

Gymnasium Antonianum Vechta schulinterner Lehrplan (Sek II) - Chemie

Der vorliegende schulinterne Lehrplan (Sek II Qualifikationsphase) für das Fach Chemie tritt mit Beschluss der Fachkonferenz vom 20. März 2019 ab dem Schuljahr 2019/20 in Kraft. Er basiert auf dem ab August 2018 gültigen Kerncurriculum für Gymnasien in Niedersachsen.

Der schulinterne Lehrplan ist als Instrument zur Koordinierung des Chemieunterrichts gedacht – nicht als Kontrollinstrument. Die Adressaten für diesen Lehrplan sind neben den Fachkollegen/innen auch die zu unterrichtenden Schüler/innen und deren Eltern sowie alle weiteren interessierten Menschen.

Aus diesem Grund wurde die sonst übliche Darstellung des Lehrplans aufgegeben. Die Inhalte des Kerncurriculums sollen nach Möglichkeit – wie auch in der Einführungsphase – an Themenfeldern unterrichtet werden. Diese sollen die fachlichen Inhalte besser mit dem Vorwissen der Lernenden vernetzen. Diese Themenfelder werden im Lehrplan vorgestellt. Anschließend wird tabellarisch gezeigt, welche Fachinhalte in den einzelnen Themenfeldern unterrichtet werden können. Das ist aber explizit ein Vorschlag, der von den einzelnen Kollegen unterschiedlich ausgefüllt und den Lerngruppen individuell angepasst werden kann. Damit jeder Kollege für seine Klasse sicherstellen kann, dass er/sie auch alle anderen im Kerncurriculum vorgeschriebenen Kompetenzen unterrichtet hat sind diese in XY tabellarisch zum Abhaken aufgelistet.

Des Weiteren ist der schulinterne Lehrplan für das Fach Chemie jeweils abhängig von der Unterrichtsversorgung mit Fachlehrkräften, von möglichen Unterrichtskürzungen (z.B. Stundentafel) durch die Schulleitung sowie von den Medien, der Ausstattung der Fachräume sowie von den finanziellen Mitteln.

Beschreibung für die Arbeit in der Qualifikationsphase

Die Schülerinnen und Schüler sollen aufbauend auf den erworbenen Kompetenzen der Sekundarstufe I und der Einführungsphase diese erweitern und vertiefen. Die Zusammenhänge werden dabei zunehmend vernetzter. Die Strukturierung der Chemie in Basiskonzepte erfahren die Schülerinnen und Schüler zunehmend und sind abschließend in der Lage, selbstständig Sachverhalte über die Basiskonzepte hinaus zu vernetzen und auszuwerten. Die prozessorientierten Kompetenzen werden an komplexen Fachinhalten vertiefend geschult und gefördert. Zur Motivation der Schülerinnen und Schüler wird der Unterricht, wie bereits in der Sekundarstufe I und der Einführungsphase, möglichst an alltäglichen Prozessen orientiert. Dieses entspricht den Vorgaben des Kerncurriculums:

Zur Planung von Unterricht soll der Fokus auf die Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler gerichtet werden. Aus dieser lassen sich Themenfelder ableiten, die den Chemieunterricht strukturieren. Die Themenfelder unterscheiden sich in ihrem

Umfang. Daher kann gegebenenfalls ein Themenfeld mit einem Kursthema übereinstimmen oder sich über mehrere Kurshalbjahre erstrecken. Es gibt auch die Möglichkeit, Teilaspekte von Themenfeldern zu einem Kursthema zu kombinieren. Die genannten Themenfelder stellen eine mögliche Auswahl dar. Aus den Themenfeldern ergeben sich Unterrichtseinheiten, eine mögliche Auswahl ist in der Tabelle dargestellt. Die Unterrichtseinheiten sollen so kombiniert werden, dass alle Kompetenzen des Kerncurriculums abgedeckt werden. Kursiv gesetzte Unterrichtseinheiten zeigen einen möglichen vollständigen Gang durch die Qualifikationsphase auf.

Mögliche Themenfelder der Qualifikationsphase

Themenfelder (mögliche Kursthemen)	Unterrichtseinheiten
Energieträger – Nutzung und Folgen	Treibstoffe Treibhauseffekt und Atmosphäre Ethanol – zu schade zum Verbrennen
Synthesewege der industriellen Chemie	Kunststoffe im Auto Textilfasern Produktlinie PVC Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen Ethen als Grundstoff der chemischen Industrie Vom Erdöl zum Kaugummi Vom Luftstickstoff zum Dünger Vom Bauxit zur Alufolie Schwefelsäure-Herstellung
Umweltbereich Wasser und Luft	Umweltanalytik Vom Trinkwasser zum Abwasser Ozon – unten zu viel, oben zu wenig Treibhauseffekt und Atmosphäre
Chemie und Ernährung	Functional Food – Food Design Moderne Getränke Naturstoffe chemisch betrachtet Zusatzstoffe in Lebensmitteln Konservierungsstoffe Zucker und Salz
Chemie und Medizin	Alkohol Arzneimittel Aspirin Lebenssaft Blut Chemie im Mund
Geschichte der Chemie	Biographien bedeutender Chemiker Theoriebildung in der Chemie (Säure-Base, Redox) Vom Kautschuk zum High-Tech-Reifen
Chemie im Alltag	Kunststoffe Haushaltsreiniger Puffersysteme in Natur und Technik Mobile Energiequellen Natürliche und künstliche Textilfasern Kosmetika Chemie und Sport Müll – zu schade zum Wegwerfen

Kursfolge

Semester	Kursthema
12.1	Energieträger – Nutzung und Folgen
12.2	Gleichgewichtsreaktionen
13.1	Elektrochemie
13.2	Makromoleküle

Vorschlag für einen möglichen Unterrichtsgang durch die Q-Phase(eA)

Hinweis: Der beschriebene Verlauf stellt einen Verlauf für eA-Kurse dar. Kürzungen, die gA-Kurse betreffen werden im Anschluss an den dargestellten Verlauf stichwortartig aufgeführt. Es ist eine Option, welche UE verwendet werden, obliegt der Fachlehrkraft.

1. Kursthema: Energieträger – Nutzung und Folgen

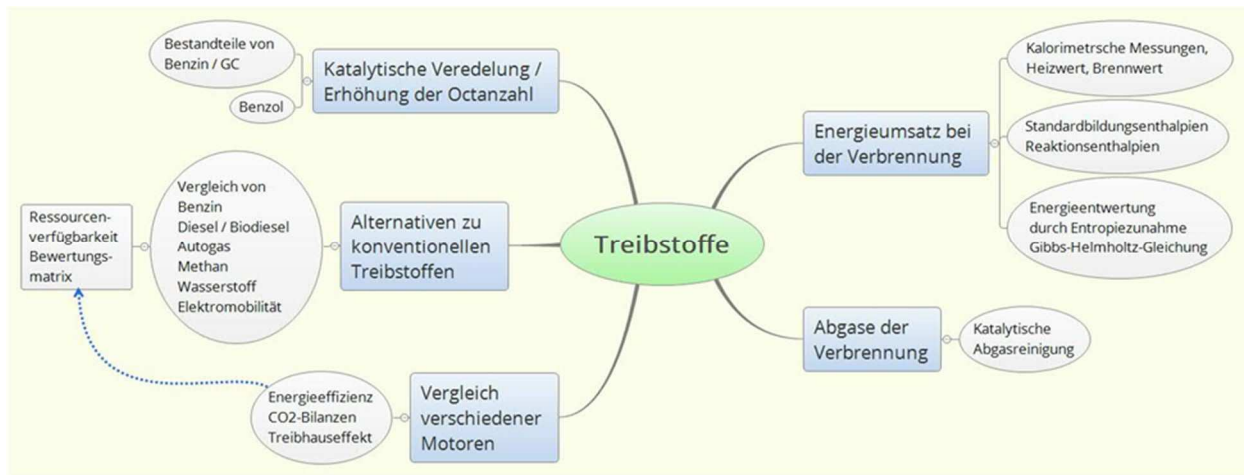
Unterrichtseinheit „Treibstoffe“

Die Unterrichtseinheit „Treibstoffe“ schließt an die Einführungsphase an. In dieser Unterrichtseinheit stehen energetische Betrachtungen im Mittelpunkt. Die Eignung verschiedener Stoffe als Treibstoffe wird exemplarisch auch in kalorimetrischen Messungen untersucht. In diesem Zusammenhang erfolgt die fachsystematische Erarbeitung der thermodynamischen Grundlagen (Reaktionsenthalpien und Standardbildungsenthalpien). Die Betrachtung der durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe entstehenden Abgase und deren Folgen für die Umwelt bildet den Ausgangspunkt, um sich kritisch mit verschiedenen Energieträgern auseinanderzusetzen. Einsatz und Energieeffizienz von Treibstoffen werden darüber hinaus vor dem Hintergrund der Ressourcenverfügbarkeit diskutiert.

Die erworbenen Kenntnisse werden auch auf Brennwertbetrachtungen (z. B. von Lebensmitteln) und auf Lösungsprozesse angewendet.

Die Verbrennungsreaktionen werden genutzt, um die Energieentwertung als Zunahme der Entropie zu beschreiben. Das Wechselspiel von Entropie und Enthalpie wird als Kriterium für den freiwilligen Ablauf von Prozessen erläutert. Es werden Berechnungen mit der Gibbs-Helmholtz-Gleichung durchgeführt.

Außerdem beurteilen die Schülerinnen und Schüler den Einsatz von Katalysatoren bei der Veredlung von Kraftstoffen und deren Verbrennung. In diesem Zusammenhang wird auch auf die Problematik von Benzol in veredelten Kraftstoffen eingegangen.



Unterrichtseinheit „Ethanol – zu schade zum Verbrennen?“

Den Ausgangspunkt bildet Ethanol, das den Schülerinnen und Schülern sowohl aus der Einführungsphase als auch als Treibstoff aus der vorangegangenen Unterrichtseinheit bekannt ist. Ausgehend von der Fragestellung: „Ethanol – zu schade zum Verbrennen?“ werden weitere Verwendungsmöglichkeiten, z. B. als Lösungsmittel, diskutiert. Die Überlegungen werden auf verschiedene Alkanole ausgeweitet. Die Verwendung von Alkanolen als Edukte für die Herstellung von Estern und bestimmten Halogenalkanen führt zur Behandlung des Reaktionstyps der Kondensation und des Reaktionsmechanismus der nucleophilen Substitution (S_N1). Durch den hohen Bedarf an Ethanol stellt sich die Frage nach einer Alternative zur Gewinnung von Ethanol durch alkoholische Gärung. Dieses wird exemplarisch an der Hydratisierung von Ethen betrachtet (Reaktionsmechanismus A_E). Auch hier findet ein Rückbezug zur Treibstoff-Einheit statt.

Es erfolgt eine Ausweitung auf Reaktionen verschiedener Alkanole (verzweigte, länger-kettige Moleküle) mit unterschiedlichen Reaktionspartnern (symmetrische und asymmetrische Moleküle). Synthesewege für vorgegebene Alkanole werden geplant. Abschließend wird der Reaktionstyp der Eliminierung als Umkehrung der Hydratisierung angesprochen.

Gaschromatogramme können genutzt werden, um Produkte konkurrierender Reaktionen zu identifizieren.

Kürzungen für gA-Kurse:

- Keine Entropie
- Nicht Gibbs-Helmholtz
- Keine mesomeren Effekte, keine Mesomerie am Bsp. von Benzol
- Reaktionsmechanismen einfacher als eA: für gA entfällt „reflektieren mechanistische Denkweisen“
- gA keine Erklärung mechanistischer Denkweisen auf Basis von induktiven Effekten
- keine S_N1 , keine A_E , dadurch auch keine Differenzierung der reaktiven Teilchen in Mechanismen

Kursthema 2: Gleichgewichtsreaktionen

Unterrichtseinheit „Treibhauseffekt und Atmosphäre“

Die Unterrichtseinheit „Treibhauseffekt und Atmosphäre“ stellt, ausgehend von kinetischen Betrachtungen, zunächst das chemische Gleichgewicht in den Mittelpunkt. Über das Phänomen des Treibhauseffekts im Zusammenhang mit dem globalen Anstieg des Kohlenstoffdioxidgehalts in der Atmosphäre werden der Kohlenstoffkreislauf betrachtet und die Löslichkeit des Kohlenstoffdioxids in Wasser untersucht. Das chemische Gleichgewicht wird als dynamisches Gleichgewicht identifiziert und gleichzeitig als Zustand beschrieben. Dies liefert die Voraussetzung, real ablaufende Vorgänge in Modelle zu übertragen und zu diskutieren.

In Bezug auf die Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser werden beeinflussende Faktoren experimentell untersucht. Der Einfluss äußerer Faktoren auf die Gleichgewichtskonzentrationen wird qualitativ betrachtet (Le Chatelier). Hier bietet sich die Möglichkeit zu quantitativen Betrachtungen durch Anwendung des Massenwirkungsgesetzes.

Der Salzgehalt der Meere ist Ausgangspunkt für die Behandlung von Löslichkeitsgleichgewichten.

Abschließend wird der Reaktionsmechanismus der radikalischen Substitution im Zusammenhang mit der Atmosphärenchemie erarbeitet. Treibhauseffekt und Ozonproblematik werden voneinander abgegrenzt.

Die bislang erarbeiteten Reaktionsmechanismen werden zusammenfassend betrachtet, reaktive Teilchen werden identifiziert und benannt. Es wird zwischen homolytischer und heterolytischer Bindungsspaltung unterschieden.

Die Erkenntnisse zum chemischen Gleichgewicht werden qualitativ und quantitativ auf andere Beispiele übertragen (z. B. Haber-Bosch-Verfahren).

Unterrichtseinheit „Saure und alkalische Haushaltsreiniger“

Wässrige Lösungen verschiedener Haushaltreiniger werden mit Indikatoren untersucht. Inhaltsstoffe der Haushaltsreinger werden recherchiert und in Beziehung zu den Versuchsergebnissen gesetzt. Unter Anwendung des Vorwissens aus der SI wird die Säure-Base-Theorie nach Brønsted erarbeitet. Dabei werden auch ausgewählte Salzlösungen berücksichtigt, z. B. von Soda und Kernseife. Der pH-Wert wird definiert und es finden Stoffmengenkonzentrationsberechnungen statt. Das Massenwirkungsgesetz wird angewendet und zur Definition der Säurekonstante und der Basenkonstante genutzt. Die Schülerinnen und Schüler nutzen diese Konstanten zur Unterscheidung von starken und schwachen Säuren und Basen. Die Konstanten bilden außerdem den Ausgangspunkt zur Erklärung unterschiedlicher Säurestärken organischer Säuren (induktive, mesomere Effekte).

Die Titrationskurve eines Essigreinigers wird aufgenommen und mit der von Salzsäure verglichen.

Unterrichtseinheit „Puffersysteme in Natur und Technik“

Diese Unterrichtseinheit verknüpft die erworbenen Kenntnisse zur Protolyse mit dem bekannten Gleichgewicht Kohlenstoffdioxid/Hydrogencarbonat zur Einführung und Deutung der Pufferwirkung. Hierbei finden experimentelle Untersuchungen und quantitative Beschreibungen statt (Henderson-Hasselbalch-Gleichung). Die

Schülerinnen und Schüler recherchieren zu weiteren Puffersystemen und präsentieren ihre Ergebnisse. Dadurch erkennen sie die Bedeutung von Puffersystemen in Natur und Technik.

Kürzungen für gA-Kurse:

- entfällt: Recherche von GG Systemen in der Technik
- keine Berechnung von Gleichgewichtskonstanten und GG-Konzentrationen
- für gA gilt nur der Reaktionsmechanismus S_R , d.h. hier entfallen Vergleiche mit anderen RM sowie die Differenzierung reaktiver Teilchen
- keine Löslichkeitsgleichgewichte
- gA muss die Basenkonstante beschreiben, aber es entfallen in Bezug auf alkalische Lösungen alle Berechnungen, insofern auch die Anwendung des Ionenprodukts des Wassers
- gA entfällt die Erklärung von pH-Werten verschiedener Salzlösungen
- keine Berechnung charakteristischer Punkte einer Titrationskurve
- keine Beschreibung von Säure-Base-Indikatoren als schwache BrönstedSäuren
- keine Zusammenhänge, die auf der Anwendung von Henderson-Hasselbalch beruhen
- keine mesomeren Effekte

Kursthema 3: Elektrochemie

Unterrichtseinheit „Redoxreaktionen“

Das Verfahren der Maßanalyse wird angewendet, um eine ausgewählte Redoxtitration mit Kaliumpermanganat durchzuführen. Grundlegende Kenntnisse aus der SI und der Einführungsphase zu Redoxreaktionen werden aufgegriffen. Das Entwickeln von Redoxgleichungen über Oxidationszahlen und Teilgleichungen wird vermittelt und geübt. In diesem Zusammenhang wird die Oxidation der Alkanole mit Kaliumpermanganat thematisiert.

Die Fehling-Reaktion wird zur Unterscheidung von Alkanolen und Alkanonen durchgeführt und als Redoxreaktion mit Teilgleichungen dargestellt.

Mit der Iodometrie kann eine vertiefende Anwendung von Redoxtitrationen erfolgen.

Hierbei kann die Iod-Stärke-Reaktion als Nachweis eingesetzt werden.

Unterrichtseinheit „Mobile Energiequellen“

Der Schwerpunkt dieser Einheit liegt in der technischen Anwendung von Redoxreaktionen. Dazu werden Aufbau und Funktionen von Batterien, Akkus und Brennstoffzellen recherchiert und experimentell untersucht.

Ausgehend von Batteriesystemen wird der grundsätzliche Aufbau galvanischer Zellen erarbeitet. Die Redoxreihe der Metalle wird experimentell untersucht. Kenntnisse zum chemischen Gleichgewicht werden auf galvanische Zellen angewendet (elektrochemische Doppelschicht) und auf die Batteriesysteme übertragen. Die Konzentrationsabhängigkeit des Elektrodenpotenzials wird bei Me/Men+-Halbzellen mit der Nernst-Gleichung beschrieben.

Über die Aufladbarkeit von Akkus werden Fachinhalte der Elektrolyse angesprochen. An einem ausgewählten System wird die Zersetzungsspannung gemessen. Durch das Modell der Überspannung werden Konkurrenzreaktionen an Elektroden erklärt. In diesem Zusammenhang kann die Bedeutung von Löslichkeitsgleichgewichten schwerlöslicher Salze für konstante Elektroden-potenziale betrachtet werden. Abschließend werden die Kenntnisse in Bezug auf Brennstoffzellen erweitert. Die Schülerinnen und Schüler setzen sich mit Bewertungskriterien elektrochemischer Energiequellen auseinander, sodass sie deren Einsatzmöglichkeiten beurteilen können. Das Donator-Akzeptor-Konzept wird vergleichend auf Säure-Base- und Redoxreaktionen angewendet.

Unterrichtseinheit „Korrosion“

Unter Rückbezug auf die Grundlagen zu galvanischen Elementen wird das Phänomen der elektrochemischen Korrosion am Beispiel des Rostens von Eisen betrachtet. Unter Ausweitung auf andere Metalle werden Säure- und Sauerstoffkorrosion unterschieden. Die Auseinandersetzung mit wirtschaftlichen Folgen durch Korrosionsschäden führt zur Thematik des Korrosionsschutzes (exemplarisch: kathodischer Korrosionsschutz).

Kürzungen für gA-Kurse:

- keine Redoxtitrationen
- keine Zersetzungsspannung/ keine Überspannung
- keine Berechnungen mit der Nernst-Gleichung
- keine Korrosion

Kursthema 4: Makromoleküle

Unterrichtseinheit „Natürliche und synthetische Textilfasern“

Den Ausgangspunkt dieser Einheit bildet die Betrachtung von Wolle und Baumwolle als Naturstoffe. Der strukturelle Aufbau der Makromoleküle wird erarbeitet. Der Reaktionstyp der Polykondensation wird erkannt. Die Bausteine der Protein-Moleküle und Kohlenhydrat-Moleküle werden untersucht (Löslichkeit, Fehling-Reaktion, IodStärke-Reaktion). Die Bifunktionalität von Monomeren als Voraussetzung zur Bildung von Makromolekülen wird erarbeitet. Stärke- und Cellulose-Moleküle werden voneinander unterschieden. Abgewandelte Naturstoffe, z. B. Viskose, werden recherchiert. Die hydrophobe Eigenschaft von fetthaltiger Wolle ist Ausgangspunkt zu Betrachtungen von Struktur und Eigenschaften der Fette.

Die Sichtung von Etiketten verschiedener Textilien führt zu synthetischen Textilfasern. Die Schülerinnen und Schüler ordnen die Monomere den Polymeren zu und erkennen den grundsätzlichen Aufbau von Kunststoffen. Der Reaktionstyp der Polykondensation und der Reaktionsmechanismus der radikalischen Polymerisation werden erarbeitet. Sowohl bei der Erarbeitung der Reaktionstypen als auch im Bereich von StrukturEigenschafts-Beziehungen werden Rückbezüge zu vorausgegangen Inhalten hergestellt. Der Zusammenhang zwischen Struktur, Eigenschaften und Funktionalität wird an ausgewählten Beispielen (z. B. GoreTex®, Sympatex®, Elastan) betrachtet.

Die Schülerinnen und Schüler reflektieren unter den Gesichtspunkten Ressourcenverfügbarkeit und Recycling den Einsatz von unterschiedlichen Textilmaterialien.

Es wird zwischen Thermoplasten, Duroplasten und Elastomeren unterschieden. Die erworbenen Kenntnisse des Chemieunterrichts werden angewendet, um einen Syntheseweg von Teflon zu planen.

Kürzungen für gA-Kurse:

- Vereinfachung in Bezug auf die Nutzung der Modelle zur Beschreibung der Reaktionsmechanismen zur Bildung von Makromolekülen
- Oben sind die Kürzungen in Bezug auf die Reaktionsmechanismen dargestellt.

Übersicht: Chemieunterricht in der Qualifikationsphase (G 9)

Jhg	Mögliche Unterrichtseinheiten	Fachinhalte (Kurzdarstellung)	Hinweise
12.1	<ul style="list-style-type: none"> Treibstoffe 	<ul style="list-style-type: none"> Fragen zu Treibstoffen entwickeln Treibstoffe zu Stoffklassen zuordnen (Alkanole, Alkane) Durchführung einer vereinfachten Kaliometrie Berechnungen zu Verbrennungsenthalpien Erarbeitung energetischer Grundbegriffe (Innere Energie, Reaktionsenthalpie, Standard-Reaktionsenthalpie) Bewertung verschiedener Treibstoffe Anwendung von Kenntnissen zu Stoffeigenschaften/ WW der betrachteten Treibstoffe Anwendung der IUPAC Nomenklatur Anwendung energetischer Betrachtungen für die Bestimmung von Lösungsenthalpien als auch Brennwerten (z. B. Lebensmittel) Betrachtungen zum Benzol-Molekül Entropie Gibbs-Helmholtz 	<ul style="list-style-type: none"> Durchführung zur Ermittlung von Verbrennungsenthalpien verschiedener Treibstoffe Anwendung von Kenntnissen aus der SI und EF zu Bindungen, WW, Nomenklatur, Erdöl... Schwerpunkt ist auch die Förderung der bewertenden Kompetenzen <p>Kürzungen für gA-Kurse:</p> <ul style="list-style-type: none"> Keine Entropie Nicht Gibbs-Helmholtz Keine mesomeren Effekte, keine Mesomerie am Bsp. von Benzol
	<ul style="list-style-type: none"> Ethanol – zum Verbrennen zu schade 	<ul style="list-style-type: none"> Anwendung von Kenntnissen aus der SI und EF zu Bindungen, WW, Nomenklatur etc. Alkanole als Treibstoff (Vernetzung zur UE Treibstoffe) Alkanole als Edukte für verschiedene Reaktionen (Esterbildung, Halogenalkane): hierbei EF der Reaktionsmechanismen S_N1 und der Reaktionstypen Kondensation und Substitution Gewinnung von Ethanol: A_E Brom als Nachweisreaktion für Doppelbindungen Anwendung von Stoffklassen und deren funktioneller Gruppen Anwendung der Gaschromatografie zur Identifizierung von Produkten Konstitutionsisomere, cis-trans-Isomerie 	<ul style="list-style-type: none"> Anwendung von Bereichen zur Modellarbeit <p>Kürzungen für gA-Kurse:</p> <ul style="list-style-type: none"> Reaktionsmechanismen einfacher als eA: für gA entfällt „reflektieren mechanistische Denkweisen“ gA keine Erklärung mechanistischer Denkweisen auf Basis von induktiven Effekten keine S_N1, keine A_E, dadurch auch keine Differenzierung der reaktiven Teilchen in Mechanismen
	<ul style="list-style-type: none"> Treibhauseffekt und Atmosphäre 	<ul style="list-style-type: none"> Kinetische Betrachtungen in verschiedenen Systemen Treibhauseffekt 	<ul style="list-style-type: none"> Die Erarbeitung kinetischer Grundlagen kann an einem Stationenlernen erfolgen, hier erfolgen auch Bezüge zu Biologie (Enzymatik)

12.2		<ul style="list-style-type: none"> • Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser (Bezug Ozeane) • Betrachtungen des Wirkgefüges der Ozeane (physikalisch, biologische C-Pumpe, Thermohaline Schichtung) • Erarbeitung der Grundlagen zum chem. GG, hier Einsatz und Reflexion von Modellen • Einflussfaktoren auf Gleichgewichtskonzentrationen • Le Chatelier • Massenwirkungsgesetz (an weiteren Bsp. losgelöst vom Ozean-Kontext) • Berechnungen zu Gleichgewichtskonzentrationen und Gleichgewichtskonstanten • Meere zur Betrachtung von Löslichkeitsgleichgewichten • Rückgreifend auf den Treibhauseffekt: Reaktionen in der Atmosphäre: S_R – Vernetzung mit der GC • Abgrenzung Ozonproblematik/ Treibhauseffekt • Anwendung der Kenntnisse auf technische Prozesse (Haber-Bosch) 	<ul style="list-style-type: none"> • Experimenteller Lernzirkel zum Einfluss verschiedener Faktoren (pH, Salzgehalt, Temperatur, Druck) zur Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser • Mögliche Modell beim GG: Holzapfelkrieg, Stechheberversuch • S_R nur als LDV <p>Optional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Experimente zum Treibhauseffekt • Zur Ozonproblematik gibt es eine alte aber sehr gute Apparatur von Hedinger • Für Erweiterungen gerade im Betrachtung der Ozeane: CCS, Methanhydrate (rückvernetzend zu Treibstoffen) • Möglich auch Bezüge zu Frank Schätzing: Der Schwarm • Exkursion: Besuch Geomar in Kiel • Rolle von Fritz Haber in der Geschichte • Clara Immerwahr (es gibt einen Film aus der ARD Mediathek, der sich lohnt) <p>Kürzungen für gA-Kurse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • entfällt: Recherche von GG Systemen in der Technik • keine Berechnung von Gleichgewichtskonstanten und GG-Konzentrationen • für gA gilt nur der Reaktionsmechanismus S_R, d.h. hier entfallen Vergleiche mit anderen RM sowie die Differenzierung reaktiver Teilchen • keine Löslichkeitsgleichgewichte
	<ul style="list-style-type: none"> • Saure und alkalische Haushaltreiniger 	<ul style="list-style-type: none"> • Untersuchung verschiedener Haushaltsreiniger • Vernetzung zu Vorkenntnissen aus 10 und der EF • Erweiterung zu Vorkenntnissen von einem einfachen Brönsted auf die Brönsted-Theorie • Donator-Akzeptor-Konzept • Anwendung von Kenntnissen zum pH-Wert • Autoprotolyse von Wasser • pH-Wert Berechnungen starker Säuren und Basen • Erklärung von pH-Werten verschiedener Salzlösungen • Erweiterung des MWG zur Säurekonstante bzw. Basenkonstanten • Erklärung unterschiedlicher Säurestärken 	<ul style="list-style-type: none"> • Vernetzung zu Vorkenntnissen aus SI und EF • Anwendung vom Umgang mit Grafiken (Handbuch der Schule) • Zentrale Experimente: Titrationsmittel Spritzentechnik und Büretten; Aufnahme von Titrationskurven mit dem Messwerterfassungssystem Vernier • Die FG hat sich auf die Verwendung von Hydronium/Oxonium-Ion verständigt. <p>Kürzungen für gA-Kurse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • gA muss die Basenkonstante beschreiben, aber es entfallen in Bezug auf alkalische Lösungen alle

	<ul style="list-style-type: none"> • Puffersysteme in Natur und Technik 	<ul style="list-style-type: none"> • Aufnahme und Auswertung verschiedener Titrationskurven • Berechnung von charakteristischen Punkten von Titrationskurven • Indikatoren werden in ihrer Funktion erklärt • Erklärung der Funktionsweise von Puffern • Puffer in Natur und Technik • Henderson-Hasselbalch 	<p>Berechnungen, insofern auch die Anwendung des Ionenprodukts des Wassers</p> <ul style="list-style-type: none"> • gA entfällt die Erklärung von pH-Werten verschiedener Salzlösungen • keine Berechnung charakteristischer Punkte einer Titrationskurve • keine Beschreibung von Säure-Base-Indikatoren als schwache Brönsted-Säuren • keine Zusammenhänge, die auf der Anwendung von Henderson-Hasselbalch beruhen • keine mesomeren Effekte
13.1	<ul style="list-style-type: none"> • Redoxreaktionen 	<ul style="list-style-type: none"> • Anwendung der Kenntnisse zur Maßanalyse • Vernetzung mit Vorkenntnissen aus der EF • Entwicklung von Redoxgleichungen (unter Anwendung von Oxidationszahlen) • Über die Oxidierbarkeit von organ. Stoffen (Redoxreaktionen in Alginatbällchen): Übung zum Aufstellen von Redoxgleichungen • Donator-Akzeptor-Konzept • Vorhersagbarkeit von Reaktionen (Standard-Elektrodenpotenzial) • Unterscheidung von Alkanonen und Alkanalen mithilfe von Fehling • Iodometrie: Einführung des Iod-Stärke-Nachweises (auch in Alginatbällchen möglich) 	<ul style="list-style-type: none"> • Experimentelle Umsetzung in allen Bereichen als SV möglich • Es ist auch möglich mit Batterien zu beginnen und dann Redoxreaktionen zu betrachten • Tolle Versuche zu Redoxreaktionen mit Alginatbällchen
	<ul style="list-style-type: none"> • Mobile Energiequellen 	<ul style="list-style-type: none"> • Aufschneiden ausgewählter Batterien • Recherche zur Funktion verschiedener Batterien • Anwendung von Redoxreaktionen • Funktionsweise galvanischer Zellen (elektrochem. Doppelschicht, Anwendung Donator-Akzeptor, Elektrolyt, Diaphragma, Pole, Elektronenfluss, Zellspannung) • Anwendung der Nernst-Gleichung auf Metall-Halbzellen • Beschreibung der Konzentrationsabhängigkeit des Elektrodenpotenzials mithilfe der Nernst-Gleichung • Funktionsweise von Akkus und Brennstoffzellen • Elektrolyse (Bau und Funktion von Elektrolyse-Zellen, Zersetzungsspannung, Überspannung) • ZH Zersetzungsspannung/ Zellspannung • Anwendung von Löslichkeitsprodukt beim Bleiakku 	<ul style="list-style-type: none"> • Daniell Element als zentrales Experiment • Wir haben Elektrochemie-Kästen, die sind gut aber unvollständig • Wir haben schöne Kästen mit Brennstoffzellen • Für die Ausarbeitung von Batterien/Akkus/Brennstoffzellen bietet sich eine GA mit Präsentation an <p>Kürzungen für gA-Kurse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • keine Redoxtitrationen • keine Zersetzungsspannung/ keine Überspannung • keine Berechnungen mit der Nernst-Gleichung
	<ul style="list-style-type: none"> • Korrosion 	<ul style="list-style-type: none"> • Elektrochemische Korrosion von Eisen 	<ul style="list-style-type: none"> • Es gibt hier vielfältige Versuche

		<ul style="list-style-type: none"> • Säure- und Sauerstoffkorrosion • Kathodischer Korrosionsschutz • Korrosion 	<ul style="list-style-type: none"> • Es gibt eine UE vom Rost zur Batterie, die über die Korrosion zur Batterie hinführt <p>Kürzungen für gA-Kurse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • keine Korrosion
13.2	<ul style="list-style-type: none"> • Makromoleküle (Natürliche und synthetische Textilfasern) 	<ul style="list-style-type: none"> • Wolle und Baumwolle als Naturstoffe • Aufbau von Makromolekülen • Reaktionstyp: Polykondensation • Unterscheidung Stärke und Cellulose • Untersuchung von Proteinen und Kohlenhydraten (Struktur-Eigenschaftsbeziehungen, Nachweise, funktionelle Gruppen, Stoffklassen) • Aufbau von Proteinen und Kohlehydraten • Anwendung von Struktur-Eigenschaftsbeziehungen zu Fetten: Bezug: Hydrophobie von Wolle • Recherche synthetische Textilfasern • Kunststoffe: Reaktionstyp Polykondensation, Reaktionsmechanismus radikalische Polymerisation • ZH zu Struktur-Eigenschaftsbeziehungen zum Einsatz von ausgewählten Kunststoffen im Textilbereich (Polyester, Polyamide, Polyether, Polyolefine) • Bewertung von Recycling und Ressourcenverfügbarkeit von Textilien: Wolle versus Kunststoff • Unterscheidung von Duroplasten, Thermoplasten, Elastomeren • Planung eines Synthesewegs 	<ul style="list-style-type: none"> • In dieser abschließenden UE kommt es zu vielfältigen Vernetzungen mit Vorwissen, das in Bezug auf Makromoleküle erweitert wird <p>Kürzungen für gA-Kurse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vereinfachung in Bezug auf die Nutzung der Modelle zur Beschreibung der Reaktionsmechanismen zur Bildung von Makromolekülen • Oben sind die Kürzungen in Bezug auf die Reaktionsmechanismen dargestellt

Tabellen des KC zur Kontrolle der Schulung der geforderten Kompetenzen

Kompetenzmatrix

Die Tabellen bieten die Möglichkeit, die erreichten Kompetenzen den einzelnen Unterrichtseinheiten zuzuordnen, auf diese Weise wird sichergestellt, dass alle Kompetenzen geschult werden.

UE Treibstoffe: T; UE Ethanol –zu schade zum Verbrennen?: E; UE Treibhauseffekt und Atmosphäre: TA; UE saure und alkalische Haushaltsreiniger: H;

UE Puffersysteme in Natur und Technik: P; UE Redoxreaktionen: R; UE Mobile Energiequellen: M; UE Korrosion: K;

UE Natürliche und synthetische Textilfasern: TX

Basiskonzept Stoff-Teilchen (QP 1/2)

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p>
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Molekülstruktur folgender Stoffklassen: Alkane, Alkene, Halogenkohlenwasserstoffe, Alkanole, Alkanale, Alkanone, Alkansäuren, Aminosäuren, Ester, Ether, Aromaten (nur das Benzolmolekül). <p style="background-color: #cccccc; padding: 2px;">T, E, TA, R, TX</p> <ul style="list-style-type: none"> • benennen die funktionellen Gruppen: Doppelbindung, Hydroxy-, Carbonyl- (Aldehyd-, Keto-), Carboxy-, Amino-, Ester-, Ether-Gruppe. <p style="background-color: #cccccc; padding: 2px;">T, E, TA, R, TX</p> <ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden die Konstitutionsisomerie und die cis-trans-Isomerie. <p style="background-color: #cccccc; padding: 2px;">E</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ordnen ausgewählte Stoffklassen in Form homologer Reihen. <p style="background-color: #cccccc; padding: 2px;">T</p> <ul style="list-style-type: none"> • wenden die IUPAC-Nomenklatur zur Benennung organischer Verbindungen an. <p style="background-color: #cccccc; padding: 2px;">T, E</p>	<ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden Fachsprache und Alltagssprache bei der Benennung chemischer Verbindungen. <p style="background-color: #cccccc; padding: 2px;">durchgängig</p>	<ul style="list-style-type: none"> • erkennen die Bedeutung organischer Verbindungen in unserem Alltag. <p style="background-color: #cccccc; padding: 2px;">T, E, TX</p>

<ul style="list-style-type: none">• beschreiben die Molekülstruktur von Aminosäuren, Proteinen, Kohlenhydraten (Glucose, Fructose, Saccharose, Stärke) und Fetten. <p>TX</p>	<ul style="list-style-type: none">• untersuchen experimentell die Löslichkeit in unterschiedlichen Lösungsmitteln. <p>TX</p>		<ul style="list-style-type: none">• erörtern und bewerten Verfahren zur Nutzung und Verarbeitung ausgewählter Naturstoffe vor dem Hintergrund knapper werdender Ressourcen. <p>TX</p>
--	--	--	---

Basiskonzept Stoff-Teilchen (QP 2/2)

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
<ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Reaktion mit Brom als Nachweis für Doppelbindungen in Molekülen. <p>E</p> <ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Fehling-Reaktion. <p>R, TX</p> <ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Iod-Stärke-Reaktion. <p>R, TX</p>	<ul style="list-style-type: none"> führen Nachweisreaktionen durch. <p>E, R, TX</p>	<ul style="list-style-type: none"> diskutieren die Aussagekraft von Nachweisreaktionen. <p>E, R, TX</p>	
<ul style="list-style-type: none"> teilen Kunststoffe in Duroplaste, Thermoplaste und Elastomere ein. <p>TX</p> <ul style="list-style-type: none"> klassifizieren Kunststoffe nach charakteristischen Atomgruppierungen: Polyolefine, Polyester, Polyamide, Polyether <p>TX</p>	<ul style="list-style-type: none"> untersuchen experimentell Eigenschaften ausgewählter Kunststoffe (Dichte, Verhalten bei Erwärmen). <p>TX</p>	<ul style="list-style-type: none"> recherchieren zu Anwendungsbereichen makromolekularer Stoffe und präsentieren ihre Ergebnisse. <p>TX</p>	<ul style="list-style-type: none"> beurteilen und bewerten den Einsatz von Kunststoffen im Alltag. beurteilen und bewerten wirtschaftliche Aspekte und Stoffkreisläufe im Sinne der Nachhaltigkeit. beschreiben Tätigkeitsfelder im Umfeld der Kunststoffchemie. <p>TX</p>

<ul style="list-style-type: none">• erklären die Mesomerie mithilfe von Grenzstrukturen in der Lewis-Schreibweise für das Benzolmolekül (eA). <p>T</p>	<ul style="list-style-type: none">• wenden das Mesomeriemodell zur Erklärung des aromatischen Zustands des Benzol-Moleküls an (eA). <p>T</p>	<ul style="list-style-type: none">• diskutieren die Grenzen und Möglichkeiten von Modellen (eA). <p>T</p>	
--	--	---	--

Basiskonzept Struktur-Eigenschaft (QP 1/4)

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> erklären Stoffeigenschaften anhand ihrer Kenntnisse über zwischenmolekulare Wechselwirkungen. <p>T, E, TA, TX</p> <ul style="list-style-type: none"> erklären die Eigenschaften von makromolekularen Stoffen anhand von zwischenmolekularen Wechselwirkungen. <p>TX</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> wenden ihre Kenntnisse zur Erklärung von Siedetemperaturen und Löslichkeiten auf neu eingeführte Stoffklassen an. <p>T, TA, E, TX</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> stellen den Zusammenhang zwischen Molekülstruktur und Stoffeigenschaft fachsprachlich dar. <p>T, TA, E, TX</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> nutzen ihre Kenntnisse zu zwischenmolekularen Wechselwirkungen zur Erklärung von Phänomenen in ihrer Lebenswelt. <p>E, TA, TX</p> <ul style="list-style-type: none"> nutzen ihre Fachkenntnisse zur Erklärung der Funktionalität ausgewählter Kunststoffe. <p>TX</p>
<ul style="list-style-type: none"> erklären induktive Effekte (eA). <p>E, H</p> <ul style="list-style-type: none"> erklären mesomere Effekte (eA). <p>T, H</p>	<ul style="list-style-type: none"> verwenden geeignete Formelschreibweisen zur Erklärung von Elektronenverschiebungen (eA). <p>E, H</p> <ul style="list-style-type: none"> nutzen induktive und mesomere Effekte zur Erklärung der Stärke organischer Säuren (eA). <p>T, H</p>	<ul style="list-style-type: none"> stellen die Elektronenverschiebung in angemessener Fachsprache dar (eA). <p>T, E, H</p>	

Basiskonzept Struktur-Eigenschaft (QP 2/4)

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
<ul style="list-style-type: none"> begründen anhand funktioneller Gruppen die Reaktionsmöglichkeiten organischer Moleküle. <p>F. R. TX</p> <ul style="list-style-type: none"> unterscheiden die Reaktionstypen Substitution, Addition, Eliminierung und Kondensation. <p>F. TA. TX</p>	<ul style="list-style-type: none"> planen Experimente für einen Syntheseweg zur Überführung einer Stoffklasse in eine andere (eA). <p>F. TX</p> <ul style="list-style-type: none"> planen Experimente zur Identifizierung organischer Moleküle und führen diese durch. <p>F. R. TX</p>	<ul style="list-style-type: none"> diskutieren die Reaktionsmöglichkeiten funktioneller Gruppen. <p>F. R. TA. TX</p> <ul style="list-style-type: none"> stellen einen Syntheseweg einer organischen Verbindung stellen Flussdiagramme technischer Prozesse fachsprachlich dar. <p>TX</p> <ul style="list-style-type: none"> stellen technische Prozesse als Flussdiagramme dar. <p>TA. TX</p>	<ul style="list-style-type: none"> beurteilen und bewerten die gesellschaftliche Bedeutung eines ausgewählten organischen Synthesewegs. <p>F. TX</p> <ul style="list-style-type: none"> reflektieren die gesundheitlichen Risiken beim Einsatz organischer Verbindungen. <p>F. TA</p> <ul style="list-style-type: none"> nutzen chemische Kenntnisse zur Erklärung der Produktlinie ausgewählter technischer Synthesen (eA). <p>F. TA. TX</p> <ul style="list-style-type: none"> beurteilen wirtschaftliche Aspekte und Stoffkreisläufe im Sinne der Nachhaltigkeit. <p>F. TA. TX</p>
<ul style="list-style-type: none"> unterscheiden radikalische, elektrophile und nucleophile Teilchen (eA). <p>TA</p> <ul style="list-style-type: none"> beschreiben das Carbeniumion / Carbo-Kation als Zwischenstufe in Reaktionsmechanismen (eA). <p>F</p>			

Basiskonzept Struktur-Eigenschaft (QP 3/4)

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
<ul style="list-style-type: none"> beschreiben den Reaktionsmechanismus der radikalischen Substitution. <p>TA</p> <ul style="list-style-type: none"> beschreiben den Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition von symmetrischen Verbindungen (eA). <p>F</p> <ul style="list-style-type: none"> beschreiben den Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition von asymmetrischen Verbindungen (eA). <p>F</p> <ul style="list-style-type: none"> beschreiben den Reaktionsmechanismus der nucleophilen Substitution (zweistufiger Mechanismus) (eA). <p>F</p> <ul style="list-style-type: none"> unterscheiden zwischen <p>F</p> <p>F, TA</p>	<ul style="list-style-type: none"> führen ausgewählte Experimente zu den aufgeführten Mechanismen durch. <p>F, TA</p> <ul style="list-style-type: none"> wenden Nachweisreaktionen an. <p>F</p> <ul style="list-style-type: none"> nutzen induktive Effekte zur Erklärung von Reaktionsmechanismen und unterschiedlichen Reaktivitäten (eA). <p>F</p> <ul style="list-style-type: none"> nutzen ihre Kenntnisse über radikalische, elektrophile und nucleophile Teilchen zur Erklärung von Teilschritten in Reaktionsmechanismen (eA). <p>F</p>	<ul style="list-style-type: none"> versprachlichen mechanistische Darstellungsweisen. <p>F, TA</p> <ul style="list-style-type: none"> stellen die Aussagen eines Textes in Form eines Reaktionsmechanismus dar (eA). <p>F, TA</p>	<ul style="list-style-type: none"> reflektieren mechanistische Denkweisen als wesentliches Prinzip der organischen Chemie (eA). <p>F, TA</p>

Basiskonzept Struktur-Eigenschaft (QP 4/4)

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
<ul style="list-style-type: none"> beschreiben, dass bei chemischen Reaktionen unterschiedliche Reaktionsprodukte entstehen können. <p>F. TA</p>	<ul style="list-style-type: none"> stellen Zusammenhänge zwischen den während der Reaktion konkurrierenden Teilchen und den Produkten her. <p>F.</p> <ul style="list-style-type: none"> nutzen Gaschromatogramme zur Identifizierung von Reaktionsprodukten. <p>F. TA</p>	<ul style="list-style-type: none"> argumentieren sachlogisch und begründen schlüssig die entstehenden Produkte. <p>F. TA</p>	<ul style="list-style-type: none"> reflektieren die Bedeutung von Nebenreaktionen organischer Synthesewege. <p>F. TA</p> <ul style="list-style-type: none"> erkennen die Bedeutung der <p>F. TA</p> <p>Gaschromatografie in der Analytik.</p>
<ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Reaktionstypen Polymerisation und Polykondensation zur Bildung von Makromolekülen. <p>TX</p> <ul style="list-style-type: none"> beschreiben den Reaktionsmechanismus der radikalischen Polymerisation. <p>TX</p>	<ul style="list-style-type: none"> führen Experimente zur Polykondensation durch. <p>TX</p> <ul style="list-style-type: none"> nutzen ihre Kenntnisse zur Struktur von Makromolekülen zur Erklärung ihrer Stoffeigenschaften. <p>TX</p> <ul style="list-style-type: none"> nutzen geeignete Modelle zur Veranschaulichung von Reaktionsmechanismen. <p>TX</p>	<ul style="list-style-type: none"> diskutieren die Aussagekraft von Modellen. <p>TX</p>	

Basiskonzept Donator-Akzeptor (QP 1/3)

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
<ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Säure-Base-Theorie nach Brönsted. 	<ul style="list-style-type: none"> • messen pH-Werte verschiedener wässriger Lösungen. 	<ul style="list-style-type: none"> • stellen Protolysegleichungen dar. 	<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den historischen Weg der Entwicklung des Säure-Base-Begriffs bis Brönsted.
H. P			H
<ul style="list-style-type: none"> • stellen korrespondierende Säure-Base-Paare auf. 	<ul style="list-style-type: none"> • messen den pH-Wert äquimolarer Lösungen einprotoniger Säuren und schließen daraus auf die Säurestärke. 	<ul style="list-style-type: none"> • recherchieren zu Säuren und Basen in Alltags-, Technik- und Umweltbereichen und präsentieren ihre Ergebnisse. 	<ul style="list-style-type: none"> • beurteilen den Einsatz von Säuren und Basen sowie Neutralisationsreaktionen in Alltags-, Technik- und Umweltbereichen.
H. P	H. P	H. P	H
<ul style="list-style-type: none"> • nennen die charakteristischen Teilchen wässriger saurer und alkalischer Lösungen (Hydronium/Oxonium-Ion und Hydroxid-Ion). 	<ul style="list-style-type: none"> • wenden ihre Kenntnisse zu einprotonigen Säuren auf mehrprotonige Säuren an. 	<ul style="list-style-type: none"> • berechnen die Stoffmengenkonzentration saurer und alkalischer Probelösungen. 	
H. P	H	H. P	H
<ul style="list-style-type: none"> • erklären die Neutralisationsreaktion. 	<ul style="list-style-type: none"> • titrieren starke Säuren gegen starke Basen (und umgekehrt). 		
H. P	H		
H. P	H		
H. P	H		

<ul style="list-style-type: none"> • erläutern Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen. <p>R. M. K</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben mithilfe der Oxidationszahlen korrespondierende Redoxpaare. <p>R. M. K</p>	<ul style="list-style-type: none"> • planen Experimente zur Aufstellung der Redoxreihe der Metalle und führen diese durch. <p>M</p> <ul style="list-style-type: none"> • stellen in systematischer Weise Redoxgleichungen anorganischer und organischer Systeme (Oxidation von Alkanolen) in Form von Teil- und Gesamtgleichungen dar. <p>R. M. K</p>	<ul style="list-style-type: none"> • wenden Fachbegriffe zur Redoxreaktion an. <p>R. M. K</p>	<ul style="list-style-type: none"> • reflektieren die historische Entwicklung des Redoxbegriffs. <p>M</p> <ul style="list-style-type: none"> • erkennen und beschreiben die Bedeutung von Redoxreaktionen im Alltag. <p>M. K</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • führen eine ausgewählte Redoxtitration durch (eA). <p>R</p> <p>R</p> <ul style="list-style-type: none"> • werten die Redoxtitration quantitativ aus (eA). 		<ul style="list-style-type: none"> • erkennen die Bedeutung maßanalytischer Verfahren in der Berufswelt (eA). <p>R</p>

Basiskonzept Donator-Akzeptor (QP 2/3)

<p style="text-align: center;">Fachwissen/ Fachkenntnisse</p>	<p style="text-align: center;">Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden</p>	<p style="text-align: center;">Kommunikation/ Kommunikation</p>	<p style="text-align: center;">Bewertung/ Reflexion</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p>
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Bau galvanischer Zellen. <p>M</p> <ul style="list-style-type: none"> • erläutern die Funktionsweise galvanischer Zellen. <p>M</p>	<ul style="list-style-type: none"> • planen Experimente zum Bau funktionsfähiger galvanischer Zellen und führen diese durch. <p>M</p>	<ul style="list-style-type: none"> • stellen galvanische Zellen in Form von Skizzen dar. <p>M</p> <ul style="list-style-type: none"> • erstellen Zelldiagramme. <p>M</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • wenden ihre Kenntnisse zu galvanischen Zellen auf Lokalelemente an (eA). <p>K</p> <ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden Sauerstoff- und Säure-Korrosion (eA). <p>K</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Korrosionsschutz durch Überzüge (eA). <p>K</p> <ul style="list-style-type: none"> • erklären den kathodischen Korrosionsschutz (eA). <p>K</p>	<ul style="list-style-type: none"> • führen Experimente zur Korrosion und zum Korrosionsschutz durch (eA). <p>K</p>		<ul style="list-style-type: none"> • nutzen ihre Kenntnisse über Redoxreaktionen zur Erklärung von Alltags- und Technikprozessen (eA). <p>K</p> <ul style="list-style-type: none"> • bewerten den Einsatz und <p>K</p> <p>das Auftreten von Redoxreaktionen in Alltag und Technik (eA).</p> <ul style="list-style-type: none"> • bewerten die wirtschaftlichen Folgen durch Korrosionsschäden (eA). <p>K</p>

Basiskonzept Donator-Akzeptor (QP 3/3)

<p style="text-align: center;">Fachwissen/ Fachkenntnisse</p>	<p style="text-align: center;">Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden</p>	<p style="text-align: center;">Kommunikation/ Kommunikation</p>	<p style="text-align: center;">Bewertung/ Reflexion</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p>
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Bau von Elektrolysezellen. M • erläutern das Prinzip der Elektrolyse. M • deuten die Elektrolyse als Umkehrung der Vorgänge im galvanischen Element. M • beschreiben die Zersetzungsspannung (eA). M • beschreiben das Phänomen der Überspannung (eA). M • beschreiben den Zusammenhang zwischen der Zersetzungsspannung und der Zellspannung einer entsprechenden galvanischen Zelle (eA). M 	<ul style="list-style-type: none"> • führen ausgewählte Elektrolysen durch. M • nutzen Spannungsdiagramme als Entscheidungshilfe zur Vorhersage und Erklärung von Elektrodenreaktionen (eA). M M 	<ul style="list-style-type: none"> • stellen Elektrolysezellen in Form von Skizzen dar. M • vergleichen Elektrolysezelle und galvanische Zelle. M • erläutern Darstellungen zu technischen Anwendungen. M • recherchieren zu Redoxreaktionen in Alltag und Technik und präsentieren ihre Ergebnisse. M 	

<ul style="list-style-type: none"> • erklären die Funktionsweise ausgewählter Batterien, Akkumulatoren und Brennstoffzellen. <p>M</p> <ul style="list-style-type: none"> • nennen die prinzipiellen Unterschiede zwischen Batterien, Akkumulatoren und Brennstoffzellen. <p>M</p>	<ul style="list-style-type: none"> • strukturieren ihr Wissen zu Batterien, Akkumulatoren und Brennstoffzellen. <p>M</p> <ul style="list-style-type: none"> • entwickeln Kriterien zur Beurteilung von technischen Systemen. <p>M</p>	<ul style="list-style-type: none"> • recherchieren exemplarisch zu Batterien, Akkumulatoren und Brennstoffzellen und präsentieren ihre Ergebnisse. <p>M</p>	<ul style="list-style-type: none"> • nutzen ihre Kenntnisse über elektrochemische Energiequellen zur Erklärung ausgewählter Alltags- und Technikprozesse. <p>M</p> <ul style="list-style-type: none"> • reflektieren die Bedeutung ausgewählter Redoxreaktionen für die Elektromobilität. <p>M</p>
<ul style="list-style-type: none"> • vergleichen Säure-Base-Reaktionen und Redoxreaktionen. <p>M</p>	<ul style="list-style-type: none"> • wenden das Donator-Akzeptor-Konzept an. <p>M</p>		

Basiskonzept Kinetik und chemisches Gleichgewicht (QP 1/6)

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
<ul style="list-style-type: none"> definieren den Begriff der Reaktionsgeschwindigkeit als Änderung der Konzentration pro Zeiteinheit. <p>TA</p> <ul style="list-style-type: none"> beschreiben den Einfluss von Temperatur, Druck, Konzentration, Zerteilungsgrad und Katalysatoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit. <p>TA</p>	<ul style="list-style-type: none"> planen geeignete Experimente zum Einfluss von Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit und führen diese durch. <p>TA</p>	<ul style="list-style-type: none"> recherchieren zu technischen Verfahren in unterschiedlichen Quellen und präsentieren ihre Ergebnisse (eA). <p>TA</p>	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Bedeutung unterschiedlicher Reaktionsgeschwindigkeiten alltäglicher Prozesse. <p>TA</p> <ul style="list-style-type: none"> beurteilen die Steuerung von chemischen Reaktionen in technischen Prozessen. <p>TA</p>
<ul style="list-style-type: none"> beschreiben das chemische Gleichgewicht auf Stoff- und Teilchenebene. <p>TA</p> <ul style="list-style-type: none"> erkennen die Notwendigkeit eines geschlossenen Systems für die Einstellung des chemischen Gleichgewichts. <p>TA</p>	<ul style="list-style-type: none"> führen ausgewählte Experimente zum chemischen Gleichgewicht durch. <p>TA</p> <ul style="list-style-type: none"> schließen aus Versuchsdaten auf Kennzeichen des chemischen Gleichgewichts. <p>TA</p> <ul style="list-style-type: none"> schließen aus einem Modellversuch auf Kennzeichen des chemischen Gleichgewichts. <p>TA</p>	<ul style="list-style-type: none"> diskutieren die Übertragbarkeit der Modellvorstellung. <p>TA</p>	

Basiskonzept Kinetik und chemisches Gleichgewicht (QP 2/6)

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p>
<ul style="list-style-type: none"> unterscheiden zwischen Ausgangskonzentration und Gleichgewichtskonzentration. <p>TA</p> <ul style="list-style-type: none"> formulieren das Massenwirkungsgesetz. <p>TA</p> <ul style="list-style-type: none"> können anhand der Gleichgewichtskonstanten Aussagen zur Lage des Gleichgewichts machen. <p>TA</p>	<ul style="list-style-type: none"> berechnen Gleichgewichtskonstanten und -konzentrationen (eA). <p>TA</p>		<ul style="list-style-type: none"> beurteilen die Bedeutung der Beeinflussung chemischer Gleichgewichte in der Industrie und in der Natur. <p>TA</p>
<ul style="list-style-type: none"> erkennen, dass sich nach Störung eines Gleichgewichts ein neuer Gleichgewichtszustand einstellt. <p>TA</p> <ul style="list-style-type: none"> beschreiben den Einfluss von Konzentration, Druck und Temperatur auf den Gleichgewichtszustand (Prinzip von Le Chatelier). <p>TA</p> <ul style="list-style-type: none"> erkennen, dass die Gleichgewichtskonstante temperaturabhängig ist 	<ul style="list-style-type: none"> führen Experimente zu Einflüssen auf chemische Gleichgewichte durch. <p>TA</p>	<ul style="list-style-type: none"> argumentieren mithilfe des Massenwirkungsgesetzes. <p>TA</p>	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Möglichkeiten zur Steuerung technischer Prozesse. <p>TA</p>

<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben, dass Katalysatoren die Einstellung des chemischen Gleichgewichts beschleunigen. <p>TA</p>		<ul style="list-style-type: none"> • recherchieren zu Katalysatoren in technischen Prozessen. <p>TA</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben Löslichkeitsgleichgewichte als heterogene Gleichgewichte (eA). <p>TA</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben das Löslichkeitsprodukt (eA). <p>TA, M</p>	<ul style="list-style-type: none"> • nutzen Tabellendaten, um Aussagen zur Löslichkeit von Salzen zu treffen (eA). <p>TA, M</p> <ul style="list-style-type: none"> • nutzen Tabellendaten zur Erklärung von Fällungsreaktionen (eA). <p>TA</p>		

Basiskonzept Kinetik und chemisches Gleichgewicht (QP 3/6)

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
<ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Autoprotolyse des Wassers als Gleichgewichtsreaktion. H	<ul style="list-style-type: none"> wenden das Ionenprodukt des Wassers auf Konzentrationsberechnungen an (eA). H	<ul style="list-style-type: none"> recherchieren pH-Wert-Angaben im Alltag. H	<ul style="list-style-type: none"> reflektieren die Bedeutung von pH-Wert-Angaben in ihrem Alltag. H
<ul style="list-style-type: none"> erklären den Zusammenhang zwischen der Autoprotolyse des Wassers und dem pH-Wert. H	<ul style="list-style-type: none"> erkennen den Zusammenhang zwischen pH-Wert-Änderung und Konzentrationsänderung. H		
<ul style="list-style-type: none"> nennen die Definition des pH-Werts. H			

<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Säurekonstante als spezielle Gleichgewichtskonstante. <p>H</p>	<ul style="list-style-type: none"> • berechnen pH-Werte von Lösungen starker und schwacher einprotoniger Säuren. <p>H</p>	<ul style="list-style-type: none"> • argumentieren sachlogisch unter Verwendung der Tabellenwerte. <p>H</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Basenkonstanten als spezielle Gleichgewichtskonstante. <p>H</p>	<ul style="list-style-type: none"> • berechnen pH-Werte von wässrigen Hydroxid-Lösungen. <p>H</p>		
<ul style="list-style-type: none"> • differenzieren starke und schwache Säuren bzw. Basen anhand der pK_S- und pK_B-Werte. <p>H</p>	<ul style="list-style-type: none"> • berechnen die pH-Werte alkalischer Lösungen (eA). <p>H</p>		
<ul style="list-style-type: none"> • erklären die pH-Werte von Salzlösungen anhand von pK_S- und pK_B-Werten (eA). <p>H</p>	<ul style="list-style-type: none"> • messen pH-Werte verschiedener Salzlösungen (eA). <p>H</p>		
	<ul style="list-style-type: none"> • nutzen Tabellen zur Vorhersage und Erklärung von Säure-Base-Reaktionen (eA). <p>H</p>		
	<ul style="list-style-type: none"> • wenden den Zusammenhang zwischen <p>H</p>		

Basiskonzept Kinetik und chemisches Gleichgewicht (QP 4/6)

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
<ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Funktion von Säure-Base-Indikatoren bei Titrationen. <p>beschreiben Indikatoren als</p> <p>H</p>	<ul style="list-style-type: none"> ermitteln die Konzentration verschiedener saurer und alkalischer Lösungen durch Titration. nehmen Titrationskurven ein-protoniger starker und schwacher Säuren auf. erklären qualitativ den Kurvenverlauf. identifizieren und erklären charakteristische Punkte des Kurvenverlaufs (Anfangs-pH-Wert, Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt, End-pH-Wert). berechnen charakteristische Punkte des Kurvenverlaufs und zeichnen Titrationskurven ausgewählter einprotoniger starker / schwacher Säuren und starker / schwacher Basen (eA). ermitteln experimentell den Halbäquivalenzpunkt (eA). <p>nutzen Tabellen zur Auswahl eines geeigneten Indikators.</p>	<ul style="list-style-type: none"> präsentieren und diskutieren Titrationskurven. <p>H</p> <p>H</p>	<ul style="list-style-type: none"> erkennen und beschreiben die Bedeutung maßanalytischer Verfahren in der Berufswelt. <p>H</p>

Basiskonzept Kinetik und chemisches Gleichgewicht (QP 5/6)

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
<ul style="list-style-type: none"> • erklären die Wirkungsweise von Puffersystemen mit der Säure-Base-Theorie nach Brönsted. 	<ul style="list-style-type: none"> • ermitteln die Funktionsweise von Puffern im Experiment. • <i>identifizieren Pufferbereiche in Titrationskurven (eA).</i> 		<ul style="list-style-type: none"> • erklären die Pufferwirkung in technischen und biologischen Systemen.
P			P
<ul style="list-style-type: none"> • leiten die Henderson-Hasselbalch-Gleichung her (eA). 	P		
P			
<ul style="list-style-type: none"> • wenden die Henderson-Hasselbalch-Gleichung auf Puffersysteme an (eA). 			
P			
<ul style="list-style-type: none"> • erkennen den Zusammenhang zwischen dem Halbäquivalenzpunkt und dem Pufferbereich (eA). 	<ul style="list-style-type: none"> • ermitteln grafisch den Halbäquivalenzpunkt (eA). 		
P	H. P		

<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die elektrochemische Doppelschicht als Redoxgleichgewicht in einer Halbzelle. 	<ul style="list-style-type: none"> • messen die Spannung unterschiedlicher galvanischer Zellen. 	<ul style="list-style-type: none"> • stellen die elektrochemische Doppelschicht als Modellzeichnung dar. 	
M	M	M	
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die galvanische Zelle als Kopplung zweier Redoxgleichgewichte. 			
M			
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Vorgänge an den Elektroden und in der Lösung bei leitender Verbindung. 	<ul style="list-style-type: none"> • erkennen die Potenzialdifferenz / Spannung als Ursache für die Vorgänge in einer galvanischen Zelle. 		
M	M		

Basiskonzept Kinetik und chemisches Gleichgewicht (QP 6/6)

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...	Die Schülerinnen und Schüler ...
<ul style="list-style-type: none"> beschreiben den Aufbau der Standard-Wasserstoffelektrode. definieren das Standard-Potenzial. <p>M</p>	<ul style="list-style-type: none"> nutzen Tabellen von Standard-Potenzialen zur Vorhersage des Ablaufs von Redoxreaktionen. <p>M</p> <ul style="list-style-type: none"> berechnen die Spannung galvanischer Zellen (Zellspannung) unter Standardbedingung. <p>M</p>	<ul style="list-style-type: none"> wählen aussagekräftige Informationen aus. <p>M</p> <ul style="list-style-type: none"> argumentieren sachlogisch unter Verwendung der Tabellenwerte. <p>M</p>	
<ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Abhängigkeit der Potenziale von der Konzentration anhand der vereinfachten Nernst-Gleichung (eA). $E(M M^{z+}) = E^0(M M^{z+}) + \frac{0,059}{z} V \cdot \lg \frac{c(M^{z+})}{\frac{\text{mol}}{\text{L}}}$ <p>M</p>	<ul style="list-style-type: none"> berechnen die Potenziale von Metall / Metall-Ionen-Halbzellen verschiedener Konzentrationen (eA). <p>M</p>		

Basiskonzept Energie (QP 1/2)

<p>Fachwissen/ Fachkenntnisse</p>	<p>Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden</p>	<p>Kommunikation/ Kommunikation</p>	<p>Bewertung/ Reflexion</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p>
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die innere Energie eines stofflichen Systems als Summe aus Kernenergie, chemischer Energie und thermischer Energie dieses Systems. <p>T</p>		<ul style="list-style-type: none"> • übersetzen die Alltagsbegriffe Energiequelle, Wärmeenergie, verbrauchte Energie und Energieverlust in Fachsprache. <p>T</p>	<ul style="list-style-type: none"> • reflektieren die Unschärfe im Alltag verwendeter energetischer Begriffe. <p>T</p>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>beschreiben die Mesomerieenergie des Benzols (eA).</i> <p>T</p>		<ul style="list-style-type: none"> • stellen die Mesomerieenergie des Benzols in einem Enthalpiediagramm dar (eA). <p>T</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • nennen den ersten Hauptsatz der Thermodynamik. <p>T</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Enthalpieänderung als ausgetauschte Wärme bei konstantem Druck. <p>T</p> <ul style="list-style-type: none"> • nennen die Definition der Standard-Bildungsenthalpie. <p>T</p>	<ul style="list-style-type: none"> • führen Experimente zur Ermittlung von Reaktionsenthalpien in einfachen Kalorimetern durch. <p>T</p> <ul style="list-style-type: none"> • erklären die Lösungsenthalpie als Summe aus Gitterenthalpie und Hydratationsenthalpie. <p>T</p> <ul style="list-style-type: none"> • nutzen tabellierte Daten zur Berechnung von Standard-Reaktionsenthalpien aus Standard-Bildungsenthalpien. <p>T</p>	<ul style="list-style-type: none"> • stellen die Enthalpieänderungen in einem Enthalpiediagramm dar. <p>T</p> <ul style="list-style-type: none"> • interpretieren Enthalpiediagramme. <p>T</p>	<ul style="list-style-type: none"> • nutzen ihre Kenntnisse zur Enthalpieänderung ausgewählter Alltags- und Technikprozesse. <p>T</p> <ul style="list-style-type: none"> • beurteilen die Energieeffizienz ausgewählter Prozesse ihrer Lebenswelt. <p>T</p> <ul style="list-style-type: none"> • bewerten die gesellschaftliche Relevanz verschiedener Energieträger. <p>T</p>

<ul style="list-style-type: none">• beschreiben die Entropie als Maß der Unordnung eines Systems (eA). <p>T</p> <ul style="list-style-type: none">• erläutern das Wechselspiel zwischen Enthalpie und Entropie als Kriterium für den freiwilligen Ablauf chemischer Prozesse (eA). <p>T</p> <ul style="list-style-type: none">• beschreiben Energieentwertung als Zunahme der Entropie (eA). <p>T</p>			
--	--	--	--

Basiskonzept Energie (QP 2/2)

<p style="text-align: center;">Fachwissen/ Fachkenntnisse</p>	<p style="text-align: center;">Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden</p>	<p style="text-align: center;">Kommunikation/ Kommunikation</p>	<p style="text-align: center;">Bewertung/ Reflexion</p>
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p>
<ul style="list-style-type: none"> • <i>beschreiben die Aussagekraft der freien Enthalpie (eA).</i> <p>T</p>	<ul style="list-style-type: none"> • nutzen die Gibbs-Helmholtz-Gleichung, um Aussagen zum freiwilligen Ablauf chemischer Prozesse zu machen. <p>T</p> <ul style="list-style-type: none"> • führen Berechnungen mit der Gibbs-Helmholtz-Gleichung durch (eA). <p>T</p>		
<ul style="list-style-type: none"> • beschreiben die Aktivierungsenergie als Energiedifferenz zwischen Ausgangszustand und Übergangszustand. <p>TA</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Einfluss eines Katalysators auf die Aktivierungsenergie. <p>TA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • nutzen die Modellvorstellung des Übergangszustands zur Beschreibung der Katalysatorwirkung. <p>TA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • stellen die Aktivierungsenergie als Energiedifferenz zwischen Ausgangszustand und Übergangszustand dar. <p>TA</p> <ul style="list-style-type: none"> • stellen die Wirkung eines Katalysators in einem Energiediagramm dar. <p>TA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • beurteilen den Einsatz von Katalysatoren in technischen Prozessen. <p>TA</p>