

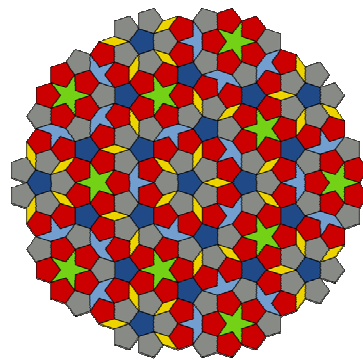
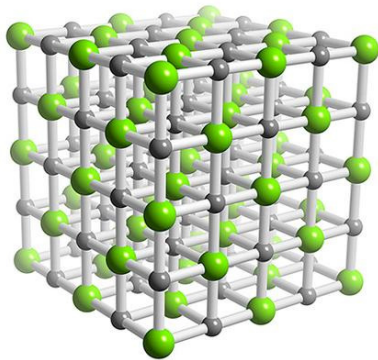
Quasikristalle

Historisches

- 1202 Fibonacci-Folge
- 1453 quasiperiodische Muster im Iran
- 1974 Penrose-Parkettierung
- 1982 Dan Shechtman: Entdeckung der Quasikristalle
- 1984 Erste Publikation zu Quasikristallen
- 2009 Entdeckung eines natürlichen Quasikristalls $\text{Al}_{63}\text{Cu}_{24}\text{Fe}_{13}$ (Icosahedrit)
- 2011 Nobelpreis für Chemie an Dan Shechtman für die Entdeckung der Quasikristalle

Vergleich Kristall – Quasikristall

Kristall	Quasikristall
streng periodisch	lokal regelmäßig, aber global aperiodisch → „quasiperiodisch“
2-, 3-, 4-, und 6-zählige Rotationssymmetrien	5- und < 6-zählige Rotationssymmetrien
komplette Verschiebung periodischer Muster möglich	Ausschnitte können zur Deckung gebracht werden



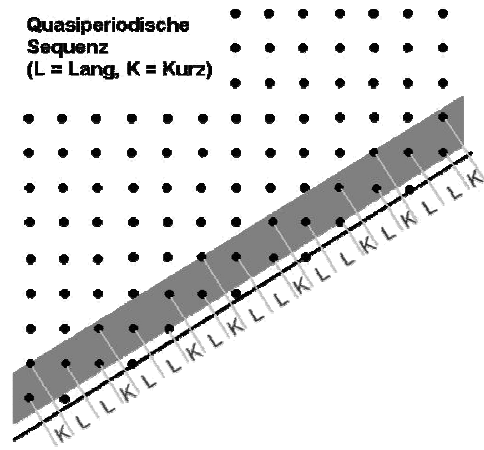
Konstruktionsprinzipien

- **Parkettierungs-Methode:** Aufbau aus mindestens zwei unterschiedlichen Elementarzellen, die nach strengen Regeln zusammengefügt werden
- **Schnittprojektionsmethode:** Projektion eines höherdimensionalen periodischen Gitters auf einen Schnitt mit irrationaler Steigung

Beispiel einer 1D quasiperiodischen Struktur: Fibonacci-Folge

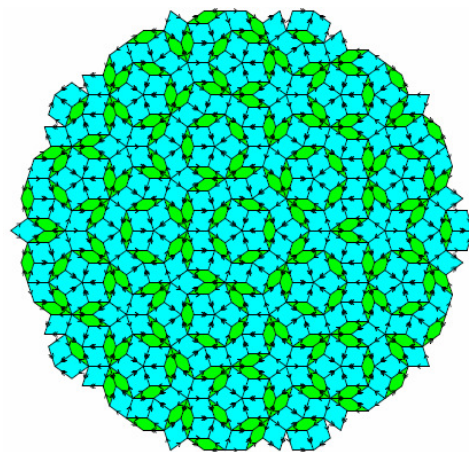
Anlegeregeln:

$$Q_{m+1} = Q_m + Q_{m-1} \text{ mit } Q_1 = L \text{ und } Q_2 = K$$



Penrose-Parkettierung

- „dünne“ und „dicke“ Rauten mit unterschiedlichen Winkeln
- definierte Anlegeregeln
- quasiperiodisches Muster



Charakterisierung von Quasikristallen

Transmissionselektronenmikroskop

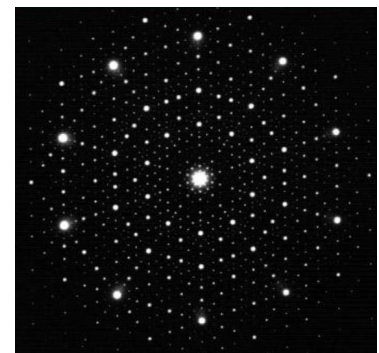
Bestrahlung des Quasikristalls mit Elektronen

→ Beugung

Konstruktive Interferenz wenn Bragg-Gleichung erfüllt ist:

$$n\lambda = 2d \sin(\theta)$$

→ heller Punkt im Beugungsbild



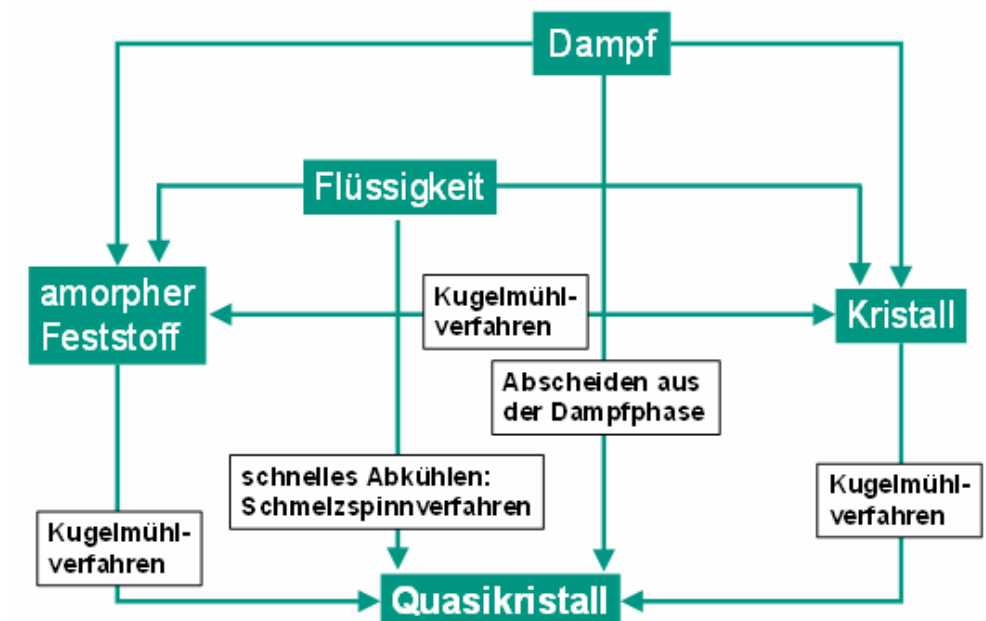
Eigenschaften

- geringe elektrische und thermische Leitfähigkeit
- Erhöhung der Temperatur führt zu Steigerung der Leitfähigkeit
- korrosionsbeständig
- geringe Reibung
- hohe Härte und plastische Verformbarkeit

Anwendung

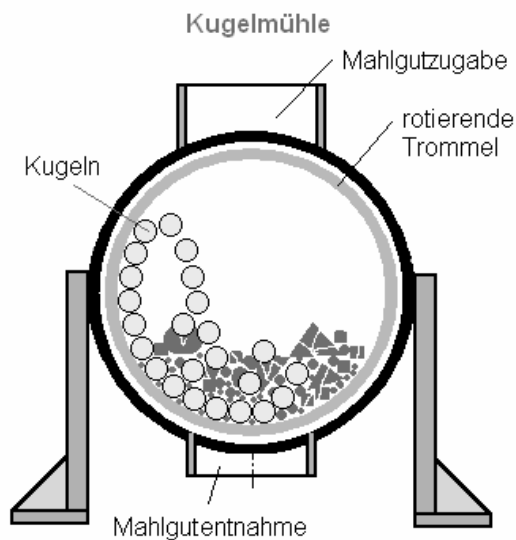
- Anti-Haft-Beschichtung
- Härtung von Legierungen
- medizinische Geräte
- photonische Quasikristalle
- Wasserstoffspeicher

Herstellungsmethoden



Kugelmühlverfahren

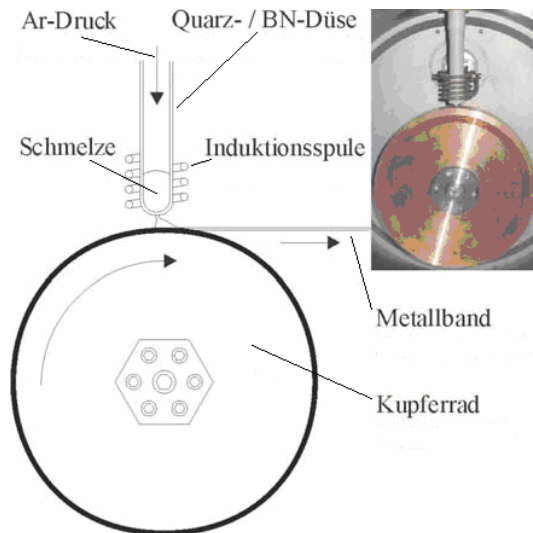
Abhängig von der Mühlzeit, der Mühlintensität und der Temperatur, ob dabei beim Kugelmühlverfahren Kristalle, amorphe Feststoffe oder Quasikristalle entstehen.



Schmelzspinnverfahren

Quasikristalle können bei Schnellabkühlung von vorlegierten Schmelzen entstehen (Abkühlraten von 10^5 bis 10^8 K/s)

z. B. mittels Schmelzspinnverfahren:



Literatur

W. Steurer, *Angew. Chem.* **2011**, *123*, 10965.

J.-M. Dubois, *Useful Quasicrystals*, World Scientific Publishing, Singapore, **2005**.

D. Shechtman, I. Blech, D. Gratias, J. W. Cahn, *Phys. Rev. Lett.* **1984**, *53*, 1951.

W. Steurer, *Z. Kristallogr.* **2004**, *219*, 391.

D.H. Bae et al., *Journal of Alloys and Compounds* **2002**, *342*, 445.

L. Bindi et al., *Science* **2009**, *324*, 1306.

Nobelpreis-Paper: *Crystals of golden proportions*, The Royal Swedish Academy of Sciences, **2011**.

E. Uhrig, *Quasikristalle im System Zink-Magnesium-Seltene-Erden:*

Materialpräparation und Einkristallzüchtung, Dissertation, Frankfurt, **2005**.

A.Ledermann, G. v. Freymann, M. Wegener, *Phys. Unserer Zeit* **2007**, *38*, 300.

http://www.cpfs.mpg.de/web/docs/scientreport/report2003_data/Seite%2030-33.pdf?cpfs_id=000467 (Stand: 27.11.2011)

<http://www.wissenschaft-online.de/spektrum/projekt/quasi17.htm> (Stand: 27.11.11)

http://www.tf.uni-kiel.de/matwis/amat/mw1_ge/kap_3/advanced/t3_1_3.html (Stand: 27.11.11)