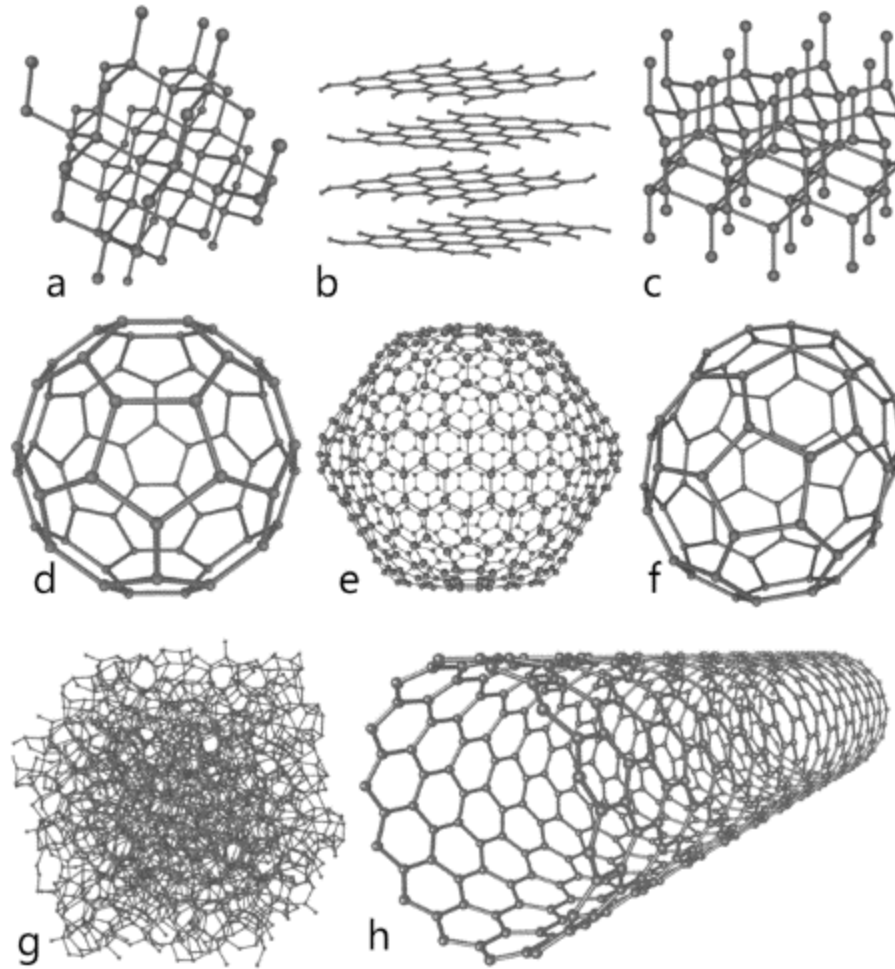


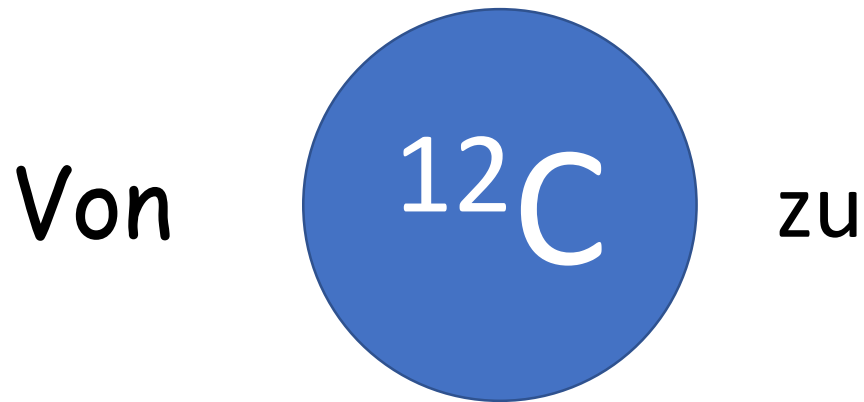
# Kohlenstoff-Allotrope: Diamant und Graphit

WeMakers-Team der Valahia Universität  
von Targoviste, RUMÄNIEN



# Der natürliche Zustand

Kohlenstoff ist das vierthäufigste chemische Element im Universum und auch der Grundbestandteil organischer Materie.



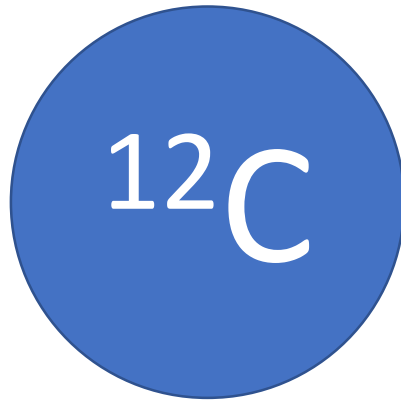
Im freien Zustand

Nativer Kohlenstoff war lange Zeit in zwei allotropen Formen bekannt: Diamant und Graphit.

# ALLOTROPIE

Heute sind mehrere Allotrope von Kohlenstoff bekannt.

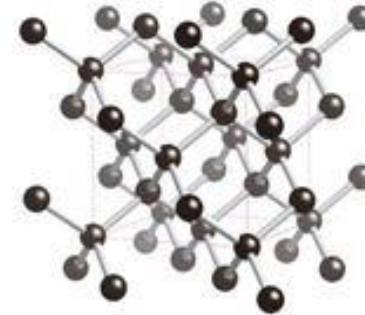
Von



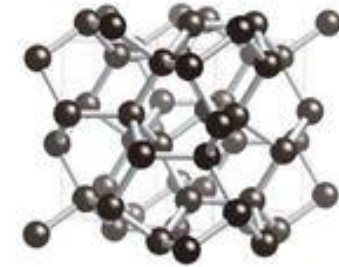
zu



graphite



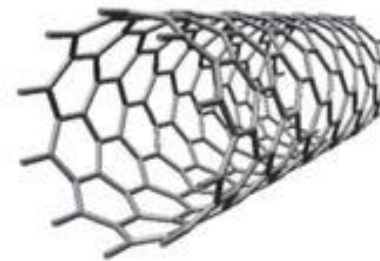
diamond



BC8



fullerene



nanotube

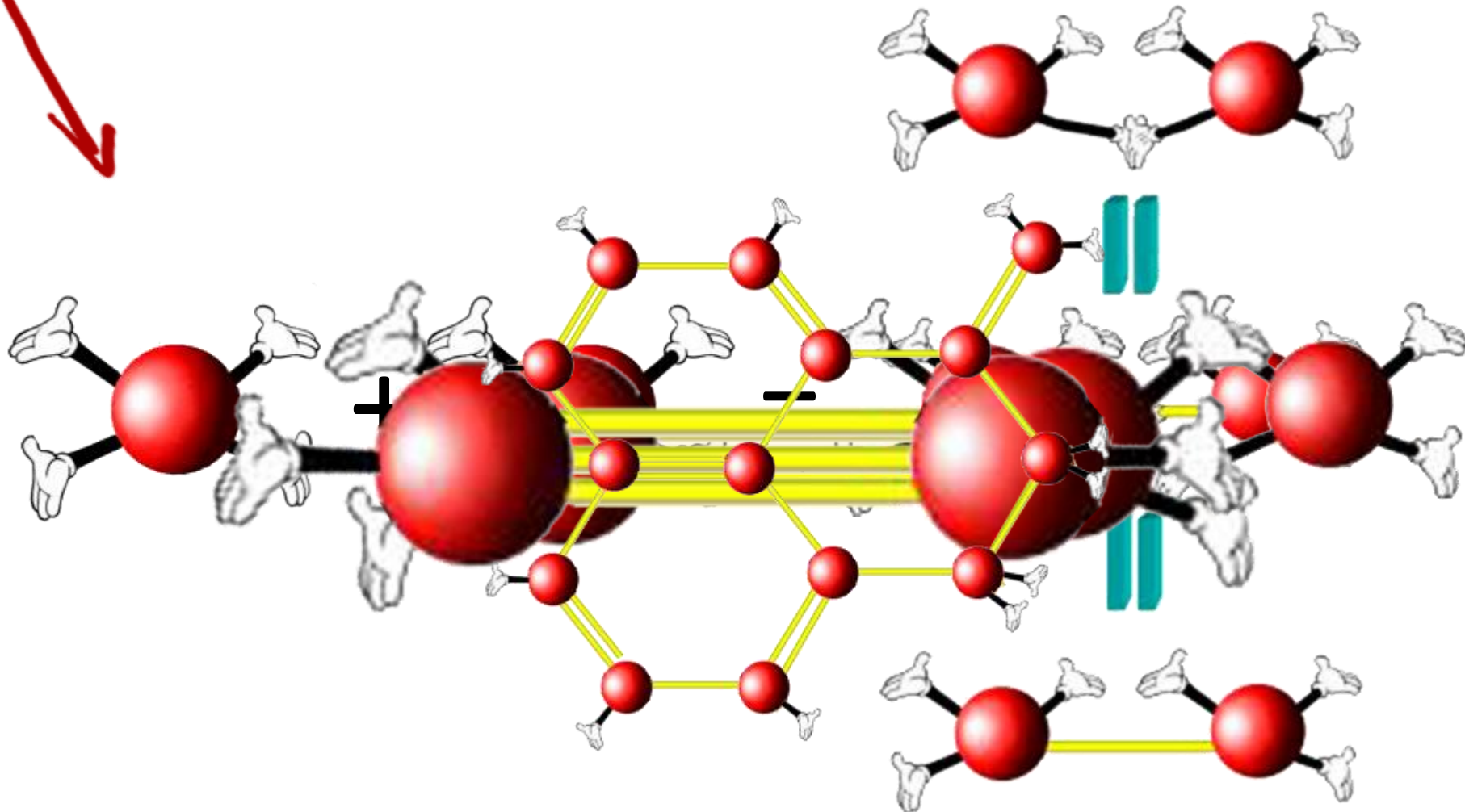


graphene

$^{12}\text{C}$

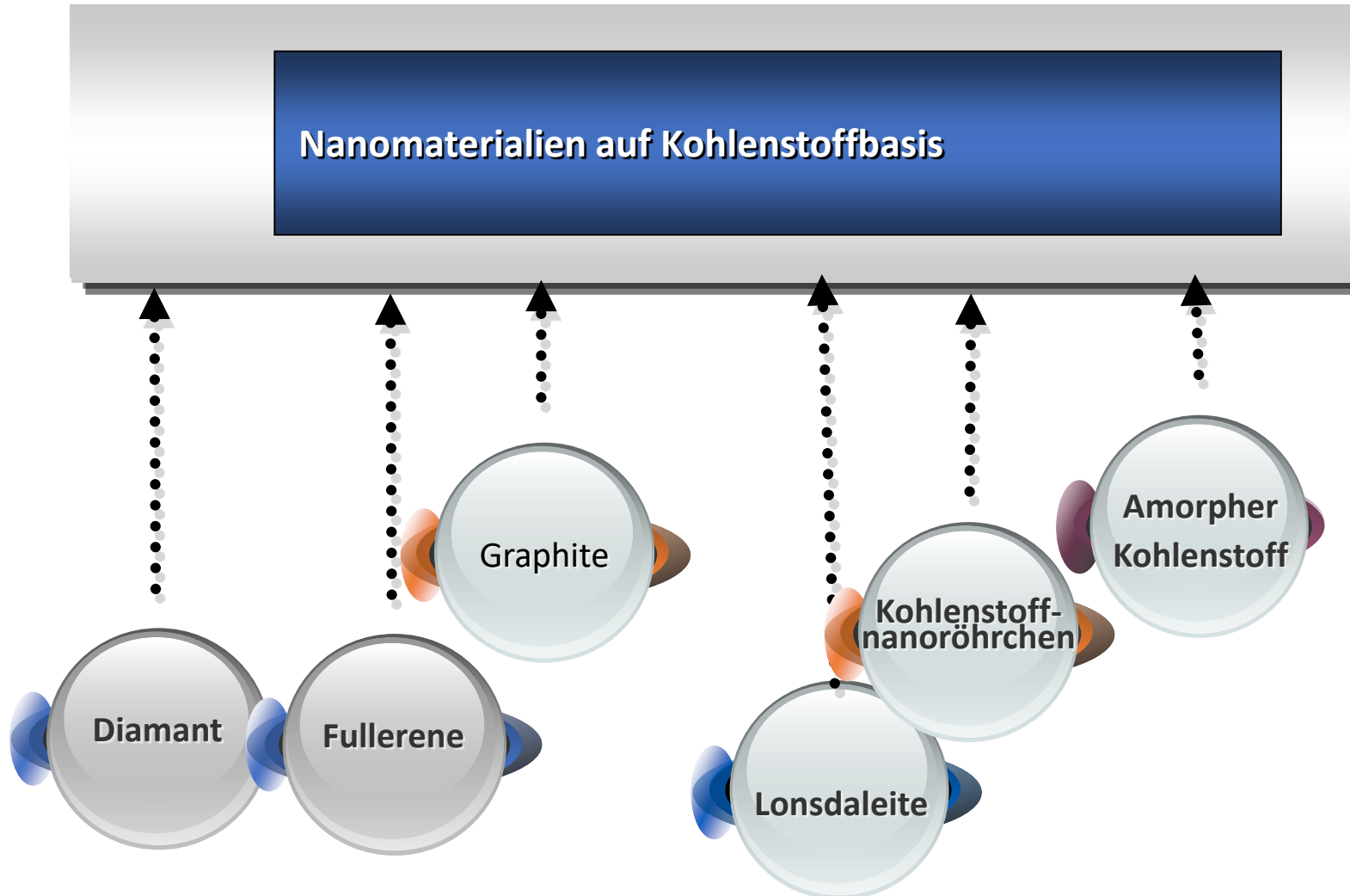
# Kohlenstoff

Der Kohlenstoff ist ein sehr ungewöhnliches chemisches Element. Kohlenstoffatome können sich zwischen ihnen oder mit Atomen anderer Elemente verbinden, was zu Verbindungen mit unterschiedlichen Eigenschaften führt. Zwischen Kohlenstoffatomen können einfache Doppel- und Dreifachbindungen bestehen.



# Was sind kohlenstoffallotrope Formen?

Die Möglichkeit einer unterschiedlichen Kombination von Kohlenstoffatomen führt zu unterschiedlichen allotropen Formen von Kohlenstoff.

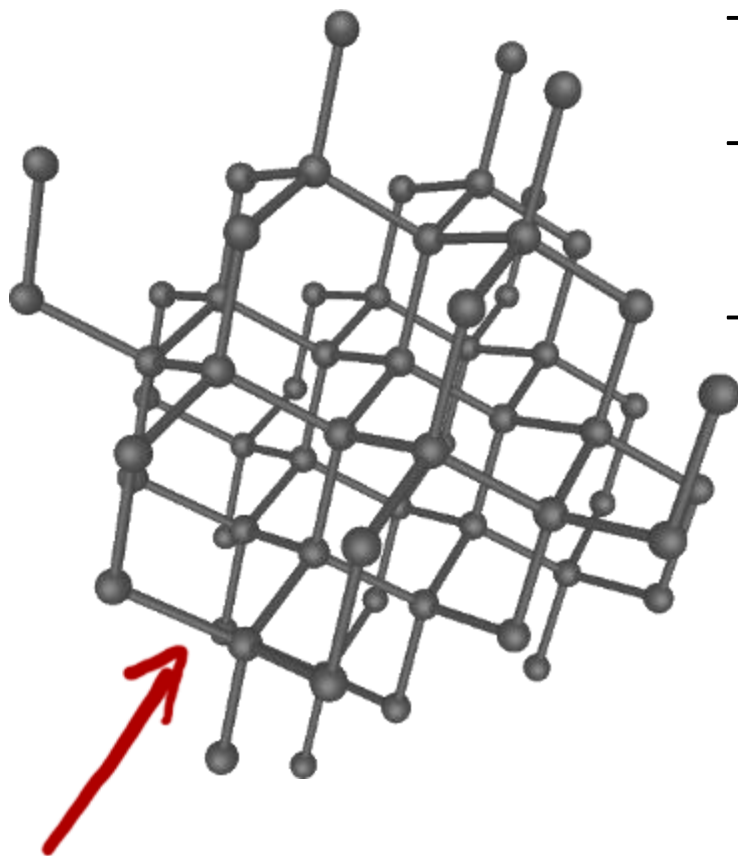


Im letzten Jahrhundert hat uns die Wissenschaft jedoch einige weitere allotrope Zustände gegeben: Fullerene und Kohlenstoffnanoröhren.





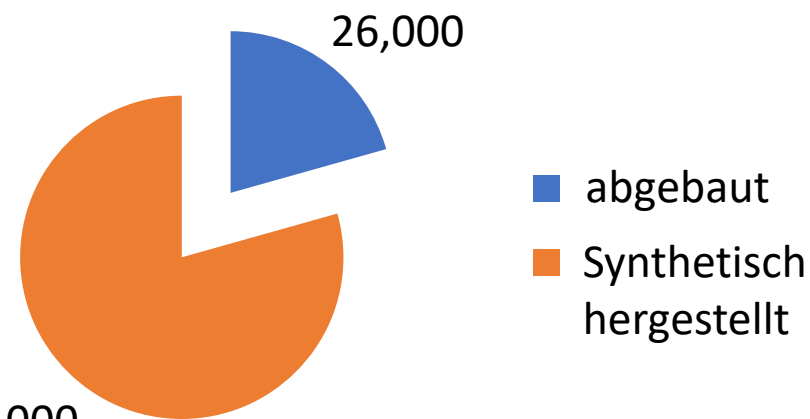
# Diamant



Struktur des Diamanten

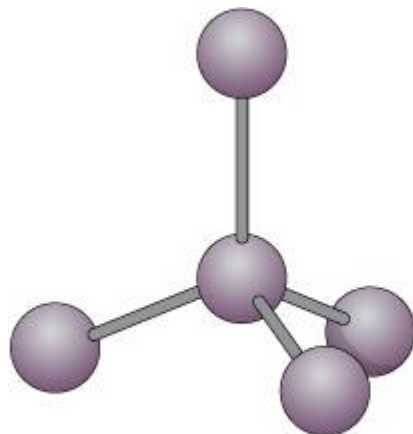
- (aus dem **Altgriechischen** αδάμας – *adámas* "unzerbrechlich")
- erschien im menschlichen Leben vor 6000 Jahren in Indien und seine Verwendung war mit seiner Schönheit verbunden
- ist das härteste bekannte natürliche Material der Erde

Diamanten (t/Jahr)

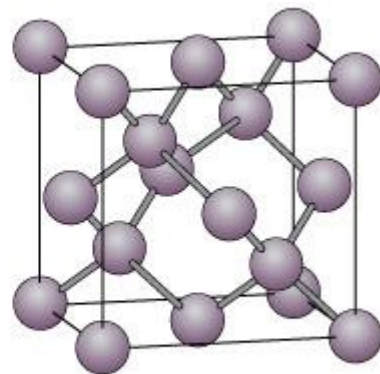




# Diamant



(a)



(b)



Diamant-Struktur

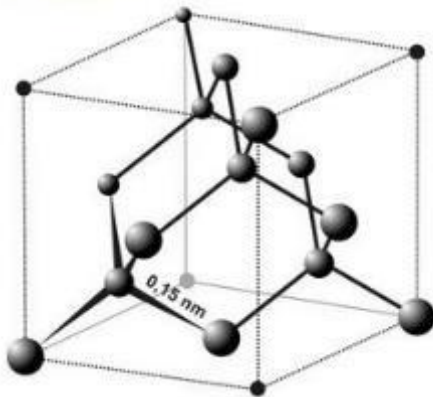
- Im Diamantkristall sind die Atome des Netzwerks durch kovalente Bindungen verbunden.
- Jedes Kohlenstoffatom in einem Diamanten ist kovalent an vier andere Kohlenstoffe in einem Tetraeder gebunden.
- Diese Tetraeder bilden zusammen ein dreidimensionales Netzwerk von sechsgliedrigen Kohlenstoffringen in der Stuhlkonformation, wodurch eine Dehnung des Bindungswinkels von Null ermöglicht wird.
- Dieses stabile Netzwerk aus kovalenten Bindungen und hexagonalen Ringen ist der Grund dafür, dass Diamant als Substanz so unglaublich stark ist.







# Diamant

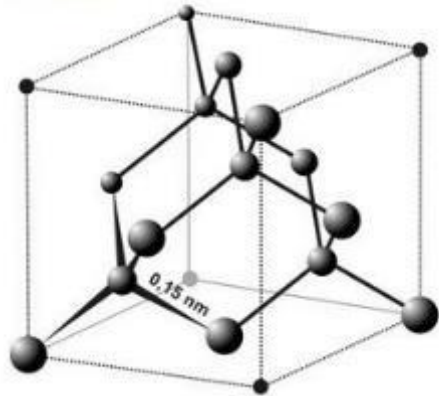


Diamant-Struktur

- Infolgedessen weist Diamant die höchste Härte und Wärmeleitfähigkeit aller Schüttgüter auf. Darüber hinaus verhindert sein starres Gitter eine Kontamination durch viele Elemente.
- Die Oberfläche von Diamant ist lipophil und hydrophob, was bedeutet, dass er nicht durch Wasser nass werden kann, sondern in Öl vorliegen kann.
- Diamanten reagieren im Allgemeinen nicht mit chemischen Reagenzien, einschließlich starker Säuren und Basen.



# Diamant



Diamantstruktur

## Physikalische Eigenschaften

- fest farblos und transparent (verschiedene Verunreinigungen können Färbung verursachen), kubisch kristallisiert;
- m.p.  $> + 350^{\circ} \text{C}$ ;
- Härter als Wasser;
- $\rho = 3.51 \text{ g/cm}^3$ ;
- unlöslich;
- Maximale Härte auf der Mohs-Skala (10);
- Elektrischer Leiter;
- Reflektiert das Licht und scheint



# Diamant



- Die Härte und die hohe Lichtstreuung von Diamant machen es sowohl für industrielle Anwendungen als auch für Schmuck nützlich.
- Diamant ist das härteste bekannte natürliche Mineral. Dies macht es zu einem hervorragenden Schleifmittel.
- Die vorherrschende industrielle Verwendung von Diamant ist das Schneiden, Bohren, Schleifen und Polieren.



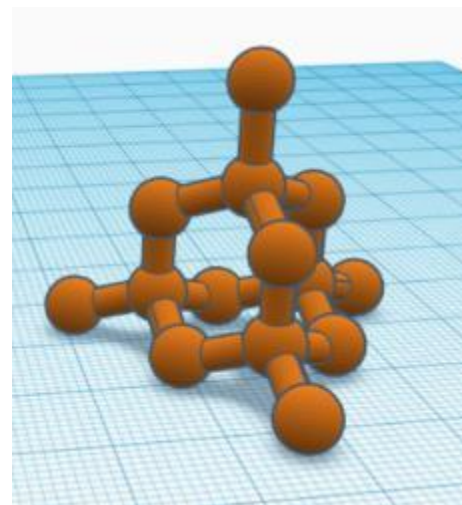
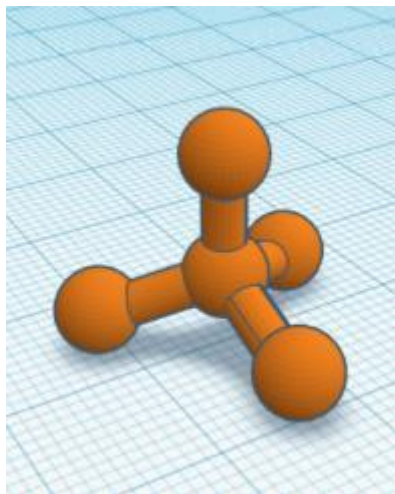
Diamant



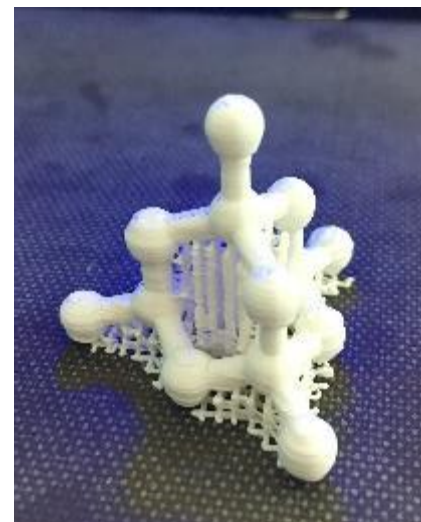


# Diamant

- Versuchen Sie, die Einheitsstruktur des Diamanten für den 3D-Druck zu modellieren, in Bezug auf das, was Sie bisher über die Winkel zwischen den Atomen und die Bindungslängen gelernt haben.



- Versuchen Sie, die Einheitsstruktur im 3D-Raum zu multiplizieren, bis Sie 4 Tetraeder erhalten.
- Drucken Sie Ihr Modell mit dem 3D-Drucker. Sie sollten ein Objekt wie das folgende erhalten:



Nach dem Drucken sollten Sie die unnötigen PLA-Drähte abschneiden, um die Struktur zu polieren.

Diamant-Struktureinheit

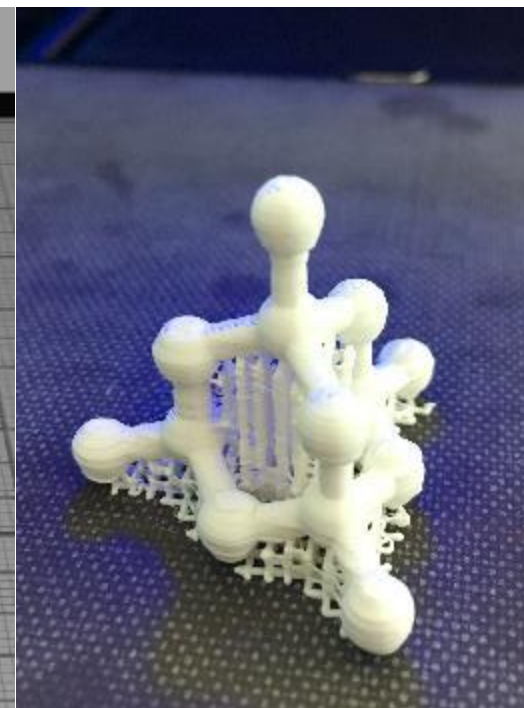
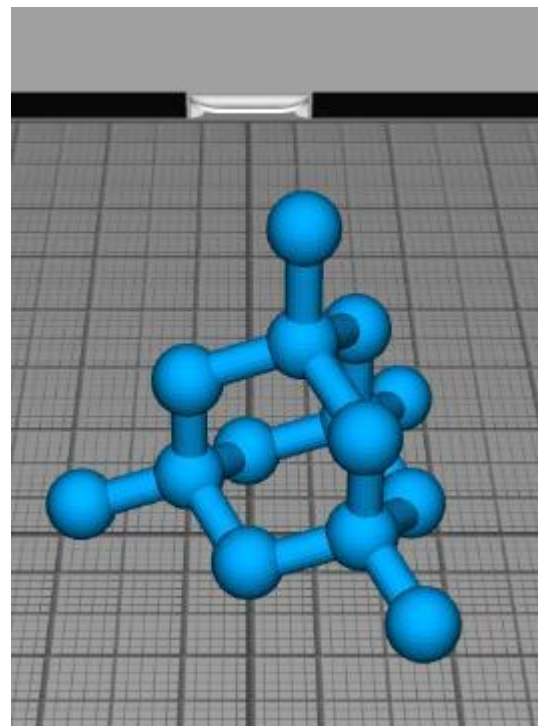
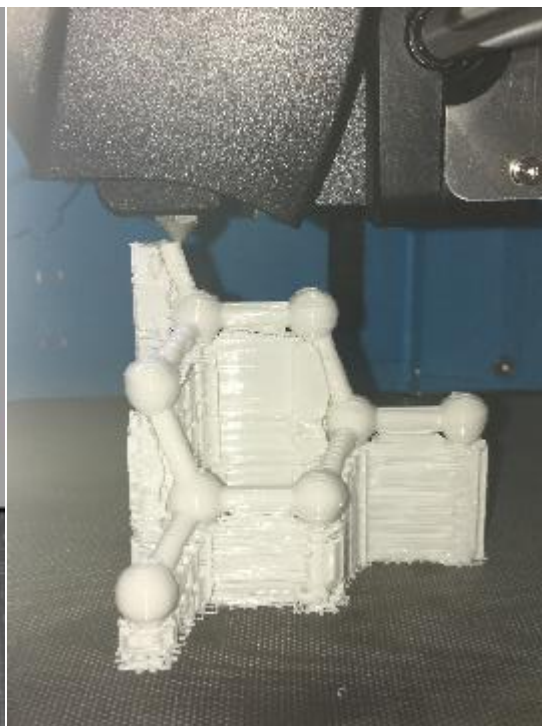
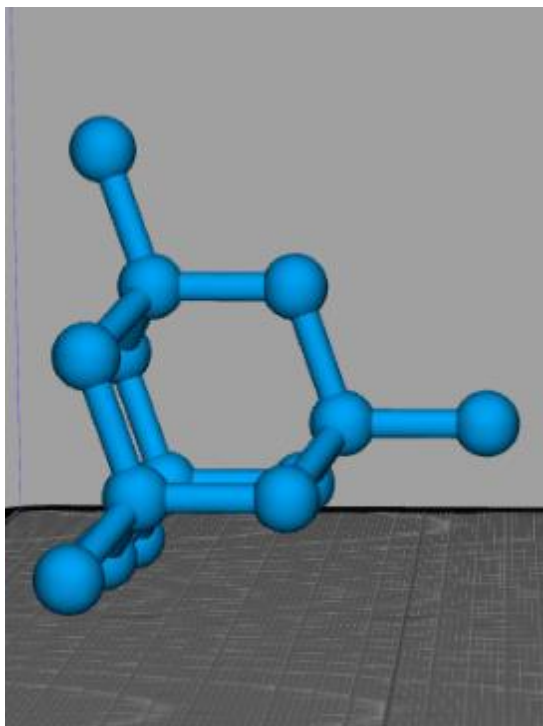






# Diamant

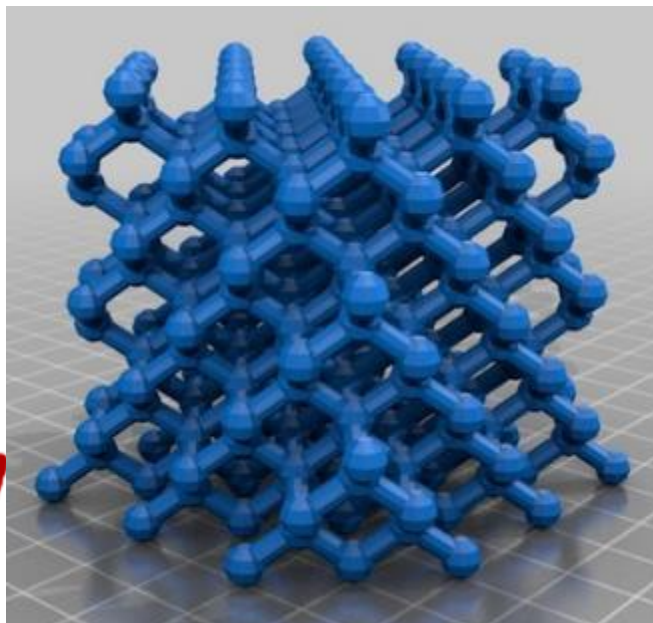
Obs.: Abhängig von der Platzposition des Modells im Druckbereich und dem Trägermuster wird mehr oder weniger Trägermaterial verwendet.





# Diamant

- Wenn Sie sich weiter vermehren und die Verbindungen zwischen den Tetraedern im Raum herstellen, können Sie sogar die Kristallstruktur des Diamanten drucken!



Struktur des Diamantkristalls

- Analysieren Sie die gedruckte Struktur! Können Sie sich die Steifigkeit und Härte des Diamanten erklären? Gut gemacht!

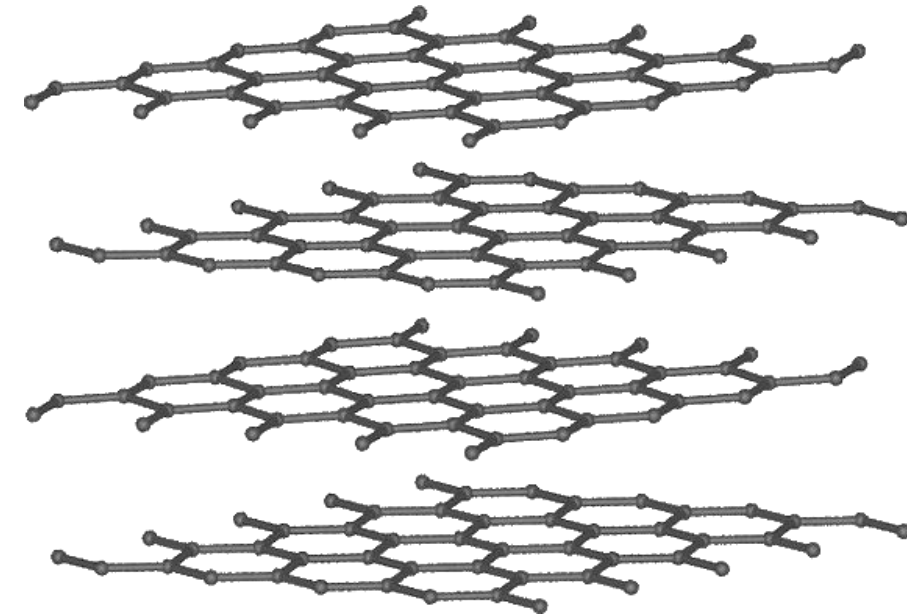




# Graphit

Graphit ist eine andere allotrope Form von Kohlenstoff, die seit 6.000 Jahren bekannt ist. Archäologische Funde zeigen, dass Osteuropa der erste Ort war, an dem Menschen Graphit verwendet haben.

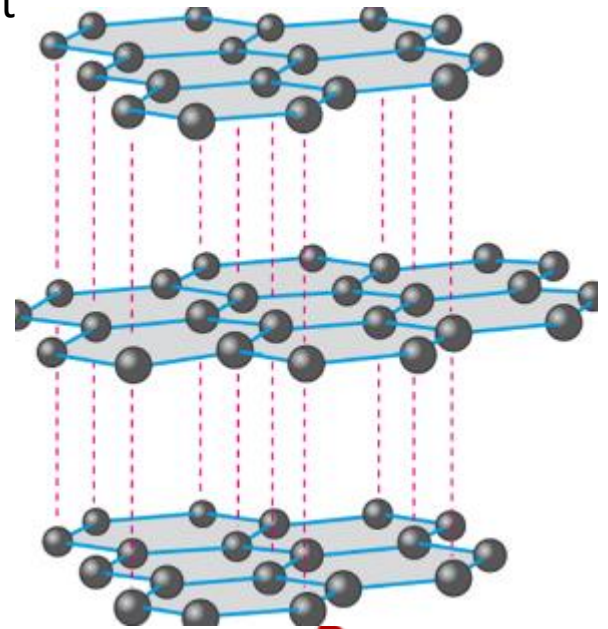
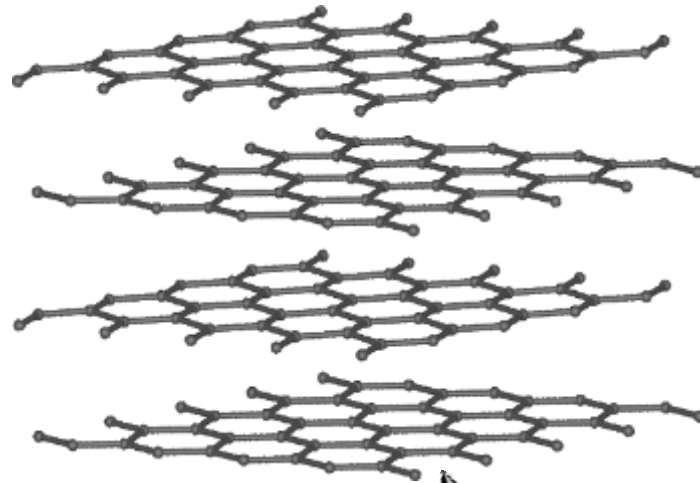
- Aus dem Altgriechischen γράφω (*graphō*), "zu zeichnen" für den Gebrauch in Bleistiften
- Eisenschwarz bis Stahlgrau; tiefblau im Durchlicht
- Graphit wurde im 4. Jahrtausend v. eine Keramikfarbe in Südosteuropa zu schaffen



Struktur von Graphit

# Graphit

In Graphit ist jedes Atom durch drei andere Atome durch symmetrisch ausgerichtete kovalente Bindungen in der Ebene nach den Eckpunkten eines gleichseitigen Dreiecks verbunden. Zwischen aufeinanderfolgenden Plänen werden langsame Kräfte aufgebaut

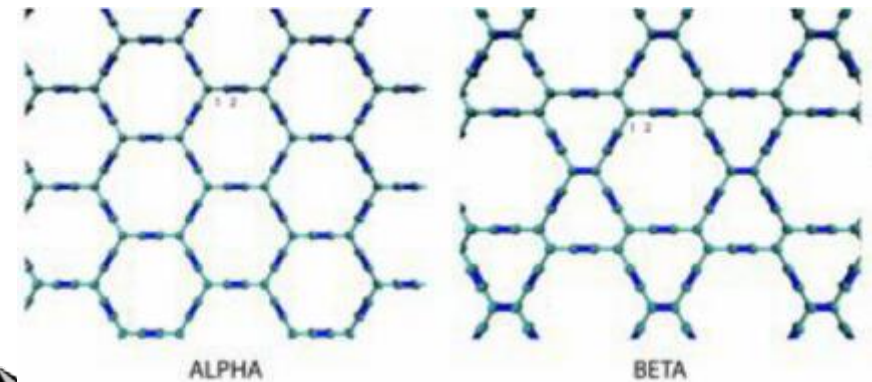


Struktur von Grafit

# Graphit

Graphit hat eine geschichtete, planare Struktur. In jeder Schicht sind die Kohlenstoffatome in einem hexagonalen Gitter mit einem Abstand von 0,142 nm angeordnet, und der Abstand zwischen Ebenen (Schichten) beträgt 0,335 nm. Die beiden bekannten Formen von Graphit, Alpha (hexagonal) und Beta (rhomboedrisch), haben sehr ähnliche physikalische Eigenschaften (außer dass sich die Schichten leicht unterschiedlich stapeln).

Die Alpha-Form kann durch mechanische Behandlung in die Beta-Form umgewandelt werden, und die Beta-Form kehrt in die Alpha-Form zurück, wenn sie über 1300 ° C erhitzt wird.

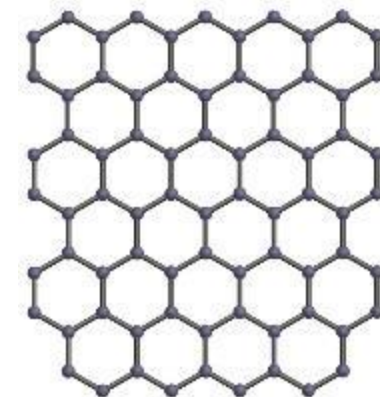
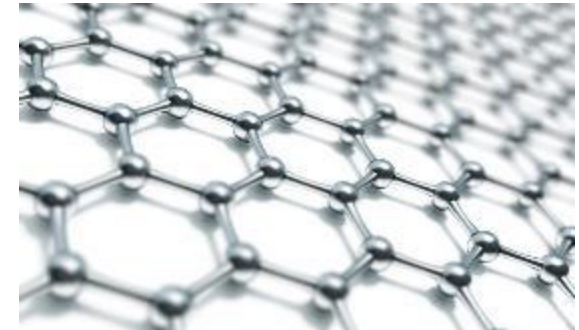


Struktur von Alpha-  
und Beta-graphit

# Graphit

Eine einzelne Graphitschicht heißt Graphen. Dieses Material weist außergewöhnliche elektrische, thermische und physikalische Eigenschaften auf. Es ist ein Allotrop aus Kohlenstoff, dessen Struktur eine einzelne planare Schicht aus  $sp^2$ -gebundenen Kohlenstoffatomen ist, die dicht in einem Wabenkristallgitter gepackt sind.

Die Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindungslänge in Graphen beträgt  $\sim 0,142$  nm, und diese Schichten stapeln sich, um Graphit mit einem Abstand zwischen den Ebenen von  $0,335$  nm zu bilden. Graphen ist das grundlegende Strukturelement von Kohlenstoff-Allotropen wie Graphit, Holzkohle, Kohlenstoffnanoröhren und Fullerenen. Graphen ist ein Halbleiter- oder Nullspalt-Halbleiter, der es ermöglicht, bei Raumtemperatur eine hohe Elektronenmobilität zu zeigen. Graphen ist eine aufregende neue Materialklasse, die aufgrund ihrer einzigartigen Eigenschaften in vielen Labors Gegenstand laufender Forschung ist.



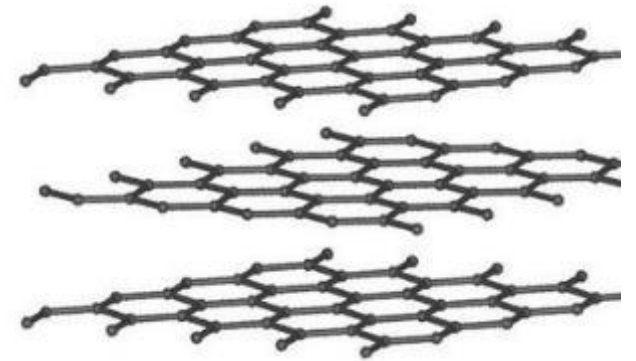
Struktur von Graphen



# Graphit

## Physikalische Eigenschaften

- fest undurchsichtig, schwarzgrau, glänzend, fettig, hexagonal kristallisiert;
- m.p.  $> +350^{\circ}\text{C}$ ;
- härter als Wasser, aber leichter als Diamant;
- $\rho = 2.25 \text{ g/cm}^3$ ;
- unlöslich;
- Niedrige Härte (1 auf der Mohs Skala);
- Elektrischer Leiter;
- Pläne, in denen Atome gefunden werden, glitten übereinander und hinterließen Spuren auf dem Papier.



Graphitstruktur

# Graphit

Graphit kann aufgrund der großen Elektronendelokalisierung innerhalb der Kohlenstoffschichten Elektrizität leiten. Wenn sich die Elektronen frei bewegen können, bewegt sich die Elektrizität durch die Ebene der Schichten.

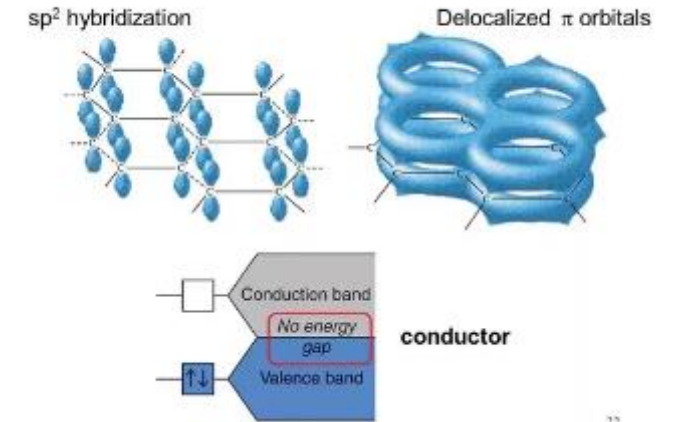
Graphit hat auch selbstschmierende und trockene Schmiereigenschaften.

Graphit findet Anwendung in bluthaltigen Prothesenmaterialien und hitzebeständigen Materialien, da es Temperaturen bis zu 3000 ° C standhalten kann.

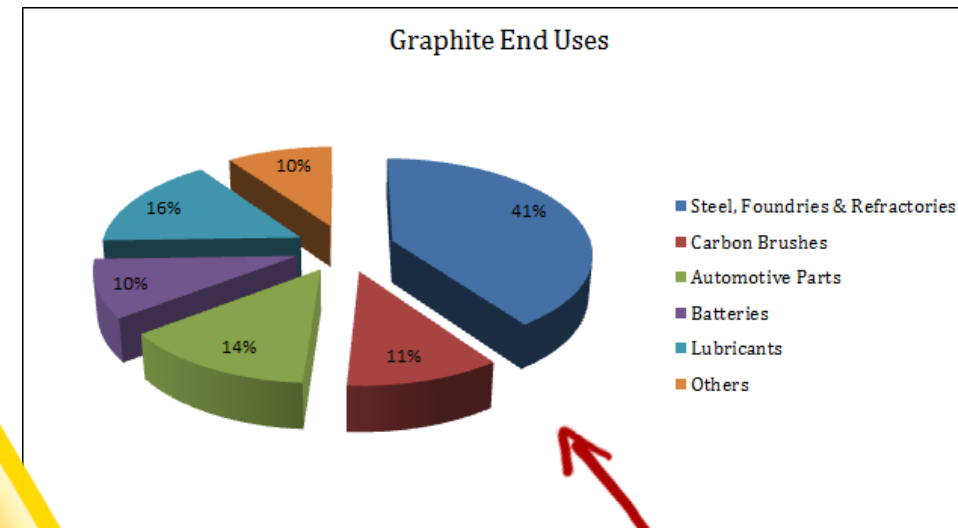
## Anwendungen:

- Bleistiftminen;
- metallurgische Tiegel;
- Elektroden;
- Schmierstoffe.

### Electrical Conductivity in Graphite



### Graphite End Uses

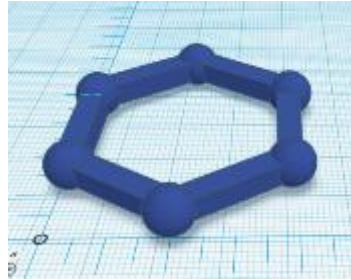


Graphit-Anwendungen

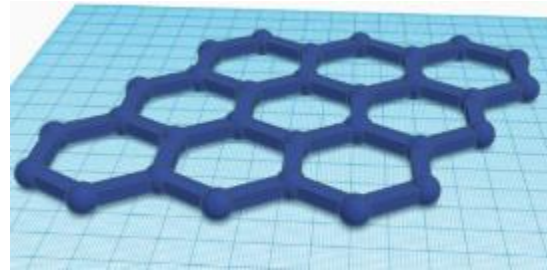


# Graphit

- Versuchen Sie ausgehend von der hexagonalen Einheit, die Einheitsstruktur des Graphens für den 3D-Druck zu modellieren, und zwar in Bezug auf das, was Sie bisher über die Winkel zwischen den Atomen und die Bindungslängen gelernt haben.

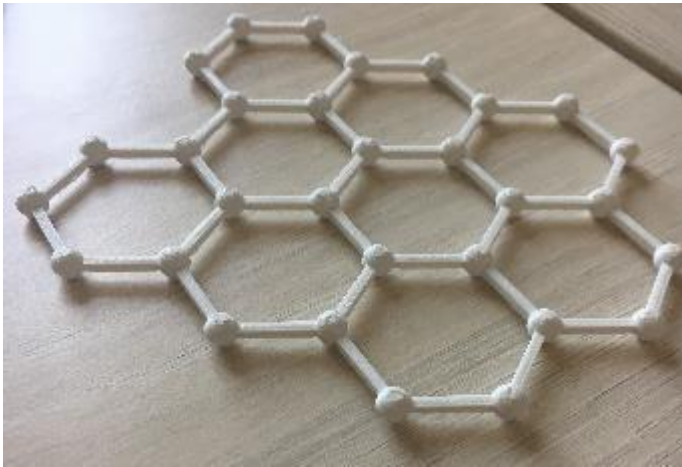


Hexagon-Einheit



Struktur von Graphen

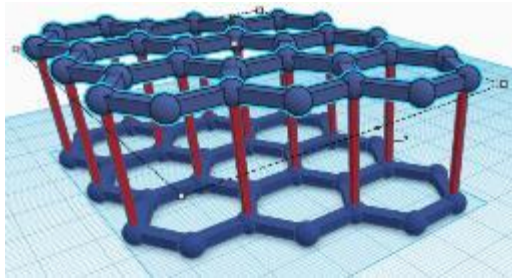
- Drucken Sie Ihr Graphen-Modell mit dem 3D-Drucker. Sie sollten ein Objekt wie das folgende erhalten:



- Versuchen Sie nach dem Drucken, die Härte / Flexibilität der Struktur zu überprüfen. Können Sie einen Unterschied zwischen dieser Struktur und der Diamantstruktur feststellen?

# Graphit

- Versuchen Sie, basierend auf dem vorherigen Modell, die Einheitsstruktur zu multiplizieren, um die planare Struktur des Graphits zu erhalten. Modellieren Sie eine Struktur mit mindestens zwei Plänen von Kohlenstoffatomen.
- Drucken Sie Ihr Modell mit dem 3D-Drucker. Sie sollten ein Objekt wie das folgende erhalten:



Struktur von Graphit

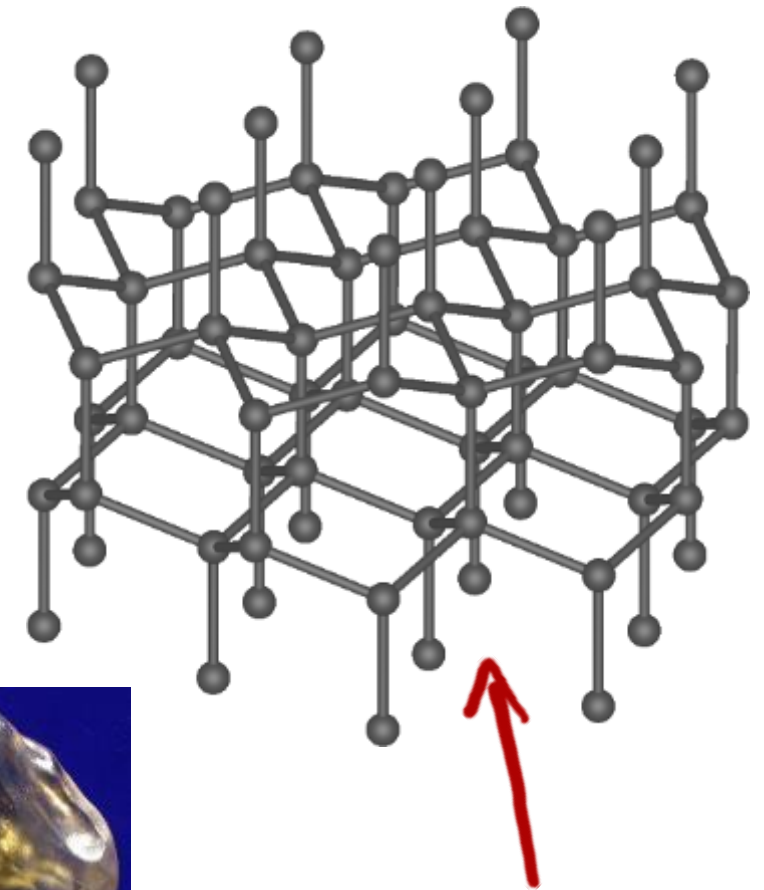


- Nach dem Drucken sollten Sie die unnötigen PLA-Drähte abschneiden, um die Struktur zu polieren.
- Versuchen Sie zu sehen, wie sich die Ebenen der Kohlenstoffatome zueinander bewegen. Dies erklärt die Spaltung von Graphit.
- Die freien Elektronen, die von jedem Kohlenstoffatom kommen und sich zwischen den Plänen bewegen, bilden ein Netzwerk, das die Opazität des Graphits erzeugt.

... Andere weniger bekannte allotrope Formen von Kohlenstoff

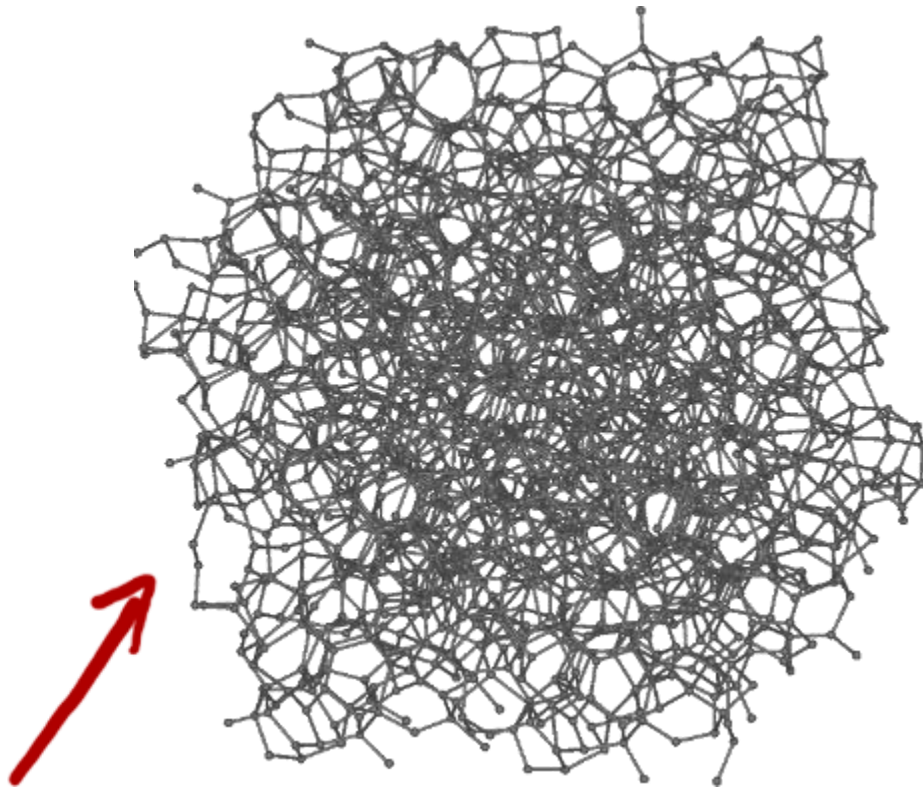
# Lonsdaleite

- Lonsdaleite ist ein sehr seltenes Mineral, das Diamant sehr ähnlich ist
- benannt zu Ehren der britischen Kristallografin Kathleen Lonsdale
- Lonsdaleite wurde erstmals 1967 aus dem Meteoriten Canyon Diablo identifiziert
- Es wurde festgestellt, dass eine simulierte reine Probe 58% härter als Diamant ist



Struktur von **Lonsdaleite**

# Amorpher Kohlenstoff



Struktur des **Amorphen Kohlenstoff**

- ✓ ist freier, reaktiver Kohlenstoff, der keine kristalline Struktur aufweist
- ✓ In der Praxis sind die vielen amorphen Formen im Allgemeinen chemische Verbindungen mit einem hohen Kohlenstoffgehalt und keine reine allotrope Form von Kohlenstoff