

Letzte Erkenntnisse zu biologisch induzierten Alterationsprozessen

Latest knowledge's about biological-induced alteration processes

Bernd Ullrich

TU Dresden, Fakultät Bauingenieurwesen, Institut für Geotechnik, Professur für Angewandte Geologie, George-Bähr-Straße 1a, 01069 Dresden, Deutschland; Bernd.Ullrich@tu-dresden.de

Revision accepted February 7, 2018.

Published online at www.senckenberg.de/geologica-saxonica on June 1, 2018.

Kurzfassung

Im vorliegenden Beitrag wird die Rolle der Steinlaus bei biologisch induzierten Alterationsprozessen diskutiert. In den Verwitterungsprodukten eines Sandsteines wurde das Exemplar einer rezenten Steinlaus „*Anoplura lithoklasia loriotensis*“ gefunden. Ein Steinlausfossil wurde in den Sekundärmineralbildungen des Alaunschieferbergbaus im Thüringer Schiefergebirge nachgewiesen.

Abstract

In the present contribution the role of the Steinlaus (stone louse) in biological-induced alteration processes is discussed. In the weathering products of a sandstone the recent specimen of the Steinlaus „*Anoplura lithoklasia loriotensis*“ was found. A Steinlaus fossil has been detected in the secondary mineral formations of the historical alum-schist mining in the Thuringian Schist Belt.

Die Natur birgt immer noch viele Geheimnisse. Das gilt auch für eine ganze Reihe von Verwitterungsphänomenen, deren Entstehung auch mit modernsten phasenanalytischen Untersuchungsmethoden bis in die Gegenwart nicht völlig geklärt werden konnte. Genannt werden soll an dieser Stelle nur die Wabenverwitterung der Sandsteine, die wir allerorten im Elbsandsteingebirge, aber auch an vielen historischen Bauwerken finden können. Den Schleier, der über diesem Dunkel des Nichtwissens liegt zu lüften ist Ansporn für jeden Naturwissenschaftler. Mitunter hält Mutter Natur dann auch überraschende Lösungen für uns bereit und manches, was bisher in das Reich der Fabel verwiesen oder als nicht akzeptabel angesehen wurde, präsentiert sich dann mit großer Klarheit: „So und nicht anders soll es schon immer gewesen sein.“ Das gilt ganz sicher auch für mineralogische Untersuchungen. Dabei ist die Rolle von Zufallsfunden – Mineraloge Zufall war schon immer ein guter Mineraloge –

nicht zu unterschätzen. Über einen solchen Zufall soll im vorliegenden Beitrag berichtet werden.

Es ist allgemein bekannt, dass Organismen unterschiedlichster Art bei Alterationsprozessen eine wichtige Rolle spielen. Insbesondere die Tätigkeit von Mikroben führt dazu, dass ansonsten mit geringer Geschwindigkeit in der Natur verlaufende anorganisch chemische Reaktionen mikrobiell katalytisch stark beschleunigt werden. Das eindrucksvollste Beispiel hierfür ist die Oxidation von sulfidischen Mineralen (Lu & Wang 2012).

Bereits seit Mitte der 1970er Jahre gibt es Vermutungen, dass die in vielen Bereichen anzutreffende intensive Verwitterung von Natursteinen ebenfalls auf die Tätigkeit eines Organismus zurückzuführen ist (Loriot 1976). Loriot hatte geäußert, dass dieses Phänomen vor allem auf die Fresstätigkeit der Steinlaus zurückzuführen sei. Der Autor wurde damals jedoch allgemein belächelt, da er das Tier nicht in der Natur beobachtet hatte, son-



Abb. 1. Steinlaus bei der Arbeit (nach Lorient 1983).

Fig. 1. Steinlaus at work (after Lorient 1983).

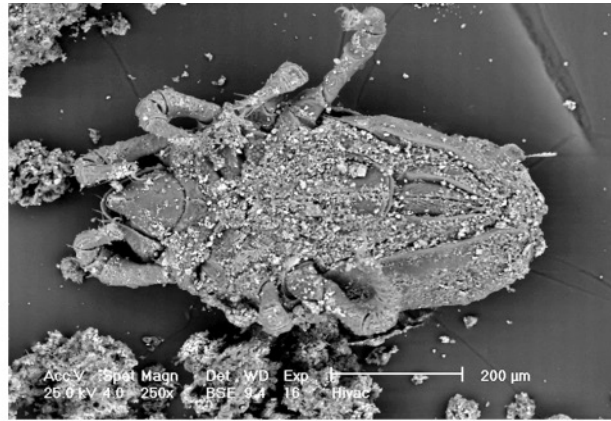


Abb. 2. *Anoplura lithoklasia lorientensis* auf einer Sandsteinoberfläche des Mauerwerkes von Schloss Moritzburg (Sachsen).

Fig. 2. *Anoplura lithoklasia lorientensis* on a sandstone surface of the masonry of the castle Moritzburg (Saxony).

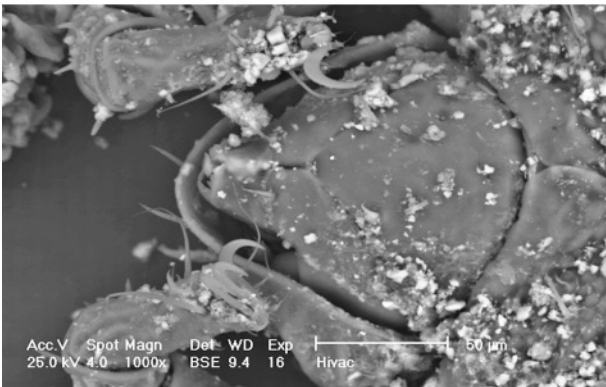


Abb. 3. Ausschnitt im Kopfbereich, deutlich zu erkennen die Grabwerkzeuge an den vorderen Gliedmaßen.

Fig. 3. Section in the head area, tools for diggings in the front limbs.

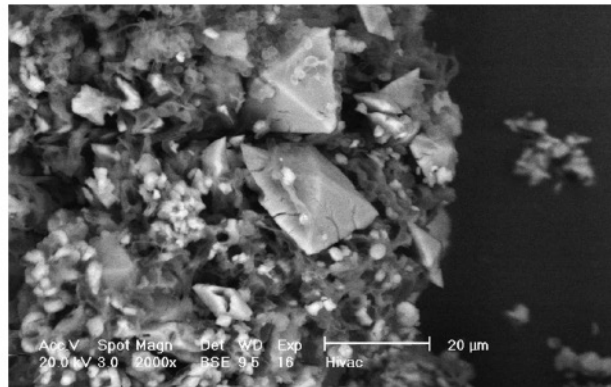


Abb. 4. Ausscheidungsprodukte von *Anoplura lithoklasia lorientensis* mit Weddellit- und/oder Whewellitkristallen.

Fig. 4. Excretion products of *Anoplura lithoklasia lorientensis* with crystals of weddellite and whewellite.

dem nur eine Zeichnung, sozusagen von der virtuellen Steinlaus, liefern konnte (Abb. 1). Dennoch geistert die Lorientische Steinlaus seit Jahrzehnten als „Natursteinverwitterungsgespens“ durch die einschlägige Fachliteratur und fand sogar Aufnahme in ein Lexikon als kleinstes einheimisches Nagetier unter dem Namen *Petrophaga lorienti* (Pschyrembel 2004). In Natursteinforscherkreisen taucht sie regelmäßig als Karikatur auf und dient mitunter als Einladung zu einem gemütlichen Abendessen.

Eine erste direkte Beobachtung lieferte der Mikrobiologe Wolfgang E. Krumbein (Zaun 2001): „Das erste Mal habe ich die Steinlaus auf der Balustrade des Stephansdoms in Wien gesehen. Dort flitzten auf einmal 30 bis 40 kleine rote Tierchen über den Algenfilm.“ Müller (2007) berichtete von mysteriösen Grabgängen im Elbsandstein, die unter anderem am Dresdner Zwinger und am Fasanschlösschen Moritzburg gefunden wurden, hatte aber den Verursacher selbst nicht beobachtet.

Detaillierte Untersuchungen der Verwitterungsbildungen des Natursteinmauerwerkes von Schloss Moritzburg brachten zur gleichen Zeit eine sensationelle Entdeckung. In den Zersetzungsprodukten des Sandstei-

nes wurde eine Steinlaus gefunden und konnte im Rasterelektronenmikroskop photographiert werden (Ullrich 2007, Abb. 2). Da diese Steinlaus in ihrer morphologischen Ausbildung vom Original etwas abweicht, wurde ihr – zu Ehren ihres Erfinders – ein neuer Name „*Anoplura lithoklasia lorientensis*“ gegeben. Sie ist milbenähnlich in ihrer Morphologie und trägt im Kopfbereich deutlich ausgebildete Grabwerkzeuge, mit denen sie das Gestein löst, um es anschließend mit den scharfen Fresswerkzeugen weiter zu zerkleinern (Abb. 3) und dann als Gesteinsmehl zu sich zu nehmen. *Anoplura lithoklasia lorientensis* hinterlässt auf den Gesteinsoberflächen ihre Ausscheidungsprodukte, in denen organische Minerale wie Weddellit ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) und Whewellit ($\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$) röntgendiffraktometrisch und im Rasterelektronenmikroskop nachgewiesen werden konnten (Abb. 4). Mit hoher Wahrscheinlichkeit existieren von der Steinlaus verschiedene Arten, denn es konnte noch ein zweiter Organismus gefunden werden, dessen Körper wesentlich schlanker ausgebildet war. Vielleicht handelte es sich aber auch nur um einen schlechteren Ernährungszustand. Weitere Untersuchungen sollen nun Auskunft

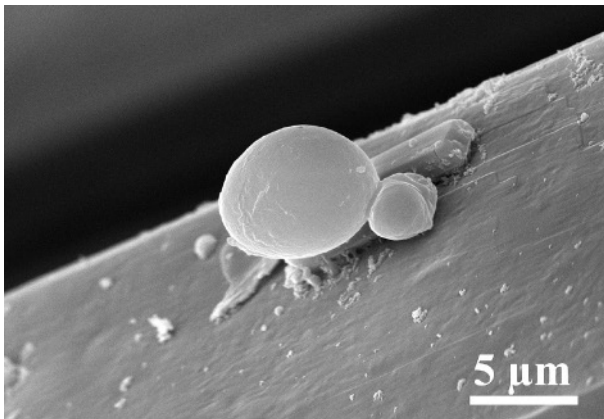


Abb. 5. Steinlausfossil auf der Fläche eines Gipskristalles.
Fig. 5. Fossil of Steinlaus on the surface of a gypsum crystal.

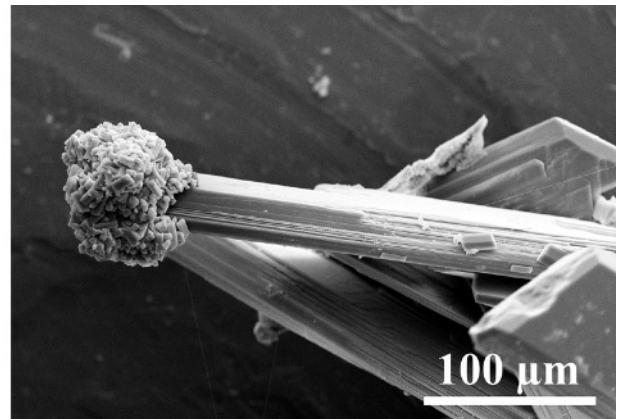


Abb. 6. Aggregat von Destinezitkristallen (im Bild links) an der Spitze eines nadeligen Gipses.

Fig. 6. Aggregate of destinezite crystals (left in the image) at the top of an acicular gypsum.

geben, ob es zu den verschiedenen Gesteinen zuordenbare unterschiedliche Steinlausarten gibt. Inwieweit eine Verbindung zu den von Krumbein beobachteten Organismen besteht ist nicht bekannt. Fest steht jedoch bereits, dass es sich nicht – wie ursprünglich vermutet – um ein Nagetier handelt (Pschyrembel 2004), sondern tatsächlich um eine Steinlaus (Abb. 2). Damit ist die Existenz der Loriotschen Steinlaus eindeutig bewiesen. Dass sie eine wesentliche Ursache der Gesteinsverwitterung ist, dürfte mittlerweile wohl auch von niemandem mehr in Zweifel gezogen werden.

Es bleibt die Frage zu stellen, seit wann existiert die Steinlaus in der Erdgeschichte. Die Antwort konnte bei den Untersuchungen der Sekundärmineralbildungen des thüringischen Alaunschieferbergbaus gefunden werden (Ullrich 2017). Das Fossil der Steinlaus wurde in den silurischen Alaunschiefern der Saalfelder Feengrotten entdeckt (Abb. 5). Das Fossil befand sich auf der Oberfläche eines Gipskristalles, auf dem außerdem auch noch Destinezitkristalle ($\text{Fe}_2^{3+}[\text{OH}/\text{SO}_4/\text{PO}_4] \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) aufgewachsen waren. Der Organismus selbst ist vollständig zu dem Mineral Jarosit ($\text{KFe}^{3+}[(\text{OH})_6/(\text{SO}_4)_2]$) umgewandelt worden, zeigt aber eine große Ähnlichkeit mit den rezenten Exemplaren. Der Erhaltungszustand ist als gut zu bezeichnen, lediglich die Grabwerkzeuge an den vorderen Gliedmaßen sind nicht mehr vorhanden. Ob die auf dem Gipsaggregat an unterschiedlichen Stellen abgelegten großen Destinezitkristalle (Abb. 6) zu den Ausscheidungsprodukten der Steinlaus gehören, konnte nicht geklärt werden. Es wird jedoch vermutet, dass das an verschiedenen Stellen in den Feengrotten auftretende „Bergharz“ (ein Eisen-Sulfat-Phosphat-Gel, aus dem sich durch Alterung Diadochit bildet, Ullrich 2017) von den rezent in den Grubenbauten tätigen Steinläusen erzeugt wird. Es sind vor allem in den gelartigen Alterationsprodukten vielfältige morphologische Merkmale zu beobachten, die als Steinlausspuren gedeutet werden können (Abb. 7 bis 9). Hierzu besteht jedoch noch weiterer Untersuchungsbedarf.

Es ist auf jeden Fall der Nachweis erbracht, dass die Steinlaus bereits seit dem älteren Paläozoikum (mindestens

wohl seit 440 Millionen Jahren) einen wesentlichen Beitrag zur Gesteinsverwitterung liefert und damit auch die Verwitterung und Abtragung des kaledonischen und variszischen Gebirges befördert hat. Insofern ist nun auch geklärt, warum von diesen beiden gewaltigen Gebirgen heute nur noch flachwellige Mittelgebirge und Einebnungsflächen der Gebirgsrumpfe vorhanden sind.

Die Bildung der Sekundärminerale in den auflässigen Grubenbauten des Alaunschieferbergbaus wurde bisher in der Regel auf die Oxidationsverwitterung des Pyrites und den Angriff der dabei freigesetzten Schwefelsäure auf den Alaunschiefer zurückgeführt. Diese in der Literatur weit verbreitete Auffassung dürfte nun unter dem Gesichtspunkt der Entdeckung des Steinlausfossiles neu zu diskutieren sein. Damit wird ein neues Kapitel der Verwitterungsforschung aufgeschlagen.

Außerdem wird nun auch klar, dass die Steinlaus unter extremen physiko-chemischen Bedingungen existieren und ihre Tätigkeit verrichten kann, so wie das bisher eigentlich nur von Mikroben bekannt war. Wir wissen jetzt, dass wir die Bildung der wunderschönen Tropfsteine und Sinter in den Saalfelder Feengrotten und dem Schaubergwerk der Morassina bei Schmiedefeld in Thüringen der segensreichen, fleißigen Arbeit der Steinlaus zu verdanken haben.

Für die Steinlausforschung eröffnet sich in der Zukunft ein weites Feld. Genannt werden soll hier nur der Aspekt des Klimawandels (Ullrich 2014). Wie wirkt sich z. B. der Klimawandel auf die Steinlauspopulationen aus oder trägt die Steinlaus gar selbst zum Klimawandel bei und befördert diesen nachhaltig? Ergebnisse paläogeographischer und paläoklimatischer Forschungen lassen vermuten, dass die Tätigkeit der Steinlaus besonders in jenen erdgeschichtlichen Abschnitten sehr intensiv war, in denen ein warmes Klima in unseren Breiten vorherrschte. Belegt wird das insbesondere durch die Bildung mächtiger Verwitterungskrusten auf silikatischen Gesteinen, wie z. B. der sächsischen Kaoline in der Kreidezeit (Störr 1983). Das bedeutet, dass es sich bei der Steinlaus um Wärme liebende Organismen

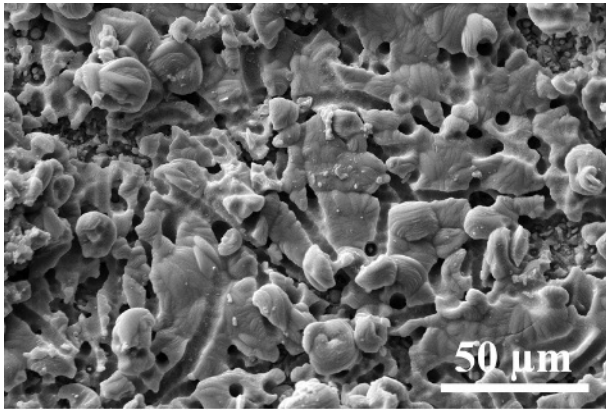


Abb. 7. Steinlausspuren in gelartigen Verwitterungsprodukten.

Fig. 7. Traces of Steinlaus in gel-like weathering products.

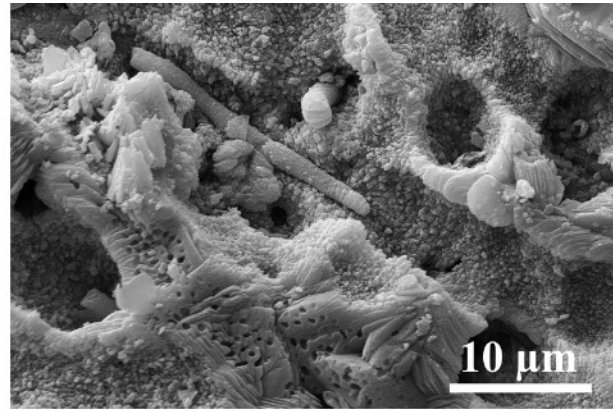


Abb. 8. Steinlausspuren in gelartigen Verwitterungsprodukten.

Fig. 8. Traces of Steinlaus in gel-like weathering products.

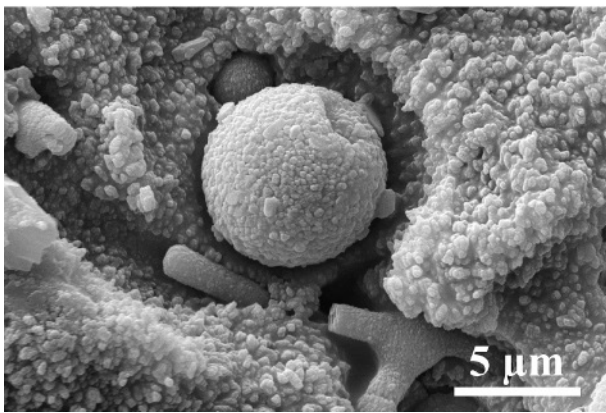


Abb. 9. Steinlausspuren in gelartigen Verwitterungsprodukten.

Fig. 9. Traces of Steinlaus in gel-like weathering products.

handelt, die ihr Maximum in der Verbreitung immer in derartigen Zeitabschnitten erreicht haben. Es ist deshalb zu befürchten, dass mit dem sich weiter verstärkenden dramatischen globalen Klimawandel und den damit auch für Sachsen prognostizierten Veränderungen (z. B. Franke et al. 2006) – insbesondere der Erwärmung – in den nächsten 100 Jahren die Populationen der Steinlaus in ihrer Verbreitung außerordentlich stark zunehmen werden und dass davon nicht zu vernachlässigende zusätzliche Gefährdungen für mit hohem Aufwand restaurierte historische Bauwerke (z. B. die Dresdner Frauenkirche oder das Schloss) ausgehen.

Um diese zukünftig zu erwartenden Schäden und die damit verbundenen ökonomischen Belastungen zu minimieren oder evtl. ganz zu vermeiden, ist es unerlässlich, eine detaillierte Kartierung der rezenten Steinlauspopulationen vorzunehmen, diese mit den Klimadaten zu korrelieren und entsprechende Prognosen aufzustellen. Da sich derartige Prognosen – insbesondere wenn sie die Zukunft betreffen – außerordentlich kompliziert gestalten und hierfür in der Regel sehr breit angelegte Zeitreihen belastbarer, authentischer Messdaten mit einer hohen Transparenz erforderlich sind, ist es unabdingbar mit diesen Untersuchungen möglichst zeitnah zu beginnen.

Literatur

- Franke, J., Goldberg, V., Mellentin, U. & Bernhofer, C. (2006): Risiken des regionalen Klimawandels in Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen. – *Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universität Dresden*, **55**(3/4): 97–104, Dresden.
- Loriot (1976): Die Steinlaus. Parodie auf den Frankfurter Zoologen Dr. Bernhard Grzimek. – Fernsehsendung, ARD.
- Loriot (1983): Professor Grzimek und die Steinlaus. – In: Bülow, B.-V.C.-C. von (Ed.): *Möpfe & Menschen. Eine Art Biographie*. – 220–223, Zürich (Diogenes Verlag AG).
- Lu, X. & Wang, H. (2012): Microbial Oxidation of Sulfide Tailings and the Environmental Consequences. – *Elements*, **8**(2): 119–124.
- Müller, A. (2007): Mysteriöse Grabgänge zerstören Elbsandstein. – *Sächsische Zeitung*, **62**: 21.6.2007, Dresden.
- Psyhyrembel (2004): *Psyhyrembel. Klinisches Wörterbuch*, 260. Auflage. – 1728, Berlin (Verlag Walter de Gruyter).
- Störr, M. (1983): Die Kaolinlagerstätten der Deutschen Demokratischen Republik. – *Schriftenreihe für Geologische Wissenschaften*, Berlin **18**: 1–226, Berlin.
- Ullrich, B. (2007): Sensationelle Entdeckung – Steinlaus endlich gefunden. – https://tu-dresden.de/bu/bauingenieurwesen/die_Fakultaet/news-1/steinlaus.
- Ullrich, B. (2014): Auswirkungen des Klimawandels auf die Steinlauspopulationen in Sachsen. – <https://baublog.file1.wcms.tu-dresden.de/2014/04/1/der-klimawandel-und-die-steinlaus-in-sachsen>.
- Ullrich, B. (2017): Zur Mineralogie anthropogen induzierter Alterationsprozesse – Sekundärminerale des historischen Alaunschieferbergbaus von Saalfeld und Schmiedefeld im Thüringischen Schiefergebirge. – *Geologica Saxonica*, **64**: 191–203, Dresden.
- Zaun, H. (2001): Vom Fernsehstar zum Biofilm. Loriots „Steinlaus“ existiert tatsächlich. – www.heise.de/tp/r4/artikel/11/11417/1.html.