



ZSL

Zentrum für Schulqualität
und Lehrerbildung
Baden-Württemberg

Bildungsplan 2016 Gymnasium – Chemie

Überarbeitete Fassung vom 25.03.2022 (V2)

Jahresplanung für das Leistungsfach

Klassen 11/12

Juni 2022

Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort zu den Jahresplanungen	3
2. Exemplarische Jahresplanung.....	4
2.1 Fachspezifische Rahmenbedingungen.....	4
2.1.1 Zielsetzung des Leistungsfaches	4
2.1.2 Konzept der Jahresplanung	4
2.2 Themenbereiche mit Stundenverteilung.....	5
3. Exemplarische Unterrichtssequenzen	6
3.1 Themenbereich „Chemische Energetik“	6
3.1.1 Didaktische Überlegungen	6
3.1.2 Tabellarische Darstellung der Unterrichtssequenz	6
3.2 Themenbereich „Naturstoffe“	9
3.2.1 Didaktische Überlegungen	9
3.2.2 Tabellarische Darstellung der Unterrichtssequenz	9
3.3 Themenbereich „Chemisches Gleichgewicht“	13
3.3.1 Didaktische Überlegungen	13
3.3.2 Tabellarische Darstellung der Unterrichtssequenz	13
3.4 Themenbereich „Säure-Base-Gleichgewichte“	17
3.4.1 Didaktische Überlegungen	17
3.4.2 Tabellarische Darstellung der Unterrichtssequenz	17
3.5 Themenbereich „Aromaten und Reaktionsmechanismen“	22
3.5.1 Didaktische Überlegungen	22
3.5.2 Tabellarische Darstellung der Unterrichtssequenz	22
3.6 Themenbereich „Kunststoffe“	24
3.6.1 Didaktische Überlegungen	24
3.6.2 Tabellarische Darstellung der Unterrichtssequenz	24
3.7 Themenbereich „Elektrochemie“	27
3.7.1 Didaktische Überlegungen	27
3.7.2 Tabellarische Darstellung der Unterrichtssequenz	27

1. Vorwort zu den Jahresplanungen

Um die Funktion von Jahresplanungen zu verstehen, ist eine Verortung im Gesamtkontext der Angebote, die den Bildungsplan 2016 flankieren, sinnvoll. Dies wird im Folgenden durch eine Begriffsdefinition und -abgrenzung zentraler Termini vorgenommen (vgl. hierzu auch <https://km-bw.de/Kultusministerium,Lde/Startseite/Schule/Neue+Seite+ +Glossar>).

Bildungsstandards sind Vorgaben, die definieren, welche Kompetenzen Schülerinnen und Schüler zu einem festgelegten Zeitpunkt erreicht haben müssen. Sie werden überwiegend im Zweijahresrhythmus ausgewiesen.

- Das **Kerncurriculum** umfasst die Summe der verbindlichen Inhalte der baden-württembergischen Bildungsstandards, die in 3/4 der zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit zu erreichen sind.
- Das **Schulcurriculum** umfasst 1/4 der zur Verfügung stehenden Unterrichtszeit, z. B. zur Vertiefung und Erweiterung der Vorgaben der baden-württembergischen Bildungsstandards.
- Die **Beispielcurricula** bis Klasse 10, die flankierend zum baden-württembergischen Bildungsplan 2016 entwickelt wurden, stellen auf dem Bildungsplan basierende Beispiele von Kerncurricula dar; Ideen und Impulse für die Anbindung an das Schulcurriculum sind - sofern vorhanden - ergänzend ausgewiesen. Beispielcurricula zeigen somit eine Möglichkeit auf, wie aus dem Bildungsplan unterrichtliche Praxis werden kann. Sie erheben hierbei keinen Anspruch einer normativen Vorgabe, sondern dienen vielmehr als beispielhafte Vorlage zur Unterrichtsplanung und -gestaltung, indem sie exemplarisch darlegen, wie der im Bildungsplan vorgesehene Kompetenzaufbau innerhalb einer Standardstufe im Unterricht umgesetzt werden kann.
- Die hier vorliegenden **Jahresplanungen** für die Kursstufe zeigen Möglichkeiten auf, wie die im Bildungsplan für die Kursstufe beschriebenen inhalts- und prozessbezogene Kompetenzen sinnvoll angelegt und vernetzt werden können.
Diese Kompetenzen werden dabei konkreten Themenbereichen und Inhalten zugeordnet und ein zeitlicher Rahmen wird jeweils für die Themenbereiche vorgeschlagen. Umsetzungsideen geben einen Einblick, wie diese Inhalte im Unterricht konkret umgesetzt werden könnten.

2. Exemplarische Jahresplanung

2.1 Fachspezifische Rahmenbedingungen

2.1.1 Zielsetzung des Leistungsfaches

Im Leistungsfach wird mit anspruchsvolleren experimentellen Zugängen, einem höheren Abstraktionsniveau der verwendeten Modelle und verstärkter Mathematisierung ein vertieftes und erweitertes Verständnis chemischer Zusammenhänge erreicht. Der zunehmende Einsatz von Methoden des eigenständigen Wissenserwerbs und wissenschaftspropädeutisches Vorgehen bereitet die Lernenden in besonderer Weise auf ein naturwissenschaftliches Studium vor.

2.1.2 Konzept der Jahresplanung

Das in der Mittelstufe nur qualitativ eingeführte Energie-Konzept bei chemischen Reaktionen wird in der ersten Einheit „Chemische Energetik“ vertieft und erweitert. Durch die hier gewählte Reihenfolge als Einstiegsthema ergeben sich Möglichkeiten zur Wiederholung von Grundbegriffen der Chemie an einfachen chemischen Reaktionen im Kontext der Energetik (Einrichten von Reaktionsgleichungen, Redoxreaktionen: Verbrennungsenthalpie; Säure-Base-Reaktionen: Neutralisationsenthalpie). Das Verständnis von Experimenten als Teil naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung wird durch Demonstrationsexperimente und Praktika ausgebaut (komplexere Experimente zur Kalorimetrie, reflektierte Optimierung von Versuchsanordnungen, genaues experimentelles Arbeiten, Messen). Quantitatives Arbeiten unter Verwendung bereits eingeführter Größen kommt verstärkt zum Tragen. (Verwendung von Grundgrößen zum stöchiometrischen Rechnen: Masse, Volumen, Stoffmenge, Dichte, molares Volumen, Molare Masse, Anteile und Konzentrationen). Auf diese Weise knüpft der Chemieunterricht an die bereits in Klasse 8 – 10 erworbenen Kompetenzen an. Andererseits werden typische Merkmale des Kursstufenunterrichts wie anspruchsvollere experimentelle Zugänge, verstärkt quantitatives Arbeiten, eigenständige Versuchsplanungen oder ein zunehmend höherer Abstraktionsgrad der verwendeten Modelle von Beginn an deutlich sichtbar.

Im Kapitel „Naturstoffe“ werden die Kenntnisse aus Klasse 10 im Bereich organische Chemie (Stoffklassen, Wechselwirkungen, Struktur-Eigenschaftsbeziehungen) wieder aufgegriffen und durch Betrachtungen neuer Stoffklassen (Kohlenhydrate, Fette und Proteine) weiter ausgebaut. Ein zentrales, neues Konzept dabei stellt die für Naturstoffe so bedeutsame Stereoisomerie dar. Mit Hilfe mechanistischer Betrachtungen erfolgt zudem ein tieferer Einblick in die Bildung von Strukturen (Halbacetalbildung, nucleophile Addition). Mit der koordinativen Bindung werden am Beispiel der Kupfer- bzw. Silber-Komplexe im Kontext der Nachweisreaktionen Fehling-Test, Benedict-Test und Tollens-Probe die Vorstellungen zur chemischen Bindung aus der Mittelstufe erweitert.

In der Unterrichtseinheit „Chemische Gleichgewichte“ wird ein neues Konzept zum Verständnis chemischer Reaktionen eingeführt, das in den darauffolgenden Kapiteln wieder zur Festigung und Vertiefung angewandt werden kann (z.B. bei den Säure-Base-Gleichgewichten oder in der Elektrochemie). Reaktionskinetische Aspekte sind inkludiert. Mit der säurekatalysierten Veresterung rücken darüber hinaus auch in dieser Einheit mechanistische Betrachtungen chemischer Reaktionen in den Fokus.

Am Beispiel der aromatischen Verbindungen wird die Grenze bisheriger Bindungsmodelle thematisiert und durch eine tragfähigere Vorstellung (delokalisierte Elektronen) erweitert. Mechanistische Betrachtungen der typischen Reaktionen von Aromaten (elektrophile Substitution) und Alkenen (elektrophile Addition) sind in dieses Kapitel ebenfalls aufgenommen.

Bei den Kunststoffen werden Struktur-Eigenschaftsbeziehungen zur Erklärung genutzt und mechanistische Betrachtungen zu deren Synthese (radikalische Polymerisation, Polyaddition) angestellt. Zudem besitzt dieses Thema, genau wie das folgende Thema Elektrochemie, einen hohen Alltags- und Zukunftsbezug im Sinne der Bildung für nachhaltige Entwicklung.

Das Kapitel Elektrochemie knüpft an das Vorwissen über Redoxreaktionen aus der Mittelstufe an und führt die Grundprinzipien des Donator-Akzeptor-Prinzips aus Säure-Base-Reaktionen und Redoxreaktionen zusammen. Bei der Betrachtung der elektrochemischen Doppelschicht und der Abhängigkeit der Zellspannung von den Ionen-Konzentrationen werden grundlegende Aspekte der Betrachtung chemischer Gleichgewichte angewandt. Beim Vergleich von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen kommen Grundlagen der chemischen Energetik zum Tragen.

2.2 Themenbereiche mit Stundenverteilung

Themenbereich	Ustd.
Chemische Energetik	25
Naturstoffe	48
Chemisches Gleichgewicht	35
Säure-Base-Gleichgewichte	41
Aromaten und Reaktionsmechanismen	15
Kunststoffe	24
Elektrochemie	45
Chemie in Wissenschaft, Forschung und Anwendung	15
	248

3. Exemplarische Unterrichtssequenzen

3.1 Themenbereich „Chemische Energetik“

3.1.1 Didaktische Überlegungen

Die SuS nutzen energetische Betrachtungen, um das Zustandekommen, den Verlauf und den energetischen Nutzen chemischer Reaktionen zu erklären. Dazu ermitteln sie Energieumsätze chemischer Reaktionen experimentell und überprüfen ihre Ergebnisse anhand der Berechnung von Reaktionsenthalpien. Auf diese Weise werden die Begriffe exotherm und endotherm quantitativ gefasst und die Vorstellungen aus dem Chemieunterricht der Mittelstufe somit auf eine neue Ebene erweitert. Sie lernen die freie Reaktionsenthalpie als Maß für den spontanen Verlauf einer chemischen Reaktion kennen. Anhand von Beispielen erfassen sie die Grenzen der energetischen Betrachtungsweise.

3.1.2 Tabellarische Darstellung der Unterrichtssequenz

Prozessbezogene Kompetenzen	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Unterrichtsverlauf	Bemerkungen
2.2 Kommunikation (4) chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und gegebenenfalls mithilfe von Modellen und Darstellungen beschreiben, veranschaulichen oder erklären	3.4.1 Chemische Energetik (1) Merkmale offener, geschlossener und isolierter Systeme beschreiben	Ca. 2 Stunden <ul style="list-style-type: none"> Wiederholung: Grundbegriffe (Energiebegriff, exotherm, endotherm Aktivierungsenergie, Diagrammdarstellung) Begriffe System und Umgebung an Alltagsbeispielen Energie- und Stoffaustausch Unterscheidung von Systemen 	Bemerkung Bereich <ul style="list-style-type: none"> $Q = c_w \cdot m \cdot \Delta\vartheta$ → Physik z. B. Streichhölzer in mit Ballon verschlossenem Reagenzglas
2.1 Erkenntnisgewinnung (4) Experimente zur Überprüfung von Hypothesen planen	3.4.1 Chemische Energetik (2) chemische Reaktionen unter stofflichen und energetischen Aspekten	Ca. 12 Stunden <ul style="list-style-type: none"> Alltagsbeispiele (Brennstoffe) 	Bemerkung Bereich <ul style="list-style-type: none"> $p = 1013 \text{ hPa}$, $\vartheta = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ ($T = 298,15 \text{ K}$)

<p>(5) qualitative und quantitative Experimente unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durchführen, beschreiben, protokollieren und auswerten (6) Laborgeräte benennen und sachgerecht damit umgehen (12) quantitative Betrachtungen und Berechnungen zur Deutung und Vorhersage chemischer Phänomene einsetzen</p> <p>2.2 Kommunikation</p> <p>(3) Informationen in Form von Tabellen, Diagrammen, Bildern und Texten darstellen und Darstellungsformen ineinander überführen (6) Zusammenhänge zwischen Alltagserscheinungen und chemischen Sachverhalten herstellen und bei bewusst Alltagsprache in Fachsprache übersetzen</p>	<p>(exotherm, endotherm, Brennwert, Heizwert) erläutern (3) eine kalorimetrische Messung planen, durchführen und auswerten (Reaktionsenthalpie) (4) den Satz von der Erhaltung der Energie (1. Hauptsatz der Thermodynamik) bei der Berechnung von Reaktionsenthalpien und Bildungsenthalpien anwenden (Satz von Hess)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Heizwert und Brennwert als technische Größen ▪ Kalorimeter ▪ Reaktionsenthalpie ▪ Bildungsenthalpie <p>Übungen anhand von Beispielen (Reaktionen mit Kohlenstoffmonooxid, Hochofenprozess) „Dreiecksdarstellung“ mit „Umweg“ über Bildungsenthalpien</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ $\Delta_c H_m = -\frac{Q}{n}$ ▪ SÜ: Lösungsenthalpie verschiedener Stoffe in Wasser (z. B. Ammoniumchlorid, Calciumchlorid, Natriumchlorid, Natriumhydroxid) ▪ SÜ Lösungsenthalpie von Calciumoxid (Selfheating can) ▪ SÜ/LD: Verbrennung von Kohlenstoff im Verbrennungskalorimeter ▪ Kalorimeter: Aufbau, Typen, Fehlerquellen ▪ Übungen zum Zusammenhang zwischen Bildungsenthalpie und Reaktionsenthalpie, Brennwert und Heizwert → BNE ▪ Bindungsenthalpie ▪ Born-Haber-Kreisprozess
<p>2.1 Erkenntnisgewinnung</p> <p>(5) qualitative und quantitative Experimente unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durchführen, beschreiben, protokollieren und auswerten (6) Laborgeräte benennen und sachgerecht damit umgehen (12) quantitative Betrachtungen und Berechnungen zur Deutung und Vorhersage chemischer Phänomene einsetzen</p>	<p>3.4.1 Chemische Energetik</p> <p>(5) die Entropie als Maß für die Anzahl von Realisierungsmöglichkeiten eines Zustands beschreiben (6) Änderungen der Entropie bei chemischen Reaktionen erläutern (2. Hauptsatz der Thermodynamik) (7) Berechnungen mithilfe der Gibbs-Helmholtz-Gleichung durchführen, um chemische Reaktionen energetisch zu klassifizieren (freie Reaktionsenthalpie, exergonische und endergonische Reaktionen, Einfluss der Temperatur)</p>	<p>Ca. 9 Stunden</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Entropiebegriff ▪ Gibbs-Helmholtz-Gleichung ▪ Freie Reaktionsenthalpie 	<p>Bemerkung Bereich</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Entropie als Maß für die Anzahl von Realisierungsmöglichkeiten eines Zustands, Entropie im Alltag ▪ Berechnungen zur Gibbs-Helmholtz-Gleichung, Abschätzung der Grenztemperatur oder/und der Entropie ▪ Bedeutung von $\Delta G < 0$, $\Delta G = 0$, $\Delta G > 0$

2.1 Erkenntnisgewinnung	3.4.1 Chemische Energetik	Ca. 2 Stunden	Bemerkung Bereich
(11) die Grenzen von Modellen aufzeigen	(8) an Beispielen die Grenzen der energetischen Betrachtungsweise diskutieren (metastabiler Zustand, homogene und heterogene Katalyse, unvollständig ablaufende Reaktionen)	<ul style="list-style-type: none">▪ Metastabiler Zustand (kinetisch gehemmte Reaktion)▪ Homogene und heterogene Katalyse	<ul style="list-style-type: none">▪ Problematisierung: Exergonisch – aber nichts passiert?▪ Bezug zu technischen Anwendungen und Enzymen▪ SÜ: Zersetzung von Wasserstoffperoxid durch Braunstein und Perlkatalysator

3.2 Themenbereich „Naturstoffe“

[hier geht's zum Material](#)

3.2.1 Didaktische Überlegungen

Die Schülerinnen und Schüler erweitern anhand der Kohlenhydrate, Fette und Proteine ihre Kenntnisse in der organischen Chemie. Sie vertiefen ihr Wissen über den räumlichen Bau von Molekülen sowie den Zusammenhang zwischen Molekülstruktur und Eigenschaften der Stoffe. Anhand ausgewählter Nachweisreaktionen lernen sie die koordinative Bindung kennen.

Sie lernen die biologische Funktion einzelner Naturstoffe kennen und bewerten deren Verwendung als Rohstoffe und Nahrungsmittelbestandteile.

3.2.2 Tabellarische Darstellung der Unterrichtssequenz

Prozessbezogene Kompetenzen	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Unterrichtsverlauf	Bemerkungen
2.1 Erkenntnisgewinnung (10) Modelle und Simulationen nutzen, um sich naturwissenschaftliche Sachverhalte zu erschließen	3.4.4 Naturstoffe (1) die Chiralität eines Moleküls mit dem Vorhandensein eines asymmetrisch substituierten Kohlenstoff-Atoms erklären	Ca. 2 Stunden Phänomen der Chiralität in der Natur <ul style="list-style-type: none"> einfache Beispiele: Milchsäure, Glycerinaldehyd Spiegelbildisomerie Stoffgruppe der Naturstoffe	Bemerkung Bereich <ul style="list-style-type: none"> Kohlenhydrate, Proteine, Nucleinsäuren, Fette und ihre biologische Bedeutung → Biologie
2.1 Erkenntnisgewinnung (1) chemische Phänomene erkennen, beobachten und beschreiben (5) qualitative und quantitative Experimente unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durchführen, beschreiben, protokollieren und auswerten	3.4.4 Naturstoffe (2) die räumliche Struktur geeigneter Moleküle in der Fischer-Projektion darstellen und benennen (D- und L-Form) (3) die Struktur eines Aldose-Moleküls und eines Ketose-Moleküls in der Fischer-Projektion vergleichen (Carbonylgruppe)	Ca. 18 Stunden Kohlenhydrate <ul style="list-style-type: none"> Kohlenhydrate: Namensgebung, Formel Unterteilung in Mono-, Di-, Oligo-, Polysaccharide Vorkommen von Glucose und Fructose 	Bemerkung Bereich <ul style="list-style-type: none"> „Zucker“, $C_n(H_2O)_m$, Endung -ose Traubenzucker, Fruchtzucker → VB Glucose-Merkregel „ta-tü-ta-ta“ Glucose als Aldohexose; Fructose als Keto-hexose

<p>(7) Vergleichen als naturwissenschaftliche Methode nutzen (10) Modelle und Simulationen nutzen, um sich naturwissenschaftliche Sachverhalte zu erschließen</p> <p>2.2 Kommunikation</p> <p>(1) in unterschiedlichen analogen und digitalen Medien zu chemischen Sachverhalten und in diesem Zusammenhang gegebenenfalls zu bedeutenden Forscherpersönlichkeiten recherchieren (4) chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und gegebenenfalls mithilfe von Modellen und Darstellungen beschreiben, veranschaulichen oder erklären</p> <p>2.3 Bewertung</p> <p>(2) Bezüge zu anderen Unterrichtsfächern aufzeigen (10) Pro- und Kontra-Argumente unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Aspekte vergleichen und bewerten</p>	<p>(4) den Ringschluss bei Monosacchariden als Halbacetalbildung erläutern (nucleophiler Angriff) und den Zusammenhang zwischen Fischer-Projektionsformeln und Haworth-Projektionsformeln darstellen (D-Glucose, D-Fructose, α-Form, β-Form) (5) D-Glucose, Maltose und Saccharose auf ihre reduzierende Wirkung untersuchen (Benedict-Probe oder Tollens-Probe) und die Untersuchungsergebnisse erklären (6) den Glucosenachweis durchführen und beschreiben (GOD-Test) (7) die Bildung und die räumliche Struktur von Di- und Polysacchariden erklären (Acetalbildung, glycosidische Verknüpfung) (8) die räumliche Struktur von Di- und Polysacchariden beschreiben (Saccharose, Maltose, Stärke, Cellulose) (9) Vorkommen von Mono-, Di- und Polysacchariden nennen und ihre Eigenschaften erklären (10) die Verwendung von Kohlenhydraten als nachwachsende Rohstoffe bewerten</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strukturformel des Glucose- und Fructose-Moleküls, Fischer-Projektion, D- und L-Form ▪ Optische Aktivität, Chiralität am Beispiel der Kohlenhydrate ▪ Ringschluss und Ringöffnung beim Glucose- und Fructose-Molekül (Halbacetal, α-Form, β-Form, Haworth-Projektion) ▪ Furanose- und Pyranose-Form ▪ Vorkommen und Strukturformel von Saccharose (glycosidische 1,2-Verknüpfung, Vollacetal) ▪ Erklärung der reduzierenden/nichtreduzierenden Wirkung von Kohlenhydraten ▪ Hydrolyse von Sacchariden und deren Folge auf Nachweisreaktionen ▪ Vorkommen, Verwendung und Strukturformeln weiterer Di- und 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oxidation von Sorbit (Hexahexaol) mit Kupfer(II)-oxid (Wiederholung der Oxidation aus Kl. 10) ▪ LD: Messung der optischen Aktivität ▪ SÜ: Ringschluss mit Molekülbaukasten (https://chemie.lilo-ma.de/chlilo/kh/kh2.html) ▪ Übungen zur Halbacetalbildung und -spaltung auch mit anderen Monosaccharid-Molekülen (z.B., Mannose, Ribose) ▪ Haushaltszucker → VB ▪ SÜ: Nachweisreaktionen bei Glucose, Fructose, Saccharose (GOD-Test, Benedict-, Tollens- oder Fehling-Probe) ▪ Gegenüberstellung der Ergebnisse für Aldosen-Ketosen, Halbacetale-Acetale ▪ SÜ: Hydrolyse von Saccharose mit Salzsäure und Nachweis der Bausteine ▪ Internetrecherche: Maltose als Abbauprodukt der Stärke, Stärke in pflanzlichen Zellen, Cellulose in Zellwänden (Fasern) → Biologie → MB
---	--	---	--

		Polysaccharide: Maltose, Stärke, Cellulose <ul style="list-style-type: none"> ▪ Erklärung der Löslichkeit von Mono-, Di- und Polysacchariden ▪ Kohlenhydrate als nachwachsende Rohstoffe 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ SÜ: Nachweise und Hydrolyse von Di- und Polysacchariden ▪ Einfluss von funktionellen Gruppen und Kettenlänge auf die Wasserlöslichkeit (Wdh. und Erweiterung Mittelstufe) <ul style="list-style-type: none"> → VB → BNE ▪ Isomerie (Begriff, Arten von Isomeren), GFS, CIP-Nomenklatur ▪ Beispiel: Contergan <ul style="list-style-type: none"> → VB
<p>2.1 Erkenntnisgewinnung</p> <p>(5) qualitative und quantitative Experimente unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten (7) Vergleichen als naturwissenschaftliche Methode nutzen</p> <p>2.2 Kommunikation</p> <p>(5) fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren</p> <p>2.3 Bewertung</p> <p>(2) Bezüge zu anderen Unterrichtsfächern aufzeigen</p>	<p>3.4.4 Naturstoffe</p> <p>(14) die Struktur von L-α-Aminosäuren beschreiben (Aminogruppe) (15) die Bildung und Hydrolyse einer Peptidbindung beschreiben (16) Nachweise für Aminosäuren und Proteine durchführen und beschreiben (Ninhydrin- und Biuret-Reaktion) (17) die koordinative Bindung am Beispiel von Nachweisreaktionen in der Naturstoffchemie als Wechselwirkung zwischen Metall-Kationen und Teilchen mit freien Elektronenpaaren beschreiben (Tollens- oder Benedict-Probe, Biuret-Reaktion) (18) die Primär-, Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur von Proteinen erläutern (19) Versuche zur Denaturierung von Proteinen durchführen und auswerten</p>	<p>Ca. 20 Stunden</p> <p>Proteine</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Makromoleküle, aufgebaut aus Aminosäuren ▪ Unterteilung je nach Länge in Peptide und Proteine ▪ Aufgaben der Proteine ▪ Struktur der L-α-Aminosäuren ▪ Aufbau von Peptide und Proteine aus verknüpften AS, Peptidbindung ▪ Hydrolyse von Proteinen und Peptiden ▪ Nachweis von Proteinen und Peptiden (Ninhydrin- und Biuret-Reaktion) ▪ Denaturierung von Proteinen ▪ Einführung von Grundbegriffen der Komplexverbindungen ▪ koordinative Bindung am Beispiel von Kupfer(II)-Komplexen, Silber-Ionen-Komplexe, Biuret-Reaktion 	<p>Bemerkung Bereich</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Umgangssprachlich: Eiweiße <ul style="list-style-type: none"> → VB → Biologie ▪ Position der Amino- und Carboxygruppe ▪ Vorliegen als Ammonium- und Carboxylat-Ion ▪ Wdh. optische Aktivität, D-/L-Form ▪ Zwitterion, Zusammenhang mit Aggregatzustand der AS ▪ saure, neutrale, basische AS ▪ SÜ: Löslichkeit von Tyrosin in wässrigen Lösungen mit verschiedenen pH-Werten (Wechselwirkungen) ▪ Elektrophorese <ul style="list-style-type: none"> → Biologie ▪ Eingeschränkte freie Drehbarkeit der Peptidbindung aufgrund von Mesomerie

		<ul style="list-style-type: none"> Primär-, Sekundär-, Tertiär-, Quartärstruktur 	<ul style="list-style-type: none"> SÜ zur Hydrolyse SÜ: Nachweise mit verschiedenen Stoffen (ein Zucker, eine AS, ein Peptid, Blindprobe) SÜ: Denaturierung durch saure und alkalische Lösungen, Alkohol, Schwermetall-Ionen Enzyme als temperaturempfindliche Katalysatoren SÜ/LD: Nachweis von N-Atomen in organischen Stoffen durch Erhitzen mit Natronlauge Wiederholung der Wechselwirkungen, verschiedene Darstellungsformen von Proteinen
<p>2.2 Kommunikation</p> <p>4) chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und gegebenenfalls mithilfe von Modellen und Darstellungen beschreiben, veranschaulichen oder erklären (6) Zusammenhänge zwischen Alltagserscheinungen und chemischen Sachverhalten herstellen und dabei Alltagssprache bewusst in Fachsprache übersetzen</p> <p>2.3 Bewertung</p> <p>(2) Bezüge zu anderen Unterrichtsfächern aufzeigen</p>	<p>3.4.4 Naturstoffe</p> <p>(11) die Struktur von Fettmolekülen beschreiben (gesättigte und ungesättigte Fettsäuren, Glycerin, Ester) (12) die Eigenschaften von Fetten erklären (hydrophob, lipophil, Konsistenz, Addition von Halogenen) (13) Fette und Kohlenhydrate als Energieträger in Lebewesen vergleichen</p>	<p>Ca. 8 Stunden</p> <p>Fette</p> <ul style="list-style-type: none"> Aufbau der Fette aus Glycerin und verschiedenen Fettsäuren Esterspaltung durch Verseifung (Hydrolyse) Gesättigte und ungesättigte Fettsäuren Nachweis der Doppelbindung durch elektrophile Addition Eigenschaften der Fette (Schmelzbereich, Wasserlöslichkeit) Vergleich des Energiegehalts von Fetten und Kohlenhydraten Diagnose und Übungen zu den Naturstoffklassen 	<p>Bemerkung Bereich</p> <ul style="list-style-type: none"> Lernbox: Die Stoffklasse der Fette Wdh. Estergruppe, Esterbildung SÜ/LD: Verseifung eines Fettes cis-trans-Isomerie (Z/E) Fette in Lebensmitteln → PG → VB Addition von Iod an die Doppelbindung SÜ zu Eigenschaften der Fette Energie pro Masse, Kohlenhydrate als Energiespeicher nur bei immobilen Lebewesen → Biologie → Physik

3.3 Themenbereich „Chemisches Gleichgewicht

[hier geht's zum Material](#)

3.3.1 Didaktische Überlegungen

Die Schülerinnen und Schüler erlangen ein vertieftes Verständnis des Konzepts des chemischen Gleichgewichts und erweitern so ihre Vorstellungen zur chemischen Reaktion. Sie nutzen experimentelle Befunde und Betrachtungen auf der Modellebene zur Charakterisierung des dynamischen Gleichgewichts. Mit dem Massenwirkungsgesetz beschreiben sie die Lage des chemischen Gleichgewichts quantitativ. Sie erfassen die Bedeutung des Prinzips von Le Chatelier für die Gestaltung von Reaktionsbedingungen bei großtechnischen Prozessen.

3.3.2 Tabellarische Darstellung der Unterrichtssequenz

Prozessbezogene Kompetenzen	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Unterrichtsverlauf	Bemerkungen
<p>2.1 Erkenntnisgewinnung</p> <p>(8) aus Einzelerkenntnissen Regeln ableiten und deren Gültigkeit überprüfen (10) Modelle und Simulationen nutzen, um sich naturwissenschaftliche Sachverhalte zu erschließen</p> <p>2.2 Kommunikation</p> <p>(3) Informationen in Form von Tabellen, Diagrammen, Bildern und Texten darstellen und Darstellungsformen ineinander überführen (5) fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren (6) Zusammenhänge zwischen Alltagserscheinungen und chemischen Sachverhalten</p>	<p>3.4.2 Chemische Gleichgewichte</p> <p>(2) die Reaktionsgeschwindigkeit und ihre Abhängigkeit von der Konzentration und der Temperatur beschreiben und auf der Teilchenebene erklären (RGT-Regel, Stoßtheorie, Reaktionsrate)</p>	<p>Ca. 4 Stunden</p> <ul style="list-style-type: none"> Reaktionsgeschwindigkeit auf der Stoffebene Reaktionsgeschwindigkeit auf der Teilchenebene als Reaktionsrate Stoßtheorie RGT-Regel 	<p>Bemerkung Bereich</p> <ul style="list-style-type: none"> Langsame, mittelschnelle und schnelle Reaktionen Reaktionsgeschwindigkeit als Konzentrationsänderung pro Zeit SÜ: Reaktion von Calciumcarbonat mit Salzsäure und Messen des Kohlenstoffdioxid-Volumens in Abhängigkeit von der Zeit (indirekt über Massenverlust oder direkt mithilfe eines Kolbenprobers), Diagramminterpretation RGT-Regel als Phänomen, Möglichkeit der Interpretation über Arrhenius-Gleichung, Einfluss von Katalysatoren SÜ: Sonnenuntergangsreaktion

herstellen und dabei Alltagssprache bewusst in Fachsprache übersetzen			
2.3 Bewertung (2) Fragestellungen, gegebenenfalls mit Hilfsmitteln, erschließen			
2.1 Erkenntnisgewinnung (3) Hypothesen bilden 2.2 Kommunikation (4) chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und gegebenenfalls mithilfe von Modellen und Darstellungen beschreiben, veranschaulichen oder erklären (5) fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren	3.4.2 Chemische Gleichgewichte (1) die Umkehrbarkeit einer Reaktion als Voraussetzung für die Einstellung eines Gleichgewichts nennen (3) die Veresterung als umkehrbare Reaktion erläutern (Reaktionsmechanismus, Carbokation, nucleophiler Angriff) (5) Gleichgewichtskonzentrationen experimentell ermitteln (Estergleichgewicht)	Ca. 9 Stunden <ul style="list-style-type: none"> ▪ Umkehrbare Reaktionen ▪ Synthese und Analyse von Ammoniumchlorid ▪ Esterherstellung und Esterhydrolyse ▪ Mechanismus der Veresterung 	Bemerkung Bereich <ul style="list-style-type: none"> ▪ LD / SÜ: Bildung und Thermolyse von Ammoniumchlorid ▪ SÜ: Reaktionsansätze zur Einstellung eines Ethansäureethylester-Gleichgewichts herstellen ▪ SÜ: Bestimmung der Oxonium-Ionenkonzentration im Gleichgewichtszustand nach ca. 10 Tagen durch eine Säure-Base-Titration Hinweis: Je nach Experimentiererfahrung sind vorab Übungen zur Titration nötig, um gute Ergebnisse bei der Titration der Reaktionsansätze zu erhalten. ▪ Hinweis: Für die Einführung des Mechanismus der Veresterung sollte bereits die Mesomerie bekannt sein. Alternativ kann der Mechanismus auch bei den Kunststoffen (Polyestern) eingeführt oder vertieft werden.
2.1 Erkenntnisgewinnung (2) Fragestellungen, gegebenenfalls mit Hilfsmitteln, erschließen (6) Laborgeräte benennen und sachgerecht damit umgehen (10) Modelle und Simulationen nutzen, um sich naturwissenschaftliche Sachverhalte zu erschließen	3.4.2 Chemische Gleichgewichte (4) die Einstellung des chemischen Gleichgewichts aufgrund der Angleichung der Reaktionsraten der Hin- und Rückreaktion erklären (6) ein Modellexperiment zur Gleichgewichtseinstellung durchführen und auswerten	Ca. 7 Stunden <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dynamisches Gleichgewicht, Simulation ▪ Massenwirkungsgesetz ▪ Mögliche Einheiten von K_c ▪ Aussage des Zahlenwertes von K_c ▪ Betrachtung offener und geschlossener Systeme 	Bemerkung Bereich <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dynamisches Gleichgewicht aufgrund Angleichung der Reaktionsraten von Hin- und Rückreaktion (CHEMKON 2020, 27 Nr. 2, 96-98) ▪ SÜ: Stechheber-Versuch ▪ Grafischer Verlauf der Gleichgewichtseinstellung chemischer Reaktionen (Konzentration, Zeit)

<p>(11) die Grenzen von Modellen aufzeigen (12) quantitative Betrachtungen und Berechnungen zur Deutung und Vorhersage chemischer Phänomene einsetzen</p> <p>2.2 Kommunikation</p> <p>(4) chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und gegebenenfalls mithilfe von Modellen und Darstellungen beschreiben, veranschaulichen oder erklären (5) fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren</p>	<p>(7) mithilfe des Massenwirkungsgesetzes Berechnungen zur Lage von homogenen Gleichgewichten durchführen (Gleichgewichtskonstante K_c, Gleichgewichtskonzentration)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Betrachtung heterogener Systeme 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Übungen zum Massenwirkungsgesetz, zur Lage des chemischen Gleichgewichts
<p>2.1 Erkenntnisgewinnung</p> <p>(3) Hypothesen bilden (8) aus Einzelerkenntnissen Regeln ableiten und deren Gültigkeit überprüfen (12) quantitative Betrachtungen und Berechnungen zur Deutung und Vorhersage chemischer Phänomene einsetzen</p> <p>2.2 Kommunikation</p> <p>(4) chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und gegebenenfalls mithilfe von Modellen und Darstellungen beschreiben, veranschaulichen oder erklären (5) fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren</p>	<p>3.4.2 Chemische Gleichgewichte</p> <p>(8) das Massenwirkungsgesetz auf Löslichkeitsgleichgewichte anwenden (Lösungsvorgang, Wechselwirkung zwischen Ionen und Dipolmolekülen, heterogenes Gleichgewicht, Löslichkeitsprodukt K_L) (9) Möglichkeiten zur Beeinflussung von chemischen Gleichgewichten mit dem Prinzip von Le Chatelier erklären (Konzentrations-, Druck- und Temperaturänderung)</p>	<p>Ca. 11 Stunden</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Abhängigkeit des chemischen Gleichgewichts von Temperatur, Konzentration und Druck ▪ Massenwirkungsgesetz ▪ Gleichgewichtskonstante K_c ▪ Prinzip von Le Chatelier; Einfluss von Temperatur, Konzentration und Druck ▪ Löslichkeitsprodukt K_L 	<p>Bemerkung Bereich</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Veränderung des chemischen Gleichgewichts durch eine Temperaturänderung ▪ Störung des chemischen Gleichgewichts durch Druck- und Konzentrationsänderungen ▪ LD: Eisenthiocyanat-Gleichgewicht ▪ LD: Stickstoffdioxid-Distickstofftetroxid-Gleichgewicht (Temperaturabhängigkeit) ▪ SÜ: Ist die Reaktion von Ammoniak mit Wasser exotherm oder endotherm? (Spritzentechnik) ▪ SÜ: Kohlenstoffdioxid/Kohlensäure (Druck-, Temperaturabhängigkeit) Unterricht Chemie 17, 2006 Nr. 96, S. 34-37 ▪ LD/SÜ: Bestimmung des Löslichkeitsprodukts von Calciumhydroxid durch Neutralisationstitration mit Salzsäure

<p>2.1 Erkenntnisgewinnung</p> <p>(2) Fragestellungen, gegebenenfalls mit Hilfsmitteln, erschließen</p> <p>2.2 Kommunikation</p> <p>(1) in unterschiedlichen analogen und digitalen Medien zu chemischen Sachverhalten und in diesem Zusammenhang gegebenenfalls zu bedeutenden Forscherpersönlichkeiten recherchieren</p> <p>(5) fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren</p> <p>(8) die Bedeutung der Wissenschaft Chemie und der chemischen Industrie, auch im Zusammenhang mit dem Besuch eines außerschulischen Lernorts, für eine nachhaltige Entwicklung exemplarisch darstellen</p> <p>2.3 Bewertung</p> <p>(6) Verknüpfungen zwischen persönlich oder gesellschaftlich relevanten Themen und Erkenntnissen der Chemie herstellen, aus unterschiedlichen Perspektiven diskutieren und bewerten</p>	<p>3.4.2 Chemische Gleichgewichte</p> <p>(10) die Reaktionsbedingungen (Temperatur, Druck, Konzentration, Katalysator) bei der großtechnischen Ammoniaksynthese unter dem Aspekt der Erhöhung der Ammoniakausbeute diskutieren und die Leistungen von Haber und Bosch darstellen</p> <p>(11) die gesellschaftliche Bedeutung der Ammoniaksynthese erläutern</p>	<p>Ca. 4 Stunden</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Haber-Bosch-Verfahren ▪ Ammoniak als wichtiger Rohstoff in der Industrie ▪ Historische Bedeutung der Ammoniaksynthese ▪ Diagnose und Übungen zu chemischen Gleichgewichten 	<p>Bemerkung Bereich</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Recherche zu Bedeutung der Ammoniaksynthese → MB ▪ Einfluss der Reaktionsbedingungen auf die Ammoniak-Ausbeute (Temperatur, Druck, Konzentration, Katalysator); Begründung über Prinzip von Le Chatelier ▪ Kritische/ ethische Betrachtung weltverändernder Errungenschaften (Bosch, Haber, Nobel) → BNE → Geschichte ▪ Katalysator zur Verringerung der benötigten Mindesttemperatur
--	--	---	--

3.4 Themenbereich „Säure-Base-Gleichgewichte“

[hier geht's zum Material](#)

3.4.1 Didaktische Überlegungen

Die Schülerinnen und Schüler wenden das Donator-Akzeptor-Prinzip auf das Säure-Base-Gleichgewicht an. Mithilfe der Säurekonstanten beschreiben sie Säure-Base-Gleichgewichte quantitativ. Sie deuten den pH-Wert als Maß für die Konzentration der Oxonium-Ionen in sauren und alkalischen Lösungen. Sie beschreiben die Funktionsweise von Indikatoren und Puffersystemen und nutzen qualitative und quantitative experimentelle Methoden zur Untersuchung von Säure-Base-Gleichgewichten.

3.4.2 Tabellarische Darstellung der Unterrichtssequenz

Prozessbezogene Kompetenzen	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Unterrichtsverlauf	Bemerkungen
<p>2.1 Erkenntnisgewinnung</p> <p>(10) Modelle und Simulationen nutzen, um sich naturwissenschaftliche Sachverhalte zu erschließen</p> <p>2.2 Kommunikation</p> <p>(4) chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und gegebenenfalls mithilfe von Modellen und Darstellungen beschreiben, veranschaulichen oder erklären</p> <p>(5) fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren</p> <p>(6) Zusammenhänge zwischen Alltagserscheinungen und chemischen Sachverhalten herstellen und dabei Alltagssprache bewusst in Fachsprache übersetzen</p>	<p>3.4.3 Säure-Base-Gleichgewichte</p> <p>(1) Säure-Base-Reaktionen mithilfe der Theorie von Brønsted beschreiben (Donator-Akzeptor-Prinzip)</p> <p>(2) das Konzept des chemischen Gleichgewichts auf Säure-Base-Reaktionen mit Wasser anwenden (HCl, HNO₃, H₂SO₄, H₂CO₃, H₃PO₄, NH₃, O²⁻, CH₃COOH, konjugierte Säure-Base-Paare, Wasser-Molekül als amphoterer Teilchen)</p>	<p>Ca. 6 Stunden</p> <p>Begriffe</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Oxonium-Ion, Hydroxid-Ion und deren Nachweis (Wdh. Klasse 9) ▪ Protonendonator, Protonenakzeptor ▪ Protolyse als Protonenübergang (Wdh. Mittelstufe) ▪ Amphoterer Teilchen ▪ konjugierte Säure-Base-Paare ▪ Übersicht über wichtige Säuren und ihre konjugierten Basen 	<p>Bemerkung Bereich</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ LD/SÜ: Reaktion von Ammoniak mit Wasser, Reaktion von Chlorwasserstoff mit Wasser, Reaktion von Ammoniak mit Chlorwasserstoff ▪ Nachweis der entstehenden Teilchen mit Silbernitrat-Lösung, elektrischer Leitfähigkeit, Färbung von pH-Papier ▪ SÜ: Säuren und ihre konjugierten Basen ▪ Learning App ▪ Verweis auf Proteine (Zwitterionen)

<p>2.1 Erkenntnisgewinnung</p> <p>(5) qualitative und quantitative Experimente unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durchführen, beschreiben, protokollieren und auswerten</p>	<p>3.4.3 Säure-Base-Gleichgewichte</p> <p>(3) Nachweise für Ammonium-Ionen und Carbonat-Ionen durchführen und erklären</p>	<p>Ca. 1 Stunde</p> <ul style="list-style-type: none"> Ammonium- und Carbonat-Nachweis 	<p>Bemerkung Bereich</p> <ul style="list-style-type: none"> SÜ: Nachweisreaktionen für NH_4^+- und CO_3^{2-}-Ionen
<p>2.1 Erkenntnisgewinnung</p> <p>(1) chemische Phänomene erkennen, beobachten und beschreiben (2) Fragestellungen, gegebenenfalls mit Hilfsmitteln, erschließen (3) Hypothesen bilden</p> <p>2.2 Kommunikation</p> <p>(4) chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und gegebenenfalls mithilfe von Modellen und Darstellungen beschreiben, veranschaulichen oder erklären (5) fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren</p>	<p>3.4.3 Säure-Base-Gleichgewichte</p> <p>(6) die Definition des pH-Werts nennen (7) die Autoprotolyse des Wassers und ihren Zusammenhang mit dem pH-Wert des Wassers erläutern</p>	<p>Ca. 4 Stunden</p> <p>pH-Wert</p> <ul style="list-style-type: none"> Autoprotolyse von Wasser Ionenprodukt des Wassers Definition des pH-Werts Zusammenhang pH-Wert und pOH-Wert Übungen zur Berechnung von pH, pOH, Konzentrationen von Oxonium- und Hydroxid-Ionen 	<p>Bemerkung Bereich</p> <ul style="list-style-type: none"> Konzentration von Wasser in sich selbst bei 25 °C Vergleich des Verhältnisses von Wasser-Molekülen und Oxonium-Ionen in Lösungen $K_w = c(\text{H}_3\text{O}^+) \cdot c(\text{OH}^-) = 10^{-14} \text{ mol}^2 \cdot \text{L}^{-2}$ bei 25 °C $\text{pH} = -\log c(\text{H}_3\text{O}^+)$ $\text{pOH} = -\log c(\text{OH}^-)$ $\text{pH} + \text{pOH} = \text{p}K_w = 14$ Achtung: Logarithmus-Gesetze sind aus Mathematik nach dem BP2016 nicht bekannt. Visualisierung der Definition des pH-Werts durch Verdünnungsreihe Simulation mit PhetColorado (My Solution wählen)
<p>2.1 Erkenntnisgewinnung</p> <p>(2) Fragestellungen, gegebenenfalls mit Hilfsmitteln, erschließen (4) Experimente zur Überprüfung von Hypothesen planen (7) Vergleichen als naturwissenschaftliche Methode nutzen</p>	<p>3.4.3 Säure-Base-Gleichgewichte</p> <p>(4) die Säurekonstante K_s aus dem Massenwirkungsgesetz ableiten (5) Säuren und Basen mithilfe der $\text{p}K_s$-Werte (Säurestärke) beziehungsweise $\text{p}K_B$-Werte (Basenstärke) klassifizieren</p>	<p>Ca. 8 Stunden</p> <p>Starke Säuren und Basen</p> <ul style="list-style-type: none"> Herleitung des K_s-Wertes aus dem Massenwirkungsgesetz K_B-Wert starke Säuren und Basen ($\text{p}K < 0$), schwache Säuren und Basen ($4 < \text{p}K < 10$) 	<p>Bemerkung Bereich</p> <ul style="list-style-type: none"> $K_s = \frac{c(\text{H}_3\text{O}^+) \cdot c(\text{A}^-)}{c(\text{HA})}$ $K_B = \frac{c(\text{OH}^-) \cdot c(\text{HB}^+)}{c(\text{B})}$ Tabelle mit $\text{p}K_s$-Werten (vgl. Anlage Abitur)

<p>(8) aus Einzelerkenntnissen Regeln ableiten und deren Gültigkeit überprüfen (12) quantitative Betrachtungen und Berechnungen zur Deutung und Vorhersage chemischer Phänomene einsetzen</p> <p>2.2 Kommunikation</p> <p>(4) chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und gegebenenfalls mithilfe von Modellen und Darstellungen beschreiben, veranschaulichen oder erklären (5) fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren</p>	<p>(8) pH-Werte von Lösungen starker einprotoniger Säuren, starker Basen und von Hydroxidlösungen rechnerisch ermitteln</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zusammenhang von pKs und pKb-Werten bei konjugierten Säure-Base-Paaren ▪ Formel zur Berechnung des pH-Werts starker Säuren und Basen ▪ Das Oxid-Ion als starke Base 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Je kleiner der pKs -Wert, desto stärker ist die Säure ▪ Für konjugierte Säure-Base-Paare gilt: $pK_s + pK_b = 14$ bei 25 °C ▪ SÜ: Vorhersage zu Salzlösungen treffen ▪ LearningApp ▪ $pH = -\log c_0(HA)$, da $c(H_3O^+) = c_0(HA)$ ▪ $pOH = -\log c_0(B)$, da $c(OH^-) = c_0(B)$ ▪ SÜ: Herstellung einer alkalischen Lösung aus einem Metalloxid (z. B. CaO)
<p>2.1 Erkenntnisgewinnung</p> <p>(2) Fragestellungen, gegebenenfalls mit Hilfsmitteln, erschließen (8) aus Einzelerkenntnissen Regeln ableiten und deren Gültigkeit überprüfen (7) Vergleichen als naturwissenschaftliche Methode nutzen (12) quantitative Betrachtungen und Berechnungen zur Deutung und Vorhersage chemischer Phänomene einsetzen</p> <p>2.2 Kommunikation</p> <p>(4) chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und gegebenenfalls mithilfe von Modellen und Darstellungen</p>	<p>3.4.3 Säure-Base-Gleichgewichte</p> <p>(9) im Nährungsverfahren pH-Werte für Lösungen schwacher Säuren und Basen rechnerisch ermitteln (14) das Konzept des Säure-Base-Gleichgewichts auf Indikatoren anwenden (15) eine Dünnschichtchromatografie zur Ermittlung von Bestandteilen des Universalindikators durchführen und erklären (Rf-Wert, stationäre Phase, mobile Phase)</p>	<p>Ca. 10 Stunden</p> <p>Schwache Säuren und Basen</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Herleitung von Formeln zur Berechnung des pH-Werts von Lösungen schwacher Säuren und Basen ▪ Übungen zur Berechnung von Lösungen starker und schwacher Säuren und Basen ▪ Indikatoren: Funktionsweise als Protonendonatoren-/ -akzeptoren, Umschlagsbereich ▪ Dünnschichtchromatografie eines Universalindikators 	<p>Bemerkung Bereich</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ $pH = \frac{1}{2} (pK_s - \log c_0(HA))$ ▪ $pOH = \frac{1}{2} (pK_b - \log c_0(B))$ ▪ Übungen zur Berechnung von pH-Werten ▪ LearningApp ▪ Henderson-Hasselbalch-Gleichung für das Protolysegleichgewicht $HInd + H_2O \rightleftharpoons Ind^- + H_3O^+$ ▪ Umschlagsbereich: $pH = pK_s(H_{Ind}) \pm 1$ ▪ Übersicht über Umschlagsbereiche ▪ SÜ: Dünnschichtchromatografie Proske, Kuhnt, Röder; Chemie in der Schule, 42/1995 S. 103

beschreiben, veranschaulichen oder erklären (5) fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren			
<p>2.1 Erkenntnisgewinnung</p> <p>(6) Laborgeräte benennen und sachgerecht damit umgehen (7) Vergleichen als naturwissenschaftliche Methode nutzen (12) quantitative Betrachtungen und Berechnungen zur Deutung und Vorhersage chemischer Phänomene einsetzen</p> <p>2.2 Kommunikation</p> <p>(3) Informationen in Form von Tabellen, Diagrammen, Bildern und Texten darstellen und Darstellungsformen ineinander überführen (4) chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und gegebenenfalls mithilfe von Modellen und Darstellungen beschreiben, veranschaulichen oder erklären (5) fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren (7) den Verlauf und die Ergebnisse ihrer Arbeit dokumentieren sowie adressatenbezogen präsentieren (10) als Team ihre Arbeit planen, strukturieren, reflektieren und präsentieren</p>	<p>3.4.3 Säure-Base-Gleichgewichte</p> <p>(10) Säure-Base-Titrationen zur Konzentrationsbestimmung planen, durchführen und auswerten (11) die Titration von Salzsäure und verdünnter Essigsäure mit Natronlauge durchführen, die Veränderung des pH-Werts während der Titration erklären sowie den pH-Wert charakteristischer Punkte einer Titrationskurve ermitteln (Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt) (12) die Titrationskurven mehrprotoniger Säuren erklären (13) eine konduktometrische Messung durchführen und auswerten</p>	<p>Ca. 8 Stunden</p> <p>Säure-Base-Titration</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Prinzip der Titration ▪ Versuchsaufbau ▪ Bestimmung des Äquivalenzpunktes durch <ul style="list-style-type: none"> ▫ Farbumschlag Indikator ▫ pH-Wert-Änderung ▪ Vergleichende Betrachtung der Titrationskurven von starker bzw. schwacher Säure mit starker Base ▪ Berechnung des pH-Werts an charakteristischen Punkten einer Titrationskurve: pH-Wert zu Beginn und am Ende der Titration, pH-Wert am HÄP, pH-Wert am ÄP ▪ Konduktometrische Messung durchführen und auswerten 	<p>Bemerkung Bereich</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ SÜ: Titration von Salzsäure mit Natronlauge mit Indikatorlösung ▪ SÜ: Titration von Essigsäure mit Natronlauge mit digitaler Messwerterfassung ▪ SÜ: konduktometrische Titration von Salzsäure mit Natronlauge ▪ SÜ: konduktometrische Titration von Essigsäure mit Natronlauge ▪ Simulationen z. B. mit https://schneehuhn.ch/titration/tit/ ▪ LearningApp

2.1 Erkenntnisgewinnung	3.4.3 Säure-Base-Gleichgewichte	Ca. 4 Stunden	Bemerkung Bereich
<p>(2) Fragestellungen, gegebenenfalls mit Hilfsmitteln, erschließen</p> <p>2.2 Kommunikation</p> <p>(4) chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und gegebenenfalls mithilfe von Modellen und Darstellungen beschreiben, veranschaulichen oder erklären (5) fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren</p> <p>2.3 Bewertung</p> <p>(1) in lebensweltbezogenen Ereignissen chemische Sachverhalte erkennen (2) Bezüge zu anderen Unterrichtsfächern aufzeigen</p>	<p>(16) die Wirkungsweise von Puffersystemen und deren Bedeutung an Beispielen erklären und den pH-Wert von Pufferlösungen berechnen (Henderson-Hasselbalch-Gleichung)</p>	<p>Puffer</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Definition ▪ Wirkungsweise ▪ Pufferbereich ▪ Henderson-Hasselbalch-Gleichung ▪ Anwendung auf Titrationskurven 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Blutpuffer → Biologie ▪ SÜ: Pufferbereich ▪ SÜ: Aminosäuren als Puffer ▪ Material z.B. unter lncu.de ▪ Diagnose und Übungen zur Unterrichtseinheit

3.5 Themenbereich „Aromaten und Reaktionsmechanismen“

[hier geht's zum Material](#)

3.5.1 Didaktische Überlegungen

Die Schülerinnen und Schüler lernen mit den Aromaten eine neue Stoffgruppe mit hoher Alltagsbedeutung kennen und vertiefen ihre Kenntnisse zum Gesundheits- und Arbeitsschutz beim Umgang mit Gefahrstoffen. Am Beispiel der Reaktionen von Alkanen, Alkenen und Aromaten unterscheiden sie verschiedene Reaktionsmechanismen. Mit der Beschreibung der Bindungsverhältnisse in Aromaten erweitern sie ihre Vorstellung über das Wesen naturwissenschaftlicher Modelle.

3.5.2 Tabellarische Darstellung der Unterrichtssequenz

Prozessbezogene Kompetenzen	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Unterrichtsverlauf	Bemerkungen
<p>2.1 Erkenntnisgewinnung</p> <p>(10) Modelle und Simulationen nutzen, um sich naturwissenschaftliche Sachverhalte zu erschließen</p> <p>(11) die Grenzen von Modellen aufzeigen</p> <p>2.2 Kommunikation</p> <p>(1) in unterschiedlichen analogen und digitalen Medien zu chemischen Sachverhalten und in diesem Zusammenhang gegebenenfalls zu bedeutenden Forscherpersönlichkeiten recherchieren</p>	<p>3.4.5 Aromaten und Reaktionsmechanismen</p> <p>(1) Eigenschaften, Vorkommen und Verwendung von Benzen/Benzol beschreiben</p> <p>(2) am Beispiel aromatischer Verbindungen die mögliche Gesundheitsgefährdung durch einen Stoff beschreiben (Expositions-Risiko-Beziehung)</p>	<p>Ca. 2 Stunden</p> <p>Benzol</p> <ul style="list-style-type: none"> Eigenschaften, Vorkommen, Verwendung Gesundheitsgefahren durch die Verwendung von Benzol und anderer Aromaten (Expositions-Risiko-Beziehung) 	<p>Bemerkung Bereich</p> <ul style="list-style-type: none"> Gewinnung aus Erdöl, aromatische Ringe in vielen Alltagsprodukten (Verweis auf PET, aromatische Aminosäuren, ...) Benzol als Zusatz in Benzin und als Rohstoff Stoffdatenblatt von Benzol: Gefahrenpiktogramme, H&P-Sätze Recherche und Diskussion zur Problematik bei der Nutzung und Entsorgung von Aromaten, z.B. Verbrennung bei niedrigen Temperaturen (thermische Verwertung, Zigarettenrauch) → VB

<p>2.2 Kommunikation</p> <p>(4) chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und gegebenenfalls mithilfe von Modellen und Darstellungen beschreiben, veranschaulichen oder erklären (9) ihren Standpunkt in Diskussionen zu chemischen Themen fachlich begründet vertreten</p> <p>2.3 Bewertung</p> <p>(1) in lebensweltbezogenen Ereignissen chemische Sachverhalte erkennen (6) Verknüpfungen zwischen persönlich oder gesellschaftlich relevanten Themen und Erkenntnissen der Chemie herstellen, aus unterschiedlichen Perspektiven diskutieren und bewerten (11) ihr Fachwissen zur Beurteilung von Risiken und Sicherheitsmaßnahmen anwenden</p>	<p>3.4.5 Aromaten und Reaktionsmechanismen</p> <p>(3) Grenzen bisher erarbeiteter Bindungsmodelle und unerwartete Eigenschaften des Benzols/Benzols aus der besonderen Molekülstruktur erklären (Kekulé, delokalisiertes Elektronenringsystem, Mesomeriestabilisierung, Substitution statt Addition) (4) die Mechanismen der elektrophilen Addition an Alkene und der elektrophilen Substitution an Benzol (Erstsubstitution, Arenium-Ion) beschreiben (5) Substitutionsreaktionen (S_E [...]) anhand der strukturellen Voraussetzungen des Eduktmoleküls und des angreifenden Teilchens (Elektrophil, Nucleophil [...]) vergleichen</p>	<p>Ca. 13 Stunden</p> <p>Benzol und dessen Reaktionen</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Reaktivität von Benzol im Vergleich zu Alkenen ▪ Grenzen des bisherigen Bindungsmodells ▪ Erklärung der Unterschiede in der Reaktivität über energetische Absenkung durch Delokalisierung der Elektronen (Mesomerie) ▪ Historische Entwicklung des heutigen Bindungsmodells von Benzol (Kekulé) ▪ Kennzeichen aromatischer Moleküle <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mechanismus der Addition an Alkene ▪ Erstsubstitution am Benzol mit Mechanismus (elektrophile aromatische Substitution, Arenium-Ion, Katalysator) 	<p>Bemerkung Bereich</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lernplattform Aromaten ▪ Addition vs. Substitution <ul style="list-style-type: none"> ▪ Vergleich der Energiediagramme bei Addition und Substitution an Benzol <ul style="list-style-type: none"> ▪ Konstitutionsisomere des Benzols ▪ Kohlenwasserstoffe, konjugierte Doppelbindungen, Ringform, Planarität ▪ π Elektronen evtl. $4n+2$ π-Elektronen evtl. Orbitalmodell ▪ FlipaClip-Animation zum Mechanismus der elektrophilen Addition an Alkene und Arbeitsblatt ▪ ZappAr-Anwendung zur elektrophilen Substitution am Benzol (Uni Konstanz) ▪ FlipaClip-Animation zum Mechanismus der elektrophilen Substitution an Aromaten und Arbeitsblatt ▪ Vertiefung: Zweitsubstitution
---	--	--	--

3.6 Themenbereich „Kunststoffe“

3.6.1 Didaktische Überlegungen

Die Schülerinnen und Schüler erlangen am Beispiel der Entwicklung von Kunststoffen mit gezielt geplanten Eigenschaften ein differenziertes Verständnis von Struktur-Eigenschaften-Beziehungen. Sie beschreiben die drei wichtigsten Reaktionstypen zur Kunststoffsynthese und können an einem Beispiel einen Reaktionsmechanismus erläutern. Auf diese Weise vertiefen sie ihre Kenntnisse im Bereich „Chemische Reaktion“. Sie kennen die wichtigsten Massenkunststoffe und stellen Anforderungen an eine zukunftssichere Entwicklung, Verwendung und Entsorgung von Kunststoffen an Beispielen differenziert und detailliert dar.

3.6.2 Tabellarische Darstellung der Unterrichtssequenz

Prozessbezogene Kompetenzen	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Unterrichtsverlauf	Bemerkungen
2.2 Kommunikation (4) chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und gegebenenfalls mithilfe von Modellen und Darstellungen beschreiben, veranschaulichen oder erklären	3.4.6 Kunststoffe (1) den Zusammenhang zwischen den Eigenschaften von Kunststoffen und ihrer Struktur erläutern (Thermoplaste, Duromere, Elastomere, Vernetzungsgrad, kristalline und amorphe Bereiche)	Ca. 3 Stunden <ul style="list-style-type: none"> ▪ Thermoplaste, Duromere, Elastomere: Struktur und Eigenschaften ▪ Kunststoffe als Makromoleküle, Definition ▪ Begründung der Eigenschaften über Vernetzung und Wechselwirkungen ▪ Kristalline und amorphe Bereiche 	Bemerkung Bereich <ul style="list-style-type: none"> ▪ LD/SÜ: Eigenschaften von Kunststoffen Vergleich mit Naturstoffen ▪ Strukturmodelle: Schematische Darstellung der Kunststoffklassen
2.1 Erkenntnisgewinnung (5) qualitative und quantitative Experimente unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durchführen, beschreiben, protokollieren und auswerten	3.4.5 Aromaten und Reaktionsmechanismen (5) Substitutionsreaktionen (S_E , S_N) anhand der strukturellen Voraussetzungen des Eduktmoleküls und des angreifenden Teilchens (Elektrophil, Nucleophil, [...]) vergleichen	Ca. 5 Stunden Polykondensation <ul style="list-style-type: none"> ▪ Abspaltung kleiner Moleküle ▪ Mechanismus beim nucleophilen Angriff (Elektrophil, Nucleophil) ▪ Polyester und Polyamide ▪ Reaktionsgleichungen 	Bemerkung Bereich <ul style="list-style-type: none"> ▪ Wdh. Prinzip der Veresterung ▪ Amino-, Hydroxy-, Carboxygruppe ▪ SÜ: Polykondensation von Zitronensäure oder Milchsäure ▪ LD/SÜ: Nylonsynthese

	<p>3.4.6 Kunststoffe</p> <p>(2) die Prinzipien wichtiger Kunststoffsynthesen mithilfe chemischer Formeln darstellen ([...] Polykondensation [...])</p> <p>(3) Strukturformeln der Monomere und sinnvolle Strukturformelausschnitte der Polymere darstellen und benennen ([...] Polyethylenterephthalat, Polymilchsäure [...])</p> <p>(5) einen Versuch zur Herstellung eines [...] Polykondensats planen und durchführen</p> <p>(9) die Nutzung nachwachsender Rohstoffe zur Herstellung von Kunststoffen erläutern</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Strukturformelausschnitte ▪ Benennung der funktionellen Gruppen ▪ Di- und trifunktionelle Monomere (Eigenschaftsteuerung) ▪ Beispiele von Polykondensaten 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ PET, Nylon, PLA ▪ Versuchsplanung durch SuS ▪ Illustrierende Prüfungsaufgabe IQB: PET - ein Biokunststoff?
<p>2.2 Kommunikation</p> <p>(4) chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und gegebenenfalls mithilfe von Modellen und Darstellungen beschreiben, veranschaulichen oder erklären</p>	<p>3.4.5 Aromaten und Reaktionsmechanismen</p> <p>(5) Substitutionsreaktionen (S_E, S_N, S_R) anhand der strukturellen Voraussetzungen des Eduktmoleküls und des angreifenden Teilchens (Elektrophil, Nucleophil, Radikal) vergleichen</p> <p>3.4.6 Kunststoffe</p> <p>(2) die Prinzipien wichtiger Kunststoffsynthesen mithilfe chemischer Formeln darstellen (Polymerisation, [...] Polyaddition)</p> <p>(3) Strukturformeln der Monomere und sinnvolle Strukturformelausschnitte der Polymere darstellen und benennen (Polyethen, Polypropen, Polyvinylchlorid, Polystyrol, [...] Polyamide,</p>	<p>Ca. 11 Stunden</p> <p>Polymerisation</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Strukturelle Voraussetzungen ▪ Strukturformelausschnitte ▪ Reaktionsgleichungen ▪ Mechanismus in vier Schritten ▪ Polymerisate: Beispiele und Struktur-Eigenschafts-Beziehungen <p>Polyaddition</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Strukturelle Voraussetzungen ▪ Strukturformelausschnitte ▪ Reaktionsgleichungen <p>Mechanismen</p>	<p>Bemerkung Bereich</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ C-C-Doppel- oder Dreifachbindung ▪ Polymerisation/ Depolymerisation ▪ Radikalbildung, Kettenstart, Kettenwachstum, Kettenabbruch ▪ z. B. PS; PE, PP ▪ LD: Herstellung von PMMA ▪ Versuchsplanung durch SuS ▪ Quervernetzung von ungesättigten Polyestern ▪ Vertiefung: ABS als Copolymerisat ▪ Der Vergleich der Mechanismen muss nicht anhand der Kunststoffe/ Polymere erfolgen.

	<p>Polyurethane) (4) den Reaktionsmechanismus der radikalischen Polymerisation beschreiben (Radikalbildung, Kettenstart, Kettenwachstum, Kettenabbruch) (5) einen Versuch zur Herstellung eines Polymerisats [...] planen und durchführen</p>	<ul style="list-style-type: none"> Vergleich der Reaktionsmechanismen der Substitution (S_E, S_N, S_R) 	<ul style="list-style-type: none"> Alternativ kann der Vergleich auch bei den Aromaten erfolgen.
<p>2.2 Kommunikation</p> <p>(6) Zusammenhänge zwischen Alltagserscheinungen und chemischen Sachverhalten herstellen und dabei Alltagssprache bewusst in Fachsprache übersetzen</p> <p>2.3 Bewertung</p> <p>(8) Anwendungsbereiche oder Berufsfelder darstellen, in denen chemische Kenntnisse bedeutsam sind (9) ihr eigenes Handeln unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit einschätzen (10) Pro- und Kontra-Argumente unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Aspekte vergleichen und bewerten</p>	<p>3.4.6 Kunststoffe</p> <p>(6) Möglichkeiten zur Beeinflussung der Eigenschaften eines Kunststoffs begründen (Wahl der Monomere, Weichmacher, Reaktionsbedingungen) (7) die Verarbeitungsmöglichkeiten von Kunststoffen beschreiben (Spritzgießen, Tiefziehen, Kalandrieren, Extrudieren) (8) die unterschiedlichen Verwertungsmöglichkeiten für Kunststoffabfälle bewerten (Werkstoffrecycling, Rohstoffrecycling, energetische Verwertung, Kompostierung) (9) die Nutzung nachwachsender Rohstoffe zur Herstellung von Kunststoffen erläutern</p>	<p>Ca. 5 Stunden</p> <ul style="list-style-type: none"> Beeinflussung der Kunststoffeigenschaften: <ul style="list-style-type: none"> - Wahl der Monomere - Weichmacher - Reaktionsbedingungen Verarbeitungsmöglichkeiten von Kunststoffen Verwertungsmöglichkeiten von Kunststoffen Nachhaltig gewonnene und biologisch abbaubare Kunststoffe (Polymilchsäure) 	<p>Bemerkung Bereich</p> <ul style="list-style-type: none"> z. B. Konzentration, Temperatur, Druck, Radikalstarter Spritzgießen, Tiefziehen, Kalandrieren, Extrudieren Werkstoffliches, rohstoffliches Recycling, thermische Verwertung, Kompostierung SÜ: Umschmelzen von Kunststoffabfall, z. B. zu Weihnachtsschmuck SÜ: Biologisch abbaubare Kunststoffe mit Lugolscher Lösung untersuchen → BNE Umweltbilanzen am Beispiel Einkaufsbeutel Rollenspiel zum Einsatz von Kunststoffen Mikroplastik mit Kaffeepadmaschine Film Plastic Planet / Diskussion Berufsbilder in der Kunststoffindustrie (Klebchemie, Weingarten, Baden) → BO

3.7 Themenbereich „Elektrochemie“

[hier geht's zum Material](#)

3.7.1 Didaktische Überlegungen

Die Schülerinnen und Schüler wenden das Donator-Akzeptor-Prinzip auf Redoxreaktionen an. Sie verstehen Redoxreaktionen als umkehrbare elektrochemische Vorgänge, die mithilfe der elektrochemischen Spannungsreihe und der Konzentrationsabhängigkeit quantitativ beschrieben werden können.

Sie wenden die Theorie der Redoxreaktion auf die Gewinnung und Speicherung von Energie und auf das Phänomen der elektrochemischen Korrosion an. Dabei stellen sie Beziehungen zwischen der Theorie und den Anwendungen der Chemie her und erkennen ihre Bedeutung im Korrosionsschutz und in der modernen Energieversorgung.

3.7.2 Tabellarische Darstellung der Unterrichtssequenz

Prozessbezogene Kompetenzen	Inhaltsbezogene Kompetenzen	Unterrichtsverlauf	Bemerkungen
2.1 Erkenntnisgewinnung (2) Fragestellungen, gegebenenfalls mit Hilfsmitteln, erschließen (7) Vergleichen als naturwissenschaftliche Methode nutzen (8) aus Einzelerkenntnissen Regeln ableiten und deren Gültigkeit überprüfen (10) Modelle und Simulationen nutzen, um sich naturwissenschaftliche Sachverhalte zu erschließen	3.4.7 Elektrochemie (1) Elektrolysen als erzwungene Redoxreaktionen erklären (Elektronenübergang, Donator-Akzeptor-Prinzip) (2) Reaktionen zwischen Metallen und Metallsalzlösungen durchführen und das Reduktions- beziehungsweise das Oxidationsvermögen der Teilchen vergleichen (3) Oxidationszahlen zur Identifizierung von Redoxreaktionen und zur Formulierung von Reaktionsgleichungen von Redoxreaktionen anwenden	Ca. 8 Stunden Wiederholung aus der Mittelstufe und Vertiefung: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Definition Oxidation, Reduktion ▪ Oxidations-, Reduktionsmittel ▪ Redoxpaare ▪ Vergleich Säure-Base-Reaktionen mit Redoxreaktionen: Donator-Akzeptor-Prinzip ▪ Oxidationszahlen ▪ Redoxgleichungen Erstellen einer Redoxreihe durch Reaktion von Metallsalzlösungen mit Metallen:	Bemerkung Bereich <ul style="list-style-type: none"> ▪ Oxidation: Elektronenabgabe ▪ Reduktion: Elektronenaufnahme ▪ Redoxreaktion: Elektronenübertragungsreaktion ▪ LD/SÜ: Reaktion von Gummibärchen mit Kaliumpermanganat in alkalischer Lösung ▪ Übungen zu Oxidationszahlen und Redoxgleichungen (z. B. Chlorreinigerunfall) SÜ: One-Drop-Experimente: Metallsalz-Lösungen auf unterschiedlichen Metallblechen

		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Je unedler ein Metall, desto stärker ist sein Reduktionsvermögen. ▪ Je edler ein Metall, desto stärker ist das Oxidationsvermögen des Metallions. ▪ Einordnung von Wasserstoff in die Redoxreihe der Metalle 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Animation Eisennagel in Kupfersulfat-Lösung ▪ SÜ: Reaktion verschiedener Metallpulver mit verd. Salzsäure in einer geteilten Petrischale
<p>2.1 Erkenntnisgewinnung</p> <p>(5) qualitative und quantitative Experimente unter Beachtung von Sicherheits- und Umweltaspekten durchführen, beschreiben, protokollieren und auswerten</p> <p>2.2 Kommunikation</p> <p>(4) chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und gegebenenfalls mithilfe von Modellen und Darstellungen beschreiben, veranschaulichen oder erklären</p>	<p>3.4.7 Elektrochemie</p> <p>(4) eine Iodometrie durchführen und daran das Prinzip der Redoxtitration erläutern</p>	<p>Ca. 2 Stunden</p> <p>Iodometrie als quantitative Methode</p>	<p>Bemerkung Bereich</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ SÜ: Iodometrie
<p>2.1 Erkenntnisgewinnung</p> <p>(6) Laborgeräte benennen und sachgerecht damit umgehen (7) Vergleichen als naturwissenschaftliche Methode nutzen (8) aus Einzelerkenntnissen Regeln ableiten und deren Gültigkeit überprüfen (10) Modelle und Simulationen nutzen, um sich naturwissenschaftliche Sachverhalte zu erschließen</p> <p>2.2 Kommunikation</p> <p>(4) chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und</p>	<p>3.4.7 Elektrochemie</p> <p>(5) den Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element) [...] beschreiben (6) Zellspannungen galvanischer Zellen experimentell ermitteln (7) die wesentlichen Prozesse in galvanischen Zellen [...] darstellen [...] (Elektrodenreaktionen, Anode, Kathode, Zellspannung, [...]) (8) die Zellspannung mithilfe von Gleichgewichtsbetrachtungen an den elektrochemischen Doppelschichten erklären</p>	<p>Ca. 5 Stunden</p> <p>Aufbau einer galvanischen Zelle</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufteilung in Akzeptor- und Donator-Halbzelle ▪ Diaphragma/ Salzbrücke <p>Vorgänge in einer galvanischen Zelle</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Oxidation an Anode, Reduktion an Kathode <p>Zustandekommen der Zellspannung</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lösungstension ▪ Gleichgewichtsbetrachtung an der elektrochemischen Doppelschicht 	<p>Bemerkung Bereich</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ SÜ/LD: Hautkontaktbatterie ▪ SÜ: Strom durch Redoxreaktion (Material ZPG 2011) ▪ Animation Vorgänge in galvan. Zelle ▪ Leifichemie ▪ SÜ: Erstellen einer quantitativen Spannungsreihe durch Vergleichsmessung verschiedener galvanischer Zellen

<p>gegebenenfalls mithilfe von Modellen und Darstellungen beschreiben, veranschaulichen oder erklären</p>			<ul style="list-style-type: none"> ▪ Animation elektrochemische Spannungsreihe
<p>2.1 Erkenntnisgewinnung</p> <p>(4) chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und gegebenenfalls mithilfe von Modellen und Darstellungen beschreiben, veranschaulichen oder erklären (12) quantitative Betrachtungen und Berechnungen zur Deutung und Vorhersage chemischer Phänomene einsetzen</p> <p>2.2 Kommunikation</p> <p>(4) chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und gegebenenfalls mithilfe von Modellen und Darstellungen beschreiben, veranschaulichen oder erklären (5) fachlich korrekt und folgerichtig argumentieren</p>	<p>3.4.7 Elektrochemie</p> <p>(9) den Aufbau und die Funktion der Standard-Wasserstoff-Halbzelle erläutern (10) Standardpotenziale zur Vorhersage von elektrochemischen Reaktionen und zur Berechnung von Zellspannungen unter Standardbedingungen anwenden (11) die Abhängigkeit der Zellspannung von den Ionen-Konzentrationen in galvanischen Zellen erläutern und Zellspannungen bei verschiedenen Ionenkonzentrationen rechnerisch ermitteln (Nernst-Gleichung)</p>	<p>Ca. 9 Stunden</p> <p>Standard-Wasserstoff-Halbzelle</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Standard-Wasserstoff-Halbzelle als Bezugs-Redoxpaar <p>Zellspannungen</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ pH-Abhängigkeit von Potenzialen ▪ Gleichgewichtsbetrachtung in Konzentrationzellen ▪ Berechnung der Spannung einer Halbzelle mit der Nernst-Gleichung 	<p>Bemerkung Bereich</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ $E^\circ(\text{H}_2/2 \text{H}^+) = 0 \text{ V}$ bei $T = 273 \text{ K}$, $p = 1000 \text{ hPa}$, $c = 1 \text{ mol}\cdot\text{L}^{-1}$ ▪ Tabelle der Standardpotenziale (vgl. Anlage Abitur) ▪ $U = \Delta E = E^\circ(\text{Akzeptorhalbzelle}) - E^\circ(\text{Donatorhalbzelle})$ ▪ Animation Nernst-Gleichung
<p>2.1 Erkenntnisgewinnung</p> <p>(7) Vergleichen als naturwissenschaftliche Methode nutzen (8) aus Einzelerkenntnissen Regeln ableiten und deren Gültigkeit überprüfen</p> <p>2.2 Kommunikation</p> <p>(4) chemische Sachverhalte unter Verwendung der Fachsprache und gegebenenfalls mithilfe von Modellen und Darstellungen beschreiben, veranschaulichen oder erklären</p>	<p>3.4.7 Elektrochemie</p> <p>(5) den Aufbau einer [...] Elektrolysezelle beschreiben (7) die wesentlichen Prozesse in galvanischen Zellen und Elektrolysezellen darstellen und vergleichen (Elektrodenreaktionen, Anode, Kathode, Zellspannung, Zersetzungsspannung, Faraday-Gesetz) (13) das Phänomen der Überspannung beschreiben</p>	<p>Ca. 8 Stunden</p> <p>Elektrolysezellen</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Elektrodenreaktionen, Anode, Kathode, Zellspannung, Faraday-Gesetz ▪ Vergleich mit galvanischer Zelle: Reaktion des Redoxpaares mit der geringsten Potenzialdifferenz ▪ Zersetzungsspannung ▪ Überspannung 	<p>Bemerkung Bereich</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ SÜ: Reaktion von Zinkpulver mit Iod-Lösung und anschließender Elektrolyse der Zink-Iodid-Lösung auf Objektträger ▪ SÜ: Elektrolyse von Kaliumnitrat-Lösung auf pH-Papier ▪ LearningApp ▪ Vertiefung: Kupfer-Raffination, Aluminium-Schmelzfluss-Elektrolyse, Chlor-Alkali-Elektrolyse

<p>2.3 Bewertung</p> <p>(6) Verknüpfungen zwischen persönlich oder gesellschaftlich relevanten Themen und Erkenntnissen der Chemie herstellen, aus unterschiedlichen Perspektiven diskutieren und bewerten (7) fachtypische und vernetzte Kenntnisse und Fertigkeiten nutzen und sich dadurch lebenspraktisch bedeutsame Zusammenhänge erschließen</p>	<p>3.4.7 Elektrochemie</p> <p>(14) Möglichkeiten und Probleme der elektrochemischen Speicherung von Energie in Batterien und Akkumulatoren (Bleiakkumulator) erläutern (15) aktuelle Entwicklungen bei elektrochemischen Stromquellen unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit diskutieren (Brennstoffzellen)</p>	<p>Ca. 8 Stunden</p> <p>Elektrochemische Energiespeicherung</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Batterien ▪ Bleiakkumulator ▪ Brennstoffzelle <p>Chancen und Probleme der Wasserstofftechnologie</p>	<p>Bemerkung Bereich</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ SÜ: Egg-Race MacGyver-Batterie ▪ SÜ: Brennstoffzelle im Low-Cost Versuch ▪ LD: PEM-Brennstoffzelle ▪ Vergleich der Brennstoffzelle als Energiespeicher im Auto mit fossilen Brennstoffen bzw. Akkumulatoren → BNE ▪ Lithium-Ionen-Akkumulator → VB
<p>2.2 Kommunikation</p> <p>(6) Zusammenhänge zwischen Alltagserscheinungen und chemischen Sachverhalten herstellen und dabei Alltagssprache bewusst in Fachsprache übersetzen</p> <p>2.3 Bewertung</p> <p>(1) in lebensweltbezogenen Ereignissen chemische Sachverhalte erkennen (10) Pro- und Kontra-Argumente unter Berücksichtigung ökologischer und ökonomischer Aspekte vergleichen und bewerten</p>	<p>3.4.7 Elektrochemie</p> <p>(12) die Korrosion von Metallen als elektrochemische Reaktion erklären (Sauerstoffkorrosion und Säurekorrosion) und Methoden des Korrosionsschutzes erläutern (Opferanode)</p>	<p>Ca. 5 Stunden</p> <p>Korrosion</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lokalanode, Lokalkathode ▪ Säure- und Sauerstoffkorrosion ▪ Korrosionsschutz durch Opferanode ▪ Weitere Methoden des Korrosionsschutzes z. B. Galvanisieren, Eloxal-Verfahren, Lackieren 	<p>Bemerkung Bereich</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ LD/SÜ zu Säurekorrosion: Zinkgranalie in verd. Salzsäure mit Kupferstab berühren ▪ LD/SÜ zu Sauerstoffkorrosion: Eisenblech und Kupferblech in Salzlösung leitend miteinander verbinden, Nachweis von Eisen(II)-Ionen mit Kaliumhexacyanoferrat(III), Nachweis von OH⁻-Ionen mit Phenolphthalein ▪ SÜ: Heatpack - Korrosion erwünscht ▪ SÜ: Reinigen von Silberbesteck mit Alufolie ▪ SÜ: Galvanisieren eines Eisenschlüssels ▪ Animation auf Teilchenebene