



## Semesterthemen der Qualifikationsphase

Semesterthemen	Unterrichtseinheiten
1. Semester: Energieträger – Nutzung und Folgen	Treibstoffe Treibhauseffekt und Atmosphäre
2. Semester: Chemie im Alltag	Mikroplastik / Kunststoffe im Auto Saure und alkalische Haushaltsreiniger Puffersysteme in Natur und Technik
3. Semester: Elektrochemie	Redoxreaktionen Mobile Energiequellen Korrosion
4. Semester: Naturstoffe und Nanostrukturen	Vom Kompost zur Biogasanlage Funktionskleidung

## Unterrichtsgang in der Qualifikationsphase der KKS

### Kursthema Semester 1: 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). Bei der Einführung von Standardbildungsenthalpien erfolgt ein kurzer Exkurs zu den Modifikationen des Kohlenstoffs. Die Betrachtung der durch die Verbrennung fossiler Brennstoffe entstehenden Abgase und deren Folgen für die Umwelt bildet den Ausgangspunkt, um sich kritisch mit verschiedenen Energieträgern auseinanderzusetzen. Einsatz und Energieeffizienz von Treibstoffen werden darüber hinaus vor dem Hintergrund der Ressourcenverfügbarkeit diskutiert. Die erworbenen Kenntnisse werden auch auf Brennwertbetrachtungen (z.B. von Lebensmitteln) und auf Lösungsprozesse angewendet.

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

*Fachinhalte, die nicht Bestandteil des gA-Curriculums sind:*

- Entropie, Gibbs-Helmholtz-Gleichung

## Unterrichtseinheit „Treibhauseffekt und Atmosphäre“

Die Unterrichtseinheit „Treibhauseffekt und Atmosphäre“ stellt zunächst das chemische Gleichgewicht in den Mittelpunkt. Ausgehend vom Treibhauseffekt im Zusammenhang mit dem globalen Anstieg des Kohlenstoffdioxidgehalts in der Atmosphäre werden der Kohlenstoffkreislauf und die Löslichkeit des Kohlenstoffdioxids in Wasser betrachtet. Auf der Grundlage von kinetischen Betrachtungen wird das chemische Gleichgewicht als dynamisches Gleichgewicht identifiziert und gleichzeitig als Zustand beschrieben. Der Verlauf chemischer Reaktionen und das chemische Gleichgewicht werden experimentell erarbeitet. Hier bietet sich die Möglichkeit zu erweiternden quantitativen Betrachtungen durch Anwendung des Massenwirkungsgesetzes. Dies liefert die Voraussetzung, real ablaufende Vorgänge in Modelle zu übertragen und zu diskutieren. Unterschiedliche Modelle zeigen deren Grenzen und Tragfähigkeit auf. In diesem Zusammenhang bietet sich die Erstellung von Stop-Motion-Filmen an.

Die Erkenntnisse zum chemischen Gleichgewicht werden qualitativ und quantitativ auf Beispiele übertragen, u.a. auf das Haber-Bosch-Verfahren. Am Beispiel des Haber-Bosch-Verfahrens werden komplexe Kommunikations- und Bewertungskompetenzen geschult.

Im weiteren Verlauf der Einheit werden am Beispiel der Herstellung von Halogenkohlenwasserstoffen die Reaktionsmechanismen  $S_R$  und  $A_E$  erarbeitet. Die Folgen anthropogener Emissionen auf Troposphäre und Ozonosphäre werden diskutiert, so dass die Schüler:innen in der Lage sind, ihr eigenes Handeln kritisch zu reflektieren. Die Verwendung von Halogenalkanen führt zu den Reaktionsmechanismen der Veresterung und der nucleophilen Substitution ( $S_N1+2$ ). Auch der Reaktionstyp der Eliminierung als Umkehrung der Hydratisierung wird angesprochen und die cis-trans-Isomerie thematisiert. Es erfolgt eine Ausweitung auf Reaktionen verschiedener Alkanole mit unterschiedlichen Reaktionspartnern (symmetrische, asymmetrische Moleküle, induktive Effekte). Gas-Chromatogramme können genutzt werden, um Produktionsverhältnisse zu analysieren. Synthesewege für vorgegebene Alkanole werden geplant. Die erworbenen Kenntnisse werden zur Beschreibung des Reaktionsmechanismus der elektrophilen Substitution ( $S_E$ , Ersts substitution) angewendet und Benzol als aromatisches System erfasst.

*Fachinhalte, die nicht Bestandteil des gA-Curriculums sind:*

- *Berechnung von Gleichgewichtskonstanten und Gleichgewichtskonzentrationen, Löslichkeitsgleichgewicht*
- *Reaktionsmechanismen der nucleophilen Substitution und der Veresterung, Gaschromatografie, Benzol, Reaktionsmechanismus der elektrophilen Substitution, Planung von Synthesewegen*

## **Kursthema Semester 2: Chemie im Alltag**

### **Unterrichtseinheit „Mikroplastik“**

Ausgehend von Mikroplastik im Meer erfolgt die experimentelle Untersuchung der Eigenschaften unterschiedlicher Kunststoffe. Kunststoffe werden untersucht und in Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere eingeteilt. Die Kunststoffeigenschaften werden anhand von Struktur-Eigenschafts-Beziehungen beschrieben und Anwendungsbereiche abgeleitet. Der Reaktionstyp der Polymerisation wird beschrieben und der Mechanismus der radikalischen Polymerisation wird unter Rückbezug zur vorausgegangenen Unterrichtseinheit dargestellt. In Polymer-Strukturen werden die jeweiligen Monomere identifiziert. Die Bedeutung von Recyclingprozessen wird erfasst, in diesem Zusammenhang wird ein Wertstoffkreislauf thematisiert. Abschließend werden ökologische und ökonomische Faktoren in Bezug auf Mikroplastik bewertet und Handlungsoptionen abgeleitet.

*Fachinhalte, die nicht Bestandteil des gA-Curriculums sind:*

- *Reaktionsmechanismus der radikalischen Polymerisation, Beurteilung von ökonomischen und ökologischen Aspekten*

### **Unterrichtseinheit „Saure und alkalische Haushaltsreiniger“**

Basierend auf Kenntnissen zum chemischen Gleichgewicht steht im Mittelpunkt dieser Unterrichtseinheit die Säure-Base-Theorie. Unter besonderer Berücksichtigung von sauren und alkalischen Inhaltsstoffen von Haushaltsreinigern wird ihre Wirkungsweise recherchiert. Dazu werden pH-Werte verschiedener saurer und alkalischer Lösungen gemessen. Die Säure- und Basenkonstante wird zur Unterscheidung von starken und schwachen Säuren und Basen genutzt. pH-Wert-Berechnungen werden durchgeführt. Die Stoffmengenkonzentration der Lösungen von starken bzw. schwachen Säuren und Basen wird durch Titration mithilfe von Indikatoren bestimmt. Gehaltsangaben werden experimentell mithilfe von Titrationskurven geprüft. Titrationskurven starker und schwacher einprotoniger Säuren werden mit digitaler Messwerttechnik aufgenommen und die Säuren werden anhand von Titrationskurven verglichen. Charakteristische Punkte von Titrationskurven werden ermittelt, erklärt und berechnet. Titrationskurven mehrprotoniger Säuren werden mit denen einprotoniger Säuren verglichen. Hier bieten sich digitale Werkzeuge an. Rückblickend auf die erworbenen Kenntnisse reflektieren die Schüler:innen die Etikettierung verschiedener Haushaltsreiniger.

### **Unterrichtseinheit „Puffersysteme in Natur und Technik“**

Diese Unterrichtseinheit verknüpft die erworbenen Kenntnisse zur Protolyse mit dem bekannten Gleichgewicht Kohlenstoffdioxid/Hydrogencarbonat zur Einführung und Erklärung der Pufferwirkung. Hierbei finden experimentelle Untersuchungen und quantitative Beschreibungen statt (Henderson-Hasselbalch-Gleichung). Die Schüler:innen recherchieren zu weiteren Puffersystemen und erkennen dadurch die Bedeutung von Puffersystemen in Natur und Technik.

*Fachinhalte, die nicht Bestandteil des gA-Curriculums sind:*

- *Mehrprotonige Säuren, pH-Wert-Berechnungen von Lösungen schwacher Basen*
- *Titrationskurven, Puffersysteme*

## Kursthema Semester 3: Elektrochemie

### Unterrichtseinheit „Redoxreaktionen“

Grundlegende Kenntnisse aus der SI und der Einführungsphase zu Redoxreaktionen werden aufgegriffen. Das Entwickeln von Redoxgleichungen über Oxidationszahlen wird vermittelt. Das Verfahren der Maßanalyse wird angewendet, um eine ausgewählte Redoxtitration mit Kaliumpermanganat durchzuführen. Mit der Iodometrie kann eine vertiefende Anwendung von Redox titrationen erfolgen. Hierbei kann die Jod-Stärke-Reaktion als Nachweis eingesetzt werden. Das Donator-Akzeptor-Konzept wird vergleichend auf Säure-Base- und Redoxreaktionen angewendet.

### 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 und die Metallbindung thematisiert. Kenntnisse zum chemischen Gleichgewicht werden auf galvanische Zellen angewendet und die Konzentrationsabhängigkeit des Elektrodenpotenzials wird mit der NERNST-Gleichung beschrieben und berechnet. 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. Es finden Berechnungen mit den Faraday-Gesetzen statt. Abschließend setzen sich die Schüler:innen mit Bewertungskriterien elektrochemischer Energiequellen auseinander, so dass sie deren Einsatzmöglichkeiten beurteilen können.

### 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. Die koordinative Bindung wird am Beispiel des Nachweises von Eisen-Ionen beschrieben. Als digitales Medium zur Prozessdokumentation von Experimenten zur Korrosion und zum Korrosionsschutz bieten sich Zeitraffer-Filme an.

*Fachinhalte, die nicht Bestandteil des gA-Curriculums sind:*

- *Koordinative Bindung, Nernst-Gleichung*
- *Recherche zu Batterien, Akkus, Brennstoffzellen, Zersetzungsspannung, Überspannung, Löslichkeitsgleichgewicht, Faraday-Gesetze, Redox titration*

## **Kursthema Semester 4: Naturstoffe und Nanostrukturen**

### **Unterrichtseinheit „Vom Kompost zur Biogasanlage“**

Als Alternative zu traditionellen Kunststoffen wird ein kompostierbarer Biokunststoff aus Stärke betrachtet. Die Iod-Stärke-Reaktion wird genutzt, um die Abbaubarkeit zu prüfen. Das Monomer Glucose wird beschrieben. Am Beispiel der D- und L-Glucose wird das Phänomen der Chiralität eingeführt. Zur Visualisierung werden digitale Hilfsmittel eingesetzt. Proteine, die durch die Biuret-Probe nachgewiesen werden, befinden sich ebenfalls im Kompost. Proteine werden als Polymere beschrieben, in denen Aminosäuren über Peptid-Bindungen miteinander verknüpft sind. Zur Beschreibung der Struktur des Makromoleküls werden Kenntnisse zu intramolekularen Wechselwirkungen angewendet. Die Abbaubarkeit im Kompost wird mit den Reaktionen in der Biogasanlage abschließend verglichen. An dieser Stelle bieten sich Rückbezüge zur Energetik an.

*Fachinhalte, die nicht Bestandteil des gA-Curriculums sind:*

- *Chiralität, Proteine (erforderlich ist nur die Kenntnis der Amino-Gruppe als funktionelle Gruppe)*

### **Unterrichtseinheit „Funktionskleidung“**

Anknüpfend an die Unterrichtseinheit zu Mikroplastik wird Funktionskleidung als weitere Quelle für Mikroplastik genannt. Nanomaterialien in Funktionskleidung werden beschrieben, z.B. Imprägnierspray, Silberpartikel. Nanoteilchen werden anhand ihrer Größe definiert und Nanostrukturen werden mithilfe ihrer Oberflächeneigenschaften beschrieben. Funktionskleidung wird in Bezug auf Nutzen und Risiken beurteilt.

*Fachinhalte, die nicht Bestandteil des gA-Curriculums sind:*

- *Nanostrukturen*

**Die Fachgruppe beschließt auf der Fachkonferenz Chemie am 20.03.2023 die Reihenfolge der Semesterthemen für die Qualifikationsphase und deren Inhalte als verbindlich.**

**Die Unterrichtseinheiten sind nicht verbindlich, jedoch müssen die Lehrenden gewährleisten, dass die zu erwerbenden Kompetenzen in jedem Fall voll abgedeckt sind. Als wesentliche Hilfe dient dazu die Kompetenzmatrix.**

