

GYMNASIUM MARIANUM MEPPEN



Hauscurriculum Chemie: Qualifikationsphase Jg.12/13

verabschiedet von Fachgruppe Chemie am 26.06.2019

Inhalt

1. Einleitung.....	2
2. Themenfelder der Qualifikationsphase (orientiert am KC).....	2
3. Übersicht des Chemieunterrichts in der Qualifikationsphase	9
4. Kompetenzen der Qualifikationsphase	13
5. Eingeführtes Lehrbuch für die Qualifikationsphase	39
6. Operatorenliste der SII (KC 2017).....	39

1. Einleitung

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.

2. Themenfelder der Qualifikationsphase (orientiert am KC)

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 Haushaltsreini- ger Puffersysteme in Natur und Tech- nik Mobile Energiequellen Natürliche und künstliche Textilfasern Kosmetika Chemie und Sport Müll – zu schade zum Wegwerfen

Die Fachkonferenz beschließt die folgende Kursfolge:

Semester	Kursthema
12.1	Energieträger, Makromoleküle
12.2	Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht, Säure/Base-Reaktionen und Puffer
13.1	Elektrochemie
13.2	Entropie und Wiederholung

Hinweis: Der hier beschriebene Verlauf stellt einen Verlauf für eA-Kurse dar. Kürzungen, die gA-Kurse betreffen, werden im Anschluss an den dargestellten Verlauf stichwortartig aufgeführt. Die Auswahl geeigneter Unterrichtseinheiten obliegt der Fachlehrkraft.

Semester 12.1

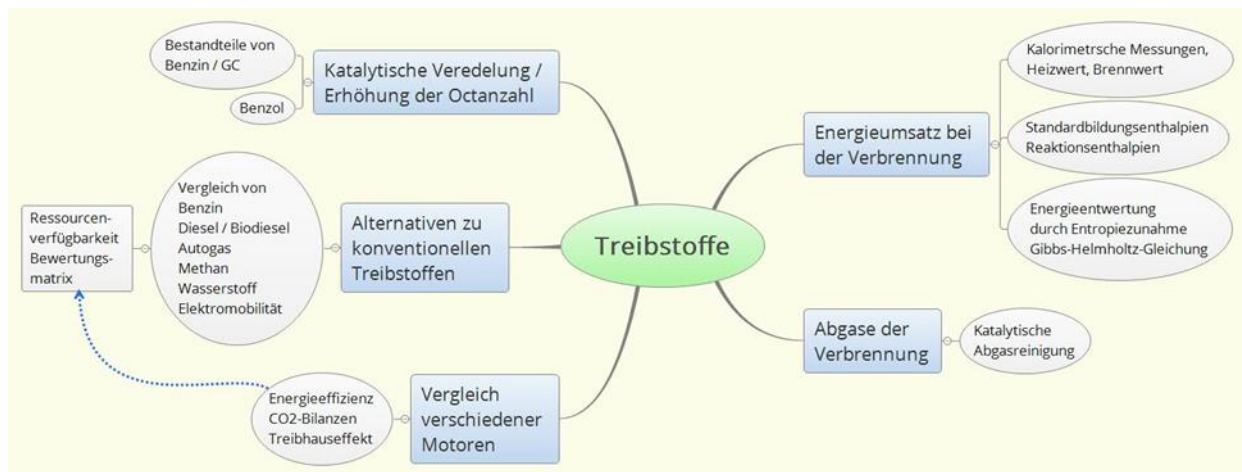
1. Kursthema: Energieträger – Nutzung und Folgen

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.

Außerdem beurteilen die Schülerinnen und Schüler den Einsatz von Katalysatoren bei der Veredelung von Kraftstoffen und deren Verbrennung. In diesem Zusammenhang wird auch auf die Problematik von Benzol in veredelten Kraftstoffen eingegangen. Eine umfassende Betrachtung der Thematik Entropie und Berechnungen mit der Gibbs-Helmholtz-Gleichung finden vertieft im Halbjahr 13.2 statt.



Unterrichtseinheit „Alkan → Halogenalkan → Alkanol“

Den Ausgangspunkt bilden hier die bekannten Alkane. Der Reaktionsmechanismus der radikalischen Substitution wird im Zusammenhang mit Treibhauseffekt und Ozonproblematik erarbeitet, wobei reaktive Teilchen identifiziert und benannt werden. Es wird zwischen homolytischer und heterolytischer Bindungsspaltung unterschieden. Alkanole, die den Schülerinnen und Schülern sowohl aus der Einführungsphase als auch aus der vorangegangenen Unterrichtseinheit bekannt sind, bilden anschließend den Schwerpunkt der UE. Der Reaktionstyp der nucleophilen Substitution stellt eine Möglichkeit zur Synthese von Alkanolen aus Halogenalkanen dar. Die Verwendung von Alkanolen als Edukte für die Herstellung von Estern führt zur Behandlung des Reaktionstyps der Kondensation.

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 mesomeren Effekte, keine Mesomerie am Bsp. von Benzol

- für gA gilt nur der Reaktionsmechanismus S_R , d.h. hier entfallen Vergleiche mit anderen RM sowie die Differenzierung reaktiver Teilchen
- 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

2. Kursthema: 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, Iod-Stärke-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 Struktur-Eigenschafts-Beziehungen werden Rückbezüge zu vorausgegangen Inhalten hergestellt. Der Zusammenhang zwischen Struktur, Eigenschaften und Funktionalität wird an ausgewählten Beispielen (z. B. GoreTex®, Sympa-tex®, 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

Semester 12.2

1. Kursthema: Reaktionsgeschwindigkeit und chemisches Gleichgewicht

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.

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

2. Kursthema: Säure-Base Reaktionen und Puffer

Unterrichtseinheit „Saure und alkalische Haushaltsreiniger“

Wässrige Lösungen verschiedener Haushaltsreiniger werden mit Indikatoren untersucht. Inhaltsstoffe der Haushaltsreiniger werden recherchiert und in Beziehung zu den Versuchsergebnissen gesetzt. Unter Anwendung des Vorwissens aus der SI wird die Säure-Base-Theorie nach Brönsted 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 Gleichgewichtssystemen in der Technik
- keine Berechnung von Gleichgewichtskonstanten und GG-Konzentrationen
- 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 Brönsted-Säuren
- keine Zusammenhänge, die auf der Anwendung von Henderson-Hasselbalch beruhen
- keine mesomeren Effekte

Semester 13.1

Kursthema: 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 Alkanalen 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 M/M^{n+} -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 Elektrodenpotenziale 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

Semester 13.2

Kursthema: Entropie und Wiederholung

Zurückblickend auf die vorherigen Semester werden Reaktionen genutzt (v. a. Verbrennungen), 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.

Weiterhin soll dieses Semester vor allem zur Wiederholung der thematischen Inhalte und zur Vorbereitung auf die anstehenden Abiturprüfungen genutzt werden.

Kürzungen für gA-Kurse:

- Keine Entropie
- Nicht Gibbs-Helmholtz

3. Übersicht des Chemieunterrichts in der Qualifikationsphase

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 Kalorimetrie 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 	<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 mesomeren Effekte, keine Mesomerie am Bsp. von Benzol
	<ul style="list-style-type: none"> Alkan → Halogenalkan → Alkanol 	<ul style="list-style-type: none"> Anwendung von Kenntnissen aus der SI und EF zu Bindungen, WW, Nomenklatur etc. Radikalische Substitution (S_R) zur Synthese von Halogenalkanen inkl. energetischer Berechnungen Halogenalkane als Edukte für Alkanole: hierbei Einführung des Reaktionsmechanismus S_N1 Alkanole als Treibstoff (Vernetzung zur UE Treibstoffe) Alkanole als Edukt für Carbonsäureester und Einführung des Reaktionstyps „Kondensation“ Gewinnung von Ethanol: elektrophile Addition (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 S_R nur als LDV <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 für gA gilt nur der Reaktionsmechanismus S_R, d.h. hier entfallen Vergleiche mit anderen RM sowie die Differenzierung reaktiver Teilchen
	<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 	<ul style="list-style-type: none"> Vielfältigen Vernetzungen mit Vorwissen, das in Bezug auf Makromoleküle erweitert wird <p>Kürzungen für gA-Kurse:</p>

		<ul style="list-style-type: none"> • 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, Polyplefine) • Bewertung von Recycling und Ressourcenverfügbarkeit von Textilien: Wolle versus Kunststoff • Unterscheidung von Duroplasten, Thermoplasten, Elastomeren • Planung eines Synthesewegs 	<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
--	--	---	--

12.2	<ul style="list-style-type: none"> • Treibhauseffekt und Atmosphäre 	<ul style="list-style-type: none"> • Kinetische Betrachtungen in verschiedenen Systemen • Treibhauseffekt • 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"> • Die Erarbeitung kinetischer Grundlagen kann an einem Stationenlernen erfolgen, hier erfolgen auch Bezüge zu Biologie (Enzymatik) • Experimenteller Lernzirkel zum Einfluss verschiedener Faktoren (pH, Salzgehalt, Temperatur, Druck) zur Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser • Mögliche Modell beim GG: Holzapfelkrieg, Stechhebersuch <p>Optional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Experimente zum Treibhauseffekt • Hedinger-Apparatur zur Ozonproblematik • Für Erweiterungen gerade in 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 <p>Kürzungen für gA-Kurse:</p> <ul style="list-style-type: none"> • entfällt: Recherche von GG Systemen in der Technik
-------------	--	---	--

			<ul style="list-style-type: none"> • keine Berechnung von Gleichgewichtskonstanten und GG-Konzentrationen • keine Löslichkeitsgleichgewichte
<ul style="list-style-type: none"> • Saure und alkalische Haushaltreiniger • Puffersysteme in Natur und Technik 	<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 • 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 	<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 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 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: 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 	<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 Säure- und Sauerstoffkorrosion Kathodischer Korrosionsschutz Korrosion 	<ul style="list-style-type: none"> Es gibt hier vielfältige Versuche 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"> Entropie und Wiederholung 	<ul style="list-style-type: none"> Entropie Gibbs-Helmholtz 	

4. Kompetenzen der Qualifikationsphase

Kompetenzmatrix

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

Unterrichtseinheit	Kürzel
Treibstoffe	T
Alkan → Halogenalkan → Alkanol	AHA
Treibhauseffekt und Atmosphäre	TA
saure und alkalische Haushaltsreiniger	H
Puffersysteme in Natur und Technik	P
Redoxreaktionen:	R
Mobile Energiequellen	M
Korrosion	K
Natürliche und synthetische Textilfasern	TX
Entropie	E

Basiskonzept Stoff-Teilchen (QP 1/2)

Fachwissen/ Fach-	Erkenntnisgewinnung/ Fachme-	Kommunikation/ Kommu-	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: 5px;">T, AHA, 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: 5px;">T, AHA, TA, R, TX</p> <ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden die Konstitutionsisomerie und die cis-trans-Isomerie. <p style="background-color: #cccccc; padding: 5px;">AHA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ordnen ausgewählte Stoffklassen in Form homologer Reihen. <p style="background-color: #cccccc; padding: 5px;">T</p> <ul style="list-style-type: none"> • wenden die IUPAC-Nomenklatur zur Benennung organischer Verbindungen an. <p style="background-color: #cccccc; padding: 5px;">T, AHA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • unterscheiden Fachsprache und Alltagssprache bei der Benennung chemischer Verbindungen. <p style="background-color: #cccccc; padding: 5px;">durchgängig</p>	<ul style="list-style-type: none"> • erkennen die Bedeutung organischer Verbindungen in unserem Alltag. <p style="background-color: #cccccc; padding: 5px;">T, AHA, TX</p>

- beschreiben die Molekülstruktur von Aminosäuren, Proteinen, Kohlenhydraten (Glucose, Fructose Saccharose, Stärke) und Fetten.

TX

- untersuchen experimentell die Löslichkeit in unterschiedlichen Lösungsmitteln.

TX

- erörtern und bewerten Verfahren zur Nutzung und Verarbeitung ausgewählter Naturstoffe vor dem Hintergrund knapper werdender Ressourcen.

TX

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>AHA</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>AHA, R, TX</p>	<ul style="list-style-type: none"> diskutieren die Aussagekraft von Nachweisreaktionen. <p>AHA, 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>

- erklären die Mesomerie mit Hilfe von Grenzstrukturen in der Lewis-Schreibweise für das Benzolmolekül (eA).

T

- wenden das Mesomeriemodell zur Erklärung des aromatischen Zustands des Benzol-Moleküls an (eA).

T

- diskutieren die Grenzen und Möglichkeiten von Modellen (eA).

T

BasiskonzeptStruktur-Eigenschaft (QP 1/4)

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"> erklären Stoffeigenschaften anhand ihrer Kenntnisse über zwischenmolekulare Wechselwirkungen. <p>T, AHA, TA, TX</p> <ul style="list-style-type: none"> erklären die Eigenschaften von makromolekularen Stoffen anhand von zwischenmolekularen Wechselwirkungen. <p>TX</p>	<ul style="list-style-type: none"> wenden ihre Kenntnisse zur Erklärung von Siedetemperaturen und Löslichkeiten auf neu eingeführte Stoffklassen an. <p>T, TA, AHA, TX</p>	<ul style="list-style-type: none"> stellen den Zusammenhang zwischen Molekülstruktur und Stoffeigenschaft fachsprachlich dar. <p>T, TA, AHA, TX</p>	<ul style="list-style-type: none"> nutzen ihre Kenntnisse zu zwischenmolekularen Wechselwirkungen zur Erklärung von Phänomenen in ihrer Lebenswelt. <p>AHA, 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>AHA, 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, AHA, H</p>	

BasiskonzeptStruktur-Eigenschaft (QP 2/4)

Fachwissen/ Fachkenntnisse	Erkenntnisgewinnung/ Fachmethoden	Kommunikation/ Kommunikation	Bewertung/ Reflexion
<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> begründen anhand funktioneller Gruppen die Reaktionsmöglichkeiten organischer Moleküle. <p>AHA, R, TX</p> <ul style="list-style-type: none"> unterscheiden die Reaktionstypen Substitution, Addition, Eliminierung und Kondensation. <p>AHA, TA, TX</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> planen Experimente für einen Syntheseweg zur Überführung einer Stoffklasse in eine andere (eA). <p>AHA, TX</p> <ul style="list-style-type: none"> planen Experimente zur Identifizierung organischer Moleküle und führen diese durch. <p>AHA, R, TX</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> diskutieren die Reaktionsmöglichkeiten funktioneller Gruppen. <p>AHA, 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>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> beurteilen und bewerten die gesellschaftliche Bedeutung eines ausgewählten organischen Synthesewegs. <p>AHA, TX</p> <ul style="list-style-type: none"> reflektieren die gesundheitlichen Risiken beim Einsatz organischer Verbindungen. <p>AHA, TA</p> <ul style="list-style-type: none"> nutzen chemische Kenntnisse zur Erklärung der Produktlinie ausgewählter technischer Synthesen (eA). <p>AHA, TA, TX</p> <ul style="list-style-type: none"> beurteilen wirtschaftliche Aspekte und Stoffkreisläufe im Sinne der Nachhaltigkeit.
<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>AHA</p>			<p>AHA, TA, TX</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>AHA</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition von symmetrischen Verbindungen (eA). <p>AHA</p> <ul style="list-style-type: none"> • beschreiben den Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition von asymmetrischen Verbindungen (eA). • beschreiben den Reaktionsmechanismus der nucleophilen Substitution (zweistufiger Mechanismus) (eA). • unterscheiden zwischen homolytischer und heterolytischer Bindungsspaltung (eA). <p>alle AHA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • führen ausgewählte Experimente zu den aufgeführten Mechanismen durch. <p>AHA, TA</p> <ul style="list-style-type: none"> • wenden Nachweisreaktionen an. • nutzen induktive Effekte zur Erklärung von Reaktionsmechanismen und unterschiedlichen Reaktivitäten (eA). • nutzen ihre Kenntnisse über radikalische, elektrophile und nucleophile Teilchen zur Erklärung von Teilschritten in Reaktionsmechanismen (eA). <p>alle AHA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • versprachlichen mechanistische Darstellungsweisen. <p>AHA</p> <ul style="list-style-type: none"> • stellen die Aussagen eines Textes in Form eines Reaktionsmechanismus dar (eA). <p>AHA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • reflektieren mechanistische Denkweisen als wesentliches Prinzip der organischen Chemie (eA). <p>AHA</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>AHA</p>	<ul style="list-style-type: none"> stellen Zusammenhänge zwischen den während der Reaktion konkurrierenden Teilchen und den Produkten her. nutzen Gaschromatogramme zur Identifizierung von Reaktionsprodukten. <p>AHA</p>	<ul style="list-style-type: none"> argumentieren sachlogisch und begründen schlüssig die entstehenden Produkte. <p>AHA, TA</p>	<ul style="list-style-type: none"> reflektieren die Bedeutung von Nebenreaktionen organischer Synthesewege. erkennen die Bedeutung der Gaschromatografie in der Analytik. <p>AHA, TA</p>
<ul style="list-style-type: none"> beschreiben die Reaktionstypen Polymerisation und Polykondensation zur Bildung von Makromolekülen. beschreiben den Reaktionsmechanismus der radikalischen Polymerisation. <p>TX</p>	<ul style="list-style-type: none"> führen Experimente zur Polykondensation durch. nutzen ihre Kenntnisse zur Struktur von Makromolekülen zur Erklärung ihrer Stoffeigenschaften. 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. <p>H, P</p> <ul style="list-style-type: none"> stellen korrespondierende Säure- Base-Paare auf. <p>H, P</p> <ul style="list-style-type: none"> nennen die charakteristischen Teilchen wässriger saurer und alkalischer Lösungen (Hydronium- um/Oxonium-Ion und Hydroxid-Ion). <p>H, P</p> <ul style="list-style-type: none"> erklären die Neutralisationsreaktion. <p>H, P</p>	<ul style="list-style-type: none"> messen pH-Werte verschiedener wässriger Lösungen. messen den pH-Wert äquimolarer Lösungen einprotoniger Säuren und schließen daraus auf die Säurestärke. <p>H, P</p> <p>H</p> <ul style="list-style-type: none"> wenden ihre Kenntnisse zu einprotonigen Säuren auf mehrprotonige Säuren an. titrieren starke Säuren gegen starke Basen (und umgekehrt). berechnen die Stoffmengenkonzentration saurer und alkalischer Probelösungen. <p>alle H</p>	<ul style="list-style-type: none"> stellen Protolysegleichungen dar. <p>H, P</p> <ul style="list-style-type: none"> recherchieren zu Säuren und Basen in Alltags-, Technik- und Umweltbereichen und präsentieren ihre Ergebnisse. <p>H, P</p>	<ul style="list-style-type: none"> beschreiben den historischen Weg der Entwicklung des Säure-Base-Begriffs bis Brönsted. <p>H</p> <ul style="list-style-type: none"> beurteilen den Einsatz von Säuren und Basen sowie Neutralisationsreaktionen in Alltags-, Technik- und Umweltbereichen. <p>H</p>

<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 Alkalinen) 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). • werten die Redoxtitration quantitativ aus (eA). <p>R</p>		<ul style="list-style-type: none"> • erkennen die Bedeutung maßanalytischer Verfahren in der Berufswelt (eA). <p>R</p>

Basiskonzept Donator-Akzeptor (QP 2/3)

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"> 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 das Auftreten von Redoxreaktionen in Alltag und Technik (eA). <p>K</p> <ul style="list-style-type: none"> bewerten die wirtschaftlichen Folgen durch Korrosionsschäden (eA). <p>K</p>

Basiskonzept Donator-Akzeptor (QP 3/3)

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"> • 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 	<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 aus-gewählter 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> <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>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p> <ul style="list-style-type: none"> berechnen Gleichgewichtskonstanten und –konzentrationen (eA). <p>TA</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</p>	<p>Die Schülerinnen und Schüler ...</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. beschreiben den Einfluss von Konzentration, Druck und Temperatur auf den Gleichgewichtszustand (Prinzip von Le Chatelier). 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 GG beschleunigen <p>alle 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. <p>H</p> <ul style="list-style-type: none"> erklären den Zusammenhang zwischen der Autoprotolyse des Wassers und dem pH-Wert. <p>H</p> <ul style="list-style-type: none"> nennen die Definition des pH-Werts. <p>H</p>	<ul style="list-style-type: none"> wenden das Ionenprodukt des Wassers auf Konzentrationsberechnungen an (eA). <p>H</p> <ul style="list-style-type: none"> erkennen den Zusammenhang zwischen pH-Wert-Änderung und Konzentrationsänderung. <p>H</p>	<ul style="list-style-type: none"> recherchieren pH-Wert-Angaben im Alltag. <p>H</p>	<ul style="list-style-type: none"> reflektieren die Bedeutung von pH-Wert-Angaben in ihrem Alltag. <p>H</p>

- beschreiben die Säurekonstante als spezielle Gleichgewichtskonstante.

H

- beschreiben die Basenkonstanten als spezielle Gleichgewichtskonstante.

H

- differenzieren starke und schwache Säuren bzw. Basen anhand der pK_S - und pK_B -Werte.

H

- erklären die pH-Werte von Salzlösungen anhand von pK_S - und pK_B -Werten (eA).

H

- berechnen pH-Werte von Lösungen starker und schwacher einprotoniger Säuren.

H

- berechnen pH-Werte von wässrigen Hydroxid-Lösungen.

H

- berechnen die pH-Werte alkalischer Lösungen (eA).

H

- messen pH-Werte verschiedener Salzlösungen (eA).

H

- nutzen Tabellen zur Vorhersage und Erklärung von Säure-Base-Reaktionen (eA).

- wenden den Zusammenhang zwischen pK_S -, pK_B - und pK_W -Wert an (eA).

beide H

- argumentieren sachlogisch unter Verwendung der Tabellenwerte.

H

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. beschreiben Indikatoren als schwache Brönsted-Säuren bzw. -Basen (eA) <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). nutzen Tabellen zur Auswahl eines geeigneten Indikators. <p>alle H</p>	<ul style="list-style-type: none"> präsentieren und diskutieren Titrationskurven. <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. <p>P</p> <ul style="list-style-type: none"> • leiten die Henderson- Hasselbalch-Gleichung her (eA). <p>P</p> <ul style="list-style-type: none"> • wenden die Henderson- Hasselbalch-Gleichung auf Puffersysteme an (eA). • erkennen den Zusammenhang zwischen dem Halbäquivalenzpunkt und dem Pufferbereich (eA). <p>beide P</p>	<ul style="list-style-type: none"> • ermitteln die Funktionsweise von Puffern im Experiment. • identifizieren Pufferbereiche in Titrationskurven (eA). <p>beide P</p> <ul style="list-style-type: none"> • ermitteln grafisch den Halbäquivalenzpunkt (eA). <p>H, P</p>		<ul style="list-style-type: none"> • erklären die Pufferwirkung in technischen und biologischen Systemen. <p>P</p>

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

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)

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 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"> beschreiben die Mesomerieenergie des Benzols (eA). <p>T</p>		<ul style="list-style-type: none"> stellen die Mesomerieenergie des Benzols in einem Enthalpiediagramm dar <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>

- beschreiben die Entropie als Maß der Unordnung eines Systems (eA).

E

- erläutern das Wechselspiel zwischen Enthalpie und Entropie als Kriterium für den freiwilligen Ablauf chemischer Prozesse (eA).

E

- beschreiben Energieentwertung als Zunahme der Entropie (eA).

E

Basiskonzept Energie (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 Aussagekraft der freien Enthalpie (eA). <p>E</p>	<ul style="list-style-type: none"> nutzen die Gibbs-Helmholtz-Gleichung, um Aussagen zum freiwilligen Ablauf chemischer Prozesse zu machen. <p>E</p> <ul style="list-style-type: none"> führen Berechnungen mit der Gibbs-Helmholtz-Gleichung durch (eA). <p>E</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>

5. Eingeführtes Lehrbuch für die Qualifikationsphase

Fokus Chemie SII, Qualifikationsphase Niedersachsen, Cornelsen, Berlin 2019.
ISBN 978-3-06-011907-3

6. Operatorenliste der SII (KC 2017)

Operator	Beschreibung der erwarteten Leistung
abschätzen	durch begründetes Überlegen Näherungswerte angeben
analysieren	wichtige Bestandteile oder Eigenschaften auf eine bestimmte Fragestellung hin herausarbeiten
anwenden	einen bekannten Sachverhalt oder eine bekannte Methode auf etwas Neues beziehen
aufbauen eines Experiments	Objekte und Geräte zielgerichtet anordnen und kombinieren
aufstellen einer Hypothese	eine begründete Vermutung auf der Grundlage von Beobachtungen, Untersuchungen, Experimenten oder Aussagen formulieren
aufstellen einer Reaktionsgleichung	vorgegebene chemische Informationen in eine Reaktionsgleichung übersetzen
auswerten	Daten, Einzelergebnisse oder andere Elemente in einen Zusammenhang stellen und ggf. zu einer Gesamtaussage zusammenführen
begründen	Sachverhalte auf Regeln und Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Beziehungen von Ursachen und Wirkung zurückführen
berechnen	Numerische Ergebnisse von einem Ansatz ausgehend gewinnen
beschreiben	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge strukturiert und fachsprachlich richtig mit eigenen Worten wiedergeben
bestätigen	die Gültigkeit einer Aussage (z.B. einer Hypothese, einer Modellvorstellung, eines Naturgesetzes) zu einem Experiment, zu vorliegenden Daten oder zu Schlussfolgerungen feststellen
beurteilen/Stellung nehmen	zu einem Sachverhalt ein selbstständiges Urteil unter Verwendung von Fachwissen und Fachmethoden formulieren und begründen
bewerten	einen Gegenstand an erkennbaren Wertkategorien oder an bekannten Beurteilungskriterien messen
darstellen	Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden etc. strukturiert und ggf. fachsprachlich wiedergeben

deuten	Sachverhalte in einen Erklärungszusammenhang bringen
diskutieren/erörtern	Argumente, Sachverhalte und Beispiele zu einer Aussage oder These einander gegenüberstellen und abwägen
dokumentieren (in Zusammenhang mit dem GTR/CAS)	Bei Verwendung eines elektronischen Rechners den Lösungsweg nachvollziehbar darstellen
durchführen eines Experiments	an einer Experimentieranordnung zielgerichtete Messungen und Änderungen vornehmen oder eine Experimentieranleitung umsetzen
entwickeln	Sachverhalte und Methoden zielgerichtet miteinander verknüpfen: eine Hypothese, eine Skizze, ein Experiment, ein Modell oder eine Theorie schrittweise weiterführen und ausbauen
erklären	einen Sachverhalt nachvollziehbar und verständlich zum Ausdruck bringen mit Bezug auf Regeln, Gesetzmäßigkeiten und Ursachen
erläutern	einen Sachverhalt durch zusätzliche Informationen veranschaulichen und verständlich machen
ermitteln	einen Zusammenhang oder eine Lösung finden und das Ergebnis formulieren
herleiten	aus Größengleichungen durch mathematische Operationen begründet eine Bestimmungsgleichung einer naturwissenschaftliche Größe erstellen
nennen	Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne Erläuterungen angeben
ordnen	vorliegende Objekte oder Sachverhalte in Kategorien einordnen
planen eines Experiments	zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranordnung finden oder zu einem vorgegebenen Problem eine Experimentieranleitung erstellen
protokollieren	Beobachtungen oder die Durchführung von Experimenten zeichnerisch bzw. fachsprachlich richtig wiedergeben
skizzieren	Sachverhalte, Strukturen oder Ergebnisse auf das Wesentliche reduziert grafisch übersichtlich darstellen
überprüfen/prüfen	Sachverhalte oder Aussagen an Fakten oder innerer Logik messen und eventuelle Widersprüche aufdecken
verallgemeinern	aus einem erkannten Sachverhalt eine erweiterte Aussage formulieren
vergleichen	Gemeinsamkeiten, Ähnlichkeiten und Unterschiede feststellen
zeichnen	eine anschauliche und hinreichend exakte grafische Darstellung beobachtbarer oder gegebener Strukturen anfertigen
zusammenfassen	das Wesentliche in konzentrierter Form herausstellen