



Abb. 1: Entnahme von Flechten auf arsenhaltigem Gestein. Foto: Adrien Mestrot.

## Dem Arsen auf der Spur

**Naturwissenschaftler helfen den chemischen Kreislauf eines noch wenig bekannten Giftes zu verstehen**

Arsen (chemisches Symbol As) ist ein dem Phosphor verwandtes Halbmetall. Es kommt in Gesteinen und Böden vor und färbt diese beispielsweise grau-metallisch oder gelb (Abb. 1). Zur Gewinnung wird es erhitzt und die Dämpfe werden aufgefangen. Arsen wird zur Härtung von Blei- und Kupferlegierungen sowie zur Herstellung von Halbleitern sowie Glas verwendet. Es kann gesundheitliche Probleme bis hin zu Leber-, Lungen- und Hautkrebs verursachen. Die schweren Arsenvergiftungen sind meist Folge von berufsbedingten Vergiftungen.

Sein Vorkommen in der Natur und sein biogeochemischer Kreislauf, insbesondere der Austausch zwischen Atmosphäre, Pedosphäre, Biosphäre und Lithosphäre, sind noch nicht vollständig erforscht. Aktuelle Schätzungen gehen davon aus, dass aus Bergbau und Vulkanismus 42 Mio. Kg Arsen pro Jahr emittiert werden. Die durch Subduktion und Sedimentation in die Lithosphäre (Erdkruste und der äusserste Teil des Erdmantels) zurückgeführten Mengen belaufen sich auf geschätzte 142 Mio. Kg pro Jahr. Diese grosse Differenz wurde bislang fehlerhaften oder unzureichenden Vulkanismus-Daten zugeschrieben.

Wissenschaftler der Gruppe Bodenkunde des Geographischen Instituts und der Gruppe Pflanzenökologie des Instituts für Pflanzenwissenschaften der Universität Bern formulierten die Hypothese, dass die Verflüchtigung von Arsen über Flechten einen Teil dieser Differenz erklären könnte. Die biologische Verflüchtigung von Arsen ist ein bislang kaum erforschter Mechanismus, der Mikroorganismen erlaubt, gelöstes Arsen in gasförmiges zu transformieren. Selbes ist bereits von Cyanobakterien und Pilzen bekannt. Flechten sind symbiotische Organismen, die aus Pilz und Grünalge oder Cyanobakterien bestehen, weshalb auch sie zur biologischen Verflüchtigung von Arsen in der Lage sein könnten. Sie sind zudem durch die Produktion von schwachen Säuren fähig, Gesteine, auf denen sie wachsen, auszulaugen und aus ihnen Mineralstoffe zu absorbieren.



Abb. 2: Inkubation der Flechten im Labor. Foto: Adrien Mestrot.

Im Frühjahr 2014 haben Wissenschaftler beider involvierten Institute im arsenreichen Malcantone (Südtessin) Flechten von kontaminierten Felsen gesammelt (Abb. 1) und in einem eigens dafür konstruierten und von der *UniBern Forschungsstiftung* finanziell unterstützten Versuchsaufbau die biologische Arsen-Verflüchtigung untersucht. Die Proben wurden inkubiert und für sechs Wochen unter kontrollierten Laborbedingungen beobachtet (Abb. 2). Messungen des aufgefangenen, flüchtigen Arsens ergaben, dass einige Flechtenarten bis zu  $6,8 \mu\text{g As}$  pro Quadratmeter und Tag verflüchtigen können. Die validierte Methode ergab zudem, dass  $76 \pm 10 \%$  des verflüchtigten Arsens zuvor von der Flechte zu Trimethylarsan (TMA) transformiert wurde. Das sind die höchsten je gemessenen Werte aus biologischer Arsen-Verflüchtigung. Das Trimethylarsan erinnert an den Geruch von Knoblauch. Da fast alle Gesteine Arsen enthalten und kein Unterschied

zwischen dem Arsengehalt und der Menge des von Flechten verflüchtigten Arsens gemessen wurde, ist es möglich, die global von Flechten verflüchtigte Menge von Arsen zu schätzen.

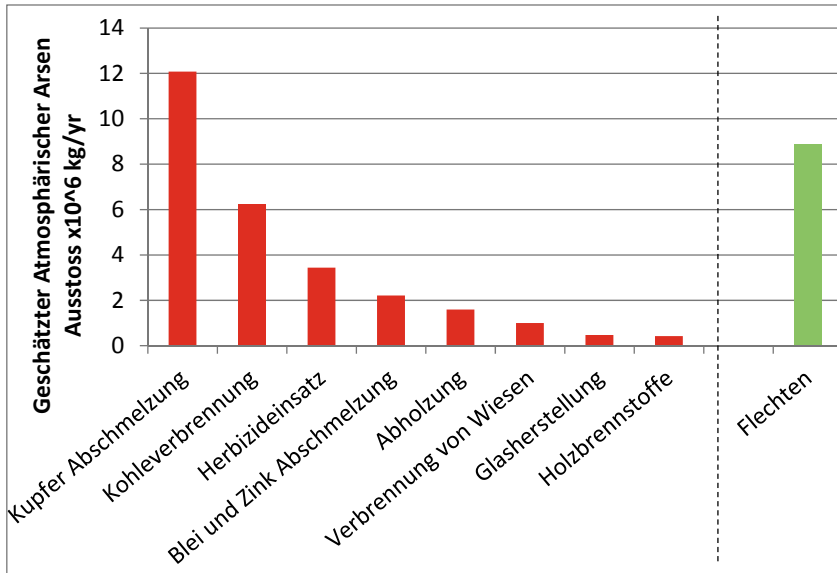


Abb. 3: Berechnete Arsenemissionen nach Matschullat et al. 2010 (rot) und geschätzte Arsenverflüchtigung von Flechten, berechnet anhand der Messungen von Mestrot et al. bei einer Bedeckung von 8% des Festlandes (grün).

Flechten bedecken bis zu 8 % der weltweiten Landfläche. Es könnte daher sein, dass die Emissionen gesteinsbedeckender Flechten in die Atmosphäre vergleichbar hoch wie jene der Verhüttung von Kupfer sind, der grössten globalen Arsen-Quelle für die Atmosphäre (Abb. 3). Außerdem fand man in den Flechten hohe Konzentrationen von anorganischen und methylierten Arsen-Formen. Dies impliziert, dass Flechten Arsen aus Gestein mobilisieren und in umgewandelter Form an die Umgebung und Böden abgeben können.

Dr. Adrien Mestrot und Prof. Dr. Wolfgang Wilcke  
 Bodenkunde, Geographisches Institut  
[www.geographie.unibe.ch](http://www.geographie.unibe.ch)

Dr. Steffen Boch  
 Pflanzenökologie, Institut für Pflanzenwissenschaften  
[www.ips.unibe.ch](http://www.ips.unibe.ch) und Botanischer Garten Bern [www.botanischergarten.ch](http://www.botanischergarten.ch)

## **PORTRÄT**

Die *UniBern Forschungsstiftung* unterstützt seit ihrer Gründung im Jahr 1928 die wissenschaftliche Forschung in allen Instituten und Kliniken der Universität Bern.

So spricht sie jährlich rund CHF 300'000.-- an rund 50 Projekte aus allen Forschungsrichtungen. Die Schwerpunkte ihrer Förderungen liegen auf Druckkostenzuschüssen, Konferenzreisen und Forschungsaufhalten im Ausland sowie der Anschaffung von Apparaten.

Die Stiftung finanziert sich durch den Ertrag aus ihren Wertschriften und die Zuwendungen ihrer Gönnerinnen und Gönner. Zuwendungen werden entweder ohne bestimmten Zweck oder aber für eine bestimmte Forschungsrichtung oder ein bestimmtes Projekt gemacht. Ferner besteht gemäss den Statuten der Stiftung die Möglichkeit, unter eigenem Namen und für eigene Zwecke unter dem Dach der *UniBern Forschungsstiftung* einen eigenen Fonds zu errichten (z.B. Bernadette Berner Fonds zur Förderung der Forschung am Institut für Zellbiologie).

Die Organe der Stiftung bilden der Stiftungsrat, der Vorstand und die Revisionsstelle. Der Stiftungsrat setzt sich aus Vertreterinnen und Vertretern der Universität und der Berner Wirtschaft zusammen.

Weitere Informationen und exemplarische Forschungsprojekte werden auf der Internetseite **[www.forschungsstiftung.ch](http://www.forschungsstiftung.ch)** präsentiert.

Für die Überweisung von Gönnerbeiträgen steht interessierten Firmen und Privatpersonen das Konto Nr. 42 3.304.353.22 bei der Berner Kantonalbank, Clearing Nr. 790, zur Verfügung. IBAN: CH81 0079 0042 3304 3532 2.

Bern, im August 2015