

Mineral des Jahres

Eine Initiative der VFMG



**Kupfer – wirtschaftlich unverzichtbar –
mit wachsender Bedeutung**



Abb. 1: Kupfer, Grube Wolf, Slg. & Foto: K. SCHÄFER, 17 x 10 mm.

Zusammenfassung

Zum 8. Mal nach den vorangegangenen Entscheidungen für Magnetit, Malachit, Fluorit, Calcit, Topas, Baryt und Hämatit waren die Mitglieder der Vereinigung der Freunde der Mineralogie und Geologie e.V. (VFMG) aufgefordert, Vorschläge für das Mineral des Jahres 2025 zu machen. Aus den zahlreichen Nennungen wurden vier zur Wahl gestellt: Kupfer, Spodumen, Gips und Halit. Das knappe Rennen entschied Kupfer vor Spodumen für sich.

Kupfer, das chemische Element mit dem Elementsymbol Cu und der Ordnungszahl 29, wurde bereits von den ältesten Kulturen vor 10.000 Jahren verwendet. Es ist weltweit verbreitet, bedeutendster Kupferproduzent ist Chile, mit großem Abstand gefolgt von Peru und China. Heute wird Kupfer in einer Vielzahl

von Anwendungen und in ganz unterschiedlichen Industrien wie im Automobil- oder Maschinenbau eingesetzt.

Gediegen Kupfer ist im Hinblick auf die Gesamtmenge relativ selten, häufiger kommt es in Form von Verbindungen vor: aus den Sulfiden wie Buntkupferkies, Chalkopyrit, Chalkosin, den Oxiden wie Cuprit, den Carbonaten wie Malachit, den Chloriden oder Arseniden kann Kupfer gewonnen werden. Kupfer kristallisiert in der kubisch-hexakisoktaedrischen Kristallklasse (Symbol m^3m).

Aktuell und in naher Zukunft wird Kupfer noch bedeutender werden, denn es ist einer der zentralen Rohstoffe und der Schlüssel für Digitalisierung, Elektromobilität, erneuerbare Energien und zahlreiche weitere Zukunftstechnologien.



Abb. 2: Kupfer, Bergmannstrost, Slg. ⚡ Foto: K. SCHÄFER, 18 x 16 mm.



Abb. 3: Kupfer, Christophstollen Schwarzleo, Slg. & Foto: M. HANKE, Bb. 3 mm.

Herkunft des Namens

Kupfer war noch vor dem Gold das erste von Menschen benutzte Gebrauchsmetall. Mit der Entdeckung des Kupfers um 8000 vor Christus begann die Kupferzeit und endete die Steinzeit. Um 4500 vor Christus entdeckte man die Möglichkeit, aus Erzen Kupfer zu gewinnen. Davor war das Metall durch Hämmern und Schmieden bearbeitet worden. Der Name Kupfer (lateinisch cuprum) ist abgeleitet von aes cyprium „Erz von der griechischen Insel Zypern“, auf der im Altertum Kupfer gewonnen wurde. (SEILNACHT Kupfer)

Entstehung und Vorkommen

Im Wesentlichen lassen sich drei Typen von Lagerstätten nennen, die besonders ergiebig sind: Durch untermeerische vulkanische Vorgänge entstandene, sogenannte Massivsulfid-Lagerstätten wie die von Zypern, sedimentär entstandene – beispielsweise der europäische Kupferschiefer – und schließlich die großen porphyrischen Lagerstätten rund um den Pazifik (LIEBER, extra Lapis, S. 22).

Die globalen identifizierten Kupfervorkommen befinden sich zu rund 60 Prozent in Nord- und Südamerika. Nur sechs Prozent entfallen auf Europa. Die Kupferproduktion findet beim Bergbau zu rund 40 Prozent in Chile und Peru statt. Jeweils rund acht Prozent entfallen auf China und die Demokratische Republik Kongo. Die Raffination von Kupfer ist mit einem Anteil von 40 Prozent stärker auf China konzentriert, Chile folgt mit einem Anteil von neun Prozent.

Klassifikation

Natürliche Vorkommen an gediegen Kupfer, das heißt in seiner elementaren Form, waren bereits lange vor der Gründung der International Minera-



Abb. 4: Kupfer mit Malachit Aragonit, Kamsdorf, Slg. & Foto: J. ROPPEL, Bb. 2 mm.



Abb. 5: Kupfer, Marokko Oumjrane, Slg. & Foto: K. SCHÄFER, Bb. 35 mm.

logical Association (IMA) bekannt. Kupfer ist daher als sogenanntes „grandfathered“ (G) Mineral als eigenständige Mineralart anerkannt. Die ebenfalls von der IMA/CNMNC anerkannte Kurzbezeichnung (auch Mineral-Symbol) für Kupfer entspricht dem Elementsymbol „Cu“.

Gemäß der Systematik der Minerale nach Strunz wird Kupfer zusammen mit Aluminium, Blei, Gold, Nickel und Silber unter der System-Nr. „1.AA.05“ (Elemente – Metalle und intermetallische Verbindungen – Kupfer-Cupalit-Familie – Kupfergruppe), bzw. nach Lapis-Systematik nach Weiß: I/A.01 eingeordnet. Die vorwiegend im englischsprachigen Raum verwendete Systematik der Minerale nach Dana führt das Element-Mineral unter der System-Nr. 01.01.01.03 in der Goldgruppe.

Mineralien/Kristallografie

Natürliches Kupfer kommt – meist in basaltischen Laven – entweder in Form von „kupferroten“, metallisch glänzenden Nuggets (aus der Schmelze erstarrt) oder auch dendritisch, blech- und drahtförmig, derb, moosig, in Klumpen oder als Pulver vor. Kupferkristalle zeigen Verwachsungen vieler Kristallformen aus dem kubischen System, zum Beispiel Hexaeder (Würfel), Rhombendodekaeder, Oktaeder, Tetrakishexaeder, Trisoktaeder oder Hexakisoktaeder. Typische Begleitminerale sind Calcit oder Silber und verschiedene Kupfererze wie Chalkosin, Cuprit oder Malachit. Kupfer tritt in Paragenese mit verschiedenen, meist sekundären Kupfermineralien wie Bornit, Chalkosin, Cornwallit, Cuprit, Azurit und Malachit sowie Tenorit auf, kann aber auch mit vielen anderen Mineralien wie Calcit, Klinoklas, Prehnit, Pumpellyit, Quarz und Silber vergesellschaftet sein. Die Mineralien mit der höchsten Kupferkonzentration in der Verbindung sind Cuprit (bis 88,8 %) und Algodonit (bis 83,6 %) sowie Paramelaconit, Tenorit und Chalkosin (bis 79,9 %). Insgesamt sind bisher mehr als 870 Kupferminerale bekannt (Stand 2024).

Fundorte

Kupfer zählt zu den Elementen, die auf der Welt häufig zu finden sind. Es kommt mit einem Massenanteil von 0,01% in der Erdhülle vor und ist etwas weniger häufig als Zink. In Europa sind Kupfervorkommen beispielsweise in Norwegen, Schweden; Schottland, England, Irland, Frankreich, Belgien, Spanien, Portugal, Italien, Tschechien, Slowakei, Slowenien, Ungarn, Rumänien, Bulgarien und Griechenland nennenswert., Weiterhin in der Türkei, in Staaten des südlichen Afrikas, in Asien in Indien, China; Japan, Laos, Philippinen; in Australien und Neuseeland, in Amerika in Chile, Bolivien, Peru, Guatemala, Mexiko, Kanada und den USA.



Abb. 6: Kupfer, Smelter Wanlockhead, Slg. & Foto: H. STÖCKLE, Bb. 0,7 mm.

Abb. 7: Kupfer, Virneberg, Slg. Helsper. Foto: M. REINHARDT, Bb. 1,8 mm.

In Deutschland wurde früher an vielen Stellen Kupferbergbau betrieben, beispielsweise in der Oberlausitz, im Erzgebirge, im Harz, im Sauer- und Siegerland, im Odenwald und im Schwarzwald. Ab etwa 1.600 n. C. erschöpften sich nach und nach die Lagerstätten und wurden damit unwirtschaftlich.

Verwendung

Wegen seiner hervorragenden elektrischen Leitfähigkeit und Wärmeleitfähigkeit, aber auch weil es gut zu verarbeiten und langlebig ist, wird Kupfer – rein oder als Legierung – in einer Vielzahl von Anwendungen und in ganz unterschiedlichen Industrien wie im Automobil- oder Maschinenbau eingesetzt. Ein wichtiges Anwendungsfeld sind inzwischen auch erneuerbare Energien. Dazu gehören aber auch Bereiche wie Telekommunikation, Architektur, konventionelle Energien, Sanitärinstallation, Heizung, Verkehr, maritime Anwendungen, Elektrotechnik und vieles mehr. Und der Bedarf wird weiter deutlich steigen. Als Beispiel sei nur die Automobilproduktion genannt. In einem Pkw mit Verbrennermotor sind rund 23 kg Kupfer verbaut, in einem Hybrid-E-Auto 39 kg, in einem Plug-in-Hybrid 60 kg und in einem vollelektrischen E-Auto 83 kg.

Kupfer ist darüber hinaus der Werkstoff, der weltweit am häufigsten einer Wiederverwendung zugeführt wird, er ist zu 100 % recycelbar. In Deutschland stammen mehr als 50 Prozent des hierzulande hergestellten Kupfers aus Recyclingmaterial.

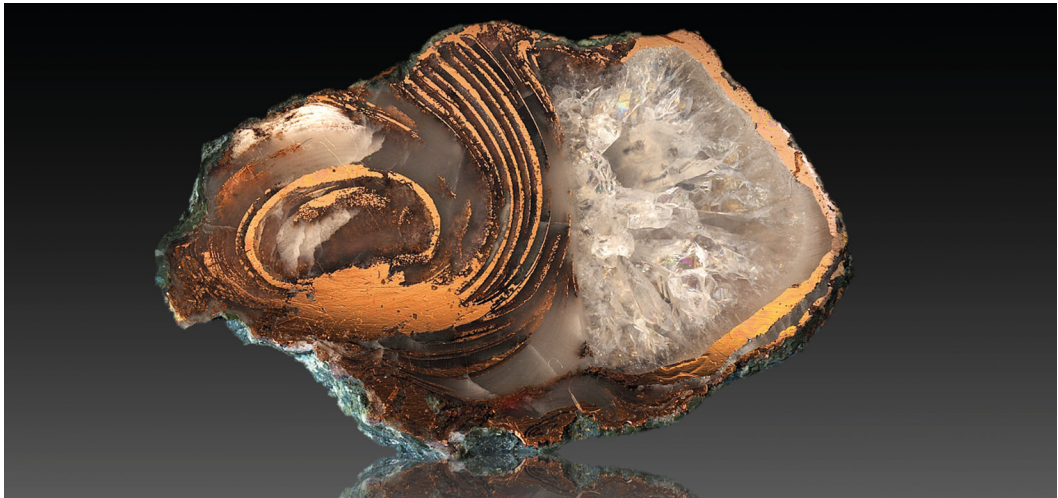


Abb. 8: Kupfer-Quarz-Verwachsung, Wolverine/Michigan /USA, Slg. & Foto: K. SCHÄFER

Ausblick

In Deutschland werden gegenwärtig kupferhaltige Produkte im Wert von 674 Milliarden Euro produziert, das sind etwa 29 Prozent des gesamten Produktionswertes im verarbeitenden Gewerbe. Entlang der gesamten Wertschöpfungskette werden kupferhaltige Produkte im Wert von rund 350 Milliarden Euro eingeführt. Das Risiko ausbleibender Lieferungen von Kupfer wird in verschiedenen Studien als niedrig bis mäßig eingestuft. Eine höhere Risikobewertung ergibt sich aus der Bedeutung für elektrische Anwendungen und Zukunftstechnologien sowie den geringen Substitutionsmöglichkeiten. Aus diesen Überlegungen heraus wird ein hohes Nachfragewachstum nach

Kupfer prognostiziert, dessen wichtigste Treiber die Produktion von Elektroautos und der Ausbau der Stromnetze im Zusammenhang mit dem Ausbau der erneuerbaren Energien sind.

Der „Critical Raw Materials Act“ der EU-Kommission fordert dazu auf, die heimische Rohstoffförderung wieder stärker in den Fokus zu rücken und zu einer wichtigen Säule der europäischen Rohstoffversorgung auszubauen. In Deutschland wird aktuell in der Lausitz erneut die Lagerstätte „Spremberg-Graustein-Schleife“ ins Auge gefasst. Die dort vorhandenen Ressourcen belaufen sich nach jüngsten Berechnungen auf rund 1,5 Millionen Tonnen metallischen Kupfers, die über einen Zeitraum von 20 Jahren abgebaut werden könnten.

Formel	Cu
Stoffgruppe	Elemente
Farbe	frisch: kupferrot, älter: oft dunkel angelaufen grün umrindet
Strich	kupferrotglänzend
Glanz	Metallglanz
Transparenz	undurchsichtig
Härte (Mohs)	2,5–3
Dichte	8,5-9g/cm³
Spaltbarkeit	keine
Bruch	hakig
Kristallsystem	kubisch
Kristallklasse	isometrisch-hexaoktaedrisch

Literaturverzeichnis

GOLDSCHMIDT, V. (1913), Atlas der Krystallformen, Tafeln Bd. 5, Carl Winter Universitätsbuchhandlung, Heidelberg, Tafel 32-37.

DANA, J.D. & DANA, E.S. (1951), The System of Mineralogy, 7th Ed., John Wiley & Sons Inc., New York, ISBN 0-471-19242-4, 1124 S.

KLEBER W., BAUTSCH H.-J., BOHM J., KLEBER I. (1990), Einführung in die Kristallographie, 17. Aufl., Verlag Technik GmbH, Berlin, ISBN 3-341-00479-3, 416 S.

STRUNZ H. & NICKEL E.H. (2001), Mineralogical Tables - Chemical-Structural Mineral Classification System, 9. Aufl., Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele und Obermiller), Stuttgart, ISBN 9783-510-65188-7, 870 S., 226 Abb., in englischer Sprache.

ANTONY J., BIDEAUX R., BLADH K., NICHOLS M. (2003), Handbook of Mineralogy, Vol. V, Mineral Data Publishing, Tucson/Az, ISBN 0-9622097-4-0, 813 S., in englischer Sprache.

EXTRA-Lapis Nr. 25 (2003), Kupfer, versch. Autoren, Christian Weise Verlag, München, 96 S.

STÖCKLE H. (2024), Kupfer - in der Technik und im Mineralreich, unveröffentl. Vortragstext.

CHEMIE.DE: KUPFER [online]: URL: <https://www.chemie.de/lexikon/Kupfer.html> (Abgerufen Januar 2025).

SEILNACHT: KUPFER [online]: URL: <https://www.seilnacht.com/Lexikon/29Kupfer.html> (Abgerufen Januar 2025).

MINERALIENATLAS: KUPFER [online], URL: <https://www.mineralienatlas.de/lexikon/index.php/MineralData?mineral=Kupfer> (Abgerufen Januar 2025).

WIKIPEDIA: KUPFER [online], URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/Kupfer> (Abgerufen Januar 2025).

KUPFER_AKADEMIE [online], URL <https://kupfer.de/kupferwerkstoffe> (Abgerufen Januar 2025)



Abb. 9: Kupferlocke, Nonnweiler-Kastel, Slg. & Foto: E. MÜLLER, Bb. 1,2 mm.

KUPFERSCHIEFER LAUSITZ [online], URL: <https://www.kslmining.com> (Abgerufen Januar 2025).

IWCONSULT [online], URL: <https://www.iwconsult.de/projekte/rohstoffabhaengigkeit-der-deutschen-wirtschaft/> (Abgerufen Januar 2025).

KREDITANSTALT für WIEDERAUFBAU (KfW) [online], URL: <https://www.kfw.de/Über-die-KfW/KfW-Research/Rohstoffe.html> (Abgerufen Januar 2025).