



Paul-Natorp-Gymnasium

Schulinternes Curriculum Chemie, Sekundarstufe II, Kl. 11 – 12 (Q1 – Q4)

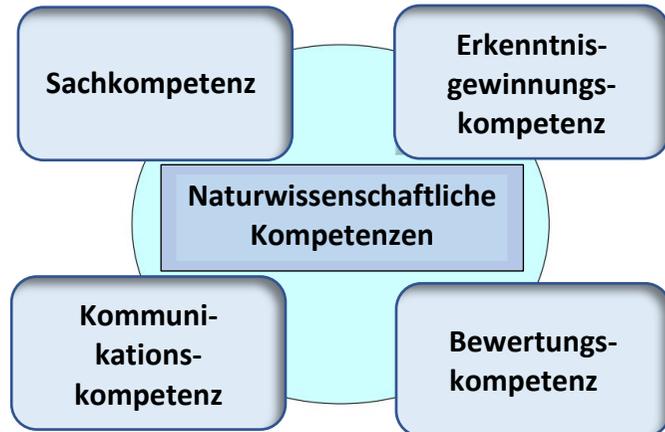
Inhalt

1. Allgemeine Grundlagen zum Rahmenlehrplan	1
2. Inhaltliche und methodische Grundlagen zum Rahmenlehrplan	3
3. Leistungsbewertung	4
4. Fachcurriculum des 1. Semesters: Natürliche und synthetische makromolekulare Stoffe	5
5. Fachcurriculum des 2. Semesters: Verlauf chemischer Reaktionen	10
6. Fachcurriculum des 3. Semesters: Das Donator-Akzeptor-Prinzip	17
7. Fachcurriculum des 4. Semesters: Elektrische Energie aus chemischen Reaktionen	23



1. Allgemeine Grundlagen zum Rahmenlehrplan

- Die folgenden Angaben zeigen Ausschnitte aus dem Rahmenlehrplan der Senatsverwaltung für die gymnasiale Oberstufe der Sek. II (RLP Sek. II Chemie) auf, den Sie mit Hilfe des Links auf der Homepage Chemie - Curriculum - vollständig einsehen können.
- Chemie unterscheidet sich von den anderen Naturwissenschaften dadurch, dass sich das Fach mit dem Aufbau, den Eigenschaften und den Veränderungen von Stoffen in Natur und Technik beschäftigt. Gemeinsam mit anderen Wissenschaften trägt Chemie dazu bei, aktuelle und zukünftige wissenschaftliche, ökologische und ökonomische Probleme zu bewältigen.
- In der Qualifikationsphase (Abkürzung: Q) erweitern und vertiefen die Schüler*innen ihre bis dahin erworbenen Kompetenzen mit dem Ziel, sich auf die Anforderungen eines Hochschulstudiums oder einer beruflichen Ausbildung vorzubereiten. Sie handeln zunehmend selbstständig und übernehmen Verantwortung in gesellschaftlichen Gestaltungsprozessen.
- Naturwissenschaftliches Arbeiten erfolgt unabhängig von der speziellen Fachrichtung stets nach den gleichen Prinzipien. Daher weisen die im Fach Chemie und die in den anderen naturwissenschaftlichen Fächern zu erwerbenden Kompetenzen Gemeinsamkeiten auf.

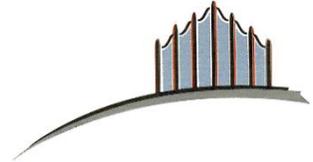


- In der Abb. links sind die naturwissenschaftlichen Kompetenzen dargestellt, die u. a. in der Qualifikationsphase gefördert werden.
- Im Grundkursfach arbeiten die Schüler*innen an grundlegenden Fragestellungen, Sachverhalten, Strukturen und Darstellungsformen des Faches Chemie und reflektieren Zusammenhänge.
- Im Leistungskursfach erarbeiten die Schüler*innen auf erhöhtem Anforderungsniveau systematisch und vertiefend die Komplexität und den Facettenreichtum des Faches Chemie, indem Inhalte, Theorien und Modelle differenziert betrachtet und bewertet werden.
- Erkenntnisgewinnungsprozesse sollen in konkrete Denk- und Arbeitsweisen umgesetzt und die Prozesse vertieft reflektiert werden.

Abb: Schema zu naturwissenschaftlichen Kompetenzen

2. Inhaltliche und methodische Grundlagen zum Rahmenlehrplan

- Ergänzend zu den verbindlichen Inhalten veröffentlicht die Senatsschulverwaltung jährlich online Abiturschwerpunkte, die ausführlich behandelt werden müssen.
- Alle Kompetenzbereiche sollen in alle Semester mehrfach eingebunden werden. Insgesamt soll im Vergleich zur Sek. I in der Sek. II verstärkt wissenschaftspropädeutisch gearbeitet werden.
- In allen Semestern müssen Operatoren, die Basiskonzepte sowie die Fachsprache systematisch geübt und angewendet werden.
- Schüler*innen sollen selbstständig Experimente planen, durchführen und auswerten und ggf. reflektieren.
- Digitale Medien (Smartphones, Tablets, etc.) zur Veranschaulichung und Erarbeitung, moderne (Mess-)Technik und Software zur Dokumentation, zur Analyse, für Messungen und Simulationen sowie Recherchen im Internet, insbesondere zu aktuellen chemischen Sachverhalten, sollen genutzt werden.
- Allgemeine Kompetenzen wie Diagrammbeschreibung, Analysen fachwissenschaftlicher Texte, Herleiten von Inhalten, Materialauswertung und -erstellung z.B. von Abbildungen und Schemata u.v.a.m. sollen eingebunden und regelmäßig geübt werden.



Halbjahr	Stundentafel	Themen
Q1	5-stündig (LK)	Natürliche und synthetische makromolekulare Stoffe <ul style="list-style-type: none"> • Proteine • Kunststoffe – problematische Alleskönner
Q2		Verlauf chemischer Reaktionen <ul style="list-style-type: none"> • Chemische Thermodynamik • Reaktionsgeschwindigkeit und Katalyse • Chemisches Gleichgewicht
Q3		Das Donator-Akzeptor-Prinzip <ul style="list-style-type: none"> • Säure-Base-Reaktionen • Redoxreaktionen • ergänzend im LK: Indikatorfarbstoffe
Q4		Elektrische Energie aus chemischen Reaktionen <ul style="list-style-type: none"> • Elektrochemie

3. Leistungsbewertung



Gesamtbewertung und schriftlicher Teil

- Eine GK-Klausur in einem Semester fließt mit 1/3 (33,3 %) in die Gesamtnote ein, 2/3 (66,6 %) werden durch den Allgemeinen Teil (AT) bestimmt.
- Zwei LK-Klausuren in einem Semester fließen insgesamt mit 1/2 (50%) in die Gesamtnote ein, 1/2 (50%) wird durch den AT bestimmt. Im 4. Semester gilt die Grundkursbewertung.

Bewertungsaspekte des Allgemeinen Teils

- Mündliche Mitarbeit im Unterrichtsgespräch, die Qualität der Beiträge erhält einen höheren Bewertungsanteil als die Quantität
- Regelmäßiges Anfertigen von Hausaufgaben einschließlich deren Qualität und Quantität
- Vermittlung von Inhalten: Referate, Präsentationen, Handout, Videoerstellung, Portfolio, Plakaterstellung usw.
- Planen, Durchführen und Auswerten von Experimenten und Erstellung zugehöriger Protokolle
- Kooperative, selbständige Arbeit in Gruppen/Teams, Qualität und Darstellung der Ergebnisse und eigener Anteil beim Arbeitsergebnis
- Erheben und Bewerten von relevanten Daten: Internetrecherche, Umfragen, Bewertung von Informationen
- Mündliche Überprüfungen und kurze schriftliche Lernerfolgskontrollen
- Anwenden und Ausführen fachspezifischer Methoden und Arbeitsweisen

Kurs		Anzahl der Klausuren		Klausurdauer pro Halbjahr												
11	LK	2		135 - 300 Minuten/Halbjahr												
	GK	1		100 Minuten/Halbjahr												
12	LK	2		1. Halbjahr: 135 - 300 Minuten												
		1		2. Halbjahr: ca. 150 Min.												
	GK	1		1. Halbjahr: 100 Minuten												
		1		2. Halbjahr: 90 Minuten												
Mindestens eine der Klausuren im LK geht über 300 Minuten Bearbeitungszeit als Vorbereitung für die schriftliche Abiturprüfung.																
Für Klausuren der Sek II gilt die folgende Zuordnung																
Ab %	95%	90%	85%	80%	75%	70%	65%	60%	55%	50%	45%	40%	33%	27%	20%	0%
Punkte	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Note	1+	1	1-	2+	2	2-	3+	3	3-	4+	4	4-	5+	5	5-	6

4. Fachcurriculum 1. Semesters

Integrierte Wiederholung		Q1-1
Inhalte	Fachbegriffe	Beispiele
<ul style="list-style-type: none"> – Sicherheitsbelehrung – funktionelle Gruppen: Doppelbindung, Hydroxy-, Carbonyl-, Carboxy-, Estergruppe – Bindungsarten – EPA-Modell – intermolekulare Wechselwirkungen – chemischen Reaktion (Reaktionsgleichung, Merkmale) 	<ul style="list-style-type: none"> – Doppelbindung, Hydroxy-, Carbonyl- (Aldehyd- & Keto-Gruppe), Carboxy-, Estergruppe – Elektronenpaarbindung (polar, unpolar), Ionenbindung – EPA-Modell – intermolekulare Wechselwirkungen: v.d.W.Kr., WBB, Ion-Dipol-Wechselwirkung 	<ul style="list-style-type: none"> – Strukturformeln Alkane, Alkene, Alkane, Aldehyde, Ketone, Alkansäuren, Ester – geeignetes Lösungsmittel aussuchen, Bsp. Chlorophyll

Natürliche und synthetische makromolekulare Stoffe	Proteine	Q1-2
Aminosäure – Bausteine der Proteine		
Inhalte	Untersuchungen / Experimente	Fachbegriffe
<ul style="list-style-type: none"> – Struktur von α-Aminosäuren – Eigenschaften (Aggregatzustand, Löslichkeitsverhalten, Säure-Base-Verhalten) – Aminosäuren nach den Eigenschaften der Aminosäurereste einteilen – Bedeutung / Funktion der Proteine – Proteine nach den biologischen Funktionen (Sklero- und Sphäroproteine/ <i>fibrilläre und globuläre Proteine</i>) einteilen – Peptidbildung und -spaltung – Strukturebenen von Proteinen unter Berücksichtigung der inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (einschließlich Ionen-Dipol-Wechselwirkungen) 	<ul style="list-style-type: none"> – Ninhydrin-Reaktion – Biuret-Reaktion – Denaturierung von Proteinen – <i>Pufferwirkung der AS</i> LK: – <i>Xanthoprotein-Reaktion</i> 	<ul style="list-style-type: none"> – Amino-Gruppe – Zwitterion, <i>isoelektrischer Punkt</i> – essenzielle Aminosäuren – Peptidbindung – Primärstruktur, Sekundärstruktur, Tertiärstruktur, Quartärstruktur – Kondensation und Hydrolyse – Denaturierung auf Teilchenebene LK: – asymmetrisch substituiertes Kohlenstoff-Atom

<ul style="list-style-type: none"> – Eigenschaften von Proteinen <p>LK:</p> <ul style="list-style-type: none"> – in Form der FISCHER-Projektion darstellen – Aminosäuren als chirale Verbindungen – das EPA-Modell anwenden: planare Peptidbindung und tetraedrische Struktur am α-Kohlenstoff-Atom 		<ul style="list-style-type: none"> – Enantiomer – α-L- und α-D-Aminosäure
Standard	Mögliche Lehr- und Lernmittel:	
<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> – beschreiben und begründen Ordnungsprinzipien für Aminosäuren und wenden diese an. (S 1) – leiten Voraussagen über die Eigenschaften von Aminosäuren auf Basis ihrer zwitterionischen Struktur begründet ab. (S 2) – beschreiben in Molekülen asymmetrisch substituierte Kohlenstoff-Atome, um chirale Verbindungen zu erkennen. (S 2) – formulieren, ableitend aus den IUPAC-Regeln, FISCHER-Projektionsformeln für Aminosäure-Moleküle. (S 11) – bestimmen den Reaktionstyp der Bildung und der Spaltung von Peptiden. Sie kennzeichnen die Peptidbindung. (S 4) – führen Nachweisreaktionen für Proteine durch und wenden diese zum Nachweis von Proteinen in Lebensmitteln an. (E 5) – definieren Primär, Sekundär, Tertiär- und Quartärstruktur. – erklären Sekundär- und Tertiärstrukturen der Proteine als Folge zwischenmolekularer Wechselwirkungen. (S 13) – wählen geeignete Realmodelle aus, um Strukturebenen von Proteinen darzustellen, und nutzen diese, um chemische Fragestellungen zu beantworten. (E 7) – leiten den Sachverhalt der Denaturierung von Proteinen aus Alltagssituationen ab (E 1) und identifizieren und entwickeln Fragestellungen zur Denaturierung. (E 2) – erklären die Denaturierung und argumentieren fachlich schlüssig. (K 10) 	<p>https://molview.org/</p> <p>Papiermodelle alpha-Helix, beta-Faltblatt</p>	
mögliche Kontexte		

ACH-Deos, Proteine in Gummibärchen (Gelbildung), Haare und Dauerwelle, Enzyme, Proteinshakes, Insulin, Hitzesticks gegen Mückenstiche, Eiweißfluss, Gluten in Teig, Glutamat, Phenylketonurie PKU, Seide, (Spinnen-)Fäden, Casein, Isoelektrische Fokussierung, Gelelektrophorese

Natürliche und synthetische makromolekulare Stoffe		Kunststoffe – problematische Alleskönner	Q1-3
Bau, Eigenschaften und Einteilung der Kunststoffe			
Inhalte	Untersuchungen / Experimente	Fachbegriffe	
<ul style="list-style-type: none"> – nach Struktur und Eigenschaften in Kunststoffklassen einteilen (Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere) – Eigenschaften (Verhalten beim Erwärmen, Brennbarkeit, Dichte, Verhalten gegenüber Lösungsmitteln) – Addition, Substitution – Vinylchlorid aus Ethin und Chlorwasserstoff bilden – Mechanismus der elektrophilen Addition – Kunststoffe durch Polymerisation (z. B. PE, PVC) herstellen – Polyester durch Polykondensation (z. B. PET) herstellen – konstitutionelle Repetiereinheiten verschiedener Kunststoffe formulieren, z. B. $\left[\text{CH}_2 - \text{CH}_2 \right]_n$ <ul style="list-style-type: none"> – Vernetzungsmöglichkeiten der Polymerketten durch Einsatz unterschiedlicher Monomere (<i>Auswirkung auf Vernetzungsgrad</i>) – zwei Verfahren Thermoplaste zu verarbeiten, um Alltagsgegenstände herzustellen – Recycling: werkstoffliche, rohstoffliche und thermische Verwertung – Umweltproblematik 	<ul style="list-style-type: none"> – Eigenschaften von Kunststoffen untersuchen (<i>Kunststoffklassen im Wärmeschrank bei 100 °C</i>) – eine Polykondensation, um einen Polyester herzustellen – <i>Zitronensäure polykondensieren</i> <p>LK:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ein Polyamid (z. B. Nylon) und ein Polymerisat (z. B. PS, PMMA) herstellen 	<ul style="list-style-type: none"> – Monomer, Makromolekül, Polymer – Elektrophil, elektrophiler Angriff, Polarisierung, Übergangskomplex, heterolytische Spaltung, Carbenium-Ion – Veresterung, Kondensationsreaktion – Polymerisat, Polykondensat – Pyrolyse, Hydrolyse – Schwimm-Sink-Verfahren (<i>Trennverfahren anhand der Dichteunterschiede</i>) <p>LK:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Startradikal, homolytische Spaltung, Initiation, Kettenstart, Monomer-Radikal, Kettenwachstum, Kettenabbruch – Copolymer – Nucleophil, nucleophiler Angriff – Amid-Gruppe 	

- ein Beispiel für eine nachhaltige Alternative zu klassischen Kunststoffen
- LK:**
- Kunststoffe nach Rohstoffquelle und Abbaubarkeit einteilen (*Nachhaltigkeitsaspekte bewerten*)
 - Mechanismus der radikalischen Polymerisation
 - Beispiel für eine Copolymerisation
 - Monomere für Polyester - Synthese von Alkoholen aus Halogenalkanen: Mechanismus der nucleophilen Substitution (S_N)
 - Polyamide durch Polykondensation herstellen
 - Gesamtreaktionsgleichungen von Synthesen mit Strukturformeln unter Berücksichtigung stöchiometrischer Verhältnisse
 - ein Wertstoffkreislauf (z. B. PET)

Standards

Die Lernenden ...

- beschreiben das Ordnungsprinzip der Kunststoffklassen anhand des Zusammenhangs zwischen Struktur und Eigenschaften der Kunststoffe und wenden Modelle zur Beschreibung an. (S 1)
- bestimmen die Reaktionstypen Addition und Substitution an verschiedenen Beispielen. (S 4)
- bestimmen die Reaktionstypen der Kunststoffherstellung. (S 4)
- stellen Reaktionsmechanismus der radikalischen Polymerisation dar und verwenden die Fachsprache, um sie zu beschreiben. (S 14)
- beschreiben den Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition. (S 14)
- erfassen die Vielfalt von Kunststoffen und deren Eigenschaften auf Basis unterschiedlicher Kombinationen und Anordnungen von Monomeren. (S 11)
- nutzen geeignete Darstellungsformen für Reaktionsmechanismen und überführen diese ineinander. (K 7)
- stellen Reaktionsmechanismus der nucleophilen Substitution mit Strukturformeln dar und verwenden die Fachsprache, um sie zu beschreiben. (S 14)
- recherchieren zur Umweltproblematik durch Kunststoffe und zu modernen Werkstoffen zielgerichtet in analogen und digitalen Medien und wählen für ihre Zwecke die passenden Quellen aus. (K 1)

Mögliche Lehr- und Lernmittel:

- Stiftungwarentestmethode: 2011 Arbeitsmaterialien zur Warentestmethode im Chemieunterricht am Beispiel Kunststoffe (PdN-ChiS 5/2011)
- Vortrag: ein Wertstoffkreislauf (z. B. PET); Vom Erdöl zu Kunststoffmonomeren
- GK: Erklärvideo: Recycling: werkstoffliche, rohstoffliche und thermische Verwertung
- LK: Erklärvideos für Reaktionsmechanismen

- beurteilen und bewerten, wie sich die Verwendung von Kunststoffen und das eigene Handeln im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökonomischer, ökologischer und sozialer Perspektive auswirkt. (B 12)
- tauschen sich mit anderen konstruktiv über die chemischen Sachverhalte des Recyclings aus und vertreten, reflektieren und korrigieren gegebenenfalls ihren eigenen Standpunkt. (K 13)3
- beschreiben den Stoffkreislauf am Beispiel eines rohstofflich recyclebaren Kunststoffes von der Herstellung bis zur Wiederverwertung. (S 5)

mögliche Kontexte

- Von der Seide zum Nylon, Vom Erdöl zu Kunststoffmonomeren, Kautschuk (Historie), Teflon, Kevlar, Kunststoffe im Auto und in Textilien, Reifen-Herstellung, Fahrrad flicken, Umweltproblematik, PlasticPlanet, Recycling, 3D Druck (PLA vs. PET), Superabsorber

5. Fachcurriculum des 2. Semesters

Verlauf chemischer Reaktionen	Chemische Thermodynamik		Q2-1
Energetische Aspekte chemischer Reaktionen			
Inhalte	Untersuchungen / Experimente	Fachbegriffe	
<ul style="list-style-type: none"> - Chemisches Rechnen (Masse, molare Masse, Stoffmenge) - Energiediagramme chemischer Reaktionen - 1.Hauptsatz der Thermodynamik (nur als Energieerhaltungssatz), Energieformen, Energieumwandlungen - Zusammenhang zwischen Temperatur, kinetischer Energie der Teilchen und Aggregatzustand des Stoffes - Kalorimetrie: $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$ - Satz von HESS - Berechnung der molaren Standardreaktionsenthalpie: $\Delta_r H_m^0 = \sum \Delta_f H_m^0(\text{Produkte}) - \sum \Delta_f H_m^0(\text{Edukte})$ - Ionenbindung - Ionengitter (keine Gittertypen) - Solvatation <p>LK:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zusammenhang von Gitterenthalpie und Hydratationsenthalpie beim Lösen salzartiger Stoffe - Entropiebegriff und Berechnung der Entropieänderung: $\Delta_r S_m^0 = \sum S_m^0(\text{Produkte}) - \sum S_m^0(\text{Edukte})$ - 2.Hauptsatz der Thermodynamik - Einfluss von Enthalpie und Entropie - Gibbs-Helmholtz-Gleichung: $\Delta_r G_m^0 = \Delta_r H_m^0 - T \cdot \Delta_r S_m^0$ - freie Reaktionsenthalpie bei verschiedenen Temperaturen und von Grenztemperaturen berechnen - die freie molare Standardreaktionsenthalpie berechnen: $\Delta_r G_m^0 = \sum \Delta_f G_m^0(\text{Produkte}) - \sum \Delta_f G_m^0(\text{Edukte})$ 	<ul style="list-style-type: none"> - je eine endotherme (<i>Ammoniumnitrat in Wasser</i>) und eine exotherme (<i>Walnussversuch, Kalorimeter mit Kohlenstoff, HeaterMeal-Versuch, Neutralisationsenthalpie</i>) Reaktion kalorimetrisch untersuchen (z. B. Lösungs- oder Verbrennungsenthalpie) <p>LK:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ein Experiment, um die Bildungsenthalpie qualitativ zu bestimmen z. B. <i>Eisen(II)-sulfid</i> --> <i>Fokus S. 88</i>) - Ein Experiment, um den Einfluss der Entropie zu veranschaulichen (z. B. <i>Reaktion von Natriumcarbonat-Decahydrat mit Citronensäure</i>) - <i>Volumenarbeit (Backpulverkete, implodierende Coladose)</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Aktivierungsenergie - offenes, geschlossenes, isoliertes System - molare Standardenthalpien: Reaktions-, Bildungs-, Lösungs- und Verbrennungsenthalpie - spezifische Wärmekapazität - Kennzeichnung der Reaktanden mit (s), (l), (g) oder (aq) - Ion-Dipol-Wechselwirkungen <p>LK</p> <ul style="list-style-type: none"> - exergonisch, endergonisch - freie molare Standardreaktionsenthalpie - freie molare Standardbildungsenthalpie - Gitter- und Hydratationsenthalpie - Kristallwasser - <i>Volumenarbeit</i> 	

- <i>Volumenarbeit</i>		
Standards		Mögliche Lehr- und Lernmittel:
<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - deuten Phänomene der Energieumwandlung beim Ablauf chemischer und physikalisch-chemischer Vorgänge als exotherm oder endotherm. (S 3) - wenden die Kalorimetergleichung an, um Reaktionsenthalpien zu ermitteln. (S 17) - nehmen kalorimetrische Untersuchungen vor, dokumentieren und werten sie aus, wobei eine detaillierte Fehlerbetrachtung besonders wichtig ist. (E 5, E 6, E 10) - überführen experimentell oder rechnerisch gewonnene Daten in maßstabsgerechte und beschriftete Diagramme. (K 7) - beurteilen, je nach Kontext, Chancen und Risiken ausgewählter Produkte und Verhaltensweisen fachlich und bewerten diese. (B 6) - wenden den Satz von HESS an, um Reaktionsenthalpien rechnerisch zu ermitteln. (S 17) - beurteilen, je nach Kontext, Chancen und Risiken ausgewählter Produkte und Verhaltensweisen fachlich und bewerten diese. (B 6) - unterscheiden konsequent zwischen Stoff- und Teilchenebene bei der Beschreibung von Lösevorgängen von Salzen. (S 6) - entwickeln, indem sie den Aggregat- oder Lösungszustand der Reaktanden angeben, geeignete Reaktionsgleichungen für thermodynamische Betrachtungen. (S 16) - erklären, mit Blick auf die Veränderung von Teilchen, Phänomene der Stoff- und Energieumwandlungen sowie des Umbaus chemischer Bindungen und unterscheiden dabei konsequent zwischen Stoff- und Teilchenebene. (S 6, S 12) - stellen theoriegeleitet Hypothesen über die Spontaneität chemischer Reaktionen auf (E 3) und überprüfen diese mithilfe thermodynamischer Prinzipien. - erklären die Ionenbindung von NaCl und beschreiben den Löseprozess von NaCl in Wasser und die Ausbildung hydratisierter Ionen und deren Wechselwirkung. - erklären den Zusammenhang von Gitterenthalpie und Hydratationsenthalpie beim Lösen salzartiger Stoffe. 		<p>Vortrag: Selbstkühlendes Bierfass</p>
mögliche Kontexte		
<ul style="list-style-type: none"> - Treibstoffe der Zukunft (siehe IQB-Materialportal „Was treibt Raketen an?“) - Selbsterhitzende Getränke- oder Suppendosen - Linderung durch Lösungsvorgänge: Die Kälte-Sofortkomresse 		

- Selbsterhitzende Hand- bzw. Taschenwärmer
- Chemie am Bau: innovative Materialien als Latentwärmespeicher
- Biokraftwerke – Eine nachhaltige Alternative?
- Energiewirtschaftliche Konzepte, z. B. Power-to-Gas-Verfahren



Verlauf chemischer Reaktionen		Reaktionsgeschwindigkeit und Katalyse	Q2-3
Reaktionsgeschwindigkeit und Katalyse			
Inhalte	Untersuchungen / Experimente	Fachbegriffe	
<ul style="list-style-type: none"> - Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von Temperatur, Konzentration und Zerteilungsgrad - Stoßtheorie - RGT-Regel - Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit vom Licht oder von Wärme bei der Reaktion von Alkanen mit Halogenen – Mechanismus der radikalischen Substitution - die Veränderung der Reaktionsgeschwindigkeit während einer Reaktion qualitativ betrachten - Eigenschaften von Katalysatoren (Reaktionsweg, Übergangszustand) - Wirkungsweise von Katalysatoren - Biokatalysatoren (Enzyme) - homogene und heterogene Katalyse - energetischer Verlauf katalysierter und nichtkatalysierter Reaktionen <p>LK:</p> <ul style="list-style-type: none"> - die Veränderung der Reaktionsgeschwindigkeit während einer Reaktion in Bezug auf Edukte und Produkte qualitativ auswerten: - $v = \frac{\Delta c}{\Delta t}$ und $v = k \cdot c$ - Autokatalyse - Modelldarstellung einer Oberflächenkatalyse 	<ul style="list-style-type: none"> - ein Experiment zur Aufnahme des zeitlichen Verlaufs einer chemischen Reaktion (<i>Mg und HCl, Natriumthiosulfat-Lösung und Salzsäure</i>) - Untersuchung der Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von Temperatur, Konzentration und Zerteilungsgrad (<i>Mg und HCl, Natriumthiosulfat-Lösung und Salzsäure, Verbrennung von Eisenpulver, -Wolle und -Nagel</i>) - ein Experiment, bei dem die Reaktionsgeschwindigkeit durch einen Katalysator beeinflusst wird (<i>gekocht und ungekocht Kartoffel und H₂O₂, Wdh. Denaturierung; Zuckerwürfelversuch</i>) <p>LK:</p> <ul style="list-style-type: none"> - eine Autokatalyse (<i>KMnO₄ und Oxalsäure</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> - Aktivierungsenergie - wirksamer Zusammenstoß - Mindestenergie, kinetische Energie - mittlere Reaktionsgeschwindigkeit - Radikal, Radikalbildung, homolytische Spaltung, Kettenstart, Alkylradikal, Kettenfortpflanzung, Kettenabbruch (Rekombination) - Inhibitor - Diffusion, Adsorption, Dissoziation, Desorption 	
Standards		Mögliche Lehr- und Lernmittel:	
Die Lernenden...			

- beschreiben Einflussfaktoren auf chemische Reaktionen und Möglichkeiten der Steuerung durch Variation von Reaktionsbedingungen. (S 8)
- formulieren Fragestellungen zur Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit (E 2) und planen das experimentelle Vorgehen zur Überprüfung. (E 4)
- stellen eine quantitative Untersuchung zum zeitlichen Verlauf einer Reaktion an, protokollieren und werten mit Diagrammen aus. (E 5)
- erklären unterschiedliche Reaktionsverläufe. (S 9)
- beschreiben den Reaktionsmechanismus der radikalischen Substitution unter kinetischen Aspekten. (S 14)
- nutzen Modelle, um chemische Abläufe auf der Katalysatoroberfläche zu veranschaulichen. (E 7)
- nutzen unterschiedliche Schreibgelegenheiten, z. B. Formulieren von Hypothesen zur Spontanität von chemischen Reaktionen, Ableiten von Schlussfolgerungen und Begründen von Thesen.
- können die Rolle von digitalen Medien für die politische Meinungsbildung und Entscheidungsfindung analysieren und beurteilen (z. B. Verwendung von umweltenergetischen Aspekten während des Wahlkampfes politischer Parteien).
- beschreiben Einflussfaktoren auf chemische Reaktionen durch den Einsatz von Katalysatoren (S 8)

mögliche Kontexte

- Kinetik in der Küche: Kühlschrank, Dampfdrucktopf und ...
- Explosionen – Superschnelle Reaktionen
- Autoabgaskatalysatoren – Saubere Luft aus dem Auspuff?
- Ad Blue und SCR Katalysator – Eine Lösung für saubere Abgase von Dieselmotoren?
- Biokatalysatoren: Die Katalase in Kartoffeln
- Katalyse bei Kontaktlinsenreinigern

- Videoerstellung zur Bestimmung von v (Natriumthiosulfat-Lösung und Salzsäure)
- Mechanismus der radikalischen Substitution (z. B. Bromierung von Heptan unter Bestrahlung von rotem und blauem Licht (siehe Uni Wuppertal))

Verlauf chemischer Reaktionen		Chemisches Gleichgewicht	Q2-4
Chemischen Gleichgewicht			
Inhalte	Untersuchungen / Experimente	Fachbegriffe	
<ul style="list-style-type: none"> - Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen als Voraussetzung für das chemische Gleichgewicht - Merkmale des chemischen Gleichgewichts - Massenwirkungsgesetz (MWG) - Berechnung und Interpretation der Gleichgewichtskonstante - Berechnungen von Gleichgewichtskonzentrationen mit dem MWG nur für Fälle mit $\Delta n = 0$ (Differenz der Stöchiometriefaktoren nach und vor der Reaktion) auch am Beispiel der Estersynthese - Abhängigkeit der Gleichgewichtskonstante von der Temperatur - Beeinflussung der Gleichgewichtslage durch Temperatur-, Druck- und Konzentrationsänderung, Prinzip von Le Chatelier <p>LK:</p> <ul style="list-style-type: none"> - das MWG aus den Reaktionsgeschwindigkeiten der Hin- und Rückreaktion herleiten - Einfluss des Katalysators bei Gleichgewichtsreaktionen: mechanistische Betrachtung der säurekatalysierten Estersynthese (S_N) - das MWG an einem technischen Syntheseverfahren (z. B. <i>HA-BER-BOSCH – Verfahren, Ostwald-Verfahren, Kontaktverfahren</i>) anwenden - Fällungsreaktionen - Löslichkeitsprodukt und Interpretation von K_L-Werten - Grundlagen der Konduktometrie 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Estersynthese und -spaltung</i> - ein Modellversuch zum chemischen Gleichgewicht z. B. <i>Stechhebersuch, Streichholzversuch</i> - ein Experiment, um die Verschiebung des Gleichgewichts zu veranschaulichen (z. B. durch Konzentrationsänderung eines Eduktes, z. B. <i>KSCN-Versuch, Löslichkeit CO_2, NO_2-N_2O_4 Versuch</i>) <p>LK:</p> <ul style="list-style-type: none"> - eine konduktometrische Fällungstiteration, z. B. <i>Silbernitrat (0,01 M) und Natriumchlorid</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Gleichgewichtspfeil - Prinzip des kleinsten Zwangs <p>LK:</p> <ul style="list-style-type: none"> - gesättigte Lösung, Bodenkörper, Kristallisation - Protonierung, nucleophiler Angriff, Zwischenprodukt, Rückgewinnung des Katalysators, Kondensationsreaktion 	
Standards			Mögliche Lehr- und Lernmittel:
Die Lernenden... <ul style="list-style-type: none"> - beschreiben die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen. (S 7) 			<ul style="list-style-type: none"> - Modell Löslichkeit CO_2 in Wasser (Tashiro-Indikator)

- beschreiben, auch mithilfe von Modellen, das dynamische Gleichgewicht und wenden es auf verschiedene Beispiele an. (S 7)
- wenden mathematische Verfahren auf chemische Sachverhalte an. (S 17)
- wählen geeignete Real- oder Denkmodelle, um das dynamische Gleichgewicht zu illustrieren (E 7) und diskutieren Möglichkeiten der Grenzen von Modellen. (E 9)
- grenzen mithilfe von Modellen beim chemischen Gleichgewicht den statischen Zustand auf Stoffebene vom dynamischen Zustand auf Teilchenebene ab. (S 15)
- beschreiben die Einflussfaktoren auf die Gleichgewichtslage und wenden das Prinzip von LE CHATELIER auf verschiedene Reaktionen an. (S 8)
- beurteilen und bewerten, wie sich chemische Verfahren und Erkenntnisse sowie das eigene Handeln im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer und sozialer Perspektive auswirken. (B 13)
- beurteilen fachlich, je nach Kontext, Chancen und Risiken ausgewählter Produkte und Verhaltensweisen und bewerten diese. (B 6)
- nehmen eine quantitative Untersuchung (Konduktometrie) vor, protokollieren und werten mit Diagrammen aus. (E 5)

mögliche Kontexte

- Düngemittel und Sprengstoffe: Das OSTWALD- und HABER-BOSCH-Verfahren
- Vom Schwefel zur Schwefelsäure: Das Doppelkontaktverfahren
- Lebensmittelaromen: Die Estersynthese
- Wasserkocher und Tropfsteine: Das Carbonat-Hydrogencarbonat-Gleichgewicht
- Oxalsäure-Gehalt von Rhabarber und Co.
- 12 Kriterien von Green Chemistry

- Simulation eines Gleichgewichts in Tabellenkalkulationsprogramm (Fokus S. 109)

6. Fachcurriculum des 3. Semesters

Das Donator-Akzeptor-Prinzip	Säure-Base-Reaktionen		Q3-1
Säure-Base			
Inhalte	Untersuchungen / Experimente	Fachbegriffe	
<ul style="list-style-type: none"> - Donator-Akzeptor-Prinzip von Protolysereaktionen - Definition und typische Strukturmerkmale von Säure- und Base-Teilchen nach BRÖNSTED - Umkehrbarkeit von Protolysereaktionen - Nachweisreaktionen - das MWG auf Protolysereaktionen anwenden - Interpretation von Säure-Base-Konstanten und pKS- und pKB-Werten - Autoprotolyse des Wassers - das Ionenprodukt des Wassers herleiten - pH-Wert - pH-Wert bei vollständiger Protolyse berechnen: $\text{pH} = -\lg c(\text{H}_3\text{O}^+)$ - Säure-Base-Titration zur Konzentrationsbestimmung unter Verwendung von Indikatoren mit Äquivalenzpunkt im neutralen Milieu <p>LK:</p> <ul style="list-style-type: none"> - mehrstufige Protolysereaktionen - induktiver Effekt: Einfluss auf die Acidität organischer Säuren - Nachweisreaktionen - Säure-Base-Konstanten herleiten - pOH-Wert, $\text{pKW} = \text{pH} + \text{pOH}$ - pH-Wert bei unvollständiger Protolyse für starke bzw. mittelstarke bis schwache Säuren berechnen mittels 	<ul style="list-style-type: none"> - Nachweis von Chlorid-, Bromid-, Carbonat-, Hydroxid-, Oxonium-, Ammonium-Ionen - eine Säure-Base-Titration bei vollständiger Protolyse (z. B. <i>Salzsäure / Natronlauge, Weintitration, Apfelsaft, Cola</i>) - <i>Versuch zur Reaktion von Säuren mit Salzen (z. B. Essig mit Kalk)</i> <p>LK</p> <ul style="list-style-type: none"> - pH-Werte von Salzlösungen bestimmen - Pufferwirkung veranschaulichen (<i>Essigsäure/Acetatpuffer, Bicarbonat</i>) 	<ul style="list-style-type: none"> - Brönsted-Säure, Brönsted-Base - Protonendonator, -akzeptor - korrespondierende Säure-Base- Paare - Oxonium-Ion - amphoter, Ampholyt - Neutralisationstitionation - Umschlagpunkt - Äquivalenzpunkt - Ligand, Zentralteilchen, koordinative Bindung - Neutralisationstitionation <p>LK</p> <ul style="list-style-type: none"> - Neutralpunkt - Halbäquivalenzpunkt 	

$$c(\text{H}_3\text{O}^+) = -\frac{K_s}{2} + \sqrt{\left(\frac{K_s}{2}\right)^2 + K_s \cdot c_0(\text{HA})}$$

$$\text{bzw. pH} = \frac{1}{2} (\text{pKs} - \lg c_0(\text{HA}))$$

- pH-Werte von Salzlösungen
- Puffer: Definition, Zusammensetzung, Beispiele
- Puffer: Bedeutung in Natur und Technik
- Pufferwirkung
- Verlauf und Interpretation verschiedener Titrationskurven (einprotoniger und mehrprotoniger Säuren bzw. starker Säuren mit schwachen Basen oder umgekehrt)
- charakteristische Punkte einer Titrationskurve ermitteln
- koordinative Bindung am Beispiel von hydratisierten Metallionen

Standards

Die Lernenden

- leiten aus typischen Strukturmerkmalen von Teilchen deren Funktion als Protonendonator bzw. -akzeptor begründet ab. (S 2)
- beschreiben die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen und das Donator-Akzeptor-Prinzip und wenden es exemplarisch auf Säure-Base-Reaktionen aus Natur, Technik und Alltag an. (S 7)
- nutzen Modelle zur chemischen Bindung und zu intermolekularen Wechselwirkungen, um Protolysereaktionen zu erklären. (S 13)
- leiten die Autoprotolyse von Wasser mathematisch ab.
- wenden bekannte mathematische Verfahren zur pH-Wertberechnungen an. (S 17)
- treffen mithilfe fachlicher Kriterien begründete Entscheidungen in Alltagssituationen, denen Säure-Base-Reaktionen zugrunde liegen. (B 7)
- wählen aussagekräftige Informationen zu chemischen Sachverhalten (z. B. pKS-/pKB-Werte) aus. (K 2)
- wählen aussagekräftige Informationen zu chemischen Sachverhalten (z. B. Pufferwirkung) aus. (K 2)
- leiten chemische Sachverhalte (Pflanzenfarbstoffe als Indikatoren) aus Alltagssituationen ab. (E1)

Mögliche Lehr- und Lernmittel:

- Messwerte einer Titration mithilfe eines Tabellenkalkulationsprogramms auswerten
- Video zur Neutralisationsreaktion erstellen

- nutzen chemische Theorien (Säure-Base-Theorie nach Brönsted) zur Vernetzung von Sachverhalten innerhalb der Chemie. (S 10)
- führen, den chemischen Arbeitsweisen und Sicherheitsregeln entsprechend, Säure-Base-Titrationen als quantitative experimentelle Untersuchungen durch, protokollieren sie und werten sie rechnerisch und grafisch aus. (E 5)
- wenden bekannte mathematische Verfahren auf Säure-Base-Titrationen an. (S 17)
- nutzen ggf. digitale Werkzeuge und Medien, um Messwerte aufzunehmen, darzustellen und auszuwerten oder für Berechnungen bei Säure-Base-Titrationen. (E 6)

mögliche Kontexte

- Traditionelle Hausmittel oder moderne Haushaltsreiniger?
- Cola – Starke Erfrischung mit schwachen Säuren
- Äpfel, Weintrauben & Co – Saure Früchtchen?
- Wenn sauer sauber macht – Reinigung des Swimmingpools
- Antazida – Wenn der Magen sauer wird
- Genialer Trick der Natur: Blutpuffer
- pH-Abhängigkeit von Enzymen (Histidin)
- Die Chemie der Zahnpflegekaugummis
- Der Salzkristall-Deostick

Das Donator-Akzeptor-Prinzip		Indikatorfarbstoffe	LK Q3-2
Farbstoffe			
Inhalte	Untersuchungen / Experimente	Fachbegriffe	
<ul style="list-style-type: none"> - Vorkommen und Bedeutung von Benzol - Strukturaufklärung von Benzol - aromatisches System - Mesomeriemodell - Mesomerie und Aromatizität - Reaktivität von Aromaten - elektrophile Erstsitution am Aromaten - Licht als elektromagnetische Strahlung 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Video: Reaktion von Cyclohexan, Cyclohexen und Benzol mit Bromwasser</i> - <i>Prismaversuch</i> - Indikatorfarbstoffreaktionen mit Säuren und Basen - chromatografische Untersuchung von Farbstoffgemischen 	<ul style="list-style-type: none"> - elektromagnetisches Spektrum - Absorption und Reflexion - Absorptionsspektrum, Absorptionsmaximum - Anregungsenergie - konjugiertes Doppelbindungssystem - Chromophor, auxochrome und anti-auxochrome Gruppen 	

<ul style="list-style-type: none"> - Wechselwirkung von Licht und Materie - Energiestufenmodell - Bedeutung und Verwendung von Farbstoffen - Zusammenhang zwischen Molekülstruktur und Farbigkeit bei Farbstoffen - Bedeutung / Verwendung von Indikatorfarbstoffen - Struktur ausgewählter Moleküle von Indikatorfarbstoffen am Beispiel je eines Triphenylmethanfarbstoffs und Azofarbstoffs - Säure-Base-Theorie nach Brönsted auf Indikatorfarbstoffe anwenden - Chromatografie, Rf-Werte anhand von Indikatorfarbstoffgemischen ermitteln und interpretieren (z. B. Unitest) 		<ul style="list-style-type: none"> - mesomere Effekte - delokalisierte π-Elektronen - bathochromer und hypsochromer Effekt - Indikatorsäure und -base
Standards		Mögliche Lehr- und Lernmittel:
<p>Die Lernenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - erklären den Begriff Mesomerie und diskutieren Möglichkeiten und Grenzen des Mesomeriemodells. (B 1) - wählen aussagekräftige Informationen und Daten zu chemischen Sachverhalten eines betrachteten Kontextes aus und erschließen Informationen aus Quellen mit unterschiedlichen, auch komplexen Darstellungsformen. (K 2) - erklären die Farbigkeit mithilfe des Energiestufenmodells. (S 15) - leiten Voraussagen über die Farbigkeit von Stoffen auf Basis chemischer Strukturen begründet ab. (S 2) - wenden das Donator-Akzeptor-Prinzip chemischer Reaktionen auf Indikatorfarbstoffe an. (S 7) - beschreiben, wie sich Veränderungen eines delokalisierten Elektronensystems durch eine Säure-Base-Reaktion auswirken, um die Funktionsweise von Indikatorfarbstoffen zu erklären. (S 8) - unterscheiden zwischen Alltags- und Fachsprache bei Begriffen zum Thema Farbe. (K 6) - beurteilen grundlegende Aspekte zu Gefahren und Sicherheit beim Einsatz von Azofarbstoffen im Alltag. (B 11) 		<p>https://molview.org/ Reserve: Färbeversuche, Herstellen eines Azofarbstoffs</p>
mögliche Kontexte		
<ul style="list-style-type: none"> - Tinte weg mit Tintenschreck - Chemie der Tinte und des Tintenkillers - Farbe mit Durchschlagskraft 		

- kohlefreies Durchschreibpapier
- Wandelbare Blütenfarbstoffe
- Bunt – bunter – Universalindikator
- Thermochrome Farbstoff

Das Donator-Akzeptor-Prinzip	Redoxreaktionen		Q3-2/3
Grundlagen von Redoxreaktionen			
Inhalte	Untersuchungen / Experimente	Fachbegriffe	
<ul style="list-style-type: none"> - Bau, Eigenschaften und Verwendung von Metallen - Metallbindung, Metallgitter - Rohstoffgewinnung durch Redoxreaktion am Beispiel eines Metalls - Redoxreihe der Metalle - Regeln, um die Oxidationszahlen der Elemente in anorganischen und organischen Verbindungen zu bestimmen - Oxidationsreihe vom Alkanol zur Alkansäure - Gleichungen für Redoxreaktionen unter Angabe der Teilgleichungen aufstellen <p>LK:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Bohr-Sommerfeldsches Atommodell - Elektronenkonfiguration der Haupt- und Nebengruppenelemente 	<ul style="list-style-type: none"> - Metalle aus Metallsalzlösungen abscheiden - Nachweis der reduzierenden Wirkung der Aldehyd-Gruppe durch Fehling- oder Tollens-Probe <p>LK:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Oxidation von Alkanolen (<i>Kupferdrahtnetz in Ethanol</i>) - <i>pH-abhängige Redoxreaktion am Beispiel der Reaktionen von $KMnO_4$</i> - Redoxtitration <i>Oxalsäure mit $KMnO_4$</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - Elektronengas, Valenzelektronen - Oxidationszahl - Oxidation, Reduktion, korrespondierende Redoxpaare, Oxidationsmittel, Reduktionsmittel - Elektronen-Donator, Elektronen-Akzeptor <p>LK:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Disproportionierung und Synproportionierung 	
Standards			Mögliche Lehr- und Lernmittel:
Die Lernenden ... <ul style="list-style-type: none"> - interpretieren Phänomene der Stoffumwandlung bei Redoxreaktionen. (S 3) - definieren den Reaktionstyp Redoxreaktion. (S 4) - beschreiben das Donator-Akzeptor-Prinzip und wenden dieses an. (S 7) - nehmen qualitative experimentelle Untersuchungen ausgewählter Redoxreaktionen vor, beachten dabei die chemischen Arbeitsweisen und Sicherheitsregeln, protokollieren und werten aus. (E 5) 			OLED-Workshop Uni Potsdam

- nutzen das Modell der Oxidationszahlen, um Redoxreaktionen zu erkennen und zu beschreiben(E 7)
- strukturieren die Informationen zum Redoxverhalten von Metall-Atomen und Metall-Ionen und leiten Schlussfolgerungen ab. (K 8)

mögliche Kontexte

- Vom Eisenerz zum Roheisen / Metallurgie (histor. Bezug zur Entdeckung der Metalle)
- Kupfergewinnung in der Frühzeit – Ötzi's Kupferbeil
- Vom Quarzsand zum Mikrochip
- Rost und Wärmepflaster
- Farbenspiel der Redoxreaktionen
- Bleich- und Desinfektionsmittel
- OLED-Display

7. Fachcurriculum des 4. Semesters

Elektrische Energie aus chemischen Reaktionen	Elektrochemie		Q4-1
Elektrochemie			
Inhalte	Untersuchungen / Experimente	Fachbegriffe	
<ul style="list-style-type: none"> - Bau und Arbeitsweise einer galvanischen Zelle am Beispiel des Daniell-Elements - Standardwasserstoff-Zelle, um Standardelektrodenpotenziale zu ermitteln - elektrochemische Spannungsreihe - Zellspannung unter Standardbedingungen berechnen: $U = E^0(\text{Akzeptor}) - E^0(\text{Donator})$ - Arten elektrochemischer Spannungsquellen (Primär-, Sekundärelement z.B- Autobatterie und Brennstoffzelle) - Lokalelement - Vorgänge bei der Sauerstoff- und Säure-Korrosion von Metallen - Korrosionsschutz mit Opferanoden - theoretische Grundlagen der Elektrolyse - technische Elektrolyse an einem Beispiel <p>LK:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Konzentrationsabhängigkeit des Elektrodenpotenzials - Berechnungen mit der Nernst-Gleichung, nur für Redoxpaare Metall-Atom/Metall-Ion: $E = E^0 + \frac{R \cdot T}{z \cdot F} \cdot \ln \frac{c(\text{Ox})}{c(\text{Red})}$ - Definition, Beispiele für Strukturen und Oberflächeneigenschaften eines Nanomaterials - Elektrolyse in einer wässrigen Lösung - $n = \frac{I \cdot t}{z \cdot F}$ (1. FARADAY-Gesetz) - $\frac{n_1}{n_2} = \frac{z_1}{z_2}$ (2. FARADAY-Gesetz) 	<ul style="list-style-type: none"> - ein galvanisches Element bauen und die Zellspannung messen - Vorgänge bei Korrosion untersuchen (<i>Experimente mit Eisennägeln</i>) - Reinigung von angelaufenem Tafelsilber mit Alu-Folie <p>LK:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Konzentrationszelle - ein Experiment, um eine superhydrophobe Beschichtung herzustellen (z. B. Kupfer mit Laurinsäure beschichten) - Elektrolyse einer wässrigen Lösung (z. B. von Zinkiodid) 	<ul style="list-style-type: none"> - elektrochemische Doppelschicht - elektrochemische Elektrode - Donator- und Akzeptor-Halbzelle - Kathode, Anode - Elektrolysezelle <p>LK:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Überspannung - Zersetzungsspannung - Konzentrationszelle 	

Standards	Mögliche Lehr- und Lernmittel:
<p>Die Lernenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - interpretieren Phänomene der Stoff- und Energieumwandlung bei elektrochemischen Reaktionen (S 3) - unterscheiden konsequent zwischen Stoff- und Teilchenebene bei Betrachtung der elektrochemischen Reaktionen. (S 6) - entwickeln und leiten begründet Reaktionsgleichungen für elektrochemische Reaktionen ab. (S 16) - nehmen qualitative experimentelle Untersuchungen ausgewählter elektrochemischer Reaktionen vor, beachten dabei die chemischen Arbeitsweisen und Sicherheitsregeln, protokollieren und werten aus. (E 5) - planen, indem sie die Variablenkontrolle bedenken, experimentbasierte Vorgehensweisen, um Hypothesen bei der Untersuchung der Konzentrationszellen zu prüfen. (E 4) - nehmen quantitative experimentelle Untersuchungen ausgewählter elektrochemischer Reaktionen vor, beachten dabei die chemischen Arbeitsweisen und Sicherheitsregeln, protokollieren und werten aus. (E 5) - beschreiben Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen. (S 7) - leiten chemische Sachverhalte aus Alltagssituationen ab (z. B. eine Batterie entladen, einen Akku laden). (E 1) - identifizieren und entwickeln Fragestellungen zu chemischen Sachverhalten (z. B. Korrosion von Metallgegenständen). (E 2) 	<ul style="list-style-type: none"> - korrodierte Heizkessel-Anode - Brennstoffzell-Autos
mögliche Kontexte	
<ul style="list-style-type: none"> - Von der VOLTA-Säule zum Lithium-Ionen-Akkumulator - Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle - Damit der Rost nicht alles frisst ... - Elektromobil durch die Zukunft? - Reinigung von Silberbesteck - eine elektrochemische Reaktion im Haushalt - Autarke Energieversorgung für Herzschrittmacher durch Glucose-Brennstoffzelle - Aluminium: Leichtes Metall, leicht zu gewinnen? - Die Feststoffbatterie – Eine nachhaltige Alternative 	