Curriculum **Chemie 4-stündig** Gymnasium Neureut

Kompetenzen und Inhalte des Bildungsplans	**Unterrichtsinhalte**	
Die Schülerinnen und Schüler können	**Chemische Energetik**	
	Einführung, Problemstellung *Fragestellungen der Energetik* *Exotherme, endotherme Reaktionen* *Energieminimumprinzip (Thomson-Berthelot) als erste Arbeitshypothese*	
eine kalorimetrische Messung **planen, durchführen und auswerten**;	Kalorimetrie *Messung von Reaktionswärmen (Q):* *Spezifische Wärmekapazität des Wassers; Wärmekapazität C des Kalorimeters* (Praktikum: Neutralisationsenthalpie, Lösungsenthalpie,	Verbrennungsenthalpie
offene, geschlossene und isolierte Systeme **definieren**;	Systembegriff, Innere Energie, Enthalpie *Offene, geschlossene, abgeschlossene (isolierte) Systeme* *Bedeutung der Reaktionswärme Q*	
chemische Reaktionen unter stofflichen und energetischen Aspekten (exotherm, endotherm, Brennwert, Heizwert) **erläutern**;		
den Satz von der Erhaltung der Energie auf chemische Reaktionen anwenden und Reaktionsenthalpien aus Bildungsenthalpien **berechnen**;	Bildungs- und Reaktionsenthalpien *Reaktionswärme bei konst. Vol.: $\Delta_r U$* *Reaktionswärme bei konst. Druck $\Delta_r H$ Berechnungen* *Satz von Hess, Berechnungen*	
	Spontane endotherme Reaktionen, Entropie	

die Entropie als Maß für die Wahrscheinlichkeit eines Zustandes **beschreiben**; Änderungen der Entropie bei chemischen Reaktionen **abschätzen**; die GIBBS-HELMHOLTZ-Gleichung auf geeignete Beispiele **anwenden** (Freie Reaktiosenthalpie); an Beispielen die Grenzen der energetischen Betrachtungsweise **aufzeigen** (metastabiler Zustand und unvollständig ablaufende Reaktionen).	*Entropiebegriff, Reaktionsentropien $\Delta_r S$* Freie Reaktionsenthalpie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung *$\Delta_r G$,: Exergonische und endergonische Reaktionen, Berechnungsbeispiele* Richtung chemischer Reaktionen. *Gültigkeit und Grenzen des Enthalpieminimum-Prinzips* Grenzen der energetischen Betrachtungsweise *Kinetische Hemmung / metastabile Zustände* (ca. 16 -28 Stunden)	z. B.: Reaktion von Bariumhydroxid mit Ammoniumthiocyanat, Lösen von Kaliumnitrat etc Modellbeispiel: Verteilungswahrscheinlichkeit von Teilchen eines Gases Knallgasreaktion, Wasserstoffperoxid-Zersetzung
Die Schülerinnen und Schüler können beschreiben, dass chemische Reaktionen umkehrbar sind; dynamische Gleichgewichte erkennen und beschreiben; ein Modellexperiment durchführen und interpretieren;	**Chemische Gleichgewichte** Umkehrbare Reaktionen *Aufgreifen bekannter Beispiele aus dem Alltag und aus dem Unterricht* Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen bei gleichen Bedingungen: Chemisches Gleichgewicht *Veresterung und Esterhydrolyse, Ammoniumchlorid* Dynamisches Gleichgewicht im Modell	Wirkung von Katalysatoren z.B. Simultane Erfassung der Veresterung und der Hydrolyse durch jeweilige Messung der Leitfähigkeit

das Massenwirkungsgesetz zur Beschreibung eines Gleichgewichts aufstellen und anwenden; das Prinzip von Le Chatelier erkennen und anwenden; die Leistungen von Haber und Bosch präsentieren; die gesellschaftliche Bedeutung der Ammoniaksynthese erläutern; Faktoren zur Gleichgewichtseinstellung nennen und Problemlösungen kommentieren.	Das Massenwirkungsgesetz MWG *Kinetische Herleitung oder Herleitung des MWG aus Messergebnissen* *Anwendung des MWG* Beeinflussung von Gleichgewichten *Gleichgewichtsbeeinflussung durch Temperatur, Druck und Konzentration* *Rolle eines Katalysators* Die Ammoniaksynthese *Großtechnische Nutzung eines chemischen Gleichgewichts* Anwendung des Prinzips von Le Chatelier zur Ausbeute-Steigerung *Optimierung eines großtechnischen Verfahrens* (ca. 20 – 28 Stunden)	Rechnen mit dem MWG Die Rolle von Fritz Haber im 1. Weltkrieg Weitere großtechnisch genutzte Gleichgewichtsreaktionen und die Optimierung deren Produktausbeute z. B. Schwefelsäure-Herstellung → Konzept des chemischen Gleichgewichts mit $\Delta_r G = 0$
Die Schülerinnen und Schüler können Gleichgewichtslehre auf Säure-Base-Reaktionen mit Wasser anwenden; Säure-Base-Reaktionen mit der Theorie von BRØNSTED – beschreiben; das Donor-Akzeptor-Prinzip auf Säure-Base-Reaktionen	**Säure-Base-Gleichgewichte** Reaktion von Säuren und Basen mit Wasser *Protolyse als Protonenübergang* BRØNSTED *-Theorie für Säuren und Basen*	Geschichte des Säure-Base-Begriffs

übertragen; die Autoprotolyse des Wassers erläutern und den pH-Wert einer Lösung definieren; Säuren und Basen mithilfe der pKs- und pKb-Werte klassifizieren; pH-Werte einprotoniger starker Säuren und von Hydroxid-Lösungen berechnen; im Näherungsverfahren pH-Werte für Lösungen schwacher Säuren und Basen berechnen; Säure-Base-Theorie auf Indikatoren anwenden; Puffersysteme und deren Bedeutung an Beispielen erklären; Säure-Base-Titrationen zur Konzentrationsbestimmung planen und experimentell durchführen.	Autoprotolyse des Wassers Der pH-Wert Säure- und Basenstärke *K_S- und K_B-Werte* pH-Wert-Berechnungen *Berechnung der pH-Werte von Lösungen einprotoniger starker Säuren und von Hydroxid-Lösungen* *Berechnung der pH-Werte von Lösungen schwacher Säuren und Basen mit einem Näherungsverfahren* Indikatoren *Farben verschiedener Indikatoren* *Indikatoren als Säuren bzw. Basen* *Protolyse als Wirkungsweise der Indikatoren* Puffersysteme *Wirkungsweise eines Puffers* *Anwendung von Pufferlösungen* Säure-Base-Titrationen *Konzentrationsbestimmung durch Titration* *Berechnung der Stoffmengenkonzentration* (ca. 22 - 32 Stunden)	pH-Bestimmungen mit einem pH-Meter und mit Indikatoren Untersuchung von Lösungen aus dem Alltag pH-Werte von Salzlösungen Puffersysteme in der Industrie und in der Natur, Pufferwirkung bei Zusatz einer verdünnten Säure bzw. Base Säuregehaltsbestimmungen in Lebensmitteln Aufnahme und Auswertung potenziometrischer oder vorzugsweise konduktometrischer Titrationskurven durch Messwerterfassung

Die Schülerinnen und Schüler können	**Naturstoffe** **1. Kohlenhydrate**	
Chiralität und räumlichen Bau von Molekülen erkennen; Fischer-Strukturformeln und Haworth-Formeln darstellen;	Monosaccharide D-Glucose, D-Fructose *Asymmetrische C-Atome* *D- und L-Isomere, α- und β-Anomere, Pyranosen, Furanosen* *Keto-Enol-Tautomerie*	Halbacetalbindung Optische Aktivität, Polarimetrie
Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften beschreiben; Nachweisreaktionen selbst durchführen;	Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften der Zucker Praktikum Nachweisreaktionen: *Fehling-Probe; Tollens-Probe; GOD-Test; Seliwanoff-Reaktion*	
Verknüpfen von Monosaccharid-Bausteinen als Kondensation beschreiben; Glycosidische Bindung erläutern,	Disaccharide Maltose, Cellobiose, Saccharose *Reduzierende und nichtreduzierende Zucker*	Vollacetalbindung
Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften beschreiben; Monomere der Makromoleküle angeben; Verknüpfung der Monomere als Kondensationsreaktion erkennen; die Funktion aus dem räumlichen Aufbau der Moleküle begründen;	Polysaccharide Stärke, Cellulose *Verknüpfung der Monomere zu Makromolekülen* *Nachweis von Stärke; Hydrolyse und Nachweis der Bausteine* Unterschiedliche Eigenschaften der Polysaccharide Vorkommen und Verwendung *Amylose als Helix, Cellulose als Fibrille* *Stabilisierung durch Wasserstoffbrücken*	Amylopektin, Glycogen Aufbau und Funktion

Beispiele für die Nutzung nachwachsender Rohstoffe nennen	Ökobilanzierung *Vergärung (Bioethanol) oder Papierherstellung oder Folie aus Stärke oder eine andere Nutzung* (ca. 18 -28 Stunden)	
	2. Proteine	
Aminosäuren als Monomere der Proteine erkennen und beschreiben;	L-α-Aminosäuren als Bausteine *Einfache Aminosäuren* *Nachweis mit Ninhydrin*	Eigenschaften von Aminosäuren Aminosäuren als Zwitterionen Titration von Glycin
Aminosäuren durch Kondensation zu einem Peptid verknüpfen; Vielfalt als Ergebnis unterschiedlicher Verknüpfung erkennen; Übergeordnete Strukturen erläutern;	Peptidbindung Primärstruktur *Sequenz* Sekundär-, Tertiär- und Quartärstruktur *α-Helix, Faltblatt, Stabilisierende Kräfte*	
Funktion aus dem Aufbau der Moleküle begründen; Nachweise experimentell durchführen; Denaturierung und deren	Enzyme *Wirkungsweise als Schlüssel-Schloss-Prinzip* Hydrolyse eines Peptids *Praktikum: Nachweis der AS-Bausteine durch Dünnschichtchromatografie* Denaturierung eines Proteins	Biologische Funktionen, Bau und Wirkungsweise, Beeinflussung der Enzymaktivität. Mögliche Praktika: Enzymwirkung Urease, Katalase, Amylase Beispiele: Proteine im Stoffwechsel Weitere Möglichkeiten der Denaturie-

Bedeutung erklären;	*Biuret- und Xanthoprotein-Reaktion* *Denaturierung beim Kochen* (ca. 10 – 18 Stunden)	rung (Säure, Basen, Schwermetalle, Salze) Wirkung von Fieber
die Funktion aus dem räumlichen Bau begründen; mithilfe von Modellen den Aufbau der DNA erklären und darstellen (Phosphorsäureester, Desoxyribose, Basenpaarung durch Wasserstoffbrücken); Vorkommen und Bedeutung der DNA erklären.	**3. Nucleinsäuren** RNA und DNA Nucleotide, Nucleobasen *Bausteine der Nucleinsäuren* *Verknüpfung der Bausteine* *Basenpaarung durch Wasserstoffbrücken* (ca. 6 – 10 Stunden)	Biologische Funktionen
Die Schülerinnen und Schüler können Eigenschaften, Vorkommen und Verwendung beschreiben; mögliche Gesundheitsproblematik erläutern und fachlich fundiert argumentieren; Grenzen bisheriger Bindungsmodelle angeben; geeignete Strukturformeln angeben;	**Aromaten** Benzol *Stoffeigenschaften des Benzols* *TRGS-Werte, AGW und BGW* Molekülaufbau Molekülstruktur *Reaktionsverhalten des Benzols im Vergleich mit gesättigten und ungesättigten Kohlenwasserstoffen*	

Eigenschaften durch besondere Bindungsverhältnisse erklären; die Bedeutung, Verwendung von Aromaten beschreiben sowie die systematischen Namen und Strukturformeln angeben.	Delokalisiertes Elektronensystem Mesomerie *Erklärungen am Modell* Weitere Aromaten: Bspw. Phenol, Toluol, Benzaldehyd, Benzoesäure, Styrol, Phenylalanin *Bedeutung und Verwendung in Natur, Alltag und Technik* (ca. 8 – 12 Stunden)	Kekulé mögliche Erklärungen mit geeigneten Modellen
Die Schülerinnen und Schüler können Beispiele für die Bedeutung Kunststoffe aus Alltag und Technik nennen; Zusammenhang zwischen Eigenschaften und Molekülstruktur erläutern; das Prinzip verschiedener Kunststoffsynthesen erläutern und auf geeignete Beispiele anwenden; darstellen wie das Wissen um Struktur und Eigenschaften von	**Kunststoffe** Kunststoffe im Alltag und in der Technik *Vielfalt der Kunststoffe, Ihre Eigenschaften und Anwendungsgebiete* *Vergleich mit anderen Werkstoffen* Einteilung der Kunststoffe bezüglich ihrer Eigenschaften *Thermoplaste, Duroplaste, Elaste: Eigenschaften und Molekülstruktur* *Unterschiedliche Verarbeitungsprinzipien* Polymerisation Polykondensation Polyaddition *Mechanismus der radikalischen Polymeris*ation	

Monomeren und Polymeren zur Herstellung von Werkstoffen genutzt wird; Polymere selbst herstellen; Teilschritte der Polymerisationsreaktion und Reaktionsgleichungen mit geeigneten Strukturformeln beschreiben; Aspekte der Nachhaltigkeit beim Einsatz von Kunststoffen zusammenstellen; Lösungsstrategien zur Verwertung von Kunststoffabfällen darstellen.	*Herstellung eines Polymerisats, eines Polykondensats und eines Polyaddukts* *Beispiele kennen:* *Polyethen, Polystyrol, PVC, ein Polyester, ein Polyamid, ein Polyurethan* Einsatz verschiedener Kunststoffe im Alltag *PET-Flaschen, Fahrzeugteile* Kunststoff-Recycling *Werkstoffrecycling, Rohstoffrecycling, energetische Verwertung* *Vergleich der Nachhaltigkeit* (ca. 20 – 30 Stunden)	Plaste als duroplastische Polykondensate: Phenoplast, Aminoplast Weitere Einsatzmöglichkeiten Kunststoffe nach Maß Kunstfasern Kautschuk und Gummi Silicone
Die Schülerinnen und Schüler können	**Elektrochemie**	
das Donor-Akzeptor-Prinzip auf Reaktionen mit Elektronenübergängen anwenden; Redoxreaktionen mithilfe von Oxidationszahlen identifizieren; den Aufbau galvanischer Zellen beschreiben; Elektrochemische Experimente	Redoxreaktionen Reduktion und Oxidation *Elektronenübergänge* *Reduktions- und Oxidationsmittel* Redoxgleichungen *Formale Elektronenübergänge* *Oxidationszahlen* *Elektronenbilanzen* Galvanische Zellen Messen von Potenzialdifferenzen als Zellspannungen *Aufbau galvanischer Zellen durch Kombination zweier Halbzellen*	Historische Entwicklung des Redox-Begriffes

durchführen und auswerten;	*Messen von Zellspannungen zwischen verschiedenen Halbzellen*	
Prozesse bei Galvanischen Zellen nennen und beschreiben;	Redoxprozesse in der galvanischen Zelle *Ladungstransport durch Ionen* *Redoxreihe der Metalle* *Vorhersage von Redoxreaktionen*	
den Aufbau und die Funktion der Standard-Wasserstoff-Halbzelle erläutern;	Standard-Wasserstoff-Halbzelle *Aufbau einer Standard-Wasserstoff-Halbzelle* *Vorgänge in der Standard-Wasserstoff-Halbzelle*	
Tabelle der Standardpotenziale zur Vorhersage anwenden;	Standardpotenziale Zellspannungen *Messung von Standardpotenzialen* *Aufstellen der Spannungsreihe* *Anwenden der Spannungsreihe* *Berechnen von Zellspannungen*	
den Zusammenhang zwischen Ionenkonzentration und messbarer Potenzialdifferenz in galvanischen Zellen erläutern;	Konzentrationsabhängigkeit der Elektrodenpotenziale *Qualitative Abschätzung der Veränderung der Potenziale bei Veränderung der Elektrolytkonzentration*	
wesentliche Prozesse bei der Elektrolyse beschreiben;	Elektrolysen Abscheidungs- und Zersetzungsspannung *Elektrolysen als erzwungene Umkehrung der Redoxprozesse in der galvanischen Zelle* *Phänomen Überspannung*	Großtechnische Elektrolysen: Bspw. Al-Herstellung Chloralkalielektrolyse
herkömmliche Stromquellen mit aktuellen und zukunftsweisenden Entwicklungen bei	Elektrochemische Stromquellen: Batterien Akkumulatoren	Weitere elektrochemische Energiequel-

elektrochemischen Spannungsquellen vergleichen; Möglichkeiten zur elektrochemischen Speicherung von Energie beschreiben. (ca. 32 – 38 Stunden)	Brennstoffzellen *Aufbau galvanischer Zellen als brauchbare elektrochemische Energiequellen* *Umkehrbarkeit der Elektrodenreaktionen* *Bleiakkur* *Aufbau einer Brennstoffzelle* *Knallgaszelle*	len: Moderne Batterien und Akkumulatoren Korrosion