

<i>CHEMISCHE ENERGETIK (2004)</i> Die Schülerinnen und Schüler können...	<i>CHEMISCHE ENERGETIK (2016)</i> Die Schülerinnen und Schüler können...
<ul style="list-style-type: none"> offene, geschlossene und isolierte Systeme definieren; 	(1) Merkmale offener, geschlossener und isolierter Systeme beschreiben .
<ul style="list-style-type: none"> chemische Reaktionen unter stofflichen und energetischen Aspekten (<i>exotherm, endotherm, Brennwert, Heizwert</i>) erläutern; 	(2) chemische Reaktionen unter stofflichen und energetischen Aspekten (exotherm, endotherm, Brennwert, Heizwert) erläutern
<ul style="list-style-type: none"> eine kalorimetrische Messung planen, durchführen und auswerten (<i>Reaktionsenthalpie</i>); 	(3) eine kalorimetrische Messung planen, durchführen und auswerten (Reaktionsenthalpie)
<ul style="list-style-type: none"> den Satz von der Erhaltung der Energie auf chemische Reaktionen anwenden und Reaktionsenthalpien aus Bildungsenthalpien berechnen; 	(4) den Satz von der Erhaltung der Energie bei der Berechnung von Reaktionsenthalpien und Bildungsenthalpien anwenden (Satz von Hess)
<ul style="list-style-type: none"> die Entropie als Maß für die Wahrscheinlichkeit eines Zustandes beschreiben; 	(5) die Entropie als Maß für die Anzahl von Realisierungsmöglichkeiten eines Zustands beschreiben
<ul style="list-style-type: none"> Änderungen der Entropie bei chemischen Reaktionen abschätzen; 	(6) Änderungen der Entropie bei chemischen Reaktionen erläutern
<ul style="list-style-type: none"> die GIBBS-HELMHOLTZ-Gleichung auf geeignete Beispiele anwenden (<i>Freie Reaktionsenthalpie</i>); 	(7) Berechnungen mithilfe der Gibbs-Helmholtz-Gleichung durchführen , um chemische Reaktionen energetisch zu klassifizieren (freie Reaktionsenthalpie, exergonische und endergonische Reaktionen, Einfluss der Temperatur)
<ul style="list-style-type: none"> an Beispielen die Grenzen der energetischen Betrachtungsweise aufzeigen (<i>metastabiler Zustand und unvollständig ablaufende Reaktionen</i>). 	(8) an Beispielen die Grenzen der energetischen Betrachtungsweise diskutieren (metastabiler Zustand und unvollständig ablaufende Reaktionen)



<i>CHEMISCHE GLEICHGEWICHTE (2004)</i> Die Schülerinnen und Schüler können...	<i>CHEMISCHES GLEICHGEWICHT(2016)</i> Die Schülerinnen und Schüler können...
<ul style="list-style-type: none"> umkehrbare Reaktionen und die Einstellung eines chemischen Gleichgewichtes beschreiben (<i>Veresterung und Ester-Hydrolyse</i>); 	<ol style="list-style-type: none"> die Umkehrbarkeit einer Reaktion als Voraussetzung für die Einstellung eines Gleichgewichts nennen die Einstellung des chemischen Gleichgewichts aufgrund der Angleichung der Reaktionsgeschwindigkeiten der Hin- und Rückreaktion erklären Gleichgewichtskonzentrationen experimentell ermitteln
<ul style="list-style-type: none"> ein Modellexperiment zur Gleichgewichtseinstellung durchführen; 	<ol style="list-style-type: none"> ein Modellexperiment zur Gleichgewichtseinstellung durchführen und auswerten
<ul style="list-style-type: none"> das Massenwirkungsgesetz zur quantitativen Beschreibung von homogenen Gleichgewichtsreaktionen anwenden; 	<ol style="list-style-type: none"> mithilfe des Massenwirkungsgesetzes Berechnungen zur Lage von homogenen Gleichgewichten durchführen (Gleichgewichtskonstante K_c, Gleichgewichtskonzentration)
<ul style="list-style-type: none"> das Prinzip von LE CHATELIER zur Beeinflussung von Gleichgewichten anwenden (<i>Änderungen von Konzentrationen, Druck und Temperatur</i>); 	<ol style="list-style-type: none"> Möglichkeiten zur Beeinflussung der Lage von chemischen Gleichgewichten mit dem Prinzip von Le Chatelier erklären (Konzentrations-, Druck- und Temperaturänderung)
<ul style="list-style-type: none"> die Rolle eines Katalysators für die Gleichgewichtseinstellung erläutern; 	
<ul style="list-style-type: none"> die Leistungen von HABER und BOSCH präsentieren; 	<ol style="list-style-type: none"> die Reaktionsbedingungen (Temperatur, Druck, Konzentration, Katalysator) bei der großtechnischen Ammoniaksynthese unter dem Aspekt der Erhöhung der Ammoniakausbeute diskutieren und die Leistungen von Haber und Bosch darstellen
<ul style="list-style-type: none"> Faktoren nennen, welche die Gleichgewichtseinstellung bei der Ammoniak-Synthese beeinflussen und mögliche technische Problemlösungen kommentieren; die gesellschaftliche Bedeutung der Ammoniak-Synthese erläutern 	<ol style="list-style-type: none"> die gesellschaftliche Bedeutung der Ammoniaksynthese erläutern



<i>SÄURE-BASE-GLEICHGEWICHTE (2004)</i> Die Schülerinnen und Schüler können...	<i>SÄURE-BASE-GLEICHGEWICHTE (2016)</i> Die Schülerinnen und Schüler können...
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Säure-Base-Reaktionen mithilfe der Theorie von BRØNSTED beschreiben; 	(1) Säure-Base-Reaktionen mithilfe der Theorie von Brønsted beschreiben (Donator-Akzeptor-Prinzip)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ das Donator-Akzeptor-Prinzip auf Säure-Base-Reaktionen übertragen; 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ die Gleichgewichtslehre auf Säure-Base-Reaktionen mit Wasser anwenden; 	(2) das Konzept des chemischen Gleichgewichts auf Säure-Base-Reaktionen mit Wasser anwenden (HCl, HNO ₃ , H ₂ SO ₄ , H ₂ CO ₃ , NH ₃ , korrespondierende Säure-Base-Paare, Wassermolekül als amphoterer Teilchen)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Säuren und Basen mithilfe der pK_s-Werte (Säurestärke) beziehungsweise pK_b-Werte (Basenstärke) klassifizieren; 	(3) die Säurekonstante K _s aus dem Massenwirkungsgesetz ableiten (4) Säuren und Basen mithilfe der pK _s -Werte (Säurestärke) beziehungsweise pK _b -Werte (Basenstärke) klassifizieren
<ul style="list-style-type: none"> ▪ die Autoprotolyse des Wassers erläutern und den pH-Wert definieren; 	(5) die Definition des pH-Werts nennen (6) die Autoprotolyse des Wassers und ihren Zusammenhang mit dem pH-Wert des Wassers erläutern
<ul style="list-style-type: none"> ▪ pH-Werte von Lösungen einprotoniger, starker Säuren und von Hydroxid-Lösungen berechnen; 	(7) pH-Werte von Lösungen starker einprotoniger Säuren und von Hydroxid-Lösungen rechnerisch ermitteln
<ul style="list-style-type: none"> ▪ im Näherungsverfahren pH-Werte für Lösungen schwacher Säuren und Basen berechnen; 	(8) im Näherungsverfahren pH-Werte für Lösungen schwacher Säuren und Basen rechnerisch ermitteln
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Säure-Base-Titrationen zur Konzentrationsbestimmung planen und experimentell durchführen. 	(9) Säure-Base-Titrationen zur Konzentrationsbestimmung planen, durchführen und auswerten
	(10) die Titration von Salzsäure und verdünnter Essigsäure mit Natronlauge durchführen und die Veränderung des pH-Werts während der Titration erklären (Titrationskurve)
<ul style="list-style-type: none"> ▪ die Säure-Base-Theorie auf Indikatoren anwenden; 	(11) das Konzept des Säure-Base-Gleichgewichts auf Indikatoren anwenden
	(12) eine Dünnschichtchromatografie zur Ermittlung von Bestandteilen des Universalindikators durchführen und beschreiben
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Puffersysteme und deren Bedeutung an Beispielen erklären; 	(13) die Wirkungsweise von Puffersystemen und deren Bedeutung an Beispielen erklären



NATURSTOFFE (2004) Die Schülerinnen und Schüler können...	NATURSTOFFE (2016) Die Schülerinnen und Schüler können...
<ul style="list-style-type: none"> die Chiralität am räumlichen Bau von Molekülen erkennen (<i>asymmetrisches Kohlenstoff-Atom</i>); 	(1) die Chiralität eines Moleküls mit dem Vorhandensein eines asymmetrisch substituierten Kohlenstoffatoms erklären
<ul style="list-style-type: none"> die Monomere biologisch wichtiger Makromoleküle nennen und deren Strukturformeln in der Fischer-Projektion angeben (<i>D-Glucose, D-Fructose, L-α- Aminosäuren</i>); Mono- und Disaccharide in Projektionsformeln nach FISCHER und HAWORTH darstellen (<i>D-Isomere, α- und β-Form</i>); die glykosidische Bindung erläutern; 	(2) die räumliche Struktur geeigneter Moleküle in der Fischer-Projektion darstellen und benennen (D- und L-Form) (3) den Ringschluss bei Monosacchariden als Halbacetalbildung erklären und den Zusammenhang zwischen Fischer-Projektionsformeln und Haworth-Projektionsformeln darstellen (Glucose, Fructose, α -Form, β -Form)
<ul style="list-style-type: none"> Nachweisreaktionen auf Zucker und Proteine experimentell durchführen (<i>GOD-Test, TOL-LENSProbe, Biuret- oder Ninhydrin-Reaktion</i>); 	(4) D-Glucose, D-Fructose und Saccharose auf ihre reduzierende Wirkung untersuchen (<i>Benedict-Probe oder Tollens-Probe</i>) und die Untersuchungsergebnisse erklären (5) den Glucosenachweis durchführen und beschreiben (GOD-Test)
<ul style="list-style-type: none"> das Prinzip der Kondensationsreaktion anwenden und die Vielfalt als Ergebnis der Wiederholung einfacher Prozesse begründen; die Funktion biologisch wichtiger Stoffe aus dem räumlichen Aufbau ihrer Moleküle begründen (<i>Stärke, Cellulose, Enzyme, DNA</i>); 	(6) die Bildung und die räumliche Struktur von Di-, Oligo- und Polysacchariden erklären (Saccharose, Maltose, ein Cyclodextrin, Stärke, Cellulose, Acetalbildung, glycosidische Verknüpfung)
<ul style="list-style-type: none"> Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften von Monosacchariden, Disacchariden und Polysacchariden beschreiben (<i>Glucose, Fructose, Maltose, Cellobiose, Saccharose, Stärke, Amylose und Cellulose</i>); 	(7) Vorkommen von Mono-, Di- und Polysacchariden nennen und ihre Eigenschaften erklären
	(8) Eigenschaften und Verwendung von Cyclodextrinen beschreiben
<ul style="list-style-type: none"> Beispiele für die Nutzung nachwachsender Rohstoffe nennen (<i>Ökobilanzierung</i>); 	(9) die Verwendung von Kohlenhydraten als nachwachsende Rohstoffe bewerten
	(10) die Struktur von Fettmolekülen beschreiben (gesättigte und ungesättigte Fettsäuren, Glycerin, Ester)
	(11) die Eigenschaften von Fetten erklären (Löslichkeit, Konsistenz, Addition von Halogenen)
Siehe oben Funktion biologisch wichtiger Stoffe	(12) Fette und Kohlenhydrate als Energieträger in Lebewesen vergleichen
Siehe oben (Punkt 2)	(13) die Struktur von L- α -Aminosäuren beschreiben
<ul style="list-style-type: none"> die Primärstruktur eines Peptids aus vorgegebenen Aminosäuren darstellen; 	(14) die Bildung und Hydrolyse einer Peptidbindung beschreiben
<ul style="list-style-type: none"> Siehe oben (Punkt 4) NachweisreaktionenProteine experimentell durchführen (<i>GOD-Test, TOLLENSProbe, Biuret- oder Ninhydrin-Reaktion</i>); 	(15) Nachweise für Aminosäuren und Proteine durchführen und beschreiben (Ninhydrin- und Biuret-Reaktion)
<ul style="list-style-type: none"> die Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur von Proteinen erläutern; Denaturierungsvorgänge und deren Bedeutung erklären; 	(16) die Primär-, Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur von Proteinen erläutern (17) Versuche zur Denaturierung von Proteinen durchführen und auswerten
<ul style="list-style-type: none"> mithilfe von Modellen den Aufbau der DNA erklären und darstellen (<i>Phosphorsäureester, Desoxyribose, Basenpaarung durch Wasserstoffbrücken</i>); Vorkommen und Bedeutung der DNA erklären. 	



<i>AROMATEN (2004)</i> Die Schülerinnen und Schüler können...	<i>AROMATEN (2016)</i> Die Schülerinnen und Schüler können...
<ul style="list-style-type: none"> Eigenschaften, Vorkommen und Verwendung von Benzol beschreiben; 	(1) Eigenschaften, Vorkommen und Verwendung von Benzol beschreiben
<ul style="list-style-type: none"> am Beispiel des Benzols die mögliche Gesundheitsproblematik einer chemischen Substanz erläutern; bei Diskussionen um gesundheitsgefährdende Stoffe fachlich fundiert argumentieren (MAK, TRK); 	(2) am Beispiel aromatischer Verbindungen die mögliche Gesundheitsgefährdung durch einen Stoff beschreiben (Expositions-Risiko-Beziehung)
<ul style="list-style-type: none"> Grenzen bisher erarbeiteter Bindungsmodelle angeben und unerwartete Eigenschaften des Benzols aus der besonderen Molekülstruktur erklären (delokalisierte Elektronen, Mesomerie, KEKULÉ); 	(3) Grenzen bisher erarbeiteter Bindungsmodelle und unerwartete Eigenschaften des Benzols aus der besonderen Molekülstruktur erklären (Kekulé, delokalisiertes Elektronenringsystem, Mesomeriestabilisierung, Substitution statt Addition)
<ul style="list-style-type: none"> die Bedeutung oder Verwendung weiterer wichtiger Aromaten in Natur, Alltag und Technik beschreiben, sowie die systematischen Namen und die Strukturformeln dieser Aromaten angeben (Phenol, Toluol, Benzaldehyd, Benzoesäure, Styrol, Phenylalanin). 	(4) die Bedeutung beziehungsweise Verwendung weiterer wichtiger Aromaten in Natur, Alltag und Technik beschreiben sowie die Strukturformeln dieser Aromaten darstellen (unter anderem Benzoesäure, Styrol, Terephthalsäure , Phenylalanin)

<i>KUNSTSTOFFE (2004)</i> Die Schülerinnen und Schüler können...	<i>KUNSTSTOFFE (2016)</i> Die Schülerinnen und Schüler können...
<ul style="list-style-type: none"> Beispiele für die Bedeutung von Kunststoffen in Alltag und Technik nennen; den Zusammenhang zwischen den Eigenschaften von Kunststoffen und ihrer Molekülstruktur erläutern (Thermoplaste, Duroplaste, Elaste, STAUDINGERS Theorie der Makromoleküle); 	(1) den Zusammenhang zwischen den Eigenschaften von Kunststoffen und ihrer Struktur erläutern (Thermoplaste, Duromere, Elastomere , Vernetzungsgrad, kristalline und amorphe Bereiche)
<ul style="list-style-type: none"> das Prinzip von Kunststoffsynthesen erläutern (Polymerisation, Polykondensation und Polyaddition) und die Kenntnisse auf geeignete Beispiele anwenden (Monomer und Polymer, Polyethen, Polyvinylchlorid, Polystyrol, Polyamid, Polyester, Polyurethan); 	(2) die Prinzipien wichtiger Kunststoffsynthesen mithilfe chemischer Formeln darstellen (Polymerisation, Polykondensation, Polyaddition) (3) Strukturformeln der Monomere und sinnvolle Strukturformelausschnitte der Polymere darstellen und benennen (Polyethen, Polypropen , Polyvinylchlorid, Polystyrol, Polyethylenterephthalat, Polymilchsäure , Polyamide, Polyurethane)
<ul style="list-style-type: none"> die Teilschritte einer Polymerisationsreaktion mit Strukturformeln und Reaktionsgleichungen beschreiben (radikalische Polymerisation; Startreaktion, Kettenwachstum, Abbruchreaktion); 	(4) den Reaktionsmechanismus der radikalischen Polymerisation beschreiben (Radikalbildung, Kettenstart, Kettenwachstum, Kettenabbruch)
<ul style="list-style-type: none"> Polymere selbst herstellen (Polymerisat, Polykondensat); 	(5) einen Versuch zur Herstellung eines Polymerisats und eines Polykondensats planen und durchführen
<ul style="list-style-type: none"> darstellen, wie das Wissen um Struktur und Eigenschaften von Monomeren und Polymeren zur Herstellung verschiedener Werkstoffe genutzt wird; 	(6) Möglichkeiten zur Beeinflussung der Eigenschaften eines Kunststoffs begründen (Wahl der Monomere, Weichmacher , Reaktionsbedingungen)
	(7) die Verarbeitungsmöglichkeiten von Kunststoffen beschreiben (Spritzgießen, Tiefziehen, Kalandrieren, Extrudieren)
<ul style="list-style-type: none"> Lösungsstrategien zur Verwertung von Kunststoffabfällen darstellen (Werkstoffrecycling, Rohstoffrecycling, energetische Verwertung; Nachhaltigkeit); 	(8) die unterschiedlichen Verwertungsmöglichkeiten für Kunststoffabfälle bewerten (Werkstoffrecycling, Rohstoffrecycling, energetische Verwertung, Kompostierung)
	(9) die Nutzung nachwachsender Rohstoffe zur Herstellung von Kunststoffen erläutern



<i>ELEKTROCHEMIE (2004)</i> Die Schülerinnen und Schüler können...	<i>ELEKTROCHEMIE (2016)</i> Die Schülerinnen und Schüler können...
<ul style="list-style-type: none"> das Donator-Akzeptor-Prinzip auf Reaktionen mit Elektronenübergang anwenden (Oxidation, Reduktion, Angabe von Redoxpaaren); <i>Siehe auch elektrochemische Experimente durchführen...</i> 	(1) das Donator-Akzeptor-Prinzip auf Reaktionen mit Elektronenübergang anwenden (Oxidation, Reduktion, Redoxpaare)
<ul style="list-style-type: none"> Redox-Reaktionen mithilfe von Oxidationszahlen identifizieren; 	(2) Reaktionen zwischen Metallen und Metallsalzlösungen durchführen und das Reduktionsbeziehungsweise das Oxidationsvermögen der Teilchen vergleichen
<ul style="list-style-type: none"> den Aufbau einer galvanischen Zelle beschreiben; 	(3) Oxidationszahlen zur Identifizierung von Redoxreaktionen und zur Formulierung von Reaktionsgleichungen von Redoxreaktionen anwenden
<ul style="list-style-type: none"> die wesentlichen Prozesse bei Elektrolysen und galvanischen Zellen nennen und beschreiben; elektrochemische Experimente durchführen und auswerten. 	(4) den Aufbau einer galvanischen Zelle (Daniell-Element) und einer Elektrolysezelle beschreiben
<ul style="list-style-type: none"> den Aufbau und die Funktion der Standard-Wasserstoff-Halbzelle erläutern; 	(5) Zellspannungen galvanischer Zellen experimentell ermitteln
<ul style="list-style-type: none"> die Tabelle der Standardpotenziale zur Vorhersage von elektrochemischen Reaktionen anwenden; 	(6) die wesentlichen Prozesse in galvanischen Zellen und Elektrolysezellen darstellen und vergleichen (Elektrodenreaktionen, Anode, Kathode, Zellspannung, Zersetzungsspannung)
<ul style="list-style-type: none"> den Zusammenhang zwischen Ionen-Konzentration und messbarer Potentialdifferenz in galvanischen Zellen erläutern; 	(7) die Zellspannung mithilfe von Gleichgewichtsbetrachtungen an den elektrochemischen Doppelschichten erklären
<ul style="list-style-type: none"> Möglichkeiten zur elektrochemischen Speicherung von Energie beschreiben; 	(8) den Aufbau und die Funktion der Standard-Wasserstoff-Halbzelle erläutern
<ul style="list-style-type: none"> herkömmliche Stromquellen mit aktuellen und zukunftsweisenden Entwicklungen bei elektrochemischen Stromquellen (Brennstoffzelle) vergleichen; 	(9) Standardpotenziale zur Vorhersage von elektrochemischen Reaktionen und zur Berechnung von Zellspannungen unter Standardbedingungen anwenden
	(10) die Abhängigkeit der Zellspannung von den Ionen-Konzentrationen in galvanischen Zellen erläutern
	(11) das Phänomen der Überspannung beschreiben
	(12) Möglichkeiten und Probleme der elektrochemischen Speicherung von Energie in Batterien und Akkumulatoren (Bleiakkumulator) erläutern
	(13) aktuelle Entwicklungen bei elektrochemischen Stromquellen unter dem Aspekt der Nachhaltigkeit diskutieren (Brennstoffzellen)

	<i>CHEMIE IN WISSENSCHAFT, FORSCHUNG UND ANWENDUNG (2016)</i> Die Schülerinnen und Schüler können...
	(1) den energetischen Zustand der Elektronen in der Atomhülle mithilfe des Orbitalmodells beschreiben und dieses Modell auf die chemische Bindung in einfachen Molekülen anwenden
	(2) anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung am Beispiel einer ausgewählten Stoffgruppe aus wissenschaftshistorischer, aktueller und zukunftsorientierter Perspektive erläutern (zum Beispiel Farbstoffe, Waschmittel, Pharmazeutika, Nanomaterialien, Komplexverbindungen, Silikone)

