

**Bezug zu den Themenfeldern**

Umweltbereich Luft und Wasser

**Kompetenzaufbau**

- Schwerpunkt im Kompetenzbereich Fachwissen / Fachkenntnisse: Basiskonzept Struktur-Eigenschaft: Betrachtung ausgewählter Reaktionsmechanismen zur Atmosphärenchemie
- Schwerpunkt im Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung / Fachmethoden: Erarbeitung von Reaktionsmechanismen
- Schwerpunkt im Kompetenzbereich Kommunikation: Recherche, Arbeit und Präsentation im Team, Versprachlichung von Reaktionsmechanismen
- Schwerpunkt im Kompetenzbereich Bewertung / Reflexion: Entwicklung einer eigenen Meinung zur Ozonproblematik

**Grober Verlauf**

Einstieg: Comic zum Ozonloch  
SuS formulieren Fragen

Zunächst erfolgt eine Fokussierung auf FCKW (bedingt sich durch den Comic)

In Gruppen werden verschiedene FCKWs in Bezug auf Einsatz/ Wirkung/ Problematik recherchiert. Diese Recherche erfolgt materialgestützt, u.a. Filmarbeit.

Die Gruppen präsentieren kurz ihre Ergebnisse, es wird eine einheitliche Kopiervorlage in Bezug auf Einsatz/ Wirkung/ Problematik erstellt

Kurzer zwischengelagerter Exkurs:

Die Herstellung von FCKW durch eine  $S_R$  sowie einer  $A_E$  werden erarbeitet

Die Reaktionsmechanismen werden erarbeitet in Form von mechanistischen Puzzeln.

Es kann ein Bezug zur Anwendung der Gaschromatografie erfolgen

Es erfolgt eine arbeitsteilige Gruppenarbeit in Rückgriff auf den Eingangscomic zum Ozon. Die Schülergruppen erarbeiten sich die im Folgenden genannten Themen zum Teil experimentell mit einer Ozonapparatur und Material, das die Vorgänge modellhaft darstellt. Des Weiteren stehen den SuS zahlreiche Medien zur Verfügung.

- Ozon ist...
- Bodennahes Ozon
- Natürlicher Ozonkreislauf
- Zerstörung der Ozonschicht durch FCKW
- Das Ozonloch
- Auswirkungen auf den Menschen
- Auswirkungen auf Flora und Fauna
- [ggf. siehe Anmerkung: Experimentelle Bestimmung des Ozongehalts]

Bei zeitlicher Unterschiedlichkeit können diverse Medien betrachtet werden, u.a. gibt es einen Kinderfilm, den es auf fachliche Richtigkeit zu betrachten gilt.

Erweiterung:

Bezüge zum Treibhauseffekt und Vernetzungen zwischen Treibhauseffekt und Ozonloch. Dieser Verlauf hängt von der Gestaltung der UE Treibstoffe und den darin ggf. erstellten Bezügen zum Treibhauseffekt ab.

Bezüge zum weltweiten Umgang mit der Ozonproblematik

Die eingangs aufgeworfenen Fragen werden am Ende der UE im Plenum beantwortet.

Hinweis: Die Gruppenarbeit zum Ozon kann sowohl als „Lernen an Stationen“ ggf. mit Selbstkontrolle als auch in einem problemorientierten Unterricht durchgeführt werden. Sollten die SuS bereits über Kenntnisse zum Donator-Akzeptor-Konzept verfügen, so lässt sich die Gruppenarbeit in Bezug auf die experimentelle Bestimmung des Ozongehalts mithilfe der Iodometrie erweitern.

Die  $CO_2$ -Problematik wird aufgegriffen zur Weiterarbeit im Unterricht und zur Einführung des Basiskonzepts des chemischen Gleichwichts (siehe neuer Dokubogen)

**Kompetenzbereich Fachwissen / Fachkenntnisse**

Die Schülerinnen und Schüler...

BK Stoff - Teilchen	<ul style="list-style-type: none"><li>• unterscheiden anorganische und organische Stoffe.</li><li>• unterscheiden die folgenden anorganischen Stoffe: Nichtmetalle, Molekülsubstanzen.</li><li>• beschreiben die Molekülstruktur und die funktionellen Gruppen folgender Stoffklassen: Alkane, Alkene, Halogenkohlenwasserstoffe.</li></ul>
BK Struktur - Eigenschaft	<ul style="list-style-type: none"><li>• wenden ihre Kenntnisse über zwischenmolekulare Wechselwirkungen zur Erklärung von Stoffeigenschaften an.</li><li>• begründen anhand der funktionellen Gruppe die Reaktionsmöglichkeiten eines organischen Moleküls.</li><li>• unterscheiden radikalische und elektrophile Teilchen.</li><li>• unterscheiden die Reaktionstypen Substitution und Addition.</li><li>• beschreiben den Reaktionsmechanismus der radikalischen Substitution.</li><li>• beschreiben den Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition von symmetrischen Verbindungen.</li><li>• <b>beschreiben den Reaktionsmechanismus der elektrophilen Addition von asymmetrischen Verbindungen (eA).</b></li><li>• unterscheiden zwischen homolytischer und heterolytischer Bindungsspaltung.</li><li>• beschreiben, dass bei chemischen Reaktionen unterschiedliche Reaktionsprodukte entstehen können.</li></ul>
BK Donator - Akzeptor	--
BK Kinetik und chemisches Gleichgewicht	-- je nach Verlauf der UE können hier natürlich Anwendungsbezüge erfolgen
BK Energie	-- je nach Verlauf der UE können hier natürlich Anwendungsbezüge erfolgen (Rückbezüge zu angesprochenen Kompetenzen aus der UE Treibstoffe)

**Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung / Fachmethoden**

Die Schülerinnen und Schüler...

- ordnen eine Verbindung begründet einer Stoffgruppe zu.
- nutzen eine geeignete Formelschreibweise.
- wenden die IUPAC-Nomenklatur zur Benennung organischer Verbindungen an.
- nutzen geeignete Anschauungsmodelle zur Visualisierung der Struktur von Verbindungen.
- führen Nachweisreaktionen durch.
- nutzen das EPA-Modell zur Erklärung von Molekülstrukturen.
- verwenden geeignete Formelschreibweisen zur Erklärung von Elektronenverschiebungen.
- führen Experimente zur radikalischen Substitution durch.
- führen Experimente zur elektrophilen Addition durch.
- leiten die Reaktionsmechanismen aus experimentellen Daten ab.
- nutzen induktive Effekte zur Erklärung von Reaktionsmechanismen.
- stellen Zusammenhänge zwischen den während der Reaktion konkurrierenden Teilchen und den Produkten her.
- nutzen geeignete Modelle zur Veranschaulichung von Reaktionsmechanismen.

**Kompetenzbereich Kommunikation**

Die Schülerinnen und Schüler...

- recherchieren Namen und Verbindungen sowie Verwendungen in Tafelwerken und weiteren Medien zu FCKW bzw. zu Ozon.
- vergleichen die Aussagen verschiedener Formelschreibweisen.
- unterscheiden Fachsprache und Alltagssprache bei der Benennung chemischer Verbindungen.
- diskutieren die Grenzen und Möglichkeiten der Anschauungsmodelle.
- stellen die Elektronenverschiebung in angemessener Fachsprache dar.
- versprachlichen mechanistische Darstellungsweisen.
- stellen die Aussagen eines Textes in Form eines Reaktionsmechanismus dar.
- analysieren Texte in Bezug auf die beschriebenen Reaktionen.
- argumentieren sachlogisch und begründen schlüssig die entstehenden Produkte.
- arbeiten im Team.
- recherchieren zu technischen Verfahren (Erweiterungsmöglichkeit).

### Kompetenzbereich Bewertung / Reflexion

Die Schülerinnen und Schüler...

- erkennen und beschreiben die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung von FCKW.
- reflektieren kritisch den Umgang mit FCKW.
- erkennen die Bedeutung der Fachsprache für Erkenntnisgewinnung und Kommunikation.
- reflektieren mechanistische Denkweisen als wesentliches Prinzip der organischen Chemie.
- reflektieren die Bedeutung von Nebenreaktionen organischer Synthesewege.
- entwickeln rückvernetzend zu Kenntnissen der UE „Treibstoffe“ eine eigene kritische Meinung zur Atmosphärenproblematik.
- verwenden zur Lösungsfindung Kenntnisse aus anderen Fachbereichen (z.B. Erdkunde).

### Erweiterungsmöglichkeiten

- Rückvernetzung ggf. in der UE zu Säure-Base falls der Bereich Rücktitrationen angesprochen wird in der quantitativen Bestimmung des Ozongehalts
- Die UE vernetzt sich über die Rolle des CO<sub>2</sub> mit dem Bereich Ozeanen, die im SP das Konzept des chemischen Gleichgewichts beinhaltet.

### Anregungen für Lehr- bzw. Lernmethoden

Schülerexperimente  
Lernen an Stationen  
Präsentationen

### Materialien und Fundstellen

*auszufüllen je nach Schulausstattung, z.B. Medien, Literatur, Software, Modelle ....es gibt Material von der Uni Duisburg in Bezug auf Treibhauseffekt, Klima und die Ozonproblematik, die Firma Hedinger hat eine Ozonapparatur im Verkauf mit ansprechenden Unterrichtsmaterialien*

### Ungefährer Zeitbedarf

Der zeitliche Bedarf hängt sehr stark von der Durchführung des Unterrichts ab. Für die Erarbeitung bis zur Gruppenarbeit mit Ozon unter der Voraussetzung der Behandlung der 2 genannten Mechanismen mit Bezügen zur GC ca. 8 Wochen bei 4stündigem Unterricht. Die Durchführung des Lernens an Stationen mit Eigenkontrolle umfasst pro Station maximal 1 Schulstunde.  
Der Anschluss an die UE zum chemischen Gleichgewicht umfasst ca. 16 Stunden, siehe Erweiterung zu diesem Dokubogen

### Möglichkeiten zur Leistungsbewertung

Gruppenarbeit  
Präsentationen  
Klausur

### Bemerkungen