

**Schulinternes Curriculum
zum Kernlehrplan für die gymnasiale Oberstufe**

Chemie

Einführungsphase und Qualifikationsphase



**Silverberg-Gymnasium Bedburg
Eichendorffstraße 1
50181 Bedburg**

(Stand: 30.10.2015)

Inhalt

	Seite
1 Die Fachgruppe Chemie am Silverberg-Gymnasium	3
2 Entscheidungen zum Unterricht	3
2.1 Unterrichtsvorhaben	3
2.1.1 <i>Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben</i>	5
2.1.2 <i>Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Einführungsphase</i>	10
2.1.3 <i>Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase</i>	26
2.2 Grundsätze der fachmethodischen und fachdidaktischen Arbeit	78
2.3 Grundsätze der Leistungsbewertung und Leistungsrückmeldung	80
2.4 Lehr- und Lernmittel	82
3 Entscheidungen zu fach- und unterrichtsübergreifenden Fragen	83
4 Qualitätssicherung und Evaluation	84

1 Die Fachgruppe Chemie am Silverberg-Gymnasium

Die Lehrerbesetzung der Schule ermöglicht einen ordnungsgemäßen Fachunterricht in der Sekundarstufe I sowie einen Wahlpflichtkurs mit naturwissenschaftlichem Schwerpunkt. In der Sekundarstufe I wird in den Jahrgangsstufen 7,8, und 9 Chemie im Umfang der vorgesehenen 6 Wochenstunden laut Stundentafel erteilt.

In der Oberstufe sind durchschnittlich ca. 120 Schülerinnen und Schüler pro Stufe. Das Fach Chemie ist in der Regel in der Einführungsphase mit 2 Grundkursen, in der Qualifikationsphase je Jahrgangsstufe mit 1 Grundkurs und 1 Leistungskurs als Koopkurs vertreten.

In der Schule sind die Unterrichtseinheiten als Doppelstunden oder als Einzelstunden à 45 Minuten organisiert, in der Oberstufe gibt es im Grundkurs 1 Doppel- und 1 Einzelstunde, im Leistungskurs 2 Doppelstunden und 1 Einzelstunde wöchentlich.

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

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 Ka-

tergie „Kompetenzen“ an dieser Stelle nur die übergeordneten Kompetenzerwartungen ausgewiesen, während die konkretisierten Kompetenzerwartungen erst auf der Ebene konkreter Unterrichtsvorhaben Berücksichtigung finden. Der ausgewiesene Zeitbedarf versteht sich als grobe Orientierungsgröße, die nach Bedarf über- oder unterschritten werden kann. Um Spielraum für Vertiefungen, besondere Schülerinteressen, aktuelle Themen bzw. die Erfordernisse anderer besonderer Ereignisse (z.B. Praktika, Kursfahrten o.ä.) zu erhalten, wurden im Rahmen dieses schulinternen Lehrplans nur ca. 75 Prozent der Bruttounterrichtszeit verplant. (Als 75 % wurden für die Einführungsphase 90 Unterrichtsstunden, für den Grundkurs in der Q1 ebenfalls 90 und in der Q2 60 Stunden und für den Leistungskurs in der Q1 150 und für Q2 90 Unterrichtsstunden zugrunde gelegt.)

Während der Fachkonferenzbeschluss zum „Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben“ zur Gewährleistung vergleichbarer Standards sowie zur Absicherung von Lerngruppenübertritten und Lehrkraftwechseln für alle Mitglieder der Fachkonferenz Bindekraft entfalten soll, besitzt die exemplarische Ausweisung „konkreter 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	
<u>Unterrichtsvorhaben I:</u> <u>Kohlenstoff und Kohlenwasserstoffe</u> Kontext: Neue Materialien aus Kohlenstoff Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: • UF4 Vernetzung • E6 Modelle • E7 Arbeits- und Denkweisen • K3 Präsentation Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen Inhaltlicher Schwerpunkt: ♦ Nanochemie des Kohlenstoffs • Organische und anorganische Kohlenstoffverbindungen Zeitbedarf: ca. 14 Std. à 45min	<u>Unterrichtsvorhaben II:</u> <u>Organische Stoffe in Natur und Technik</u> Kontext: Vom Alkohol zum Aromastoff Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: • UF2 Auswahl • UF3 Systematisierung • E2 Wahrnehmung und Messung • E4 Untersuchungen und Experimente • K 2 Recherche • K3 Präsentation • B1 Kriterien • B2 Entscheidungen Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen Inhaltlicher Schwerpunkt: ♦ Organische (und anorganische) Kohlenstoffverbindungen Zeitbedarf: ca. 32 Std. à 45 min
<u>Unterrichtsvorhaben III:</u> <u>Reaktionsgeschwindigkeit und chem. Gleichgewicht</u> Kontext: Auf die Geschwindigkeit kommt es an Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: • E1 Probleme und Fragestellungen • E4 Untersuchungen und Experimente • K4 Argumentation • B3 Werte und Normen • B4 Möglichkeiten und Grenzen Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen Inhaltliche Schwerpunkte: ♦ Reaktionsgeschwindigkeit ♦ Gleichgewichtsreaktionen Zeitbedarf: ca. 30 Std. à 45 min	<u>Unterrichtsvorhaben IV:</u> <u>Kohlenstoffkreislauf und Klima</u> Kontext: Vom Autoabgas zur Versauerung des Meeres Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: • UF1 Wiedergabe • UF3 Systematisierung • E3 Hypothesen • E5 Auswertung • K1 Dokumentation Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen Inhaltlicher Schwerpunkt: ♦ Gleichgewichtsreaktionen - Stoffkreislauf in der Natur Zeitbedarf: ca. 10 Std. à 45 min
Summe Einführungsphase: 86 Stunden	

Qualifikationsphase (Q1) – GRUNKURS

<u>Unterrichtsvorhaben I:</u> Kontext: Säuren und Basen in Alltagsprodukten: Starke und schwache Säuren und Basen Konzentrationsbestimmungen von Essigsäure in Lebensmitteln Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: • UF1 Wiedergabe • E2 Wahrnehmung und Messung • E4 Untersuchungen und Experimente • E5 Auswertung • K1 Dokumentation • K2 Recherche Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren Inhaltliche Schwerpunkte: ♦ Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen, Säurestärke und pH-Wert ♦ Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen mit einer Säure-Base-Titration über einen Indikator und eine Leitfähigkeitstitation Zeitbedarf: ca. 30 Std. à 45 Minuten	<u>Unterrichtsvorhaben II</u> Kontext: Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon, Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle 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: Elektrochemische Gewinnung von Stoffen Mobile Energiequellen Korrosion Zeitbedarf: ca. 42 Stunden à 45 Minuten
<u>Unterrichtsvorhaben III:</u> Kontext: Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt Maßgeschneiderte Produkte 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 Radikalische, nucleophile Substitution, Veresterung, Verseifung, Eliminierung, elektrophile Addition, Reaktionsfolge Zeitbedarf: ca. 14 Stunden à 45 Minuten	

Summe Qualifikationsphase (Q1) – GRUNKURS: 86 Stunden

Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS	
<u>Unterrichtsvorhaben I:</u> Kontext: <i>Erforschung des Benzols</i> Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: • UF4 Vernetzung • E1 Probleme und Fragestellungen • E4 Untersuchungen und Experimente • K3 Präsentation • B3 Werte und Normen • B4 Möglichkeiten und Grenzen Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe Inhaltlicher Schwerpunkt: ♦ Organische Verbindungen und Reaktionswege, Benzol als aromatisches System und elektrophile Substitution Zwischenmolekulare Wechselwirkungen Zeitbedarf: ca. 10 Stunden à 45 Minuten	<u>Unterrichtsvorhaben II:</u> Kontext: <i>Maßgeschneiderte Produkte aus Kunststoffen</i> Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: • UF2 Auswahl • UF4 Vernetzung • E3 Hypothesen • E4 Untersuchungen und Experimente • E5 Auswertung • K3 Präsentation • B3 Werte und Normen Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe Inhaltlicher Schwerpunkt: ♦ Organische Verbindungen und Reaktionswege ♦ Organische Werkstoffe Zeitbedarf: ca. 24 Stunden à 45 Minuten
<u>Unterrichtsvorhaben III:</u> Kontext: <i>Bunte Kleidung</i> Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: • UF1 Wiedergabe • UF3 Systematisierung • E6 Modelle • E7 Arbeits- und Denkweisen • K3 Präsentation • B4 Möglichkeiten und Grenzen Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe Inhaltlicher Schwerpunkt: ♦ Farbstoffe und Farbigkeit Zeitbedarf: ca. 20 Stunden à 45 Minuten	
Summe Qualifikationsphase (Q2) – GRUNDKURS: 54 Stunden	
Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS	
<u>Unterrichtsvorhaben I:</u> Kontext: <i>Säuren und Basen in Alltagsprodukten: Starke und schwache Säuren und Basen Konzentrationsbestimmungen von starken und schwachen Säuren bzw. starken und schwachen Basen in Lebensmitteln und Reinigern</i> Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: • UF1 Wiedergabe • UF3 Systematisierung • E3 Hypothesen	<u>Unterrichtsvorhaben II:</u> Kontext: <i>Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon Verzinken gegen Rost Elektroautos- Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse</i> Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: • UF1 Wiedergabe • UF3 Systematisierung • E1 Probleme und Fragestellungen

• E4 Untersuchungen und Experimente • E5 Auswertung • K1 Dokumentation • B2 Entscheidungen Inhaltsfelder: Säuren, Basen und analytische Verfahren Inhaltliche Schwerpunkte: ♦ Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen ♦ Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen ♦ Titrationsmethoden im Vergleich Zeitbedarf: ca. 36 Std. à 45 Minuten	• E2 Wahrnehmung und Messung • E4 Untersuchungen und Experimente • K2 Recherche • B1 Kriterien Inhaltsfelder: Elektrochemie Inhaltlicher Schwerpunkt: Elektrochemische Gewinnung von Stoffen, Mobile Energiequellen, Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse Korrosion und Korrosionsschutz Zeitbedarf: ca. 62 Stunden à 45 Minuten
<u>Unterrichtsvorhaben III:</u> Kontext: <i>Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt</i> <i>Vom Erdöl zum Superbenzin</i> 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 (radikalische Substitution, nucleophile Substitution, Veresterung und Verseifung, Eliminierung, elektrophile Addition ♦ Reaktionsabläufe Zeitbedarf: ca. 28 Stunden à 45 Minuten	
Summe Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS: 126 Stunden	

Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS	
<u>Unterrichtsvorhaben I:</u> Kontext: Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt Vom Erdöl zum Superbenzin 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 (radikalische Substitution, nucleophile Substitution, Veresterung und Verseifung, Eliminierung, elektrophile Addition ♦ Reaktionsabläufe Zeitbedarf: ca. 34 Stunden à 45 Minuten	<u>Unterrichtsvorhaben II:</u> Kontext: Erforschung des Benzols 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 ♦ Benzol als aromatisches System und elektrophile Ersts substitution Zwischenmolekulare Wechselwirkungen Zeitbedarf: ca. 20 Stunden à 45 Minuten
<u>Unterrichtsvorhaben II:</u> Kontext: Maßgeschneiderte Produkte aus Kunststoffen Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: • UF2 Auswahl • UF4 Vernetzung • E3 Hypothesen • E4 Untersuchungen und Experimente • E5 Auswertung • K3 Präsentation • B3 Werte und Normen Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe Inhaltlicher Schwerpunkt: ♦ Organische Verbindungen und Reaktionswege ♦ Organische Werkstoffe Zeitbedarf: ca. 24 Stunden à 45 Minuten	<u>Unterrichtsvorhaben III:</u> 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 Konzentrationsbestimmung durch Lichtabsorption Zeitbedarf: ca. 15 Stunden à 45 Minuten
Summe Qualifikationsphase (Q2) – LEISTUNGSKURS: 84 Stunden	

2.1.2 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Einführungsphase

Einführungsphase – Unterrichtsvorhaben I

Kontext: *Kohlenstoff und Kohlenwasserstoffe – Erscheinungsformen des Kohlenstoffs und neue Materialien*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):

Basiskonzept Struktur – Eigenschaft

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Umgang mit Fachwissen:

- beschreiben die Strukturen von Diamant und Graphit und vergleichen diese mit neuen Materialien aus Kohlenstoff (u.a. Fullerene) (UF4),
- erklären an Verbindungen aus den Stoffklassen der Alkane und Alkene das C-C-Verknüpfungsprinzip (UF2),
- beschreiben den Aufbau einer homologen Reihe und die Strukturisomerie (Gerüstisomerie und Positionsisomerie) am Beispiel der Alkane und Alkohole (UF1, UF3),
- benennen ausgewählte organische Verbindungen mithilfe der Regeln der systematischen Nomenklatur (IUPAC) (UF3),
- erläutern ausgewählte Eigenschaften organischer Verbindungen mit Wechselwirkungen zwischen den Molekülen (u.a. Wasserstoffbrücken, Van-der-Waals-Kräfte) (UF1, UF3).

Erkenntnisgewinnung:

- nutzen bekannte Atom- und Bindungsmodelle zur Beschreibung organischer Moleküle und Kohlenstoffmodifikationen (E6),
- erläutern Grenzen der ihnen bekannten Bindungsmodelle (E7).

Kommunikation:

- beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle die Strukturen organischer Verbindungen (K3),
- wählen bei der Darstellung chemischer Sachverhalte die jeweils angemessene Formelschreibweise aus (Verhältnisformel, Summenformel, Strukturformel) (K3),
- recherchieren angeleitet und unter vorgegebenen Fragestellungen Eigenschaften und Verwendungen ausgewählter Stoffe und präsentieren die Rechercheergebnisse adressatengerecht (K2, K3),
- stellen neue Materialien aus Kohlenstoff vor und beschreiben deren Eigenschaften (K3).

Bewertung:

- bewerten an einem Beispiel Chancen und Risiken der Nanotechnologie (B4).

Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen

Inhaltlicher Schwerpunkt:

- ♦ Nanochemie des Kohlenstoffs

Zeitbedarf: ca. 14 Std. à 45 Minuten

2.1. Einführungsphase – Unterrichtsvorhaben I

Kontext: Neue Materialien aus Kohlenstoff			
Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen			
Inhaltliche Schwerpunkte: Nanochemie des Kohlenstoffs Zeitbedarf: 14 Std. à 45 Minuten		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: - UF4 Vernetzung - E6 Modelle - E7 Arbeits- und Denkweisen - K3 Präsentation Basiskonzept (Schwerpunkt): Basiskonzept Struktur – Eigenschaft	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
Inhaltliche Schwerpunkte: Nanochemie des Kohlenstoffs Organische und anorganische Kohlenstoffverbindungen Kontext: Neue Materialien aus Kohlenstoff Basiskonzept Struktur-Eigenschaft Stoffklassen: Alkane, Alkene, Homologe Reihen und Isomerie Bindungen und zwischenmolekulare Wechselwirkungen Modifikationen des Kohlenstoffs	<u>Umgang mit Fachwissen:</u> - beschreiben die Strukturen von Diamant und Graphit und vergleichen diese mit neuen Materialien aus Kohlenstoff (u.a. Fullereene) (UF4), - erklären an Verbindungen aus den Stoffklassen der Alkane und Alkene das C-C-Verknüpfungsprinzip (UF2), - beschreiben den Aufbau einer homologen Reihe und die Strukturisomerie (Gerüstisomerie und Positionsisomerie) am Beispiel der Alkane und Alkohole (UF1, UF3), - benennen ausgewählte organische Verbindungen mithilfe der Regeln der systematischen Nomenklatur (IUPAC) (UF3), - erläutern ausgewählte Eigenschaften organischer Verbindungen mit Wechselwirkungen zwischen den Molekülen (u.a. Wasserstoffbrücken, Van-der-Waals-Kräfte) (UF1, UF3). <u>Erkenntnisgewinnung:</u> - nutzen bekannte Atom- und Bindungsmodelle zur Beschreibung organischer Moleküle und Kohlenstoffmodifikationen (E6),	<u>1 Einstiegsseite: Kohlenstoff und Kohlenwasserstoffe</u> <u>1.1 Kohlenstoff – ein vielseitiges Element</u> Vielfalt durch Kohlenstoffatome <u>Das Element Kohlenstoff</u> <u>1.2 Riesenmoleküle aus Kohlenstoffatomen</u> Graphit Diamant <u>1.3 Neue Materialien aus Kohlenstoff</u> Fullereene, Nanotubes, Graphen, Carbonfasern <u>1.4 Exkurs Nanopartikel sind weitverbreitet</u> Nanopartikel in Sonnencreme <u>Kohlenwasserstoffe</u> <u>1.6 Methan – Struktur und Eigenschaften</u> <u>1.7 Die Alkane – eine homologe Reihe</u>	Aufriss der Thematik über Bilder des Schülerbuchs und Stoffproben der Sammlung Wiederholung Atombau und Periodensystem Wiederholung Elektronenpaarbindung Elektrische Leitfähigkeit Graphit Einsatz der Gittermodelle der Sammlung Einige Chancen und Risiken der Nanopartikel werden aufgezeigt und bewertet. Vertiefend müssen die zwischenmolekularen Kräfte betrachtet werden, hier sind Unterstützungen durch die Lehrkraft notwendig. Es werden die Molekülbaukästen der Sammlung eingesetzt. Beim Benzolmolekül wird hervorgehoben, dass das be-

	• erläutern Grenzen der ihnen bekannten Bindungsmodelle (E7). <u>Kommunikation:</u> • beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle die Strukturen organischer Verbindungen (K3), • wählen bei der Darstellung chemischer Sachverhalte die jeweils angemessene Formelschreibweise aus (Verhältnisformel, Summenformel, Strukturformel) (K3), • recherchieren angeleitet und unter vorgegebenen Fragestellungen Eigenschaften und Verwendungen ausgewählter Stoffe und präsentieren die Rechercheergebnisse adressatengerecht (K2, K3), • stellen neue Materialien aus Kohlenstoff vor und beschreiben deren Eigenschaften (K3). <u>Bewertung:</u> • bewerten an einem Beispiel Chancen und Risiken der Nanotechnologie (B4).	<u>1.8 Eigenschaften der Alkane</u> <u>1.9 Impulse Lernzirkel: Alkane</u> <u>1.10 Ethen – ein Alken</u> Homologe Reihe, C=C-Doppelbindung, Additionsreaktion (E-Z-Isomerie) <u>1.11 Exkurs Die Vielfalt der Kohlenwasserstoffe</u> Alkane, Alkene, Alkine, cyclische Kohlenwasserstoff, Benzol <u>1.12 Durchblick Zusammenfassung und Übung</u>	kannte Bindungsmodell nicht ausreicht, den Aufbau des Moleküls angemessen darzustellen. Wünschenswert ist die Anfertigung einer Concept-Map zur Thematik Kohlenstoff und Kohlenwasserstoffe.
--	--	--	--

2.2 Einführungsphase - Unterrichtsvorhaben II

Kontext: Vom Alkohol zum Aromastoff

Basiskonzepte (Schwerpunkt):

Basiskonzept Struktur – Eigenschaft,

Basiskonzept Donator - Akzeptor

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können

Umgang mit Fachwissen:

- beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester (UF2),
- ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein (UF3),
- beschreiben den Aufbau einer homologen Reihe und die Strukturisomerie (Gerüstisomerie und Positionsisomerie) am Beispiel der Alkane und Alkohole (UF1, UF3),
- benennen ausgewählte organische Verbindungen mithilfe der Regeln der systematischen Nomenklatur (IUPAC) (UF3), erläutern ausgewählte Eigenschaften organischer Verbindungen mit Wechselwirkungen zwischen den Molekülen (u.a. Wasserstoffbrücken, Van-der-Waals-Kräfte) (UF1, UF3),
- erklären die Oxidationsreihen der Alkohole auf molekularer Ebene und ordnen den Atomen Oxidationszahlen zu (UF2),
- ordnen Veresterungsreaktionen dem Reaktionstyp der Kondensationsreaktion begründet zu (UF1).

Erkenntnisgewinnung:

- stellen anhand von Strukturformeln Vermutungen zu Eigenschaften ausgewählter Stoffe auf und schlagen geeignete Experimente zur Überprüfung vor (E3),
- beschreiben Beobachtungen von Experimenten zu Oxidationsreihen der Alkohole und interpretieren diese unter dem Aspekt des Donator-Akzeptor-Prinzips (E2, E6),
- erläutern die Grundlagen der Entstehung eines Gaschromatogramms und entnehmen diesem Informationen zur Identifizierung eines Stoffes (E5).

Kommunikation:

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

Bewertung:

- zeigen Vor- und Nachteile ausgewählter Produkte des Alltags (u.a. Aromastoffe, Alkohole) und ihrer Anwendung auf, gewichten diese und beziehen begründet Stellung zu deren Einsatz (B1, B2).

Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen

Inhaltliche Schwerpunkte:

- ♦ Organische (und anorganische) Kohlenstoffverbindungen

Zeitbedarf: ca. 32 Std. à 45 Minuten

2.2 Einführungsphase - Unterrichtsvorhaben II

Kontext: Vom Alkohol zum Aromastoff				
Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen				
Inhaltliche Schwerpunkte: - Organische (und anorganische) Kohlenstoffverbindungen Zeitbedarf: 32 Std. a 45 Minuten		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: - UF1 – Wiedergabe - UF2 – Auswahl - UF3 – Systematisierung - E2 – Wahrnehmung und Messung - E4 – Untersuchungen und Experimente - K2 – Recherche - K3 – Präsentation - B1 – Kriterien - B2 – Entscheidungen Basiskonzepte (Schwerpunkte): Basiskonzept Struktur-Eigenschaft Basiskonzept Donator-Akzeptor		
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen	
Inhaltliche Schwerpunkte: Organische und anorganische Kohlenstoffverbindungen Kontexte: Vom Alkohol zum Aromastoff Basiskonzept Struktur-Eigenschaft Stoffklassen und ihre funktionellen Gruppen: Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren, Ester Homologe Reihen und Isomerie Bindungen und zwischenmolekulare Wechselwirkungen Basiskonzept Donator-Akzeptor Oxidationsreihe der Alkohole	<u>Umgang mit Fachwissen:</u> - beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester (UF2), - ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein (UF3), - beschreiben den Aufbau einer homologen Reihe und die Strukturisomerie (Gerüstisomerie und Positionsisomerie) am Beispiel der Alkane und Alkohole (UF1, UF3), - benennen ausgewählte organische Verbindungen mithilfe der Regeln der systematischen Nomenklatur (IUPAC) (UF3), erläutern ausgewählte Eigenschaften organischer Verbindungen mit Wechselwirkungen zwischen den Molekülen (u.a. Wasserstoffbrücken, Van-der-Waals-Kräfte) (UF1, UF3), - erklären die Oxidationsreihen der Alkohole auf molekularer Ebene und ordnen den Atomen	<u>2 Einstiegsseite: Organische Stoffe in Natur und Technik</u> <u>2.1 Vom Alkohol zum Aromastoff</u> <u>Alkohole</u> <u>2.2 Die Herstellung von Alkohol</u> Alkoholische Gärung, Destillation <u>2.3 Praktikum Alkoholische Gärung</u> <u>2.4 Der Aufbau des Ethanolmoleküls</u> Hydroxy-Gruppe <u>2.5 Die homologe Reihe der Alkanole</u> homologe Reihe, systematische Nomenklatur, Strukturisomerie, Unterscheidung primärer, sekundärer und tertiärer Alkanole <u>2.6 Eigenschaften und Verwendung von Alkanolen</u>	Aufriss der Thematik über Bilder des Schülerbuchs und Stoffproben der Sammlung Vergärung von Fruchtsäften und Versuch zur Bedeutung der Hefe durchführen. Kursmitglieder arbeiten Da das Ethanolmolekül bereits in der Sek. I in der Regel ausführlich behandelt worden ist, gilt es, die funktionelle Gruppe in den Mittelpunkt zu rücken. Kursmitglieder selbstständig mit der homologen Reihe der Alkanole und den Eigenschaften und der Verwendung der Alkanole auseinander. Die Lehrkraft unterstützt individuell die einzelnen Lernenden insbesondere in der Auseinandersetzung mit den zwischenmolekularen Kräften Das Kapitel Alkoholgenuss – Alkoholmissbrauch ist intensiv zu behandeln. Hier sind insbesondere Kursmitglieder, die gerade eine Fahrschule be-	

	Oxidationszahlen zu (UF2), - ordnen Veresterungsreaktionen dem Reaktionstyp der Kondensationsreaktion begründet zu (UF1). <u>Erkenntnisgewinnung:</u> - stellen anhand von Strukturformeln Vermutungen zu Eigenschaften ausgewählter Stoffe auf und schlagen geeignete Experimente zur Überprüfung vor (E3), - beschreiben Beobachtungen von Experimenten zu Oxidationsreihen der Alkohole und interpretieren diese unter dem Aspekt des Donator-Akzeptor-Prinzips (E2, E6), - erläutern die Grundlagen der Entstehung eines Gaschromatogramms und entnehmen diesem Informationen zur Identifizierung eines Stoffes (E5). <u>Kommunikation:</u> - dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen, zur Einstellung eines chemischen Gleichgewichts, zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislaufes) (K1), - nutzen angeleitet und selbstständig chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Planung und Auswertung von Experimenten und zur Ermittlung von Stoffeigenschaften (K2), - beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle die Strukturen organischer Verbindungen (K3), - wählen bei der Darstellung chemischer Sachverhalte die jeweils angemessene Formelschreibweise aus (Verhältnisformel, Summenformel, Strukturformel) (K3), - analysieren Aussagen zu Produkten der organischen Chemie (u.a. aus der Werbung) im Hinblick auf ihren chemischen Sachgehalt und korrigieren unzutreffende Aussagen sachlich fundiert (K4), - recherchieren angeleitet und unter vorgegebenen Fragestellungen Eigenschaften und Verwendungen ausgewählter Stoffe und präsentieren die Rechercheergebnisse adressatengerecht (K2, K3). <u>Bewertung:</u>	Wasserstoffbrücken, Van-der-Waals-Kräfte <u>2.7 Exkurs Mehrwertige Alkohole</u> <u>2.8 Exkurs Herstellung von Alkoholen in der Technik</u> <u>2.9 Impulse Lernzirkel Alkohole</u> <u>2.10 Alkoholenuss – Alkoholmissbrauch</u> Volumenkonzentration, Massenanteil <u>2.11 Alkohol im Blut und Gaschromatografie</u> Grundlagen beschränkt auf die unterschiedliche Wanderung durch die mobile Phase, Auswertung eines Chromatogramms <u>Aldehyde, Ketone und Carbonsäuren</u> <u>2.13 Oxidationszahlen und Redoxgleichungen</u> Oxidation als Abgabe von Elektronen, Erhöhung der Oxidationszahl, Reduktion als Aufnahme von Elektronen, Erniedrigung der Oxidationszahl; Regeln zur Ermittlung einer Oxidationszahl <u>2.14 Oxidation von Alkoholen</u> primäre, sekundäre, tertiäre Alkohole, Carbonyl-Gruppe, Carboxy-Gruppe <u>2.15 Praktikum Gewinnung eines Aromastoffs</u> Wasserdampfdestillation, Extraktion <u>2.16 Aldehyde, Ketone und Carbonsäuren im Überblick</u> Funktionelle Gruppen, homologe Reihen <u>2.17 Wichtige Aldehyde und Ketone</u> Eigenschaften und Verwendung <u>2.18 Exkurs Die Vielfalt der Kohlenhydrate</u> Funktionelle Gruppen <u>2.19 Impulse Vom Alkohol zum Katerfrühstück</u> Methanolvergiftung, Nachwirkungen übermäßigen Alkoholenusses, enzymatische	suchen, einzubeziehen. Die genaue Alkoholbestimmung im Blut, aber auch der Nachweis von Doping / Drogen ist ein Anlass, die Gaschromatografie als ein modernes quantitatives Verfahren zu behandeln. Hier ist entweder der schuleigene einfache Gaschromatograf zu nutzen oder ein Film einzusetzen. Anknüpfend an die einfachsten Kenntnisse aus der Sek. I wird auf das Donator-Akzeptor-Prinzip zugegangen. Auch die Bindungstypen „Elektronenpaarbindung“ und „Ionenbindung“ sind einzubinden. Die neuen Definitionen werden im Lehrvortrag vermittelt. Die Lernenden gewinnen Sicherheit durch Übung. Die Aufgaben A1 und A2 sind für alle Lernenden verbindlich. Die Aufgaben A3 und A4 werden zur Differenzierung genutzt, die Lösungen werden Lernenden ausgehändigt. Ausgehend von der Oxidation von Ethanol zu Ethanal, werden Regeln ermittelt; Unterscheidung der Alkanole wird aufgegriffen Kapitel ist von den Lerngruppenmitgliedern selbstständig durchzuarbeiten, die Aufgaben dienen der Überprüfung, keine Differenzierung Acetaldehyd und Aceton sollen den Lerngruppenmitgliedern vertraut sei. An der offenkettigen Strukturformel der Glucose werden die bekannten funktionellen Gruppen aufgezeigt und die gute Wasserlöslichkeit der Glucose erklärt. Anknüpfend an Zeitungsberichte über Erblindungen und Todesfälle im Zusammenhang mit dem Alkoholenuss auf Klassenfahrten werden die Sachverhalte erklärt. Die Abbildung „B1 Industrielle Herstellung von Speiseessig. Ethanol wird durch Essigsäurebakterien mithilfe von Luftsauerstoff zu Essigsäure oxidiert“ ist exemplarisch und ausführlich durch Lerngruppenmitglieder zu beschreiben und zu erläutern. Eigenschaften von Säuren sind zu wiederholen.
--	---	--	---

	• zeigen Vor- und Nachteile ausgewählter Produkte des Alltags (u.a. Aromastoffe, Alkohole) und ihrer Anwendung auf, gewichten diese und beziehen begründet Stellung zu deren Einsatz (B1, B2).	Oxidation <u>2.20 Essig und Essigsäure</u> Technische Gewinnung von Essigsäure, funktionelle Gruppe, Eigenschaften und Verwendung, Stoffmengenkonzentration und Massenanteil <u>2.21 Praktikum Essig im Alltag</u> <u>2.22 Die homologe Reihe der Alkansäuren</u> Vertiefung funktionelle Gruppen und zwischenmolekulare Kräfte <u>2.23 Alkansäuren in der Natur und im Alltag</u> <u>2.27 Praktikum Organische Säuren in Lebensmitteln</u> <u>2.28 Exkurs Gewinnung von Citronensäure</u> Strukturformel einer Verbindung mit drei Carboxy- und einer Hydroxy-Gruppe, biotechnologische Gewinnung <u>2.29 Veresterung und Esterspaltung</u> Einführung: Esterbildung, Esterspaltung, Veresterung, Hydrolyse, Kondensationsreaktion, umkehrbare Reaktion, Katalysator <u>2.30 Praktikum Die Vielfalt der Ester</u> <u>2.31 Verwendung der Ester</u> <u>2.32 Aromastoffe im Überblick</u> Vertiefung funktionelle Gruppen, Einteilung der Aromastoffe Menthol – Aromastoff in vielen Produkten des Alltags	Die „Impulse Umrechnung Massenanteil – Stoffmengenkonzentration“ können genutzt werden, quantitative Beziehungen anzusprechen. Der Versuch V2 „Bestimmung des Essigsäuregehalts in Essig, Essigreiniger und Essigessenz“ ist für die Lerngruppen verbindlich. Das Kapitel „Die homologe Reihe der Alkansäuren“ ist verbindlich. Strukturformel der Citronensäure muss adäquat beschrieben und erläutert werden. Knappe Beschreibung eines biotechnologischen Verfahrens. Da in der Sek. I die Esterbildung nur kurz angesprochen werden konnte, sollen in der EF 10 die Kondensation und Hydrolyse als umkehrbare Reaktionen gründlich behandelt werden. Die Veresterung und Hydrolyse können von der Umkehrbarkeit einer chemischen Reaktion zur Gleichgewichtsreaktion genutzt werden.
--	--	--	---

2.3 Einführungsphase - Unterrichtsvorhaben III

Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen

Kontext: Auf die Geschwindigkeit kommt es an

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können

Umgang mit Fachwissen:

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

Erkenntnisgewinnung:

- interpretieren den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern (u.a. Oberfläche, Konzentration, Temperatur) (E5),
- führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4),
- planen quantitative Versuche (u.a. zur Untersuchung des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion), führen diese zielgerichtet durch und dokumentieren Beobachtungen und Ergebnisse (E2, E4),
- formulieren Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit und entwickeln Versuche zu deren Überprüfung (E3),
- erklären den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen auf der Basis einfacher Modelle auf molekularer Ebene (u.a. Stoßtheorie für Gase) (E6),
- interpretieren ein einfaches Energie-Reaktionsweg-Diagramm (E5, K3),
- beschreiben und erläutern das chemische Gleichgewicht mithilfe von Modellen (E6).

Kommunikation:

- dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen, zur Einstellung eines chemischen Gleichgewichts, zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislaufes) (K1),
- stellen für Reaktionen zur Untersuchung der Reaktionsgeschwindigkeit den Stoffumsatz in Abhängigkeit von der Zeit tabellarisch und graphisch dar (K1).

Bewertung:

- beschreiben und beurteilen Chancen und Grenzen der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit und des chemischen Gleichgewichts (B1).

Inhaltliche Schwerpunkte:

- ♦ (Organische und) anorganische Kohlenstoffverbindungen
- ♦ Gleichgewichtsreaktionen

Zeitbedarf: ca. 30 Std. à 45 Minuten

2.3 Einführungsphase - Unterrichtsvorhaben III

Kontext: Auf die Geschwindigkeit kommt es an			
Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen			
Inhaltliche Schwerpunkte: - Reaktionsgeschwindigkeit - Gleichgewichtsreaktionen Zeitbedarf: 30 Std. à 45 Minuten		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: - E1 Probleme und Fragestellungen - E4 Untersuchungen und Experimente - K4 Argumentation - B3 Werte und Normen - B4 Möglichkeiten und Grenzen Basiskonzepte (Schwerpunkt): Basiskonzept Struktur – Eigenschaft Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
	Die Schülerinnen und Schüler ...		
Inhaltliche Schwerpunkte: Reaktionsgeschwindigkeit Katalysator Gleichgewichtsreaktionen Kontexte: Auf die Geschwindigkeit kommt es an Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht Reaktionsgeschwindigkeit Beeinflussung von Gleichgewichtsreaktionen Massenwirkungsgesetz Basiskonzept Energie Aktivierungsenergie und Energiediagramm	<u>Umgang mit Fachwissen:</u> - erläutern den Ablauf einer chemischen Reaktion unter dem Aspekt der Geschwindigkeit und definieren die Reaktionsgeschwindigkeit als Differenzenquotient $\Delta c/\Delta t$ (UF1), - erläutern die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtszustands an ausgewählten Beispielen (UF1), - erläutern an ausgewählten Reaktionen die Beeinflussung der Gleichgewichtslage durch eine Konzentrationsänderung (bzw. Stoffmengenänderung), Temperaturänderung (bzw. Zufuhr oder Entzug von Wärme) und Druckänderung (bzw. Volumenänderung) (UF3), - formulieren für ausgewählte Gleichgewichtsreaktionen das Massenwirkungsgesetz (UF3), - interpretieren Gleichgewichtskonstanten in Bezug auf die Gleichgewichtslage (UF4), - beschreiben und erläutern den Einfluss eines	<u>3 Einstiegsseite: Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht</u> <u>3.1 Geschwindigkeit und Gleichgewicht</u> Momentangeschwindigkeit bei Fahrzeugen, Durchschnittsgeschwindigkeit <u>Reaktionsgeschwindigkeit</u> <u>3.2 Die Geschwindigkeit von Reaktionen</u> Reaktionsgeschwindigkeit als Differenzenquotient $\Delta c/\Delta t$ <u>3.4 Praktikum Geschwindigkeit von Reaktionen</u> Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von der Konzentration und dem Zerteilungsgrad <u>3.5 Reaktionsgeschwindigkeit und Konzentration</u> <u>3.6 Reaktionsgeschwindigkeit und Zerteilungsgrad</u>	Die Geschwindigkeit wird als neuer Aspekt der Betrachtung einer chemischen Reaktion in den Fokus der Betrachtungen gezogen. Insbesondere der Airbag verdeutlicht den Lernenden die Bedeutung der Geschwindigkeit. Die Reaktion von Magnesium mit Salzsäure wird im Schülerversuch durchgeführt. Die grafische Auswertung der Messwerte ist sorgfältig auszuführen und zu besprechen, Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von der Oberfläche an. Verbindlich ist nur die Stoßtheorie zur Interpretation der Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von der Temperatur. Energie-Reaktionsweg-Diagramm beschrieben und erläutert. Das Diagramm ist in die Chemiemappe zu übertragen.

Katalyse	Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit mithilfe vorgegebener graphischer Darstellungen (UF1, UF3). <u>Erkenntnisgewinnung:</u> - interpretieren den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern (u.a. Oberfläche, Konzentration, Temperatur) (E5), - führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4), - planen quantitative Versuche (u.a. zur Untersuchung des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion), führen diese zielgerichtet durch und dokumentieren Beobachtungen und Ergebnisse (E2, E4), - formulieren Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit und entwickeln Versuche zu deren Überprüfung (E3), - erklären den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen auf der Basis einfacher Modelle auf molekularer Ebene (u.a. Stoßtheorie für Gase) (E6), - interpretieren ein einfaches Energie-Reaktionsweg-Diagramm (E5, K3), - beschreiben und erläutern das chemische Gleichgewicht mithilfe von Modellen (E6). <u>Kommunikation:</u> - dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen, zur Einstellung eines chemischen Gleichgewichts, zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislaufes) (K1), - stellen für Reaktionen zur Untersuchung der Reaktionsgeschwindigkeit den Stoffumsatz in Abhängigkeit von der Zeit tabellarisch und graphisch dar (K1). <u>Bewertung:</u>	<u>3.7 Energieverlauf beim Wechseln eines Bindungspartners</u> Energie-Reaktionsweg-Diagramm, Übergangszustand, Aktivierungsenergie <u>3.8 Reaktionsgeschwindigkeit und Temperatur</u> Energie-Reaktionsweg-Diagramm, Mindestgeschwindigkeit und Aktivierungsenergie, Übergangszustand <u>3.9 Praktikum Temperatur und Katalysator</u> <u>3.10 Katalyse</u> Energiediagramm einer Reaktion ohne und mit Katalysator <u>3.11 Exkurs Autoabgaskatalysator</u> <u>Chemisches Gleichgewicht</u> <u>3.13 Chemische Reaktion und Gleichgewichtseinstellung</u> Umkehrbarkeit einer chemischen Reaktion, Chemisches Gleichgewicht, Gleichgewichtsreaktion <u>3.14 Praktikum Umkehrbarkeit und Gleichgewicht</u> <u>3.15 Praktikum Gleichgewichtseinstellung im Modell</u> Simulationen und Analogien <u>3.16 Beeinflussung des chemischen Gleichgewichts</u> Einfluss einer Konzentrationsänderung, einer Druckänderung, einer Temperaturänderung auf das chemische Gleichgewicht <u>3.18 Die Ammoniaksynthese in Europa</u> Ammoniakausbeute in Abhängigkeit von Druck und Temperatur, großtechnischer Prozess <u>3.19 Exkurs Fritz Haber, ein europäischer Wissenschaftler</u> Lebens- und Berufsstationen <u>3.20 Das Massenwirkungsgesetz</u> Massenwirkungsausdruck, Gleichgewichtskonstante K_c, Abhängigkeit der Gleichgewichtskonstante von der Temperatur	Die Stoßtheorie wird aufgegriffen, der Zusammenhang zwischen der Temperatur, Geschwindigkeit und Aktivierungsenergie betrachtet. Der Autoabgaskatalysator ist verbindlich. Hervorzuheben ist auch, dass dieser Katalysator kein Filter ist. Veresterung und Hydrolyse werden zur Einführung einer Gleichgewichtsreaktion genutzt. Zur Simulation einer Gleichgewichtseinstellung wird entweder das Kugelspiel oder der Stechheberversuch genutzt. . Der Exkurs „Ein Modell zum Prinzip von Le Chatelier und Braun“ verdeutlicht den Lerngruppenmitgliedern die häufig schwierig zu verstehenden Abläufe Störung des Gleichgewichtszustandes durch eine Konzentrationsänderung, eine Druckänderung oder eine Temperaturänderung und die Neueinstellung des Gleichgewichtszustandes. Die Ammoniaksynthese ist nur verbindlich, wenn genügend Zeit verbleibt, den Stickstoffkreislauf zu betrachten. Die interessante Persönlichkeit und das Schicksal Fritz Habers können den Lerngruppenmitgliedern verdeutlichen, dass die Chemie mit Personen und politischen Gegebenheiten eng verknüpft ist. Das Massenwirkungsgesetz kann lehrerzentriert den Lerngruppenmitgliedern nahegebracht werden. Eine intensive quantitative Auseinandersetzung soll erst im Zusammenhang mit der Säure-Base-Theorie in der Q1 vorgenommen werden.
-----------------	---	--	---

	• beschreiben und beurteilen Chancen und Grenzen der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit und des chemischen Gleichgewichts (B1).		
--	---	--	--

2. 4 Einführungsphase - Unterrichtsvorhaben IV:

Kontext: *Vom Autoabgas zur Versauerung des Meeres*

Basiskonzepte (Schwerpunkt):

Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht

Basiskonzept Energie

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Die Schülerinnen und Schüler können

Umgang mit Fachwissen:

- erläutern die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtszustands an ausgewählten Beispielen (UF1),
- erläutern an ausgewählten Reaktionen die Beeinflussung der Gleichgewichtslage durch eine Konzentrationsänderung (bzw. Stoffmengenänderung), Temperaturänderung (bzw. Zufuhr oder Entzug von Wärme) und Druckänderung (bzw. Volumenänderung) (UF3),
- formulieren für ausgewählte Gleichgewichtsreaktionen das Massenwirkungsgesetz (UF3).

Erkenntnisgewinnung:

- unterscheiden zwischen dem natürlichen und dem anthropogen erzeugten Treibhauseffekt und beschreiben ausgewählte Ursachen und ihre Folgen (E1),
- formulieren Fragestellungen zum Problem des Verbleibs und des Einflusses anthropogen erzeugten Kohlenstoffdioxids (u.a. im Meer) unter Einbezug von Gleichgewichten (E1),
- formulieren Hypothesen zur Beeinflussung natürlicher Stoffkreisläufe (u.a. Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) (E3),
- beschreiben die Vorläufigkeit der Aussagen von Prognosen zum Klimawandel (E7).

Kommunikation:

- veranschaulichen chemische Reaktionen zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf graphisch oder durch Symbole (K3),
- recherchieren Informationen (u.a. zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) aus unterschiedlichen Quellen und strukturieren und hinterfragen die Aussagen der Informationen (K2, K4).

Bewertung:

- zeigen Möglichkeiten und Chancen der Verminderung des Kohlenstoffdioxidausstoßes und der Speicherung des Kohlenstoffdioxids auf und beziehen politische und gesellschaftliche Argumente und ethische Maßstäbe in ihre Bewertung ein (B3, B4).
- beschreiben und bewerten die gesellschaftliche Relevanz prognostizierter Folgen des anthropogenen Treibhauseffektes (B3).

Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen

Inhaltliche Schwerpunkte:

- ◆ Gleichgewichtsreaktionen
- ◆ Stoffkreislauf in der Natur

Zeitbedarf: ca. 10 Std. à 45 Minuten

2.4 Einführungsphase - Unterrichtsvorhaben IV

Kontext: Vom Autoabgas zur Versauerung des Meeres			
Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen			
Inhaltliche Schwerpunkte: Gleichgewichtsreaktionen Zeitbedarf: 10 Std. a 45 Minuten		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: - UF1 – Wiedergabe - UF3 – Systematisierung - E3 – Hypothesen - E5 – Auswertung - K1 – Dokumentation Basiskonzepte: Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht Basiskonzept Energie	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
Inhaltliche Schwerpunkte: Organische und anorganische Kohlenstoffverbindungen Gleichgewichtsreaktionen Stoffkreislauf in der Natur Kontexte: Vom Autoabgas zur Versauerung des Meeres Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht Reaktionsgeschwindigkeit Beeinflussung von Gleichgewichtsreaktionen Massenwirkungsgesetz Stoffkreislauf	<u>Umgang mit Fachwissen:</u> - erläutern die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtszustands an ausgewählten Beispielen (UF1), - erläutern an ausgewählten Reaktionen die Beeinflussung der Gleichgewichtslage durch eine Konzentrationsänderung (bzw. Stoffmengenänderung), Temperaturänderung (bzw. Zufuhr oder Entzug von Wärme) und Druckänderung (bzw. Volumenänderung) (UF3), - formulieren für ausgewählte Gleichgewichtsreaktionen das Massenwirkungsgesetz (UF3). <u>Erkenntnisgewinnung:</u> - unterscheiden zwischen dem natürlichen und dem anthropogen erzeugten Treibhauseffekt und beschreiben ausgewählte Ursachen und ihre Folgen (E1), - formulieren Fragestellungen zum Problem des	<u>4 Einstiegsseite: Kohlenstoffkreislauf und Klima</u> <u>Kohlenstoffkreislauf</u> <u>4.1 Der Kreislauf des Kohlenstoffs</u> <u>4.2 Kohlenstoffoxide und Kohlensäure</u> Kohlenstoffdioxid, Kohlenstoffmonooxid, Kohlensäure, Oxoniumionen, Hydrogencarbonationen, Carbonationen, unbeständige Säure, Gleichgewicht zwischen gelöstem und gasförmigen Kohlenstoffdioxid <u>4.3 Carbonate und Hydrogencarbonate</u> Salze der Kohlensäure; Calciumcarbonat und Calciumhydrogencarbonat <u>4.4 Rund um den Kalk</u> Auflösung und Abscheidung von Kalk, Hartes und Weiches Wasser, Kalkbrennen und Kalklöschchen <u>4.5 Praktikum Kalk und Wasserhärte</u> <u>4.6 Der Kohlenstoffkreislauf</u> Kohlenstoffspeicher der Erde, geologischer Kohlen-	Aufriss der Thematik Der Kohlenstoffkreislauf ist in sehr vereinfachter Form bereits in der Sekundarstufe I behandelt worden. Kenntnisse aus der Sekundarstufe I zu Säuren und Salzen werden aktiviert. Das Kapitel wird genutzt, um Grundlagen aus der Sek. I zu wiederholen und die Stoffe einzuführen, die für die Kohlenstoff-Kreisläufe von Bedeutung sind. Verpflichtend ist die Besprechung der Bildung einer Tropfsteinhöhle. Die Kapitel 4.6 bis 4.8 sollen im arbeitsteiligen Gruppenunterricht behandelt werden. Die Sachverhalte und Experimente werden in Vorträgen vorgestellt. Ein besonderes Augenmerk liegt auf den Gleichgewichten.

	Verbleibs und des Einflusses anthropogen erzeugten Kohlenstoffdioxids (u.a. im Meer) unter Einbezug von Gleichgewichten (E1), • formulieren Hypothesen zur Beeinflussung natürlicher Stoffkreisläufe (u.a. Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) (E3), • beschreiben die Vorläufigkeit der Aussagen von Prognosen zum Klimawandel (E7). <u>Kommunikation:</u> • veranschaulichen chemische Reaktionen zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf graphisch oder durch Symbole (K3), • recherchieren Informationen (u.a. zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) aus unterschiedlichen Quellen und strukturieren und hinterfragen die Aussagen der Informationen (K2, K4). <u>Bewertung:</u> • zeigen Möglichkeiten und Chancen der Verminderung des Kohlenstoffdioxidausstoßes und der Speicherung des Kohlenstoffdioxids auf und beziehen politische und gesellschaftliche Argumente und ethische Maßstäbe in ihre Bewertung ein (B3, B4). • beschreiben und bewerten die gesellschaftliche Relevanz prognostizierter Folgen des anthropogenen Treibhauseffektes (B3).	stoffkreislauf, der biologischer Kohlenstoffkreislauf, globaler Kohlenstoffkreislauf <u>4.7 Praktikum Versuche mit CO₂</u> Löslichkeit von CO₂ in Wasser und Salzwasser, Säurewirkung einer CO₂-Lösung <u>4.8 CO₂ und die Versauerung der Meer</u> Speicherung des Kohlenstoffs im Ozean, Ozean als Senke für Kohlenstoffdioxid, Kohlenstoffdioxid und der pH-Wert des Meeres, Versauerung des Meeres <u>Atmosphäre und Klima</u> <u>4.9 Atmosphäre und Klima</u> <u>4.10 Erdatmosphäre und Treibhauseffekt</u> Natürlicher und anthropogener Treibhauseffekt, Kohlenstoffdioxid und Treibhauseffekt, Auswirkungen des anthropogenen Treibhauseffekts auf das Klima <u>4.11 Exkurs Landwirtschaft und Böden als Klimafaktoren in Europa</u> <u>4.12 Erneuerbare Energiequellen</u> <u>4.13 Speicherung – eine Lösung des CO₂-Problems?</u> <u>4.14 Durchblick Zusammenfassung und Übung</u>	Die Bilder und Aufgaben werden als Möglichkeit genutzt, den Aufbau der Atmosphäre zu erklären und den Blick für Klimaänderungen zu schärfen. Die Impulse Biotreibstoff – pro und contra werden für eine Diskussionsrunde genutzt. An diesem Beispiel lassen sich Widerstände der Bevölkerung in betroffenen Gegenständen gegen technische Lösungen hervorragend diskutieren.
--	---	---	---

2.1.3 Konkretisierte Unterrichtsvorhaben Qualifikationsphase

Q1 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben I

Unterrichtsvorhaben I:

Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren

Kontext: Säuren und Basen in Alltagsprodukten:

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Umgang mit Fachwissen:

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

Erkenntnisgewinnung:

- zeigen an Protolysereaktionen auf, wie sich der Säure-Base-Begriff durch das Konzept von Brønsted verändert hat (E6, E7),
- planen Experimente zur Bestimmung der Konzentration von Säuren und Basen in Alltagsprodukten bzw. Proben aus der Umwelt angeleitet und selbstständig (E1, E3),
- erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator, führen diese zielgerichtet durch und werten sie aus (E3, E4, E5),
- beschreiben das Verfahren einer Leitfähigkeitstitration zur Konzentrationsbestimmung von Säuren bzw. Basen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt und werten vorhandene Messdaten aus (E2, E4, E5),
- machen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktionen anhand von K_S - und pK_S -Werten (E3),
- bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5).

Kommunikation:

- stellen eine Säure-Base-Reaktion in einem Funktionsschema dar und erklären daran das Donator-Akzeptor-Prinzip (K1, K3),
- dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstitration mithilfe graphischer Darstellungen (K1),
- erklären fachsprachlich angemessen und mithilfe von Reaktionsgleichungen den Unterschied zwischen einer schwachen und einer starken Säure unter Einbeziehung des Gleichgewichtskonzepts (K3),

Bewertung:

- beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2),
- bewerten die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen (B1).

Inhaltliche Schwerpunkte:

- ♦ Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen
- ♦ Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen

Zeitbedarf: 30 Std. à 45 Minuten

Kontext: Säuren und Basen in Alltagsprodukten			
Inhaltsfeld: Eigenschaften, Struktur und Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen			
Inhaltliche Schwerpunkte: ♦ Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen ♦ Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen Kontext: <i>Säuren und Basen in Alltagsprodukten:</i> Zeitbedarf: 30 Std. à 45 Minuten		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: • UF1 Wiedergabe • UF2 Auswahl • UF3 Systematisierung • E1 Probleme und Fragestellungen • E2 Wahrnehmung und Messung • E4 Untersuchungen und Experimente • E5 Auswertung • K1 Dokumentation • K2 Recherche • B1 Kriterien Basiskonzept Struktur-Eigenschaft Merkmale von Säuren bzw. Basen, Leitfähigkeit Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht Autoprotolyse des Wassers, pH-Wert, Stärke von Säuren Basiskonzept Donator-Akzeptor Säure-Base-Konzept von Brønsted, Protonenübergänge bei Säure-Base-Reaktionen	
inhaltliche Aspekte / Kontextbezüge	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Umsetzungsbezüge und Impulse	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
Inhaltliche Schwerpunkte: Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen Säurestärke pH-Wert Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen mithilfe einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung über einen Indikator und mit einer Leitfähigkeitstiteration Kontexte: Säuren und Basen in Alltagsprodukten: Starke und schwache Säuren und Basen Konzentrationsbestimmungen von Essigsäure	<u>Umgang mit Fachwissen:</u> • identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags und beschreiben diese mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted (UF1, UF3), • interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des K_S-Wertes (UF2, UF3), • erläutern die Autoprotolyse und das Ionenprodukt des Wassers (UF1), • berechnen pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen (Hydroxide) (UF2),	<u>Säure-Base-Reaktionen und analytische Verfahren</u> <u>6.1 Säuren und Basen im Alltag und im Labor</u> Aspekte: Indikatoren, pH-Wert (phänomenologisch), Säuren und Basen im Alltag, Neutralisation, Stoffmengenkonzentration <u>6.2 Die Entwicklung des Säure-Base-Begriffs</u> <u>6.3 Die Säure-Base-Theorie nach BRØNSTED</u> Brønstedsäuren/Protonendonatoren, Brønstedbasen/Protonenakzeptoren,	Stoffproben aus dem Alltag und der Sammlung Aufgreifen und Vertiefen von Kenntnissen aus der Sek. I und der Einführungsphase; es kann sowohl ein Überblick über das gesamte Inhaltsfeld als auch ein Schwerpunkt gelegt werden. Historische Stationen der Entwicklung des Säure-Base-Begriffes; Grundlegende Einführung des Säure-Base-Konzepts von BRØNSTED; Veränderung des

in Lebensmitteln Basiskonzept Struktur-Eigenschaft Merkmale von Säuren bzw. Basen Leitfähigkeit Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht Autoprotolyse des Wassers pH-Wert Stärke von Säuren Basiskonzept Donator-Akzeptor Säure-Base-Konzept von Brønsted Protonenübergänge bei Säure-Base-Reaktionen	- klassifizieren Säuren mithilfe von K_S- und pK_S-Werten (UF3), - berechnen pH-Werte wässriger Lösungen schwacher einprotoniger Säuren mithilfe des Massenwirkungsgesetzes (UF2). <u>Erkenntnisgewinnung:</u> - zeigen an Protolysereaktionen auf, wie sich der Säure-Base-Begriff durch das Konzept von Brønsted verändert hat (E6, E7), - planen Experimente zur Bestimmung der Konzentration von Säuren und Basen in Alltagsprodukten bzw. Proben aus der Umwelt angeleitet und selbstständig (E1, E3), - erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator, führen diese zielgerichtet durch und werten sie aus (E3, E4, E5), - erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen frei beweglicher Ionen (E6), - beschreiben das Verfahren einer Leitfähigkeitstiteration (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Säuren bzw. Basen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt und werten vorhandene Messdaten aus (E2, E4, E5), - machen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktionen anhand von K_S- und pK_S-Werten (E3), - bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5). <u>Kommunikation:</u>	Protolysen, Säure-Base-Paare, Funktionsschema für Säure-Base-Reaktionen, Ampholyte, Schrittweise Protonenabgabe (mehrprotonige Säuren) <u>6.6 Autoprotolyse des Wassers und pH-Wert</u> Autoprotolyse des Wassers, Ionenprodukt des Wassers, Definition des pH-Wertes, Zusammenhänge zwischen K_w, $c(H_3O^+)$, $c(OH^-)$ bzw. pK_w, pH, pOH <u>6.7 Die Stärke von Säuren und Basen</u> Protolysegleichgewicht, Säure- und Basenkonstante, K_S-Wert, pK_S-Wert, K_B-Wert, pK_B-Wert <u>6.8 Protolysen in Salzlösungen</u> Kationen als Säuren, Anionen als Säuren, Neutrale Salzlösungen, Inhaltsstoffe von Lebensmitteln und Reinigern <u>6.9 pH-Werte von Säurelösungen</u> pH-Werte starker Säuren, pH-Werte schwacher Säuren <u>6.10 pH-Werte von Basenlösungen</u> pH-Werte der wässrigen Lösung starker Basen (Hydroxide) <u>6.12 Praktikum Titration mit Endpunktsbestimmung</u> Bestimmung von Essigsäure im Essig, Titration, Maßlösung, Probelösung, Äquivalenzpunkt, Auswertung einer Titration, Stoffmengenkonzentration,	Säure-Base-Begriffs. Der Umgang mit Logarithmen und auch Potenzen ist vielen Schülerinnen und Schülern wenig vertraut. Hier bietet sich als Exkurs das Kapitel „Potenzen und Logarithmen“ aus dem Anhang an. Beim Vergleich der pH-Werte gleich konzentrierter Säuren wird deutlich, dass nicht der pH-Wert die Säurestärke bestimmt. Die Anwendung des Massenwirkungsgesetzes auf die Gleichgewichtsreaktion einer schwachen Säure führt zur Säurekonstante. Für Grundkurse ist die Basenkonstante nicht unmittelbar verbindlich, allerdings müssen die Lerngruppenmitglieder Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktion mithilfe von K_S- und pK_S-Wert machen können. Es ist deshalb sehr sinnvoll, den Zusammenhang zwischen K_S- und K_B-Wert korrespondierender Säure-Base-Paare zu betrachten. Für viele Schülerinnen und Schüler ist der Umgang mit K_S- und K_B-Werten einfacher als der Umgang mit pK_S- und pK_B-Werten. Es ist deshalb durchaus möglich, den pK_S-Wert bei Rechnungen erst im letzten Rechenschritt zu nutzen . Die Schülerinnen und Schüler müssen pH-Werte wässriger Lösungen (sehr) starker und schwacher einprotoniger Säuren berechnen können. Schülerinnen und Schüler müssen „nur“ die pH-Wert-Berechnung wässriger Lösungen starker Basen (Hydroxide) beherrschen. Schülerinnen und Schüler müssen das Verfahren einer Titration mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator erläutern, zielgerichtet durchführen und auswerten können. Auch das
--	--	--	--

	- stellen eine Säure-Base-Reaktion in einem Funktionsschema dar und erklären daran das Donator-Akzeptor-Prinzip (K1, K3), - dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstiteration mithilfe graphischer Darstellungen (K1), - erklären fachsprachlich angemessen und mithilfe von Reaktionsgleichungen den Unterschied zwischen einer schwachen und einer starken Säure unter Einbeziehung des Gleichgewichtskonzepts (K3), - recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren unterschiedliche Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4). <u>Bewertung:</u> - beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2), - bewerten die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen (B1).	Massenanteil, Massenkonzentration, Umgang mit Bürette, Pipette <u>6.16 Leitfähigkeitstiteration</u> Leitfähigkeit von Ionenlösungen, Unterschiedliche Ionenleitfähigkeiten (Ionenäquivalentleitfähigkeit), Durchführung einer Leitfähigkeitstiteration, Dokumentation der Ergebnisse einer Leitfähigkeitstiteration mithilfe graphischer Darstellungen <u>6.17 Praktikum Säuren und Basen in Produkten des Alltags</u> V1 Überprüfung des Essigsäureanteils in Essigessenz mit einer Leitfähigkeitstiteration V3 Bestimmung von Säuren in Weißwein mit Endpunktbestimmung über einen Indikator V4 Bestimmung von Hydroxid- und Carbonationen in einem festen Rohrreiniger <u>6.19 Impulse Konzentrationsberechnungen</u> Berechnung und Ermittlung von Stoffmengenkonzentrationen	Bewerten der Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen wird gefördert. Es bietet sich an, unterschiedliche Essigsorten einzusetzen. Schülerinnen und Schüler eines Grundkurses müssen das Verfahren einer Leitfähigkeitstiteration (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Säuren bzw. Basen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt beschreiben und vorhandene Messdaten auswerten können. Die Schülerinnen und Schüler lernen die Durchführung und den grundlegenden Verlauf der Titrationskurven von starken Basen, starken Säuren und schwachen Säuren kennen. Zur Erklärung ziehen die Lerngruppenmitglieder das Vorhandensein frei beweglicher Ionen mit unterschiedlichen Leitfähigkeiten (Ionenäquivalentleitfähigkeiten) heran. für den Grundkurs sind potentiometrische Titrations nicht verbindlich. Im Grundkurs kann die Beschränkung auf die Bestimmung der Gesamtbasenkonzentration in einer Titration mit Salzsäure sinnvoll sein. Die Begriffe sind mit Ausnahme der Halbtiteration und vertiefender Betrachtungen des K_B- bzw. pK_B-Wertes und des pOH-Wertes verbindlich. Die Anfertigung einer Concept Map ermöglicht die Selbstüberprüfung der inhaltlichen Schwerpunkte.
--	---	--	---

Q1 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben II

Inhaltsfeld: Elektrochemie

Kontext: *Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon
Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle*

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Umgang mit Fachwissen:

- erklären den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (UF1, UF3),
- beschreiben den Aufbau einer Standard-Wasserstoff-Halbzelle (UF1),
- berechnen Potentialdifferenzen unter Nutzung der Standardelektrodenpotentiale und schließen auf die möglichen Redoxreaktionen (UF2, UF3),
- erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik unter Zuhilfenahme grundlegender Aspekte galvanischer Zellen (UF4),
- beschreiben und erklären Vorgänge bei einer Elektrolyse (UF1, UF3),
- deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF4),
- erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2),
- erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2),
- erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge (UF1, UF3).

Erkenntnisgewinnung:

- erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7),
- entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen (E3),
- planen Experimente zum Aufbau galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab (E1, E2, E4, E5),
- analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5).

Kommunikation:

- dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1),
- stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3),
- recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3),

Bewertung:

- erläutern und beurteilen die elektrolytische Gewinnung eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B3),
- vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle) (B1),
- diskutieren Folgen von Korrosionsvorgängen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B2).

Inhaltliche Schwerpunkte:

- ♦ Mobile Energiequellen
- ♦ Elektrochemische Gewinnung von Stoffen
- ♦ Korrosion

Zeitbedarf: ca. 42 Stunden à 45 Minuten

Kontexte: Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon/Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle			
Inhaltsfeld: Elektrochemie			
Inhaltliche Schwerpunkte: ♦ Mobile Energiequellen ♦ Elektrochemische Gewinnung von Stoffen ♦ Korrosion Kontexte: Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle Zeitbedarf: ca. 42 Stunden à 45 Minuten		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: • UF1 Wiedergabe • UF2 Auswahl • UF3 Systematisierung • E2 Wahrnehmung und Messung • E4 Untersuchungen und Experimente • E6 Modelle • K1 Dokumentation • K2 Recherche • K4 Argumentation • B1 Kriterien • B2 Entscheidungen Basiskonzepte (Schwerpunkte): Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht Umkehrbarkeit von Redoxreaktionen Basiskonzept Donator-Akzeptor Spannungsreihe der Metalle und Nichtmetalle, Elektrolyse, Galvanische Zellen, Elektrochemische Korrosion Basiskonzept Energie Faraday-Gesetze, elektrochemische Energieumwandlungen, Standardelektrodenpotentiale	
inhaltliche Aspekte / Kontextbezüge	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Umsetzungsbezüge und Impulse	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
Inhaltliche Schwerpunkte: Elektrochemische Gewinnung von Stoffen Mobile Energiequellen Korrosion Kontexte: Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht Umkehrbarkeit von Redoxreaktionen	<u>Umgang mit Fachwissen:</u> • erklären den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (u.a. Daniell-Element) (UF1, UF3), • beschreiben den Aufbau einer Standard-Wasserstoff-Halbzelle (UF1), • berechnen Potentialdifferenzen unter Nutzung der Standardelektrodenpotentiale und schließen auf die möglichen Redoxreaktionen (UF2, UF3), • erklären Aufbau und Funktion	<u>7.1 Mobile Energiequellen</u> Mobile Energiequellen Historische Batterien in Europa Akkus machen mobil Lithium-Ionen-Akkumulatoren Primär- und Sekundärelemente Kondensatoren als Energiespeicher <u>7.2 Oxidation und Reduktion</u> Elektronenübergänge Redoxreaktionen Oxidationsmittel Reduktionsmittel	Batterien und Akkus, mit denen die Lerngruppenmitglieder häufig unbewusst umgehen, werden lose vorgestellt. Es kann eine Batterie zerlegt werden. Teile der Batterie werden beschrieben. Anschließend wird als erster Themenblock „Aufbau und Funktionsweise einer Batterie“ angesteuert. Dazu müssen grundlegende Aspekte des Donator-Akzeptor-Basiskonzepts aufgegriffen werden. Einführung/Wiederholung/Vertiefung von Redoxgleichungen und Oxidationszahlen..

Basiskonzept Donator-Akzeptor Spannungsreihe der Metalle und Nichtmetalle Elektrolyse Galvanische Zellen Elektrochemische Korrosion Basiskonzept Energie Faraday-Gesetze elektrochemische Energieumwandlungen Standardelektrodenpotentiale	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), • beschreiben und erklären Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3), • deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF4), • erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2), • erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2), • erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge (UF1, UF3). <u>Erkenntnisgewinnung:</u> • erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7), • entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen (E3), • planen Experimente zum Aufbau galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab (E1, E2, E4, E5), • erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6), • analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5). <u>Kommunikation:</u> • dokumentieren Versuche zum	Korrespondierende Redoxpaare <u>7.3 Oxidationszahlen</u> Regeln zur Ermittlung von Oxidationszahlen <u>7.4 Redoxgleichungen</u> Aufstellen einer Redoxgleichung <u>7.6 Die Redoxreihe</u> Redoxreihe der Metalle Redoxreihe der Nichtmetalle <u>7.7 Galvanische Elemente</u> Daniell-Element Aufbau einer galvanischen Zelle (Halbelement, Anode, Kathode, Pluspol, Minuspol, Diaphragma) Spannung galvanischer Elemente Modellhafte Darstellung des Zustandekommens der Spannung eines Daniell-Elements Volta-Element <u>7.8 Die elektrochemische Spannungsreihe</u> Standardwasserstoffelektrode Standardpotentiale Messung eines Standardpotentials Elektrochemische Spannungsreihe <u>7.10 Die Nernst-Gleichung</u> <u>7.13 Elektrolysen in wässrigen Lösungen</u> Elektrolyse Elektrolysezelle Zersetzungsspannung Polarisationsspannung Abscheidungspotential Überspannung Überpotential Abscheidungspotentiale und Elektrolysen	Die Schülerinnen und Schüler stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt. Die Schülerversuche werden arbeitsgleich oder arbeitsteilig eingesetzt, um auf die Redoxreihen hinzuarbeiten. Die Begriffe „oxidieren, wird oxidiert, reduzieren, wird reduziert“ werden vertieft. Hinweis: Es sind meist auch grundlegende Aspekte aus der Physik zur Elektrizitätslehre aufzugreifen: Spannung, Stromstärke, Widerstand, elektrische Energie Der Aufbau und die Funktionsweise der Standardwasserstoffelektrode wird im Lehrervortrag vorgestellt. Es genügt die Messung eines Standardpotentials. elektrochemische Spannungsreihe aufstellen.. Mit den Standardpotentialen werden an Beispielen von galvanischen Zellen Spannungen berechnet. Nernst-Gleichung für den Grundkurs nicht verbindlich. Die Elektrolyse einer Zinkiodidlösung ist das zentrale Einstiegsexperiment, mit dem sich die bei einer Elektrolyse ablaufenden Vorgänge als zwangsweise Umkehrung der Vorgänge einer galvanischen Zelle herausarbeiten lassen. Bei zusätzlichem Einsatz eines Stromstärkemessgerätes lässt sich auch die Umkehrung der Stromrichtung bzw. des Elektronenflusses herausstellen. Möglicher Versuch: eine gesättigte Natriumsulfatlösung, die mit einigen Tropfen Universalindikatorlösung versetzt wird, in einem Hof-
--	--	--	---

	Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1), - stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3), - recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3), - argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4). <u>Bewertung:</u> - erläutern und beurteilen die elektrolitische Gewinnung eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B3), - vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle) (B1), - diskutieren die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie (B4), - diskutieren Folgen von Korrosionsvorgängen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B2).	<u>7.14 Quantitative Betrachtung der Elektrolyse</u> Faraday-Gesetze <u>7.17 Batterien</u> Zink-Kohle-Batterie Alkali-Mangan-Batterie Zink-Luft-Knopfzelle Lithium-Mangan-Batterie <u>7.18 Praktikum Primärelemente</u> V1 Volta-Elemente V2 Leclanché-Elemente <u>7.19 Akkumulatoren</u> Bleiakkumulator Nickel-Metall-Hydrid-Akkumulator Lithium-Ionen-Akkumulator <u>7.20 Brennstoffzellen</u> Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle PEM-Brennstoffzelle Direktmethanol-Brennstoffzelle <u>7.21 Energiespeicherung</u> Energiespeicherung Energieumwandlung Erzeugung von Brennstoffen: - Fotokatalytische Wasserspaltung - Sabatier-Prozess - Power-to-Gas - Power-to-Liquid	mann'schen Apparat zu elektrolysieren. Es wird dann sehr deutlich, dass die Elektrolyse mit der kleinsten Zersetzungsspannung abläuft. Auswertung bis zum Faraday-Gesetz. Die Kapitel 7.15 und 7.16 sprechen großtechnische Prozesse an. Die Kapitel können als Grundlagen für Schülervorträge oder das Selbststudium genutzt werden. Die verschiedenen Batterietypen können im Selbststudium erarbeitet und danach vorgestellt werden. Für Lerngruppenmitglieder ist es interessant, am Auto die Starterbatterie zu identifizieren und die Funktion von Starterbatterie und Lichtmaschine zu beschreiben. Steht ein aufgeladener Bleiakkumulator zur Verfügung, so sollten die Einzelteile beschrieben werden. Die Abbildung B2 zum Aufbau einer Starterbatterie kann ergänzend oder ersatzweise eingesetzt werden. Der Versuch V1 zum Laden und Entladen eines Bleiakkumulators ist grundlegend. An zwei „Modellbleiakkumulatoren“ können auch Reihen- und Parallelschaltung demonstriert werden. Das Funktionsprinzip einer Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle ist für Lerngruppenmitglieder in der Regel leicht zu verstehen. Es lohnt sich, die Vorzüge und Schwächen des Einsatzes von Akkumulatoren bzw. Brennstoffzellen für Autos zu diskutieren. Die Energiespeicherung ist ein Grundpfeiler der Energiewende. Die Aufgaben unterstützen die Forderung nach einer übersichtlichen grafischen Darstellung von Sachverhalten.
--	--	---	---

		Wärmespeicher Pumpenspeicherwerke <u>7.22 Praktikum Brennstoffzellen</u> V1 Wirkungsgrade einer Brennstoffzelle V2 Modellversuch zur Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle <u>7.23 Korrosion und Korrosionsschutz</u> Lokalelement Säurekorrosion Sauerstoffkorrosion Rosten Passiver Korrosionsschutz Kathodischer Korrosionsschutz <u>7.24 Praktikum Korrosion und Korrosionsschutz</u> V1 Rosten von Eisen V2 Eisen-Sauerstoff-Element V3 Rostbildung unter einem Salzwassertropfen V4 Rostbildung an Lokalelementen V5 Korrosionsschutz durch Metallüberzüge V6 Kathodischer Korrosionsschutz <u>7.25 Durchblick Zusammenfassung und Übung</u> <u>7.5 Praktikum Redoxtitrationen</u> Permanganometrie V1 Titration einer Oxalsäurelösung V2 Bestimmung von Sauerstoff in einer Gewässerprobe <u>7.15 Gewinnung von Zink</u> Vorkommen von Zink Der Werkstoff Zink Zinkgewinnung Recycling von Zink <u>7.16 Gewinnung von Aluminium</u> Schmelzflusselektrolyse	Das Kapitel 7.22 kann mit dem Kapitel 7.20 verknüpft werden. Im Grundkurs ist nur die „Korrosion“ verpflichtend. Es ist sehr sinnvoll, dieses Kapitel mit dem Kapitel 7.24 „Praktikum Korrosion und Korrosionsschutz“ zu behandeln. Die Lerngruppenmitglieder können dann in einem umfangreicheren Unterrichtsblock selbststeuernd die Experimente durchführen und sich die Sachverhalte aneignen. Die Aufgaben dienen der Eigenkontrolle der Schülerinnen und Schüler und der Überprüfung des Verständnisses der Lehrkraft. Die Lehrkraft unterstützt die Lerngruppenmitglieder individuell und überzeugt sich im Dialog vom Verständnis der Lerngruppenmitglieder. Die grafischen Darstellungen werden zur Beschreibung und Erklärung durch die Schülerinnen und Schüler herangezogen. Die Aufgaben A1, A2, A4, A6, A7, A8 und A10 müssen von Schülerinnen und Schülern des Grundkurses gelöst werden können. Redoxtitrationen sind nicht verbindlich. Das Kapitel kann z.B. im Rahmen eines Projektes zur Gewässeruntersuchung genutzt werden. Das Kapitel und die Aufgabe A1 kann als Ausgangspunkt für eine Diskussion zum Einsatz von Aluminium aus ökonomischen und ökologischen Perspektiven genutzt werden.
--	--	--	---

Q1 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben III

Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Kontext: *Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt*

Umgang mit Fachwissen:

- formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und erläutern diese (UF1),
- verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).
- erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4),
- erklären den Aufbau von Makromolekülen aus Monomer-Bausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u.a. Polyester, Polyamide) (UF1, UF3),
- beschreiben und erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF3),
- erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF2, UF4).

Erkenntnisgewinnung:

- erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4),
- untersuchen Kunststoffe auf ihre Eigenschaften, planen dafür zielgerichtete Experimente (u.a. zum thermischen Verhalten), führen diese durch und werten sie aus (E1, E2, E4, E5),
- ermitteln Eigenschaften von organischen Werkstoffen und erklären diese anhand der Struktur (u.a. Thermoplaste, Elastomere und Duromere) (E5).

Kommunikation:

- verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3),
- präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3),
- demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3).

Bewertung:

- erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3),
 - diskutieren Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3),
- beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).

Zeitbedarf: ca. 14 Stunden à 45 Minuten

Kontext: Vom fossilen Brennstoff zum Anwendungsprodukt			
Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
Inhaltlicher Schwerpunkt: ♦ Organische Verbindungen und Reaktionswege Zeitbedarf: ca. 14 Stunden à 45 Minuten		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: • UF3 Systematisierung • UF4 Vernetzung • E3 Hypothesen • E 4 Untersuchungen und Experimente • K3 Präsentation • B3 Werte und Normen Basiskonzept Struktur-Eigenschaft Stoffklassen und Reaktionstypen, elektrophile Addition, nucleophile Substitution zwischenmolekulare Wechselwirkungen Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht Reaktionssteuerung	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler	Umsetzungsbezüge und Impulse	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
Inhaltliche Schwerpunkte: Organische Verbindungen und Reaktionstypen radikalische Substitution nucleophile Substitution Veresterung und Verseifung Eliminierung elektrophile Addition Reaktionsfolge Kontexte: Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt Maßgeschneiderte Produkte Basiskonzept Struktur-Eigenschaft Stoffklassen und Reaktionstypen elektrophile Addition nucleophile Substitution	<u>Umgang mit Fachwissen:</u> • formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und erläutern diese (UF1), • verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4). • erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4), • erklären den Aufbau von Makromolekülen aus Monomer-Bausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u.a.	<u>Kontext: Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt, enger gefasst:</u> <u>Vom Erdöl zum Kunststoff</u> <u>8.1 Erdöl - Grundlage für chemische Produkte</u> Energieträger und Rohstoff Funktionelle Gruppe Vom Reagenzglas zum industriellen Synthesereaktor Zwischenstufen und Endprodukte <u>8.2 Gewinnung von Kohlenwasserstoffen aus Erdöl in Europa und der Welt</u> fraktionierende Destillation Vakuumdestillation Rohölfractionen	Die Bilder und Textbausteine zur organischen Verbindungen im Reagenzglas und in der Großtechnik. Wiederholung Selbstüberprüfung der Schülerinnen und Schüler im Selbststudium Intensivere Hilfestellungen bei der Behandlung der zwischenmolekularen Wechselwirkungen. Die Bedeutung des Erdöls für chemische Produkte, die letztendlich jeden betreffen, wird herausgestellt. Die aufgeführten Aspekte vermitteln Leitideen. Demonstrationsexperiment/Film zur Erdöldestil-

zwischenmolekulare Wechselwirkungen Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht Reaktionssteuerung	Polyester, Polyamide) (UF1, UF3), • beschreiben und erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF3), • erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF2, UF4). <u>Erkenntnisgewinnung:</u> • erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4), • untersuchen Kunststoffe auf ihre Eigenschaften, planen dafür zielgerichtete Experimente (u.a. zum thermischen Verhalten), führen diese durch und werten sie aus (E1, E2, E4, E5), • ermitteln Eigenschaften von organischen Werkstoffen und erklären diese anhand der Struktur (u.a. Thermoplaste, Elastomere und Duromere) (E5). <u>Kommunikation:</u> • verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3), • präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3), • recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3), • demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3). <u>Bewertung:</u>	<u>1.10 Ethen - ein Alken</u> Eigenschaften des Ethens Struktur des Ethenmoleküls Additionsreaktionen Die Alkene - eine homologe Reihe E-Z-Isomerie <u>1.11 Exkurs Die Vielfalt der Kohlenwasserstoffe</u> Alkine Cycloalkane Cycloalkene Benzol <u>8.13 Reaktionen der Alkene - elektrophile Substitution</u> Additionsreaktion elektrophile Addition Verlauf einer elektrophilen Addition nach Markownikow <u>10.3 Kunststoffe durch Polymerisation</u> Radikalische Polymerisation Polymerisate: - Polyethen - Polypropen - Polystyrol - Polyvinylchlorid - Polyacrylnitril - Polymethylmethacrylat - Polytetrafluorethen <u>10.4 Copolymere</u> Möglichkeiten der Copolymerisation ABS-Copolymere Styrol-Butadien-Copolymere <u>10.5 Kunststoffe durch Polykondensation</u> Polyester Polycarbonate Polyesterharz Polyamide Perlon <u>10.6 Kunststoffe durch Polyaddition</u> Polyaddition Epoxidharze Elastanfasern	lation, Erarbeitung mit dem Buchkapitel.. Vertiefende Betrachtung von Alkanen, Alkenen, Cycloalkanen und Cycloalkenen. Einsatz von Molekülbaukästen bzw. Computereinsatz. Einführung von Reaktionsschritten (Reaktionsmechanismus) Kompetenzerwerb zur Formulierung und Erläuterung einer elektrophilen Addition. Ggf. Ausblick auf Biodiesel und Biotreibstoffe Kompetenzerwartungen im Bereich Bewertung unterstützt „Biotreibstoff - pro und contra“ Die Bedeutung des Erdöls für chemische Produkte, die letztendlich jeden betreffen, wird herausgestellt. Es wird hier Erdöl als Grundlage der Kunststoffindustrie betont. Benzol wird hier kurz vorgestellt, sodass die Strukturformel für Verbindungen der Kunststoffe bekannt ist. Die Beschreibung und Erläuterung einer radikalischen Polymerisation. Die Lehrerversuche zur Polymerisation werden zur Demonstration einer Polymerisation genutzt. Ggf. Erarbeitung nur einzelner Aspekte: wichtige Polymerisate als Kurzvorträge oder Hausaufgabe. Niederdruckpolyethen und Hochdruckpolyethen Einfluss der Reaktionssteuerung auf die Struktur der Moleküle des Reaktionsproduktes. Zusammenhang zwischen der Struktur der Makromoleküle und deren Einfluss auf die Eigenschaften (hier: Dichte und Wärmestabilität) Die Bildung der Copolymere: Kunststoffe können variieren und dem gewünschten Zweck angepasst werden. Sinnvoll ist es, die Lerngruppenmitglieder komplexere Strukturformeln bzw. Ausschnitte von Darstellungen der Makromoleküle analysieren zu lassen, damit Monomere aufgespürt und
---	---	--	---

	• erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3), • diskutieren Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3), beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).	<u>10.2 Eigenschaften und Struktur der Kunststoffe</u> Einteilung der Kunststoffe in: - Thermoplaste - Duroplaste (Duromere) - Elastomere kristallin, teilkristallin, amorph zwischenmolekulare Kräfte	Verknüpfungsmöglichkeiten gesehen werden. Polyester und Polyamide müssen wie auch die Polykondensation den Lerngruppenmitgliedern vertraut sein. Wichtig ist es, dass die funktionellen Gruppen sowohl der Monomere als auch der Polymere sicher identifiziert werden. Schülerversuch zur Polyesterbildung. Der „Nylonseiltrick“ kann von der Lehrkraft durchgeführt werden. Die Schülerinnen und Schüler beschreiben und interpretieren die Versuchsdurchführung und die Beobachtungen. Ein Vergleich der beiden Versuche kann unter dem Aspekt der Bildung eines Thermoplastes oder Duroplastes sowie Elastomeren vorgenommen werden. Identifikation eines unbekannten Kunststoffes in Schülerversuchen. Die Einteilung der Kunststoffe wird durch Selbststudium erarbeitet.
--	---	--	--

Q1 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben I

Unterrichtsvorhaben I:

Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren

Kontext: Säuren und Basen in Alltagsprodukten:

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Umgang mit Fachwissen:

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

Erkenntnisgewinnung:

- zeigen an Protolysereaktionen auf, wie sich der Säure-Base-Begriff durch das Konzept von Brønsted verändert hat (E6, E7),
- planen Experimente zur Bestimmung der Konzentration von Säuren und Basen in Alltagsprodukten bzw. Proben aus der Umwelt angeleitet und selbstständig (E1, E3),
- erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator, führen diese zielgerichtet durch und werten sie aus (E3, E4, E5),
- beschreiben eine pH-metrische Titration, interpretieren charakteristische Punkte der Titrationskurve (u.a. Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt) und erklären den Verlauf mithilfe des Protolysekonzepts (E5),
- erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen frei beweglicher Ionen (E6),
- erläutern die unterschiedlichen Leitfähigkeiten von sauren und alkalischen Lösungen sowie von Salzlösungen gleicher Stoffmengenkonzentration (E6),
- beschreiben das Verfahren der Leitfähigkeitstitration (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Säuren bzw. Basen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt und werten vorhandene Messdaten aus (E2, E4, E5),
- machen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktionen anhand von K_S - und K_B -Werten und von pK_S - und pK_B -Werten (E3),
- bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5),
- vergleichen unterschiedliche Titrationsmethoden (u.a. Säure-Base-Titration mit einem Indikator, Leitfähigkeitstitration, pH-metrische Titration) hinsichtlich ihrer Aussagekraft für ausgewählte Fragestellungen (E1, E4),
- erklären die Reaktionswärme bei Neutralisationen mit der zugrundeliegenden Protolyse (E3, E6).

Kommunikation:

- stellen eine Säure-Base-Reaktion in einem Funktionsschema dar und erklären daran das Donator-Akzeptor-Prinzip (K1, K3),
- dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstitration und einer pH-metrischen Titration mithilfe graphischer Darstellungen (K1),
- erklären fachsprachlich angemessen und mithilfe von Reaktionsgleichungen den Unterschied zwischen einer schwachen und einer starken Säure bzw. einer schwachen und einer starken Base unter Einbeziehung des Gleichgewichtskonzepts (K3),
- recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren unterschiedliche Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4),
- beschreiben und erläutern Titrationskurven starker und schwacher Säuren (K3),

-
- nutzen chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Auswahl eines geeigneten Indikators für eine Titration mit Endpunktsbestimmung (K2).

Bewertung:

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

Inhaltliche Schwerpunkte:

- ♦ Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen
- ♦ Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen

Zeitbedarf: 36 Std. à 45 Minuten

Kontext: Säuren und Basen in Alltagsprodukten				
Inhaltsfeld: Eigenschaften, Struktur und Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen				
Inhaltliche Schwerpunkte: Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen Titrationsmethoden im Vergleich Kontext: <i>Säuren und Basen in Alltagsprodukten: starke und schwache Säuren und Basen</i> Konzentrationsbestimmungen von starken und schwachen Säuren bzw. starken und schwachen Basen in Lebensmitteln und Reinigern Zeitbedarf: ca. 36 Std. à 45 Minuten		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: • UF1 Wiedergabe • UF2 Auswahl • UF3 Systematisierung • E1 Probleme und Fragestellungen • E2 Wahrnehmung und Messung • E4 Untersuchungen und Experimente • E5 Auswertung • K1 Dokumentation • K2 Recherche • K3 • B1 Kriterien • B2 • B3 Basiskonzept Struktur-Eigenschaft Merkmale von Säuren bzw. Basen, Leitfähigkeit Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht Autoprotolyse des Wassers, pH-Wert, Stärke von Säuren Basiskonzept Donator-Akzeptor Säure-Base-Konzept von Brønsted, Protonenübergänge bei Säure-Base-Reaktionen, pH-metrische Titration Basiskonzept Energie Neutralisationswärme		
inhaltliche Aspekte / Kontextbezüge	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Umsetzungsbezüge und Impulse	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen	Anmerkungen
Inhaltliche Schwerpunkte: Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen Titrationsmethoden im Vergleich	<u>Umgang mit Fachwissen:</u> • identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags und beschreiben diese mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted (UF1, UF3), • interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des K_S-Wertes	<u>Säure-Base-Reaktionen und analytische Verfahren</u> <u>6.1 Säuren und Basen im Alltag und im Labor</u> Aspekte: Indikatoren, pH-Wert (phänomenologisch), Säuren und Basen im Alltag, Neutralisation, Stoffmengenkonzentration	Stoffproben aus dem Alltag und der Sammlung Aufgreifen und Vertiefen von Kenntnissen aus der Sek. I und der Einführungsphase; es kann sowohl ein Überblick über das gesamte Inhaltsfeld als auch ein Schwerpunkt gelegt werden.	

Kontexte: Säuren und Basen in Alltagsprodukten: Starke und schwache Säuren und Basen Konzentrationsbestimmungen von starken und schwachen Säuren bzw. starken und schwachen Basen in Lebensmitteln und Reinigern Basiskonzept Struktur-Eigenschaft Merkmale von Säuren bzw. Basen Leitfähigkeit Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht Autoprotolyse des Wassers pH-Wert Stärke von Säuren und Basen Basiskonzept Donator-Akzeptor Säure-Base-Konzept von Brønsted Protonenübergänge bei Säure-Base-Reaktionen pH-metrische Titration	(UF2, UF3), • erläutern die Autoprotolyse und das Ionenprodukt des Wassers (UF1), • berechnen pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen (Hydroxide) (UF2), • klassifizieren Säuren mithilfe von K_S- und pK_S-Werten (UF3), • berechnen pH-Werte wässriger Lösungen schwacher einprotoniger Säuren mithilfe des Massenwirkungsgesetzes (UF2). <u>Erkenntnisgewinnung:</u> • zeigen an Protolysereaktionen auf, wie sich der Säure-Base-Begriff durch das Konzept von Brønsted verändert hat (E6, E7), • planen Experimente zur Bestimmung der Konzentration von Säuren und Basen in Alltagsprodukten bzw. Proben aus der Umwelt angeleitet und selbstständig (E1, E3), • erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator, führen diese zielgerichtet durch und werten sie aus (E3, E4, E5), • erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen frei beweglicher Ionen (E6), • beschreiben das Verfahren einer Leitfähigkeitstimation (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Säuren bzw. Basen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt und werten vorhandene Messdaten aus (E2, E4, E5), • machen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktionen anhand von K_S- und pK_S-Werten (E3), • bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5). <u>Kommunikation:</u>	<u>6.2 Die Entwicklung des Säure-Base-Begriffs</u> <u>6.3 Die Säure-Base-Theorie nach BRØNSTED</u> Brønstedsäuren/Protonendonatoren, Brønstedbasen/Protonenakzeptoren, Protolysen, Säure-Base-Paare, Funktionsschema für Säure-Base-Reaktionen, Ampholyte, Schrittweise Protonenabgabe (mehrprotonige Säuren) <u>6.4 Die Neutralisationswärme</u> Reaktionswärme Neutralisationswärme Ermittlung einer Neutralisationswärme <u>6.5 Praktikum Neutralisation und Wärme</u> V1 Bestimmung der Neutralisationswärme: Salzsäure + Natronlauge, Salzsäure + Kalilauge; Salpetersäure + Natronlauge, Salpetersäure + Kalilauge, V2 Temperaturverlauf einer Säure-Base-Titration (thermometrische Titration) <u>6.6 Autoprotolyse des Wassers und pH-Wert</u> Autoprotolyse des Wassers, Ionenprodukt des Wassers, Definition des pH-Wertes, Zusammenhänge zwischen K_w, $c(\text{H}_3\text{O}^+)$, $c(\text{OH}^-)$ bzw. pK_w, pH, pOH <u>6.7 Die Stärke von Säuren und Basen</u> Protolysegleichgewicht, Säure- und Basenkonstante, K_S-Wert, pK_S-Wert, K_B-Wert, pK_B-Wert <u>6.8 Protolysen in Salzlösungen</u> Kationen als Säuren, Anionen als Säuren, Neutrale Salzlösungen, Inhaltsstoffe von Lebensmitteln und Reinigern	Historische Stationen der Entwicklung des Säure-Base-Begriffes; Grundlegende Einführung des Säure-Base-Konzepts von BRØNSTED; Veränderung des Säure-Base-Begriffs. Die Schülerinnen und Schüler erklären die Reaktionswärme bei Neutralisationen mit der zugrundeliegenden Protolysereaktion der Oxoniumionen mit den Hydroxidionen. Die thermometrische Titration ist nicht verpflichtend, lässt sich aber leicht ebenfalls mit einfachen Mitteln durchführen. Titriert man eine saure Lösung mit einer alkalischen Lösung ohne Zugabe eines Indikators, so ist die gleichzeitige Wärmeentwicklung der einzige Hinweis, dass bei der Neutralisation eine chemische Reaktion abläuft. Das Ionenprodukt des Wassers und der pH-Wert lassen sich einsichtig und zügig im Lehrvortrag vermitteln Der Umgang mit Logarithmen und auch Potenzen ist vielen Schülerinnen und Schülern wenig vertraut. Hier bietet sich als Exkurs das Kapitel „Potenzen und Logarithmen“ aus dem Anhang an. Beim Vergleich der pH-Werte gleich konzentrierter Säuren wird deutlich, dass nicht der pH-Wert die Säurestärke bestimmt. Die Anwendung des Massenwirkungsgesetzes auf die Gleichgewichtsreaktion einer schwachen Säure führt zur Säurekonstante. die Lerngruppenmitglieder treffen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktion mithilfe von K_S- und pK_S-Wert machen können. Es ist deshalb sehr sinnvoll, den Zusammenhang zwischen K_S- und K_B-Wert korrespondierender Säure-Base-Paare zu betrachten. Für viele Schülerinnen und Schüler ist der Umgang mit K_S- und K_B-Werten einfacher als der Umgang mit pK_S- und pK_B-Werten. Es ist deshalb durchaus möglich, den pK_S-Wert bei Rechnungen erst im letzten Rechenschritt zu nutzen
---	---	--	--

	- stellen eine Säure-Base-Reaktion in einem Funktionsschema dar und erklären daran das Donator-Akzeptor-Prinzip (K1, K3), - dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstiteration mithilfe graphischer Darstellungen (K1), - erklären fachsprachlich angemessen und mithilfe von Reaktionsgleichungen den Unterschied zwischen einer schwachen und einer starken Säure unter Einbeziehung des Gleichgewichtskonzepts (K3), - recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren unterschiedliche Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4). <u>Bewertung:</u> - beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2), - bewerten die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen (B1).	<u>6.9 pH-Werte von Säurelösungen</u> pH-Werte starker Säuren, pH-Werte schwacher Säuren <u>6.10 pH-Werte von Basenlösungen</u> pH-Werte der wässrigen Lösung starker Basen (Hydroxide) <u>6.12 Praktikum Titration mit Endpunktsbestimmung</u> Bestimmung von Essigsäure im Essig, Titration, Maßlösung, Probelösung, Äquivalenzpunkt, Auswertung einer Titration, Stoffmengenkonzentration, Massenanteil, Massenkonzentration, Umgang mit Bürette, Pipette <u>6.13 pH-metrische Titration</u> Titration einer starken Säure Titration einer schwachen Säure Titration einer mehrprotonigen Säure Äquivalenzpunkt Wendepunkt Neutralpunkt pH-Sprung <u>6.14 Halbtitration</u> Halbäquivalenzpunkt Bestimmung des K_S-Wertes über die Ermittlung des Halbäquivalenzpunktes <u>6.15 Titration und Indikator</u> Indikatorwahl und Titration <u>6.16 Leitfähigkeitstiteration</u> Leitfähigkeit von Ionenlösungen, Unterschiedliche Ionenleitfähigkeiten (Ionenäquivalentleitfähigkeit), Durchführung einer Leitfähigkeitstiteration, Dokumentation der Ergebnisse einer Leitfähigkeitstiteration mithilfe graphischer Darstellungen	. Die Schülerinnen und Schüler müssen die pH-Wert-Berechnung wässriger Lösungen starker Basen (Hydroxide) und schwacher Basen (für eine Protonenaufnahme) beherrschen. . Die Behandlung von Puffersystemen ist nicht verbindlich. Schülerinnen und Schüler müssen das Verfahren einer Titration mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator erläutern, zielgerichtet durchführen und auswerten können. Auch das Bewerten der Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen wird gefördert. Es bietet sich an, unterschiedliche Essigsorten einzusetzen. Die Schülerinnen und Schüler müssen eine pH-metrische Titration beschreiben, charakteristische Punkte der Titrationskurve (u.a. Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt) interpretieren und den Verlauf mithilfe des Protolysekonzepts erklären können Die Schülerinnen und Schüler müssen den Halbäquivalentpunkt als einen charakteristischen Punkt der Titrationskurve einer schwachen Säure bzw. schwachen Base interpretieren können. Die Schülerinnen und Schüler müssen chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Auswahl eines geeigneten Indikators für eine Titration mit Endpunktsbestimmung nutzen können. Die Schülerinnen und Schüler müssen das Verfahren einer Leitfähigkeitstiteration (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Säuren bzw. Basen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt beschreiben und vorhandene Messdaten aus-
--	---	--	---

		<u>6.17 Praktikum Säuren und Basen in Produkten des Alltags</u> V1 Überprüfung des Essigsäureanteils in Essigessenz mit einer Leitfähigkeitstiteration V3 Bestimmung von Säuren in Weißwein mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator V4 Bestimmung von Hydroxid- und Carbonationen in einem festen Rohrreiniger <u>6.19 Impulse Konzentrationsberechnungen</u> Berechnung und Ermittlung von Stoffmengenkonzentrationen	werten können. Der zentrale Versuch V1 fördert den Erwerb dieser Kompetenz. Die Schülerinnen und Schüler lernen die Durchführung und den grundlegenden Verlauf der Titrationskurven starker Basen, starker Säuren und schwacher Säuren kennen. Zur Erklärung ziehen die Lerngruppenmitglieder das Vorhandensein frei beweglicher Ionen mit unterschiedlichen Leitfähigkeiten (Ionenäquivalentleitfähigkeiten) heran. verbindlichen Säure-Base-Titrationsverfahren. Die Bestimmung sowohl der Hydroxid- als auch der Carbonationen in einem festen Rohrreiniger ist anspruchsvoll. Der Versuch bietet sich auch für die Anfertigung einer Facharbeit an. Die Beschränkung auf die Bestimmung der Gesamtbasenkonzentration in einer Titration mit Salzsäure kann sinnvoll sein. In der Auseinandersetzung mit den Versuchsergebnissen und dem Einsatz der Säuren und Basen dieser Alltagprodukte werden die Kompetenzen der Bewertung in besonderem Maße gefördert. Die Begriffe sind mit Ausnahme der Halbtitration und vertiefender Betrachtungen des K_B- bzw. pK_B-Wertes und des pOH-Wertes verbindlich. Die Anfertigung einer Concept Map ermöglicht die Selbstüberprüfung der inhaltlichen Schwerpunkte.
--	--	---	---

Q1 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben II

Inhaltsfeld: Elektrochemie

Kontext: Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon
Verzinken gegen Rost
Elektroautos - Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse

Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:

Umgang mit Fachwissen:

- erklären den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (u.a. Daniell-Element) (UF1, UF3),
- beschreiben den Aufbau einer Standard-Wasserstoff-Halbzelle (UF1),
- berechnen Potentialdifferenzen unter Nutzung der Standardelektrodenpotentiale und schließen auf die möglichen Redoxreaktionen (UF2, UF3),
- berechnen Potentiale und Potentialdifferenzen mithilfe der Nernst-Gleichung und ermitteln Ionenkonzentrationen von Metallen und Nichtmetallen (u.a. Wasserstoff und Sauerstoff) (UF2),
- 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),
- beschreiben und erläutern Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3),
- deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF4),
- erläutern den Aufbau und die Funktionsweise einer Wasserstoff-Brennstoffzelle (UF1, UF3),
- erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2),
- erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2),
- erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge und Maßnahmen zum Korrosionsschutz (u.a. galvanischer Überzug, Opferanode) (UF1, UF3).

Erkenntnisgewinnung:

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

Kommunikation:

- dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1),

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

Bewertung:

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

Inhaltliche Schwerpunkte:

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

Zeitbedarf: ca. 62 Stunden à 45 Minuten

Kontexte: Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon/Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle			
Inhaltsfeld: Elektrochemie			
Inhaltliche Schwerpunkte: Elektrochemische Gewinnung von Stoffen Mobile Energiequellen Quantitative Aspekte elektroche-mischer Prozesse Korrosion und Korrosionsschutz Kontexte: Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon Verzinken gegen Rost Elektroautos - Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse Zeitbedarf: ca. 62 Stunden à 45 Minuten		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: • UF1 Wiedergabe • UF2 Auswahl • UF3 Systematisierung • E2 Wahrnehmung und Messung • E4 Untersuchungen und Experimente • E6 Modelle • K1 Dokumentation • K2 Recherche • K4 Argumentation • B1 Kriterien • B2 Entscheidungen Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht Umkehrbarkeit von Redoxreaktionen Basiskonzept Donator-Akzeptor Spannungsreihe der Metalle und Nichtmetalle, Elektrolyse Galvanische Zellen, Elektrochemische Korrosion, Korrosionsschutz Basiskonzept Energie Faraday-Gesetze, elektrochemische Energieumwandlungen Standardelektrodenpotentiale, Nernst-Gleichung, Kenndaten von Batterien und Akkumulatoren	
inhaltliche Aspekte / Kontextbezüge	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Umsetzungsbezüge und Impulse	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
Inhaltliche Schwerpunkte Elektrochemische Gewinnung von Stoffen Mobile Energiequellen Quantitative Aspekte elektroche-mischer Prozesse Korrosion und Korrosionsschutz Kontexte Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon Verzinken gegen Rost Elektroautos - Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse	<u>Umgang mit Fachwissen:</u> • erklären den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (u.a. Daniell-Element) (UF1, UF3), • beschreiben den Aufbau einer Standard-Wasserstoff-Halbzelle (UF1), • berechnen Potentialdifferenzen unter Nutzung der Standardelektrodenpotentiale und schließen auf die möglichen Redoxreaktionen (UF2, UF3), • berechnen Potentiale und Potentialdifferenzen mithilfe der Nernst-Gleichung und	<u>7.1 Mobile Energiequellen</u> Mobile Energiequellen Historische Batterien in Europa Akkus machen mobil Lithium-Ionen-Akkumulatoren Primär- und Sekundärelemente Kondensatoren als Energiespeicher <u>7.2 Oxidation und Reduktion</u> Elektronenübergänge Redoxreaktionen Oxidationsmittel Reduktionsmittel	Batterien und Akkus, mit denen die Lerngruppenmitglieder häufig unbewusst umgehen, werden lose vorgestellt. Es kann eine Batterie zerlegt werden. Teile der Batterie werden beschrieben. Anschließend wird als erster Themenblock „Aufbau und Funktionsweise einer Batterie“ angesteuert. Dazu müssen in der Regel grundlegende Aspekte des Donator-Akzeptor-Basiskonzepts aufgegriffen werden. Die Kursmitglieder sind bereits in der Einführungsphase mit Oxidationszahlen und Redoxgleichungen in Berührung gekommen. In

Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht Umkehrbarkeit von Redoxreaktionen Basiskonzept Donator-Akzeptor Spannungsreihe der Metalle und Nichtmetalle Elektrolyse Galvanische Zellen Elektrochemische Korrosion Korrosionsschutz Basiskonzept Energie Faraday-Gesetze elektrochemische Energieumwandlungen Standardelektrodenpotentiale Nernst-Gleichung Kenndaten von Batterien und Akkumulatoren	ermitteln Ionenkonzentrationen von Metallen und Nichtmetallen (u.a. Wasserstoff und Sauerstoff) (UF2), • 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), • beschreiben und erläutern Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3), • deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF4), • erläutern den Aufbau und die Funktionsweise einer Wasserstoff-Brennstoffzelle (UF1, UF3), • erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (UF2), • erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2), • erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge und Maßnahmen zum Korrosionsschutz (u.a. galvanischer Überzug, Opferanode) (UF1, UF3). <u>Erkenntnisgewinnung:</u> • erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7), • entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallen/Metallionen und Nichtmetallen/Nichtmetallionen (E3), • planen Experimente zum Aufbau galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen und leiten dar-	Korrespondierende Redoxpaare <u>7.3 Oxidationszahlen</u> Regeln zur Ermittlung von Oxidationszahlen <u>7.4 Impulse Redoxgleichungen</u> Aufstellen einer Redoxgleichung <u>7.6 Die Redoxreihe</u> Redoxreihe der Metalle Redoxreihe der Nichtmetalle <u>7.7 Galvanische Elemente</u> Daniell-Element Aufbau einer galvanischen Zelle (Halbelement, Anode, Kathode, Pluspol, Minuspol, Diaphragma) Spannung galvanischer Elemente Modellhafte Darstellung des Zustandekommens der Spannung eines Daniell-Elements Volta-Element <u>7.8 Die elektrochemische Spannungsreihe</u> Standardwasserstoffelektrode Standardpotentiale Messung eines Standardpotentials Elektrochemische Spannungsreihe <u>7.9 Ionenkonzentration und Spannung</u> Aufbau eines Konzentrationselements Spannung eines Konzentrationselements <u>7.10 Die Nernst-Gleichung</u> Nernst-Gleichung für Metall/Metallionen-Halbelement Nernst Gleichung für Nichtmetallionen/Nichtmetall-Halbelement Nernst-Gleichung und Massenwirkungsgesetz Berechnung von Spannungen galvanischer Elemente mit der Nernst-Gleichung pH-Wert-Messung mit Wasserstoffelektroden pH-Messung mit der Einstabmesskette pH-Abhängigkeit von Redoxpotentialen <u>7.12 Impulse Berechnen einer Potentialdifferenz</u> Schritte zur Berechnung einer Potentialdifferenz <u>7.13 Elektrolysen in wässrigen Lösungen</u> Elektrolyse	der Regel sind das Auffrischen und Systematisieren dieser Kenntnisse und Kompetenzen notwendig. SuS stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt. Schülerversuche werden arbeitsgleich oder arbeitsteilig eingesetzt, um auf die Redoxreihen hinzuarbeiten. Die Begriffe „oxidieren, wird oxidiert, reduzieren, wird reduziert“ werden nachhaltig eingefordert. Hinweis: Es sind meist auch grundlegende Aspekte aus der Physik zur Elektrizitätslehre aufzugreifen: Spannung, Stromstärke, Widerstand, elektrische Energie. Die Inhalte des Kapitels sind grundlegend für den Kompetenzerwerb. Der Aufbau und die Funktionsweise der Standardwasserstoffelektrode wird im Lehrvortrag vorgestellt. Es genügt die Messung eines Standardpotentials. Mit den Redoxpotentialen und dem gemessenen Standardpotential lässt sich eine elektrochemische Spannungsreihe aufstellen. Der Ausschnitt aus der elektrochemischen Spannungsreihe wird intensiv besprochen. Mit den Standardpotentialen werden an Beispielen von galvanischen Zellen Spannungen berechnet. Die Schülerinnen und Schüler des Leistungskurses müssen sicher mit der Nernst-Gleichung umgehen. . Die Lerngruppenmitglieder erhalten einen gut nachvollziehbaren Algorithmus zur Berechnung einer Potentialdifferenz. Die Aufgabe A1 ist in Einzelarbeit oder als Hausaufgabe zu bearbeiten. Die Elektrolyse einer Zinkiodidlösung ist das
--	--	--	--

	aus eine Spannungsreihe ab (E1, E2, E4, E5), - planen Versuche zur quantitativen Bestimmung einer Metallionen-Konzentration mithilfe der Nernst-Gleichung (E4), - erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6), - analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten (E1, E5), - entwickeln aus vorgegebenen Materialien galvanische Zellen und treffen Vorhersagen über die zu erwartende Spannung unter Standardbedingungen (E1, E3), - werten Daten elektrochemischer Untersuchungen mithilfe der Nernst-Gleichung und der Faraday-Gesetze aus (E5), - schließen aus experimentellen Daten auf elektrochemische Gesetzmäßigkeiten (u.a. Faraday-Gesetze) (E6). <u>Kommunikation:</u> - dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1), - stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3), - recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3), - argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4), - recherchieren Beispiele für elektrochemische Korrosion und Möglichkeiten des Korrosionsschutzes (K2, K3).	Elektrolysezelle Zersetzungsspannung Polarisationsspannung Abscheidungspotential Überspannung Überpotential Abscheidungspotentiale und Elektrolysen <u>7.14 Quantitative Betrachtung der Elektrolyse</u> Faraday-Gesetze <u>7.15 Gewinnung von Zink</u> Vorkommen von Zink Der Werkstoff Zink Zinkgewinnung Recycling von Zink <u>7.16 Gewinnung von Aluminium</u> Schmelzflusselektrolyse <u>7.17 Batterien</u> Zink-Kohle-Batterie Alkali-Mangan-Batterie Zink-Luft-Knopfzelle Lithium-Mangan-Batterie <u>7.18 Praktikum Primärelemente</u> V1 Volta-Elemente V2 Leclanché-Elemente <u>7.19 Akkumulatoren</u> Bleiakkumulator Nickel-Metall-Hydrid-Akkumulator Lithium-Ionen-Akkumulator <u>7.20 Brennstoffzellen</u> Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle PEM-Brennstoffzelle Direktmethanol-Brennstoffzelle <u>7.21 Energiespeicherung in Europa</u> Energiespeicherung Energieumwandlung Erzeugung von Brennstoffen: - Fotokatalytische Wasserspaltung - Sabatier-Prozess - Power-to-Gas - Power-to-Liquid Wärmespeicher	zentrale Einstiegsexperiment, mit dem sich die bei einer Elektrolyse ablaufenden Vorgänge als zwangsweise Umkehrung der Vorgänge einer galvanischen Zelle herausarbeiten lassen. Bei zusätzlichem Einsatz eines Stromstärkemessgerätes lässt sich auch die Umkehrung der Stromrichtung bzw. des Elektronenflusses herausstellen. Entscheidend ist es, dass die Lerngruppenmitglieder verstehen, dass eine Elektrolyse erst einsetzt, wenn die Zersetzungsspannung erreicht ist. Hinweis: Es lohnt sich, eine gesättigte Natriumsulfatlösung, die mit einigen Tropfen Universalindikatorlösung versetzt wird, in einem Hofmann'schen Apparat zu elektrolysieren. Es wird dann sehr deutlich, dass die Elektrolyse mit der kleinsten Zersetzungsspannung abläuft. Die Kapitel 7.15 und 7.16 sprechen großtechnische Prozesse an. Die Kapitel können auch als Grundlagen für Schülervorträge oder das Selbststudium genutzt werden. Die verschiedenen Batterietypen können im Selbststudium erarbeitet und danach vorgestellt werden. Am Auto die Starterbatterie identifizieren und die Funktion von Starterbatterie und Lichtmaschine beschreiben. Steht ein aufgesägter Bleiakkumulator zur Verfügung, so sollten die Einzelteile beschrieben werden. Die Abbildung B2 zum Aufbau einer Starterbatterie kann ergänzend oder ersatzweise eingesetzt werden. Der Versuch V1 zum Laden und Entladen eines Bleiakkumulators ist grundlegend. An zwei „Modellbleiakkumulatoren“ können auch Reihen- und Parallelschaltung demonstriert werden. Das Funktionsprinzip einer Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle ist für Lerngruppenmitglieder in der Regel leicht zu verstehen. Es lohnt sich, die Vorzüge und Schwächen des Einsatzes von Akkumulatoren bzw. Brennstoff-
--	---	--	---

	<u>Bewertung:</u> • erläutern und beurteilen die elektrolytische Gewinnung eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B3), • vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle, Alkaline-Zelle) (B1), • diskutieren die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie (B4), • diskutieren Möglichkeiten der elektrochemischen Energiespeicherung als Voraussetzung für die zukünftige Energieversorgung (B4), • diskutieren ökologische Aspekte und wirtschaftliche Schäden, die durch Korrosionsvorgänge entstehen können (B2), • bewerten für konkrete Situationen ausgewählte Methoden des Korrosionsschutzes bezüglich ihres Aufwandes und Nutzens (B3, B2).	Pumpspeicherwerke <u>7.22 Praktikum Brennstoffzellen</u> V1 Wirkungsgrade einer Brennstoffzelle V2 Modellversuch zur Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle <u>7.23 Korrosion und Korrosionsschutz</u> Lokalelement Säurekorrosion Sauerstoffkorrosion Rosten Passiver Korrosionsschutz Kathodischer Korrosionsschutz <u>7.24 Praktikum Korrosion und Korrosionsschutz</u> V1 Rosten von Eisen V2 Eisen-Sauerstoff-Element V3 Rostbildung unter einem Salzwassertropfen V4 Rostbildung an Lokalelementen V5 Korrosionsschutz durch Metallüberzüge V6 Kathodischer Korrosionsschutz	zellen für Autos zu diskutieren. Das Kapitel „Korrosion und Korrosionsschutz“ ist für den Leistungskurs grundlegend. Die Lerngruppenmitglieder können in einem umfangreicheren Unterrichtsblock selbstständig die Experimente durchführen und sich die Sachverhalte aneignen. Die Aufgaben dienen der Eigenkontrolle der Schülerinnen und Schüler und der Überprüfung des Verständnisses der Lehrkraft. Die Lehrkraft unterstützt die Lerngruppenmitglieder individuell und überzeugt sich im Dialog vom Verständnis der Lerngruppenmitglieder. Die grafischen Darstellungen werden zur Beschreibung und Erklärung durch die Schülerinnen und Schüler herangezogen.
--	---	--	---

Q1 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben III

Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe

Kontext: Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt
Vom Erdöl zum Superbenzin

Umgang mit Fachwissen:

- beschreiben den Aufbau der Moleküle (u.a. Strukturisomerie) und die charakteristischen Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihre chemischen Reaktionen (u.a. Veresterung, Oxidationsreihe der Alkohole) (UF1, UF3),
- erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften vorher (UF1),
- erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4),
- klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3),
- formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und einer nucleophilen Substitution und erläutern diese (UF1),
- verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).
- erklären Reaktionsabläufe unter dem Gesichtspunkt der Produktausbeute und Reaktionsführung (UF4).

Erkenntnisgewinnung:

- erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen (sowohl) im niedermolekularen (als auch im makromolekularen) Bereich (E4),
- schätzen das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen aus den Molekülstrukturen ab (u.a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3).

Kommunikation:

- verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3),
- beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle den Verlauf ausgewählter chemischer Reaktionen in Teilschritten (K3),
- präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3),
- recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).

Bewertung:

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

Zeitbedarf: ca. 28 Stunden à 45 Minuten

Kontext: Vom fossilen Brennstoff zum Anwendungsprodukt			
Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
Inhaltliche Schwerpunkte: Organische Verbindungen und Reaktionstypen radikalische Substitution nucleophile Substitution Veresterung und Verseifung Eliminierung elektrophile Addition Reaktionsfolge Zeitbedarf: ca. 28 Stunden à 45 Minuten		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: • UF3 Systematisierung • UF4 Vernetzung • E3 Hypothesen • E 4 Untersuchungen und Experimente • K3 Präsentation • B3 Werte und Normen Basiskonzept Struktur-Eigenschaft Stoffklassen und Reaktionstypen, elektrophile Addition, zwischenmolekulare Wechselwirkungen Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht Reaktionssteuerung und Produktausbeute Basiskonzept Donator-Akzeptor Reaktionsschritte	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler	Umsetzungsbezüge und Impulse	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
Inhaltliche Schwerpunkte: Organische Verbindungen und Reaktionstypen radikalische Substitution nucleophile Substitution Veresterung und Verseifung Eliminierung elektrophile Addition Reaktionsfolge Kontexte: Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt Vom Erdöl zum Superbenzin Basiskonzept Struktur-Eigenschaft Stoffklassen und Reaktionstypen	<u>Umgang mit Fachwissen:</u> • beschreiben den Aufbau der Moleküle (u.a. Strukturisomerie) und die charakteristischen Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihre chemischen Reaktionen (u.a. Veresterung, Oxidationsreihe der Alkohole) (UF1, UF3), • erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften vorher (UF1), • erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoff-	<u>Aufbau organischer Moleküle und charakteristische Eigenschaften von Vertretern der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester und ihrer chemischen Reaktionen (Veresterung, Oxidationsreihe)</u> <u>Kontext: Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt, enger gefasst: Vom Erdöl zu Treibstoffen</u> <u>8.1 Erdöl - Grundlage für chemische Produkte</u> Energieträger und Rohstoff Funktionelle Gruppe Vom Reagenzglas zum industriellen Synthesereaktor Zwischenstufen und Endprodukte	Selbstüberprüfung der Schülerinnen und Schüler mithilfe von Aufgabenstellungen durch die Lehrkraft; die Schülerinnen und Schüler arbeiten ihre Lücken im auf. Intensivere Hilfestellungen im Dialog sind in der Regel bei der Behandlung der zwischenmolekularen Wechselwirkungen notwendig. Kartenabfrage führt zur Themenformulierung. Die Bedeutung des Erdöls für chemische Produkte, die letztendlich jeden betreffen, wird herausgestellt. Die aufgeführten Aspekte vermitteln Leitideen. Vertiefende Betrachtung von Alkanen, Alkenen,

elektrophile Addition zwischenmolekulare Wechselwirkungen Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht Reaktionssteuerung und Produktausbeute Basiskonzept Donator-Akzeptor Reaktionsschritte	brücken) (UF3, UF4), - klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3), - formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und einer nucleophilen Substitution und erläutern diese (UF1), - verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4). - erklären Reaktionsabläufe unter dem Gesichtspunkt der Produktausbeute und Reaktionsführung (UF4). <u>Erkenntnisgewinnung:</u> - erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen (sowohl) im niedermolekularen (als auch im makromolekularen) Bereich (E4), - schätzen das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen aus den Molekülstrukturen ab (u.a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3). <u>Kommunikation:</u> - verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3), - beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle den Verlauf ausgewählter chemischer Reaktionen in Teilschritten (K3), - präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3), - recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3). <u>Bewertung:</u> - erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Her-	<u>8.2 Gewinnung von Kohlenwasserstoffen aus Erdöl</u> fraktionierende Destillation Vakuumdestillation Rohölfraction <u>8.3 Kraftfahrzeugbenzin - Herstellung und Veredelung</u> Klopffestigkeit Reformieren Cracken <u>8.4 Impulse Molekülstrukturen am Computer</u> Moleküleditoren Zeichnerische Darstellung von Molekülen Molecular Modelling <u>8.5 Halogenierung der Alkane</u> Bromierung von Heptan Substitution <u>8.6 Exkurs Radikalische Substitution</u> Reaktionsschritte der radikalischen Substitution Energiebilanz der Chlorierung von Methan Energiediagramm der Reaktion von Chlor mit Methan <u>8.7 Aus Halogenalkanen entstehen Alkohole - S_N-Reaktionen</u> S_N1 S_N2 <u>8.13 Reaktionen der Alkene - elektrophile Addition</u> Additionsreaktion elektrophile Addition Verlauf einer elektrophilen Addition nach Markownikow <u>8.14 Vom C4-Schnitt zur organisch-chemischen Synthese</u> Reaktionsfolge Stoffkreislauf Erhöhung der Klopffestigkeit von Benzin durch MTBE bzw. ETBE	Cycloalkanen und Cycloalkenen. Einsatz von Molekülbaukästen bzw. Computereinsatz. Die radikalische Reaktion ist auch für den Leistungskurs nicht zwingend zu behandeln. Allerdings ist die radikalische Polymerisation verbindlich. Die radikalische Substitution ist für Schülerinnen und Schüler als erster Reaktionsmechanismus leichter zu durchschauen. Leitender Gedanke: Alkohole lassen sich durch eine nucleophile Substitution z.B. aus Halogenalkanen gewinnen. Mit diesem Kapitel wird der Kompetenzerwerb zur Formulierung und Erläuterung einer elektrophilen Addition in besonderem Maße unterstützt. Mit diesem Kapitel ist diese Unterrichtseinheit zunächst abgeschlossen. Sie kann aber sehr sinnvoll mit einem Ausblick auf Biodiesel und Biotreibstoffe erweitert werden. Dadurch werden die Kompetenzerwartungen der Bewertung unterstützt. Anknüpfung an den Aufbau von Estern, Vergleich von Diesel und Biodiesel (V1, A4). Es bietet sich die Einbeziehung des Kapitels 4.12 Erneuerbare Energiequellen mit den Impulsen „Biotreibstoff - pro und contra“ an.
---	--	--	--

	stellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3), • diskutieren Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3), • beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4). • bewerten die Grenzen chemischer Modellvorstellungen über die Struktur organischer Verbindungen und die Reaktionsschritte von Synthesen für die Vorhersage der Bildung von Reaktionsprodukten (B4).	<u>8.10 Exkurs Biodiesel</u> Aufbau von Fetten Pflanzenöl als Dieslersatz Umesterung von Rapsöl	
--	---	--	--

Q2 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben I

Kontext: Maßgeschneiderte Produkte aus Kunststoffen

Kontext: Benzol als unverzichtbarer Ausgangsstoff bei Synthesen

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 und Reaktionswege
- ♦ Reaktionsabläufe

Zeitbedarf: ca. 20 Std. à 45 Minuten

Kontext: Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt			
Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
Inhaltliche Schwerpunkte: Organische Verbindungen und Reaktionswege Zeitbedarf: ca. 14 Stunden à 45 Minuten noch falsch		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: - UF3 Systematisierung - UF4 Vernetzung - E3 Hypothesen - E4 Untersuchungen und Experimente - K3 Präsentation - B3 Werte und Normen Basiskonzepte (Schwerpunkte): Basiskonzept Struktur-Eigenschaft, Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht, Basiskonzept Energie	
inhaltliche Aspekte / Kontextbezüge	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Umsetzungsbezüge und Impulse	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
Inhaltliche Schwerpunkte: Organische Verbindungen und Reaktionstypen Benzol als aromatisches System und elektrophile Erstsabstitution zwischenmolekulare Wechselwirkungen Kontexte: Erforschung des Benzols Basiskonzept Struktur-Eigenschaft Stoffklassen und Reaktionstypen elektrophile Substitution am Benzol zwischenmolekulare Wechselwirkungen	<u>Umgang mit Fachwissen:</u> - erklären die elektrophile Erstsabstitution am Benzol und deren Bedeutung als Beleg für das Vorliegen eines aromatischen Systems (UF1, UF3). <u>Erkenntnisgewinnung:</u> - beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und erläutern Grenzen dieser Modellvorstellung (E6, E7). <u>Kommunikation:</u> - verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3), - recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).	Überblick über Aromaten Aromaten und Arzneimittel Benzol Aromastoffe Erforschung des Benzols Eigenschaften und Benennung des Benzols Molekülbau und Reaktivität des Benzols Bindungsverhältnisse im Benzolmolekül Struktur des Benzolmoleküls Bindungen im Benzolmolekül Mesomerie und Grenzformeln Halogenierung von Benzol elektrophile Erstsabstitution Benzolderivate Phenol, Nitrobenzol, Anilin, Toluol, Benzylalkohol, Benzoesäure Aromaten im Alltag Coffein, Nikotin, Benzpyrin	Im Grundkurs genügt es, sich auf das Benzol und die Aromastoffe zu fokussieren, um dann zum Aufbau des Benzols und zu den Gemeinsamkeiten der Aromastoffe vorzustoßen. Benzol und viele Benzolderivate sind trotz ihres Gefahrenpotentials wichtige Grund- und Zwischenprodukte organischer Synthesen. Die Entdeckung des Benzols und die Strukturaufklärung sind faszinierend und bieten sich an, den historisch-genetischen Weg der Strukturaufklärung in Ausschnitten aufzugreifen. Aufgaben eignen sich gut der Strukturaufklärung des Benzolmoleküls nachzugehen. Die Benennung zweifach substituierter Benzolderivate kann an dieser Stelle geübt werden. Die Bindungsverhältnisse im Benzolmolekül werden rein beschreibend dargestellt, dies entspricht der Kompetenzerwartung der Erkenntnisgewinnung. Sehr interessierten Schülerinnen und Schülern kann ein Exkurs „Das Benzolmolekül im Orbitalmodell“ ein tieferer Einblick geboten werden.

	<u>Bewertung:</u> beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).	Die Hydrierungsenergie und die Mesomerieenergie müssen nicht behandelt werden. Die Inhalte gehen teilweise über die Anforderungen zum Erwerb der Kompetenzen im Grundkurs hinaus. Allerdings kann der Umgang mit mesomeren Grenzformeln auf eine solide Basis im Hinblick auf die Farbstoffe gestellt werden, außerdem sollten sich auch Grundkurs Schülerinnen und -schüler nicht von Formeln für heterocyclische und polycyclische Aromaten abschrecken lassen. Mit der Behandlung dieses Kapitels können die Schülerinnen und Schüler die elektrophile Erstsitution am Benzol und deren Bedeutung als Beleg für das Vorliegen eines aromatischen Systems erklären. Benzolderivate sind für den Grundkurs nicht verbindlich. Benzaldehyd und Benzoesäure sind bedeutsame Stoffe des Alltags. In Kurzreferaten können Stoffe aus dem Alltag vorgestellt werden.
--	--	---

Q2 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben II

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. 24 Std. à 45 Minuten

Kontext: Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt			
Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
Inhaltliche Schwerpunkte: Organische Verbindungen und Reaktionswege Zeitbedarf: ca. 14 Stunden à 45 Minuten		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: - UF3 Systematisierung - UF4 Vernetzung - E3 Hypothesen - E4 Untersuchungen und Experimente - K3 Präsentation - B3 Werte und Normen Basiskonzepte (Schwerpunkte): Basiskonzept Struktur-Eigenschaft, Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht, Basiskonzept Energie	
inhaltliche Aspekte / Kontextbezüge	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Umsetzungsbezüge und Impulse	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
Inhaltliche Schwerpunkte: Organische Werkstoffe Organische Verbindungen und Reaktionstypen Kontexte: Maßgeschneiderte Produkte Basiskonzept Struktur-Eigenschaft Stoffklassen und Reaktionstypen Eigenschaften makromolekularer Verbindungen Polykondensation und radikalische Polymerisation Zwischenmolekulare Wechselwirkungen Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht Reaktionssteuerung	<u>Umgang mit Fachwissen:</u> - erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4), - erklären den Aufbau von Makromolekülen aus Monomer-Bausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u.a. Polyester, Polyamide) (UF1, UF3), - beschreiben und erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (UF1, UF3), - erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF2, UF4). <u>Erkenntnisgewinnung:</u> - erläutern die Planung einer Synthe-	Überblick über Kunststoffe Kunststoffe, Werkstoffe nach Maß Kein Sport ohne Kunststoffe Unzerbrechliche Bierflaschen Bausteine aus Copolymeren Windkraftanlagen Kunststoffe in der Medizin Umweltgefährdung durch Kunststoffe Eigenschaften und Struktur der Kunststoffe Einteilung der Kunststoffe in Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere (Kristallin, teilkristallin, amorph, zwischenmolekulare Kräfte) Kunststoffe durch Polymerisation Radikalische Polymerisation Polymerisate: Polyethen, Polypropen, Polystyrol, Polyvinylchlorid, Polyacrylnitril, Polymethylmethacrylat, Polytetrafluorethylen Copolymer Möglichkeiten der Copolymerisation	Bilder sollen einen ersten Eindruck von der Vielfalt des Einsatzes und der Begegnung mit den Kunststoffen vermitteln. Die Alltagsbezüge sollen dabei deutlich hervortreten. Aufriss der Thematik Einstieg über einen Versuch „Verhalten von thermoplastischen Kunststoffen bei Erwärmen“. Interessant ist es für Schülerinnen und Schüler, einen unbekannten Kunststoff zu identifizieren, dazu kann auch das Schwimmverhalten (Dichte) in Wasser und Salzlösungen herangezogen werden. Die Einteilung der Kunststoffe wird durch Selbststudium erarbeitet. Aufgaben werden zur Verdeutlichung des räumlichen Aufbaus der Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere genutzt. An dieser Stelle können Modelle aus Wollfäden gebastelt werden. Die Beschreibung und Erläuterung einer radikalischen Polymerisation ist verbindlich. Lehrerversuche zur Polymerisation werden zur Demonstration einer Polymerisation genutzt.

	se ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4), • untersuchen Kunststoffe auf ihre Eigenschaften, planen dafür zielgerichtete Experimente (u.a. zum thermischen Verhalten), führen diese durch und werten sie aus (E1, E2, E4, E5), • ermitteln Eigenschaften von organischen Werkstoffen und erklären diese anhand der Struktur (u.a. Thermoplaste, Elastomere und Duromere) (E5). <u>Kommunikation:</u> • verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3), • präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3), • recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3), • demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3). <u>Bewertung:</u> • erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3), • diskutieren Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3), beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).	ABS Copolymere Styrol-Butadien-Copolymere Kunststoffe durch Polykondensation Polyester, Polycarbonate, Polyesterharz, Polyamide, Perlon Kunststoffe durch Polyaddition Polyaddition Epoxidharze Elastanfasern Verarbeitung von Kunststoffen Verarbeitung von Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren Extrudieren Hohlkörperblasen Folienblasen Pressen Kalandrieren Kunststoffe im europäischen Alltag Bauindustrie Elektroindustrie Compact-Discs Kunststoffe im Auto Synthesefasern Atmungsaktive Membranen Verwertung von Kunststoffabfall vermeiden von Kunststoffabfällen Stoffliche Verwertung Energetische Verwertung optionale Themen Silikone Eigenschaften Herstellung Verwendung Carbonfasern Eigenschaften Herstellung Verwendung Biologisch abbaubare Kunststoffe Kunststoffe aus Polymilchsäure	Beispiele für wichtige Polymerisate können als Basis für Kurzvorträge oder die Hausaufgabe eingesetzt werden. Am Beispiel von Niederdruckpolyethen und Hochdruckpolyethen kann der Einfluss der Reaktionssteuerung auf die Struktur der Moleküle des Reaktionsproduktes betrachtet werden. Auch der Zusammenhang zwischen der Struktur der Makromoleküle und deren Einfluss auf die Eigenschaften (hier: Dichte und Wärmestabilität) kann beispielhaft erörtert werden. Die Bildung der Copolymere verdeutlicht den Schülerinnen und Schüler im besonderen Maße, wie Kunststoffe variiert und dem gewünschten Zweck angepasst werden. Sinnvoll ist es, die Lerngruppenmitglieder komplexere Strukturformeln bzw. Ausschnitte von Darstellungen der Makromoleküle analysieren zu lassen, damit Monomere aufgespürt und Verknüpfungsmöglichkeiten gesehen werden. Polyester und Polyamide müssen wie auch die Polykondensation den Lerngruppenmitgliedern vertraut sein. Wichtig ist es, dass die funktionellen Gruppen sowohl der Monomere als auch der Polymere sicher identifiziert werden. Mit einem Versuch führen die Schülerinnen und Schüler selbstständig eine Polyesterbildung durch. Der „Nylonselick“ kann von der Lehrkraft stumm durchgeführt werden. Die Schülerinnen und Schüler beschreiben und interpretieren die Versuchsdurchführung und die Beobachtungen. Ein Vergleich der beiden Versuche kann unter dem Aspekt der Bildung eines Thermoplastes oder Duroplastes sowie Elastomeren vorgenommen werden. Die Polyaddition ist nicht verbindlich, allerdings vervollständigt der Blick auf die weit verbreiteten Produkte durch Polyaddition die Möglichkeit der Gewinnung von Polymeren. Schülerinnen und Schüler müssen Polyadditionen nicht selbstständig formulieren können, sie sollen aber eine vorgegebene Reaktionsgleichung erläutern können. Über die Verarbeitung der Polymerisate, Polykondensate und Polyaddukte erhalten die
--	--	--	--

		Herstellung von Kunststoffen Härtung eines Epoxidklebers Alleskleber aus Polystyrol und Essigsäureethyl- ester Folien aus PVC Kunststoff aus Citronensäure und Glycerin	Schülerinnen und Schüler eine Vorstellung über den Weg vom Reaktionsprodukt zum Produkt des Alltags. Es bieten sich zusätzlich der Filmeinsatz und der Besuch eines kunststoffverarbeitenden Betriebes an. Die vielfältigen Aspekte der Kunststoffe im Alltag bieten Chancen für Referate, Recherchen und Versuchsplanungen (z.B. Untersuchung eines Superabsorbers). Das Kapitel bietet grundlegende Einsichten in die Verwertung von Kunststoffen. Diese können durch aktuelle und besonders eindrucksvolle bzw. erschreckende Probleme (Müllstrudel im Pazifik) ergänzt und vertieft werden. Aufgaben sind für das Üben und Vertiefen geeignet. Die Vielfalt der Farbstoffe ist überwältigend. Farbstoffe ermöglichen das Leben. Die Vielaspektigkeit der Farbstoffe und der Farben wirkt auch in ihrer Ästhetik animierend. Vorkenntnisse der Schülerinnen und Schüler aus dem Physik- und Kunstunterricht werden aktiviert. Nach einem allgemeinen Aufriss fokussiert man sich auf das Spektrum des sichtbaren Lichtes und erarbeitet die entscheidenden Grundlagen. Wichtig für die Grundkursmitglieder sind die Zusammenhänge zwischen der Farbe (Wellenlänge) des sichtbaren Lichts und der Energie der Photonen und zwischen der Farbe des absorbierten Lichts und der zugehörigen Komplementärfarbe. Es muss nur das Prinzip der Fotometrie verstanden und auf ein Absorptionsspektrum angewendet werden. Dabei wird wieder der Zusammenhang zwischen dem absorbierten Licht und der Komplementärfarbe hervorgehoben. Der Thema „Struktur und Farbe“ ist für die Kursmitglieder verbindlich. Hinzugezogen werden Grundlagen zu Azofarbstoffen und „Absorptionssysteme bei Azofarbstoffen“.
--	--	--	--

			Die Struktur von Azofarbstoffen ist verbindlich. Die Lebensmittelfarbstoffe bieten einen Anknüpfungspunkt an die Kompetenzerwartung der Bewertung (... beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4)).
--	--	--	---

Q2 Grundkurs – Unterrichtsvorhaben III

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. 20 Std. à 45 Minuten

Kontext: Bunte Kleidung**Inhaltsfeld:** Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe**Inhaltliche Schwerpunkte:**

- Organische Verbindungen und Reaktionswege
- Farbstoffe und Farbigkeit

Zeitbedarf: 20 Std. à 45 Minuten**Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:**

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

Basiskonzept (Schwerpunkt):

Basiskonzept Struktur – Eigenschaft,
Basiskonzept Energie

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte**Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans**
Die Schülerinnen und Schüler**Umsetzungsbezüge und Impulse****Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen****Inhaltliche Schwerpunkte:**

Farbstoffe und Farbigkeit

Basiskonzept Struktur-Eigenschaft

Molekülstruktur und Farbigkeit

Basiskonzept Energie

Spektrum und Lichtabsorption

Energienstufenmodell zur Lichtabsorption

Umgang mit Fachwissen:

- 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).

Erkenntnisgewinnung:

- erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe) (E6),
- werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5).

Kommunikation:

- erläutern Zusammenhänge zwi-

Einstieg Organische Farbstoffe**Farbstoffe und Farbigkeit**

Das Spektrum des sichtbaren Lichtes
Signalfarben
Naturfarben
Lebensmittelfarben
Wirkung von Farben
Indikatorfarbstoffe
Malerfarben aus Steinkohlenteer

Licht und Farbe

Licht und Energie
Entstehung von Farbe
Komplementärfarben
Additive Farbmischung
Subtraktive Farbmischung
Monochromatisches Licht

Kolorimetrie und Fotometrie

Kolorimetrie
Farbe und Licht
Fotometrie
Transmissionsgrad

Die Vielfalt der Farbstoffe ist überwältigend. Farbstoffe ermöglichen das Leben.

Die Vielaspektigkeit der Farbstoffe und der Farben wirkt auch in ihrer Ästhetik animierend. Vorkenntnisse der Schülerinnen und Schüler aus dem Physik- und Kunstunterricht werden aktiviert. Nach einem allgemeinen Aufriss fokussiert man sich auf das Spektrum des sichtbaren Lichtes und erarbeitet die entscheidenden Grundlagen.

Wichtig für die Grundkursmitglieder sind die Zusammenhänge zwischen der Farbe (Wellenlänge) des sichtbaren Lichtes und der Energie der Photonen und zwischen der Farbe des absorbierten Lichts und der zugehörigen Komplementärfarbe.

Es muss nur das Prinzip der Fotometrie verstanden und auf ein Absorptionsspektrum angewendet werden. Dabei wird wieder der Zusammenhang zwischen dem absorbierten Licht und der Komplementärfarbe hervorgeho-

	schen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3). <u>Bewertung:</u> beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).	Absorptionsgrad Extinktion Struktur und Farbe Farbe und Molekülstruktur Absorptionssysteme M-Effekt Exkurs Farbe entsteht im Kopf Die Netzhaut Das Sehen Das Farbensehen Farbstoffklassen Azofarbstoffe Absorptionssysteme bei Azofarbstoffen pH-Abhängigkeit von Azofarbstoffen Die Synthese von Azofarbstoffen Triphenylmethanfarbstoffe Carbonylfarbstoffe Lebensmittelfarbstoffe Farbstoffe als Lebensmittelzusatzstoffe Natürliche Lebensmittelfarbstoffe Synthetische Lebensmittelfarbstoffe Praktikum Versuch Isolieren von Lebensmittelfarbstoffen Versuch Redoxeigenschaften eines blauen Lebensmittelfarbstoffs Versuch Identifizieren eines Farbstoffgemisches Exkurs Der ADI-Wert Exkurs Färbeverfahren Färbeverfahren Reaktivfärbung Küpenfärbung Indigo Indigofärbung Praktikum Farbstoffe und Färben Carotinoide Versuch Extraktion von Carotinoiden Versuch Chromatografische Untersuchung der Carotinoidgemische Versuch Indigo - Synthese und Färben Versuch Färben mit Indigo Versuch Direktfärbung mit anionischen und kationischen Farbstoffgemischen	ben. Der Thema „Struktur und Farbe“ ist für die Kursmitglieder verbindlich. Hinzugezogen werden Grundlagen zu Azofarbstoffen und „Absorptionssysteme bei Azofarbstoffen“. Die Struktur von Azofarbstoffen ist verbindlich. Die Lebensmittelfarbstoffe bieten einen Anknüpfungspunkt an die Kompetenzerwartung der Bewertung (... beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4)). Der Umgang mit Farben und Färbeverfahren ist bei Schülerinnen und Schülern sehr beliebt. Das Praktikum bietet sich auch an, den Unterricht aufzulockern, da z.B. der Umgang mit Azofarbstoffen aus Gründen der Gesundheitsgefährdung begrenzt ist. Eine interessante Entwicklung, die Schülerinnen und Schülern einen Einblick in zukunfts-trächtige Technologien erlaubt.
--	--	---	--

		Die Farbstoff-Solarzelle Die Grätzel-Zelle, Aufbau, Funktion Praktikum Herstellung einer Farbstoff-Solarzelle	
--	--	--	--

Q2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben II

Kontext: *Benzol als unverzichtbarer Ausgangsstoff bei Synthesen*

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 und Reaktionswege
- ♦ Reaktionsabläufe

Zeitbedarf: ca. 20 Std. à 45 Minuten

Kontext: Benzol als unverzichtbarer Ausgangsstoff bei Synthesen			
Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
Inhaltliche Schwerpunkte: - Organische Verbindungen und Reaktionswege - Reaktionsabläufe Zeitbedarf: 20 Std. à 45 Minuten		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: - UF2 Auswahl - E4 Hypothesen - E6 Modelle - E7 Arbeits- und Denkweisen - B4 Möglichkeiten und Grenzen Basiskonzepte (Schwerpunkte): Basiskonzept Struktur – Eigenschaft Basiskonzept Donator-Akzeptor	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
Inhaltliche Schwerpunkte: Organische Verbindungen und Reaktionstypen Benzol als aromatisches System und elektrophile Ersts substitution zwischenmolekulare Wechselwirkungen Kontexte: Erforschung des Benzols Basiskonzept Struktur-Eigenschaft Stoffklassen und Reaktionstypen Benzol, Phenol und das aromatische System elektrophile Erst- und Zweitsubstitution am Aromaten Vergleich von elektrophiler Addition und elektrophiler Substitution zwischenmolekulare Wechselwirkungen Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht Reaktionssteuerung und Produktausbeute Basiskonzept Donator-Akzeptor Reaktionsschritte	<u>Umgang mit Fachwissen:</u> - erläutern das Reaktionsverhalten von aromatischen Verbindungen (u.a. Benzol, Phenol) und erklären dies mit Reaktionsschritten der elektrophilen Erst- und Zweitsubstitution (UF1, UF2). <u>Erkenntnisgewinnung:</u> - erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen (sowohl) im niedermolekularen (als auch im makromolekularen) Bereich (E4), - vergleichen ausgewählte organische Verbindungen und entwickeln Hypothesen zu deren Reaktionsverhalten aus den Molekülstrukturen (u.a. I-Effekt, M-Effekt, sterischer Effekt) (E3), - analysieren und vergleichen die Reaktionsschritte unterschiedlicher Reaktionstypen (u.a. elektrophile Addition und elektrophile Substitution) (E6),	Aromaten und Arzneimittel Benzol Phenol Aromastoffe Erforschung des Benzols in Europa Isolierung und Benennung des Benzols Eigenschaften des Benzols Molekülbau und Reaktivität des Benzols Bindungsverhältnisse im Benzolmolekül Struktur des Benzolmoleküls Bindungen im Benzolmolekül Mesomerie und Grenzformeln Mesomerie und Aromatizität Grenzformeln und Regeln Hückel Regel Heterocyclische Aromaten Polycyclische Aromaten Das Benzolmolekül im Orbitalmodell Orbitale Elektronenkonfiguration des C-Atoms	Eine Abbildung zur „Kaffeeverkostung“ versinnbildlicht das Thema. Es genügt, sich zunächst auf Benzol, Phenol und die Aromastoffe zu fokussieren, da diese im Mittelpunkt des Kompetenzerwerbs für Leistungskurse stehen. Die Entdeckung des Benzols und die Strukturklärung sind faszinierend und bieten sich an, den historisch-genetischen Weg der Strukturklärung in Ausschnitten aufzugreifen. Aufgaben eignen sich gut zur Strukturaufklärung des Benzolmoleküls nachzuvollziehen. Die Benennung zweifach substituierter Benzolderivate kann an dieser Stelle geübt werden. Die Bindungsverhältnisse im Benzolmolekül werden rein beschreibend dargestellt, dieses entspricht der Kompetenzerwartung der Erkenntnisgewinnung auch im Leistungskurs. Die Hydrierungsenergie und die Mesomerieenergie müssen nicht behandelt werden.

	• machen eine Voraussage über den Ort der elektrophilen Zweitsubstitution am Aromaten und begründen diese mit dem Einfluss des Erstsубstituenten (E3, E6), • beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und erläutern Grenzen dieser Modellvorstellung (E6, E7), • stellen Erkenntnisse der Strukturchemie in ihrer Bedeutung für die Weiterentwicklung der Chemie (u.a. Aromaten, Makromoleküle) dar (E7). <u>Kommunikation:</u> • verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3), • recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3), <u>Bewertung:</u> • beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4). bewerten die Grenzen chemischer Modellvorstellungen über die Struktur organischer Verbindungen und die Reaktionsschritte von Synthesen für die Vorhersage der Bildung von Reaktionsprodukten (B4).	sp^3- und sp^2-Hybridisierung c- und π-Bindung Halogenierung von Benzol elektrophile Erstsубstitution Reaktionsmechanismen im Vergleich elektrophile Addition und elektrophile Substitution im Vergleich Substitutionsreaktion in der Seitenkette und am Benzolring Benzolderivate Phenol Nitrobenzol Anilin Toulol Benzylalkohol, Benzaldehyd, Benzoesäure Zweitsubstitution an Aromaten Geschwindigkeit der Zweitsubstitution Ort der Zweitsubstitution I-Effekt M-Effekt Grenzformeln des Phenolmoleküls Grenzformeln des Nitrobenzolmoleküls Carbokation und Zweitsubstitution Impulse Aromaten im Alltag Coffein Nikotin Benzpyren Durchblick Zusammenfassung und Übung Aromatische Kohlenwasserstoffe Mesomerie Phenol Substitution an Aromaten Ort einer Zweitsubstitution ASS - ein Jahrhundertarzneimittel Praktikum Acetylsalicylsäure Dünnschichtchromatografie Wirkungsweise von Schmerzmitteln	Mit diesem Kapitel „Mesomerie und Aromazität“ kann der Umgang mit mesomeren Grenzformeln auf eine solide Basis im Hinblick auf die Farbstoffe gestellt werden. Außerdem sollten sich die Schülerinnen und Schüler nicht von Formeln für heterocyclische und polycyclische Aromaten abschrecken lassen. Mit der Behandlung der „Halogenierung des Benzols“ können die Schülerinnen und Schüler die Reaktionsschritte der elektrophilen Erstsубstitution am Benzol und deren Bedeutung als Beleg für das Vorliegen eines aromatischen Systems erklären. Schülerinnen und Schüler des Leistungskurses müssen die Reaktionsschritte unterschiedlicher Reaktionstypen (u.a. elektrophile Addition und elektrophile Substitution) analysieren und vergleichen können. Das Kapitel „Benzolderivate“ kann als „Steinbruch“ genutzt werden. Benzaldehyd und Benzoesäure sind bedeutsame Stoffe des Alltags. Phenol soll auch als Vorbereitung auf die elektrophile Zweitsubstitution gründlich behandelt werden. Der Einfluss des Erstsубstituenten aus das Ausgangsmolekül und das Carbokation werden ausführlich erläutert. Aufgaben den Einfluss eines Erstsубstituenten auf den Ort der Zweitsubstitution vertiefen. In Kurzreferaten können Stoffe aus dem Alltag vorgestellt werden. Weitere Aufgaben sind zur Übung, Vertiefung und Erweiterung geeignet.
--	---	---	--

Q2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben I

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. 34 Std. à 45 Minuten

Kontext: Maßgeschneiderte Kunststoffe – nicht nur für Autos			
Inhaltsfeld 4: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
Inhaltliche Schwerpunkte: - Organische Verbindungen und Reaktionswege - Reaktionsabläufe - Organische Werkstoffe Zeitbedarf: 34 Std. à 45 Minuten		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: - UF1 Wiedergabe - UF3 Systematisierung - E4 Untersuchungen und Experimente - E5 Auswertung - E7 Arbeits- und Denkweisen - K3 Präsentation - B3 Werte und Normen Basiskonzepte (Schwerpunkte): Basiskonzept Struktur – Eigenschaft Basiskonzept Donator-Akzeptor	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
Inhaltliche Schwerpunkte: Organische Verbindungen und Reaktionstypen Benzol als aromatisches System und elektrophile Erstsitution zwischenmolekulare Wechselwirkungen Kontexte: Erforschung des Benzols Basiskonzept Struktur-Eigenschaft Stoffklassen und Reaktionstypen Benzol, Phenol und das aromatische System elektrophile Erst- und Zweitsitution am Aromaten Vergleich von elektrophiler Addition und elektrophiler Substitution zwischenmolekulare Wechselwirkungen Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht Reaktionssteuerung und Produktausbeute	<u>Umgang mit Fachwissen:</u> - erläutern das Reaktionsverhalten von aromatischen Verbindungen (u.a. Benzol, Phenol) und erklären dies mit Reaktionsschritten der elektrophilen Erst- und Zweitsitution (UF1, UF2). <u>Erkenntnisgewinnung:</u> - erläutern die Planung einer Synthese ausgewählter organischer Verbindungen (sowohl) im niedermolekularen (als auch im makromolekularen) Bereich (E4), - vergleichen ausgewählte organische Verbindungen und entwickeln Hypothesen zu deren Reaktionsverhalten aus den Molekülstrukturen (u.a. I-Effekt, M-Effekt, sterischer Effekt) (E3), - analysieren und vergleichen die	Kunststoffe - Werkstoffe nach Maß Kein Sport ohne Kunststoffe Unzerbrechliche Bierflaschen Bausteine aus Copolymeren Windkraftanlagen Kunststoffe in der Medizin Umweltgefährdung durch Kunststoffe Eigenschaften und Struktur der Kunststoffe Einteilung der Kunststoffe in: - Thermoplaste - Duroplaste (Duromere) - Elastomere kristallin, teilkristallin, amorph zwischenmolekulare Kräfte Kunststoffe durch Polymerisation Radikalische Polymerisation Polymerisate: - Polyethen - Polypropen	Eine Abbildung zur „Kaffeeverkostung“ versinnbildlicht das Thema. Es genügt, sich zunächst auf Benzol, Phenol und die Aromastoffe zu fokussieren, da diese im Mittelpunkt des Kompetenzerwerbs für Leistungskurse stehen. Die Entdeckung des Benzols und die Strukturklärung sind faszinierend und bieten sich an, den historisch-genetischen Weg der Strukturklärung in Ausschnitten aufzugreifen. Aufgaben eignen sich gut zur Strukturaufklärung des Benzolmoleküls nachzuvollziehen. Die Benennung zweifach substituierter Benzolderivate kann an dieser Stelle geübt werden. Die Bindungsverhältnisse im Benzolmolekül werden rein beschreibend dargestellt, dieses entspricht der Kompetenzerwartung der Erkenntnisgewinnung auch im Leistungskurs.

Basiskonzept Donator-Akzeptor Reaktionsschritte	Reaktionsschritte unterschiedlicher Reaktionstypen (u.a. elektrophile Addition und elektrophile Substitution) (E6), • machen eine Voraussage über den Ort der elektrophilen Zweisubstitution am Aromaten und begründen diese mit dem Einfluss des Erstsубstituenten (E3, E6), • beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und erläutern Grenzen dieser Modellvorstellung (E6, E7), • stellen Erkenntnisse der Strukturchemie in ihrer Bedeutung für die Weiterentwicklung der Chemie (u.a. Aromaten, Makromoleküle) dar (E7). <u>Kommunikation:</u> • verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3), • recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3), <u>Bewertung:</u> • beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4). bewerten die Grenzen chemischer Modellvorstellungen über die Struktur organischer Verbindungen und die Reaktionsschritte von Synthesen für die Vorhersage der Bildung von Reaktionsprodukten (B4).	- Polystyrol - Polyvinylchlorid - Polyacrylnitril - Polymethylmethacrylat - Polytetrafluorethen Copolymere Möglichkeiten der Copolymerisation ABS-Copolymere Styrol-Butadien-Copolymere Kunststoffe durch Polykondensation Polyester Polycarbonate Polyesterharz Polyamide Perlon Kunststoffe durch Addition Polyaddition Epoxidharze Elastanfasern Exkurs Verarbeitung von Kunststoffen Verarbeitung von Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren Extrudieren Hohlkörperblasen Folienblasen Pressen Kalandrieren Kunststoffe im Alltag Bauindustrie Elektroindustrie Compact-Discs Kunststoffe im Auto Synthesefasern Atmungsaktive Membranen Exkurs Verwertung von Kunststoffabfall Vermeiden von Kunststoffabfällen Stoffliche Verwertung Energetische Verwertung Exkurs Silikone Eigenschaften Herstellung Verwendung	Die Hydrierungsenergie und die Mesomerieenergie müssen nicht behandelt werden. Mit diesem Kapitel „Mesomerie und Aromazität“ kann der Umgang mit mesomeren Grenzformeln auf eine solide Basis im Hinblick auf die Farbstoffe gestellt werden. Außerdem sollten sich die Schülerinnen und Schüler nicht von Formeln für heterocyclische und polycyclische Aromaten abschrecken lassen. Mit der Behandlung der „Halogenierung des Benzols“ können die Schülerinnen und Schüler die Reaktionsschritte der elektrophilen Erstsубstitution am Benzol und deren Bedeutung als Beleg für das Vorliegen eines aromatischen Systems erklären. Schülerinnen und Schüler des Leistungskurses müssen die Reaktionsschritte unterschiedlicher Reaktionstypen (u.a. elektrophile Addition und elektrophile Substitution) analysieren und vergleichen können. Das Kapitel „Benzolderivate“ kann als „Steinbruch“ genutzt werden. Benzaldehyd und Benzoesäure sind bedeutsame Stoffe des Alltags. Phenol soll auch als Vorbereitung auf die elektrophile Zweisubstitution gründlich behandelt werden. Der Einfluss des Erstsубstituenten aus das Ausgangsmolekül und das Carbokation werden ausführlich erläutert. Aufgaben den Einfluss eines Erstsубstituenten auf den Ort der Zweisubstitution vertiefen. In Kurzreferaten können Stoffe aus dem Alltag vorgestellt werden. Weitere Aufgaben sind zur Übung, Vertiefung und Erweiterung geeignet.
---	---	--	--

		Exkurs Carbonfasern Eigenschaften Herstellung Verwendung Biologisch abbaubare Kunststoffe Kunststoffe aus Polymilchsäure: - Herstellung - Abbau Praktikum Herstellung von Kunststoffen Härtung eines Epoxidharzklebers Alleskleber aus Polystyrol und Essigsäureethyl- ester Folien aus PVC Kunststoff aus Citronensäure und Glycerin	
--	--	---	--

Q2 Leistungskurs – Unterrichtsvorhaben III

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. 20 Std. à 45 Minuten

Kontext: Farbstoffe im Alltag			
Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
Inhaltliche Schwerpunkte: Farbstoffe und Farbigkeit Zeitbedarf: 20 Std. à 45 Minuten		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: - UF1 Wiedergabe - UF3 Systematisierung - E6 Modelle - K3 Präsentation - K4 Argumentation - B4 Möglichkeiten und Grenzen Basiskonzepte (Schwerpunkte): Basiskonzept: Struktur – Eigenschaft	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler	Umsetzungsimpulse und Bezüge	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
Inhaltliche Schwerpunkte: Farbstoffe und Farbigkeit Konzentrationsbestimmung durch Lichtabsorption Basiskonzept Struktur-Eigenschaft Molekülstruktur und Farbigkeit Basiskonzept Donator-Akzeptor Reaktionsschritte Basiskonzept Energie Spektrum und Lichtabsorption Energiestufenmodell zur Lichtabsorption Lambert-Beer-Gesetz	<u>Umgang mit Fachwissen:</u> - geben ein Reaktionsschema für die Synthese eines Azofarbstoffes an und erläutern die Azokupplung als elektrophile Zweitsubstitution (UF1, UF3), - erklären die Farbigkeit von vorgegebenen Stoffen (u.a. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe) durch Lichtabsorption und erläutern den Zusammenhang zwischen Farbigkeit und Molekülstruktur mithilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-/Akzeptorgruppen) (UF1, E6). <u>Erkenntnisgewinnung:</u> - erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe) (E6), - werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5),	Farbstoffe und Farbigkeit Das Spektrum des sichtbaren Lichtes Signalfarben Naturfarben Lebensmittelfarben Wirkung von Farben Indikatorfarbstoffe Malerfarben aus Steinkohlenteer Licht und Farbe Licht und Energie Entstehung von Farbe Komplementärfarben Additive Farbmischung Subtraktive Farbmischung Monochromatisches Licht Kolorimetrie und Fotometrie Kolorimetrie Farbe und Licht Fotometrie Transmissionsgrad Absorptionsgrad Extinktion	Die Vielfalt der Farbstoffe ist überwältigend. Farbstoffe ermöglichen das Leben. Die Vielaspektigkeit der Farbstoffe und der Farben wirkt auch in ihrer Ästhetik animierend. Vorkenntnisse der Schülerinnen und Schüler aus dem Physik- und Kunstunterricht werden aktiviert. Nach einem allgemeinen Aufriss fokussiert man sich auf das Spektrum des sichtbaren Lichtes und erarbeitet die entscheidenden Grundlagen. Wichtig sind die Zusammenhänge zwischen der Farbe (Wellenlänge) des sichtbaren Lichts und der Energie der Photonen und zwischen der Farbe des absorbierten Lichts und der zugehörigen Komplementärfarbe. Das Kapitel „Kolorimetrie und Fotometrie“ bietet Leistungskursmitgliedern einen grundlegenden Einblick in die Kolorimetrie und die Fotometrie. Absorptionsspektren müssen sicher erstellt und interpretiert werden. Die Berechnung der Konzentration von Farbstoffen aus der Extinktion muss beherrscht werden.

	• berechnen aus Messwerten zur Extinktion mithilfe des Lambert-Beer-Gesetzes die Konzentration von Farbstoffen in Lösungen (E5), • stellen Erkenntnisse der Strukturchemie in ihrer Bedeutung für die Weiterentwicklung der Chemie (u.a. Aromaten, Makromoleküle) dar (E7). <u>Kommunikation:</u> • erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3), • beschreiben und diskutieren aktuelle Entwicklungen im Bereich organischer Werkstoffe und Farbstoffe unter vorgegebenen und selbstständig gewählten Fragestellungen (K4). <u>Bewertung:</u> • gewichten Analyseergebnisse (u.a. fotometrische Messung) vor dem Hintergrund umweltrelevanter Fragestellungen (B1, B2), • beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).	Struktur und Farbe Farbe und Molekülstruktur Absorptionssysteme M-Effekt Exkurs Farbe entsteht im Kopf Die Netzhaut Das Sehen Das Farbensehen Farbstoffklassen Azofarbstoffe Absorptionssysteme bei Azofarbstoffen pH-Abhängigkeit von Azofarbstoffen Die Synthese von Azofarbstoffen Triphenylmethanfarbstoffe Carbonylfarbstoffe Lebensmittelfarbstoffe Farbstoffe als Lebensmittelzusatzstoffe Natürliche Lebensmittelfarbstoffe Synthetische Lebensmittelfarbstoffe Praktikum Versuch Isolieren von Lebensmittelfarbstoffen Versuch Redoxeigenschaften eines blauen Lebensmittelfarbstoffs Versuch Identifizieren eines Farbstoffgemisches Exkurs Färbeverfahren Färbeverfahren Reaktivfärbung Küpfenfärbung Indigo, Indigofärbung Praktikum Farbstoffe und Färben Carotinoide Versuch Extraktion von Carotinoiden Versuch Chromatografische Untersuchung der Carotinoidgemische Versuch Indigo - Synthese und Färben Versuch Färben mit Indigo Versuch Direktfärbung mit anionischen und kationischen Farbstoffgemischen Die Farbstoff-Solarzelle Die Grätzel-Zelle, Aufbau, Funktion Praktikum Herstellung einer Farbstoff-Solarzelle	Das Thema „Struktur und Farbe“ ist für die Kursmitglieder verbindlich. Dies wird anhand der Azofarbstoffe und Phenylmethanfarbstoffen erarbeitet und eingeübt. Dieses Thema „Farbe entsteht im Kopf“ bietet die Möglichkeit, biologische Aspekte in den Unterricht einzubeziehen. Die Behandlung der Azofarbstoffen und der Triphenylmethanfarbstoffen ist verbindlich. In die Betrachtung der Synthese der Azofarbstoffe ist die Zweitsubstitution an Aromaten einzubeziehen. Die Lebensmittelfarbstoffe bieten einen Anknüpfungspunkt an die Kompetenzerwartung der Bewertung (... beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen). Der Umgang mit Farben und Färbeverfahren ist bei Schülerinnen und Schülern sehr beliebt. Das Praktikum bietet sich auch an, den Unterricht aufzulockern, da z.B. der Umgang mit Azofarbstoffen aus Gründen der Gesundheitsgefährdung begrenzt ist. Eine interessante Entwicklung, die Schülerinnen und Schülern einen Einblick in zukunfts-trächtige Technologien erlaubt, bietet die Behandlung von Solarzellen.
--	---	---	--

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 letzte 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 wird ein neues Lehrbuch eingeführt, dies wird in der Fachkonferenz beschlossen.

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.

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 denkbar:

EF : Besuch eines Science Centers oder des Nanotracks

Q 1: Besuch eines Schülerlabors

Besuch eines Industrieunternehmens

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.

Kriterien		Ist-Zustand Auffälligkeiten	Änderungen/ Konsequenzen/ Perspektivplanung	Wer (Verantwortlich)	Bis wann (Zeitraumen)
Funktionen					
Fachvorsitz					
Stellvertreter					
Sonstige Funktionen (im Rahmen der schulprogrammatischen fächerübergreifen- den Schwerpunkte)					
Ressourcen					
personell	Fachlehrer/in				
	Lerngruppen				
	Lerngruppengröße				
	...				

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