

# Goldsuche via Mikroskop

Autor(en): **Bucheli, Erika**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin**

Band (Jahr): - **(2001)**

Heft 50

PDF erstellt am: **10.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-967564>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.



# Goldsuche via Mikroskop

Winzig kleinen Einschlüssen in Kupfer-, Zink- oder Golderzen entlocken Geologen der ETH Zürich ganze Geschichten: wann und wie die Mineralien entstanden sind und woher ihre Bestandteile stammen. Mit diesem Wissen sollen dereinst neue Vorkommen nutzbarer Metalle aufgespürt werden.

VON ERIKA BUCHELI  
FOTOS ETH ZÜRICH

**K**upfer, Zink, Blei oder gar Gold – Metalle, die aus der technologisierten Welt nicht mehr wegzudenken sind – kommen in der Natur meist nur als Spurenelemente vor. In so geringen Konzentrationen, dass sich ihre Gewinnung nicht lohnen würde.

Eine Ausnahme bilden Erze, die seltene Metalle konzentriert in Form von Mineralien enthalten. Sie werden seit mehr als 4000 Jahren abgebaut, in den letzten hundert Jahren in so grosser Masse, dass befürchtet wird, die heute bekannten Erzlagerstätten könnten bald einmal versiegen. Allein die Schweiz verbraucht Zehntausende Tonnen Kupfer pro Jahr, wovon etwa die Hälfte direkt aus dem Erzabbau stammt.

Verschiedene Forschergruppen versuchen deshalb, der Bildung solcher Erze auf die Spur zu kommen, um daraus auf neue Vorkommen zu schliessen. Eines dieser Teams ist jenes von Christoph Heinrich vom Institut für Isotopengeologie und Mineralische Rohstoffe der ETH Zürich. «Die Eigenheit unserer Gruppe besteht darin, dass wir uns auf die geologischen Grundlagen dieses weltweit eher

anwendungsorientierten Forschungsgebiets konzentrieren», erklärt er. Dabei kombinieren die Zürcher Geologen neueste Techniken der Mikroanalytik und der Computersimulation.

### Spuren der Mineralienbildung

Mit Hilfe der Mikroanalytik untersuchen sie winzig kleine Einschlüsse in Erzen und ihren Begleitmineralien. Diese nur wenige hundertstel Millimeter grossen Hohlräume enthalten Flüssigkeiten, Gase und winzige Salzkristalle – Spuren der Mineralbildung, wenn die seltenen Metalle aus der Erdkruste herausgelöst und später in einer eng begrenzten Zone wieder ausgefällt werden.

Was in den winzigen Hohlräumen eingeschlossen ist, sind die Überreste des Transportmediums der seltenen Metalle – meist eine vormals heisse, wässrige, salzhaltige Lösung, in selteneren Fällen ein Gasgemisch. Anhand der Dichte und der Konzentrationen der Elemente in den Einschlüssen können die Forscher heute – bis zu 4 Milliarden Jahre später – auf die Bedingungen und den Ablauf der Mineralbildung schliessen. «Man meint

immer, die Geologie sei etwas Statisches, dabei ist gerade bei erzbildenden Prozessen viel Bewegung im Spiel», sagt Christoph Heinrich begeistert. Trotzdem ist die Entstehung von Erzvorkommen mit einer Dauer von 10 000 bis eine Million Jahren für menschliche Verhältnisse unendlich langsam.

Um den Inhalt der Flüssigkeitseinschlüsse genau zu analysieren, mussten die ETH-Forscher erst ein Gerät entwickeln, das kleinste Mengen von Substanzen in einzelnen Einschlüssen messen kann. Der Durchbruch gelang mit einem sogenannten Laser-Ablations-Massenspektrometer (siehe Kasten), dessen Methodik inzwischen auch in ganz anderen Bereichen der Chemie und der Erd- und Materialwissenschaften Anwendung findet.

### Wie Kupfererze entstehen

Dank der neuentwickelten Methode haben die Geologen bereits einige spannende Ergebnisse erhalten. So können sie nun die Entstehung von wirtschaftlich bedeutsamen Kupferlagerstätten unterhalb von Vulkanen besser erklären, wo besonders heisse – und

**Links: Flüssigkeitseinschluss mit runder Gasblase und verschiedenen Salzkristallen in etwa 15 000-facher Vergrößerung,**

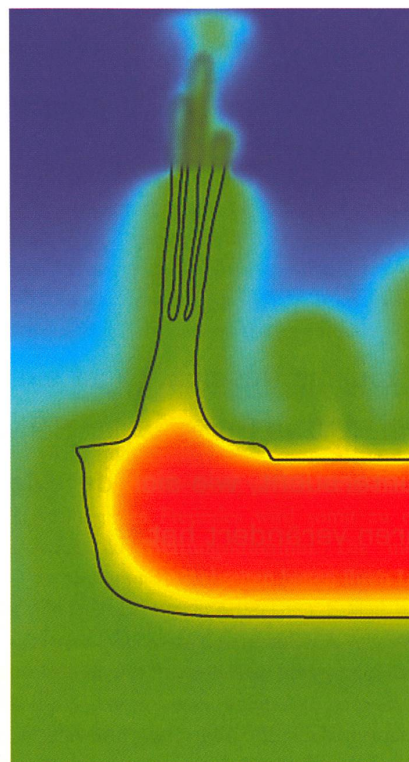
der direkten Beobachtung unzugängliche – Bedingungen herrschen. Bei der Bildung der Erzvorkommen existierte dort in grosser Tiefe eine salzhaltige Flüssigkeit zusammen mit einer schwefelreichen Dampfphase. Früher glaubte man, nur die flüssige Phase sei für den Transport der Metalle verantwortlich. Heinrichs Team analysierte die Einschlüsse der Kupferminerale und konnte dank der präzisen Laser-Ablationsmethode zeigen, dass sich der schwefelreiche Dampf unter bestimmten Bedingungen mit Kupfer und anderen Elementen anreichert. Wegen seiner geringen Dichte steigt der Dampf nach oben und mischt sich mit kaltem Grundwasser, worauf die Metalle als Schwefelverbindungen ausfallen. Dieser Prozess habe vermutlich zur Bildung von reichen Gold-Kupfer-Arsen-Vorkommen geführt, wie sie oft zwischen magmatischen Kupfererz-Lagerstätten und der Erdoberfläche zu beobachten seien, folgern die Geologen.

Die genauen Informationen über die Zusammensetzung der Lösungen und Gase, die bei der Mineralienbildung beteiligt sind, kommen auch der Simulation von Fließ- und Ausfällprozessen am Computer zugute: «Endlich können wir geologisch realistische Modelle mit tatsächlich gemessenen Lösungszusammensetzungen rechnen», sagt Heinrich.

Die Entwicklung neuer Modelliermethoden für Transportvorgänge im Erdinnern ist denn auch der zweite Forschungsschwerpunkt der Gruppe in Zürich. Mit Hilfe der Computersimulationen können die Geologen herausfinden, welche Faktoren bei Mineralienbildung entscheidend waren. «Solche Modelle werden in Zukunft vermehrt bei der praktischen Suche nach neuen Rohstoffvorkommen von Nutzen sein», so Heinrich.

### Suche Erze, biete Labors

Entscheidend für die Arbeit der Geologen sind geeignete Studienobjekte. So untersuchen die Schweizer Geologen Erzvorkommen in Zusammenarbeit mit Industrie und Forschungsgruppen in den USA, in Südamerika, Australien und im Balkan. Letztere Region im Rahmen des europäischen GEODE-Programms, in dem die Erzbildung am Beispiel des Alpen-Karpaten-Gebirgszugs studiert wird. Unterstützt werden sie dabei vom Schweizerischen Nationalfonds, unter anderem durch dessen Osteuropa-Programm SCOPES. So ist eine intensive Zusammenarbeit entstanden: Kollegen aus Rumänien und Bulgarien können hochmoderne Labors benutzen und neue Techniken erlernen, die Schweizer Geologen haben Zugang zu idealen geologischen Studienobjekten. ■



*Computersimulation der Fließvorgänge im Umfeld einer Magmakammer, wie sie unterhalb eines grossen Vulkans auftritt. Die Farben geben die Temperaturverteilung wieder, wenn granitisches Magma in Gesteine der Erdkruste dringt und dabei erstarbt.*

## LASER-ANALYTIK

### Methode aus Mikrotechnologie

Um Flüssigkeitseinschlüsse in Mineralien genauestens zu analysieren, haben die ETH-Forscher zwei Technologien miteinander kombiniert: gebündelte Laserstrahlen und ein hochempfindliches Massenspektrometer. Mit Hilfe des fokussierten Lasers, der eigentlich für die Bearbeitung kleinster Werkstücke entwickelt worden war, können die Geologen die Mineralprobe mit einer Auflösung von einigen tausendstel Millimetern aufbohren und damit einen einzelnen Einschluss freilegen. Das abgetragene Material wird in einem Gasstrom in ein Plasma-Massenspektrometer transportiert, wo seine chemische Zusammensetzung analysiert wird. Während des ganzen Abtragungsvorgangs misst das Massenspektrometer die Elemente. Der Prototyp wurde zusammen mit einer deutschen Firma gebaut, die Laser-Analytik wird nun in Zusammenarbeit zwischen Geologen und Chemikern an der ETH weiterentwickelt.

