

***Scapania scapanioides* (C. Massal.) Grolle im historischen Bergbaurevier Schwarzleo – ein Sekundärstandort im hemeroben Umfeld**

JOHANN PETER GRUBER

Zusammenfassung

Im Bergbaurevier Schwarzleo nahe Leogang (Salzburg/Österreich) wurde *Scapania scapanioides* am Mundloch des Barbarastollens auf einer Krainerwand in Holzkastenbauweise angetroffen. Der ungewöhnliche Standort in hemeroben Umfeld und der ökologische Rahmen werden analysiert. Stete Bewetterung aus dem Stollen mit Kaltluft bei ganzjährig konstanter Temperatur von 9°C verursacht unter permanenter Kondenzwasserbildung eine erhebliche Erniedrigung der sommerlichen Lufttemperatur in diesem Habitat. Mögliche Überdauerungszeiträume werden diskutiert.

Abstract

In the Schwarzleo mining district near Leogang (Salzburg/Austria), *Scapania scapanioides* was found at the adit opening of the Barbarastollen on a so called Krainerwand (wooden wall construction, reinforced with inner horizontal timber tie beams and backfilled with rocks). The unusual, hemerobic site and the ecological framework was analysed. Constant cold air exit from the adit opening with a constant temperature of 9°C enables permanent dew precipitation and a considerable reduction of the ambient summer temperature in this habitat. Presumable survival periods are discussed.

Einleitung

Scapania scapanioides (C. Massal.) Grolle der Sec. *Scapaniella* (H. Buch) Potemkin ist das Taxon mit den wenigsten Nachweisen der heimischen Scapaniellen. Hinsichtlich Synonymen und Taxonomie wird auf MÜLLER (1954) und HODGETTS & al. (2020) verwiesen. Im Zuge eines geologischen Exkurses in das seit mehr als 3500 Jahren bestehende Abbaugebiet Schwarzleo (SCHIPFLINGER 2025, ORTSGESCHICHTE-LEOGANG.AT 2026, 2026a) wurde *S. scapanioides* angetroffen (30.08.2025). Damit ist wie für *S. carinthiaca* (GRUBER 2025) auch für diese Art ein hemerob beeinflusster Standort bekannt. Für Österreich wurden bisher 15 Fundorte in naturnahen Habitaten publiziert (KROPIK & ZECHMEISTER 2023). Die Art gehört zu den größten Seltenheiten und wurde direkt am von tausenden Besuchern frequentierten Mundloch des historischen Barbarastollens vorgefunden. Die Merkwürdigkeit des Standortes gab Anlass zu vorliegender Fallstudie an diesem Sekundärstandort. Das winzige Lebermoos hat sich an einer in historischer Holzbauweise ausgeführten Krainerwand angesiedelt. Diese Bauwerke zur Stabilisierung von Gleithängen sind eine im Alpenraum übliche Verbauung aus Läufern (bilden die Stirnfläche der Wand) und Klammern (Verankerungshölzer) bestehenden Konstruktion (Abb. 1). Die gewollt durchsickerbare Hinterfüllung besteht aus Gesteinsmaterial. An solchen Bauwerken auftretende Vermoderungsvorgänge mit Nekrotestadien als ökologische Schlüsselstrukturen (ENZENHOFER & SCHRANK 2019) und dabei ablaufende Zeiträume sind bedingt abschätzbar und werden diskutiert.

Eine Anfrage zum Barbarastollen-Mundloch um die Erlaubnis der Wiedergabe einer Jahrzehnte alten Abbildung in der Herzogiella blieb wohl wegen Wintersperre leider bisher unbeantwortet. Aufschlußreiche Abbildungen sind aber online (ORTSGESCHICHTE-LEOGANG-AT 2026a) einsehbar und eröffnen vergleichende Aspekte.

Der Standort und sein ökologischer Rahmen

Das überregionale **Klima** entspricht dem deutlich kühleren Subtypus Dfb des kontinental humiden, hemiborealen Klimatyps D nach Köppen-Geiger (GEIGER 1954) in feuchter Nordstaulage. Ein aktuell kolportierter, jährlicher Niederschlagswert beträgt 2.188 mm mit Maxima während der Sommermonate durch subozeanischen Einfluss bei einem mittleren Temperaturwert von 5,5° C (METEOATLAS 2026). Zugleich treten Südföhnlagen wiederkehrend in Erscheinung (NIEDERMOSER 2020).

Der **Fundort** befindet sich in den Kitzbüheler Alpen im Schwarzleotal, 6,5 km WWS von Leogang, randlich in einem montanen Unterhang-Mischwald am Barbarastollen-Mundloch auf 1035 msm. 47,2528°N/12,4037°E, Kartierungsquadrant 8542/3. Krainerwand, auf Fichten-Rundholz (Abb. 1.) Initiale Nekrorestadien auf offenen, unter Sukzessionsabläufen stehende, für Kleinstmoose geeignete Flächen. Autochthones, diverses Gestein der Grauwackenzone (Spielbergdolomit, Wildschönauer Schiefer, Sandstein) der Hinterfüllung ist im Zusammenhang nur hinsichtlich des Feuchtemilieus von Belang.

Der erste Eindruck des **Standortes** überrascht – die ökologischen Voraussetzungen entsprechen scheinbar kaum Literaturbefunden (MÜLLER 1954, SCHMIDT 1960, KROPIK & ZECHMEISTER 2023). Die Analyse abiotischer Standortfaktoren erklärt das Auftreten der konkurrenzschwachen Art und der vorliegende Befund verdeutlicht, wie dieser Vorgang als „turn over“ dieser Kleinhabitate temporär verläuft. Die entscheidenden mikroklimatischen Voraussetzungen erschließen sich bei Betrachtung der Stollenluft-Temperatur mit einem ganzjährig konstanten Wert um 9°C. Der feuchtezügige Hangbereich mit der Krainerwand ist daher durch kalten Luftstrom aus dem Mundloch des Stollens dauernder sommerlicher Temperaturniedrigung ausgesetzt. Dieser Ablauf bringt eine erhebliche Temperaturdifferenz auf kleinem Raum mit sich. Die Bewetterung – in der Bergmannssprache die Bezeichnung für solche Phänomene – verursacht anhaltende Kondenswasserbildung und ökologische Voraussetzungen werden insbesondere an der bodennahen Hälfte der Wandkonstruktion während der Vegetationszeit durch konstant gebildete Taufeuchte gewährleistet. Vergleichbare natürliche Erscheinungen mit Fundorten zahlreicher – nicht nur botanischer Besonderheiten – sind als Ventarolen bekannt (PUNZ 2018) und erscheinen in vielgestaltiger Form als Wind- und Kaltlöcher sowie unterkühlte Grobblockhalden.

Diese **Krainerwand** (Abb. 1A) hat mittlerweile eine Alterung von 12 Jahren durchlaufen. Die Nutzungsdauer solcher Bauten ist entsprechend ihrer Exposition und Ausführung sehr unterschiedlich, liegt aber im Bereich von Jahrzehnten (vgl. dazu Textinweis unter Titel Abb. 1A-1). Bautechnisch wird eine Initial-, Optimal-, und Finalphase des Holzabbaues unterschieden. Ständig benetzte Bereiche halten bedeutend länger als unter Wechselfeuchte, da Fäulnispilze eingeschränkt werden. An wechselfeuchten Stellen nimmt die Holzfestigkeit rasch ab, RICKLI & GRAF (2014) berichteten von einem erstmaligen Erscheinen des Steifporlings nach 7 Jahren und dieser ist möglicherweise bereits ein erster Vertreter der einsetzenden Finalphase. Am Barbarastollen setzt die Sukzession der Vermoderung des Rundholzes **an flach exponierten Oberflächen radial fortschreitend ein und bleibt dort am intensivsten**. Die Dokumentationen des Mundlochs zu unterschiedlichen Zeitpunkten (vgl. Abb. 1) fasst den zeitlichen Rahmen der „Reifung“ der Mikrohabitate. Der Verlauf der Nekrorestadien bietet ab dem (3)4–6(7) Alterungsjahr ein Zeitfenster von 15–20+ Jahren als Standort zur Besiedlung und Überdauerung für die Zielart, bevor Konkurrenz erstarkender Begleiter eintritt und ist aktuell unter diesem Aspekt am Barbarastollen noch für einige Jahre absehbar.

Diskussion

Vor Ort besiedelbares Substrat für *S. scapanioides* bilden die Oberflächen des Fichtenrundholzes mit ungefähr 30 cm Durchmesser. Werden Vorgängerbauwerke mit eingerechnet, liegen Habitate über Jahrzehnte vor, denn Substratengpass bei Neubauten ist vorübergehend. Aktuell finden sich um die Flanken der verbauten Bloche durch andere Moose freie Flächen mit guter Konsistenz des Substrats ohne Weichmoder. Bei vermehrter Feuchte wird Wasser daher nicht von diesem absorbiert, bildet zarte Filme und tropft ab. Vorhanden waren hier mehrere, kaum cm² umfassende Kleinkolonien der Zielart mit dünnen, cyanophytischen Schleim- und Galertauflagen. Die nicht zahlreichen, durchweg sterilen Sprosse zeigen an Blattspitzen umfangreiche Bildung zweizelliger, braun werdender Gemmen. Unmittelbare Begleiter sind *Lophocolea heterophylla*, *Nowellia curvifolia*, *Riccardia palmata* und Blaualgen, sowie randlich ein paar kümmerliche *Sanionia uncinata*-Sprösschen, was auf fortgeschreitende Alterung des Habitats hinweist.



Abb. 1 A: Mundloch des Barbarastollen im Jahre 2012, befestigt mit der zu diesem Zeitpunkt neuen Krai-nerwand, auf welcher die Zielart 2025 an den untersten 3 Stammreihen vorgefunden wurde. Foto: Hejkal 2026. Vergleiche auch online unter ORTSGESCHICHTE-LEOGANG.AT (2026a): Mundloch des Barbarastollen zum „Zeitraum 1989“ als Dokumentation des Zustandes der gealterten, moosbesiedelten Vorgängerbauwerke. Hier an den drei unteren Stämmen zu sehende, freie Flächen bilden Nischen, ebenso wie aktuell am 2012 erbauten Nachfolgebauwerk (Abb. 1A.), wo sich in vergleichbaren Bereichen *S. scapanioides* ansiedeln konnte.

Unter sukzessivem Substratwandel beschränkt Konkurrenz die Totholz bewohnende Art zunehmend. *S. scapanioides* besiedelt – bezogen auf die Studie – initiale Nekrosetadien mit Cyanophyten. Das umschreibt der Befund von SCHMIDT (1960) mit „wenig besiedeltes,

morsches Holz“. Nach diesem Autor erscheint die Zielart einzeln oder in kleinen Rasen, seltener zwischen größere Laub- und Lebermoose eingestreut in den Vorbergen des Wettersteingebirges (Bayern) gemeinsam und unter „völlig gleichen ökologischen Bedingungen“ mit *S. carinthiaca* und *S. apiculata* in Mischrasen. Die Ökologie der Scapaniellen charakterisieren KROPIK & ZECHMEISTER (2013) wie folgt: auf beschatteten Totholz von *Picea abies*, *Abies alba* und *Fagus sylvatica* aller Nekrorestadien in mittlerer Entfernung von 2,5 m von Gerinnen und quelligen Bereichen in naturnahen, montan-submontanen Wäldern. Die Art wurde auch auf Borke von liegendem, abgestorbenen Fichten-Schwachholz im Sprüherand eines kühl-feuchten Waldbacheinschnittes vorgefunden. An einem im Herbst 2025 besuchten Standort auf liegendem Totholz von *Fagus sylvatica* (Höllleitenbach-Wasserfall, Oberösterreich) hat Schlüsslmayr an dieser Örtlichkeit 1994 *S. scapanioides* gefunden und als Erstnachweis für Oberösterreich (SCHLÜSSLMAYR (1997) sowie als Kennart des Nowellion curvifoliae publiziert (SCHLÜSSLMAYR 2005). Nachsuchen dieses Autors in den Folgejahren waren vergebens, doch die Art war dort nach 30 Jahren gemeinsam mit den von Schlüsslmayr angeführten Begleitarten im Zuge eines anderen Projektes vom Verfasser wieder vorzufinden. Damit ist eine Bestätigung für diesen Überdauerungszeitraum durch im Feld kaum nachweisbare Diasporen nicht auszuschließen. Die getrenntgeschlechtlichen Pflanzen wurden in Österreich bisher nur als sterile, klonale Bestände vorgefunden – vegetative Vermehrung gleicht die Schwierigkeiten aus, die Befruchtung bei diözischen Arten mit sich bringen kann (FRAHM 2001) und ist vielleicht sogar von mikroevolutiver Wertigkeit. Fragen zum kaum bekannten Ablauf des Lebenszyklus, Überdauerungsfähigkeit der Diasporen sowie zu Ausbreitungsradien bleiben offen. Zusammenfassend lässt sich auf eine weitgehend unerschlossene ökologische Amplitude und Populationsdynamik der zuweilen gemeinsam auftretenden Scapaniellen schließen. Interessanterweise hat die immer ausgesprochen selten auftretende *S. scapanioides* in Teilen der nördlichen gemäßigten Zone eine überregionale, noch ungenügend bekannte Verbreitung. Was die ökologische Grundstrategie in ihren meist winzigen Ökonischen betrifft, ist autökologisch – gekoppelt mit geeignetem Substrat – eine entscheidende Abhängigkeit von stabil wirksamen Werten besonders der primären Standortfaktoren Temperatur und Feuchte (DÜLL 2001) bezeichnend. Wie nun öfter außergewöhnliche, meteorologische Phänomene (LÜTH 2019) den bereits auf geringste Veränderungen empfindlich reagierenden, winzigen Lebermoosen und deren Lebensräumen zusetzen, bleibt unbekannt. Es ist methodisch schwierig, Syn- und Autökologie, sowie das Erkennen tatsächlicher, eine zentrale Rolle bei Überlebens- und Fortpflanzungsstrategien spielende „trade offs“ – die letztendlich die entscheidenden ökologischen Vorteile bringen – zu fassen. Langzeitstudien der Mikrohabitate und der Biologie dieser seltenen Arten als eine Komponente zunehmend beeinträchtigter, naturnaher Ökosysteme wären wissenschaftlich aufschlußreich und nicht nur von bloß lokalem Interesse.

Literatur

- DÜLL, R. 2001. Zeigerwerte von Laub- und Lebermoosen. – In: Ellenberg, H., Weber, H. E., Düll, R., Wirth, V. & Werner, W.: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. – Scripta Geobotanica XVIII., 3. Aufl.: 175-220. Göttingen.
- ENZENHOFER, K. & SCHRANK, J. 2019. Alt- und Totholzverbundsysteme. Eine Literaturstudie zur Schaffung von naturschutzfachlichen Grundlagen. Im Auftrag des WWF Österreich, 84 S.
- FRAHM, J.-P. 2001. Biologie der Moose. – Spektrum Akademischer Verlag. Gustav Fischer. Heidelberg-Berlin. ISBN 3-8274-0164-X.
- GEIGER, R. 1954. Klassifikation der Klimate nach W. Köppen. Landolt-Börnstein – Zahlenwerte und Funktionen aus Physik, Chemie, Astronomie, Geophysik und Technik, alte Serie. 3: 603–607. – Berlin: Springer.
- GRUBER, J. P. 2025. Ein hemerobes Refugium von *Scapania carinthiaca* J. B. Jack ex Lindb. var. *massalongi* Müll. Frib. in den salzburger Kalkvorpalen (Österreich) – eine Fallstudie. – Herzogiella 12: 113-117.

- HEJKAL 2026. Eigenes WerkOriginaltext: selbst fotografiert, CC BY-SA 3.0 de. – <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=64033284>.
- HODGETTS, N. G., SÖDERSTRÖM, L., BLOCKEEL, T. L., CASPARI, S., IGNATOV, M. S., KONSTANTINOVA, N. A., LOCKHART, N., PAPP, B., SCHRÖCK, C., SIM-SIM, M., BELL, D., BELL, N. E., BLOM, H. H., BRUGGEMAN-NANNENGA, M. A., BRUGUÉS, M., ENROTH, J., FLATBERG, K. I., GARILLETI, R., HEDENÄS, L., HOLYOAK, D. T., HUGONNOT, H., KARIYAWASAM, I., KÖCKINGER, H., KUČERA, J., LARA, F. & PORLEY, R. D. 2020. An annotated checklist of bryophytes of Europe, Macaronesia and Cyprus. – *Journal of Bryology* 42:1, 1–116, DOI: 10.1080/03736687.2019.1694329.
- KROPIK, M. & ZECHMEISTER, H. G. 2023. New Finds and Ecology of the Rare Liverworts *Scapania apiculata*, *Scapania carinthiaca* and *Scapania scapanioides* in Austria. – *Plants* 2023, 12, 2753. doi.org/10.3390/plants12152753.
- LÜTH, M. 2019. Wärmeschäden durch Atmungsverluste bei *Orthotrichum affine*. – *Herzogiella* 6: 55–56.
- Meteoatlas 2026. <https://meteoatlas.de/osterreich/leogang-4082>.
- MÜLLER, K. 1954. Die Lebermoose Europas (Dr. L. Rabenhorst's Kryptogamen-Flora von Deutschland, 3. Aufl.), 6. Band, Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft.
- NIEDERMOSER, B. 2020. Wetterküche Salzburg – Land der Wetterscheiden in Zeiten der starken Veränderung. – *Hoch Hinaus - Alpenverein Salzburg-Magazin* 260: 10–15.
- Ortsgeschichte-leogang.at 2026. Schaubergwerksführer. – <http://ortsgeschichte-leogang.at/og/arbeitswelt/bergbau/schaubergwerk/werbung/datei-28050/?view>.
- Ortsgeschichte-leogang.at 2026a. – <http://ortsgeschichte-leogang.at/og/arbeitswelt/bergbau/schaubergwerk/stolleneingang/>
- PUNZ, W. 2018. Ventarolen (Kaltlöcher, unterkühlte Blockhalden) im Ostalpenraum. – *Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse* 154: 69–83.
- RICKLI, C. & GRAF, F. 2014. Holzsperrern im Wildbachverbau. – *Wald Holz* 95(10): 45–47.
- SCHIPFLINGER F. 2025. Geological Characterisation and 3D Modelling of the Schwarzleo Mining District/Leogang. Master-Thesis. – <https://pure.unileoben.ac.at/de/publications/geological-characterisation-and-3d-modelling-of-the-schwarzleo-mi/>.
- SCHLÜSSLMAYR, G. 1997. 15 neue Moosarten in Oberösterreich. – *Beitr. Naturk. Oberösterreichs* 5: 139–146.
- SCHLÜSSLMAYR, G. 2005. Soziologische Moosflora des südöstlichen Oberösterreich. – *Stapfia* 84: 1–695.
- SCHMIDT, A. 1960. Zur Kenntnis der Lebermoosarten *Scapania carinthiaca*, *S. glaucocephala* und *S. apiculata*. – *Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft zur Erforschung der Flora* 33: 98–100.

Anschrift des Autors

JOHANN PETER GRUBER

Gruberfeldweg 22, A-5322 Hof. E-mail: jp.gruber@gmx.at