

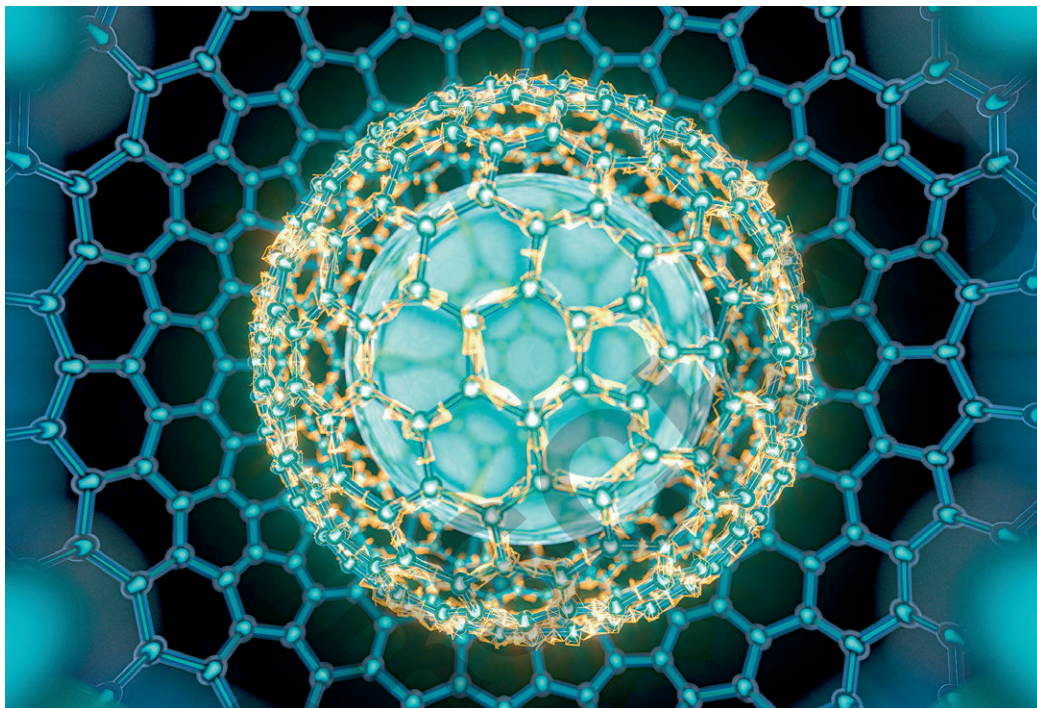
# I.C.17

## Elemente und ihre Verbindungen

# Besondere Kohlenstoffverbindungen – vom Methanhydrat zur Nanoröhre

Ein Beitrag von Dirk Beyer

Mit Illustrationen von Wolfgang Zettlmeier



© RAABE 2021

© Jian Fami/Stock/Getty Images Plus

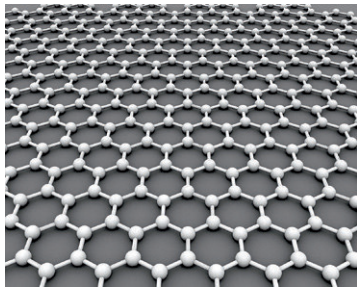
Das Element Kohlenstoff, seine Modifikationen und Verbindungen bilden die Grundlagen der organischen Chemie. Sie gestalten den Übergang zwischen den Sekundarstufen und fungieren als wichtige Schnittstelle zwischen Schule, Forschung und Industrie. Diese Unterrichtseinheit führt schwerpunkttechnisch in die wichtigsten Modifikationen des Kohlenstoffs ein und demonstriert deren Besonderheiten für die Zukunft der aktuellen Forschung aus Chemie und Materialwissenschaft. Hierbei bedient er sich aktuellen (digitalen) Methoden des Präsenz- und Distanzlernens.

### KOMPETENZPROFIL

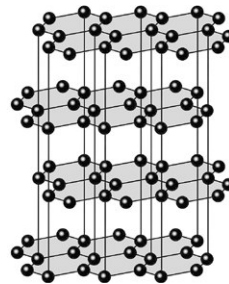
<b>Klassenstufe:</b>	10 (G8), 10/11 (G9)
<b>Dauer:</b>	4 Unterrichtsstunden
<b>Kompetenzen:</b>	1. Umgang mit Fachwissen: Struktur-Eigenschafts-Beziehungen – Strukturen von C-Modifikationen beschreiben und deuten; 2. Erkenntnisgewinnung: Eigenschaften neuer Materialien
<b>Thematische Bereiche:</b>	Organische Chemie, Kohlenstoffchemie und -verbindungen
<b>Medien:</b>	Texte, Bilder, Video-Links

# Grundlagen der Kohlenstoffchemie

M 2



© AlexanderAIUS/Wikimedia cc by sa 3.0



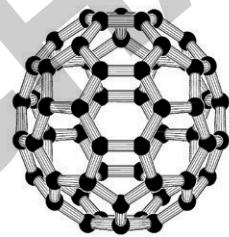
Grafik: Wolfgang Zettlmeier

Graphen:

Graphit:



© Thinkstock/iStock



© Rob Hooft/wikimedia cc by sa 3.0

Diamant:

Fulleren:

## Aufgaben

1. **Bearbeiten** Sie in Einzel-, Kleingruppen- oder Partnerarbeit die Materialien zu Graphen, Diamant und Fulleren.
2. Verwenden Sie **dieses Material** als Übersicht/Laufzettel und **fassen** Sie die wichtigsten Informationen bez. der Chemie des Kohlenstoffs und seinen Modifikationen in Stichpunkten **zusammen**. **Recherchieren** Sie die wichtigsten Informationen zu Graphit selbstständig im Internet.
3. **Vergleichen** Sie am Ende die Ergebnisse in Partnerarbeit und **ergänzen** Sie ggf. neue Informationen.



## Diamant – ein harter Stoff

M 4



©Ptukhina Natasha/Wikimedia cc  
by-sa 3.0

Diamanten zählen zu den weitaus selteneren Modifikationen des Kohlenstoffs und bilden unterschiedliche kristalline Strukturen. Sie sind i. d. R. transparent und der härteste natürliche Stoff auf unserem Planeten. Aufgrund ihrer Reinheit und optischen Wirkung (hohe Lichtbrechung) werden Rohdiamanten seit Tausenden von Jahren zu geschliffenen Schmucksteinen verarbeitet.

Schmuckdiamanten (sog. Brillanten) entstehen im Erdmantel unter enorm hohem Druck und bei Temperaturen von 1200 °C bis 1500 °C, sodass sie meist aus erloschenen Vulkanen oder Mienen in großer Tiefe geborgen werden. Nur unter diesen speziellen Bedingungen verändert Graphit seine Struktur. Bereits der berühmte französische Chemiker A. Lavoisier erkannte 1772, dass Diamanten aus reinem Kohlenstoff bestehen. Als Nachweis verbrannte er einen Diamanten mithilfe einer Brennlinsen und wies das entstandene Kohlenstoffdioxid vor den Augen der Pariser Bevölkerung nach. Die Herstellung synthetischer Diamanten gelang erstmals am 15. Februar 1953 dem Physiker Erik Lundblad mithilfe einer Form des sogenannten Hochdruck-Hochtemperatur-Verfahrens (HPHT – englisch: high-pressure high-temperature). Dabei wird Graphit in einer hydraulischen Presse bei Drücken von bis zu 60.000 bar und Temperaturen von über 1500 °C zusammengepresst. Unter diesen Bedingungen ist Diamant die stabilere Form von Kohlenstoff, sodass sich der Graphit zu Diamant umwandelt. Künstliche Diamanten finden ihre Verwendung besonders in Hochleistungsbohrmaschinen und in Polierpasten zur Bearbeitung von Oberflächen.

### Aufgaben

1. **Vergleichen** Sie die Molekülstruktur eines Diamanten mit der des Graphits. Welche Unterschiede liegen vor und welchen Einfluss haben diese auf die Eigenschaften des Stoffes?
2. **Rechercheaufgabe:** Brillanten können unterschiedliche Färbungen annehmen. Diese sind häufig abhängig vom Fundort des Rohdiamanten. **Führen** Sie eine Internetrecherche **durch** und **erklären** Sie die Verfärbungen.

### Wussten Sie?

#### Megabohrer wühlen sich durch Londons Untergrund

Die Schächte der Londoner U-Bahn (TUBE) sowie der Tunnel zwischen Calais und Dover wurden mithilfe gigantischer Bohrmaschinen gefertigt. Diese arbeiten häufig mehrere Tage ohne Unterbrechung und bohren sich durch verschiedene Schichten extrem harter Gesteinsmengen. Die Köpfe der Bohrer müssen eine extreme Härte und Robustheit aufweisen und werden zu diesem Zweck mit künstlichen Diamanten bestückt.



© Dream out loud/wiki  
mediacommens/gemein-  
frei gestellt



<https://raabe.click/ch-Diamantbohrer>

## Kohlenstoffnanoröhren – Verwendung

M 6.2

**Verbesserung von Bild- und Energieträgern**

Mithilfe von Beimischungen von CNTs zu Lithiumakkus konnten deutliche Verbesserungen in der Speicherkapazität festgestellt werden. Auch die Konstruktion von Hochleistungsdisplays aufgrund der elektrischen Leitfähigkeit der CNTs ist im Versuchsstadium.

**Funktionalisierter Wirkstofftransport**

In der Medizintechnik sollen zukünftig gezielt Medikamente in die CNTs eingeschleust und auf diese Weise direkt an die entsprechenden Stellen im Körper transportiert werden. Die CNTs sollen hierbei besonders biokompatibel und selektiv agieren.

**Weltraumlifte**

Zukünftig sollen Weltraumlifte an CNT-Seilen die Erde verlassen und zur Raumstation hochgezogen werden können.


**Verbesserung von Kunststoffen**

CNTs werden mit herkömmlichen Kunststoffen gemischt. Auf diese Weise wird deren Stabilität und Zugfestigkeit extrem verbessert. So enthalten z. B. Bootsmaterialien und Tennisschläger häufig CNT-Anteile.


**Katalysetechnik**

Mithilfe von CNTs lassen sich neue Katalysatoren und Biokatalysatoren entwickeln. Hierzu werden Fremdmoleküle (z. B. Metallionen) auf der Oberfläche der CNTs angebracht.

**Kurzfilme zur aktuellen Kohlenstoffnanotechnologie**



<https://raabe.click/ch-carbon-nanotubes>



<https://raabe.click/ch-Nano-Revolution>



### Aufgaben

Bearbeiten Sie die folgenden Aufgaben mit der Think-Pair-Share-Methode.

1. **Lesen** Sie die kurzen Infotexte zur Verwendung der CNTs im Alltag.
2. **Betrachten** Sie anschließend die Kurzfilme zur aktuellen Kohlenstoffnanotechnologie.
3. **Ergänzen** Sie neue Aspekte in der Mindmap (THINK, Einzelarbeit).
4. **Vergleichen** Sie anschließend Ihre Ergebnisse aus **Aufgabe 3** mit einem Partner und ergänzen Sie ggf. wichtige Details (PAIR, Partnerarbeit).
5. **Diskutieren** Sie im Plenum über die Relevanz und Ergiebigkeit der unterschiedlichen Einsatzmöglichkeiten und **erstellen** Sie eine Rangliste (SHARE, Plenumsdiskussion).