Zeitschrift: Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin

Herausgeber: Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung

Band: - (2001)

Heft: 50

Artikel: Goldsuche via Mikroskop

Autor: Bucheli, Erika

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-967564

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

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

Kupfer, 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 grossem 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.

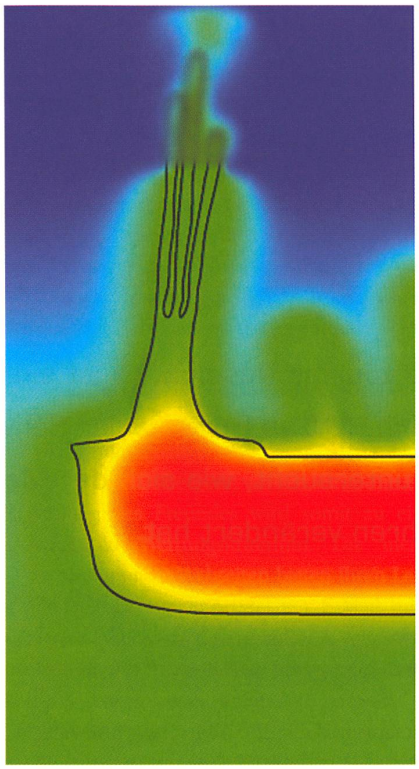
der direkten Beobachtung unzugängliche – Bedingungen herrschen. Bei der Bildung der Erzvorkommen existierte dort in grosser Tiefe eine salzhaltige Flüssigkeit zusammen mit einer schwefelreichen Dampfphase. Früher glaubte man, nur die flüssige Phase sei für den Transport der Metalle verantwortlich. Heinrichs Team analysierte die Einschlüsse der Kupfermineralien 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 Enwicklung 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.

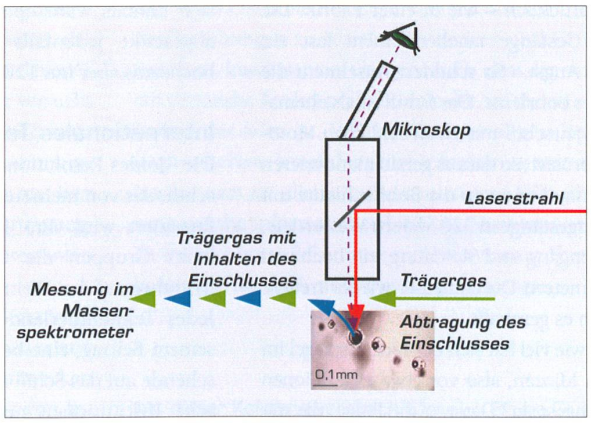
Suche Erze, biete Labors

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 erstarrt.

LASER-ANALYTIK

Methode aus Mikrotechnologie

Um Flüssigkeitseinschlüsse in Mineralien genaustens 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.