

## Qualifikationsphase Q 1 - Organische Chemie

### Kursthema 1 – Energieträger – Nutzung und Folgen

Unterrichtseinheit 1a Energieträger

Schulhalbjahr 12.1

#### Bezug zu den Themenfeldern

Eigenschaften und Reaktionen organischer Verbindungen

#### Kompetenzaufbau

Schwerpunkt im Kompetenzbereich Fachwissen/Fachkenntnisse: Organische Stoffklassen und deren Energetik

Schwerpunkt im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung/Fachmethoden: Kalorimetrische Messungen und Modellexperimente zum Treibhauseffekt

Schwerpunkt im Kompetenzbereich Kommunikation: Arbeit mit Diagrammen, Recherche, Arbeit und Präsentation im Team

Schwerpunkt im Kompetenzbereich Bewertung/Reflexion: Entwicklung einer eigenen Position zur Klima-Diskussion

#### Grober Verlauf

Einstieg: Aktuelle Treibstoffdiskussion, z. B. Video, Zeitungsartikel, ...

Schülerinnen und Schüler formulieren Fragen zum Thema: „Treibstoff der Zukunft?“ Die Fragen werden strukturiert und geordnet.

##### Treibstoffe

Unter Vernetzung zu Kenntnissen der Einführungsphase werden verschiedene Treibstoffe betrachtet.

Es bieten sich wiederholende Aspekte zur Gewinnung und Zusammensetzung von konventionellen Treibstoffen an. In diesem Zusammenhang werden Aspekte aus der Einführungsphase, z. B. die IUPAC-Nomenklatur aufgegriffen und vertieft.

Zur Identifizierung der Bestandteile von Benzin wird die Gaschromatografie genutzt (Anschluss an die Kenntnisse der Einführungsphase)

Weiterführende Fragen, z. B. zu Elektroautos, können recherchiert werden.

##### Vergleich von Treibstoffen

Ausgehend von der Frage, wie sich Treibstoffe vergleichen lassen, werden Bezüge zur Energetik (Innere Energie, Reflexion von energetischen Begriffen in der Alltagssprache) erstellt.

Die Energieeffizienz verschiedener Motoren wird verglichen.

Unter Bezug zur Oktanzahl finden Betrachtungen zum Benzol-Molekül statt (nur eA).

Ausgewählte Treibstoffe (Alkane, Ethanol, Gas, Biodiesel) werden experimentell kalorimetrisch untersucht. Es werden Enthalpieberechnungen und Berechnungen zum Heizwert durchgeführt.

Treibstoffe werden bezüglich der Ressourcenverfügbarkeit betrachtet.

Die Treibstoffe werden in einer Bewertungsmatrix eingestuft. Ggf. noch nicht betrachtete Treibstoffe werden durch Recherche ergänzt.

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

Berechnungen unter Standardbedingungen als auch die Gibbs-Helmholtz-Gleichung (nur eA) werden betrachtet.

##### Abgasproblematik und Treibhauseffekt

Aufgabe und Wirkungsweise von Abgaskatalysatoren werden thematisiert.

Ausgehend von Verbrennungsmotoren finden rückvernetzend zur Einführungsphase Berechnungen zur Kohlenstoffdioxidbilanz statt.

Ein Modellexperiment zum Treibhauseffekt wird durchgeführt.

Zur globalen Treibhausproblematik wird recherchiert.

Ergebnis: Beantwortung der eingangs gestellten Fragen

Kompetenzbereich Fachwissen/Fachkenntnisse

Die Schülerinnen und Schüler ...	
BK Stoff - Teilchen	<p>beschreiben die Molekülstruktur und die funktionellen Gruppen folgender Stoffklassen: Alkane, Alkene, Aromaten.</p> <p>benennen die funktionellen Gruppen: Doppelbindung</p> <p>beschreiben die Reaktion mit Brom als Nachweis für Doppelbindungen in Molekülen.</p> <p>kennen Benzol und seine Eigenschaften.</p> <p><b>erklären die Mesomerie mithilfe von Grenzstrukturen in der Lewis-Schreibweise für das Benzolmolekül (eA).</b></p> <p>beschreiben den Stoffumsatz bei chemischen Reaktionen.</p> <p>beschreiben das EPA-Modell (Kohlenwasserstoff-Verbindungen).</p>
BK Struktur - Eigenschaft	<p>erklären Stoffeigenschaften anhand ihrer Kenntnisse über zwischenmolekulare Wechselwirkungen.</p> <p>beschreiben, dass bei chemischen Reaktionen unterschiedliche Reaktionsprodukte entstehen können.</p> <p><b>erklären induktive Effekte (eA).</b></p> <p><b>erklären mesomere Effekte (eA).</b></p>
BK Donator - Akzeptor	
BK Kinetik/ chem. Gleichgewicht	
BK Energie	<p>beschreiben die innere Energie eines stofflichen Systems als Summe aus Kernenergie, chemischer Energie und thermischer Energie dieses Systems.</p> <p>nennen den ersten Hauptsatz der Thermodynamik.</p> <p>beschreiben die Mesomerieenergie des Benzols (eA).</p> <p>beschreiben die Enthalpieänderung als ausgetauschte Wärme bei konstantem Druck.</p> <p>nennen die Definition der Standard-Bildungsenthalpie.</p> <p><b>beschreiben die Entropie als Maß der Unordnung eines Systems (eA).</b></p> <p><b>erläutern das Wechselspiel zwischen Enthalpie und Entropie als Kriterium für den freiwilligen Ablauf chemischer Prozesse (eA).</b></p> <p><b>beschreiben Energieentwertung als Zunahme der Entropie (eA).</b></p> <p>beschreiben die Aussagekraft der freien Enthalpie (eA).</p> <p>beschreiben die Aktivierungsenergie als Energiedifferenz zwischen Ausgangszustand und Übergangszustand.</p> <p>beschreiben den Einfluss eines Katalysators auf die Aktivierungsenergie.</p>

### Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung/Fachmethoden

Die Schülerinnen und Schüler ...

ordnen ausgewählte Stoffklassen in Form homologer Reihen.

wenden die IUPAC-Nomenklatur zur Benennung organischer Verbindungen an.

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

nutzen Gaschromatogramme zur Identifizierung von Reaktionsprodukten.

führen Experimente zur Ermittlung von Reaktionsenthalpien in einfachen Kalorimetern durch.

erklären die Lösungsenthalpie als Summe aus Gitterenthalpie und Hydratationsenthalpie.

nutzen tabellierte Daten zur Berechnung von Standard- Reaktionsenthalpien aus Standard-Bildungsenthalpien.

**nutzen die Gibbs-Helmholtz-Gleichung, um Aussagen zum freiwilligen Ablauf chemischer Prozesse zu machen.**

**führen Berechnungen mit der Gibbs-Helmholtz-Gleichung durch (eA).**

nutzen die Modellvorstellung des Übergangszustands zur Beschreibung der Katalysatorwirkung.

### Kompetenzbereich Kommunikation

Die Schülerinnen und Schüler ...

unterscheiden Fachsprache und Alltagssprache bei der Benennung chemischer Verbindungen.  
**diskutieren die Grenzen und Möglichkeiten von Modellen am Bsp. des Benzol-Moleküls (eA).**  
stellen den Zusammenhang zwischen Molekülstruktur und Stoffeigenschaft fachsprachlich dar.  
**stellen die Elektronenverschiebung in angemessener Fachsprache dar (eA).**  
argumentieren sachlogisch und begründen schlüssig die entstehenden Produkte.  
übersetzen die Alltagsbegriffe Energiequelle, Wärmeenergie, verbrauchte Energie und Energieverlust in Fachsprache.  
**stellen die Mesomerieenergie des Benzols in einem Enthalpiediagramm dar (eA).**  
stellen die Enthalpieänderungen in einem Enthalpiediagramm dar.  
interpretieren Enthalpiediagramme  
stellen die Aktivierungsenergie als Energiedifferenz zwischen Ausgangszustand und Übergangszustand dar.  
stellen die Wirkung eines Katalysators in einem Energiediagramm dar.

### Kompetenzbereich Bewertung/Reflexion

Die Schülerinnen und Schüler ...

erkennen die Bedeutung organischer Verbindungen in unserem Alltag.  
erkennen die Bedeutung der Gaschromatografie in der Analytik.  
reflektieren die Unschärfe im Alltag verwendeter energetischer Begriffe.  
nutzen ihre Kenntnisse zur Enthalpieänderung ausgewählter Alltags- und Technikprozesse.  
beurteilen die Energieeffizienz ausgewählter Prozesse ihrer Lebenswelt.  
bewerten die gesellschaftliche Relevanz verschiedener Energieträger.  
beurteilen den Einsatz von Katalysatoren in technischen Prozessen.

### Erweiterungsmöglichkeiten

Strahlungsbilanz beim Treibhauseffekt  
Wasserstofftechnologie  
Verschiedene Antriebstechniken  
Weitergehende Betrachtungen zum Klimawandel  
Politische Diskussionen zum Klimawandel

### Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden

Schülerexperimente  
Lernen an Stationen  
Arbeitsteilige Gruppenarbeit  
Expertenrunde  
Referate  
Podiumsdiskussion/Rollenspiel (Abschluss der UE)

### Materialien und Fundstellen

Je nach Schulausstattung auszufüllen: Medien, Literatur, Software, Modelle zum Treibhauseffekt,  
...

### Zeitbedarf

Ca. 12 Wochen bei 5-stündigem Unterricht

### Möglichkeiten zur Leistungsbewertung

Gruppenarbeit  
Präsentationen  
Klausur

## Qualifikationsphase Q 1 – Organische Chemie

### Kursthema 1 – Energieträger – Nutzung und Folgen

Unterrichtseinheit 1b Ethanol – zu schade zum Verbrennen	Schulhalbjahr 12.1
--	--------------------

<b>Bezug zu den Themenfeldern</b>
Organische Sauerstoffverbindungen

<b>Kompetenzaufbau</b>
Schwerpunkt im Kompetenzbereich Fachwissen / Fachkenntnisse: Eigenschaften und Reaktionen sauerstoffhaltiger organischer Verbindungen Schwerpunkt im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung / Fachmethoden: Arbeit mit Modellen Schwerpunkt im Kompetenzbereich Kommunikation: Recherche, Arbeit und Präsentation im Team, Diskussion der Grenzen und Möglichkeiten von Modellen Schwerpunkt im Kompetenzbereich Bewertung/ Reflexion: organische Sauerstoffverbindungen im Alltag –Wirtschaftlichkeit und Umweltaspekte

<b>Grober Verlauf</b>
<p>Den Ausgangspunkt bildet Ethanol, das den Schülerinnen und Schülern sowohl aus der Einführungsphase als auch als Treibstoff aus der vorangegangenen Unterrichtseinheit bekannt ist. Ausgehend von der Fragestellung: „Ethanol – zu schade zum Verbrennen?“ werden weitere Verwendungsmöglichkeiten, z. B. als Lösungsmittel, diskutiert. Die Überlegungen werden auf verschiedene Alkanole ausgeweitet. Die Verwendung von Alkanolen als Edukte für die Herstellung von Estern und bestimmten Halogenalkanen führt zur Behandlung des Reaktionstyps der Kondensation und des Reaktionsmechanismus der nucleophilen Substitution (<math>S_N1</math>).</p> <p>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 <math>A_E</math>). Auch hier findet ein Rückbezug zur Treibstoff-Einheit statt.</p> <p>Es erfolgt eine Ausweitung auf Reaktionen verschiedener Alkanole (verzweigte, längerkettige Moleküle) mit unterschiedlichen Reaktionspartnern (symmetrische und asymmetrische Moleküle). Synthesewege für vorgegebene Alkanole werden geplant.</p> <p>Abschließend wird der Reaktionstyp der Eliminierung als Umkehrung der Hydratisierung angesprochen.</p> <p>Gaschromatogramme können genutzt werden, um Produkte konkurrierender Reaktionen zu identifizieren.</p>

<b>Kompetenzbereich Fachwissen/Fachkenntnisse</b>	
Die Schülerinnen und Schüler ...	
BK Stoff - Teilchen	beschreiben die Molekülstruktur und die funktionellen Gruppen folgender Stoffklassen: Alkanole, Alkansäuren, Ester. benennen die funktionellen Gruppen: Hydroxy-, Carboxy-, Ester -Gruppe unterscheiden die Konstitutions- isomerie und die cis-trans- Isomerie beschreiben das EPA-Modell (sauerstoffhaltige Kohlenwasserstoff-Verbindungen).
BK Struktur - Eigenschaft	erklären Stoffeigenschaften anhand ihrer Kenntnisse über zwischenmolekulare Wechselwirkungen. beschreiben, dass bei chemischen Reaktionen unterschiedliche Reaktionsprodukte entstehen können. <b>erklären induktive Effekte (eA).</b> begründen anhand funktioneller Gruppen die Reaktionsmöglichkeiten organischer Moleküle.

	<p>unterscheiden die Reaktionstypen Substitution, Addition, Eliminierung und Kondensation.</p> <p><b>unterscheiden radikalische, elektrophile und nucleophile Teilchen (eA).</b></p> <p><b>beschreiben das Carbenium-Ion / Carbo-Kation als Zwischenstufe in Reaktionsmechanismen (eA).</b></p> <p>beschreiben den Reaktionsmechanismus der radikalischen Substitution.</p> <p><b>beschreiben den Reaktions-mechanismus der elektrophilen Addition von symmetrischen Verbindungen (eA)</b></p> <p>beschreiben den Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition von asymmetrischen Verbindungen (eA).</p> <p>beschreiben den Reaktionsmechanismus der nucleophilen Substitution (zweistufiger Mechanismus) (eA)</p> <p><b>unterscheiden zwischen homolytischer und heterolytischer Bindungsspaltung (eA).</b></p>
BK Donator - Akzeptor	
BK Kinetik/ chem. Gleichgewicht	
BK Energie	beschreiben den Einfluss eines Katalysators auf die Aktivierungsenergie.

#### Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung/Fachmethoden

Die Schülerinnen und Schüler ...

ordnen ausgewählte Stoffklassen in Form homologer Reihen.

wenden die IUPAC-Nomenklatur zur Benennung organischer Verbindungen an.

**verwenden geeignete Formelschreibweisen zur Erklärung von Elektronenverschiebungen (eA)**

nutzen Gaschromatogramme zur Identifizierung von Reaktionsprodukten.

führen Nachweisreaktionen durch.

**planen Experimente für einen Syntheseweg zur Überführung einer Stoffklasse in eine andere (eA).**

führen ausgewählte Experimente zu den aufgeführten Mechanismen durch.

wenden Nachweisreaktionen an.

**nutzen induktive Effekte zur Erklärung von Reaktionsmechanismen und unterschiedlichen Reaktivitäten (eA).**

stellen Zusammenhänge zwischen den während der Reaktion konkurrierenden Teilchen und den Produkten her

#### Kompetenzbereich Kommunikation

Die Schülerinnen und Schüler ...

unterscheiden Fachsprache und Alltagssprache bei der Benennung chemischer Verbindungen. diskutieren die Aussagekraft von Nachweisreaktionen.).

stellen den Zusammenhang zwischen Molekülstruktur und Stoffeigenschaft fachsprachlich dar.

**stellen die Elektronenverschiebung in angemessener Fachsprache dar (eA).**

argumentieren sachlogisch und begründen schlüssig die entstehenden Produkte.

versprachlichen mechanistische Darstellungsweisen.

**stellen die Aussagen eines Textes in Form eines Reaktionsmechanismus dar (eA).**

argumentieren sachlogisch und begründen schlüssig die entstehenden Produkte.

### **Kompetenzbereich Bewertung/Reflexion**

Die Schülerinnen und Schüler ...

erkennen die Bedeutung organischer Verbindungen in unserem Alltag.

erkennen die Bedeutung der Gaschromatografie in der Analytik.

nutzen ihre Kenntnisse zu zwischenmolekularen Wechselwirkungen zur Erklärung von Phänomenen in ihrer Lebenswelt. beurteilen die Energieeffizienz ausgewählter Prozesse ihrer Lebenswelt.

beurteilen und bewerten die gesellschaftliche Bedeutung eines ausgewählten organischen Synthesewegs

reflektieren die gesundheitlichen Risiken beim Einsatz organischer Verbindungen

**. nutzen chemische Kenntnisse zur Erklärung der Produktlinie ausgewählter technischer Synthesen (eA)**

**reflektieren mechanistische Denkweisen als wesentliches Prinzip der organischen Chemie (eA).**

reflektieren die Bedeutung von Nebenreaktionen organischer Synthesewege.

### **Erweiterungsmöglichkeiten**

Strahlungsbilanz beim Treibhauseffekt

Wasserstofftechnologie

Verschiedene Antriebstechniken

Weitergehende Betrachtungen zum Klimawandel

Politische Diskussionen zum Klimawandel

### **Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden**

Schülerexperimente

Lernen an Stationen

Arbeitsteilige Gruppenarbeit

Expertenrunde

Referate

Podiumsdiskussion/Rollenspiel (Abschluss der UE)

### **Materialien und Fundstellen**

Je nach Schulausstattung auszufüllen: Medien, Literatur, Software, Modelle zum Treibhauseffekt,

...

### **Zeitbedarf**

Ca. 10 Wochen bei 5-stündigem Unterricht

### **Möglichkeiten zur Leistungsbewertung**

Gruppenarbeit

Präsentationen

Klausur

## Qualifikationsphase Q 1 – Kursthema 2 – Chemisches Gleichgewicht

Die Unterrichtseinheit „Treibhauseffekt und Atmosphäre“ stellt, ausgehend von kinetischen Betrachtungen, zunächst das chemische Gleichgewicht in den Mittelpunkt. Ausgehend vom Phänomen des Treibhauseffekts im Zusammenhang mit dem globalen Anstieg des Kohlenstoffdioxidgehalts in der Atmosphäre werden der Kohlenstoffkreislauf und die Löslichkeit des Kohlenstoffdioxids in Wasser betrachtet. Das chemische Gleichgewicht wird als dynamisches Gleichgewicht experimentell erarbeitet und gleichzeitig als Zustand beschrieben. Dies liefert die Voraussetzung, real ablaufende Vorgänge in Modelle zu übertragen und zu diskutieren. Weitergehend werden anhand der Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser die Faktoren, die das chemische Gleichgewicht beeinflussen, experimentell untersucht und die Beeinflussung der Gleichgewichtskonzentrationen qualitativ (Le Chatelier) und quantitativ durch Anwendung des Massenwirkungsgesetzes betrachtet.

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

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

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

<b>Unterrichtseinheit 2a „Treibhauseffekt und Atmosphäre“</b>	<b>Schulhalbjahr 12.2</b>
---	---------------------------

<b>Bezug zu den Themenfeldern</b>
Organische Chemie

<b>Kompetenzaufbau</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Schwerpunkt im Kompetenzbereich Fachwissen / Fachkenntnisse: Chemisches GW (MWG), Le Chatelier, Unterscheidung von Reaktionstypen</li><li>• Schwerpunkt im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung / Fachmethoden: Arbeiten mit Modellen; Experimentelles Arbeiten (qualitative und quantitative Versuche)</li><li>• Schwerpunkt im Kompetenzbereich Kommunikation: Vergleich des Geschwindigkeitsbegriffs in Alltags- und Fachsprache; Recherche zu technischen Verfahren</li><li>• Schwerpunkt im Kompetenzbereich Bewertung / Reflexion: Beurteilung der Beeinflussbarkeit von Gleichgewichten in der chemischen Industrie und Natur; Standpunktreflexion zur Klimadiskussion</li></ul>

<b>Grober Verlauf</b>
<b>Block I: Treibhausproblematik</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Treibhausgase</li><li>• Wärmeabsorption in Gasen</li><li>• Kohlenstoffkreislauf</li></ul> <b>Block II: Geschwindigkeit chemischer Reaktionen</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Abhängigkeit von Temperatur, Druck und Konzentration</li><li>• Katalysator</li></ul> <b>Block III: Chemisches Gleichgewicht und Beeinflussbarkeit</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Le Chatelier</li><li>• MWG</li></ul>

<b>Block IV: FCKW</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Radikalische Substitution</b></li> <li>• <b>Induktiver Effekt</b></li> <li>• <b>Umweltproblematik</b></li> <li>• <b>Ozonloch</b></li> </ul>	
<b>Kompetenzbereich Fachwissen / Fachkenntnisse</b>	
Die Schülerinnen und Schüler ...	
BK Stoff - Teilchen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben das chemische Gleichgewicht auf Stoff- und Teilchenebene.</li> </ul>
BK Struktur - Eigenschaft	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben den Reaktionsmechanismus der radikalischen Substitution.</li> <li>• <b>beschreiben den Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition von symmetrischen Verbindungen (eA).</b></li> <li>• <b>beschreiben den Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition von asymmetrischen Verbindungen (eA).</b></li> <li>• <b>unterscheiden zwischen homolytischer und heterolytischer Bindungsspaltung (eA)</b></li> </ul>
BK Donator - Akzeptor	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>
BK Kinetik und chemisches Gleichgewicht	<ul style="list-style-type: none"> <li>• definieren den Begriff der Reaktionsgeschwindigkeit als Änderung der Konzentration pro Zeiteinheit.</li> <li>• beschreiben die Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von Temperatur, Druck, Konzentration und Katalysatoren.</li> <li>• beschreiben das chemische Gleichgewicht auf Stoff- und Teilchenebene.</li> <li>• erkennen die Notwendigkeit eines geschlossenen Systems für die Einstellung des chemischen Gleichgewichts.</li> <li>• beschreiben, dass Katalysatoren die Einstellung des chemischen Gleichgewichts beschleunigen.</li> <li>• erkennen, dass sich nach Störung eines Gleichgewichts ein neuer Gleichgewichtszustand einstellt.</li> <li>• wenden das Prinzip von Le Chatelier an.</li> <li>• unterscheiden zwischen Ausgangs- und Gleichgewichtskonzentration.</li> <li>• formulieren das Massenwirkungsgesetz.</li> <li>• erkennen, dass die Gleichgewichtskonstante temperaturabhängig ist.</li> <li>• können anhand der Gleichgewichtskonstanten Aussagen zur Lage des Gleichgewichts machen.</li> <li>• <b>beschreiben Löslichkeitsgleichgewichte als heterogene Gleichgewichte (eA)</b></li> <li>• <b>beschreiben das Löslichkeitsprodukt (eA).</b></li> </ul>
BK Energie	-

<b>Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung / Fachmethoden</b>	
Die Schülerinnen und Schüler ...	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• planen geeignete Experimente zur Überprüfung von Hypothesen zum Einfluss von Faktoren auf die Reaktionsgeschwindigkeit und führen diese durch.</li> <li>• führen ausgewählte Experimente zum chemischen Gleichgewicht durch.</li> <li>• leiten aus Versuchsdaten Kennzeichen des chemischen Gleichgewichts ab.</li> <li>• leiten anhand eines Modellversuchs Aussagen zum chemischen Gleichgewicht</li> <li>• führen Experimente zu Einflüssen auf chemische Gleichgewichte durch.</li> <li>• <b>berechnen Gleichgewichtskonstanten und -Konzentrationen (eA).</b></li> <li>• <b>nutzen Tabellendaten, um Aussagen zur Löslichkeit von Salzen zu treffen (eA).</b></li> <li>• <b>nutzen Tabellendaten zur Erklärung von Fällungsreaktionen (eA).</b></li> </ul>	

<b>Kompetenzbereich Kommunikation</b>	
Die Schülerinnen und Schüler ...	



- **recherchieren zu technischen Verfahren in unterschiedlichen Quellen und präsentieren ihre Ergebnisse (eA).**
- diskutieren die Übertragbarkeit der Modellvorstellung.
- recherchieren zu Katalysatoren in technischen Prozessen.
- argumentieren mithilfe des Massenwirkungsgesetzes.

### **Kompetenzbereich Bewertung / Reflexion**

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erkennen und beschreiben die Bedeutung unterschiedlicher Reaktionsgeschwindigkeiten alltäglicher Prozesse.
- beurteilen die Möglichkeiten der Steuerung von chemischen Reaktionen in technischen Prozessen.
- beurteilen die Bedeutung der Beeinflussung von Gleichgewichten in der chemischen Industrie und in der Natur.
- Beschreiben die Möglichkeiten zur Steuerung technischer Prozesse.

### **Erweiterungsmöglichkeiten**

### **Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden**

- Schülerexperimente
- Lernen an Stationen
- Arbeitsteilige Gruppenarbeit
- Vorträge/Referate

### **Mögliche Experimente**

- Versuche zur Löslichkeit von Kohlenstoffdioxid in Wasser (s. Chemie im Kontext)
- Reaktion von Magnesium mit Salzsäure zur Untersuchung der Reaktionsgeschwindigkeit und beeinflussender Faktoren
- Experimentelle Untersuchung des Ester-Gleichgewichts
- Stechhebersversuch

### **Materialien und Fundstellen**

Internetrecherche, Chemie im Kontext, Chemie heute Sek II

### **Zeitbedarf**

36-40 Unterrichtsstunden

### **Möglichkeiten zur Leistungsbewertung**

- Gruppenarbeit
- Präsentationen
- Versuchsprotokolle
- Mitarbeit und experimentelle Tätigkeit
- Klausur

## Qualifikationsphase Q 1 – Kursthema 2 – Säure - Base

Wässrige Lösungen verschiedener Haushaltsreiniger werden mit Indikatoren untersucht. Inhaltsstoffe der Haushaltsreiner 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.

<b>Unterrichtseinheit 2b „Saure und alkalische Haushaltsreiniger“</b>	<b>Schulhalbjahr 12.2</b>
---	---------------------------

<b>Bezug zu den Themenfeldern</b>
Organische Chemie

<b>Kompetenzaufbau</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwerpunkt im Kompetenzbereich Fachwissen / Fachkenntnisse: Fachinhalte der Säure-Basereaktionen</li> <li>• Schwerpunkt im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung / Fachmethoden: Verwendung von Messgeräten; Aufnahme und Erklärung von Titrationskurven; Berechnung von pH-Werten; <b>Zusammenhänge zwischen <math>pK_s</math>-, <math>pK_B</math>- und <math>pK_W</math>-Werten</b></li> <li>• Schwerpunkt im Kompetenzbereich Kommunikation: Aufstellen von Protolysegleichungen; Recherche zu pH-Werten im Alltag</li> <li>• Schwerpunkt im Kompetenzbereich Bewertung / Reflexion: historische Entwicklung des Säure-Base-Begriffs; Bedeutung maßanalytischer Verfahren</li> </ul>

<b>Grober Verlauf</b>	
Einstieg: z.B. anhand Haushaltsreiniger	
Block I: Säure-Base-Reaktionen und Anwendungen	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definition nach Brönsted</li> <li>• Protolysegleichgewichte</li> <li>• Ionenprodukt des Wassers</li> <li>• pH-Werte</li> <li>• Säure- und Basenkonstante (MWG)</li> <li>• Maßanalytische Verfahren</li> <li>• Organische Säuren</li> </ul>	
<b>Kompetenzbereich Fachwissen / Fachkenntnisse</b>	
Die Schülerinnen und Schüler ...	
BK Stoff - Teilchen	
BK Struktur - Eigenschaft	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>nutzen induktive und mesomere Effekte zur Klärung der Stärke organischer Säuren (eA).</b></li> </ul>
BK Donator - Akzeptor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erläutern die Säure-Base-Theorie nach Brönsted.</li> <li>• stellen korrespondierende Säure- Base-Paare auf.</li> <li>• nennen die charakteristischen Teilchen wässriger saurer und alkalischer Lösungen (Hydronium/Oxonium-Ion und Hydroxid-Ion).</li> <li>• erklären die Neutralisationsreaktion.</li> </ul>

BK Kinetik und chemisches Gleichgewicht	<ul style="list-style-type: none"> <li>• beschreiben die Autoprotolyse des Wassers als Gleichgewichtsreaktion.</li> <li>• erklären den Zusammenhang zwischen der Autoprotolyse des Wassers und dem pH-Wert.</li> <li>• nennen die Definition des pH-Werts.</li> <li>• beschreiben die Säurekonstante als spezielle Gleichgewichtskonstante.</li> <li>• beschreiben die Basenkonstanten als spezielle Gleichgewichtskonstante.</li> <li>• differenzieren starke und schwache Säuren bzw. Basen anhand der <math>pK_S</math>- und <math>pK_B</math>-Werte.</li> <li>• <b>Erklären die pH-Werte von Salzlösungen anhand von <math>pK_S</math>- und <math>pK_B</math>-werten (eA).</b></li> <li>• beschreiben die Funktion von Säure-Base-Indikatoren bei Titrationen.</li> <li>• <b>beschreiben Indikatoren als schwache Brönstedt-Säuren bzw. Basen (eA).</b></li> <li>• vergleichen Säure-Base- und Redoxreaktionen.</li> </ul>
BK Energie	

### Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung / Fachmethoden

Die Schülerinnen und Schüler ...

- messen pH-Werte verschiedener wässriger Lösungen.
- messen den pH-Wert äquimolarer Lösungen einprotoniger Säuren und schließen daraus auf die Säurestärke.
- 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.
- **wenden das Ionenprodukt des Wassers auf Konzentrations-berechnungen an (eA).**
- erkennen den Zusammenhang zwischen pH-Wert-Änderung und Konzentrationsänderung.
- berechnen pH-Werte von Lösungen starker und schwacher einprotoniger Säuren.
- berechnen pH-Werte von wässrigen Hydroxid-Lösungen.
- **berechnen pH-Werte alkalischer Lösungen (eA).**
- **messen pH-Werte verschiedener Salzlösungen (eA).**
- **nutzen Tabellen zur Vorhersage und Erklärung von Säure-Base-reaktionen (eA).**
- **wenden den Zusammenhang zwischen  $pK_S$ -,  $pK_B$ - und  $pK_W$ -Werten an (eA).**
- ermitteln die Konzentration verschiedener saurer und alkalischer Lösungen durch Titration.
- nehmen Titrationskurven einprotoniger starker und schwachen Säuren auf.
- erklären qualitativ den Kurvenverlauf.
- identifizieren und erklären charakteristische Punkte des Kurvenverlaufs.
- **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 geeigneter Indikatoren.

### Kompetenzbereich Kommunikation

Die Schülerinnen und Schüler ...

- stellen Protolysegleichungen dar.
- recherchieren zu Säuren und Basen in Alltags-, Technik- und Umweltbereichen und präsentieren ihre Ergebnisse.
- recherchieren pH-Wert-Angaben im Alltag.
- argumentieren sachlogisch unter Verwendung der Tabellenwerte.
- präsentieren und diskutieren Titrationskurven.

### Kompetenzbereich Bewertung / Reflexion

Die Schülerinnen und Schüler ...

- beschreiben den historischen Weg der Entwicklung des Säure-Base-Begriffs bis Brönsted.
- beurteilen den Einsatz von Säuren und Basen sowie Neutralisationsreaktionen in Alltags-, Technik- und Umweltbereichen.

- reflektieren die Bedeutung von pH-Wert-Angaben in ihrem Alltag.
- erkennen und beschreiben die Bedeutung maßanalytischer Verfahren in der Berufswelt.

#### **Erweiterungsmöglichkeiten**

#### **Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden**

- Schülerexperimente
- Lernen an Stationen
- Arbeitsteilige Gruppenarbeit
- Vorträge/Referate

#### **Mögliche Experimente**

- Quantitative und qualitative Bestimmungen von Haushaltsreinigern und Säuren im Haushalt

#### **Materialien und Fundstellen**

Internetrecherche, Chemie im Kontext, Chemie heute Sek II

#### **Zeitbedarf**

20-24 Unterrichtsstunden

#### **Möglichkeiten zur Leistungsbewertung**

- Gruppenarbeit
- Präsentationen
- Versuchsprotokolle
- Mitarbeit und experimentelle Tätigkeit
- Klausur

## Dokumentationsbogen Qualifikationsphase Q 2 – Kursthema 2 – Säure - Base

Diese Unterrichtseinheit verknüpft die erworbenen Kenntnisse zur Protolyse mit dem bekannten Gleichgewicht Kohlenstoffdioxid/Hydrogencarbonat zur Einführung und Deutung von Pufferwirkung. Hierbei finden experimentelle Untersuchungen und quantitative Beschreibungen statt. Die Schülerinnen und Schüler recherchieren zu weiteren Puffersystemen und präsentieren ihre Ergebnisse. Dadurch erkennen Sie die Bedeutung von Puffersystemen in Natur und Technik.

<b>Unterrichtseinheit 2c „Puffersysteme in Natur und Technik“</b>	<b>Schulhalbjahr 12.2</b>
---	---------------------------

<b>Bezug zu den Themenfeldern</b>
Säure - Base

<b>Kompetenzaufbau</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Schwerpunkt im Kompetenzbereich Fachwissen / Fachkenntnisse: Puffersysteme – Funktionsweise und Einsatzbereich (<b>Säure-Base-Indikatoren</b>)</li><li>• Schwerpunkt im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung / Fachmethoden: Arbeit mit Experimenten (<b>Titration</b>)</li><li>• Schwerpunkt im Kompetenzbereich Kommunikation: Recherche, Arbeit und Präsentation im Team</li><li>• Schwerpunkt im Kompetenzbereich Bewertung/ Reflexion: Puffersysteme – Bedeutung für Mensch und Umwelt</li></ul>

<b>Grober Verlauf</b>	
<p>Einstieg: Experiment zum Acetat-Puffersystem Am Beispiel des Acetatpuffers stellen die SuS fest, dass reines Wasser sehr empfindlich auf die Zugabe einer Säure und Base reagiert, während sich der pH-Wert einer Essigsäure / Natriumacetat-Lösung nicht bis kaum verändert. Die chemischen Hintergründe werden untersucht. Dabei deuten die SuS ihre Ergebnisse qualitativ mit der Säure-Base-Theorie nach Brönsted</p> <p>Weitere Puffersysteme werden im Anschluss arbeitsteilig von SuS untersucht, aufbereitet und präsentiert <b>sowie als Säure-Base-Gleichgewichte gedeutet und interpretiert.</b></p> <p>Mögliche Beispiele:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Pufferwirkung der Ozeane (Carbonatpuffer) mit anschließender Diskussion: „Folgen der CO<sub>2</sub>-Entsorgung in Gewässern“</li><li>- Saurer Regen – Bodenpuffer</li><li>- Puffersysteme im Menschen (Blut / Speichel / Haut)</li><li>- Puffer in der Fotografie</li><li>- Ammoniakpuffer</li><li>- <b>Säure-Base-Indikatoren</b></li></ul> <p><b>Anknüpfend an den letzten Vortrag wird experimentell eine Titrationskurve einer einprotonigen Säure erstellt und deren Halbäquivalenzpunkt sowie weitere charakteristische Punkte der Kurven berechnet. Dabei wird die Henderson-Hasselbalch-Gleichung angewendet. Im Anschluss finden zur Sicherung weitere Übungen zur Berechnung statt.</b></p>	
<b>Kompetenzbereich Fachwissen / Fachkenntnisse</b>	
Die Schülerinnen und Schüler ...	
BK Stoff - Teilchen	
BK Struktur - Eigenschaft	

BK Donator - Akzeptor	
BK Kinetik und chemisches Gleichgewicht	<ul style="list-style-type: none"> <li>• erklären die Wirkungsweise von Puffersystemen mit der Säure-Base-Theorie nach Brönsted.</li> <li>• <b>leiten die Henderson-Hasselbach-Gleichung her (eA).</b></li> <li>• <b>wenden die Henderson-Hasselbach-Gleichung auf Puffersysteme an (eA).</b></li> <li>• <b>erkennen den Zusammenhang zwischen dem Halbäquivalenzpunkt und dem Pufferbereich (eA).</b></li> </ul>
BK Energie	

### Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung / Fachmethoden

Die Schülerinnen und Schüler ...

- ermitteln die Funktionsweise von Puffern im Experiment.
- **identifizieren Pufferbereiche in Titrationskurven (eA).**
- **ermitteln grafisch den Halbäquivalenzpunkt (eA).**

### Kompetenzbereich Kommunikation

Die Schülerinnen und Schüler ...

- recherchieren exemplarisch zu Puffergleichgewichten in Umwelt und biologischen Systemen und präsentieren ihre Ergebnisse.
- **werten Titrationskurven in Hinblick auf den Pufferbereich aus.**
- **stellen Puffergleichgewichte in Form von Protolysegleichungen, Henderson-Hasselbalch-Gleichung und Abschnitten von Titrationskurven dar und verknüpfen diese.**

### Kompetenzbereich Bewertung / Reflexion

Die Schülerinnen und Schüler ...

- erklären die Pufferwirkung in technischen und biologischen Systemen.

### Erweiterungsmöglichkeiten

- Wasserhärte
- Chemie der Tropfsteinhöhle

### Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden

- Schülerexperimente
- Arbeitsteilige Gruppenarbeit
- Vorträge

### Mögliche Experimente

- Experiment zum Acetat-Puffersystem
- **Ermittlung der Titrationskurve einer einprotonigen Säuren**

### Materialien und Fundstellen

Internetrecherche, Chemie im Kontext, Chemie heute Sek II

### Zeitbedarf

7-12 Unterrichtsstunden

<b>Möglichkeiten zur Leistungsbewertung</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Gruppenarbeit</li><li>• Präsentationen</li></ul>