

Allotrope Kohlenstoffmodifikationen

Ein Vortrag von Patrick Knicknie

Datum: 04.05.06 Raum:112

- **Themen:**

1. Was ist Allotrop?

2. Unterschiedliche Kohlenstoffmodifikationen

3. Der Graphit

4. Der Diamant

5. Die Fullerene

- **Was ist Allotrop?**

Die Allotropie bezeichnet unterschiedliche Modifikationen eines Elementes, die sich sowohl in ihren chemischen als auch in ihren physikalischen Eigenschaften unterscheiden.

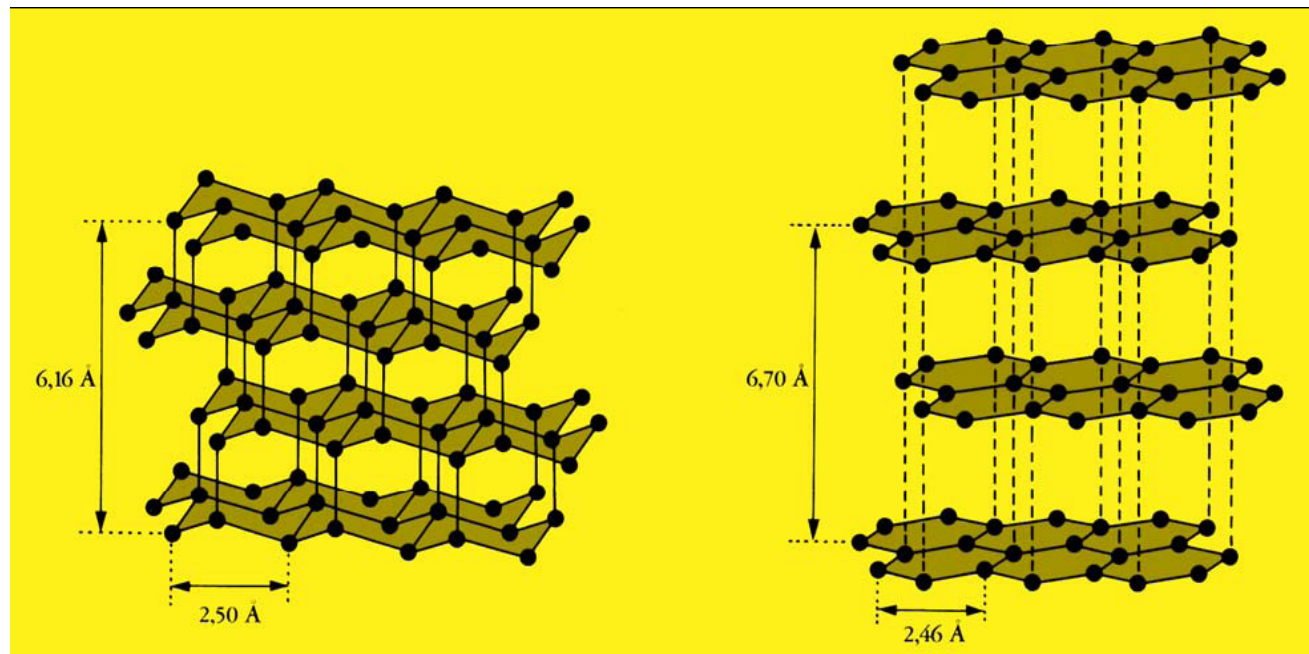
2. Unterschiedliche Kohlenstoffmodifikationen

Es gibt drei unterschiedliche Kohlenstoffmodifikationen, den Graphit, den Diamanten und die Fullerene.

Graphit und Diamant sind schon seit dem Altertum bekannt und kommen in der Natur vor, während die Fullerene erst im späten 20. Jahrhundert künstlich hergestellt wurden.

Graphit ist die thermodynamisch stabilste Modifikation des Kohlenstoffs, er ist um 2 kJ/mol stabiler als der Diamant.

Diamant- und Graphitaufbau:



3. Der Graphit

Der Graphit besteht aus ebenen Schichten, wobei jedes C- Atom sp^2 hybridisiert und so mit jeweils drei anderen C- Atomen aus derselben Schicht verbunden ist.

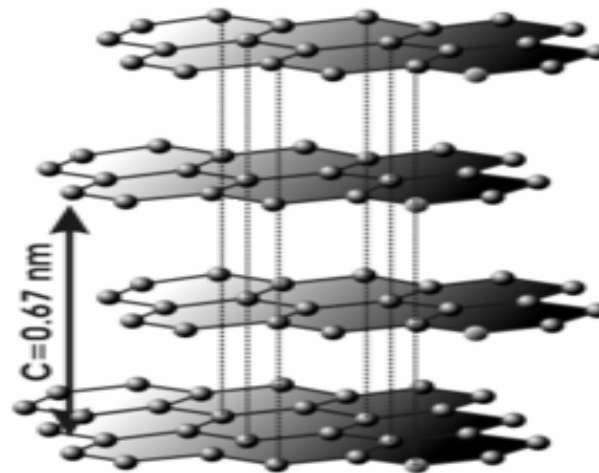
Die parallel gestapelten Schichten werden nur durch relativ schwache Van der Waals- Kräfte zusammengehalten.

Der kürzeste Abstand zwischen Kohlenstoffatomen aus zwei benachbarten Schichten beträgt 335pm, während miteinander verbundene Kohlenstoff- Atom innerhalb einer Schicht nur 141,5pm weit voneinander entfernt sind.

Die Schichten lassen sich leicht gegenseitig verschieben, deshalb ist Graphit weich und als Schmiermittel verwendbar.

Die C-C- Bindungslänge im Graphit (141,5pm) ist kürzer als im Diamant (154pm) und zeigt einen Mehrfachbindungsanteil an, wobei jeder Bindung eine Bindungsordnung von $1 \frac{1}{3}$ zukommt.

Graphit- Schichten:



- **3. Der Graphit**

Die sp^2 -Hybridorbitale bilden einen Winkel von 120° , daraus resultiert die planare Schicht von Sechsecken. Zu den Sigma-Bindungen trägt jedes C-Atom drei Valenzelektronen bei. Das vierte Valenzelektron ist daran nicht beteiligt; es gehört zu einem p-Orbital, das senkrecht zur Schicht orientiert ist.

Insgesamt entsteht dabei ein ausgedehntes Pi-Bindungssystem, das sich über die gesamte Schicht erstreckt, und zu dem jedes C-Atom ein Elektron beiträgt. Dementsprechend ist Graphit ein elektrischer Leiter.

Die Leitfähigkeit ist anisotrop, d. h. ungleich in unterschiedlichen Richtungen: parallel zu den Schichten ist die Leitfähigkeit groß, senkrecht dazu ist sie gering. Graphit ist ein weicher, schwarzer Festkörper mit einem gewissen metallischen Glanz. Er hat eine geringere Dichte als Diamant.

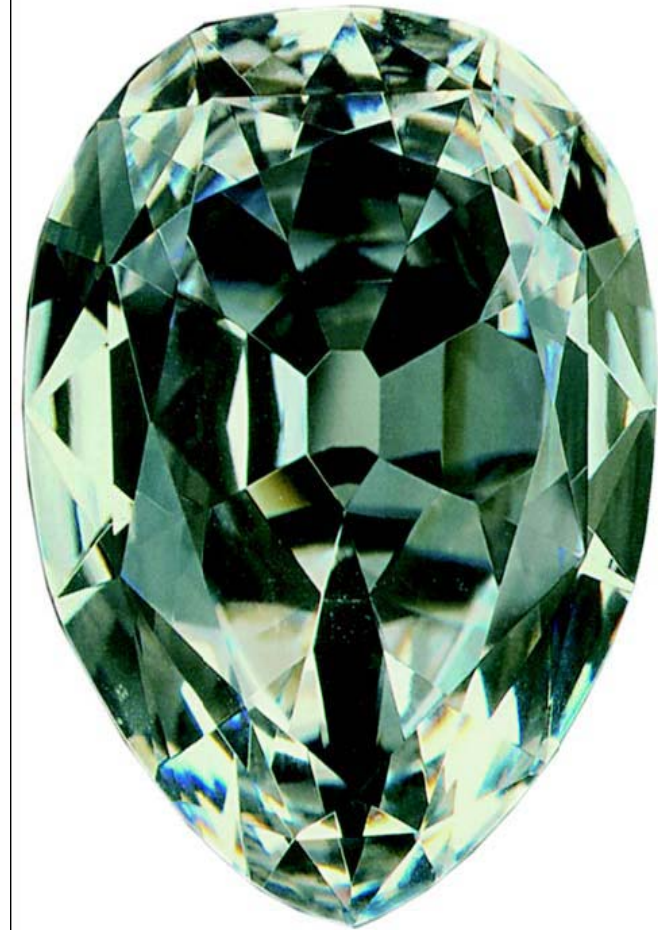
Graphit wird aus Kohle gewonnen und unter anderem in Elektroden und in Bleistiften eingesetzt.



- **4. Der Diamant**

Diamant besteht aus einer dreidimensionalen Raumnetzstruktur, in der jedes Kohlenstoff- Atom mit vier anderen Kohlenstoff- Atomen kovalent verknüpft ist. Den Kohlenstoff- Atomen kann die Hybridisierung sp^3 zugeschrieben werden; sämtliche Valenzelektronen sind an kovalenten Bindungen beteiligt. Dementsprechend ist Diamant extrem hart, sehr stabil, hat einen sehr hohen Schmelzpunkt und leitet den elektrischen Strom nicht.

Das Netzwerk der Kohlenstoff der Kohlenstoff- Atome im Diamant kann als ein System von dreidimensional verknüpften, gewellten Sechsecken beschrieben werden. Insgesamt ist die Struktur kubisch; die Elementarzelle ist kubisch- flächenzentriert, mit C- Atomen in den Ecken und den Flächenmitten sowie in den Mitten von vier der acht Achtelwürfel der Zelle. Diamant hat Zinksulfid- Struktur.



- **4. Der Diamant**

Diamant ist ein farbloses und transparentes Material das den maximalen Härtegrad 10 besitzt. Aufgrund dieser Diamantenmine Eigenschaften wird Diamant als Schmuck und in Diamantbohrern verwendet.

Diamant ist äußerst wertvoll, weil er nur selten in der Natur vorkommt, und nur sehr schwer synthetisch hergestellt werden kann (1500- 1800°C und 53.000-100.000 facher Atmosphärendruck erforderlich).

Diamant wird aus Minen, die sich hauptsächlich im Süden Afrikas befinden, abgebaut. Das Gewicht von Diamant wird in Karat angegeben (5 Karat = 1Gramm). Diamant wandelt sich mit sehr langsamer Geschwindigkeit in Graphit um.

Diamantenmine:



- **5. Die Fullerene**

- Fullerene sind Modifikationen des Kohlenstoffs, die aus käfigartigen Molekülen bestehen. In dem Käfig können Metall- oder Nichtmetallatome eingelagert werden. Obwohl sie in jeder rußenden Flamme vorkommen, ist erst seit 1990 ein brauchbares Syntheseverfahren bekannt.

Dabei entsteht in der Hauptsache C₆₀, außerdem sind C₇₀ und in geringerer Menge noch größeren Moleküle vorhanden. C₆₀, genannt Buckminsterfulleren hat die Gestalt eines Fußballs mit einem Muster aus 12 Fünf- und 20 Sechsecken.

Die Bindungen in Fulleren- Molekülen sind ähnlich wie beim Graphit: sp²- Hybridorbitale bilden je drei Sigma-Bindungen pro C- Atom auf der Oberfläche des Käfigs, und zusätzlich ist ein delokalisiertes Pi- Bindungssystem vorhanden.



C₆₀

"Buckminster-Fulleren"

Mesomere Grenzstruktur des

Buckminster- Fullerens

- **Quellenangaben**

Bilder:

www.mineralienatlas.de

www.wikipedia.de

www.ruhr-uni-bochum.de/rubin/

Text:

Chemie Charles E. Mortimer 6. Auflage