

Einführungsphase (EF)

Unterrichtsvorhaben I:

Inhaltsfeld: Organische Stoffklassen

Zeitbedarf: ca. 60 Unterrichtsstunden

Inhaltliche Schwerpunkte:

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

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: Die SuS ...

- ordnen Stoffe organischer Stoffklassen auf Grundlage ihrer funktionellen Gruppen sowie deren Isomeren ein und können diese nach IUPAC benennen.
- sagen die Eigenschaften organischer Verbindungen auf Grund des molekularen Aufbaus voraus und können sie experimentell verifizieren oder falsifizieren(S/E)
- führen Experimente zur Oxidation von Alkoholen sowie zur Estersynthese durch, erläutern die Redoxreaktionen nach dem Donator-Akzeptor-Prinzip (E)
- bewerten die Anwendung der entstandenen Produkte im Alltag hinsichtlich ökologischer und physiologischer Folgen (E/B)

Beiträge zu den Basiskonzepten:

- **Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen:**

Organische Stoffe werden auf Grundlage ihrer funktionellen Gruppen sowie von Einfach und Mehrfachbindungen in verschiedene Stoffklassen eingeteilt. Dazu gehören Alkane, Alkene, Alkine, sowie Alkanole, Alkanale und Carbonsäuren. Zudem werden aus der Synthese von Alkanolen mit Carbonsäuren Ester synthetisiert. Auf Grundlage der funktionellen Gruppen, Einfach- und Mehrfachbindungen sowie von Konstitutionsisomerie lassen sich intermolekulare Wechselwirkungen herleiten und es können Aussagen zu Struktur-Eigenschaftsbeziehungen aufgestellt werden

- **Chemische Reaktion:**

In Zusammenhang mit der Oxidation der Alkohole wird das Donator-Akzeptor-Prinzip im Sinne von Elektronenaufnahme und -abgabe auf organische Stoffe bzw. kovalente Bindungen erweitert.

Zudem lassen sich über konkrete Reaktionswege konkrete Produkte herstellen, die mit den vielfältigen Anwendungsbereichen der Estersynthese vertieft werden

Sequenzierung inhaltlicher Aspekte / Leitfragen	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden
<p>Was sind Kohlenwasserstoffe?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einstieg über die homologe Reihe der Alkane (z.T. wiederholender Charakter aus der S1) - Molekülaufbau sowie Molekülgeometrie der Alkane und ihrer Isomere - Benennung der Alkane nach IUPAC - Struktur-Eigenschaftsbeziehung wie T_M, T_B, Viskosität, Löslichkeit in unpolaren Lösungsmitteln, intermolekulare Wechselwirkungen (v.d.W.-Kräfte) - Reaktionen bei der vollständigen und unvollständigen Verbrennung sowie qualitativer Nachweis der Reaktionsprodukte 	<ul style="list-style-type: none"> - ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen ein und benennen diese nach systematischer Nomenklatur (S1, S6, S11) - erläutern intermolekulare Wechselwirkungen organischer Verbindungen und erklären ausgewählte Eigenschaften sowie die Verwendung organischer Stoffe auf dieser Grundlage (S2, S13, E7) - stellen auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge die Molekülgeometrie von Kohlenstoffverbindungen dar und erklären die Molekülgeometrie mithilfe des EPA-Modells (E7, S13), 	<ul style="list-style-type: none"> - Präkonzepte, Alltagsvorstellungen und Vorwissen aktivieren und einbeziehen - SuS – Experimente: - Bau der Moleküle mit Molekülbaukasten - Verbrennung der Alkane (vollständig und unvollständig) mit Stoffnachweis von Wasser (entweder weißes Kupfersulfat oder Watesmo-Papier); Kohlenstoffdioxid mit Kalkwasserprobe sowie Ruß (rein optisch an Glasgegenständen) - Versuche zur Viskosität, z.B. mit Wasserstropfen-Sink-Versuch Digitales Online-Tool zur Erstellung von Strukturformeln: https://www.strukturformelzeichner.de/
<p>Vom Alkohol zum Aromastoff</p> <ul style="list-style-type: none"> -Homologe Reihe der Alkanole -Molekülbau sowie Molekülgeometrie der Alkanole und ihrer Isomere (ein- sowie mehrwertige Alkanole) -Funktionelle Gruppe: Hydroxyl-Gruppe -Benennung der Alkanole und ihrer Isomere nach IUPAC -Struktur-Eigenschaftsbeziehung wie T_M, T_B, Viskosität, Löslichkeit in polaren und unpolaren Lösungsmitteln, intermolekulare Wechselwirkungen (H-Brücken-Bindungen und v.d.W.-Kräfte) 	<ul style="list-style-type: none"> - ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen ein und benennen diese nach systematischer Nomenklatur (S1, S6, S11) - erläutern intermolekulare Wechselwirkungen organischer Verbindungen und erklären ausgewählte Eigenschaften sowie die Verwendung organischer Stoffe auf dieser Grundlage (S2, S13, E7) 	<ul style="list-style-type: none"> - SuS: Experimente: - Bau von Alkanolen mit Molekülbaukasten oder Online-Tool (vgl. oben) -Versuchsreihe zur Löslichkeit verschiedener Alkanole in Wasser und Benzin. -Herstellung von Wein aus Traubensaft und Hefe mit anschließender Destillation Methode(optional): Kurzvorträge/Plakate zu den Anwendungsbereichen Ausgewählter ein- und mehrwertiger Alkanole

<ul style="list-style-type: none"> - Vergleich Eigenschaften Alkane und Alkanole -Vorkommen von Alkanolen in Alltagsanwendungen -Wirkung von Ethanol auf den menschlichen Körper 	<ul style="list-style-type: none"> - stellen Isomere von Alkanolen dar und erklären die Konstitutionsisomerie (S11, E7) -stellen auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge die Molekülgeometrie von Kohlenstoffverbindungen dar und erklären die Molekülgeometrie mithilfe des EPA-Modells (E7, S13) - stellen Hypothesen zu Struktureigenschaftsbeziehungen einer ausgewählten Stoffklasse auf und untersuchen diese experimentell (E3, E4) 	
<p>Vom Alkanol zur Carbonsäure</p> <ul style="list-style-type: none"> -Oxidation von primären und sekundären Alkoholen -Einführung der Stoffgruppen der Alkanale, Alkanone sowie der Carbonsäuren mit Benennung nach IUPAC, Molekülaufbau, funktionellen Gruppen (Carbonyl- und Carboxyl-Gruppen) und den daraus resultierenden Struktur-Eigenschaftsbeziehungen -Einführung der Dipol-Dipol-WW bei Alkanalen und Alkanonen -Vergleich der unterschiedlichen intermolekularen WW -Einführung der Oxidationszahlen sowie der Kennzeichnung von Reaktionen als Oxidation und Reduktion -Anwendungsbereiche der Alkanale, Alkanone sowie der Carbonsäuren unter Berücksichtigung der Eigenschaften der Stoffe 	<ul style="list-style-type: none"> -ordnen organische Verbindungen aufgrund ihrer funktionellen Gruppen in Stoffklassen ein und benennen diese nach systematischer Nomenklatur (S1, S6, S11) -erläutern intermolekulare Wechselwirkungen organischer Verbindungen und erklären ausgewählte Eigenschaften sowie die Verwendung Organischer Stoffe auf dieser Grundlage (S2, S13, E7), 	<p>SuS-Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Oxidation von primären und sekundären Alkanolen mit heißem Kupferoxid, Nicht-Oxidation von tertiären Alkanolen -Nachweis von verschiedenen Alkanalen mit Fehling und/oder Tollensprobe (z.B. auch Aldosen) -Bau verschiedener organischer Stoffklassen mit dem Molekülbaukasten oder dem Online-Tool <p>Optional:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Reaktion von Carbonsäuren mit unedlen Metallen – Nachweis von Carbonsäure-Salzen sowie des entstehenden Wasserstoffs durch Knallgasprobe -Untersuchung des pH-Wertes unterschiedlicher Carbonsäure-Lösungen <p>Methode:</p>

<p><i>-Optional: Reaktionen von Carbonsäuren mit Metallen</i></p>	<p><i>-erläutern das Donator-Akzeptor-Prinzip unter Verwendung der Oxidationszahlen am Beispiel der Oxidationsreihe der Alkanole (S4, S12, S14, S16), -stellen Isomere von Alkanolen dar und erklären die Konstitutionsisomerie (S11, E7). -stellen auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge die Molekülgeometrie von Kohlenstoffverbindungen dar und erklären die Molekülgeometrie mithilfe des EPA-Modells (E7, S13) - deuten die Beobachtungen von Experimenten zur Oxidationsreihe der Alkanole und weisen die jeweiligen Produkte nach (E2, E5, S14) - stellen Hypothesen zu Struktureigenschaftsbeziehungen einer ausgewählten Stoffklasse auf und untersuchen diese experimentell (E3, E4) beurteilen die Auswirkungen der Aufnahme von Ethanol hinsichtlich Oxidativer Abbauprozesse im menschlichen Körper unter Aspekten der</i></p>	<p><i>Vergleich Oxidation von Alkoholen im Labor mit Stoffwechselprozessen im menschlichen Körper</i></p>
-------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------

	Gesunderhaltung (B6, B7, E1, E11, K6),	
<p>Duftstoffe (Estersynthese)</p> <p>-Darstellung von Estern durch die Reaktion verschiedener Alkanole mit Carbonsäuren</p> <p>-Kennzeichnung der Veresterung als Gleichgewichtsreaktion und Kondensationsreaktion</p> <p>Funktionelle Gruppe der Ester</p> <p>-Übersicht verschiedener Duft- und Aromastoffe, auch durch sensorische Untersuchung</p> <p>Anwendungsbereiche von Ester und Duftstoffen im Alltag</p> <p>Optional (v.a. für zukünftigen LK relevant):</p> <p>Reaktionsmechanismus Veresterung</p>	<p>-führen Estersynthesen durch und leiten aus Stoffeigenschaften der erhaltenen Produkte Hypothesen zum strukturellen Aufbau der Estergruppe ab (E3, E5)</p> <p>-stellen Hypothesen zu Struktureigenschaftsbeziehungen einer ausgewählten Stoffklasse auf und untersuchen diese experimentell (E3, E4)</p> <p>-diskutieren den Einsatz von Konservierungs- und Aromastoffen in der Lebensmittelindustrie aus gesundheitlicher und ökonomischer Perspektive und leiten entsprechende Handlungsoptionen zu deren Konsum ab (B5, B9, B10, K5, K8, K13),</p> <p>- beurteilen die Verwendung von Lösemitteln in Produkten des Alltags auch im Hinblick auf die Entsorgung aus chemischer und ökologischer Perspektive (B1, B7, B8, B11, B14, S2, S10, E11).</p>	<p>SuS-Experimente:</p> <p>-Mögliche Syntheseprodukte: Essigsäureethylester, Essigsäurepentylester (Apfelgeruch), Benzoesäureethylester (Pfefferminz)</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> <p>Methode:</p> <p>Steckbriefe zu verschiedenen natürlichen oder synthetischen Estern mit Vorkommen, Anwendungsbereichen und Gefahren bzw. Risiken</p>

Unterrichtsvorhaben 2:		
Inhaltsfeld: Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht		
Zeitbedarf: ca. 60 Stunden		
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reaktionskinetik: Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit - Gleichgewichtsreaktionen: Prinzip von Le Chatelier; Massenwirkungsgesetz (Kc) - natürlicher Stoffkreislauf - technisches Verfahren - Steuerung chemischer Reaktionen: Oberfläche, Konzentration, Temperatur und Druck - Katalyse <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche:</p> <p>Kennzeichnen ausgewählte chemische Reaktionen als Gleichgewichtsreaktionen und erläutern diese unter Berücksichtigung von verschiedenen Faktoren im Sinne von le Chatelier (S/E)</p> <p>Wenden mathematische und graphische Verfahren an, um Aussagen über chemische Gleichgewichte zu treffen (E/K)</p> <p>-Untersuchen und bewerten natürliche Stoffkreisläufe und technische Verfahren unter Berücksichtigung von dynamischen Gleichgewichten (B/K)</p>		<p>Beiträge zu Basis-Konzepten:</p> <p>Chemische Reaktionen:</p> <p>Chemische Reaktionen werden auf Reaktionsgeschwindigkeit und deren Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren (Temperatur, Zerteilungsgrad, Konzentration und Druck) hin untersucht. Basierend darauf wird das Konzept der chemischen Reaktionen auch um die Umkehrbarkeit durch das dynamische Gleichgewicht erweitert. Basierend darauf können technische und natürliche Stoffkreisläufe untersucht und bewertet werden.</p> <p>Energie:</p> <p>Die Rolle von Energie bei chemischen Reaktionen wird um den Einfluss von Katalysatoren erweitert, die Reaktionsgeschwindigkeiten und chemische Gleichgewichte beeinflussen und steuern können.</p>
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte / Leitfragen	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden
<p>Einstieg</p> <p>Methoden der Kalkentfernung im Haushalt</p> <ul style="list-style-type: none"> -Ursachen für Kalkbildung -Reaktion von Kalk mit Säuren -Beobachtungen eines Reaktionsverlaufs <p>Reaktionsgeschwindigkeit berechnen</p>	-beschreiben die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtes anhand ausgewählter Reaktionen (S7, S15, K10)	<p>Als Einstieg können verkalkte Haushaltsgegenstände gewählt werden (z.B. Wasserkocher).</p> <p>SuS-Versuche:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Simulation einer Verkalkung durch Verdunsten einer gesättigten Kalkwasserlösung

	<p>-erklären den Einfluss eines Katalysators auf die Reaktionsgeschwindigkeit auch anhand grafischer Darstellungen (S3, S8, S9)</p>	<p>-Untersuchung verschiedener Methoden zur Kalkentfernung mit Säuren, ggf. Diskussion über Vor- und Nachteile verschiedener Anwendungen -Erfassung von Reaktionsgeschwindigkeiten durch Auffangen von Kohlenstoffdioxid mit einem Kolbenprober</p>
<p>Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit -Einflussmöglichkeiten -Parameter (Konzentration, Temperatur, Zerteilungsgrad) -Kollisionshypothese -RGT-Regel -Aktivierungsenergie -Katalyse -Le Chatelier, MWG</p>	<p>-beschreiben die Merkmale eines chemischen Gleichgewichtes anhand ausgewählter Reaktionen (S7, S15, K10), -bestimmen rechnerisch Gleichgewichtslagen ausgewählter Reaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und interpretieren die Ergebnisse (S7, S8, S17) - überprüfen aufgestellte Hypothesen zum Einfluss verschiedener Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit durch Untersuchungen des zeitlichen Ablaufs einer chemischen Reaktion (E3, E4, E10, S9), -stellen den zeitlichen Ablauf chemischer Reaktionen auf molekularer Ebene mithilfe der Stoßtheorie auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge dar und</p>	<p>SuS-Versuche: Durchführung verschiedener Versuche unter Beeinflussung der Reaktionsbedingungen, z.B. Temperatur oder Konzentration bzw. Zerteilungsgrad. Hierzu bieten sich Versuche zu den Reaktionen von Säuren mit Metallen an. Bei Druck und Katalysatoren bieten sich Versuche rund um Kohlesäure-haltiges Mineralwasser an</p> <p>LuL-Versuche: Einfluss von Temperatur bzw. Aktivierungsenergie auf chemischen GGW am Beispiel des $\text{NO}_2\text{-N}_2\text{O}_4$ Gleichgewichts – Durchführung in Ampullen unter dem Abszug</p>

	<p>deuten die Ergebnisse (E6, E7, E8, K11),</p> <p>-simulieren den chemischen Gleichgewichtszustand als dynamisches Gleichgewicht auch unter Nutzung digitaler Werkzeuge (E6, E9, S15, K10).</p>	
<p>Natürliche Stoffkreisläufe</p> <p>Auswahl aus möglichen natürlichen Stoffkreisläufen:</p> <p>-Kohlenstoffkreislauf</p> <p>-Stickstoffkreislauf</p> <p>-(Schwefelkreislauf)</p> <p>-(Phosphorkreislauf)</p>	<p>-analysieren und beurteilen im Zusammenhang mit der jeweiligen Intention der Urheberschaft verschiedene Quellen und Darstellungsformen zu den Folgen anthropogener Einflüsse in einen natürlichen Stoffkreislauf (B2, B4, S5, K1, K2, K3, K4, K12)</p> <p>-bewerten die Folgen eines Eingriffs in einen Stoffkreislauf mit Blick auf Gleichgewichtsprozesse in aktuellgesellschaftlichen Zusammenhängen (B12, B13, B14, S5, E12, K13)</p>	<p>Hier bietet sich die Möglichkeit an, natürliche Stoffkreisläufe auch fächerübergreifend mit den Fächern Biologie und/oder Geographie zu behandeln. In den Fachbüchern dieser Fächer finden sich zudem weitere Materialien.</p> <p>Für den Kohlenstoffkreislauf bieten sich folgende Schülerexperimente an:</p> <p>-Reaktion von Säuren mit Kalk, Kohlenstoffdioxidnachweis mit Kalkwasserprobe (hier auch einzubetten als Kalkfällung des natürlichen Kohlenstoffkreislaufs).</p> <p>Einfluss von Kohlenstoffdioxid auf den pH-Wert des Wassers – Messung mit Universalindikator nach Kohlenstoffdioxidzufuhr in Wasser mittels Strohalm → Kohlensäurenachweis</p> <p>Betrachtung unterschiedlicher pH-werte von kalkhaltigen und nicht-kalkhaltigen Böden</p> <p>Methode</p> <p>Diskussion über Zusammenhänge zwischen Kohlenstoffdioxidanteil in der Luft und pH-Wert von Meeren inklusive der daraus resultierenden ökologischen Folgen (z.B. Korallensterben)</p>
<p>Technische Verfahren</p> <p>Auswahl an möglichen technischen Verfahren:</p> <p>-Ammoniaksynthese (Haber-Bosch-Verfahren)</p> <p>-Schwefelsäuresynthese</p>	<p>-erklären anhand ausgewählter Reaktionen die Beeinflussung des Chemischen Gleichgewichts nach dem</p>	<p>Methode</p> <p>a) Technische Verfahren lassen sich im Sinne einer Übung anwenden, um die zuvor gelernten physikalisch-chemischen Sachverhalte anzuwenden.</p>

<p><i>-Phosphorsäuresynthese</i></p>	<p><i>Prinzip von Le Chatelier auch im Zusammenhang mit einem technischen Verfahren (S8, S15, K10), -bestimmen rechnerisch Gleichgewichtslagen ausgewählter Reaktionen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes und interpretieren die Ergebnisse (S7, S8, S17). -beurteilen den ökologischen wie ökonomischen Nutzen und die Grenzen der Beeinflussbarkeit chemischer Gleichgewichtslagen in einem technischen Verfahren (B3, B10, B12, E12),</i></p>	<p><i>b) Sie lassen sich auch im Sinne von Kurzvorträgen in einen gesellschafts-historischen Kontext einbetten, insofern, welche Bedeutung diese Verfahren für die Industrie oder Entwicklung im Besonderen sowie für die Gesellschaft im Allgemeinen erfahren hat (z.B. Ernährungssicherung, Waffentechnik etc.) und welche wissenschaftsethischen Konflikte daraus entstanden sind.</i></p>
<p>Qualifikationsphase (Q1)</p> <p>Unterrichtsvorhaben I:</p> <p>Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren Zeitbedarf: ca. 54 Unterrichtsstunden im Gk / ca. 85 Unterrichtsstunden im Lk</p>		
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Protolysereaktionen: Säure-Base-Konzept nach Brönsted, Säure-/Base-Konstanten (KS, pKS, KB, pKB), Reaktionsgeschwindigkeit, chemisches Gleichgewicht, Massenwirkungsgesetz (Kc), pH-Wert-</i> 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen: • <i>Säuren und Basen werden nach Brönsted auf der submikroskopischen Ebene als Protonendonatoren und Protonenakzeptoren definiert. Sie werden</i> 	

Berechnungen wässriger Lösungen von starken Säuren und starken Basen

- **Löslichkeitsgleichgewichte**
- analytische Verfahren: Nachweisreaktionen (Fällungsreaktion, Farbreaktion, Gasentwicklung), Nachweise von Ionen, Säure-Base-Titrationen von starken Säuren und starken Basen (mit Umschlagspunkt, **mit Titrationskurve**), **potentiometrische pH-Wert-Messung**
- energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Neutralisations-enthalpie, **Lösungsenthalpie**, Kalorimetrie
- **Entropie**
- Ionengitter, Ionenbindung

Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: Die SuS ...

- erläutern die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen, das dynamische Gleichgewicht und das Donator-Akzeptor-Prinzip und wenden diese an. (S)
- wenden bekannte mathematische Verfahren auf chemische Sachverhalte an. (S)
- führen qualitative und quantitative experimentelle Untersuchungen – den chemischen Arbeitsweisen und Sicherheitsregeln entsprechend – durch, protokollieren sie und werten diese aus. (E)
- reflektieren die eigenen Ergebnisse und den eigenen Prozess der Erkenntnisgewinnung. (E)

anhand der pH-Werte ihrer Lösungen identifiziert sowie mithilfe entsprechender Säure- bzw. Basenkonstanten eingeordnet. **Das Donator-Akzeptor-Prinzip wird um Puffersysteme erweitert.**

- **Chemische Reaktion:**
- Sowohl das Donator-Akzeptor-Prinzip als auch das Konzept des chemischen Gleichgewichts werden durch Protolysereaktionen nach Brönsted vertieft und über das Massenwirkungsgesetz quantifiziert. Neutralisationsreaktionen werden unter Anwendung eines Titrationsverfahrens zur quantitativen Bestimmung von Säuren und Basen sowie charakteristische Nachweisreaktionen für die Identifizierung ausgewählter Ionen genutzt.
- **Energie:**
- Das Energiekonzept wird im Zusammenhang mit energetischen Betrachtungen der Neutralisationsreaktion durch den ersten Hauptsatz der Thermodynamik und den Enthalpiebegriff erweitert.

<ul style="list-style-type: none"> • strukturieren und interpretieren ausgewählte Informationen und leiten Schlussfolgerungen ab. (K) • beurteilen Informationen und Daten hinsichtlich ihrer Angemessenheit, Grenzen und Tragweite. (B) 		
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte / Leitfragen	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden¹
Wo kommen Säuren und Basen vor? Welche Vorstellungen gab es in der Vergangenheit zur Chemie Säuren und Basen und wie werden sie heute umfangreich charakterisiert? - Entwicklung des Säurebegriffs - Protolysereaktionen nach Brönsted - Neutralisation	- klassifizieren die auch in Produkten des Alltags identifizierten Säuren und Basen mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brönsted und erläutern ihr Reaktionsverhalten unter Berücksichtigung von Protolysereaktionen (S1, S6, S7, S16, K6)	- Präkonzepte, Alltagsvorstellungen und Vorwissen aktivieren und einbeziehen - SuS – Experimente: - Untersuchung von Alltagsprodukten mit verschiedenen Indikatoren (z.B. Magensäure – Modellsubstanz, ammoniakhaltiges Reinigungsmittel, Essig, Rohrreiniger usw.) - Egg-Race, Säure, Base, Wasser mit Phenolphthaleinlösung identifizieren (Wiederholung Neutralisation / Formulierung von einfachen Säure-Base-Reaktionen, Vernetzung mit SI) - LuL – Experimente: Springbrunnenversuch mit Ammoniak oder Chlorwasserstoff - Darstellung von Ammoniumchlorid durch Reaktion von Ammoniakdämpfen mit Chlorwasserstoffdämpfen Medienpakete unter: www.edmond.nrw.de
Salze, sauer, Brönsted!? - chemischer Aufbau von Salzen und Salzlösungen (Wdh. Ionengitter, Ionenbindung) - Löslichkeit von Salzen (Lösungsvorgang – Gitter – und Solvatationsenergie) - Protolysereaktionen salzhaltiger Verbindungen - Entropie (Lb S.186-188)	- weisen ausgewählte Ionensorten (Halogenid-Ionen, Ammonium-Ionen, Carbonat-Ionen) salzhaltiger Verbindungen qualitativ nach (E5) - erklären Fällungsreaktionen auf der Grundlage von Löslichkeitsgleichgewichten (S2, S7)	- zur Wiederholung sind die Ab's der SI geeignet, das Konzept Ionengitter und Ionenverbindung gründlich besprechen, sonst werden die folgenden Zusammenhänge wenig verstanden - SuS: Experimente: - Lösen verschiedener Salze in Wasser und Nachweis der Rest-Ionen z.B. mit Silbernitratlösung oder indirekter Nachweis der Ammonium-Ionen über Hydroxidionen mit Universalindikatorlösung usw.

¹ verbindliche Absprachen sind fett gedruckt, Empfehlungen/ Vorschläge sind nicht fett gedruckt. Hinweis: Die roten Einfügungen sind die Erweiterungen für den Leistungskurs.

	<ul style="list-style-type: none"> - erklären endotherme und exotherme Lösungsvorgänge bei Salzen unter Einbeziehung der Gitter – und Solvatationsenergie und führen den spontanen Ablauf eines endothermen Lösungsvorgangs auf die Entropieänderung zurück (S12, K8) - klassifizieren die auch in Produkten des Alltags identifizierten Säuren und Basen mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brönsted und erläutern ihr Reaktionsverhalten unter Berücksichtigung von Protolysereaktionen (S1, S6, S7, S16, K6) - beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotential von Säuren, Basen und Salzen als Inhaltsstoffe in Alltagsprodukten und leiten daraus begründet Handlungsoptionen ab (B3, B8, K8) 	<ul style="list-style-type: none"> - Lösen von Natriumchlorid, Ammoniumchlorid, Ammoniumacetat, Natriumsulfat, Natriumcarbonat in Wasser, Prüfen der Lösungen mit Universalindikatorlösung, Erklärung der Reaktion mit der Brönsted – Theorie - Anwendungsaufgabe: Lösen einer Brausetablette in Wasser / Verknüpfung der Konzepte Ionenverbindungen, Löslichkeit von Salzen, Brönsted - Theorie
<p>Jetzt wird's quantitativ. oder Wie viel Energie steckt im System?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reaktionsenthalpie, innere Energie, Neutralisationsenthalpie, Kalorimetrie, Berechnungen 	<ul style="list-style-type: none"> - definieren den Begriff Reaktionsenthalpie und grenzen diesen von der inneren Energie ab (S3) - erläutern die Neutralisationsreaktion unter Berücksichtigung der Neutralisationsenthalpie (S3, S12) - bestimmen die Reaktionsenthalpie der Neutralisationsreaktion von starken Säuren und starken Basen kalorimetrisch und vergleichen das Ergebnis mit Literaturdaten (E5, K1) - erklären im Zusammenhang mit der Neutralisationsreaktion den ersten Hauptsatz der Thermodynamik (Prinzip der Energieerhaltung) (S3, S10) 	<p>SuS-Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modellexperiment zur Wirkungsweise von Maaloxan, Sodbrennen und weiterer Substanzen (Natriumhydrogencarbonat = Bullrich-Salz) / das Experiment kann zur Vernetzung mit der vorangegangenen Sequenz verwendet werden - Bestimmung der Wärmekapazität eines Kalorimeters (Lb S. 184 V1) - Ermittlung der Neutralisationsenthalpie (Lb S.184 V2) / die Messung der Temperatur kann mit den Temperatursonden von Pasco + der dazugehörigen Software und den privaten I-Pads der SuS erfolgen

<p>Wer ist hier der Stärkste? – Protolysen und das chemische Gleichgewicht</p> <ul style="list-style-type: none"> - Konzentration (Wiederholung) - Reaktion von unedlen Metallen mit Säuren - Autoprotolyse des Wassers / Charakterisierung saurer und basischer wässriger Lösungen - Anwendung des Massenwirkungsgesetzes auf Protolyse-reaktionen - Charakterisierung von schwachen und starken Säuren / Laugen - pH-Wert - Berechnungen (zu starken und schwachen Säuren / Laugen) 	<ul style="list-style-type: none"> - erläutern die unterschiedlichen Reaktionsgeschwindigkeiten von starken und schwachen Säuren mit unedlen Metallen oder Salzen anhand der unterschiedlichen Gleichgewichtslage der Protolyse-reaktionen (S3, S7, S16) - interpretieren die Gleichgewichtslage von Protolyse-reaktionen mit Hilfe des Massenwirkungsgesetzes und die daraus resultierenden Säure/Base-Konstanten (S2, S7) - leiten die Säure - / Base-Konstante und den pK_s / pK_B-Wert von Säuren und Basen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes ab und berechnen diese (S7, S17) - berechnen pH-Werte wässriger Lösungen von Säuren und Basen auch bei nicht vollständiger Protolyse (S17) 	<p>SuS-Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reaktion von Essigsäure und Salzsäure gleicher Ausgangskonzentration mit Magnesium oder Zink / Wasserstoffnachweis/ Vernetzung mit EF (Beeinflussung der Reaktionsgeschwindigkeit durch unterschiedliche Konzentrationen) - zur Veranschaulichung des logarithmischen Systems des pH - Werts eine Verdünnungsreihe von Salzsäure pH = 0 (c = 1 mol / l, beginnend) bis pH 6 (c = 0,000001 mol / l) anfertigen / mit Universalindikator ergeben sich schöne farbige Effekte <p>LuL-Experiment:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Messung der Leitfähigkeit von destilliertem Wasser vs. Leitungswasser (mit einem Leitfähigkeitsmesser – Pascosensor verwenden) - Messung der pH-Werte gleichkonzentrierter Essigsäure und Salzsäure
<p>Wie funktioniert eine Konzentrationsbestimmung – Die Titration mit Endpunktbestimmung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verfahren der Titration (Apparatur, Tipps und Tricks zum Aufbau und zum titrieren) - Titration starker / schwacher Säuren und Laugen - Berechnungen 	<ul style="list-style-type: none"> - planen hypothesengeleitet Experimente zur Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen auch in Alltagsprodukten (E1, E2, E3, E4) - führen das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktbestimmung mittels Indikator durch und werten die Ergebnisse auch unter Berücksichtigung einer Fehleranalyse aus (E5, E10, K10) - bewerten die Qualität von Produkten des Alltags oder Umweltparameter auf der Grundlage von qualitativen und quantitativen Analyseergebnissen und beurteilen die Daten hinsichtlich ihrer Aussagekraft (B3, B8, K8) 	<p>SuS – Experimente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Titration von Salzsäure und Natronlauge verschiedener Konzentrationen (oder umgedreht) - Titration von Schwefelsäure mit Natronlauge (oder umgedreht) - Titration von Speiseessig mit Natronlauge - Titration von Toilettenreiniger (enthält Ameisensäure) mit Natronlauge <ul style="list-style-type: none"> - die Titrations können jeweils mit den Berechnungen der pH-Werte der Lösungen verknüpft werden - die Überprüfung des pH – Wertes erfolgt mit einem pH-Meter
<p>Wie funktioniert eine Konzentrationsbestimmung? – Die potentiometrische Titration</p>	<ul style="list-style-type: none"> - erläutern die Wirkung eines Puffersystems auf der Grundlage seiner Zusam- 	<ul style="list-style-type: none"> - Prüfen der pH-Wert-Änderung nach Zugabe von Salzsäure und Natronlauge zu einem Essigsäure-Acetat-Puffer / Grenzen der

<p>- Definition Puffer, z.B. Essigsäure – Acetat-Puffer, Hydrogencarbonat-Carbonat-Puffer (Blutpuffer)</p> <p>- Apparatur für die potentiometrische Titration, Eichen eines pH-Meters mit Pufferlösungen</p> <p>- potentiometrische Titration von starken / schwachen Säuren / Laugen</p> <p>- grafische Auswertung und Interpretation der Titrationskurven z.B. Anwendung der Kenntnisse über Puffer auf den Verlauf der Titrationskurven schwacher Säuren und Laugen</p> <p>- Bestimmung des Halbäquivalenzpunktes, Ableitung des pK_s mit der Henderson-Hasselbalch-Gleichung</p> <p>- Berechnungen</p>	<p>mensetzung (S17)</p> <p>- berechnen den pH-Wert von Puffersystemen anhand der Henderson-Hasselbalch-Gleichung (S17)</p> <p>- werten pH-metrische Titrationskurven von ein- und mehrprotonigen Säuren aus und erläutern den Verlauf der Titrationskurven auch bei unvollständiger Protolyse (S9, E8, E10, K7)</p> <p>- sagen den Verlauf von Titrationskurven von starken und schwachen Säuren und Basen anhand der Berechnung der charakteristischen Punkte (Anfangs-pH-Wert, Halbäquivalenzpunkt, Äquivalenzpunkt) voraus (S10, S17)</p> <p>- beurteilen verschiedene Säure-Base-Titrationsverfahren hinsichtlich ihrer Angemessenheit und Grenzen (B3, K8, K9)</p>	<p>Pufferlösung testen / Vernetzung mit der Brönsted-Theorie und der submikroskopischen Ebene</p> <p>- Unterrichtsvorschlag zur Behandlung der Puffer in „Chemie-Didaktik – Praxishandbuch für die Sek I und II“ von Eberhard Rossa</p> <p>SuS-Experimente:</p> <p>- potentiometrische Titration von Salzsäure mit Natronlauge</p> <p>- potentiometrische Titration von Schwefelsäure mit Natronlauge</p> <p>- potentiometrische Titration von Essigsäure mit Natronlauge</p> <p>- potentiometrische Titration von Toilettenreiniger (Ameisensäure) (die vorhandenen 3 pH-Messgeräte funktionieren gut, Nachbestellung für größere Gruppen erforderlich)</p> <p>- (eventuell exemplarisch angeleiteter) kriterienorientierter Vergleich der Titration mit Endpunktbestimmung mit einer potentiometrischen Titration</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Qualifikationsphase Q1

<p>Unterrichtsvorhaben II:</p> <p>Inhaltsfeld: Elektrochemische Prozesse und Energetik</p> <p>Zeitbedarf: ca. 38 Unterrichtsstunden im Gk / ca. 63 Unterrichtsstunden im Lk</p>	
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen • Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung • Elektrolyse • alternative Energieträger • Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen: Grundlage für elektrochemische Prozesse sind unter anderem die metallische Bindung sowie die Beweglichkeit hydratisierter Ionen. Chemische Reaktion: Energie:

<ul style="list-style-type: none"> energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, heterogene Katalyse <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: Die SuS ...</p> <ul style="list-style-type: none"> erläutern die Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen, das dynamische Gleichgewicht und das Donator-Akzeptor-Prinzip und wenden diese an. (S) wenden bekannte mathematische Verfahren auf chemische Sachverhalte an. (S) führen qualitative und quantitative experimentelle Untersuchungen – den chemischen Arbeitsweisen und Sicherheitsregeln entsprechend – durch, protokollieren sie und werten diese aus. (E) reflektieren die eigenen Ergebnisse und den eigenen Prozess der Erkenntnisgewinnung. (E) strukturieren und interpretieren ausgewählte Informationen und leiten Schlussfolgerungen ab. (K) beurteilen Informationen und Daten hinsichtlich ihrer Angemessenheit, Grenzen und Tragweite. (B) 		<ul style="list-style-type: none"> Chemische Reaktion: Das Konzept des chemischen Gleichgewichts wird durch die Betrachtung von Redoxgleichgewichten vertieft. Das Donator-Akzeptor-Prinzip wird anhand von Elektronenübertragungsreaktionen konkretisiert und für die Erklärung elektrochemischer Prozesse herangezogen. Energie: Durch die energetische Betrachtung von Redoxreaktionen wird der Energieerhaltungssatz konkretisiert. Das Energiekonzept wird durch den Begriff der Standardbildungsenthalpie unter Beachtung des Satzes von Hess erweitert. Die Katalyse wird im Zusammenhang mit der Brennstoffzelle als heterogene Katalyse erweitert.
Sequenzierung inhaltlicher Aspekte / Leitfragen	Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...	Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden²

² verbindliche Absprachen sind fett gedruckt, Empfehlungen/ Vorschläge sind nicht fett gedruckt. Hinweis: Die roten Einfügungen sind die Erweiterungen für den Leistungskurs.

<p>Batterien und Akkumulatoren für Elektrogeräte im Vergleich: Wie unterscheiden sich die Spannungen verschiedener Redoxsysteme? -Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen</p>	<p>- erläutern Redoxreaktionen als dynamische Gleichgewichtsreaktionen unter Berücksichtigung des Donator-Akzeptor-Konzepts (S7, S12, K7),</p>	<p>Planung der Unterrichtsreihe mit einer vorläufigen Mind-Map, die im Verlauf der Unterrichtsreihe ergänzt wird. Wiederholung bekannter Inhalte aus der SI Analyse der Bestandteile von Batterien anhand von Anschauungsobjekten Demonstration: - Auswahl von Batterien und Akkumulatoren als Anschauungsobjekte - Analyse der Bestandteile und Hypothesen zu deren möglichen Funktionen.</p> <p>Skizze des Aufbaus Einfache Handskizze mit Beschriftung der Bestandteile</p>
<p>Wie funktioniert die Redoxtitration?</p>	<p>- wenden das Verfahren der Redoxtitration zur Ermittlung der Konzentration eines Stoffes begründet an (E5, S3, K10), -</p>	<p>Schülerexperimente: Permanganometrie: Quantitative Bestimmung z.B. Eisen(II)-Ionen oder Oxalat-Ionen alternativ Iodometrie: Bestimmung von Sauerstoff in einer Gewässerprobe</p>
<p>Wie kommt der Elektronenfluss (Stromfluss) in einer Batterie zustande? Wieso haben verschiedene Batterien unterschiedliche Spannungen? Galvanische Zellen: Metallbindung (Metallgitter, Elektronengasmodell), Ionenbindung, Elektrochemische Spannungsreihe, elektrochemische Spannungsquellen, Berechnung der Zellspannung Konzentrationszellen (Nernst-Gleichung)</p>	<p>- entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallatomen und -ionen und überprüfen diese experimentell (E3, E4, E5, E10), - nennen die metallische Bindung und die Beweglichkeit hydratisierter Ionen als Voraussetzungen für einen geschlossenen Stromkreislauf der galvanischen Zelle und der Elektrolyse (S12, S15, K10), - erläutern den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle hinsichtlich der chemischen Prozesse auch mit digitalen Werkzeugen und berechnen unter Berücksichtigung der Nernst-Gleichung die jeweilige die</p>	<p>Aufgreifen und Vertiefen des erweiterten Redoxbegriffs aus der Einführungsphase. - SuS: Experimente: - Reaktion von verschiedenen Metallen und Salzlösungen Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen Ableitung der Redoxreihe. LuL: Experimente: - Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element) - Demonstration der Spannung und des Stromflusses Ggf. Animationen zu galvanischen Elementen Lernaufgabe: z.B. Recycling von Silbersalzen: Welches Metall eignet sich als Reduktionsmittel? SuS-Experimente: Hinführendes Experiment: Elektronendruck von Metallen Messung der Spannung zwischen verschiedenen Metallelektroden, die</p>

	<p>jeweilige Zellspannung (S3, S17, E6, K11),</p> <ul style="list-style-type: none"> - ermitteln Messdaten ausgewählter galvanischer Zellen zur Einordnung in die elektrochemische Spannungsreihe (E6, E8), - ermitteln die Ionenkonzentration von ausgewählten Metall- und Nichtmetallionen mithilfe der Nernst-Gleichung aus Messdaten galvanischer Zellen (E6, E8, S17, K5), - erklären die Herleitung elektrochemischer und thermodynamischer Gesetzmäßigkeiten (Faraday, Nernst, Gibbs-Helmholtz) aus experimentellen Daten (E8, S17, K8), 	<p>gemeinsam im Wasserbehälter stehen. Bildung von Hypothesen und Planung von Experimenten zur Spannungsreihe</p> <p>SuS-Experimente: Spannungsreihe der Metalle</p>
<p>Wasserstoff – Brennstoff der Zukunft?</p> <p>Die Elektrolyse: <i>Faraday-Gesetze, Zersetzungsspannung (Überspannung)</i></p> <p>Wie viel Energie wird bei der Verbrennungsreaktion verschiedener Energieträger freigesetzt?</p> <p>Wie funktioniert die Wasserstoffverbrennung in der Brennstoffzelle?</p> <ul style="list-style-type: none"> - alternative Energieträger - Energiespeicherung - energetische Aspekte: Erster Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, 	<ul style="list-style-type: none"> - erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S12, K8), - berechnen Stoffumsätze unter Anwendung der Faraday-Gesetze (S3, S17), - erklären die für die Elektrolyse benötigte Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung (S12, K8), - bewerten auch unter Berücksichtigung des energetischen Wirkungsgrads fossile und elektrochemische Energiequellen (B2, B4, K3, K12), - ermitteln die Leistung einer elektrochemischen Spannungsquelle an 	<p>Versuch: Elektrolyse von Wasser zur Gewinnung von Wasserstoff (energetische und stoffliche Betrachtung)</p> <p>Modellversuch zur Wasserstoff-Sauerstoff- Brennstoffzelle (Knallgaszelle)</p> <p>Vergleich unterschiedlicher Brennstoffzellen (PEM-Brennstoffzelle und Direktmethanol-Brennstoffzelle)</p> <p>Unterschiede zwischen Batterie, Akkumulator und Brennstoffzelle</p> <p>Entwicklung von Kriterien zum Autokauf in Bezug auf verschiedene Treibstoffe (Wasserstoff, Erdgas, Autogas, Benzin und Diesel)</p> <p>Untersuchen der Verbrennungsreaktionen von Erdgas, Autogas, Wasserstoff, Benzin (Heptan) und Diesel (Heizöl): Nachweisreaktion der Verbrennungsprodukte, Aufstellen der Redoxreaktionen, energetische Betrachtung der Redoxreaktionen (Grundlagen der chemischen Energetik),</p>

<p>Satz von Hess, heterogene Katalyse</p> <p>- energetische Aspekte: Erster und Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik, Standardreaktionsenthalpien, Satz von Hess, freie Enthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung, heterogene Katalyse</p> <p>Welche Vor- und Nachteile hat die Verwendung der verschiedenen Energieträger?</p>	<p><i>einem Beispiel (E5, E10, S17),</i></p> <p>- <i>interpretieren energetische Erscheinungen bei Redoxreaktionen als Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit unter Berücksichtigung der Einschränkung durch den zweiten Hauptsatz der Thermodynamik (S3, E11),</i></p> <p>- <i>berechnen die freie Enthalpie bei Redoxreaktionen (S3, S17, K8)</i></p> <p>- <i>erläutern und vergleichen den Aufbau und die Funktion ausgewählter elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Berücksichtigung der Teilreaktionen und möglicher Zellspannungen (S10, S12, K9),</i></p> <p>- <i>erklären am Beispiel einer Brennstoffzelle die Funktion der heterogenen Katalyse unter Verwendung geeigneter Medien (S8, S12, K11),</i></p> <p>- <i>bewerten die Verbrennung fossiler Energieträger und elektrochemische Energiewandler hinsichtlich Effizienz und Nachhaltigkeit auch mithilfe von recherchierten thermodynamischen Daten (B2, B4, E8, K3, K12),</i></p> <p>- <i>interpretieren energetische Erscheinungen bei Redoxreaktionen auf die Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in Wärme und Arbeit unter Berücksichtigung der Einschränkung durch den zweiten</i></p>	<p>Ermittlung der Reaktionsenthalpie, Berechnung der Verbrennungsenthalpie</p> <p>Wasserstoff als Autoantrieb: Verbrennungsreaktion in der Brennstoffzelle (Erarbeitung der heterogenen Katalyse); Aufbau der PEM-Brennstoffzelle</p> <p>Schülerversuch: Bestimmung des energetischen Wirkungsgrads der PEM-Brennstoffzelle</p> <p>Podiumsdiskussion zum Einsatz der verschiedenen Energieträger im Auto mit Blick auf eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität mit festgelegten Positionen / Verfassen eines Beratungstextes (Blogeintrag) für den Autokauf mit Blick auf eine ressourcenschonende Treibhausgasneutralität (Berechnung zu verschiedenen Antriebstechniken, z. B. des Energiewirkungsgrads auch unter Einbeziehung des Elektroantriebs aus)</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p><i>Hauptsatz der Thermodynamik (S3, S12, K10),</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - ermitteln auch rechnerisch die Standardreaktionsenthalpien ausgewählter Redoxreaktionen unter Anwendung des Satzes von Hess auch rechnerisch (E4, E7, S17, K2), - diskutieren Möglichkeiten und Grenzen bei der Umwandlung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie auf Grundlage der relevanten chemischen und thermodynamischen Aspekte im Hinblick auf nachhaltiges Handeln (B3, B10, B13, E12, K8) - diskutieren ökologische und ökonomische Aspekte der elektrolytischen Gewinnung eines Stoffes unter Berücksichtigung der Faraday-Gesetze (B10, B13, E8, K13), 	
<p>Korrosion von Metallen</p> <p>Wie kann man Metalle vor Korrosion schützen?</p> <p>Korrosion: Sauerstoff- und Säurekorrosion, Korrosionsschutz</p>	<ul style="list-style-type: none"> - erläutern die Bildung eines Lokalelements bei Korrosionsvorgängen auch mithilfe von Reaktionsgleichungen (S3, S16, E1), - erläutern die Reaktionen einer Elektrolyse auf stofflicher und energetischer Ebene als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements (S7, S12, K8), - entwickeln eigenständig ausgewählte Experimente zum Korrosionsschutz (Galvanik, Opferanode) und führen sie durch (E1, E4, E5), - beurteilen Folgen von Korrosionsvorgängen und adäquate 	<p>Mind-Map zu einer ersten Strukturierung der Unterrichtsreihe, diese begleitet die Unterrichtsreihe und wird in den Stunden bei Bedarf ergänzt.</p> <p>Abbildungen zu Korrosionsschäden der Materialproben mit Korrosionsmerkmalen</p> <p>Sammlung von Kenntnissen und Vorerfahrungen zur Korrosion Kosten durch Korrosionsschäden und ökologische Folgen.</p> <p>Experimente: <i>Säurekorrosion von Zink mit und ohne Berührung durch Kupfer</i> <i>Experimentelle Untersuchungen zur Säure- und Sauerstoffkorrosion, Bildung eines Lokalelements, Opferanode.</i></p> <p>Schülerexperimente:</p>

	<p>Korrosionsschutzmaßnahmen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten (B12, B14, E1), <i>entwickeln Hypothesen zur Bildung von Lokalelementen als Grundlage von Korrosionsvorgängen und überprüfen diese experimentell (E1, E3, E5, S15),</i> <i>• entwickeln ausgewählte Verfahren zum Korrosionsschutz (Galvanik, Opferanode) und führen diese durch (E1, E4, E5, K13),</i></p>	<p>Nachweis von Eisen(III)-Ionen und Hydroxid-Ionen bei der Sauerstoffkorrosion von Eisen Visualisierung der Korrosionsvorgänge z.B. anhand von Trickfilmen. Schülervortrag: Aktuelles Beispiel von Korrosionsschäden mit einem lokalen Bezug Diskussion: Ursachen und Folgen von Korrosionsvorgängen passiver und kathodischer Korrosionsschutz (Korrosionsschutz durch Metallüberzüge) Plakaterstellung zu Vor- und Nachteilen von unterschiedlichen Korrosionsschutzmaßnahmen Versuchsreihe zum Korrosionsvorgang und zum Korrosionsschutz</p>
--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Qualifikationsphase (Q2)

<p>Q2 Unterrichtsvorhaben I:</p> <p>Inhaltsfeld: Reaktionswege in der organischen Chemie Zeitbedarf: ca. 25 Unterrichtsstunden im GK / ca. 42 Unterrichtsstunden im LK</p>	
<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe • Alkene, Alkine, Halogenalkane • <i>Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems</i> • Elektronenpaarbindung: Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) • Konstitutionsisomere und Stereoisomere (cis-trans-Isomerie) • inter- und intramolekulare Wechselwirkungen • <i>koordinative Bindung: Katalyse</i> • Naturstoffe: Fette • Reaktionsmechanismen: Radikalische Substitution, elektrophile Addition, <i>nucleophile Substitution erster und zweiter Ordnung, elektrophile Erstsitution, Kondensationsreaktion (Estersynthese)</i> 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen: Die organischen Stoffklassen werden um Amine, <i>aromatische Verbindungen</i> und Halogenalkane erweitert sowie der Aufbau und die Eigenschaften verschiedener Stoffklassen vertieft. Die Vielfalt organischer Verbindungen wird durch Naturstoffe am Beispiel der Fette erweitert. <i>Das aromatische System und die koordinative Bindung erweitern das Konzept der Elektronenpaarbindung. Das Konzept der Struktur-Eigenschaftsbeziehung wird anhand der Farbstoffe vertieft.</i> • Chemische Reaktion:

<ul style="list-style-type: none"> • Estersynthese: Homogene Katalyse, Prinzip von Le Chatelier • Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung • Analytische Verfahren: Chromatographie <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: Die SuS ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • bestimmen Reaktionstypen und erklären unterschiedliche Reaktivitäten und Reaktionsverläufe (S4, S9). • führen qualitative und quantitative experimentelle Untersuchungen – den chemischen Arbeitsweisen und Sicherheitsregeln entsprechend- durch, protokollieren sie und werten diese aus (E5) • wählen geeignete Real- und Denkmodelle (z. B. Atommodelle, Periodensystem der Elemente, Formelschreibweise) aus und nutzen sie, um chemische Fragestellungen zu bearbeiten (E7). • präsentieren chemische Sachverhalte sowie Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, adressaten- und situationsgerecht unter Einsatz geeigneter analoger und digitaler Medien (K11). <ul style="list-style-type: none"> • Betrachten Aussagen, Modelle und Verfahren aus unterschiedlichen Perspektiven und beurteilen diese sachgerecht auf der Grundlage chemischer Kenntnisse (B1). 	<p>Die Schrittgigkeit chemischer Reaktionen wird fokussiert und ermöglicht eine Klassifizierung nach Reaktionstypen. Nachweise von Produkten und möglichen Zwischenstufen sind Grundlage für die Analyse von Reaktionsmechanismen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energie: Das Spektrum bekannter Energieformen wird um die Bedeutung des Lichts als Auslöser chemischer Reaktionen und Grundlage für die Farbigkeit erweitert. Die Katalyse wird im Zusammenhang mit der Estersynthese als homogene Katalyse spezifiziert. 	
<p>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte / Leitfragen</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden³</p>
<p>Struktur und Eigenschaften organischer Moleküle</p> <ul style="list-style-type: none"> - Funktionelle Gruppen verschiedener Stoffklassen und ihre Nachweise: Hydroxygruppe, Carbonylgruppe, Carboxygruppe, Estergruppe, Aminogruppe - Alkene, Alkine, Halogenalkane 	<p>stellen den Aufbau von Vertretern der Stoffklassen der Alkane, Halogenalkane, Alkene, Alkine, Alkanole, Alkanale, Alkanone, Carbonsäuren, Ester und Amine auch mit digitalen Werkzeugen dar und berücksichtigen dabei auch ausgewählte Isomere (S1, E7, K11),</p>	<p>Mögliche SuS-Experimente Tollens- bzw. Fehling-Probe zum Nachweis von Aldehyden Nachweis von Halogenalkanen mit Beilsteinprobe Brennprobe von Alkoholen</p> <p>Mögliche LuL-Experimente</p>

<ul style="list-style-type: none"> - Elektronenpaarbindung; Einfach- und Mehrfachbindungen, Oxidationszahlen, Molekülgeometrie (EPA-Modell) - Konstitutionsisomere und Stereoisomere (cis-trans-Isomerie) 	<p>erklären Redoxreaktionen in organischen Synthesewegen unter Berücksichtigung der Oxidationszahlen (S3, S11, S16), recherchieren und bewerten Nutzen und Risiken ausgewählter Produkte der organischen Chemie unter vorgegebenen/<i>selbst entwickelten</i> Fragestellungen (B1, B11, K2, K4),</p>	<p>Nachweis von Mehrfachbindungen mit Bromwasser</p> <p>Weitere Hinweise: Arbeitsblätter von Chemie heute</p>
<p>Wege zum gewünschten Reaktionsprodukt</p> <ul style="list-style-type: none"> - inter- und intramolekulare Wechselwirkungen - Radikalische Substitution - Elektrophile Addition - <i>nucleophile Substitution erster und zweiter Ordnung</i> 	<p>erklären Stoffeigenschaften und Reaktionsverhalten mit dem Einfluss der jeweiligen funktionellen Gruppen unter Berücksichtigung von inter- und intramolekularen Wechselwirkungen (S2, S13, K11), erläutern die Reaktionsmechanismen der radikalischen Substitutions- und elektrophilen Additionsreaktion <i>und der nucleophilen Substitution erster und zweiter Ordnung</i> unter Berücksichtigung der spezifischen Reaktionsbedingungen auch mit digitalen Werkzeugen (S8, S9, S14, E9, K11). schließen mithilfe von spezifischen Nachweisen der Reaktionsprodukte (Doppelbindung zwischen Kohlenstoff-Atomen, Carbonyl- und Carboxy-Gruppe) auf den Reaktionsverlauf und bestimmen den Reaktionstyp (E5, E7, S4, K10), <i>entwickeln Hypothesen zum Reaktionsverhalten aus der Molekülstruktur (E3, E12, K2), beurteilen die Möglichkeiten und Grenzen von Modellvorstellungen bezüglich der Struktur organischer Verbindungen und die Reaktionschritte von Synthesen für die</i></p>	<p>Mögliche LuL-Experimente</p> <p>Umsetzung von Alkanen mit Bromwasser (mit und ohne Licht) Umsetzung von 1-Hexen mit Bromwasser <i>Alkohole aus Halogenalkanen: Umsetzung von tert-Butylchlorid mit Natronlauge</i></p> <p>Weitere Hinweise: Arbeitsblätter (Reaktionsschema und –mechanismus der elektrophilen Addition)</p>

	<p>Vorhersage der Bildung von Reaktionsprodukten (B1, B2, K10),</p>	
<p>Ester im menschlichen Organismus</p> <ul style="list-style-type: none"> - Naturstoffe: Fette - Estersynthese: Homogene Katalyse, Prinzip von Le Chatelier - <i>Kondensationsreaktion (Estersynthese)</i> - <i>koordinative Bindung: Katalyse</i> 	<p>erläutern den Aufbau und die Eigenschaften von gesättigten und ungesättigten Fetten (S1, S11, S13), erklären die Estersynthese aus Alkanolen und Carbonsäuren unter Berücksichtigung der Katalyse (S4, S8, S9, K7), <i>beschreiben den Aufbau und die Wirkungsweise eines Katalysators unter Berücksichtigung des Konzepts der koordinativen Bindung als Wechselwirkung von Metallkationen mit freien Elektronenpaaren (S13, S15),</i> erläutern die Planung und Durchführung einer Estersynthese in Bezug auf die Optimierung der Ausbeute auf der Grundlage des Prinzips von Le Chatelier (E4, E5, K13), unterscheiden experimentell zwischen gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (E5, E11). beurteilen die Qualität von Fetten hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Verarbeitung im Bereich der Lebensmitteltechnik und der eigenen Ernährung (B7, B8, K8).</p>	<p>Mögliche SuS-Experimente</p> <p>Synthese von Fruchtestern aus Alkoholen und Carbonsäuren Löslichkeit von Fetten in Wasser, Alkoholen und Alkanen im Vergleich Herstellung von Biodiesel</p>

<p>Der Benzolring</p> <ul style="list-style-type: none"> - Struktur und Reaktivität des aromatischen Systems - elektrophile Erstsstitution, 	<p>erklären die Reaktivität eines aromatischen Systems anhand der Struktur und erläutern in diesem Zusammenhang die Mesomerie (S9, S13, E9, E12),</p>	<p>Mögliche SuS-Experimente Das Rußverhalten versch. KW als Hinweis auf den relativen Kohlenstoffgehalt (Anteile stöchiometrisch berechnen lassen)</p> <p>Mögliche LuL-Experimente Bromierung von Toluol</p>
<p>Organische Farbstoffe</p> <ul style="list-style-type: none"> - Farbstoffe: Einteilung, Struktur, Eigenschaften und Verwendung - Analytische Verfahren: Chromatographie 	<p>klassifizieren Farbstoffe sowohl auf Grundlage struktureller Merkmale als auch nach ihrer Verwendung (S10, S11, K8), erläutern die Farbigeit ausgewählter Stoffe durch Lichtabsorption auch unter Berücksichtigung der Molekülstruktur mithilfe des Mesomeriemodells (mesomere Grenzstrukturen, Delokalisation von Elektronen, Donator-Akzeptor-Gruppen) (S2, E7, K10). trennen mithilfe eines chromatografischen Verfahrens Stoffgemische und analysieren ihre Bestandteile durch Interpretation der Retentionsfaktoren (E4, E5), interpretieren Absorptionsspektren ausgewählter Farbstofflösungen (E8, K2, B1). bewerten den Einsatz verschiedener Farbstoffe in Alltagsprodukten aus chemischer, ökologischer und ökonomischer Sicht (B9, B13, S13).</p>	<p>Mögliche SuS-Experimente (Natürliche) Farbstoffe als pH-Indikatoren: Phenolphthalein, Blaukraut Isolierung von Blattfarbstoffen Synthetische Darstellung von Indigo aus Nitrobenzaldehyd „Küpenfärbung mit Indigo“ – Färbung einer Baumwollprobe und Erläuterung der hier stattfindenden Redoxreaktion Darstellung eines Azofarbstoffes (β-Naphtholorange) und ausführliche Auswertung des Reaktionsmechanismus Synthese von Fluorescein</p> <p>Mögliche LuL-Experimente Regenbogen im Tomatensaft (Bromierung mit Bromwasser)</p>
<p>Q2 Unterrichtsvorhaben II:</p> <p>Inhaltsfeld: Moderne Werkstoffe Zeitbedarf: ca. 20 Unterrichtsstunden im GK / ca. 35 Unterrichtsstunden im LK</p>		

<p>Inhaltliche Schwerpunkte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere) • Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation (<i>Mechanismus der radikalischen Polymerisation</i>) • Rohstoffgewinnung und -verarbeitung • Recycling: Kunststoffverwertung, <i>Werkstoffkreisläufe</i> • <i>Technisches Syntheseverfahren</i> • <i>Nanochemie: Nanomaterialien, Nanostrukturen, Oberflächeneigenschaften</i> <p>Schwerpunkte der Kompetenzbereiche: Die SuS ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • leiten Voraussagen über die Eigenschaften der Stoffe aus Basis chemischer Strukturen und Gesetzmäßigkeiten begründet ab (S2). • Erklären die Vielfalt der Stoffe und ihrer Eigenschaften auf der Basis unterschiedlicher Kombinationen und Anordnungen von Teilchen (S11). • planen unter Berücksichtigung der Variablenkontrolle, experiment- oder modellbasierte Vorgehensweisen, auch zur Prüfung von Hypothesen, Aussagen oder Theorien (E4). • führen qualitative und quantitative experimentelle Untersuchungen – den chemischen Arbeitsweisen und Sicherheitsregeln entsprechend- durch, protokollieren sie und werten diese aus (E5) • wählen relevante und aussagekräftige Informationen und Daten zu chemischen Sachverhalten und anwendungsbezogenen Fragestellungen aus und erschließen Informationen aus Quellen mit verschiedenen, auch komplexen Darstellungsformen (K2). • beurteilen und bewerten Auswirkungen chemischer Produkte, Methoden, Verfahren und Erkenntnisse in historischen und aktuellen gesellschaftlichen Zusammenhängen (B12). 	<p>Beiträge zu den Basiskonzepten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Eigenschaften der Stoffe und ihrer Teilchen: Die Eigenschaften von Kunststoffen werden auf die Struktur der Makromoleküle, ihre Verknüpfungen und Wechselwirkungen untereinander zurückgeführt. <i>Ebenso werden Merkmale von Nanomaterialien auf deren Größenordnung zurückgeführt und Struktur-Eigenschaftsbeziehungen durch die Betrachtung entsprechender Materialien vertieft.</i> • Chemische Reaktion: Die Polymerisation im Sinne der Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen ermöglicht die Herstellung vielfältiger Kunststoffe. <i>Reaktionsmechanismen aus dem niedermolekularen Bereich werden um Spezifika im makromolekularen Bereich erweitert und vertieft.</i> • Energie: Energetische Prozesse werden im Rahmen von Verwertungsprozessen konkretisiert. 	
<p>Sequenzierung inhaltlicher Aspekte / Leitfragen</p>	<p>Konkretisierte Kompetenzerwartungen Schülerinnen und Schüler...</p>	<p>Didaktisch-methodische Anmerkungen und Empfehlungen sowie Darstellung der verbindlichen Absprachen der Fachkonferenz Empfohlene Lehrmittel/ Materialien/ Methoden⁴</p>

<p>Was sind Kunststoffe und wie sind sie aufgebaut?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kunststoffe: Struktur und Eigenschaften, Kunststoffklassen (Thermoplaste, Duroplaste, Elastomere) 	<p>erklären die Eigenschaften von Kunststoffen aufgrund ihrer molekularen Strukturen (Kettenlänge, Vernetzungsgrad) (S11, S13), klassifizieren Kunststoffe anhand ihrer Eigenschaften begründet nach Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren (S1, S2), führen eigenständig geplante Experimente zur Untersuchung von Eigenschaften organischer Werkstoffe durch und werten diese aus (E4, E5),</p>	<p>Mögliche SuS-Experimente</p> <p>Thermische Eigenschaften von Kunststoffproben untersuchen Dichte und Löslichkeit von Kunststoffen</p>
<p>Wie werden Alltagskunststoffe synthetisiert?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kunststoffsynthese: Verknüpfung von Monomeren zu Makromolekülen, Polymerisation (Mechanismus der radikalischen Polymerisation) 	<p>erläutern die Verknüpfung von Monomermolekülen zu Makromolekülen mithilfe von Reaktionsgleichungen an einem Beispiel (S4, S12, S16), erläutern die Reaktionsschritte einer radikalischen Polymerisation (S4, S14, S16), erklären/erläutern ermittelte Stoffeigenschaften am Beispiel eines Funktionspolymers mit geeigneten Modellen (E1, E5, E7, S2/S13). beurteilen die Bedeutung der Reaktionsbedingungen für die Synthese eines Kunststoffs im Hinblick auf Atom- und Energieeffizienz, Abfall- und Risikovermeidung sowie erneuerbare Ressourcen (B1, B10),</p>	<p>Mögliche SuS-Experimente</p> <p>Polymerisation von Styrol Polykondensation: Synthese einfacher Polyester aus Haushaltschemikalien, z.B. Polymilchsäure oder Polycitronensäure. Synthese von Nylon</p> <p>Weitere Hinweise:</p> <p>Puzzle zur Veranschaulichung der Unterschiede zwischen den Mechanismen</p>
<p>Kunststoffverwertung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rohstoffgewinnung und -verarbeitung - Recycling: Kunststoffverwertung, Werkstoffkreisläufe - Technisches Syntheseverfahren 	<p>beschreiben den Weg eines Anwendungsproduktes von der Rohstoffgewinnung über die Produktion bis zur Verwertung (S5, S10, K1, K2). erläutern ein technisches Syntheseverfahren auch unter Berücksichtigung der eingesetzten Katalysatoren (S8, S9), planen zielgerichtet anhand der Eigenschaften verschiedener Kunststoffe Experimente zur Trennung und Verwertung von Verpackungsabfällen (E4, S2), bewerten den Einsatz von Erdöl und nachwachsenden Rohstoffen für die Herstellung und die Verwendung von Produkten aus Kunststoffen im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung aus ökologischer, ökonomischer und</p>	<p>Mögliche SuS-Experimente</p> <p>Herstellung von ökologischem Kunststoff aus Stärke (Stärkefolie) Filtern von Mikroplastik</p> <p>Weitere Hinweise:</p> <p>Diskussion: Ein Leben ohne Plastik? Einsparmöglichkeiten von Kunststoffen</p>

	<p>sozialer Perspektive (B9, B12, B13), vergleichen anhand von Bewertungskriterien Produkte aus unterschiedlichen Kunststoffen und leiten daraus Handlungsoptionen für die alltägliche Nutzung ab (B5, B14, K2, K8, K13),</p> <p>- bewerten stoffliche und energetische Verfahren der Kunststoffverwertung unter Berücksichtigung ausgewählter Nachhaltigkeitsziele (B6, B13, S3, K5, K8).</p>	
<p>Die Reise ins Kleine: Nanotechnologie</p> <p>- Nanochemie: Nanomaterialien, Nanostrukturen, Oberflächeneigenschaften</p>	<p><i>beschreiben Merkmale von Nanomaterialien am Beispiel von Alltagsprodukten (S1, S9). erklären eine experimentell ermittelte Oberflächeneigenschaft eines ausgewählten Nanoprodukts anhand der Nanostruktur (E5, S11). recherchieren in verschiedenen Quellen die Chancen und Risiken von Nanomaterialien am Beispiel eines Alltagsproduktes und bewerten diese unter Berücksichtigung der Intention der Autoren (B2, B4, B13, K2, K4).</i></p>	<p>Mögliche SuS-Experimente: Natürlicher und künstlicher Lotuseffekt (Lotus und CDs im Vergleich) Nachweis von Titan in Sonnencreme Nanostrukturierte Kupferoberfläche mit Lotuseffekt</p>