

II.H.48

Chemie bestimmt unser Leben

Vom Kohlenstoffkreislauf zu nachhaltigen Energiequellen – Chemische Grundlagen der Energiewende

Dr. Monika Pohlmann, Moritz Sterken



© RAABE 2026 | Es gelten die [Lizenzbedingungen](#)

© NicoElnino/Stock/Getty Images Plus

In dieser Unterrichtseinheit werden die grundlegenden chemischen Prozesse und Reaktionen des Kohlenstoffkreislaufs und deren Bedeutung für die Energiewende untersucht. Die Lernenden erarbeiten die chemischen Grundlagen der Energieumwandlung, von fossilen Brennstoffen bis hin zu erneuerbaren Energiequellen. Besonderes Augenmerk wird auf die Mechanismen der Energieumwandlung, -speicherung und -nutzung gelegt, insbesondere durch Technologien wie Power-to-Gas. Die Schülerinnen und Schüler lernen die chemischen Reaktionen hinter fossilen und synthetischen Brennstoffen sowie innovative Ansätze zur Effizienzsteigerung in der Energiewirtschaft kennen. Dabei wird der Zusammenhang zwischen chemischen Reaktionen, Energieflüssen und der globalen Herausforderung des Klimawandels verdeutlicht, um nachhaltige Lösungen zu fördern und die Rolle von Chemie in der Energiezukunft zu erkennen.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:	11/12/13
Dauer:	8–10 Unterrichtsstunden
Kompetenzen:	1. Bewertungskompetenz; 2. Fachkompetenz; 3. Erkenntnisgewinnungskompetenz; 4. Kommunikationskompetenz
Inhalt:	Kohlenstoffkreislauf, erneuerbare Energien, fossile Energieträger, Energieumwandlung

Auf einen Blick

1.–2. Stunde

Thema: Kohlenstoffkreislauf

M 1 Kohlenstoffverbindungen in natürlichen Kreisläufen

Benötigt: 2 Gläser
 1 Ball, der in die Gläser passt

3.–5. Stunde

Thema: Herkunft fossiler Energieträger

M 2 Chemische Prozesse der Inkohlung und Verbrennung

M 3 Bildung, Struktur und Nutzung flüssiger und gasförmiger Energieträger

6.–7. Stunde

Thema: Energiewende?

M 4 Chemische und elektrochemische Konzepte moderner Energiesysteme

M 5 Elektrolyse und Methanisierung im Überblick

M 6 Energiesysteme im Wandel – Naturwissenschaftliche, politische und gesellschaftliche Perspektiven

Benötigt: Internetfähige Endgeräte

8. Stunde

Thema: Rollenspiel und Erklärvideo

M 7 Energietechnologien erklären – Chemische Konzepte kreativ darstellen und kommunizieren

Benötigt: Geräte mit Video- und Tonaufzeichnungsfunktion
 farbige Papierbögen
 Scheren
 Lichtquellen (Schreibtischlampen, o. Ä.)
 Stativ, alternativ: 1 Pappkarton

Bildung, Struktur und Nutzung flüssiger und gasförmiger Energieträger

M 3

A: Erdöl aus urzeitlichen Algen in den Tiefen ehemaliger Schelfmeere

Früh waren die Urozeane voller Leben. Bereits vor 3,8 Mrd. Jahren entwickelten sich einfache Bakterien in den Meeren. Und obwohl der Sauerstoffgehalt in den Weltmeeren und in der Uratmosphäre vor rund 800 Mio. Jahren so gering war, dass bisher mehrzelliges, tierisches Leben in dieser Zeit für unmöglich gehalten wurde, konnten fossile Schwämme auf und neben Riffen, die von Kalk bildenden und Fotosynthese betreibenden Cyanobakterien aufgebaut worden waren, nachgewiesen werden. Vor 400 Mio. Jahren bevölkerten zahlreiche im freien Wasser schwebende, tierische und pflanzliche Kleinstlebewesen die Meere. Den größten Anteil an der Zusammensetzung des Erdöls hatten die Algen in den nährstoffreichen tiefen Meeresbereichen der Schelfmeere, der Kontinentalsockel. Dort sinken die Algen nach ihrem Absterben zusammen mit Tonpartikeln zum Meeresgrund ab. Die betreffenden Meeresböden zeichnen sich durch sauerstoffarme Bedingungen aus. Daher konnte die Biomasse der Algen durch Mikroorganismen nicht vollständig zersetzt werden. Es fand lediglich ein Abbau der organischen Stoffe durch anaerobe Gärprozesse statt, welche auch als Fäulnis bezeichnet werden. Dabei werden organische Moleküle chemisch umgewandelt und teilweise in einfachere Kohlenwasserstoffe überführt. Unter anaeroben Bedingungen geschieht die Kohlenstoffumsetzung äußerst langsam und unvollständig. Im Laufe der Zeit wurde die kaum zersetzte Biomasse des abgestorbenen Planktons von Sand und Gesteinen zunehmend überdeckt und durch Meeresströmungen vom Ort der Entstehung verdriftet. Über einige Jahrmillionen hinweg entstanden mächtige Sedimentfolgen mit einem hohen Anteil an organischem Material. Es entstand ein Fäulnisschlamm.

Der Druck auf die faulende Biomasse nahm durch das zunehmende Gewicht kontinuierlich zu, und mit dem Druck stieg auch die Temperatur an. So weit, dass die organischen Substanzen durch thermische Zersetzungsprozesse (Cracking) in immer kürzere Kohlenwasserstoffketten zerfielen. Das Wasser wurde aus der Tiefenschicht herausgepresst und der Anteil an Kohlenstoff nahm immer weiter zu. Durch weitere Verdichtungen entstanden Erdölmuttergesteine. In diesen porösen Gesteinen bildeten sich bei Temperaturen von 135 °C – 150 °C noch kürzere Kohlenwasserstoffketten. Durch den hohen Druck wurden die Kohlenwasserstoffe aus den Erdölmuttergesteinen herausgepresst und wanderten aufgrund ihrer geringen Dichte durch die porösen Sedimente nach oben, solange, bis sie auf eine undurchdringliche Schicht stießen. In diesen Fallenstrukturen sammelte sich das flüssige Stoffgemisch aus kurzkettingen Kohlenwasserstoffen, welches wir Erdöl nennen. Erdöl ist ein komplexes Gemisch aus Kohlenwasserstoffen unterschiedlicher Kettenlängen und hat einen Kohlenstoffgehalt von 83–87 %. Die erstaunliche Verwandlung von Plankton in den gelb-schwarzen, stinkenden und klebrigen Rohstoff Erdöl kann zwischen 10 000 und einigen Mio. Jahren andauern.

B: Erdgas aus Plankton bei hoher Temperatur

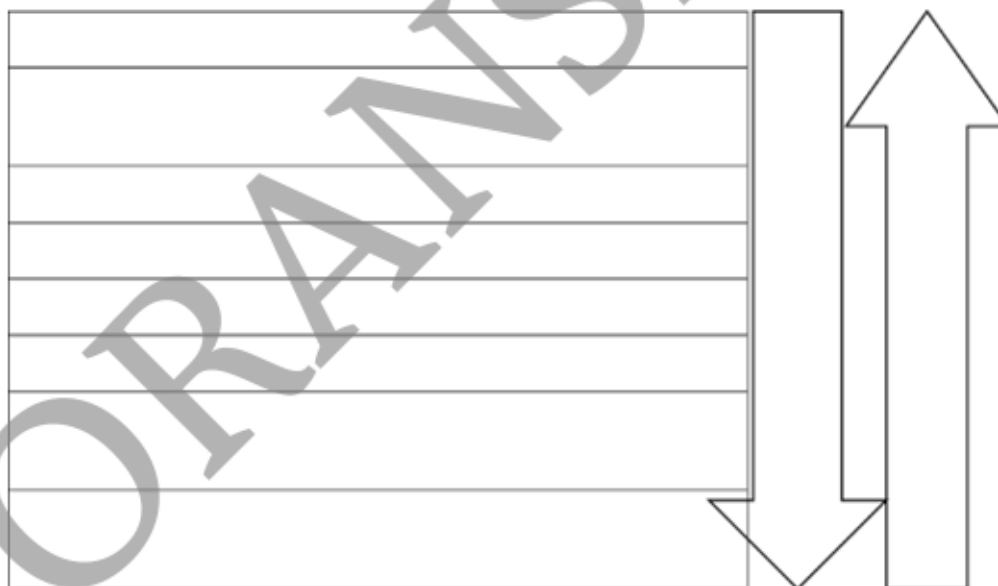
Erdgas entsteht auf ähnliche Weise wie Erdöl. Allerdings muss die Temperatur höher als 150 °C sein. Die organischen Moleküle zerfallen dann in kleinstmögliche Kohlenwasserstoffe, die gasförmig vorliegen. Dabei handelt es sich um thermische Zersetzungsreaktionen organischer Verbindungen. Ein Hauptbestandteil von Erdgas ist Methan (CH_4). Methan gehört zur Stoffklasse der Alkane und ist der einfachste Kohlenwasserstoff. Entsprechend liegt der Kohlenstoffanteil von Erdgas bei etwa 75 %. Aufgrund der geringen Molekülgröße diffundiert Methan durch die Poren der Gesteine in Richtung Erdoberfläche und sammelt sich ebenfalls in Fallenstrukturen. Es bilden sich Gaskappen. Oft wird eine Mischung der beiden Energieträger gefunden, da sich Erdgas in Erdöl löst und sogenanntes Erdölgas bildet. Erdöl und Erdgas werden über Bohrlöcher gefördert.

C: Aggregatzustand und Anwendungsbereich von Brennstoffen

Aggregatzustand	Brennstoff	Anwendungsbereich
fest	Steinkohle Braunkohle	Stromerzeugung, Wärmeerzeugung in Kraftwerken Heizen in Privathaushalten (eher selten)
fest	Holz Pellets Hackschnitzel	Heizen Stromerzeugung
flüssig	Heizöl	Heizen
gasförmig	Erdgas	Heizen, Kochen, PKW-Kraftstoff

Aufgaben

- Laut Duden ist ein Fossil ein „als Abdruck, Versteinerung o. Ä. erhaltener Überrest von Tieren oder Pflanzen aus frühen Epochen der Erdgeschichte“. **Erläutern** Sie unter Einbezug ihrer chemischen Zusammensetzung und Entstehungsprozesse im Plenum, warum Erdöl und Erdgas nach dieser Definition als „Fossiler Energieträger“ bezeichnet werden können.
- Tragen** Sie die Schichten eines Bodens, der Vorläufer von Erdöl- bzw. Erdgaslagerstätten war, in die Grafik ein. **Schreiben** Sie in die Pfeile, in welche Richtung der Kohlenstoffgehalt auf molekularer Ebene und in welche Richtung der Wassergehalt zunimmt. **Tauschen** Sie sich im Tandem aus.



© RAABE

- Erstellen** Sie auf der Basis der Informationen einen Steckbrief über Erdgas und Erdöl unter Berücksichtigung chemischer Eigenschaften. Berücksichtigen Sie insbesondere die Zusammensetzung aus Kohlenwasserstoffen und typische Reaktionen.
- Beurteilen** Sie die Bedeutung von Erdgas und Erdöl im globalen Kohlenstoffkreislauf.
- Vergleichen** Sie kriteriengeleitet in einer Tabelle die Energieträger Erdgas und Erdöl mit den Energieträgern Braunkohle und Steinkohle. **Tauschen** Sie sich im Tandem aus. **Erläutern** Sie im Plenum Gemeinsamkeiten und Unterschiede.





M 7

Energietechnologien erklären – Chemische Konzepte kreativ darstellen und kommunizieren

A: Rollenspiel

Sie sind verantwortlich für die Öffentlichkeitsarbeit im Energieunternehmen *Agathe Power AG*, in welchem darüber nachgedacht wird, mehrere Braunkohlekraftwerke in Wärmespeicherkraftwerke umzubauen. Deshalb hat die Unternehmensleitung Sie beauftragt, ein Erklärvideo zu erstellen, mit dem die *Agathe Power AG* Investoren anwerben und die zukunftssträchtige Idee im gesamten Unternehmen präsentieren kann. Folgende Anforderungen stellt die Unternehmensleitung an den *Explainity-Clip*: (a) 30–60 s Dauer, (b) Legetechnik, (c) für Laien gut verständlich, dennoch nicht oberflächlich, (d) eindrucksvolle Präsentation der innovativen neuen Technik, (e) auch Verdeutlichung betroffener biologischer Phänomene.

B: Gütekriterien im Feedbackbogen

Das Erklärvideo ...				
... ist technisch sauber produziert: ausreichendes Licht, keine Störgeräusche, ruckelfrei etc.				
... verwendet einfache, klare Bilder: Icons, Symbole etc.				
... achtet auf die Bild-Ton-Schere: Bild und Ton ergänzen sich und passen zeitlich zueinander; das Bild ist nicht nur eine Kopie des Wortes.				
... ist sachlich korrekt und vermittelt zentrale Inhalte.				
... ist nachvollziehbar und verständlich.				
... ist unterhaltsam und kreativ gestaltet.				

Quelle Emojis: © bortonia/DigitalVision Vectors/Getty Images

Aufgaben

- Gestalten Sie im Filmteam einen *Explainity-Clip* mit dem Titel: „Vom Kohle- zum Wärmekraftwerk – Innovation für die Zukunft?
 - Entwerfen** Sie dazu einen interessanten Sprechertext und fertigen Sie Zeichnungen an, mit denen Sie den Text ergänzen können. Diese sollten anschaulich und übersichtlich gestaltet sein, da zu detaillierte Abbildungen vom gesprochenen Text ablenken.
 - Entwickeln** Sie ein Storyboard in Form einer Tabelle, in der Sie die einzelnen Filmszenen beschreiben. In der Storyboard-Tabelle sollte die vorgesehene Zeit, die Zeichnungen, der dazu eingesprochene Text und ggf. weitere Hinweise oder Anmerkungen notiert werden.
 - Proben** Sie den Durchlauf so oft, bis er sicher funktioniert. **Zeichnen** Sie dann das Erklärvideo auf.
 - Stellen** Sie den fertigen *Explainity-Clip* der „Unternehmensleitung“ (den anderen Arbeitsgruppen im Kurs) zur Begutachtung vor.
- Beurteilen** Sie die konkurrierenden Clips anhand der Gütekriterien des Feedbackbogens (B) und **reflektieren** Sie die Arbeit an Ihrem eigenen Produkt im Plenum selbstkritisch.