

kutieren, dass die geringe Körpergröße die Aufnahme von sehr kleinen Nahrungspartikeln ermöglicht, ebenso den Zugang zu feinen Spalten, die für größere Tiere zu klein sind. Außerdem macht extreme Kleinheit die Tiere für Räuber unattraktiv und gibt bessere Chancen, unentdeckt zu bleiben.

Aber erklärt das die Evolution der Mini-Schnecken? Den möglichen Vorteilen, die nur auf Mutmaßungen beruhen, stehen harte physische und physiologische Einschränkungen gegenüber. Es wird vermutet, dass Sinnesrezeptoren und die Verarbeitung von Reizen im Gehirn unterhalb einer bestimmten Größe nicht mehr funktionieren, weil die Anzahl der verfügbaren Zellen unter einen lebensfähigen Schwellenwert fällt. Ein weiteres Problem ist eine erhöhte Gefahr des Austrocknens, da das Verhältnis von Oberfläche zu Volumen bei den kleinsten Landschnecken extrem hoch ist. Außerdem muss die Schneckenschale ausreichend Platz für mindestens ein Ei bieten. Aus diesen Gründen vermuten die Wissenschaftler, dass die Tiere nicht noch kleiner werden können und die minimale Kleinheit erreicht ist.

In einem einflussreichen Artikel haben GOULD & LEWONTIN (1979) das Erfinden von „Anpassungsgeschichten“ kritisiert, mit denen Konstruktionen von Lebewesen durch Evolution erklärt werden. Solche Geschichten seien spekulativ und nicht testbar. Aus der Perspektive der Schöpfung darf man auch spekulieren. Dass die physikalischen Möglichkeiten bis zur absoluten Grenze ausgereizt sind, kann man als Hinweis auf einen Schöpfer werten, der nicht nur gemäß „08/15“ erschaffen hat, sondern Freude am Ausschöpfen des Möglichen hat und dabei nicht allein auf Funktionalität und Zweckmäßigkeit achten muss.

[GOULD SJ & LEWONTIN RC (1979) The Spandrels of San Marco and the Panglossian Paradigm: A Critique of the Adaptationist Programme. Proc. R. Soc. Lond. B. 205, 581–598 • PÁLL-GERGELY B, JOCHUM A et al. (2022) The world's tiniest land snails from Laos and Vietnam (Gastropoda, Pulmonata, Hypselostomatidae). Contrib. Zool. 91, 62–78, doi:10.1163/18759866-bja10025] R. Junker



Abb. 1 Markante Oberfläche unterhalb der Mättenberg-Nordwand (Grindelwald, Schweiz). Die Pfeile deuten auf die hufeisenförmigen Strukturen (vgl. Abb. 3) und zeigen gleichzeitig die mutmaßliche Strömungsrichtung an. Ausschnitt aus Abb. 2; Foto: M. KOTULLA, 2021.

■ Gletscher- oder Wassererosion?

Zahlreiche Oberflächenformen in den Alpen werden traditionell als Gletscherschliff aufgefasst. Ein Teil dieser Erosionsformen könnte aber durch subglaziale¹ Wasserströme und nicht durch eine Schleifwirkung des Gletschers entstanden sein. Diese Möglichkeit wird für die markante Oberfläche unterhalb der Mättenberg-Nordwand (Grindelwald, Schweiz) in Betracht gezogen.

Beobachtung. Bei einer geologischen Exkursion im Spätsommer 2021 ist einigen Teilnehmern eine markante Oberfläche unterhalb der Mättenberg-Nordwand (Grindelwald, Schweiz) aufgefallen. Sie kann vom Bachbett der Schwarzen Lutschine aus eingesehen werden (Abb. 2). Dieses Gebiet wurde zuletzt während der kleinen Eiszeit (etwa 1450–1850) vom Oberen Grindelwaldgletscher eingenommen.

Der Kalkstein-Körper hat eine Dimension von wenigen Zehnermetern. Die „Furchen“ der „welligen“ Oberfläche sind nicht eben, sondern steigen etwa in südwestlicher Richtung leicht an. Auffallend sind die liegenden U- oder hufeisenförmigen Strukturen, die links einsetzen und parallel angeordnet sind (Abb. 1, Pfeile).

Interpretation. Die liegenden U- oder hufeisenförmigen Strukturen

ähneln sog. Hufeisenwirbeln (horse-shoe vortices) der skulpturierten Felsen von Cantley (Quebec, Kanada; Abb. 3). In Cantley entstanden diese Erosionsformen durch Fließprozesse, durch subglaziale, schnellströmende Wasser. Aufgrund der Ähnlichkeit der Formen (Cantley – Mättenberg) wird angenommen, dass ihre Entstehung auf gleiche Weise erfolgte. Dabei geben die Pfeile in Abb. 1 auch die Fließrichtung



Abb. 2 Nordwand des Mättenbergs bei Grindelwald, Schweiz. Der Bach im Vordergrund, die Schwarze Lutschine, wird hauptsächlich vom Oberen Grindelwaldgletscher gespeist, der Mitte des 19. Jahrhunderts noch über diesen Talabschnitt und weiter floss. Das weiße Rechteck zeigt die Stelle der markanten Oberfläche, die in Abb. 1 vergrößert dargestellt ist. Foto: M. KOTULLA, 2021.



Abb. 3 Skulpturierte Form (S-Form). Visualisierung der Strömung, von rechts nach links: Hufeisenwirbel (horseshoe vortices). „Die skulpturierten Felsen von Cantley“, Quebec. Video-Screenshot (© Geodoxa).

tung an. Es handelt sich also um einen Analogieschluss.

Diskussion. Üblicherweise werden solche Oberflächen wie am Mätkenberg als Gletscherschliff angesprochen bzw. interpretiert. Dass hier eine Wasser- anstelle einer Gletschererosion vorliegen könnte, ist eine vorläufige Interpretation. Denn es bedarf weiterer Beobachtungen aus anderen Perspektiven und unmittelbar am Gesteinskörper selbst. Insbesondere gilt es Erosionsmarken im Millimeter- und Dezimeterbereich zu überprüfen, ob beispielsweise Gletscherschrammen oder Kavitationsmarken² vorliegen.

Relevanz. Erosion durch Eis oder durch Wasser? Das Verständnis für die Bildung von subglazialen Oberflächenformen hat große Relevanz. Denn unterschiedliche Prozesse führen zu unterschiedlichen Interpretationen. So werden zahlreiche groß- und kleinskalige Oberflächenformen in vielen Teilen Kanadas als Produkte subglazialer, hochenergetischer Schmelzwasserströme im Kontext von Megaflut-Ereignissen gedeutet und sind schließlich Indizien für einen abrupten Zusammenbruch des laurentischen Eisschildes am Ende der Eiszeit (siehe dieses Journal, Ausgabe April 2021; KOTULLA 2021, weitere Referenzen dort).

[KOTULLA M (2021) Eiszeit: Indizien für abrupten Zusammenbruch des laurentischen Eisschildes. *Studium Integrale Journal* 28, 53–55.¹ unter der Eismasse/dem Gletscher gebildet/befindlich; ² spindelförmige Riefen im Millimeter- bis Zentimeterbereich] M. Kotulla

■ Erinnerungen eines Einzelzellers – Gedächtnis ohne Gehirn

Physarum polycephalum ist ein azellulärer Schleimpilz, ein sogenannter Myxogastrid, der eng mit den zellulären Schleimpilzen (Dictyosteliden) einschließlich des bekannten *Dictyostelium discoideum* verwandt ist. *Physarum* wächst zunächst als einzellige Amöbe, wobei die Amöben verschiedener Individuen später verschmelzen, sodass der Organismus seine zelluläre Struktur verliert. Während der Organismus weiter wächst, teilen sich die Zellkerne ohne Zellteilung. Der dabei entstehende Kernsack wird als Coenozyt oder Plasmodium bezeichnet (ALIM 2013). *Physarum* kann also als ein

einzelliger Organismus mit vielen Kernen betrachtet werden, der aufgrund seiner äußeren Glykoprotein-Gel-Schicht ein schleimiges Aussehen hat – daher auch der Name Schleimpilz. Sein Körper ist eine riesige Einzelzelle, die aus miteinander verbundenen Röhren besteht, welche ein komplexes Netzwerk bilden (Abb. 1). Diese Einzeller erreichen enorme Größen und nehmen häufig die Form amöbenartiger Wesen von mehreren Zentimetern Länge an. Aufgrund seiner immensen Ausdehnungsfähigkeit wird *Physarum* im Guinness-Buch der Rekorde als die größte Zelle der Erde geführt.

Die Fähigkeit, Informationen zu speichern und wiederzugewinnen, um nach Nahrung zu suchen oder schädliche Umgebungen zu meiden, wurde bisher nur Organismen mit einem Nervensystem zugeschrieben. *Physarum* hat ein solches System jedoch nicht. Forscher des Max-Planck-Instituts für Dynamik und Selbstorganisation (MPI-DS) und der Technischen Universität München (TUM) haben nun herausgefunden, wie dieser Organismus dennoch Informationen über seine Umgebung abrufen und speichert (KRAMAR & ALIM 2021). *Physarum* wird manchmal als „intelligent“ bezeichnet, denn seine Verhaltensweisen sind ziemlich komplex und der Schleimpilz kann anspruchsvolle Probleme lösen – ohne Gehirn. So



Abb. 1 Schleimpilz *Physarum polycephalum*. (© TommyIX, iStock)