><b>Problem/Überleitung:</b> Anteil der Benzinfraktion geringer als der Bedarf</p> <p><b>Demonstrations-Experiment/Film:</b> Das Crack-Verfahren</p> <p><b>Expertenmethode:</b> Alkane, Alkene und Isomerie</p> <p><b>Exkurs:</b> Nachweis von Doppelbindungen</p> <p><b>Experiment/Film:</b> Addition von Brom an die Doppelbindung von Alkenen</p>	<p>Der Weg vom Erdöl zum Kraftstoff Benzin soll mit den Verfahren <i>fraktionierte Destillation von Erdöl, Cracken</i> und <i>Zusatz von Klopfschutzmitteln</i> dargestellt werden. Zugleich findet eine Wiederholung der Stoffklassen Alkane und Alkene statt (Aufbau der Moleküle; Isomerie; Eigenschaften, z. B. Siedetemperatur).</p>

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler ...	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen/  Didaktisch-methodische Anmerkungen
	Verlauf ausgewählter chemischer Reaktionen in Teilschritten (K3).	<b>Erarbeitung mit anschließender Darstellung des Reaktionsmechanismus</b> , z. B. als Stopmotion-Film	
<b>Was soll ich tanken: Super oder Super plus?</b>  Verbrennung von Kohlenwasserstoffen		<b>Animation:</b> Die Funktionsweise eines Ottomotors – Verbrennung von Kohlenwasserstoffen	Internet-Recherche mit dem Stichwort „Viertakt-Ottomotor“  Methodische Anregung: Kommentierung der Animation durch die Lernenden  Wiederholung: Aufstellen von Reaktionsgleichungen zur Verbrennung von Kohlenwasserstoffen, Berechnung des CO <sub>2</sub> -Ausstoßes, etc.



Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen/ Didaktisch-methodische Anmerkungen
<p>Klopffestigkeit, Octanzahl, Klopfschutzmittel</p> <p>Ketone</p>	<p>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).</p>	<p>Überblick über Kraftstoffbestandteile und ihre Octanzahlen [7], <b>Zuordnung der Stoffe zu Stoffklassen</b>, u. a. das Aceton, als Bestandteil von Formel-1-Treibstoffen [8]</p>	<p>Möglicher Zugang zur Octanzahl: Tanken im Ausland, z. B. Dänemark mit den Kraftstoffen <i>Blyfri 95</i> und <i>Blyfri 98</i></p> <p>Alternativ besteht bereits hier die Möglichkeit der Vertiefung der elektrophilen Addition bei nicht symmetrischen Alkenen (Markownikow Regel) am Bsp. der Synthese von ETBE</p>
<p><b>Alkohole als alternative Kraftstoffe</b></p> <p>Bioethanol</p> <p>Stoffklasse der Alkohole</p>	<p>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.</p>	<p><b>Information:</b> Bioethanol als Bestandteil von Kraftstoffen, z. B. E 10, E 85</p> <p>Herstellung von Ethanol durch Gärung (Wiederholung)</p> <p>Ausblick auf Biokraftstoffe erster und zweiter Generation</p>	<p>Der alternative Treibstoff <i>Bioethanol</i> wird als ein Vertreter der Alkohole klassifiziert.</p>

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler ...	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen/  Didaktisch-methodische Anmerkungen
	Veresterung, Oxidationsreihe der Alkohole) (UF1, UF3).		Hinweis: z. B. Lignocellulose-Ethanol aus Pflanzenabfällen [2]
<p><b>Wie können Ethanol und andere Alkohole aus Erdöl hergestellt werden?</b></p> <p>Elektrophile Addition: Hydratisierung</p> <p>Markownikow-Regel, Stabilität von Carbeniumionen</p>	<p>klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3).</p> <p>formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und einer nucleophilen Substitution und erläutern diese (UF1).</p> <p>erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften vorher (UF1).</p> <p>vergleichen ausgewählte organische Verbindungen und entwickeln</p>	<p><b>Elektrophile Addition, z. B. als Filmleiste:</b> Hydratisierung von Ethen</p> <p><b>Übung:</b> Addition von Wasser an diverse Alkene (Regioselektivität bei nicht symmetrischen Alkenen)</p>	<p>Anhand der verschiedenen Möglichkeiten Ethanol zu synthetisieren, werden die unterschiedlichen Reaktionstypen eingeführt.</p> <p>Erarbeitung der Markownikow-Regel durch die Schülerinnen und Schüler mit Hilfe einer Lernumgebung möglich [9]</p> <p>Hydratisierung von Ethen als technisches</p>

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler ...	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen/  Didaktisch-methodische Anmerkungen
	Hypothesen zu deren Reaktionsverhalten aus den Molekülstrukturen (u. a. I-Effekt, M-Effekt, sterischer Effekt) (E3).		Herstellungsverfahren von Ethanol
Nucleophile Substitution		<p><b>Erarbeitung der nucleophilen Substitution mit binnendifferenzierenden Materialien (Modelle, Strukturlegetechnik mit Kärtchen):</b> Bromethan und Kalilauge reagieren u. a. zu Ethanol</p> <p><b>Wiederholung Etherbildung:</b> ETBE und MTBE</p>	

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler ...	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen/  Didaktisch-methodische Anmerkungen
		<b>Selbstständige Erarbeitung der Eliminierung</b> als Umkehrung der elektrophilen Addition: Dehydratisierung von Alkoholen	
	analysieren und vergleichen die Reaktionsschritte unterschiedlicher Reaktionstypen (u.a. elektrophile Addition und elektrophile Substitution) (E6).	<b>Aufstellen eines Reaktionssterms</b> zu den Möglichkeiten der Ethanolherstellung	

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen/  Didaktisch-methodische Anmerkungen
<p><b>Welche Probleme treten bei der Nutzung von Biokraftstoffen auf?</b></p> <p>Oxidationsreihe der Alkohole</p> <p><b>Womit fahren wir morgen? - Bedeutung unterschiedlicher Kraftstoffe bei der</b></p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>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).</p> <p>erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3).</p>	<p><b>Erhöhte Aldehydemission bei der Nutzung von Alkoholkraftstoffen:</b> Analyse der unvollständigen Verbrennungsprozesse von Ethanol im Verbrennungsmotor unter dem Aspekt „Oxidationsreihe der Alkohole“, Rolle des Katalysators im Hinblick auf eine vollständige Oxidation</p> <p><b>Podiumsdiskussion:</b> Bewertung der konventionellen und alternativen Kraftstoffe der ersten und zweiten Generation anhand verschiedener Kriterien (z. B. ökonomische,</p>	<p><b>Rückbezug zum vorangegangenen Unterricht</b></p> <p>Die Tatsache, dass Fahrzeuge, die mit Alkoholkraftstoff betrieben werden, eine höhere Emission an Aldehyden aufweisen [4], kann genutzt werden, um die Kompetenzerwartungen zur <i>Oxidationsreihe der Alkohole</i> zu festigen (siehe die entsprechende Kompetenzerwartung im IF1).</p> <p><b>Ggf. Ausblick</b></p> <p>Zukünftige Bedeutung von Biokraftstoffen im Vergleich zu Antriebskonzepten mit</p>

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler ...	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen/  Didaktisch-methodische Anmerkungen
<b>zukünftigen Mobilität</b>		ökologische, technische und gesellschaftliche Kriterien [5])	Elektrizität oder Wasserstoff
<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ester und chemisches Gleichgewicht</li> <li>• Oxidationsreihe der Alkohole</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Handlungsprodukte: Cluster, Artikel, Stop-Motion-Filme, Versuchsprotokolle, Reaktionsstern</li> <li>• Präsentationen, u. a. zu Reaktionsmechanismen, Stoffklassen, Lernumgebung zur Markownikow-Regel</li> <li>• schriftliche Übung, u. a. zur Regioselektivität</li> </ul>			

## Weiterführendes Material:

•	<a href="http://www.sueddeutsche.de/auto/bioethanol-als-treibstoff-der-zukunft-futter-im-tank-1.1813027">http://www.sueddeutsche.de/auto/bioethanol-als-treibstoff-der-zukunft-futter-im-tank-1.1813027</a>	Zeitu Treib
•	<a href="http://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/kraft-betriebsstoffe/alternative-kraftstoffe">http://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/kraft-betriebsstoffe/alternative-kraftstoffe</a>	Infor
•	Eilks, Ingo: Biodiesel: Kontextbezogenes Lernen in einem gesellschaftskritisch-problemorientierten Chemieunterricht. In: PdN- Chemie in der Schule, Jg. 2001 (50), H. 1, S. 8-10	Besch Them
•	Dreyhaupt, Franz-Joseph [Hrsg.]: VDI-Taschenlexikon Immissionsschutz. Düsseldorf: VDI-Verlag, 1996, S. 26ff (Stichwort Alkoholkraftstoff)	Dars Alkol Verb Oxid
•	Brysch, Stephanie: Biogene Kraftstoffe in Deutschland. Hamburg: Diplomica, 2008.	Studi krite
•	<a href="https://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/b/r/brosch_biokraftstoffe_web.pdf">https://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/b/r/brosch_biokraftstoffe_web.pdf</a>	Infor Nach Biok
•	<a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Oktanzahl">https://de.wikipedia.org/wiki/Oktanzahl</a>	u. a. A zahle
•	<a href="http://www.motorsport-total.com/f1/news/2002/10/Das_Lebenselixier_der_Formel_1_02100401.html">http://www.motorsport-total.com/f1/news/2002/10/Das_Lebenselixier_der_Formel_1_02100401.html</a>	Infor Form
•	<a href="http://www.cup.uni-muenchen.de/dept/ch/engel/lonet/markownikow/start.htm">http://www.cup.uni-muenchen.de/dept/ch/engel/lonet/markownikow/start.htm</a>	Lern

## Q 2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben I

**Kontext:** Benzol als unverzichtbarer Ausgangsstoff bei Synthesen

### Basiskonzepte (Schwerpunkte):

Basiskonzept Struktur-Eigenschaft

Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

### Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können ...

### Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

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

#### Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

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

#### Kompetenzbereich Bewertung:

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

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

#### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ◆ Organische Verbindungen und Reaktionswege
- ◆ Reaktionsabläufe

**Zeitbedarf:** ca. 15 Std. à 60 Minuten



Q 2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben I

<b>Kontext:</b> Benzol als unverzichtbarer Ausgangsstoff bei Synthesen	
<b>Inhaltsfeld:</b> Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe	
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Organische Verbindungen und Reaktionswege</li><li>• Reaktionsabläufe</li></ul> <b>Zeitbedarf:</b> ca. 15 Std. a 60 Minuten	<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• UF2 – Auswahl</li><li>• E3 – Hypothesen</li><li>• E6 – Modelle</li><li>• E7 – Arbeits- und Denkweisen</li><li>• B4 – Möglichkeiten und Grenzen</li></ul> <b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> Basiskonzept Struktur – Eigenschaft Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler ...	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<p><b>Was ist das Besondere an Benzol?</b></p> <p>Verwendung</p> <p>Mesomerie</p> <p>Aromatizität</p>	<p>beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und erläutern Grenzen dieser Modellvorstellung (E6, E7).</p> <p>stellen Erkenntnisse der Strukturchemie in ihrer Bedeutung für die Weiterentwicklung der Chemie (u. a. Aromaten, Makromoleküle) dar (E7).</p>	<p><b>Recherche:</b> Krebsgefahr durch Benzin: Benzol als Antiklopfmittel im Benzin</p> <p><b>Schülerexperiment:</b> Molekülbaukasten C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> mögliche Strukturen</p> <p><b>Film:</b> Das Traummolekül - August Kekulé und der Benzolring</p> <p><b>Mindmap:</b> Benzol als Grundchemikalie für Synthesen von z. B. Farbstoffen, Kunststoffen, Arzneimitteln</p>	<p>Anknüpfung an das Thema Treibstoffe</p>
	<p>bewerten die Grenzen chemischer Modellvorstellungen über die Struktur organischer Verbindungen und die Reaktionsschritte von Synthesen für die Vorhersage der Bildung von Reaktionsprodukten (B4).</p>	<p><b>Hypothesenbildung:</b> Ringstruktur des Benzols,</p> <p><b>Info:</b> Ergebnisse der Röntgenstrukturanalyse, Existenz von 3 Isomeren des Dibrombenzols statt denkbarer vier Isomere eines (hypothetischen) 1,3,5-Cyclohexatriens</p>	

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler ...	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
		<p><b>Diskussion:</b> Grenzen der Strukturchemie</p> <p><b>Arbeitsblatt oder eingeführtes Schulbuch:</b> Mesomerie und Grenzstrukturen, ggf. Hydrierungsenthalpie</p>	Hinweis auf die Weiterentwicklung der Strukturchemie im Orbitalmodell (ohne weitere Vertiefung)
<p><b>Wie reagiert Benzol?</b></p> <p>Mechanismus der elektrophilen Substitution</p> <p>Elektrophile Zweitsubstitution</p> <p>Dirigierende Effekte</p> <p>Reaktivität</p>	<p>erläutern das Reaktionsverhalten von aromatischen Verbindungen (u. a. Benzol, Phenol) und erklären dies mit Reaktionsschritten der elektrophilen Erst- und Zweitsubstitution (UF1, UF2).</p> <p>analysieren und vergleichen die Reaktionsschritte unterschiedlicher Reaktionstypen (u. a. elektrophile Addition und elektrophile Substitution) (E6).</p>	<p><b>Hypothesenbildung:</b> Bromierung von Benzol</p> <p><b>AB oder Filmsequenz:</b> Bromierung von Benzol und Cyclohexen</p> <p><b>Mechanismenpuzzle:</b> Elektrophile Substitution, Vergleich zur elektrophilen Addition</p>	<p><b>Implizite Wiederholung:</b> elektrophile Addition an Doppelbindungen</p> <p>Kognitiver Konflikt: Es findet keine elektrophile Addition, sondern eine Substitution statt.</p> <p>Möglichkeit zur Binnendifferenzierung: umfangreiche Informationen zu den</p>

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <p>verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).</p> <p>beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle den Verlauf ausgewählter chemischer Reaktionen in Teilschritten (K3).</p> <p>machen eine Voraussage über den Ort der elektrophilen Zweitsubstitution am Aromaten und begründen diese mit dem Einfluss des Erstsубstituenten (E3, E6).</p>	<p><b>Stationenarbeit oder Kurzreferate:</b> „Verwandte“ des Benzols, z. B. Toluol, Phenol, Anilin, Nitrobenzol, Benzoesäure, Benzaldehyd</p> <p>Einbezug der Acidität von Phenol bzw. der Basizität von Anilin</p> <p><b>Arbeitsteilige Gruppenarbeit:</b> Elektrophile Substitution an Phenol, o-, m- oder p-Position</p> <p>Vergleich der möglichen Grenzstrukturen</p> <p><b>Arbeit mit dem Schulbuch:</b> Tabelle zum Einfluss des Substituenten auf die Zweitsubstitution, Trainingsaufgaben</p>	<p>Reaktionen der Aromaten samt Übungen [3]</p> <p>Implizite Wiederholung Säure-Base-Theorie, funktionelle Gruppen</p>

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans  Die Schülerinnen und Schüler ...	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<b>Vom Benzol zum Anwendungsprodukt</b>	<p>vergleichen ausgewählte organische Verbindungen und entwickeln Hypothesen zu deren Reaktionsverhalten aus den Molekülstrukturen (u. a. I-Effekt, M-Effekt, sterischer Effekt) (E3).</p> <p>machen eine Voraussage über den Ort der elektrophilen Zweitsubstitution am Aromaten und begründen diese mit dem Einfluss des Ersts substituents (E3, E6).</p>	<p><b>Lernaufgabe:</b> Herstellung von Trinitrotoluol oder Pikrinsäure</p> <p>Ausgewählte weitere Beispiele für Aromaten: z. B. Acetylsalicylsäure, Styrol, Naphtalin</p>	<p>Der Einstieg kann über das Thema „Sprengstoffe“ erfolgen [4] [5].</p> <p>Mögliche Überleitung zu Farbstoffen, ggf. Arzneimittel</p>

### Diagnose von Schülerkonzepten:

- Aufstellen von Valenzstrich-Strukturformeln
- Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition
- Anwendung der Säure-Base-Theorie auf neue Verbindungen, u. a. Phenol

### Leistungsbewertung:

- Bewertung von schriftlichen Handlungsprodukten: Mindmap „Benzol als Grundchemikalie“, Reaktionsstern „Benzol“, Trainingsaufgaben zum Einfluss der Substituenten auf die Zweitsubstitution
- Vorträge/Beiträge zu den Themen „Mesomerie“, „Reaktionsmechanismus der elektrophilen Substitution“, „Herstellen von Trinitrotoluol“
- Darstellung und Kommentierung von Molekülstrukturen, die ggf. auch mit Molekülbaukästen modelliert wurden

### **Weiterführendes Material:**

•	<a href="http://www.uniklinikum-saarland.de/fileadmin/UKS/Aktuelles/Zeitschrift_UKS_Report/Medizinlexikon/Meizinlexikon_ab_2005/Benzol-Erkrankungen.pdf">http://www.uniklinikum-saarland.de/fileadmin/UKS/Aktuelles/Zeitschrift_UKS_Report/Medizinlexikon/Meizinlexikon_ab_2005/Benzol-Erkrankungen.pdf</a>	Informationen zu den Gefahren des Benzols
•	<a href="http://www.br.de/fernsehen/ard-alpha/sendungen/schulfernsehen/meilensteine-traummolekuel-kekule100.html">http://www.br.de/fernsehen/ard-alpha/sendungen/schulfernsehen/meilensteine-traummolekuel-kekule100.html</a>	Inhalt des Films über Kekulé
•	<a href="http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/12/oc/vlu_organik/aromaten/reaktionen/reaktionen_aromaten.vlu.html">http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/12/oc/vlu_organik/aromaten/reaktionen/reaktionen_aromaten.vlu.html</a>	Umfangreiche Darstellung der Reaktionen an Aromaten samt Übungsaufgaben

•	<a href="http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/16/oc/explosivstoffe/explosivstoffe.vlu.html">http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/16/oc/explosivstoffe/explosivstoffe.vlu.html</a>	Material Sprengstoffe
•	<a href="http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/16/oc/explosivstoffe/explosivstoffe.vlu/Page/vsc/de/ch/16/oc/explosivstoffe/05_nitroaromaten.vscml.html">http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/16/oc/explosivstoffe/explosivstoffe.vlu/Page/vsc/de/ch/16/oc/explosivstoffe/05_nitroaromaten.vscml.html</a>	kurzer Film zur Explosion von Bariumpikrat

## Q2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben II

**Kontext:** *Farbstoffe im Alltag*

**Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

Basiskonzept Struktur – Eigenschaft

**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Schülerinnen und Schüler können

Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

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

Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

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

Kompetenzbereich Kommunikation:

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

Kompetenzbereich Bewertung:

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

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

**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ◆ Farbstoffe und Farbigkeit

**Zeitbedarf:** ca. 16 Std. à 60 Minuten



## Q2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben II

<b>Kontext:</b> Farbstoffe im Alltag			
<b>Inhaltsfeld:</b> Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
<b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Farbstoffe und Farbigkeit</li> </ul>		<b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• E6 Modelle</li> <li>• K3 Präsentation</li> <li>• K4 Argumentation</li> <li>• B4 Möglichkeiten und Grenzen</li> </ul>	
<b>Zeitbedarf:</b> 16 Std. à 60 Minuten		<b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b> Basiskonzept: Struktur – Eigenschaft	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b>	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>
	Die Schülerinnen und Schüler ....		
<b>Farben im Alltag</b>		<b>Mindmap:</b> Farbe	.
- Farbigkeit und Licht			

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Absorptionsspektrum</li> </ul>	<p>erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3).</p> <p>werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5)</p>	<p><b>Erarbeitung:</b> Licht und Farbe, Fachbegriffe</p> <p><b>Experiment:</b> Fotometrie und Absorptionsspektren</p>	
<p><b>Organische Farbstoffe</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Farbe und Struktur</li> <li>- Konjugierte Doppelbindungen</li> <li>- Donator-/ Akzeptorgruppen</li> <li>- Mesomerie</li> <li>- Azofarbstoffe</li> <li>- Triphenylmethanfarbstoffe</li> </ul>	<p>erklären die Farbigkeit von vorgegebenen Stoffen (u.a. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe) durch Lichtabsorption und erläutern den Zusammenhang zwischen Farbigkeit und Molekülstruktur mit Hilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-/ Akzeptorgruppen (UF1, E6).</p> <p>geben ein Reaktionsschema für die Synthese eines Azofarbstoffes an und erläutern die Azokupplung als elektrophile Zweitsubstitution (UF1, UF3)</p>	<p><b>Arbeitsblatt:</b> Kriterien für Farbigkeit</p> <p>Einfluss von konjugierten Doppelbindungen bzw. Donator-/ Akzeptorgruppen</p> <p><b>Lernaufgabe:</b> Azofarbstoffe</p> <p><b>Demonstrationsexperiment:</b> Farbwechsel von Phenolphthalein</p>	<p>Wiederholung: elektrophile Substitution</p>

	<p>erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe) (E6).</p>	<p>Erarbeitung der Strukturen</p> <p><b>Schülerexperiment:</b> Synthese von Fluorescein</p>	
<p><b>Verwendung von Farbstoffen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- bedeutsame Textilfarbstoffe</li> <li>- Wechselwirkung zwischen Faser und Farbstoff</li> </ul>	<p>recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).</p> <p>demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3).</p> <p>beschreiben und diskutieren aktuelle Entwicklungen im Bereich organischer Werkstoffe und Farbstoffe unter vorgegebenen und selbstständig gewählten Fragestellungen (K4).</p>	<p><b>Recherche:</b> Farbige Kleidung im Wandel der Zeit</p> <p><b>Schülerexperiment:</b> Färben mit Indigo und mit einem Direktfarbstoff</p> <p><b>Diskussion und Vergleich</b></p> <p><b>Arbeitsblatt:</b> Textilfasern und Farbstoffe (Prinzipien der Haftung)</p> <p><b>Moderne Kleidung:</b> Erwartungen</p> <p><b>Recherche:</b> Moderne Textilfasern und Textilfarbstoffe –</p>	<p>Rückgriff auf die Kunststoffchemie möglich</p> <p>ggf. weitere Färbemethoden</p> <p>Wiederholung zwischenmolekularer Wechselwirkungen</p> <p>z.B. Azofarbstoffe und reduktive Azospaltung</p>

	<p>erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken (UF3, UF4).</p> <p>beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).</p>	<p>Herstellung, Verwendung, Probleme</p> <p><b>Erstellung von Postern und Museumsgang</b></p>	
<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lernaufgabe</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur, Präsentation, Protokolle</li> </ul>			
<p><b>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</b></p> <p>Zahlreiche Informationen zu Farbe und Farbstoffen sind z.B. im folgenden Lexikon zusammengestellt:</p> <p><a href="http://www.seilnacht.com/Lexikon/FLexikon.htm">http://www.seilnacht.com/Lexikon/FLexikon.htm</a></p> <p>Auch zu aktuelleren Entwicklungen findet man Material:</p> <p><a href="http://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/funktionelle+Farben.html">http://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/funktionelle+Farben.html</a></p>			

## Q2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben III

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

### **Basiskonzepte (Schwerpunkt):**

Basiskonzept Struktur – Eigenschaft

Basiskonzept Donator-Akzeptor

### **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Schülerinnen und Schüler können

#### Kompetenzbereich Umgang mit Fachwissen:

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

#### Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

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

#### Kompetenzbereich Kommunikation:

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

#### Kompetenzbereich Bewertung:

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

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

### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ◆ Organische Verbindungen
- ◆ Reaktionsabläufe
- ◆ Organische Werkstoffe

**Zeitbedarf:** ca. 26 Std. à 60 Minuten

## Q2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben III

<b>Kontext:</b> Maßgeschneiderte Kunststoffe – nicht nur für Autos			
<b>Inhaltsfeld : Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe</b>			
<p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organische Verbindungen und Reaktionswege</li> <li>• Reaktionsabläufe</li> <li>• Organische Werkstoffe</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> 26 Std. à 60 Minuten</p>		<p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UF1 Wiedergabe</li> <li>• UF3 Systematisierung</li> <li>• E4 Untersuchungen und Experimente</li> <li>• E5 Auswertung</li> <li>• E7 Arbeits- und Denkweisen</li> <li>• K3 Präsentation</li> <li>• B3 Werte und Normen</li> </ul> <p><b>Basiskonzepte (Schwerpunkte):</b></p> <p>Basiskonzept Struktur – Eigenschaft</p> <p>Basiskonzept Donator-Akzeptor</p>	
<b>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte</b>	<b>Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans</b> Die Schülerinnen und Schüler ....	<b>Lehrmittel/ Materialien/ Methoden</b>	<b>Verbindliche Absprachen</b> <b>Didaktisch-methodische Anmerkungen</b>

<p><b>Die Vielfalt der Kunststoffe im Auto:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition der Begriffe „Kunststoff“ „Makromolekül“ „Polymer“ „Monomer“</li> <li>• Bsp. für Eigenschaften von Kunststoffen und deren Verwendung</li> </ul>		<p><b>Demonstration von Kunststoffteilen eines Autos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blinkerabdeckung</li> <li>• Sicherheitsgurt</li> <li>• Keilriemenrolle</li> <li>• Sitzbezug</li> </ul> <p><b>Mind Map:</b> Kunststoffe im Auto - Eigenschaften und Verwendung</p> <p><b>Eingangstest:</b> intermolekulare Wechselwirkungen, funktionelle Gruppen.</p>	<p>Ausgehend von der Verwendung von Kunststoffen im Auto werden Fragestellungen entwickelt und eine <b>Mind Map</b> erstellt und im Laufe der Unterrichtssequenz ergänzt.</p> <p>In der <b>Eingangsdiagnose</b> wird das für den folgenden Unterricht bedeutsame Vorwissen der SuS abgefragt.</p> <p><b>Materialien zur individuellen Wiederholung der Lerninhalte</b> werden im Verlauf des Unterrichts bereitgestellt.</p>
<p><b>Eigenschaften, Synthesereaktionen, Stoffklassen und Verarbeitung von Kunststoffen</b></p> <p><b>1. Transparentes Plexiglas (PMMA):</b></p>	<p>beschreiben und erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF3).</p> <p>erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen</p>	<p><b>Die folgenden Schüler Experimente werden als Lernzirkel durchgeführt.</b></p>	<p>Reaktionsschritte der radikalischen Polymerisation können in Lernprogrammen erarbeitet werden.</p>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionsschritte der radikalischen Polymerisation</li> <li>• Faserstruktur und Transparenz</li> </ul> <p><b>2. Reißfeste Fasern aus PET:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau von Polyestern</li> <li>• Polykondensation (ohne Mechanismus)</li> <li>• Faserstruktur und Reißfestigkeit</li> <li>• Schmelzspinnverfahren</li> </ul> <p><b>3. Hitzebeständige Kunststoffe für den Motorraum:</b></p> <p>Hitzebeständigkeit und Molekülstruktur der Duromere, Elastomere und Thermoplaste</p> <p><b>4. Nylonfasern für Sitzbezüge</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau von Nylon</li> <li>• Polyamide</li> </ul>	<p>sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E3).</p> <p>beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle den Verlauf ausgewählter chemischer Reaktionen in Teilschritten (K3).</p> <p>Vergleichen ausgewählte organische Verbindungen und entwickeln Hypothesen zu deren Reaktionsverhalten aus den Molekülstrukturen (u.a. I-Effekt, M-Effekt, sterischer Effekt) (E3).</p> <p>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).</p> <p>ermitteln Eigenschaften von organischen Werkstoffen und erklären diese anhand der Struktur (u.a. Thermoplaste, Elastomere, Duromere) (E5).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellung einer PMMA Scheibe durch radikalische Polymerisation</li> <li>• Herstellung einer Polyesterfaser mit einer Heißklebepistole</li> <li>• Thermische Eigenschaften von Duromeren, Elastomeren und Thermoplasten</li> </ul>	<p><b>Materialien zur individuellen Wiederholung:</b></p> <p><b>zu 1.:</b> Alkene, elektrophile Addition</p> <p><b>zu 2.:</b> Alkanole, Carbonsäuren, Ester, Veresterung und Verseifung, Intermolekulare Wechselwirkungen</p>
--	--	--	---



<p><b>Systematisierung der kennen gelernten Stoffklassen und Reaktionstypen.</b></p>	<p>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).</p> <p>erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF3, UF4).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• „Nylonseiltrick“</li> </ul> <p><b>Protokolle</b></p> <p><b>Arbeitsblätter</b> zur Zusammenfassung der Stoffklassen und Reaktionstypen.</p>	<p><b>zu 4.:</b></p> <p>Alkanole, Carbonsäuren, Ester, Veresterung und Verseifung,</p>
<p><b>Kunststoff werden in Form gebracht:</b></p> <p><b>Kunststoffverarbeitung</b></p> <p>Verfahren, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extrudieren</li> <li>• Spritzgießen</li> <li>• Extrusionsblasformen</li> <li>• Fasern spinnen</li> </ul> <p>Geschichte der Kunststoffe</p>	<p>recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).</p>	<p>Mögliche Formen der Präsentationen durch die SuS: <b>Referat, Posterpräsentation, Museumsgang oder WIKI.</b></p> <p>Einsatz von <b>Filmen</b> und <b>Animationen</b> zu den Verarbeitungsprozessen.</p>	<p>In diesem und den folgenden Unterrichtseinheiten können <b>S-Präsentationen (Referate, Poster, WIKI)</b> erstellt werden. Mögliche Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verarbeitungsverfahren</li> <li>• Historische Kunststoffe</li> </ul>

<p><b>Reaktionsweg zur Herstellung von Polycarbonat, dem Kunststoff für Auto-Sonnendächer</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bau der Polycarbonate</li> <li>• Vorteile gegenüber PMMA (Elastizität, Wärmebeständigkeit)</li> <li>• Syntheseweg zum Polycarbonat</li> </ul>	<p>präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata.(K3)</p> <p>verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).</p> <p>verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).</p>	<p><b>Recherche:</b></p> <p>Aufbau der Polycarbonate</p> <p>Reaktionsweg zur Herstellung von Polycarbonaten aus Basischemikalien</p> <p>Eigenschaften in Bezug auf ihre Eignung als Werkstoff für Autodächer</p> <p>Vorteile gegenüber PMMA</p> <p><b>Flussdiagramme</b> zur Veranschaulichung des Reaktionswegs und Herstellungsprozesses</p>	<p><b>Weitere mögliche Themen für S-Präsentationen:</b></p> <p>Verwendungen von Polycarbonaten (z.B. in LCD-Bildschirmen, als Fassungen für LEDs) und von PMMA.</p>
<p><b>Maßgeschneiderte Kunststoffe</b></p> <p>z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cokondensate und "Blends" auf Basis von Polycarbonaten</li> <li>• Plexiglas (PMMA) mit UV-Schutz</li> <li>• Superabsorber</li> <li>• Cyclodextrine</li> <li>• Silikone</li> </ul>	<p>stellen Erkenntnisse der Strukturchemie in ihrer Bedeutung für die Weiterentwicklung der Chemie (u.a. Aromaten, Makromoleküle) dar (E7).</p> <p>präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3).</p>	<p><b>Arbeitsteilige Gruppenarbeit ggf. mit Schüler-Experimenten</b> zu ausgewählten maßgeschneiderten Kunststoffen, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plexiglas mit UV-Schutz</li> <li>• Superabsorber und ihre Wasseraufnahmefähigkeit</li> <li>• Cyclodextrine als "Geruchskiller"</li> </ul>	<p>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.</p> <p>Cokondensation und "Blending" dienen der</p>

	<p>demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3)</p> <p>beschreiben und diskutieren aktuelle Entwicklungen im Bereich organischer Werkstoffe und Farbstoffe unter vorgegebenen und selbstständig gewählten Fragestellungen (K4).</p>	<p><b>Präsentation der Ergebnisse als WIKI oder als Poster (Museumsgang)</b></p>	<p>Modifikation von Kunststoffeigenschaften.</p> <p>Der Nachweis der UV-absorbierenden Wirkung der Plexiglasscheibe soll nur qualitativ mit Hilfe einer UV-Lampe erfolgen.</p> <p>Der Versuch eignet sich zur Überleitung zum Thema Farbstoffe.</p>
<p><b>Kunststoffmüll ist wertvoll:</b></p> <p><b>Kunststoffverwertung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Umweltverschmutzung durch Plastikmüll</b></li> <li>• <b>Verwertung von Kunststoffen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- energetisch</li> <li>- rohstofflich</li> <li>- stofflich</li> </ul> </li> <li>• <b>Ökobilanz von Kunststoffen</b></li> </ul>	<p>diskutieren und bewerten Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3).</p> <p>erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3).</p> <p>beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen</p>	<p><b>Arbeitsteilige Gruppenarbeit ggf. mit Schüler-Experimenten</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umschmelzen von Polycarbonat (CD) oder PET (Flaschen)</li> <li>• Herstellung von Stärkefolien</li> <li>• Herstellung von kompostierbarem Verpackungsmaterial "Stärkopor"</li> </ul> <p>Einsatz von <b>Filmen</b> zur Visualisierung der Verwertungsprozesse.</p> <p><b>Podiumsdiskussion:</b> z.B. zum Thema</p>	<p><b>Fächerübergreifender Aspekt:</b> Plastikmüll verschmutzt die Meere (Biologie: Ökologie).</p>

	Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).	„Einsatz von kompostierbarem Verpackungsmaterial“	
<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eingangstest, Präsentationen, Protokolle</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Präsentationen (Referate, Poster, Podiumsdiskussion), Schriftliche Übungen</li> </ul> <p><u>Werksbesichtigung im Kunststoffwerk</u></p>			
<p><b>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</b></p> <p>Die meisten Experimente finden sich in der Unterrichtsreihe "Kunststoffe im Auto": <a href="http://www.chik.de">http://www.chik.de</a></p> <p>Informationen zur Weiterentwicklung von Polycarbonaten (Blends und Cokondensate) zur Verwendung in der Automobilindustrie und in Bildschirmen: <a href="http://www.energiespektrum.de/misc/drucken/drucken.cfm?pk=29098">http://www.energiespektrum.de/misc/drucken/drucken.cfm?pk=29098</a></p> <p><a href="http://www.research.bayer.de/de/unterrichtsmaterialien_lcd_bildschirme.aspx">http://www.research.bayer.de/de/unterrichtsmaterialien_lcd_bildschirme.aspx</a></p> <p>Internetauftritt des Verbands der Kunststoffhersteller mit umfangreichem Material für Schulen. Neben Filmen und Animationen (z. zur Kunststoffverarbeitung) finden sich auch Unterrichtseinheiten zum Download:</p> <p><a href="http://www.plasticseurope.de/Document/animation-vom-rohol-zum-kunststoff.aspx">http://www.plasticseurope.de/Document/animation-vom-rohol-zum-kunststoff.aspx</a></p> <p>Experimentiervorschrift zur Herstellung einer UV-absorbierenden Acrylglasplatte:</p> <p><a href="http://www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/alte_seite_du/material/exarbeiten/pmma/pmma16.pdf">http://www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/alte_seite_du/material/exarbeiten/pmma/pmma16.pdf</a></p> <p>Umfangreiche Umterrichtsreihe zum Thema Kunststoffe mit Materialien zum recyclingfähigen Belland-Material:</p> <p><a href="http://www.chik.die-sinis.de/Unterrichtsreihen_12/B_Organik/Belland.pdf">http://www.chik.die-sinis.de/Unterrichtsreihen_12/B_Organik/Belland.pdf</a></p> <p>Film zum Kunststoffrecycling und Informationen zum grünen Punkt:</p> <p><a href="http://www.gruener-punkt.de/corporate/presse/videothek.html">http://www.gruener-punkt.de/corporate/presse/videothek.html</a></p>			

## **Q 2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben IV**

**Kontext:** Nitratbestimmung im Trinkwasser

### **Basiskonzepte (Schwerpunkte):**

Basiskonzept Energie

### **Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

Die Schülerinnen und Schüler können ...

#### Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung:

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

#### Kompetenzbereich Kommunikation:

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

#### Kompetenzbereich Bewertung:

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

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

### **Inhaltliche Schwerpunkte:**

- ◆ Konzentrationsbestimmung durch Lichtabsorption

**Zeitbedarf:** ca. 8 Std. à 60 Minuten

## Q 2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben IV

<b>Kontext:</b> Nitratbestimmung im Trinkwasser	
<b>Inhaltsfeld:</b> Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe	
<p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <p>Konzentrationsbestimmung durch Lichtabsorption</p> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 8 Stunden a 60 Minuten</p>	<p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• E2 Wahrnehmung und Messung</li> <li>• E5 Auswertung</li> <li>• K1 Dokumentation</li> <li>• K3 Präsentation</li> <li>• B1 Kriterien</li> <li>• B2 Entscheidungen</li> </ul> <p><b>Basiskonzept (Schwerpunkte):</b></p> <p>Basiskonzept Energie</p>

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

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

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
<b>Wie ist der Nitratgehalt von Wasserproben einzuordnen?</b>	gewichteten Analyseergebnisse (u. a. fotometrische Messung) vor dem Hintergrund umweltrelevanter Fragestellungen (B1, B2).	<p><b>Diskussion:</b> Vorgehensweise, Messergebnisse und Methoden</p> <p><b>Recherche:</b> Messwerte Wasserwerk, Grenzwerte, Bedeutung des Nitrats, Problematik bei der Düngung</p> <p><b>Bewertung:</b> Landwirtschaft und Nitratbelastung in den Wasserproben</p>	Möglichkeit zur Wiederholung der analytischen Verfahren und zum Vergleich
<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vortrag zum Aufbau eines Fotometers und des Lambert-Beer-Gesetzes</li> <li>• Wiederholung „Herstellen eines Azofarbstoffes“: Nachweisreaktion auf Nitrationen</li> </ul> <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimentell ermittelte Werte: Kalibriergerade, Nitratgehalt im Wasser</li> <li>• Recherche-Ergebnisse: Handout zu den Gefahren durch Nitrat, Problematik durch die Düngung</li> <li>• Nitratbelastung: multiperspektivische Darstellung des Problems samt Bestimmung eines eigenen Standpunkts</li> </ul>			



**Weiterführendes Material:**

•	<a href="http://www.chemieunterricht.de/dc2/rk/rk-lbg.htm">http://www.chemieunterricht.de/dc2/rk/rk-lbg.htm</a>	Material und Versuchsbeschreibung zum Lambert-Beer-Gesetz
•	<a href="http://www.zdf.de/planet-e/nitratbelastung-im-grundwasser-durch-guelle-duengung-aus-massentierhaltung-39250414.html">http://www.zdf.de/planet-e/nitratbelastung-im-grundwasser-durch-guelle-duengung-aus-massentierhaltung-39250414.html</a>	Die Reportage thematisiert das Überschreiten des Grenzwertes für Nitrat im Trinkwasser.
•	<a href="http://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/gewaesser/grundwasser/nutzung-belastungen/naehr-schadstoffe">http://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/gewaesser/grundwasser/nutzung-belastungen/naehr-schadstoffe</a>	Information des Umweltbundesamtes zur Belastung des Trinkwassers mit Nährstoffen

## 2.1.5 Übersicht über die fachlichen Inhalte der Qualifikationsphase

Grundkurs	Im Leistungskurs zusätzlich
<b>SÄUREN UND BASEN</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das Brönsted-Konzept erläutern, Veränderung des SäureBase-Begriffs, Donator-Akzeptor-Prinzip</li> <li>• KS- und pKS-Werte: Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Autoprotolyse und Ionenprodukt des Wassers</li> </ul> </li> <li>• pH-Wert-Berechnungen: wässrige Lösungen starker Säuren und starker Basen, wässrige Lösungen schwacher einprotoniger Säuren mithilfe des MWG</li> <li>• Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung über einen Indikator</li> <li>• Leitfähigkeitstitation: Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen, Verfahren einer Leitfähigkeits-Titration zur Konzentrationsbestimmung, graphische Darstellung der Ergebnisse</li> <li>• Fehlerquellenbetrachtung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• KB- und pKB-Werte</li> <li>• pH-Wert-Berechnungen auch schwacher Basen</li> <li>• pH-metrische Titration: Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt, Titrationskurven, Auswahl eines geeigneten Indikators               <ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitfähigkeiten von sauren, alkalischen und Salzlösungen gleicher Konzentration</li> </ul> </li> <li>• Vergleich der unterschiedlichen Titrationsmethoden</li> </ul>
<b>ELEKTROCHEMIE</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redoxreaktionen: Donator-Akzeptor-Konzept, Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen</li> <li>• Galvanische Zellen: Aufbau, Daniell-Element, Standardwasserstoff-Halbzelle, Zellspannungen als Potentialdifferenzen berechnen, Metall/Metall-Ion-Halbzellen, Umwandlung chemischer in elektrische Energie</li> <li>• elektrochemische Spannungsquellen aus Alltag und Technik: Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle – Zuordnung der Pole, elektrochemische</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Galvanische Zellen: Nichtmetall-Halbzellen, galvanische Zellen aus vorgegebenen Materialien entwickeln Nernst-Gleichung zur Berechnung der Spannung und zur Berechnung der Konzentration</li> <li>• elektrochemische Spannungsquellen: Aufbau und Funktionsweise einer Wasserstoff-Brennstoffzelle</li> <li>• Faraday-Gesetze: aus experimentellen Daten auf die Faraday-Gesetze schließen</li> </ul>

<p>Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrolyse: Vorgänge, Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements, Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung</li> <li>• Faraday-Gesetze: Stoff- und Energieumsätze erläutern und berechnen</li> <li>• Korrosion: elektrochemische Korrosionsvorgänge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Korrosion: Maßnahmen zum Korrosionsschutz • Bewertung: Möglichkeiten der elektrochemischen Energiespeicherung als Voraussetzung für die zukünftige Energieversorgung diskutieren</li> </ul>
<b>ORGANISCHE PRODUKTE – WERKSTOFFE UND FARBSTOFFE</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoffklassen: Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren, Ester mit Eigenschaften und chemischen Reaktionen, funktionelle Gruppen, Eigenschaften vorhersagen, zwischenmolekulare Wechselwirkungen (Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) • Reaktionstypen: Substitution, Addition, Eliminierung, Kondensation</li> <li>• Reaktionsmechanismen: elektrophile Addition, Reaktionsverhalten abschätzen (induktive Effekte, sterische Effekte), Reaktionsfolgen zur Herstellung maßgeschneiderter Produkte darstellen</li> <li>• Makromoleküle: Aufbau aus Monomer-Bausteinen, Polymerisate und Polykondensate unterscheiden, radikalische Polymerisation, Kettenlänge und Vernetzungsgrad von Polymeren, Thermoplaste, Elastomere, Duroplaste unterscheiden</li> <li>• Benzol: aromatische Systeme, Struktur und Bindungsverhältnisse und Grenzen der Modellvorstellung, elektrophile Erstsabstitution, die elektrophile Substitution als Beleg für das aromatische System</li> <li>• Farbstoffe: Farbigkeit von vorgegebenen Stoffen (z.B. Azofarbstoffe) durch Lichtabsorption</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionsmechanismen: nucleophile Substitution, Reaktionsabläufe unter den Gesichtspunkten Produktausbeute und Reaktionsführung, mesomere Effekte</li> <li>• Benzol: Erst- und Zweitsubstitution, dirigierende Effekte,</li> <li>• Farbstoffe: Synthese von Azofarbstoffen, Azokupplung als elektrophile Zweitsubstitution, Triphenylmethanfarbstoffe, Lambert-Beer-Gesetz, aus Extinktionswerten Farbstoff-Konzentrationen in Lösungen berechnen</li> </ul>

erklären, Absorptionsspektren, Zusammenhang zwischen Farbigkeit und Molekülstruktur (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-Akzeptor-Gruppen)	
---	--

## 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 auch Gegenstand der Qualitätsanalyse sind, 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 lerngruppenübergreifende gemeinsame Handeln der Fachgruppenmitglieder dar. Bezogen auf die einzelne Lerngruppe kommen ergänzend weitere der in den Folgeabschnitten genannten Instrumente der Leistungsüberprüfung zum Einsatz.

#### **Überprüfungsformen**

In Kapitel 3 des KLP GOST Chemie werden Überprüfungsformen in einer nicht abschließenden Liste vorgeschlagen. Diese Überprüfungsformen zeigen Möglichkeiten auf, wie Schülerkompetenzen 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, Kleingruppenarbeiten 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 im ersten Halbjahr (90 Minuten), im zweiten Halbjahr werden 2 Klausuren (je 90 Minuten) geschrieben.

#### Qualifikationsphase 1:

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

#### Qualifikationsphase 2.1:

2 Klausuren (je 135 Minuten im GK und je 180 Minuten im LK)

#### Qualifikationsphase 2.2:

1 Klausur, die – was den formalen Rahmen angeht – unter Abiturbedingungen geschrieben wird.

Die Leistungsbewertung in den **Klausuren** wird mit Blick auf die schriftliche Abiturprüfung mit Hilfe eines Kriterienrasters („Erwartungshorizont“) durchgeführt, welches neben den inhaltsbezogenen Teilleistungen auch darstellungsbezogene Leistungen ausweist. Dieses Kriterienraster wird 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.



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

## **2.4 Lehr- und Lernmittel**

Für den Chemieunterricht in der Sekundarstufe II ist nach Fachkonferenzbeschluss an der Schule Gesamtschule Iserlohn derzeit für die Einführungsphase das Buch: Elemente Chemie vom Klett-Verlag und für die Qualifikationsphase Chemie heute vom Schroedel-Verlag eingeführt worden. eingeführt.

Die Schülerinnen und Schüler arbeiten die im Unterricht behandelten Inhalte in häuslicher Arbeit nach.

Unterstützende Materialien sind z.B. über die angegebenen Links bei den konkretisierten Unterrichtsvorhaben angegeben. Diese findet man unter:

<http://www.standardsicherung.schulministerium.nrw.de/lehrplaene/lehrplannavigator-s-ii/>

### **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 darauf gelegt, 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.

#### **Projektwoche in der EF**

In der letzten Schulwoche vor den Sommerferien wird in der EF eine fachübergreifende Projektwoche zu einem bestimmten Thema durchgeführt. Die Fachkonferenz Chemie bietet in diesem Zusammenhang mindestens ein Projekt für die EF an (ggfs. auch fachübergreifend).

#### **Vorbereitung auf die Erstellung der Facharbeit**

Um eine einheitliche Grundlage für die Erstellung und Bewertung der Facharbeiten in der Jahrgangsstufe Q1 zu gewährleisten, findet im Vorfeld des Bearbeitungszeitraums ein fachübergreifender Projekttag statt, gefolgt von einem Besuch einer Universitäts- und/oder Landesbibliothek. Die AG Facharbeit hat schulinterne Kriterien für die Erstellung einer Facharbeit angefertigt, die die unterschiedlichen Arbeitsweisen in den Fachbereichen berücksichtigen. Im Verlauf des Projekttages werden den Schülerinnen und Schülern in einer zentralen Veranstaltung und in Gruppen diese schulinternen Kriterien vermittelt.

#### **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:

Q 1: Besuch eines Schülerlabors

Besuch eines galvanischen Betriebs

Q 2 Besuch einer Chemieveranstaltung der Universität

Über die Erfahrungen wird in den Fachkonferenzen berichtet.

## **4 Qualitätssicherung und Evaluation**

### **Evaluation des schulinternen Curriculums**

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

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

**Checkliste/Protokoll Jahrgangsfachteam**

**Schuljahr:**

**verantwortlich:\_\_\_\_\_**

**Kopie an AL (JOA, SCD, MIJ) und DL**

**(bitte aufbewahren für Nachfragen)**

Fach:\_\_\_\_\_

Jahrgang: 5 6 7 8 9 10

Änderungen im Lehrplan, evtl. Absprachen über Materialien (Ganzschriften)	Maßnahmen zur individuellen Förderung	Absprachen über schüleraktivierende Methoden	Klassenarbeiten, Tests (Themen, Terminvorschläge, Parallelarbeiten)	Projekte, fächerübergreifende Vorhaben etc.

Anhang: Leistungsbewertungskonzept:

## Leistungsbewertungskonzept für das Fach Chemie

<b>Baustein 1:</b> Mündliche Mitarbeit	<b>Baustein 2:</b> Klausuren bzw. Facharbeit	<b>Baustein 3:</b> Sonstige Leistungen: z.B. eingereichte Hausaufgaben, Stundenprotokolle, Experimente, Referate, längere Gruppenarbeiten
---	--	--

### Bewertungsraster: Sonstige Mitarbeit

	<b>Stufe 1</b>	<b>Stufe 2</b>	<b>Stufe 3</b>	<b>Stufe 4</b>
<b>Quantität</b>	in jeder Stunde mehrfache Meldungen verteilt über verschiedene Phasen des Unterrichts	fast in jeder Stunde mehrfache Meldungen oder in jeder Stunde mindestens eine Meldung	seltene/unregelmäßige Meldungen; „Saisonarbeit“; Beiträge häufig nur auf Aufforderung	Meldung nur im Ausnahmefall; Beiträge (nahezu) ausschließlich auf Aufforderung
<b>Inhaltliche Qualität</b>	anspruchsvolle Transferleistungen; Einbringung weiterführender Gedanken; fächerverbindende Ansätze; differenziertes Urteilsvermögen	durchweg richtige Reproduktion von Fakten und Zusammenhängen; Fähigkeit zur Anknüpfung an Vorwissen; einfache Transferleistungen	im Wesentlichen richtige Reproduktion einfacher Fakten und Zusammenhänge aus gerade thematisierten Sachbereichen	nur bruchstückhafte oder fehlerhafte Reproduktion von Fakten; klar erkennbare Schwierigkeiten Zusammenhänge herzustellen
<b>Methodenkompetenz</b>	problemloses Verständnis von Arbeitsaufträgen und Texten; sicherer und selbstständiger Umgang mit chemischen Arbeitsmaterialien; korrekte Auswertung von Bildern, Tabellen, Diagrammen etc.; Fähigkeit zur Materialkritik	vereinzelt Schwierigkeiten beim Verständnis von Arbeitsaufträgen und Texten; in Grundzügen selbstständiger Umgang mit chemischen Materialien; korrektes Lesen von Tabellen, Diagrammen etc.	häufiger Schwierigkeiten beim Verständnis von Arbeitsaufträgen und Texten; Probleme im Umgang mit chemischen Arbeitsmaterialien; vereinzelt Fehler beim Lesen von Tabellen, Diagrammen etc.	massive Schwierigkeiten beim Verständnis von Arbeitsaufträgen und Texten; unselbstständiger Umgang mit chemischen Materialien; häufiger Fehler beim Lesen von Tabellen, Diagrammen, etc.
<b>Sprachliche Darstellungsleistung</b>	durchweg korrekte Verwendung von Fachtermini; präzise sachliche Ausdrucksweise	in der Regel korrekte Verwendung von Fachtermini; sachliche Ausdrucksweise; Lieferung	häufiger fehlende/fehlerhafte Verwendung von Fachtermini; vereinzelt Formulierungsschwierigkeiten und umgangssprachliche	meist fehlende/fehlerhafte Verwendung von Fachtermini; häufiger Einsatz von

	e; Lieferung längerer, stringenter Beiträge	längerer Beiträge, denen es vereinzelt an Stringenz mangelt	Wendungen; Vorherrschen von Kurzbeiträgen	Umgangssprache; unklare Aussagen; Vorherrschen von Halbsatz- oder Ein-Wort-Antworten
<b>Arbeitsverhalten</b>	ständige Ansprechbarkeit; durchweg konzentrierte und produktive Arbeitsweise; zuverlässige Erledigung von Aufgaben; Arbeitsmaterialien immer auf Tisch bereitliegend; pfleglicher Umgang mit chemischen Materialien	Ansprechbarkeit meist gegeben; in der Regel konzentrierte und produktive Arbeitsweise; insgesamt zuverlässige Erledigung von Aufgaben; Arbeitsmaterialien meist bereit; meistens pfleglicher Umgang mit chemischen Materialien	häufiger Unaufmerksamkeit; unkonzentrierte, häufig wenig produktive Arbeitsweise; mehrfache Nichterledigung von Aufgaben; vereinzelt ohne Arbeitsmaterialien; seltener pfleglicher Umgang mit chemischen Materialien	stark ausgeprägte Unaufmerksamkeit bis hin zu Unterrichtsstörungen; kaum Ergebnisse; häufige Nichterledigung von Aufgaben; wiederholt ohne Arbeitsmaterialien; kein pfleglicher Umgang mit chemischen Materialien
<b>Interaktions- und Teamleistung</b>	durchweg Zuhören, was andere sagen; Eingehen auf Beiträge von Mitschülern in angemessener Form; Einhaltung von Gesprächsregeln; Fähigkeit, mit allen Mitschülern produktiv zusammenzuarbeiten; ausgeprägte Kritikfähigkeit	Meist Zuhören, was andere sagen; vereinzelt Eingehen auf Beiträge von Mitschülern.; Einhaltung von Gesprächsregeln; Fähigkeit, mit selbst gewählten Mitschülern produktiv zusammenzuarbeiten; allgemeine Kritikfähigkeit	kaum Zuhören, was andere sagen; kein Eingehen auf Beiträge von Mitschülern; vereinzelt Nichteinhaltung von Gesprächsregeln; geringe Produktivität bei Zusammenarbeit mit Mitschülern; geringe Kritikfähigkeit	kein Zuhören, was andere sagen; häufige Nichteinhaltung von Gesprächsregeln; fehlende Fähigkeit/Bereitschaft, mit Mitschülern zusammenzuarbeiten; mangelnde Kritikfähigkeit





**Für die folgenden Bewertungsraster gilt folgende Einstufung:**

S1 entspricht: Leistungen sind im besonderen Maße erfüllt

S2 entspricht: Leistungen sind im vollen Maße erfüllt

S3 entspricht: Leistungen sind in angemessener Weise erfüllt

S4 entspricht: Leistungen sind in unzureichendem Maße erfüllt

**Bewertungsraster der Gruppenarbeitsprozesse**

<b>Teamarbeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gemeinsames Arbeiten</li> <li>- Sinnvolle Aufgabenverteilung</li> </ul>	<b>S1</b>	<b>S2</b>	<b>S3</b>	<b>S4</b>
<b>Kommunikation</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sach- und fachbezogener Austausch</li> <li>- Respektvoller Umgangston in der Gruppe</li> </ul>				
<b>Sozialverhalten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rücksichtvoller Umgang mit MitschülerInnen, der Lehrperson und den Materialien</li> <li>- Einhaltung von Absprachen</li> </ul>				
<b>Zielstrebigkeit/Zeitmanagement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Selbstorganisation, die zügigen Beginn ermöglicht: Bereithaltung aller nötigen Materialien</li> </ul>				

**Bewertungsraster Referate und Präsentationen von Ergebnissen aus Gruppenarbeiten**

<b><u>Kriterium:</u></b> <b>Inhalt und Aufbau</b>	<b>Ausführungen</b>	<b>S 1</b>	<b>S 2</b>	<b>S 3</b>	<b>S 4</b>
Gliederung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sinnvoller Aufbau</li> <li>- Einleitung, Hauptteil, Schluss</li> </ul>				
Richtigkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fachlich korrekt</li> </ul>				
Schwerpunktsetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reduktion auf Wesentliches</li> <li>- Nennung aller zentralen Punkte</li> </ul>				
Nachvollziehbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Roter Faden</li> <li>- Sinnvolle Reihenfolge</li> </ul>				

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Erläuterung von Fachtermini</li> <li>- Der Zuhörerschaft angemessene Schwierigkeit</li> </ul>				
<b>Vortrag</b>					
Freies Sprechen	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Freier Vortrag</li> <li>- Einhaltung der Redezeit</li> </ul>				
Sprechweise	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Flüssig</li> <li>- Deutlich</li> <li>- Laut</li> <li>- Nicht zu schnell</li> <li>- Moduliert</li> </ul>				
Wortwahl/ Formulierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zielsprache</li> <li>- Klar und verständlich</li> <li>- Nachvollziehbarer Satzbau</li> <li>- Vermeidung von Umgangssprache und Füllwörtern</li> </ul>				
Verständlichkeit der Aussprache	-				
Körpersprache	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Blickkontakt</li> <li>- Mimik und Gestik</li> <li>- Körperhaltung</li> </ul>				
<b>Weitere Wahrnehmungskanäle (Plakat, Powerpoint, Folie usw.)</b>					
Funktionalität	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Den Vortrag sinnvoll unterstützende Auswahl</li> <li>- Dem Inhalt angemessen</li> </ul>				
Ausgewogenheit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ausgewogenes Verhältnis zwischen Umfang von Vortrag und Veranschaulichung</li> </ul>				
Gestaltung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Technik( Übersichtlichkeit, Lesbarkeit, Erkennbarkeit...</li> <li>- Ansprechend</li> <li>- Sorgfältig aufbereitet</li> </ul>				

**Bewertungsraster Experimente:** Experimente sind ein wesentlicher Bestandteil naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen. Ziel ist es den Schülern diese Methode schrittweise (d.h. im Laufe ihrer Schullaufbahn) näher zubringen, so dass sie in der Qualifizierungsphase für das Abitur in der Lage sind von der Planung bis zum Protokoll die Anforderungen an das selbstständige Experimentieren erfüllen können.

		S1	S2	S3	S4
<b>Planung von Experimenten (Methoden-/Fachkompetenz)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- geeignete Fragestellung finden und sauber ausformulieren</li> <li>- Aufstellen einer Hypothese</li> <li>- Realistische und zielgerichtete Planung (z.B. Auswahl geeigneter Gerätschaften)</li> <li>- Angemessene und vollständige Verschriftlichung (u.a. Fragestellung, verwendete Materialien, beschriftete Skizze)</li> <li>- -Beachtung der zur Verfügung stehenden Zeit (Zeitökonomie)</li> </ul>				
<b>Durchführung (Sozial-/Fach-/ Lernkompetenz; Erkenntnisgewinnung)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Organisierte Materialbeschaffung (Absprache innerhalb der Gruppe)</li> <li>- Sachgerechter Umgang mit Geräten und Materialien</li> <li>- Einhaltung von Sicherheitsaspekten</li> <li>- Ordentlicher und übersichtlicher Versuchsaufbau</li> <li>- -Sorgfältiges und genaues Arbeiten (u.a. Erhebung / Ablesen von Messwerten, Herstellung von Reagenzien)</li> <li>- Notieren von Beobachtungen und Messwerten</li> <li>- Fachgerechte Entsorgung</li> <li>- Ordnungsgemäßes Wegräumen der verwendeten Material</li> </ul>				
<b>Auswertung (Fachkompetenz; Erkenntnisgewinnung)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Verschriftlichung</li> <li>- Hypothesenüberprüfung</li> <li>- Fehlerbetrachtung</li> <li>- prüft, bewertet, beurteilt und begründet die Ergebnisse seiner Arbeit</li> </ul>				
<b>Versuchsprotokoll (Fach-/Methodenkompetenz)</b>	<p>Das Protokoll ist in fachlich angemessener Sprache und in vollständigen Sätzen zu verfassen. Ein vollständiges Protokoll enthält folgende Punkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Überschrift / Thema /Hypothese / Fragestellung</li> <li>- Versuchsaufbau (Materialliste, beschriftete Skizze, Sicherheitshinweise, Versuchsaufbau in Worten)</li> <li>- Versuchsdurchführung in Worten</li> <li>- Beobachtung</li> <li>- Auswertung (rechnerisch, graphisch, in Worten), Fazit</li> <li>- Fehlerbetrachtung, Vergleich mit Literaturangaben / -werten</li> </ul>				

## Bewertungsraster Klausuren:

Anzahl der Klausuren pro Halbjahr:

	Grundkurs (1. Halbjahr/2. Halbjahr)	Leistungskurs (1. Halbjahr/2. Halbjahr)
Einführungsphase	1 / 2	
Qualifikationsphase 1	2 / 2	2 / 2
Qualifikationsphase 2	2 / 1	2/1

In der Qualifikationsphase 1 kann eine Klausur durch eine Facharbeit ersetzt werden

Grundsätze für die Notenfindung:

Note	Punkte	Prozent
sehr gut plus	15	100-95
sehr gut	14	94,5-90
sehr gut minus	13	89,5-85
gut plus	12	84,5-80
gut	11	79,5-75
gut minus	10	74,5-70
befriedigend plus	9	69,5-65
befriedigend	8	64,5-60
befriedigend minus	7	59,5-55
ausreichend plus	6	54,5-50
ausreichend	5	49,5-45
ausreichend minus	4	44,5-40
mangelhaft plus	3	39,5-35
mangelhaft	2	34,5-30
mangelhaft minus	1	29,5-25
ungenügend	0	0-24,5

Darstellungsleistungen:

In der Qualifikationsphase I und II werden in jeder Klausur Punkte für die Darstellungsleistungen gegeben.

Anforderungen	Prozent der Gesamtpunktzahl
Der Prüfling führt seine Gedanken schlüssig, stringent und klar aus	6 %
Der Prüfling: <ul style="list-style-type: none"><li>- Strukturiert seine Darstellung sachgerecht und übersichtlich</li><li>- Verwendet eine differenzierte und präzise Sprache</li><li>- Veranschaulicht seine Ausführungen durch geeignete Skizzen, Schemata etc.</li><li>- Gestaltet seine Arbeit formal ansprechend</li></ul>	4 %

## Bewertungsraster Facharbeit<sup>1</sup>:

### Gesamtschule Iserlohn

Name der Schülerin / des Schülers: \_\_\_\_\_

	erreichbare Punkte	erreichte Punkte
<b>Formalien (15 Punkte)</b>		
Deckblatt mit Angabe von Schule, Kurs, Thema, Verfasser/innen, Datum	1	
Schriftgröße des Textes 12 (Arial, Times New Roman), Seitenränder: links 5 cm, rechts 2 cm, oben und unten je 2 cm, 1,5-zeilig	1	
Inhaltsverzeichnis (Gliederung) mit Seitenzahlen passend zum Text	1	
Korrekte Zitierweise	8	
Fußnoten richtig durchnummeriert, am Ende jeder Seite erfasst	2	
Abbildungen <sup>2</sup> nummeriert und beschriftet, Quellenangabe	2	
<b>Inhalt (80 Punkte)</b>		
Einleitung, Hinführung zum Problem	10	
fachliche Richtigkeit	10	
angemessene Fachsprache (Fachbegriffe)	10	
auf Problemfrage / Thema bezogenes Fazit bzw. Reflexion	5	
Die Facharbeit umfasst ____ Seiten, was zu ____% den Anforderungen entspricht.	100%	__%
<ul style="list-style-type: none"><li>eigenständige Materialauswertung auf der Basis der Recherchen (Literatur / Quellen in angemessenem Umfang und Qualität)</li><li>strukturierte Darstellung des Facharbeitsthemas (eigene Untersuchungen, Analysen etc.)</li></ul>	10 ->  35 ->	
<b>Darstellungsleistung (5 Punkte)</b>		

<sup>1</sup> Auch auf der Homepage [www.gesamtschule-iserlohn.de](http://www.gesamtschule-iserlohn.de) unter Menüpunkt „LehrerInnen“ zu finden.

<sup>2</sup> Bepunktung erfolgt auch dann, wenn Abbildungen in der Facharbeit nicht vorhanden sind.

Sprachliche Richtigkeit (korrekte Rechtschreibung, Zeichensetzung, Grammatik)	3	
angemessener und verständlicher Satzbau, passende Wortwahl und begrifflich korrekter Ausdruck	2	
<b>Summe insgesamt (Formalien, Inhalt und Darstellungsleistung)</b>	100	
<b>aus der Punktsumme resultierende Note</b>		
<b>Note ggf. unter Absenkung um ein bis zwei Notenpunkte gemäß § 13 Abs. 2 APOGOST</b>		

<b>Wertungs- punkte</b>	100- 95	94- 90	89- 85	84- 80	79- 75	74- 70	69- 65	64- 60	59- 55	54- 50	49- 45	44- 39	38- 33	32- 27	26- 20	19-0
Note	1+	1	1-	2+	2	2-	3+	3	3-	4+	4	4-	5+	5	5-	6
Punkte	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

Note: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Datum / Unterschrift