

I.G.32

Chemie bestimmt unser Leben

Chemie schafft Mobilität – Eine Aufgabensammlung für die Sekundarstufe I

Hubert Giar



© piranke/E+

Diese Aufgabensammlung behandelt die chemischen Grundlagen moderner Mobilität, von traditionellen Metallen über leistungsfähige Kunststoffe bis hin zu zukunftsweisenden Energiespeichern. Fahrzeuge bestehen aus einer Vielzahl an Werkstoffen, deren Auswahl durch chemische Eigenschaften, Verfügbarkeit und Nachhaltigkeit bestimmt wird. Hinter der sichtbaren Technik stehen vielfältige chemische Prozesse. Antworten auf die Fragen, welche Rohstoffe für Motor und Getriebe, für fossile und erneuerbare Treibstoffe sowie für Akkus benötigt werden, werden erarbeitet.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:	10
Dauer:	7 Unterrichtsstunden
Kompetenzen:	1. Bewertungskompetenz, 2. Erkenntnisgewinnungskompetenz, 3. Fachkompetenz, 4. Kommunikationskompetenz, 5. Sachkompetenz
Inhalt:	Metalle, Oxide, Sulfide, Halogenide, Sulfate, Carbonate, Nomenklatur, Reaktionsgleichungen, Redoxreaktionen, Stoffeigenschaften, stöchiometrisches Rechnen, Kunststoffe, Kraftstoffe, fossile und erneuerbare Energieträger, Akkus, Energie und Ökobilanz

Auf einen Blick

Chemie schafft Mobilität

M 1	Metalloxide aus Erzen
M 2	Gewinnung von Kupfer
M 3	Eisen aus dem Hochofen
M 4	Aluminiumgewinnung mit Elektrolyse
M 5	Metalle für Akkus zur E-Mobilität
M 6	Metalle für Elektromotoren
M 7	Fahrzeugmetalle im Vergleich
M 8	Ranking der Metalle
M 9	Moderne Werkstoffe
M 10	PVC und Kautschuk
M 11	GFK und Polyester
M 12	Energie aus dem Blei-Akku
M 13	Energie aus dem Lithium-Ionen-Akku
M 14	Energieträger für Verbrenner
M 15	Kraftstoffe und Klimabilanz

M 3

Eisen aus dem Hochofen

Die Herstellung von Eisen aus Eisenoxid erfolgt im großtechnischen Maßstab in Hochöfen. Diese meist aus feuerfesten Ziegelsteinen gemauerten Türme sind oft über 35 Meter hoch und haben einen Durchmesser von etwa 8 Metern. Sie werden von oben mit mehreren Lagen aus Koks (Kohle, Kohlenstoff) und Eisenerz (Eisen(III)oxid) und sogenannten Zuschlägen beschickt.

In die unterste Kohleschicht wird Luft mit einer Temperatur von über 1000 °C eingeblasen. Unter diesen Bedingungen reagiert der Kohlenstoff mit dem Sauerstoff der Luft zu Kohlenstoffmonoxid (CO). Dieses heiße Gas steigt nach oben und reagiert in der darüber liegenden Schicht mit dem Eisen(III)oxid zu Eisen und Kohlenstoffdioxid (CO₂). Das entstehende Eisen schmilzt bei den hohen Temperaturen und fließt nach unten ab. Das heiße Kohlenstoffdioxid steigt weiter auf und reagiert in der nächsthöheren Schicht aus Kohle mit Kohlenstoff wieder zu Kohlenstoffmonoxid. Das Kohlenstoffmonoxid steigt in die nächste Schicht mit Eisen(III)oxid und reagiert dort erneut. So entsteht ein kontinuierlicher Prozess. Von oben werden laufend neue Schichten aus Koks, Eisenerz und Zuschlägen nachgefüllt. Ein Hochofen wird in der Regel ununterbrochen über mehrere Jahre betrieben.

Aufgaben

1. **Ergänze** den Text und die Reaktionsgleichungen.

Im Hochofen reagiert Kohlenstoff mit dem Sauerstoff aus der Luft nach der Reaktionsgleichung: _____ + _____ → _____.

Dieses Gas reagiert mit Eisen(III)oxid (Fe₂O₃) zu _____ (Formel: _____) und _____ (Formel: _____) nach der Reaktionsgleichung:

_____ + _____ → _____ + _____.

Ein wesentlicher Teil des entstandenen Kohlenstoffdioxids reagiert erneut mit Kohlenstoff zu Kohlenstoffmonoxid. Die Reaktionsgleichung in der Formelsprache dazu ist:

_____ + _____ → _____.

Die Oxidationsstufen der Atome in den beteiligten Stoffen sind im Fe₂O₃ _____ und _____, im CO _____ und _____, im CO₂ _____ und _____ im Fe O und im C _____. Bei den Reaktionen werden die C-Atome im Kohlenstoffdioxid _____, die Eisenatome im Eisen(III)oxid werden _____. Die Reaktionsgleichung zur Gesamtreaktion lautet:

_____ Fe₂O₃ + _____ C → _____ Fe + _____ CO₂

- 2.

- a) **Berechne** die Masse von Eisen(III)oxid, die rechnerisch mindestens für die Herstellung von einer Tonne Eisen eingesetzt werden muss. Entnehme weitere dazu notwendige Angaben dem Periodensystem der Elemente (PSE).

- b) **Berechne** die Masse Kohlenstoffdioxid, die rechnerisch für die Produktion von einer Tonne Eisen freigesetzt wird. Weitere notwendige Informationen sind auch hier dem PSE zu entnehmen.

3. Roheisen ist bezogen auf die Menge der wichtigste Grundstoff für die Stahlherstellung. Für die Gewinnung von Eisen für grünen Stahl wird anstelle des Kohlenstoffes Wasserstoff eingesetzt.

- a) **Formuliere** die Reaktionsgleichung zu diesem Syntheseweg:

_____ + _____ H₂ → _____ + _____.

- b) **Erläutere** den Hintergrund für die Bezeichnung „grüner Stahl“.

Fahrzeugmetalle im Vergleich

M 7

Metallische Werkstoffe spielen eine zentrale Rolle im Fahrzeugbau, sowohl in Autos mit Verbrennungsmotor als auch in modernen Elektrofahrzeugen. Dabei stehen traditionelle metallische Werkstoffe modernen Technologiemetallen gegenüber. Einige Eigenschaften und einige Strukturmerkmale dieser Metalle werden gegenübergestellt.

Aufgaben

1. Aluminium ist ein typisches Leichtmetall, Blei ein typisches Schwermetall. Eisen wird weder den Leichtmetallen noch den Schwermetallen zugeordnet. Der Grund für diese Zuordnungen sind die unterschiedlichen Dichten der Metalle.

Sie betragen für Aluminium $2,7 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$, für Eisen $7,9 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ und für Blei $11,3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

- a) In einem Versuch soll die Dichte von Aluminium bestimmt werden. Dafür steht ein Körper aus Aluminium zu Verfügung. Er hat etwa die Größe einer Haselnuss und ist herzförmig. **Entwickle** eine Anleitung zur Durchführung dieses Versuches mit allen notwendigen Geräten.

- b) **Gib** realistische Ergebnisse zu diesem Versuch an.

2. **Liste** in der Tabelle alle in den Arbeitsblättern M 2 bis M 7 genannten Metalle auf (außer K). **Ergänze** die Symbole, die Ordnungszahlen (Z), die chemischen Atommassen (A), die Stellung im PSE und die in den Verbindungen häufig auftretenden Oxidationsstufen (OxSt), ebenso die Zugehörigkeit zu den Schwer- (SM) oder Leichtmetallen (LM).

Name	Symbol	Z	A	Position im PSE	OxSt	SM/LM

3. Bei der Auswahl der Metalle im Fahrzeugbau sind deren Eigenschaften entscheidend. **Ergänze** den typischen Einsatzbereich in Autos und die dafür gewünschten Eigenschaften.

Metall	Einsatzbereich im Auto	gewünschte Eigenschaft
Eisen		
Aluminium		
Kupfer		
Neodym		

M 10

PVC und Kautschuk

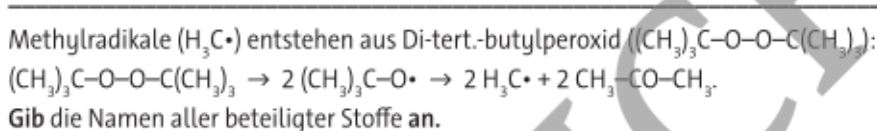
Kunststoffe entstehen nach einem bestimmten Prinzip. Aus vielen kleinen Molekülen (Monomeren) bilden sich große Moleküle (Makromoleküle). Diese sind riesig und können eine Molekülmasse von über 100 000 u haben, manchmal sogar mehr als 1 000 000 u. Ein Makromolekül kann aus gleichen Monomeren oder aus verschiedenen Monomeren aufgebaut sein.

Bei der Polymerisation reagieren viele gleiche Monomere miteinander. Dafür müssen diese Monomere hier mindestens eine C-C-Doppelbindung enthalten.

Wegen der Größe der Produkte werden bei chemischen Reaktionsgleichungen meist nur wenige Monomere und ein Ausschnitt des Makromoleküls angegeben. Die Reaktion kann beispielsweise durch ein Radikal gestartet werden. Das sind Atome oder kleine Moleküle mit einem sehr reaktiven freien Elektron.

Aufgaben

1. a) Ein einfaches Radikal ist das Bromradikal ($\text{Br}\cdot$). Durch die Einwirkung von Sonnenlicht kann ein Brommolekül in zwei Bromradikale zerfallen. **Formuliere** dazu die Reaktionsgleichung.



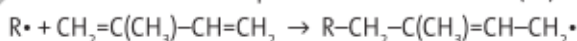
2. a) Das Methylradikal greift ein Molekül **Vinylchlorid** an. Dabei wird eine der an der **Doppelbindung beteiligten Bindung** gespalten. Ein um zwei C-Atome vergrößertes neues Radikal entsteht. Die Reaktionsgleichung mit Halbstrukturformeln dazu lautet:

- b) Das neue Radikal reagiert mit einem weiteren Vinylchlorid-Molekül und das Produkt wieder mit einem Vinylchlorid-Molekül. So wiederholt sich die Reaktion immer wieder. Bei jedem Schritt wird das Molekül um zwei C-Atome verlängert.
Setze für die Reaktion ein Methylradikal und drei Vinylchlorid-Monomere ein.

- c) Zwei Produkte aus b) sollen miteinander zu einem großen, abgeschlossenen Polymer reagieren. Das Produkt ist Polyvinylchlorid (PVC). **Gib** dessen Halbstrukturformel an.

3. Das Monomer Methylmethacrylat (MMA) enthält ebenfalls eine C-C-Doppelbindung. Die Seitenketten $-\text{CH}_3$ und $-\text{COOCH}_3$ bleiben bei der Polymerisation erhalten. Das Produkt ist Acrylharz. **Gib** die Strukturformel eines Polymeren mit drei MMA-Einheiten an. Die Enden sollen durch Methylradikale gekennzeichnet sein.

4. Bei der Reaktion des Isoprens mit einem Radikal ($\text{R}\cdot$) bleibt eine Doppelbindung erhalten:



Auch bei der Bildung des Makromoleküls bleibt so pro Monomeres eine Doppelbindung erhalten. So werden Polymere mit C-C-Doppelbindungen gebildet. Die polymerisieren weiter zu Makromolekülen mit noch größeren Molekülmassen und vernetzten Strukturen. Das Produkt ist elastisch. Es ist synthetischer Kautschuk. **Gib** die Strukturformel (Skelettformel) eines Polymer-Moleküls mit drei Isopreneinheiten an mit den Radikalen ($\text{R}\cdot$) an den Enden.