

Vorbemerkungen:

- Neuerungen:
- Unterrichtsvorhaben „Nanotechnologie“
 - Sachkontext „Kohlenstoff/Carbonat-Kreislauf“ im Zshg. mit dem chem. Gleichgewichtsbegriff
 - Gaschromatografie
 - Struktur: kompetenzorientiert, inhalts- und prozessbezogene Kompetenzen
 - keine großtechnischen Verfahren im Bereich des chem. Gleichgewichts
 - Ausblick Q-Phase: sowohl Farb- als auch Kunststoffe obligatorisch; Änderungen bei R-Typen der org. Chemie

Einführungsphase – Unterrichtsvorhaben I

Kontext: Nanotechnologie – aktuelle naturwissenschaftliche Forschung und ihre Anwendung in Alltag und Technik			
Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen			
Inhaltliche Schwerpunkte: <ul style="list-style-type: none"> Nanomaterialien im Alltag Nanochemie des Kohlenstoffs 		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: <ul style="list-style-type: none"> UF4 Vernetzung E6 Modelle E7 Arbeits- und Denkweisen K3 Präsentation 	
Zeitbedarf: 10 Std. à 45 Minuten		Basiskonzept (Schwerpunkt): Basiskonzept Struktur – Eigenschaft	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden/konkrete inhaltliche Aspekte	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
	Die Schülerinnen und Schüler ...		
Nanomaterialien <ul style="list-style-type: none"> Oberflächenbeschichtung Zwischenmolekulare Kräfte (van-der-Waals-Bindungen, Elektronenpaarbindungen, Dipol-Dipol-Wechselwirkungen) Hydrophilie/-phobie Ferrofluide 	<p>nutzen bekannte Atom- und Bindungsmodelle zur Beschreibung der Moleküle von Nanomaterialien und Kohlenstoffmodifikationen (E6).</p> <p>stellen anhand von Strukturformeln Vermutungen zu Eigenschaften ausgewählter Stoffe auf und schlagen geeignete Experimente zur Überprüfung vor (E3).</p> <p>bewerten an einem Beispiel Chancen und Risiken der Nanotechnologie (B4).</p>	<p>1. Nanotechnologie – was ist das? Definition des Begriffs, Einordnung der Größenverhältnisse</p> <p>2. Schülerexperiment I „Natürlicher und künstlicher Lotus-Effekt“ – Oberflächenbeschichtungen durch Ruß und Nano-Sprays (ggf. mehrere Experimentierstationen)</p> <p>3. Schülerexperiment II „Ferrofluide“ – magnetische Flüssigkeiten als Nanomaterialien</p> <p><i>Hinweis: Experimentieranleitungen aus: Swiss Nano Cube – Bildungsplattform zur Mikro- und Nanotechnologie für Berufsfach- und Mittelschulen sowie Höhere Fachschulen</i></p> <p>4. Gruppenpuzzle/Kugellager „Chancen und Risiken der Nanotechnologie“ – Bearbeitung von</p>	<p>Am Beispiel der ausgewählten Experimente lassen sich Struktur-Eigenschafts-Beziehungen diskutieren; Typen zwischenmolekularer Kräfte können im Sachkontext wiederholt werden.</p> <p>Im Kontext der Ferrofluide können auch stöchiometrische Aspekte behandelt werden (u. a. Einrichten einer Reaktionsgl.).</p>

		zwei verschiedenen Texten mit anschl. Austausch	
Graphit, Diamant und mehr <ul style="list-style-type: none"> • Modifikation • Elektronenpaarbindung • Strukturformeln 	<p>erläutern Grenzen der ihnen bekannten Bindungsmodelle (E7).</p> <p>beschreiben die Strukturen von Diamant und Graphit und vergleichen diese mit neuen Materialien aus Kohlenstoff (u.a. Fullerene) (UF4).</p> <p>recherchieren angeleitet und unter vorgegebenen Fragestellungen Eigenschaften und Verwendungen ausgewählter Stoffe und präsentieren die Rechercheergebnisse adressatengerecht (K2, K3).</p> <p>stellen neue Materialien aus Kohlenstoff vor und beschreiben deren Eigenschaften (K3).</p>	Gruppenarbeit „Graphit, Diamant und Fullerene“; Material unter: http://www.educ.ethz.ch/unt/um/che/ab/graphit_diamant	Beim Graphit und beim Fulleren werden die Grenzen der einfachen Bindungsmodelle deutlich. (Achtung: ohne Hybridisierung)
Leistungsbewertung: <ul style="list-style-type: none"> • 			
Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen: Zum Thema Nanotechnologie sind zahlreiche Materialien und Informationen veröffentlicht worden, z.B.: FCI, Informationsserie Wunderwelt der Nanomaterialien (inkl. DVD und Experimente) Klaus Müllen, Graphen aus dem Chemielabor, in: Spektrum der Wissenschaft 8/12 Sebastian Witte, Die magische Substanz, GEO kompakt Nr. 31 http://www.nanopartikel.info/cms http://www.wissenschaft-online.de/artikel/855091 http://www.wissenschaft-schulen.de/alias/material/nanotechnologie/1191771			

Einführungsphase - Unterrichtsvorhaben II

Kontext: Vom Alkohol zum Aromastoff			
Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen			
Inhaltliche Schwerpunkte: <ul style="list-style-type: none"> Organische (und anorganische) Kohlenstoffverbindungen 		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: <ul style="list-style-type: none"> UF1 – Wiedergabe UF2 – Auswahl UF3 – Systematisierung E2 – Wahrnehmung und Messung E4 – Untersuchungen und Experimente K2 – Recherche K3 – Präsentation B1 – Kriterien B2 – Entscheidungen 	
Zeitbedarf: <ul style="list-style-type: none"> 38 Std. a 45 Minuten 		Basiskonzepte (Schwerpunkte): Basiskonzept Struktur-Eigenschaft Basiskonzept Donator-Akzeptor	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler...	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden/konkrete inhaltliche Aspekte	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
Vom Fruchtsaft zum alkoholischen Getränk <ul style="list-style-type: none"> Gewinnung von Wein aus Fruchtsäften (alkoholische Gärung) Destillation Eigenschaften des Destillats (niedrige Siedetemperatur, Brennbarkeit) 	führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4)	Schülerexperimente 1. Alkoholische Gärung – Herstellung von Fruchtwein 2. Gewinnung des Alkohols aus Fruchtwein – Destillation der unter (1.) hergestellten Produkte; hier: Einführung in den Aufbau einfacher organischer Apparaturen, anschließend Test auf Brennbarkeit des Destillats	Ggf. ist bereits in der Sekundarstufe I eine Unterrichtsreihe zur Stoffklasse der Alkohole durchgeführt worden. Aufgrund der heterogenen Zusammensetzung der Kurse in der EF sollte jedoch auf die genannten Experimente nicht verzichtet werden. Eine Einführung in die Organische Chemie (Alkane, ggf. Alkene) sollte im Rahmen der Sek. I bereits erfolgt sein.

<p>Struktur und Eigenschaften von Alkoholen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strukturaufklärung durch qualitative und quantitative Elementaranalyse • Formelschreibweise: Verhältnis-, Summen-, Strukturformel • funktionelle Gruppe • homologe Reihe und physikalische Eigenschaften • Nomenklatur nach IUPAC, Isomerie • Massenspektrometrie/ Gaschromatographie • Löslichkeit • intermolekulare Wechselwirkungen: van-der-Waals Ww. und Wasserstoffbrücken • Verwendung ausgewählter Alkohole 	<p>nutzen bekannte Atom- und Bindungsmodelle zur Beschreibung organischer Moleküle und Kohlenstoffmodifikationen (E6).</p> <p>benennen ausgewählte organische Verbindungen mithilfe der Regeln der systematischen Nomenklatur (IUPAC) (UF3).</p> <p>ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein (UF3).</p> <p>beschreiben den Aufbau einer homologen Reihe und die Strukturisomerie (Gerüstisomerie und Positionsisomerie) am Beispiel der Alkane und Alkohole.(UF1, UF3)</p> <p>erläutern ausgewählte Eigenschaften organischer Verbindungen mit Wechselwirkungen zwischen den Molekülen (u.a. Wasserstoffbrücken, van-der-Waals-Kräfte) (UF1, UF3).</p> <p>beschreiben und visualisieren anhand geeigneter Anschauungsmodelle die Strukturen organischer Verbindungen (K3).</p> <p>wählen bei der Darstellung chemischer Sachverhalte die jeweils angemessene Formelschreibweise aus (Verhältnisformel, Summenformel, Strukturformel) (K3).</p> <p>erläutern die Grundlagen der Entstehung eines Gaschromatogramms und entnehmen diesem Informationen zur Identifizierung eines Stoffes (E5)</p>	<p>1. Wie ist ein Alkohol-Molekül aufgebaut? – Qualitativer Nachweis der Elemente in Form ihrer Verbrennungsprodukte und Herleitung der Verhältnisformel aus der Liebigschen Elementaranalyse (nur theoretisch)</p> <p>2. Die homologe Reihe der Alkohole – Nomenklatur und Isomerie (Konstitutions-, Stellungs- und funktionelle Isomerie (am Bsp. Alkohol – Ether, evtl. experimentelle Unterscheidung durch Umsetzung mit Natrium))</p> <p>3. Ein Beispiel für heutige Strukturaufklärung – die Massenspektrometrie</p> <p>In diesem Zusammenhang:</p> <p>Gaschromatographie: Animation Virtueller Gaschromatograph.</p> <p>Arbeitsblatt: Grundprinzip eines Gaschromatographen: Aufbau und Arbeitsweise</p> <p>4. Eigenschaften der Alkohole: Löslichkeitsverhalten (Schülerexperiment) und Schmelz-/Siedepunkte als</p>	<p>Im Kontext der Liebig-Analyse ist eine Wiederholung stöchiometrischer Aspekte möglich (Stoffmenge, Masse, molare Masse)</p> <p>Exkursion: <i>Im Rahmen des 1. Schulhalbjahres erfolgt ein Besuch der Chemie-Kurse im Liebig-Museum Gießen (Experimentalvorlesung und Rundgang durch die Laboratorien).</i></p> <p>Eigenschaften von Alkoholen: Wiederholung „Zwischenmolekulare Kräfte“ im Sachkontext</p>
--	--	--	--

		Konsequenz aus den Molekülstrukturen	
<p>Die Wirkung von Alkohol auf den Körper – Abbauprozesse</p> <ul style="list-style-type: none"> Ethanal als Zwischenprodukt der Oxidation Nachweis der Alkanale Biologische Wirkungen des Alkohols Berechnung des Blutalkoholgehaltes <p>Alkanale, Alkanone und Carbonsäuren – Oxidationsprodukte der Alkanole</p> <ul style="list-style-type: none"> Unterscheidung primärer, sekundärer und tertiärer Alkanole durch ihre Oxidierbarkeit Homologe Reihen der Alkanale, Alkanone und Carbonsäuren Nomenklatur der Stoffklassen und funktionellen Gruppen Eigenschaften und Verwendungen 	<p>ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein (UF3).</p> <p>dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen, zur Einstellung einer Gleichgewichtsreaktion, zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislaufs). (K1)</p> <p>zeigen Vor- und Nachteile ausgewählter Produkte des Alltags (u.a. Aromastoffe, Alkohole) und ihrer Anwendung auf, gewichten diese und beziehen begründet Stellung zu deren Einsatz (B1, B2).</p> <p>erklären die Oxidationsreihen der Alkohole auf molekularer Ebene und ordnen den Atomen Oxidationszahlen zu (UF2)</p> <p>beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester (UF2).</p> <p>recherchieren angeleitet und unter vorgegebenen Fragestellungen die Eigenschaften und Verwendungen ausgewählter Stoffe und präsentieren die Rechercheergebnisse adressatengerecht (K2, K3).</p>	<p>1. Von Kater und Alkoholfahne: Die Wirkung von Alkohol auf den Körper – Acetaldehyd als Abbauprodukt des Ethanols (hier Schülerexperiment: Oxidation von Ethanol mit Kupfer(II)-oxid), Einführung der Aldehyde als weitere Stoffklasse der organischen Chemie</p> <p>2. Berechnung des Blutalkoholgehaltes und der Dauer des Alkoholabbaus</p> <p>3. Redoxreaktionen organischer Verbindungen am Beispiel der in (1.) behandelten Reaktion: Einführung der Oxidationszahlen, Betrachtung der Teilprozesse Oxidation und Reduktion, Zusammenführung zu einem Reaktionsschema</p> <p>4. Was passiert, wenn die Hydroxyl-Gruppe nicht endständig ist? – Vergleich primärer, sekundärer und tertiärer Alkohole und Einführung der Stoffklasse der Ketone (theoretisch)</p> <p>5. Aldehyd oder Keton? – Fehling- oder Tollens-Probe im</p>	<p>Zum Thema „Wirkung des Alkohols auf den Körper“ kann ggf. ein Videobeitrag aus der Sendung „Quarks & Co.“ verwendet werden.</p> <p>Vor Einführung der Oxidationszahlen bietet sich eine kurze Wiederholung des Redoxbegriffs an, z.B. am Beispiel einfacher Redoxprozesse wie der Verbrennung von Magnesium.</p> <p>Fortgeschrittene können die Vorgänge beim klassischen Alco-Test mit Dichromat auswerten.</p> <p>Zu 5.): Es empfiehlt sich zur Ergebnissicherung die Aufstellung eines Oxidationsschemas „Vom Alkohol zum Keton bzw. zur Carbonsäure</p> <p>Wiederholung im Kontext der Carbonsäuren: Säuren und saure Lösungen, innermolekulare Ladungsverteilung, Partialladungen</p> <p>Fächerübergreifender Aspekt Biologie: einfaches Modellexperiment zur Bildung von Nierensteinen (Calciumoxalat, einer anorganischen C-Verbindung)</p>

	<p>beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester (UF2).</p>	<p>Schülerexperiment als weiteres Beispiel für eine Redoxreaktion mit Beteiligung organischer Verbindungen; Hinführung zu den Carbonsäuren (homologe Reihe, Struktur, Nomenklatur)</p> <p>6. Warum reagiert eine Carbonsäure sauer? – zur Acidität der Carboxyl-Gruppe</p> <p>7. Carbonsäuren im Alltag – Erstellung einer Concept Map</p>	
<p>Natürlich, natur-identisch oder künstlich? – Aromastoffe in Lebensmitteln</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estersynthese • Beurteilung der Verwendung von Aromastoffen, z.B. von künstlichen Aromen in Joghurt oder Käseersatz • Stoffklasse der Ester: <ul style="list-style-type: none"> • funktionelle Gruppen • Stoffeigenschaften • Struktur-Eigenschafts-Beziehungen • Fette • Esterhydrolyse bzw. alkalische Esterspaltung / Verseifung 	<p>ordnen Veresterungsreaktionen dem Reaktionstyp der Kondensationsreaktion begründet zu (UF1).</p> <p>führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4).</p> <p>stellen anhand von Strukturformeln Vermutungen zu Eigenschaften ausgewählter Stoffe auf und schlagen geeignete Experimente zur Überprüfung vor (E3).</p> <p>zeigen Vor- und Nachteile ausgewählter Produkte des Alltags (u.a. Aromastoffe, Alkohole) und ihrer Anwendung auf, gewichten diese und beziehen begründet Stellung zu deren Einsatz (B1, B2).</p>	<p>1. Aromastoffe aus Carbonsäuren und Alkoholen – Synthese von Fruchtestern im Schülerexperiment</p> <p>2. Definition und Abgrenzung der Begriffe „natürlich“, „natur-identisch“, „künstlich“, „synthetisch“, Diskussion über Lebensmittelzusatzstoffe (E-Nummern)</p> <p>3. Die Stoffklasse der Ester – Nomenklatur, Struktur, Eigenschaften</p> <p>4. Ester im menschlichen Organismus – Fette und Peptide</p> <p>5. Umkehrung der Veresterung – die alkalische</p>	<p>Mögliche Syntheseprodukte: Essigsäureethylester, Essigsäurepentylester (Apfelgeruch), Benzoesäureethylester (Pfefferminz)</p> <p>Zur Vorbereitung der Diskussion: Arbeitsblatt „Aromastoffe“</p> <p>Fächerübergreifende Aspekte Biologie: Veresterung von Aminosäuren zu Polypeptiden in der EF / Fette als Ester des Glycerins.</p> <p>Die alkalische Esterspaltung kann im Schülerexperiment mit Eisbonbons (enthalten Essigsäurepentylester) durchgeführt werden, auf diese Weise wird ein weiteres Mal Bezug auf das Thema der Reihe („Aromastoffe“) genommen.</p>

	beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Alkohole, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren und Ester (UF2).	Esterspaltung	An dieser Stelle sollte auf den Aspekt der <i>Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen</i> hingewiesen werden.
--	---	---------------	---

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Eingangsdiaagnose, Versuchsprotokolle

Leistungsbewertung:

- C-Map, Protokolle, Präsentationen, schriftliche Übungen

Hinweise:

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

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

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

Material zur Wirkung von Alkohol auf den menschlichen Körper: www.suchtschweiz.ch/fileadmin/user_upload/.../alkohol_koerper.pdf

Film zum historischen Alkotest der Polizei (Drägerröhrchen):

http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/16/oc/alkoholtest/alkoholtest.vlu/Page/vsc/de/ch/16/oc/alkoholtest/02_kaliumdichromatoxidation.vscml.html

Animation zur Handhabung eines Gaschromatographen: Virtueller Gaschromatograph:

http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/3/anc/croma/virtuell_gc1.vlu.html

Einführungsphase - Unterrichtsvorhaben III

Kontext: Methoden der Kalkentfernung im Haushalt			
Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen			
Inhaltliche Schwerpunkte:		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:	
<ul style="list-style-type: none"> Reaktionsgeschwindigkeit 		<ul style="list-style-type: none"> UF1 – Wiedergabe UF3 – Systematisierung E3 – Hypothesen E5 – Auswertung K1 – Dokumentation 	
Zeitbedarf: 18 Std. a 45 Minuten		Basiskonzepte: Basiskonzept Energie	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
Methoden der Kalkentfernung im Haushalt <ul style="list-style-type: none"> Ursachen für Kalkbildung Reaktion von Kalk mit Säuren Beobachtungen eines Reaktionsverlaufs Reaktionsgeschwindigkeit berechnen 	<p>recherchieren Informationen (u.a. zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) aus unterschiedlichen Quellen und strukturieren und hinterfragen die Aussagen der Informationen (K2, K4).</p> <p>planen quantitative Versuche (u.a. zur Untersuchung des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion), führen diese zielgerichtet durch und dokumentieren die Ergebnisse (E2, E4).</p> <p>stellen für Reaktionen zur Untersuchung der Reaktionsgeschwindigkeit den Stoffumsatz in Abhängigkeit von der Zeit tabellarisch und graphisch dar (K1).</p> <p>erläutern den Ablauf einer chemischen</p>	<p>1. Woher stammt der Kalk am Wasserhahn? – kalkhaltiges Trinkwasser, Bezug zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf</p> <p>2. Wie lässt sich der Kalk entfernen? – Planung und Durchführung eines geeigneten Schülerexperimentes zur Untersuchung des Zeitverlaufs einer Reaktion von Kalk mit Säure (Essig- oder Salzsäure)</p> <p>3. Was bedeutet eigentlich Reaktionsgeschwindigkeit? – Definition des Begriffs und Ermittlung von Reaktionsgeschwindigkeiten am Beispiel des durchgeführten Experiments.</p>	<p>Anbindung an CO₂-Kreislauf: Sedimentation</p> <p>Bei ausreichender Zeit könnte ggf. eine Bestimmung der Wasserhärte erfolgen (Schülerexperiment, evtl. auch komplexometrische Titration).</p> <p>S. berechnen die Reaktionsgeschwindigkeiten für verschiedene Zeitintervalle im Verlauf der Reaktion</p>

	<p>Reaktion unter dem Aspekt der Geschwindigkeit und definieren die Reaktionsgeschwindigkeit als Differenzenquotienten $\Delta c/\Delta t$ (UF1).</p>		
<p>Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einflussmöglichkeiten • Parameter (Konzentration, Temperatur, Zerteilungsgrad) • Kollisionshypothese • RGT-Regel • Aktivierungsenergie • Katalyse 	<p>formulieren Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit und entwickeln Versuche zu deren Überprüfung (E3).</p> <p>interpretieren den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen in Abhängigkeit von verschiedenen Parametern (u.a. Oberfläche, Konzentration, Temperatur) (E5).</p> <p>erklären den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen auf der Basis einfacher Modelle auf molekularer Ebene (u.a. Stoßtheorie nur für Gase) (E6).</p> <p>beschreiben und beurteilen Chancen und Grenzen der Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit und des chemischen Gleichgewichts (B1).</p> <p>interpretieren ein einfaches Energie-Reaktionsweg-Diagramm (E5, K3).</p> <p>beschreiben und erläutern den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit mithilfe vorgegebener graphischer Darstellungen (UF1, UF3).</p>	<p>4. Geht das auch schneller? Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit durch Veränderung der Rahmenbedingungen Temperatur und Konzentration (Schülerexperiment Natriumthiosulfat und Salzsäure)</p> <p>5. Gründe für die Einflussmöglichkeit durch Konzentrationsänderung – Stoßtheorie</p> <p>6. Einfluss der Temperatur – Wiederholung: Energie bei chemische Reaktionen, Aktivierungsenergie, Maxwell-Boltzmannsche Energieverteilung, RGT-Regel</p> <p>7. Wozu Katalysatoren? – Die Katalyse zur Beschleunigung chemischer Reaktionen, Literaturrecherche zur Wirkungsweise von Katalysatoren, ggf. Schülerexperiment zur Katalyse: Zersetzung von Wasserstoffperoxid (Cornelsen, Chemie Oberstufe, S. 119)</p>	<p>Im Sinne einer Vertiefung wäre die Betrachtung des einfachen Geschwindigkeitsgesetzes denkbar.</p> <p>Fächerübergreifender Aspekt Biologie: Reaktionsgeschwindigkeiten in der Enzymatik</p> <p>Vertiefender Aspekt für Fortgeschrittene: Zusammenhang zwischen Geschwindigkeitskonstante und Aktivierungsenergie in der Arrhenius-Gleichung</p> <p>Film: Wilhelm Ostwald und die Katalyse (Meilensteine der Naturwissenschaft und Technik)</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p>			

- Protokolle, Auswertung Trainingsaufgabe

Leistungsbewertung:

- Klausur, Schriftliche Übung, mündliche Beiträge, Versuchsprotokolle

Einführungsphase - Unterrichtsvorhaben IV

Kontext: Kohlenstoffdioxid und das Klima – Die Bedeutung für die Ozeane			
Inhaltsfeld: Kohlenstoffverbindungen und Gleichgewichtsreaktionen			
Inhaltliche Schwerpunkte: <ul style="list-style-type: none"> • Stoffkreislauf in der Natur (Kohlenstoff-Carbonat-Kreislauf) • Gleichgewichtsreaktionen Zeitbedarf: 22 Std. à 45 Minuten		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: <ul style="list-style-type: none"> • E1 Probleme und Fragestellungen • E4 Untersuchungen und Experimente • K4 Argumentation • B3 Werte und Normen • B4 Möglichkeiten und Grenzen Basiskonzepte (Schwerpunkt): Basiskonzept Struktur – Eigenschaft Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
	Die Schülerinnen und Schüler ...		
Kohlenstoffdioxid <ul style="list-style-type: none"> • Eigenschaften • Treibhauseffekt • anthropogene Emissionen • Reaktionsgleichungen (Verbrennung von Alkanen) • Umgang mit Größengleichungen 	unterscheiden zwischen dem natürlichen und dem anthropogen erzeugten Treibhauseffekt und beschreiben ausgewählte Ursachen und ihre Folgen (E1).	1. Der Treibhauseffekt – Ursachen und Wirkung der Kohlenstoffdioxid-Emissionen Schülerrecherche: Natürliche und anthropogene Ursachen; Eigenschaften des Kohlenstoffdioxids; ggf. Schülerexperiment zum Treibhauseffekt (Anleitung: s. Science Forum) 2. Kohlenstoffdioxid-Emissionen quantitativ: Berechnungen zur Bildung von CO ₂ aus Kohle und Treibstoffen (Alkane) - Aufstellen von Reaktionsgleichungen	Der Einstieg dient zur Anknüpfung an die Vorkenntnisse aus der SI und anderen Fächern sowie zur Motivation des Kontextes des Unterrichtsvorhabens. Implizite Wiederholung:

		<ul style="list-style-type: none"> - Berechnung des gebildeten Kohlenstoffdioxids - Vergleich mit rechtlichen Vorgaben - weltweite CO₂-Emissionen <p>3. Die Bedeutung des Kohlenstoffdioxids für die Ozeane – kurzer Lehrervortrag als Hinführung zur folgenden Unterrichtseinheit</p>	<p>Stoffmengen, Masse und molare Masse</p> <p>Unter 3. kann im Rahmen eines Hinweises zur Kalkbildung auf die vorherige Unterrichtsreihe (Kalkentfernung) verwiesen werden.</p>
<p>Löslichkeit von CO₂ in Wasser</p> <ul style="list-style-type: none"> • qualitative und quantitative Untersuchung • Unvollständigkeit und Umkehrbarkeit der Reaktion 	<p>führen qualitative Versuche unter vorgegebener Fragestellung durch und protokollieren die Beobachtungen (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen) (E2, E4).</p> <p>dokumentieren Experimente in angemessener Fachsprache (u.a. zur Untersuchung der Eigenschaften organischer Verbindungen, zur Einstellung einer Gleichgewichtsreaktion, zu Stoffen und Reaktionen eines natürlichen Kreislaufes) (K1).</p> <p>nutzen angeleitet und selbstständig chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Planung und Auswertung von Experimenten und zur Ermittlung von Stoffeigenschaften (K2).</p>	<p>4. Die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser – qualitativ betrachtet, Schülerexperiment: Brausetabletten in Wasser, anschließend: Aufstellen von Reaktionsgleichungen</p> <p>5. Quantitative Betrachtungen (Lehrervortrag/Unterrichtsgespräch):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Löslichkeit von CO₂ in g/l - Berechnung der zu erwartenden Oxoniumionen-Konzentration - Nutzung einer Tabelle zum erwarteten pH-Wert - Vergleich mit dem tatsächlichen pH-Wert <p>Ergebnis: Unvollständigkeit der ablaufenden Reaktion</p> <p>6. Das Lösen von Kohlenstoffdioxid als reversibler Vorgang – Zugabe von Salzsäure zu einer Lösung von Kohlenstoffdioxid in Wasser bewirkt Ausgasen – Umkehrung der Reaktion</p>	<p>Wiederholung: Begriff der Stoffmengenkonzentration</p> <p>Vorgabe einer Tabelle zum Zusammenhang von pH-Wert und Oxoniumionen-Konzentration</p> <p>Hinweis zu 6.: Das Experiment kann später unter dem Aspekt „Beeinflussung des chem. Gleichgewichts durch Konzentrationsänderung“</p>
<p>Der Begriff des Chemischen Gleichgewichtes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definition • dynamischer GG- 	<p>erläutern die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtszustands an ausgewählten Beispielen (UF1).</p>	<p>1. Rückblick auf eine bekannte umkehrbare Reaktion – die Veresterung – Auswertung der Konzentrations-Zeit-Verläufe (und damit der Entwicklung der Reaktionsgeschwindigkeiten) von Hin- und Rückreaktion (hier bietet sich die</p>	<p>Am Beispiel des „Apfelkriegs“ können Möglichkeiten und Grenzen der Modellbildung</p>

<p>Begriff</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beschreibung auf Teilchenebene/Modellvorstellung • Geschwindigkeitsgleichung und Massenwirkungsgesetz 	<p>beschreiben und erläutern das chemische Gleichgewicht mithilfe von Modellen (E6).</p> <p>formulieren für ausgewählte Gleichgewichtsreaktionen das Massenwirkungsgesetz (UF3).</p> <p>interpretieren Gleichgewichtskonstanten in Bezug auf die Gleichgewichtslage (UF4).</p>	<p>Reaktion von Ethansäure und Ethanol an); Erkenntnis der identischen RG im chem. Gleichgewicht</p> <p>2. Chemisches Gleichgewicht – was ist das? – Definition des Gleichgewichtsbegriffs (dynamisches chemisches Gleichgewicht), AB: Umkehrbare Reaktion auf Teilchenebene, Stechheber-Versuch als mögliches Modellexperiment, Modelle zur Veranschaulichung des GG-Zustandes (z.B. „Apfelkrieg“)</p> <p>3. Das chemische Gleichgewicht – quantitativ betrachtet (Herleitung des Massenwirkungsgesetzes aus den Geschwindigkeitsgleichungen)</p>	<p>diskutiert werden.</p> <p>Hinweis zu 3.: Vertiefende Berechnungen (z.B. von Konzentrationen im GG oder der GG-Konstante anhand von Beispielreaktionen) können auch im weiteren Verlauf des U-Vorhabens erfolgen.</p>
<p>Ozean und Gleichgewichte - Klimawandel</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einfluss der Bedingungen in Ozeanen auf die Löslichkeit von CO₂ • Prinzip von LE CHATELIER • Kreisläufe • Klimawandel (Informationen aus den Medien, Möglichkeiten zur Lösung des CO₂-Problems) 	<p>formulieren Hypothesen zur Beeinflussung natürlicher Stoffkreisläufe (u.a. Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) (E3).</p> <p>erläutern an ausgewählten Reaktionen die Beeinflussung der Gleichgewichtslage durch eine Konzentrationsänderung (bzw. Stoffmengenänderung), Temperaturänderung (bzw. Zufuhr oder Entzug von Wärme) und Druckänderung (bzw. Volumenänderung) (UF3).</p> <p>formulieren Fragestellungen zum Problem des Verbleibs und des Einflusses anthropogen erzeugten Kohlenstoffdioxids (u.a. im Meer) unter Einbezug von Gleichgewichten (E1).</p>	<p>4. Wie lässt sich die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser beeinflussen? – Druck-, Temperatur- und Konzentrationseinfluss in Schülerexperimenten (Druck: CO₂-Lösung und –Desorption durch Druckänderung mit Hilfe der Spritzentechnik; Temperatur: Exp. siehe Link rechts; Konzentration: Zugabe einer Säure (vgl. oben (6.))</p> <p>5. Anwendung des Prinzips von Le Chatelier – weitere Beispiele; Schülerexperimente: Löslichkeitsgleichgewicht Calciumhydroxid in Wasser, Eisen(III)-thiocyanat-Gleichgewicht; Videosequenz zum Stickstoffdioxid-Distickstofftetraoxid-GG</p> <p>6. Die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid im Sachkontext – Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf; mögliche Aspekte: Wo verbleibt das CO₂ im Ozean?, physikalische/biologische</p>	<p>Zusätzlich kann auch der Einfluss des Salzgehaltes auf die Löslichkeit betrachtet werden</p> <p>Schülerexp. zum Temperatureinfluss: http://www.didaktik.chemie.uni-rostock.de/uploads/media/V_Einfluss_Temperatur_auf_das_GG_W_der_Kohlensaure.pdf</p> <p>Fakultativ: Mögliche Ergänzungen (auch</p>

	<p>veranschaulichen chemische Reaktionen zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf grafisch oder durch Symbole (K3).</p> <p>recherchieren Informationen (u.a. zum Kohlenstoffdioxid-Carbonat-Kreislauf) aus unterschiedlichen Quellen und strukturieren und hinterfragen die Aussagen der Informationen (K2, K4).</p> <p>beschreiben die Vorläufigkeit der Aussagen von Prognosen zum Klimawandel (E7).</p> <p>beschreiben und bewerten die gesellschaftliche Relevanz prognostizierter Folgen des anthropogenen Treibhaus-effektes (B3).</p> <p>zeigen Möglichkeiten und Chancen der Verminderung des Kohlenstoffdioxidausstoßes und der Speicherung des Kohlenstoffdioxids auf und beziehen politische und gesellschaftliche Argumente und ethische Maßstäbe in ihre Bewertung ein (B3, B4).</p>	<p>Kohlenstoffpumpe; grafische Darstellung des marinen Kohlenstoffdioxid-Kreislaufs</p> <p>7. Ursachen und Folgen des Klimawandels – Schülerrecherche (aktuelle Entwicklungen, Versauerung der Meere, Einfluss auf den Golfstrom, Treibhauseffekt)</p> <p>Im Anschluss kann ggf. eine Podiumsdiskussion zum Thema erfolgen, die auch fächerübergreifende (z.B. gesellschaftspolitische) Aspekte berücksichtigt; mögliche Themen: Prognosen, Vorschläge zu Reduzierung von Emissionen, Verwendung von Kohlenstoffdioxid</p>	<p>zur individuellen Förderung):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tropfsteinhöhlen - Kalkkreislauf - Korallen
--	---	---	--

Qualifikationsphase – Q1

Kontext: Säuren und Basen im Alltag		
Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren		
Inhaltliche Schwerpunkte: <ul style="list-style-type: none"> - Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen - Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen - Titrationsmethoden im Vergleich Zeitbedarf: 30 Stunden a 45 Minuten		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: <ul style="list-style-type: none"> • UF3 Systematisierung • UF4 Vernetzung • E3 Hypothesen • E4 Untersuchungen und Experimente • K3 Präsentation • B3 Werte und Normen Basiskonzepte (Schwerpunkte): <u>Basiskonzept Struktur-Eigenschaft</u> Merkmale von Säuren bzw. Basen Leitfähigkeit <u>Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht</u> Autoprotolyse des Wassers pH-Wert Stärke von Säuren und Basen <u>Basiskonzept Donator-Akzeptor</u> Säure-Base-Konzept von Brønsted Protonenübergänge bei Säure-Base-Reaktionen pH-metrische Titration <u>Basiskonzept Energie</u> Neutralisationswärme
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden
Säuren und Basen überall	- identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags und beschreiben diese mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted (UF1, UF3),	1. Schülerexperiment Untersuchung von Alltagsprodukten mit verschiedenen Indikatoren - Magensäure (Modellsubstanz),

	<ul style="list-style-type: none"> - zeigen an Protolysereaktionen auf, wie sich der Säure-Base-Begriff durch das Konzept von Brønsted verändert hat (E6, E7), - stellen eine Säure-Base-Reaktion in einem Funktionsschema dar und erklären daran das Donator-Akzeptor-Prinzip (K1, K3) - beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten (B1, B2) - erklären die Reaktionswärme bei Neutralisationen mit der zugrunde liegenden Protolyse (E3, E6) - recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren unterschiedliche Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht (K2, K4) - beschreiben den Einfluss von Säuren und Basen auf die Umwelt an Beispielen und bewerten mögliche Folgen (B3) 	<p>ammoniakhaltiges Reinigungsmittel, Essig, Rohrreiniger</p> <p>2. Lehrereperiment Springbrunnenversuch mit Ammoniak oder Chlorwasserstoff Lehrbuch Elemente Chemie S. 186, eventl. concept map Film: Echt ätzend (www.edmond.nrw.de)</p> <p>3. Schülerexperiment Modellexperiment zur Wirkungsweise von Maaloxan, Testen der Wirkungsweise verschiedener anderer Substanzen (NaHCO₃, Bullrich - Salz, Alkohol, Wasser) bei Sodbrennen</p> <p>4. Schülerexperiment Ermittlung der Neutralisationswärme (Lehrbuch S. 190)</p> <p>5. Schülerexperiment Modellexperiment zum Kalken des Bodens Reaktion von Calciumcarbonat mit Schwefelsäure</p>
<p>Wer ist hier der Stärkste ?- Protolysen und das chemische Gleichgewicht</p>	<ul style="list-style-type: none"> - berechnen pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen (Hydroxide) (UF2) - interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des <i>K_S</i>-Wertes (UF2, UF3) 	<p>6. Schülerexperiment Verdünnungsexperiment ausgehend von einer Salzsäure mit der Konzentration $c = 1 \text{ mol/l}$, verschiedene pH - Werte mit Universalindikator einstellen</p> <p>7. Lehrereperiment Messen der pH - Werte von Salzsäure und von Essigsäure mit der Konzentration $c = 1$</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - erklären fachsprachlich angemessen und mithilfe von Reaktionsgleichungen den Unterschied zwischen einer schwachen und einer starken Säure bzw. einer schwachen und einer starken Base unter Einbeziehung des Gleichgewichtskonzepts (K3) - erläutern die Autoprotolyse und das Ionenprodukt des Wassers (UF1) - klassifizieren Säuren und Basen mithilfe von K_S-, K_B- und pK_S-, pK_B-Werten (UF3) - berechnen pH-Werte wässriger Lösungen einprotoniger schwacher Säuren und entsprechender schwacher Basen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes (UF2) - machen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktionen anhand von K_S- und K_B-Werten und von pK_S- und pK_B-Werten (E3) 	<p>mol / l, alternativ: Messen der Reaktionsgeschwindigkeit bei der Reaktion mit Magnesium</p> <p>8. Lehrerexperiment Messen der Leitfähigkeit von Wasser, Eisessig, verdünnter Essigsäure - Leitfähigkeitsmessgerät (siehe Koffer Biologie, R208) - Protolysemarathon (Arbeitsblatt)</p> <p>9. Schülerexperiment Salze - immer neutral? Ermitteln der pH-Werte (Universalindikator) verschiedener Salzlösungen</p>
<p>Konzentrationsbestimmung und pH-Wert-Berechnung Die Titration mit Endpunktbestimmung</p>	<ul style="list-style-type: none"> - erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator, führen diese zielgerichtet durch und werten sie aus (E3, E4, E5) - planen Experimente zur Bestimmung der Konzentration von Säuren und Basen in Alltagsprodukten bzw. Proben aus der Umwelt angeleitet und selbstständig (E1, E3) - bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen) (E4, E5) - nutzen chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Auswahl eines geeigneten Indikators für eine Titration mit Endpunktsbestimmung (K2) 	<p>10. Schülerexperiment Titration von Salzsäure mit Natronlauge sowie Titration von Schwefelsäure mit Kalilauge</p> <p>11. Schülerexperiment Titration von Essig mit Natronlauge <u>Alternative:</u> Bestimmung des Säuregehaltes in Weißwein</p> <p>12. Schülerexperiment Untersuchung der Wirkung eines Antazidums oder Bestimmung des Kalkgehaltes in Eierschalen</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - bewerten die Qualität von Produkten auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen (B1) - bewerten durch eigene Experimente gewonnene oder recherchierte Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen auf der Grundlage von Kriterien der Produktqualität (B4) 	
Die potentiometrische Titration	<ul style="list-style-type: none"> - beschreiben und erläutern Titrationskurven starker und schwacher Säuren (K3) - beschreiben eine pH-metrische Titration, interpretieren charakteristische Punkte der Titrationskurve (u.a. Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt) und erklären den Verlauf mithilfe des Protolysekonzepts (E5) - dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstiteration und einer pH-metrischen Titration mithilfe graphischer Darstellungen (K1) 	<p>13. Schülerexperiment Prüfen der pH - Wert - Änderung nach Zugabe von Salzsäure und Natronlauge zu einem Essigsäure / Natriumacetat - Puffer</p> <p>14. Erstellung von Titrationskurven auf der Basis von Wertetabellen (Literatur)</p> <p>15. Analyse von Titrationskurven - Arbeitsblatt</p>
Die Leitfähigkeitstiteration	<ul style="list-style-type: none"> - erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen freibeweglicher Ionen (E6) - erläutern die unterschiedlichen Leitfähigkeiten von sauren und alkalischen Lösungen sowie von Salzlösungen gleicher Stoffmengenkonzentration (E6) - beschreiben das Verfahren der Leitfähigkeitstiteration (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Säuren bzw. Basen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt und werten vorhandene Messdaten aus (E2, E4, E5) - vergleichen unterschiedliche Titrationsmethoden (u.a. Säure-Base-Titration mit einem Indikator, Leitfähigkeitstiteration, pH-metrische Titration) hinsichtlich ihrer Aussagekraft für ausgewählte Fragestellungen (E1, E4) 	<p>16. Lehrerdemonstrations-versuch Leitfähigkeitsmessung mit einem Leitfähigkeitsmessgerät</p> <p>17. Berarbeiten eines Lehrbuchtextes Lehrbuch Elemente Chemie S.214</p>
<p>Diagnose von Schülerkonzepten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Selbstüberprüfung zu Vorstellungen und Kenntnissen zur Säure - Base - Theorie 		

Leistungsbewertung:

- Darstellen eines chemischen Sachverhalts, Aufstellen von Reaktionsschritten, Beschreibung und Erläuterung von Reaktionsschritten
- schriftliche Übung
- Klausuren/Facharbeit ...

Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:

Qualifikationsphase – Q1

Kontext: Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon			
Inhaltsfeld: Elektrochemie			
Inhaltliche Schwerpunkte: <ul style="list-style-type: none"> • Mobile Energiequellen Zeitbedarf: ca. 22 Stunden à 45 Minuten		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: <ul style="list-style-type: none"> • UF3 Systematisierung • UF4 Vernetzung • E2 Wahrnehmung und Messung • E4 Untersuchungen und Experimente • E6 Modelle • K2 Recherche Basiskonzepte: <ul style="list-style-type: none"> • Basiskonzept Donator-Akzeptor • Basiskonzept Energie • Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht 	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
Batterien und Akkumulatoren für Elektrogeräte: <ul style="list-style-type: none"> - elektrochemische Energiequellen - Aufbau einer Batterie 	dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar (K1).	Demonstration: <ul style="list-style-type: none"> • Auswahl von Batterien und Akkumulatoren als Anschauungsobjekte • Analyse der Bestandteile und Hypothesen zu deren möglichen Funktionen. Skizze des Aufbaus Einfache Handskizze mit Beschriftung der Bestandteile	Planung der Unterrichtsreihe mit einer vorläufigen Mind-Map , die im Verlauf der Unterrichtsreihe ergänzt wird Wiederholung bekannter Inhalte aus der SI
Wie kommt der		Schülerexperimente :	Aufgreifen und Vertiefen des

<p>Elektronenfluss (Stromfluss) in einer Batterie zustande? -</p> <ul style="list-style-type: none"> • Redoxreihe der Metalle • Prinzip galvanischer Zellen (u.a. Daniell-Element) 	<p>stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt (K3).</p> <p>erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7).</p> <p>entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen (E3).</p> <p>erklären den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (u.a. Daniell-Element) (UF1, UF3).</p>	<p>Reaktion von verschiedenen Metallen und Salzlösungen</p> <p>Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen Ableitung der Redoxreihe</p> <p>Lernaufgabe: z.B. Recycling von Silbersalzen: Welches Metall eignet sich als Reduktionsmittel?</p> <p>Demonstrationsexperiment:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element) • Demonstration der Spannung und des Stromflusses <p>Lernaufgabe zu Aufbau und Funktion weiterer galvanischer Zellen, z.B. einer Zink-Silber-Zelle</p>	<p>„erweiterten“ Redoxbegriffs aus der Einführungsphase.</p> <p>Ggf. Animationen zu galvanischen Elementen (vgl. Hinweise unten).</p> <p>Ggf Berücksichtigung von Fehlvorstellungen zur Funktion des Elektrolyten (vgl. Hinweise unten).</p>
<p>Wieso haben verschiedene Batterien unterschiedliche Spannungen?</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektrochemische Spannungsreihe der Metalle • Standardwasserstoffelektrode 	<p>planen Experimente zum Aufbau galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab (E1, E2, E4, E5).</p> <p>berechnen Potentialdifferenzen unter Nutzung der Standardelektrodenpotentiale und schließen auf die möglichen Redoxreaktionen (UF2, UF3).</p> <p>beschreiben den Aufbau einer Standard-Wasserstoff Halbzelle (UF1).</p>	<p>Hinführendes Experiment: Elektronendruck von Metallen Messung der Spannung zwischen verschiedenen Metallelektroden, die gemeinsam im Wasserbehälter stehen</p> <p>Bildung von Hypothesen und Planung von Experimenten zur Spannungsreihe</p> <p>Schülerexperimente (Gruppenarbeit): Spannungsreihe der Metalle</p> <p>Demonstrationsexperiment mit arbeitsblattgestütztem Lehrervortrag: Aufbau einer Standardwasserstoffelektrode und Bedeutung als Bezugshalbelement</p>	<p>ggf. Thematisierung der elektrochemischen Doppelschicht</p>

<p>Vertiefung für den Leistungskurs</p> <ul style="list-style-type: none"> Konzentrations-elemente 	<p>planen Versuche zur quantitativen Bestimmung einer Metallionen-Konzentration mithilfe der Nernst-Gleichung (E4),</p> <p>werten Daten elektrochemischer Untersuchungen mithilfe der Nernst-Gleichung und der Faraday-Gesetze aus (E5),</p>	<p>Pt/H₂/H⁺//Cu²⁺/Cu</p> <p>Übungsaufgaben: Voraussagen über den Ablauf chemischer Reaktionen mithilfe der Standardpotentiale</p> <p>Aufbau und Messung von Konzentrationselementen</p> <p>Anwendung der Nernst-Gleichung bei Konzentrationselementen</p> <p>Anwendung der Nernst-Gleichung bei der Einstabmesskette zur PH-Wert-Messung</p>	
<p>Knopfzellen für Hörgeräte:</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Zink-Luft-Zelle 	<p>erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegender Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4).</p>	<p>Demonstration: Knopfzelle für Hörgeräte</p> <p>Schülerexperiment: Modellexperiment einer Zink-Luft-Zelle Vergrößerung der Oberfläche der Graphitelektrode durch Aktivkohle</p>	<p>Informationen und Hinweise zum Modellexperiment siehe [4]</p>
<p>Lässt sich eine Zink-Luft-Zelle wieder aufladen?</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Elektrolyse 	<p>diskutieren die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie (B4).</p> <p>beschreiben und erklären Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen) (UF1, UF3).</p> <p>deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (UF4).</p>	<p>Informationstext: Bedeutung von Akkumulatoren für das Stromnetz zum Ausgleich von Spannungsschwankungen, die bei Nutzung regenerativer Stromquellen (Wind, Sonne) auftreten</p> <p>Demonstration: Laden (und Entladen) eines Blei-Akkumulators</p> <p>Vergleich galvanische Zelle – Elektrolysezelle</p>	<p>Informationen und Modellexperiment siehe [4]</p>

<p>Vertiefung für den Leistungskurs</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quantitative Betrachtung der Elektrolyse 	<p>erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung (E6).</p> <p>erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen (UF2),</p> <p>werten Daten elektrochemischer Untersuchungen mithilfe der Nernst-Gleichung und der Faraday-Gesetze aus (E5),</p> <p>schließen aus experimentellen Daten auf elektrochemische Gesetzmäßigkeiten (u.a. Faraday-Gesetze) (E6).</p>	<p>Herleitung des Faraday-Gesetz mit der Hofmann-Zersetzungsgesetz</p>	
<p>Batterien und Akkumulatoren im Alltag</p>	<p>erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegender Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4)</p> <p>recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge (K2, K3).</p> <p>argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus (K4).</p>	<p>Arbeitsteilige Gruppenarbeit mit Kurz-Präsentation: Recherche, selbstständige Erarbeitung der Bedeutung, des Aufbaus und der Redoxreaktionen von mobilen Spannungsquellen, z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bleiakkumulator • Alkaline-Batterie • Nickel-Metallhydrid-Akkumulator • Zink-Silberoxid-Knopfzelle • Lithium-Ionen-Akkumulator <p>Erstellung einer Concept Map mit Begriffen dieses Unterrichtsvorhabens</p>	<p>Die Präsentation kann z..B. als „Wiki“ für Jugendliche, Portfolio oder als Poster (mit Museumsgang) erfolgen.</p> <p>Binnendifferenzierung durch die Auswahl der Themen</p>

Brennstoffzellen (Leistungskurs)	erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegender Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen) (UF4), vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle, Alkaline-Zelle) (B1),	Modellversuch zur Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle (Knallgaszelle) Vergleich unterschiedlicher Brennstoffzellen (PEM-Brennstoffzelle und Direktmethanol-Brennstoffzelle) Unterschiede zwischen Batterie, Akkumulator und Brennstoffzelle	Expertenrunde zu unterschiedlichen Brennstoffzellen
<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Mind-Map zu elektrochemischen Spannungsquellen • Versuchsprotokolle • Concept-Map zu Begriffen der Elektrochemie <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Präsentationen zu mobilen Energiequellen • Lernaufgaben • Klausuren 			
<p>Hinweise auf eine Auswahl weiterführender Materialien und Informationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • http://chik.die-sinis.de/phocadownload/Material/stationenlernen%20akkus%20und%20batterien.pdf <u>Stationenlernen mit Experimenten der Arbeitsgruppe Chemie im Kontext (Kölner Modell):</u> Wie bei Chemie im Kontext üblich, werden Bezüge zwischen dem geplanten fachlichen Inhalt und der Lebenswirklichkeit von Schülerinnen und Schülern hergestellt. Das soll den Zugang zum Fachthema erleichtern und sie ermutigen, Fragen zu formulieren. Vielfältige Tipps und Informationen. Ausgehend von Redoxreaktionen aus der SI werden die Donator-Akzeptor-Reaktionen dargestellt und vielfältige Informationen zu Batterien und Akkumulatoren geliefert. • http://www.chemie-interaktiv.net Tausch/Schmitz, Rheinisch-Bergische Universität Wuppertal: Animationen zu elektrochemischen Prozessen. • http://www.grs-batterien.de/verbraucher/ueber-batterien.html Broschüre: „Die Welt der Batterien“ Broschüre der Hersteller von Batterien und Akkumulatoren mit Aspekten zur Historie, zum Aufbau und zur Funktion und zum Recycling 			

- Maximilian Klaus, Martin Hasselmann, Isabel Rubner, Bernd Mößner und Marco **Oetken**, in: CHEMKON 2014, 21, Nr. 2, S. 65 - 71
Metall-Luft-Batterien mit einer neuartigen Kohleelektrode - Moderne elektrochemische Speichersysteme im Schulexperiment
- <https://eldorado.tu-dortmund.de/bitstream/2003/2464/2/Marohnunt.pdf>
A. Marohn, Falschvorstellungen von Schülern in der Elektrochemie - eine empirische Untersuchung, Dissertation , TU Dortmund (1999)
- <http://forschung-energiespeicher.info>
Informationen zu aktuellen Projekten von Energiespeichersystemen, u.a. Redox-Flow-Akkumulatoren, Zink-Luft-Batterien, Lithium-Akkumulatoren.
- <http://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/chemie/gym/fb3/modul1/>
Landesbildungsserver Baden-Württemberg mit umfangreicher Materialsammlung zur Elektrochemie.
- www.aktuelle-wochenschau.de (2010)
- GdCh (Hrsg.): HighChem hautnah: Aktuelles über Chemie und Energie, 2011, ISBN: 978-3-936028-70-6
- Deutsche Bunsen-Gesellschaft für physikalische Chemie: (Hrsg.) Von Kohlehalden und Wasserstoff: Energiespeicher – zentrale Elemente der Energieversorgung, 2013, ISBN: 978-3-9809691-5-4

Qualifikationsphase – Q1

Kontext: Korrosion vernichtet Werte – Wie entsteht elektrochemische Korrosion?			
Inhaltsfeld: Elektrochemie			
Inhaltlicher Schwerpunkt:		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:	
<ul style="list-style-type: none"> Korrosion 		UF1 Wiedergabe UF3 Systematisierung E6 Modelle B2 Entscheidungen	
Zeitbedarf: 6 Stunden à 45 Minuten		Basiskonzepte (Schwerpunkte): <ul style="list-style-type: none"> Basiskonzept Donator-Akzeptor Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht 	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
Korrosion vernichtet Werte	diskutieren Folgen von Korrosionsvorgängen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B2).	Abbildungen zu Korrosionsschäden [1] der Materialproben mit Korrosionsmerkmalen Sammlung von Kenntnissen und Vorerfahrungen zur Korrosion Kosten durch Korrosionsschäden	Mind-Map zu einer ersten Strukturierung der Unterrichtsreihe, diese begleitet die Unterrichtsreihe und wird in den Stunden bei Bedarf ergänzt.
Wie kommt es zur Korrosion? <ul style="list-style-type: none"> Lokalelement Rosten von Eisen: Sauerstoffkorrosion und Säurekorrosion 	erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge (UF1, UF3). erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren (E6, E7). stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen	Experimente: Säurekorrosion von Zink mit und ohne Berührung durch Kupfer Schülerexperimente: Nachweis von Eisen(II)-Ionen und Hydroxid-Ionen bei der Sauerstoffkorrosion von Eisen	Visualisierung der Korrosionsvorgänge z.B. anhand von Trickfilmen [3]

	fachsprachlich korrekt (K3).		
Wirtschaftliche und ökologische Folgen von Korrosion	diskutieren Folgen von Korrosionsvorgängen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B2).	Schülervortrag: Aktuelles Beispiel von Korrosionsschäden mit einem lokalen Bezug Diskussion: Ursachen und Folgen von Korrosionsvorgängen	Fakultativ: Vernetzung zum Unterrichtsvorhaben IV durch Thematisierung der elektrolytischen Herstellung von Schutzüberzügen
Korrosionsschutz (Leistungskurs)	erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge und Maßnahmen zum Korrosionsschutz (u.a. galvanischer Überzug, Opferanode) (UF1, UF3). recherchieren Beispiele für elektrochemische Korrosion und Möglichkeiten des Korrosionsschutzes (K2, K3). bewerten für konkrete Situationen ausgewählte Methoden des Korrosionsschutzes bezüglich ihres Aufwandes und Nutzens (B3, B2).	passiver und kathodischer Korrosionsschutz (Korrosionsschutz durch Metallüberzüge)	Plakaterstellung zu Vor- und Nachteilen von unterschiedlichen Korrosionsschutzmaßnahmen Versuchsreihe zum Korrosionsvorgang und zum Korrosionsschutz
Leistungsbewertung:			
<ul style="list-style-type: none"> • Auswertung der Experimente • Schülervortrag • Klausur 			
Hinweise auf eine Auswahl weiterführender Materialien und Informationen:			
1. www.korrosion-online.de Umfangreiches Informations- und Lernangebot rund um das Thema Korrosion und Korrosionsschutz mit vielen und interessanten Abbildungen.			
2. http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/korrosion/korrosion.htm Beschreibung von Erscheinungsformen der Korrosion, Experimente und Maßnahmen zum Korrosionsschutz.			
3. Film: <i>Korrosion und Korrosionsschutz</i> (FWU: 420 2018): Tricksequenzen zu den Vorgängen bei der Korrosion und Rostschutzverfahren.			

Qualifikationsphase – Q2

Kontext: Vom fossilen Rohstoff zum Anwendungsprodukt			
Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
Inhaltliche Schwerpunkte: <ul style="list-style-type: none"> Organische Verbindungen und Reaktionswege 		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: <ul style="list-style-type: none"> UF3 Systematisierung UF4 Vernetzung E3 Hypothesen E4 Untersuchungen und Experimente K3 Präsentation B3 Werte und Normen 	
Zeitbedarf: ca. 20 Stunden à 45 Minuten		Basiskonzepte (Schwerpunkte): Basiskonzept Struktur-Eigenschaft, Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht, Basiskonzept Energie	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans Die Schülerinnen und Schüler ...	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen Didaktisch-methodische Anmerkungen
Erdöl, ein Gemisch vielfältiger Kohlenwasserstoffe <ul style="list-style-type: none"> Stoffklassen Reaktionstypen zwischenmolekulare Wechselwirkungen Stoffklassen homologe Reihe Destillation Cracken 	erklären Stoffeigenschaften mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoffbrücken) (UF3, UF4). verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4). erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen und sagen Stoffeigenschaften voraus (UF1). erläutern die Planung einer Synthese	1. Demonstration von Erdöl und Erdölprodukten: Erdöl, Teer, Paraffin, Heizöl, Diesel, Superbenzin, Super E10, Schwefel 2. Film: Gewinnung von Kohlenwasserstoffen aus Erdöl; fraktionierte Destillation (mögliche Filme s. u.) 3. Ergebnissicherung (Aufbau/Funktionsweise der fraktionierten Destillation), z.B. in Form eines AB	Thema: Vom Erdöl zum Superbenzin – Einstieg („Brainstorming“ als Hinführung zur Themenstellung), ggf. auch concept map, Lehrbuch: S. 58ff. Optional: Fraktionierte Destillation im Schülerexperiment (Modell für Erdölaufbereitung) Selbstständige Auswertung des Films mithilfe des Arbeitsblattes; mündliche Darstellung der Destillation,

	<p>ausgewählter organischer Verbindungen sowohl im niedermolekularen als auch im makromolekularen Bereich (E4).</p> <p>verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).</p> <p>erläutern und bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung von Produkten des Alltags und der Technik (B3).</p>	<p>4. Alkane, Alkene, Alkine, cyclische KW und Aromaten als Produkte der Erdölaufbereitung – Struktur, Eigenschaften, Nomenklatur; <i>Experiment:</i> Das Rußverhalten versch. KW als Hinweis auf den relativen Kohlenstoffgehalt (Anteile stöchiometrisch berechnen lassen)</p> <p>5. Verbrennung von Kohlenwasserstoffen im Otto- und Dieselmotor Arbeitsblatt mit Darstellung der Takte</p> <p>6. Demonstrationsexperiment zum Cracken – Veredelung längerkettiger KW (Cracken, Reformieren) und Herstellung von Fahrzeugbenzin</p> <p>7. Der Einsatz von Erdölprodukten im Kontext der Ressourcenfrage (fossile Brennstoffe, nachwachsende Rohstoffe) – Vergleich Diesel – Biodiesel</p>	<p>Klärung des Begriffs Fraktion In diesem Kontext auch Wdh. der Begriffe „Summenformel“, „Strukturformel“, bei Aromaten: keine Erklärung der Mesomerie, Hinweis: Eigenschaften (Löslichkeit, Siedepunkte) wurden prinzipiell bereits in der EF behandelt.</p> <p>Benzin aus der Erdöldestillation genügt dem Anspruch der heutigen Motoren nicht; Einführung der Octanzahl; Wiederaufgreifen der Stoffklassen</p> <p><i>Fächerübergreifende Aspekte:</i> EK (Landwirtschaft, Anbau nachwachsender Rohstoffe), PH (Wirkungsgrad von Verbrennungsmotoren), SW: gesellschaftspolitische Aspekte</p>
<p>Wege zum gewünschten Produkt</p> <ul style="list-style-type: none"> • elektrophile Addition • nucleophile Substitution (LK) 	<p>formulieren Reaktionsschritte einer elektrophile Addition und erläutern diese (UF1).</p> <p>verknüpfen Reaktionen zu Reaktionsfolgen und Reaktionswegen zur gezielten Herstellung eines erwünschten Produktes (UF2, UF4).</p>	<p>1. Einführung „Reaktionen der Alkene“, LDE: Umsetzung von 1-Hexen mit Bromwasser; Auswertung der Beobachtungen mit Unterstützung eines Arbeitsblattes (Reaktionsschema und –mechanismus der elektrophilen Addition)</p>	

	<p>klassifizieren organische Reaktionen als Substitutionen, Additionen, Eliminierungen und Kondensationen (UF3).</p> <p>formulieren Reaktionsschritte einer elektrophilen Addition und einer nucleophilen Substitution (S_N nur LK) und erläutern diese (UF1),</p> <p>schätzen das Reaktionsverhalten organischer Verbindungen aus den Molekülstrukturen ab (u.a. I-Effekt, sterischer Effekt) (E3).</p> <p>verwenden geeignete graphische Darstellungen bei der Erläuterung von Reaktionswegen und Reaktionsfolgen (K1, K3).</p> <p>erklären Reaktionsabläufe unter dem Gesichtspunkt der Produktausbeute und Reaktionsführung (UF4),</p>	<p>2. Welches Reaktionsprodukt entsteht bevorzugt? – Die Markownikow-Regel bei der Addition von Wasserstoffverbindungen an Alkene; dazu: Übungsaufgabe zur Reaktion von Propen mit Wasser mithilfe einer Säure bzw. zur Umsetzung von Propen mit einem Halogenwasserstoff (Arbeitsblatt); Formulierung eines ausführlichen Textes zur Beschreibung und Erläuterung der Reaktionsschritte</p> <p>3. Die elektrophile Addition im Kontext „MTBE (ETBE) als Antiklopffmittel“: Säurekatalysierte elektrophile Addition von Methanol an 2-Methylpropen (Addition von Ethanol an 2-Methylpropen)</p> <p>4. LDE: Alkohole aus Halogenalkanen: Die Umsetzung von tert-Butylchlorid mit Natronlauge; anschl. Auswertung der Beobachtungen und Klassifizierung der Reaktion als nucleophile Substitution (im GK nur Reaktionsgleichung, im LK: Mechanismus, siehe (5.))</p> <p>5. (nur LK) Aufklärung des Reaktionsmechanismus: uni- und bimolekulare nucleophile</p>	<p>Einfluss des I-Effektes herausstellen</p> <p>Training zur Darstellung der Vorgänge unter Verwendung der entsprechenden Fachbegriffe</p> <p>Anknüpfung an (3.): Verfahren zur Gewinnung von Alkoholen mittels nucleophiler Substitution</p>
--	---	--	---

		<p>Substitution, Qualität von Nucleophilen und Abgangsgruppen, Einfluss von sterischen Effekten</p> <p>6. MTBE – anders hergestellt: Konkurrenz von Substitution und Eliminierung am Beispiel der MTBE-Synthese nach Williamson¹</p>	<p>Eliminierung: Mechanismus lt. Vorgaben nicht erforderlich; MTBE als Kontext bietet sich an, um verschiedene Wege zur Synthese dieser Verbindung zu diskutieren.</p> <p>Optional können im Anschluss zur Vertiefung „Syntheseaufgaben“ gestellt werden (Vorgabe des Produktes, Schüler entwerfen Reaktionswege unter Berücksichtigung von notwendigen Reaktionsbedingungen).</p>
<p><u>Diagnose von Schülerkonzepten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Selbstüberprüfung zu Vorstellungen und Kenntnissen zu „Energieträgern“ <p><u>Leistungsbewertung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Darstellen eines chemischen Sachverhalts, Aufstellen von Reaktionsschritten, Beschreibung und Erläuterung von Reaktionsschritten • schriftliche Übung • Klausuren/Facharbeit ... 			
<p>Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:</p> <p><i>Filme zur Gewinnung von Kohlenwasserstoffen aus Erdöl</i></p> <p>Eine leicht verständliche Darstellung in 15 Minuten zu Aspekten der Entstehung des Erdöls, Suche nach Erdöl, Verarbeitung des Erdöls, Arbeit auf einer Erdölplattform und einer Havarie eines Erdöltankers findet man im Film „Multitalent Erdöl“ des Schulfernsehens (Planet Schule): http://www.planet-schule.de/sf/php/02_sen01.php?sendung=6901.</p> <p>Video-DVD „Bibliothek der Sachgeschichten – E wird Erdöl“</p> <p>Experimente zu den Kohlenwasserstoffen (u. a. „Katalytisches Cracken“): https://web.archive.org/web/20120303204530/http://www.science-forum.de/download/skript_kohlenwasserstoffe.pdf</p> <p>Zur Umweltrelevanz des Stoffes Methyltertiärbuthylether (MTBE) unter besonderer Berücksichtigung des Gewässerschutzes finden sich Informationen des Umwelt Bundesamtes in: http://www.umweltbundesamt.de/wasser/themen/grundwasser/mtbe.htm. Die Seite enthält auch</p>			

eine Tabelle zum MTBE-Anteil in verschiedenen Benzinsorten.

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

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

Qualifikationsphase – Q2

Kontext: Maßgeschneiderte Produkte aus Kunststoffen			
Inhaltsfeld 4: Organische Werkstoffe und Kunststoffe			
Inhaltliche Schwerpunkte:		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:	
<ul style="list-style-type: none"> • Organische Verbindungen und Reaktionswege • Organische Werkstoffe Zeitbedarf: ca. 25 Std. à 45 Minuten		<ul style="list-style-type: none"> • UF2 Auswahl • UF4 Vernetzung • E3 Hypothesen • E4 Untersuchungen und Experimente • E5 Auswertung • K3 Präsentation • B3 Werte und Normen Basiskonzepte (Schwerpunkt): Basiskonzept Struktur – Eigenschaft	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen/ Didaktisch-methodische Anmerkungen
	Die Schülerinnen und Schüler		
Was sind Kunststoffe und	...erklären den Aufbau von	Demonstration:	Wiederholung von

<p>wie sind sie aufgebaut? Alltagsbeispiele für Kunststoffe</p> <p>Aufbau von Makro-molekülen aus Mono-merbausteinen Kunststoffe als Polymerisate oder Polykondensate (u.a. Polyester, Polyamide, Polycarbonate)</p>	<p>Makromolekülen aus Monomer-Bausteinen und unterscheiden Kunststoffe aufgrund ihrer Synthese als Polymerisate oder Polykondensate (u.a. Polyester, Polyamide, Polycarbonate) (UF1, UF3)</p>	<p>Plastiktüte, PET-Flasche, Joghurtbecher, Schaumstoff, Gehäuse eines Elektrogeräts (Duromer)</p> <p>Eingangstest: intermolekulare Wechselwirkungen, funktionelle Gruppen, Veresterung</p> <p>Materialien: Kunststoffe aus dem Alltag</p>	<p>Struktur-/Eigenschaftsbeziehung organischer Stoffe aus der EF</p> <p>Anwendungsbereiche von Kunststoffen (Filmsequenz aus Bibliothek der Sachgeschichten)</p>
<p>Wie werden Alltagskunststoffe synthetisiert? Radikalische Polymerisation: (Polystyrol)</p> <p>Polykondensation: Polyester Polyamide (Nylon)</p>	<p>beschreiben und erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (UF1,UF 3)</p> <p>präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3),</p>	<p>Schülerexperimente: Polymerisation von Styrol Polykondensation: Synthese einfacher Polyester aus Haushaltschemikalien, z.B. Polymilchsäure oder Polycitronensäure. „Nylonseiltrick“</p>	<p>Rückgriff auf Mechanismen organischer Reaktionen (v.a. Veresterung) Vergleich der technischen Herstellung und der Herstellung im Schullabor → Bezug auf Eigenschaften der Polymere</p>
<p>Eigenschaften von Kunststoffen</p> <p>Eigenschaften unterschiedlicher Kunststoffe aufgrund ihrer Kettenlänge und Vernetzungsgrades</p> <p>Unterscheidung zwischen Duromere, Thermomere, Elastoplaste Struktur-Eigenschaftsbeziehungen von Kunststoffen mit besonderen Eigenschaften und deren Synthesewege aus Basischemikalien z.B.:</p>	<p>untersuchen Kunststoffe auf ihre Eigenschaften, planen dafür zielgerichtete Experimente (u.a. zum thermischen Verhalten), führen diese durch und werten sie aus (E1, E2, E4, E5),</p> <p>erläutern die Eigenschaften von Polymeren aufgrund der molekularen Strukturen (u.a. Kettenlänge, Vernetzungsgrad) und erklären ihre praktische Verwendung (UF3, UF4),</p>	<p>Schülerexperiment.: Thermische Eigenschaften von Kunststoffproben untersuchen</p> <p>Recherche: Syntheseweg zur Herstellung von SAN aus Basischemikalien.</p> <p>Modifikation der Werkstoffeigenschaften von Polystyrol durch Copolymerisation mit Acrylnitril.</p> <p>Flussdiagramme zur Veranschaulichung von Reaktionswegen</p> <p>Arbeitsteilige Projektarbeit zu weiteren</p>	<p>Fakultativ: Plakat-/Folien-/ppp-Vorträge zu Anwendungen/Eigenschaften ausgewählter Kunststoffe</p>

<p>SAN: Styrol- Acrylnitril- Copolymerisate</p> <p>Cyclodextrine Superabsorber</p>		<p>ausgewählten Kunststoffen, z.B.: Superabsorber, Cyclodextrine.</p>	
<p>Geschichte der Kunststoffe technische Kunststoff- herstellungsverfahren Spritzguss, Extrusions- blasformen, Fasern spinnen</p>	<p>recherchieren Informationen zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergeb- nisse adressatengerecht vor (K2, K3)</p>	<p>Filme, Animationen zur Geschichte sowie technischen Kunststoffherstellungsverfahren</p> <p>Einsatz von Filmen und Animationen zur Kunststoffverwertung /Recycling</p>	<p>Schrittweise Präsentation vom Rohstoff Polyethylenterephthal at über Zwischen- werkstoffe (PET- Rohling) hin zur fertigen PET-Flasche</p>
<p>Kunststoffverwertung - stoffliche V. - energetische V. Ökonomische und öko- logische Aspekte zum Einsatz von Einweggeschirr aus Poly- milchsäure, Polystyrol oder Belland-Material.</p>	<p>diskutieren und bewerten Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a.Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischen-produkte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3),</p>	<p>Schülerexperimente: Herstellung von ökoloischen Kunststoff aus Stärke (Stärkefolie)</p> <p>Diskussion: Ein leben ohne Plastik? Einsparmöglichkeiten von Kunststoffen</p>	
<p>Leistungsdiagnose: Klausur, Bewertung von Vorträgen bzw. weiterführenden Rechercheaufgaben</p>			
<p>Filme: Bibliothek der Sachgeschichten : Erdöl (Sammlung)</p>			

Qualifikationsphase – Q2

Kontext: Das „Traummolekül“ und die Erfolgsgeschichte der Farbstoffe im Alltag			
Inhaltsfeld: Organische Produkte – Werkstoffe und Farbstoffe			
Inhaltliche Schwerpunkte: <ul style="list-style-type: none"> Farbstoffe und Farbigkeit Zeitbedarf: 30 Std. à 45 Minuten		Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen: <ul style="list-style-type: none"> UF1 Wiedergabe UF3 Systematisierung E6 Modelle K3 Präsentation K4 Argumentation B4 Möglichkeiten und Grenzen Basiskonzepte (Schwerpunkte): Basiskonzept: Struktur – Eigenschaft	
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte	Konkretisierte Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans	Lehrmittel/ Materialien/ Methoden	Verbindliche Absprachen/ Didaktisch-methodische Anmerkungen
	Die Schülerinnen und Schüler		
Der Benzolring <ul style="list-style-type: none"> Struktur des Benzols Benzol als aromatisches System Reaktionen des Benzols Elektrophile Erst- und Zweitsubstitution 	beschreiben die Struktur und Bindungsverhältnisse aromatischer Verbindungen mithilfe mesomerer Grenzstrukturen und erläutern Grenzen dieser Modellvorstellungen (E6, E7). erläutern das Reaktionsverhalten von aromatischen Verbindungen (u.a. Benzol, Phenol) und erklären dies mit Reaktionsschritten der elektrophilen Erst- und Zweitsubstitution (UF1, UF2) analysieren und vergleichen die Reaktionsschritte unterschiedlicher Reaktionstypen (u.a. elektrophile	1. Einführung LDE: Vergleich des Rußverhaltens verschiedener organischer Stoffe (Alkan, Alken, Aromat) und Aufzeigen des hohen C-Anteils in aromat. Verbindungen, anschließend stöchiometrische Berechnung der Verhältnisformel (auf Basis des (theoret.) Ergebnisses einer Elementaranalyse) und Ermittlung der Summenformel (auf Basis des (theoret.) Ergebnisses einer Molmassenbestimmung) 2. Erkundung: Wie könnte eine Struktur des C ₆ H ₆ -Moleküls aussehen? – S. entwickeln mögliche Anordnungen und vergleichen diese	Einführende Sequenz ermöglicht Wdh. stöchiometrischer Methoden; Abfolge von Schritten der Strukturaufklärung wird nochmals thematisiert

	<p>Addition und elektrophile Substitution) (E6)</p>	<p>mit bekannten Entwürfen (Ladenburg-, Dewar-Benzol u. a.), ggf. Molekülbaukasten nutzen</p> <p>3. Der Durchbruch in der Frage der Strukturaufklärung - Kekule's Traum; Film: „Das Traummolekül – August Kekule und der Benzolring“</p> <p>4. Führen Doppelbindungen im Molekül zum Alken? – Test der elektrophilen Addition im Schülerexperiment (Umsetzung eines Alkens und Toluol mit Baeyers Reagenz oder Bromwasser)</p> <p>5. Erarbeitung: Die Besonderheit konjugierter Doppelbindungen am Beispiel der Hydrierungsenergien verschiedener Cyclohexatriene; Einführung der Begriffe „Mesomerie“, „Grenzformel“ und „Mesomeriestabilisierung“</p> <p>6. Wann ist ein Kohlenwasserstoff aromatisch? – Einführung der Hückel-Regel und Betrachtung weiterer Aromaten</p> <p>7. Wie reagieren Aromaten wirklich? – Elektrophile Substitution und Vergleich mit der elektrophilen Addition (Arbeitsblätter)</p> <p>8. NUR LK: Phenol – Alkohol oder Säure? – Demonstration der sauren Reaktion einer Phenol-Lösung (LDE) und Deutung des Befundes über mesomere Effekte im Phenol-Molekül (ggf. geleitet durch ein Arbeitsblatt)</p> <p>9. NUR LK: Warum Ersts substituenten eine</p>	<p>Im LK ggf. kurzer Exkurs in die Orbitaltheorie (Was sind π-Elektronen?)</p> <p>Hier besteht die Möglichkeit, mit Naphthalin einen weiteren Aromaten vorzustellen und den Aggregatzustand zu diskutieren (van-der-Waals-Kräfte)</p>
--	---	---	---

		weitere Substitution beeinflussen: Die Zweitsubstitution am aromatischen Ring	
Indigo – ein Klassiker der organischen Farbstoffe	<p>recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3)</p> <p>präsentieren die Herstellung ausgewählter organischer Produkte und Zwischenprodukte unter Verwendung geeigneter Skizzen oder Schemata (K3),</p> <p>diskutieren und bewerten Wege zur Herstellung ausgewählter Alltagsprodukte (u.a. Kunststoffe) bzw. industrieller Zwischenprodukte aus ökonomischer und ökologischer Perspektive (B1, B2, B3),</p>	<p>1. Gruppenpuzzle „Indigo – ein Klassiker der organischen Farbstoffe“ mit Aufgaben zur Gewinnung (als natürliches Produkt, synthetisch), Verwendung und chemischen Struktur</p> <p>2. Schülerexperiment (optional im LK): Synthetische Darstellung von Indigo aus Nitrobenzaldehyd</p> <p>3. Schülerexperiment „Küpfenfärbung mit Indigo“ – Färbung einer Baumwollprobe und Erläuterung der hier stattfindenden Redoxreaktion</p>	<p>Hier ggf. Diskussion „natürlich“ vs. „synthetisch“ – Pro und Contra (ökonomische und ökologische Perspektive)</p> <p>Möglichkeit zur Vernetzung von Inhalten (Redoxprozesse in der OC)</p> <p>An dieser Stelle könnte ein Zshg. zwischen der Farbigkeit des Indigos (im Gegensatz zum Indigweiß-Anion) und den Strukturen hergestellt werden (Hinweis auf das ausgedehnte π-Elektronensystem).</p>
Farben im Alltag <ul style="list-style-type: none"> - Farbigkeit und Licht - Absorptionsspektrum 	<p>erläutern Zusammenhänge zwischen Lichtabsorption und Farbigkeit fachsprachlich angemessen (K3).</p> <p>werten Absorptionsspektren fotometrischer Messungen aus und interpretieren die Ergebnisse (E5)</p>	<p>1. Einstieg in Form einer Mind- oder Concept-Map „Farbe“</p> <p>2. Erarbeitung: Wie entsteht ein Farbeindruck? – Licht und Farbigkeit in der Theorie; Zusammenhang zwischen Wellenlänge, Frequenz und Energie</p> <p>3. Aussagen von Absorptionsspektren</p>	<p>Berechnungen von Energien bei bekannten Wellenlängen</p> <p>Bei vorhandenem Fotometer könnte ein</p>

		<p>photometrischer Messungen (Arbeitsblatt)</p>	<p>Absorptionsspektrum auch experimentell aufgenommen werden; mögl. Exkurs im LK: Lambert-Beersches Gesetzes (Zshg. Extinktion und Konzentration)</p>
<p>Organische Farbstoffe</p> <ul style="list-style-type: none"> - Farbe und Struktur - Konjugierte Doppelbindungen - Donator-/Akzeptorgruppen - Mesomerie - Azofarbstoffe - Triphenylmethanfarbstoffe 	<p>erklären die Farbigkeit von vorgegebenen Stoffen (u.a. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe) durch Lichtabsorption und erläutern den Zusammenhang zwischen Farbigkeit und Molekülstruktur mit Hilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-/ Akzeptorgruppen (UF1, E6).</p> <p>geben ein Reaktionsschema für die Synthese eines Azofarbstoffes an und erläutern die Azokupplung als elektrophile Zweitsubstitution (UF1, UF3)</p> <p>erklären vergleichend die Struktur und deren Einfluss auf die Farbigkeit ausgewählter organischer Farbstoffe (u.a. Azofarbstoffe, Triphenylmethanfarbstoffe) (E6).</p>	<p>1. Mesomerie und Farbigkeit - Arbeitsblatt: Kriterien für Farbigkeit; Einfluss von konjugierten Doppelbindungen bzw. Donator-/ Akzeptorgruppen; Rückblick: Indigo-Molekül und Einführung der Stoffklasse der Azofarbstoffe</p> <p>2. Schülerexperiment (optional im LK): Darstellung eines Azofarbstoffes (β-Naphtholorange) und ausführliche Auswertung des Reaktionsmechanismus (nur LK)</p> <p>3. Triphenylmethanfarbstoffe als Indikatoren LDE: Farbwechsel von Phenolphthalein; Auswertung anhand eines Arbeitsblattes; anschl. Synthese von 1-Naphtholphthalein und/oder Thymolphthalein im Schülerexperiment; Erkennen von Analogien bei der Erarbeitung der Strukturen</p> <p>4. Schülerexperiment: Synthese von Fluorescein als weiterer Triphenylmethanfarbstoff (kann auch arbeitsteilig mit den in (3.) genannten Vertretern durchgeführt werden)</p>	<p>Wiederholung: elektrophile (Zweit-) Substitution am Beispiel der Azokupplung</p> <p>Vernetzung mit Lernbereich „Säuren und Basen“; optional könnten die Schüler die Umschlagpunkte der synthetisierten Farbstoffe ermitteln</p> <p>Im LK: Erklärung des Phänomens „Fluoreszenz“</p>
<p>Verwendung von Farbstoffen</p>	<p>recherchieren zur Herstellung, Verwendung und Geschichte</p>	<p>1. Schülerexperiment: Färben mit einem Direktfarbstoff und Vergleich mit dem</p>	<p>Rückgriff auf die experimentellen</p>

<ul style="list-style-type: none"> - bedeutsame Textilfarbstoffe - Wechselwirkung zwischen Faser und Farbstoff 	<p>ausgewählter organischer Verbindungen und stellen die Ergebnisse adressatengerecht vor (K2, K3).</p> <p>demonstrieren an ausgewählten Beispielen mit geeigneten Schemata den Aufbau und die Funktion „maßgeschneiderter“ Moleküle (K3).</p> <p>beschreiben und diskutieren aktuelle Entwicklungen im Bereich organischer Werkstoffe und Farbstoffe unter vorgegebenen und selbstständig gewählten Fragestellungen (K4).</p> <p>erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit zwischenmolekularen Wechselwirkungen (u.a. Van-der-Waals-Kräfte, Dipol-Dipol-Kräfte, Wasserstoff-Brücken (UF3, UF4).</p> <p>beurteilen Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen Fragestellungen (B4).</p>	<p>Verfahren der Küpenfärbung (Indigo)</p> <p>2. Auswertung - Arbeitsblatt: Textilfasern und Farbstoffe (Prinzipien der Haftung)</p> <p>3. Recherche: Farbige Kleidung im Wandel der Zeit (Anknüpfung an die Sequenz „Indigo“); Moderne Textilfasern: Herstellung, Verwendung und Probleme / Erwartungen an moderne Kleidung; Präsentationsform: Poster und Museumsgang; anschließend Diskussion im Plenum (bspw. auf Basis von Notizen aus dem Museumsgang)</p>	<p>Ergebnisse der Indigo-Sequenz; mögl. Farbstoffe für Direktfärbung s. Praktikumsskript Science Forum</p> <p>Wiederholung zwischenmolekularer Wechselwirkungen</p> <p>Textilfasern: ggf. Bezug zur Kunststoffchemie (Vernetzung)</p>
--	--	--	---

Diagnose von Schülerkonzepten:

- Lernaufgabe

Leistungsbewertung:

- Klausur, Präsentation, Protokolle

Beispielhafte Hinweise zu weiterführenden Informationen:

Film zu A. Kekule: <https://www.youtube.com/watch?v=Aw-O4ybMZQ8>

Weitere Literatur, z. B.: Deutsches Museum Bonn: „Kekules Traum – von der Benzolformel zum Bonner Chemiepalast“ mit detaillierten Hintergrundinformationen

Versuchsvorschriften zur den Indigo-Experimenten sowie der Synthese von Triphenylmethanfarbstoffen unter:

https://web.archive.org/web/20120303203950/http://www.science-forum.de/download/skript_farbstoffe.pdf

Zahlreiche Informationen zu Farbe und Farbstoffen sind z.B. im folgenden Lexikon zusammengestellt:

<http://www.seilnacht.com/Lexikon/FLexikon.htm>

Auch zu aktuelleren Entwicklungen findet man Material:

<http://www.max-wissen.de/Fachwissen/show/0/Heft/funktionelle+Farben.html>