

(2012 *m*) verfolgen läßt. Besonders schön ist diese Terrasse auf der so häufig reproduzierten Ansicht der Dachsteingruppe von der Zwieselalpe¹⁾ zu sehen. Da dieser Talboden mit Ausnahme des Lärchkogels (1231 *m*) auf der Ostseite des oberen Gosautales fehlt, so kann man erkennen, daß die Achse des präglazialen Gosautales etwas weiter westlich gelegen war als die des heute vorliegenden, glazialen Trogtales. Der westliche (oder einzige?) Quellfluß des präglazialen Gosautales liegt uns in einer durch die Glazialerosion nicht nennenswert vertieften Form vor; letzteres ist sehr leicht begreiflich, wenn man bedenkt, daß sich in der Eiszeit jedenfalls im Gebiete des heutigen Gosaugletschers ein weitaus größeres Firnbecken entwickeln konnte als im Gebiete des Armkares und Tiefenkares und daher auch einen bedeutend stärkeren und kräftiger erodierenden Gletscher entsenden konnte.

Prof. Dr. F. X. Schaffer. Die zerrissenen Belemniten von Mariavölgy (Mariatal) in Ungarn.

In einer Besprechung meiner „Grundzüge der allgemeinen Geologie“ (W. Hammer, Verhandl. d. geol. Reichsanstalt Wien 1917, Nr. 2 u. 3) findet sich folgende Stelle: „Zum Beispiel werden die wenigsten glauben, daß die Zerreißung der bekannten gestreckten Belemniten auf den Wachstumsdruck des in ihren Zerreiungsklüften ausgeschiedenen Kalkspats zurückzuführen sei.“

Vor allem möchte ich dazu bemerken, daß dies nicht verallgemeinernd für die „bekannten gestreckten Belemniten“ gilt, sondern für den in meinem Lehrbuche (S. 403) angeführten und abgebildeten besonderen Fall. Bei der Besprechung des Wachstumsdruckes bei der Kristallbildung schrieb ich: „Darauf ist auch die Zerreißung von Belemniten zurückzuführen, bei denen die Zwischenräume der einzelnen Teile durch Kalkspat ausgefüllt sind, ohne daß der plastische Schiefer eindringen konnte.“

Im Jahre 1899 hatte ich in einer Arbeit „Die Fauna des Dachschiefers von Mariatal bei Preßburg (Ungarn)“, (Jahrb. d. geol. Reichsanstalt, Bd. 49) die verzerrten Steinkerne von Ammoniten in Flachrelief, die meist in einer Richtung gestreckt sind, erwähnt und daran anschließend verschiedene Beispiele zerrissener Belemniten abgebildet und beschrieben. Es finden sich äußerst selten Exemplare (und zwar durchwegs dickere), die keine Zerreißung erlitten haben und wenn man sie unter der Lupe betrachtet, so sieht man, daß sie von keinen Sprüngen durchsetzt sind. Andere sind in eine wechselnde Zahl von Stücken zerrissen und die Klüfte von weißem Kalkspat erfüllt, der sich selbst in sehr feinen Ritzen ablagerte. Die Bruchränder liegen meist etwas schräg zur Längsachse, sind aber untereinander parallel, trotzdem sie oft um mehr als 5 *mm* voneinander getrennt sind. Oft sind Bruchstücke, die eine dünnscheibenförmige Gestalt besitzen, abgetrennt und durch Kalkspat mit den benachbarten Stücken verbunden.

¹⁾ Siehe z. B. N. Krebs, Länderkunde der österreichischen Alpen (Stuttgart 1913), Titelbild.

Dieser erfüllt die Zwischenräume zwischen den einzelnen Stücken vollständig und nimmt fast stets genau die runde Körperform der benachbarten Bruchstücke an (Fig. 1 und 2), wächst weder über ihren Umfang hinaus, noch zeigt er eine Einschnürung, wie sie ähnliche Stücke (Fig. 6) aufweisen, die A. Heim von Fernigen und Frette de Sailles beschrieben hat. Auch wenn schwache seitliche Verschiebung der einzelnen Teile gegeneinander besteht, so bleibt die Verbindung durch Kalkspat in gleicher Dicke erhalten, als ob diese offene Wunde ausgeheilt wäre und die Längsachse des Belemniten liegt nach diesem doppelten Knick wieder parallel zur früheren Richtung (Fig. 4). Außerst selten beträgt die Entfernung zweier Bruchstücke 10 mm und darüber und dann hat keine Ausheilung stattgefunden, die Zwischenräume sind von Schiefer erfüllt (Fig. 3). Dasselbe ist bei starker seitlicher Verschiebung zu beobachten (Fig. 5).

Die auf der Schieferoberfläche auftretenden Ammoniten sind in flachem Relief als Steinkerne durchwegs stark gestreckt erhalten. Es ist niemals noch ein Rest von Schalen gefunden worden. Daß diese schon verschwunden waren, als die Verzerrung eintrat, ist dadurch erwiesen, daß auf dem Steinkerne keine Sprünge oder nur solche zu erkennen sind, die die ganze Platte durchsetzen, also erst nach der Schieferung und nach der Zerrung entstanden sind. Wäre die Schale noch vorhanden gewesen, als sich die Streckung vollzog, so wäre sie zerbrochen und die Trümmer wären ebenso verschoben worden wie die Bruchstücke der Rostren, die ja doch viel widerstandsfähiger sind. Diese bruchlose Zerrung der Ammoniten beweist auch, daß der Schiefer infolge des Druckes plastisch war und eine rißlose Umformung erlaubte.

Die Rostra sind, besonders wenn sie dick sind, gegen vorn etwas flach gedrückt, so daß ihr Querschnitt elliptisch ist, was wohl auf die geringere Widerstandsfähigkeit des durch die Alveole ausgehöhlten Vorderteiles zurückzuführen ist. Dieser Druck hat die Rostra durch mehr minder geradlinig verlaufende Brüche in eine Anzahl von Stücken zerlegt. Es war dies der Druck, der die Schieferung bewirkte, die, wie die Lage der Fossilreste zeigt, mit der Schichtfläche zusammenfällt. Dabei ist ein Ausweichen des tonigen Gesteins allseitig senkrecht zur Druckrichtung erfolgt, aber anscheinend in einer Richtung stärker, woraus sich die Streckung der Ammoniten erklärt. Durch diese Bewegung wurden die Stücke mancher Rostra wohl dort, wo ein plötzlicher Angriff der Kraft erfolgte oder die Zerrung vielleicht besonders stark war, auseinandergeschoben und die Lücke vom Schiefer erfüllt. Dies war besonders der Fall, wenn eine stärkere seitliche Verschiebung der Bruchstücke eintrat. Die ganz gebliebenen Exemplare und diese Bruchstücke lassen keine durchgehenden Sprünge erkennen. Weit aus die überwiegende Zahl der Rostra zeigt aber die Trennung der einzelnen Stücke und die Ausheilung der Lücken durch Kalkspat, wobei betont werden muß, daß außer diesen verheilten Klüften keine anderen zu bemerken sind. Es ist klar, daß das unter Druck so plastische Gestein selbst in feine Klüfte eingepreßt worden wäre oder wenigstens verhindert hätte, daß sich der Kalkspat bei seiner Auskristallisierung so genau der Oberfläche der Rostra anpaßte. Aber man sieht nichts

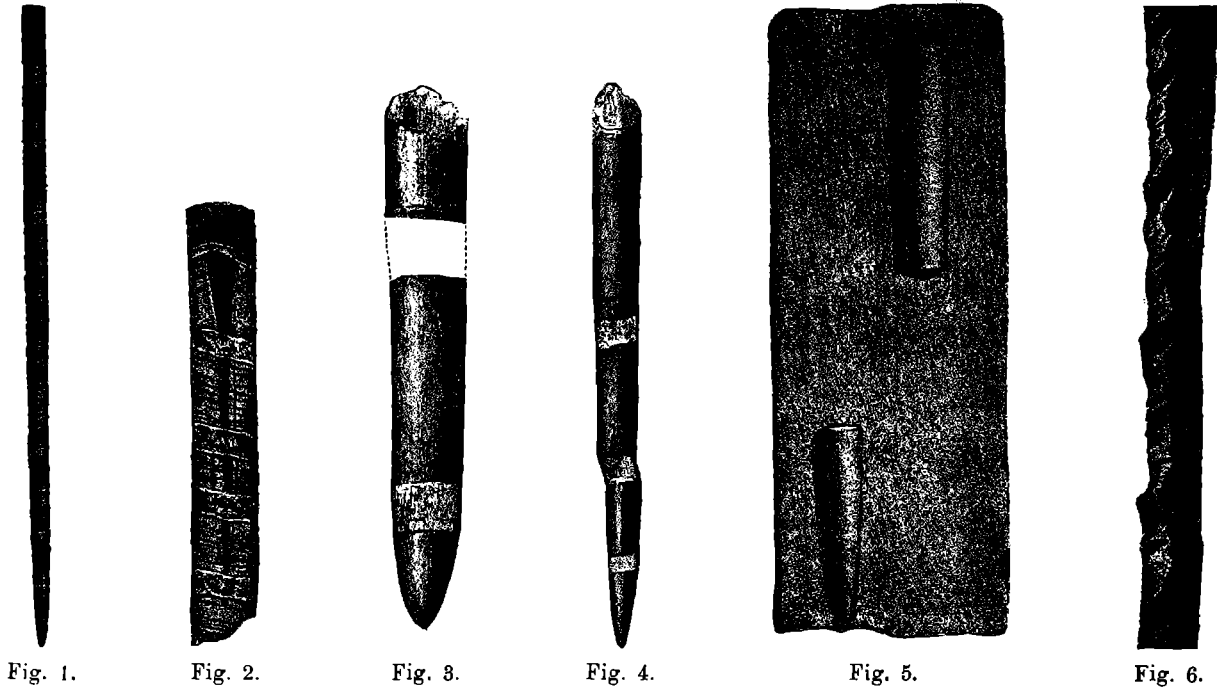


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Erklärungen zu den Figuren 1—6:

- Fig. 1.** *Belemnites acuarius*, zerrissen und die Zwischenräume von Kalkspat erfüllt (Mariavölgy). (Nach Schaffer.)
Fig. 2. Belemnit im Längsschnitte, zerrissen und die Zwischenräume von Kalkspat erfüllt (Mariavölgy). (Nach Schaffer.)
Fig. 3. Zerrissener Belemnit. Der obere Zwischenraum ist von Schiefer, der untere von Kalkspat erfüllt (Mariavölgy).
Fig. 4. Zerrissener Belemnit mit geringer seitlicher Verschiebung, die Zwischenräume von Kalkspat erfüllt (Mariavölgy).
Fig. 5. Zerrissener Belemnit mit starker seitlicher Verschiebung, der Zwischenraum von Schiefer erfüllt (Mariavölgy). (Nach Schaffer.)
Fig. 6. Zerrissener Belemnit, die Zwischenräume von Kalkspat erfüllt, in rißlos gestrecktem oberen Jurakalk (Fernigen). (Nach A. Heim).

Alle Figuren in zwei Drittel der natürlichen Größe.

davon und wird dadurch zu der Erklärung gezwungen, daß der auskristallisierende Kalkspat in der Vorhand, daß er aktiv war und die Trennung der einzelnen Bruchstücke bewirkt habe. Es ist also der Wachstumsdruck der Kristalle die Ursache der Auseinanderverschiebung der Bruchstücke der Rostra. Wenn man annehmen wollte, daß die Trennung der Bruchstücke der Rostra durch eine äußere Kraft bewirkt wurde, so müßte diese in so ungezählten Fällen immer so langsam erfolgt sein, daß die Auskristallisierung des Kalkspates mit ihr Schritt halten konnte, wobei es wohl unwahrscheinlich ist, daß der bei dem hohen Drucke plastische Schiefer nicht sofort in die feinsten Risse gepreßt worden wäre. Auch ist nicht anzunehmen, daß diese Kraft die Streckung in allen Fällen mit Beibehaltung der Richtung der Längsachse bewirken konnte, was besonders bei den langgestreckten Formen des Typus *Belemnites acuaris* überaus auffällig ist (Fig. 1). Dem widerspricht auch die Erscheinung, daß senkrecht zueinander auf einer Schichtfläche liegende Rostra gleichmäßig in die Länge gestreckt sind, während man hier doch eine verschiedene Einwirkung auf die verschieden orientierten Körper erwarten müßte. Die Beispiele von Verheilung der Klüfte mit leicht seitlicher Verschiebung der Bruchstücke deuten wohl darauf hin, daß während der Wirkung des Kristallisationsdruckes eine seitliche Kraft tätig war. Daß der Kristalldruck die einzelnen Partien voneinander löste und verschob, zeigen besonders deutlich die sehr schmalen scheibenförmigen Bruchstücke, die, wenn sie nur irgendwie frei beweglich dem tektonischen Drucke ausgesetzt gewesen wären, verschoben, z. B. quer gelegt worden wären, was aber nie der Fall ist. Sie fügen sich, beiderseits von Kalkspatzement gehalten, immer sehr schön in die allgemeine Oberfläche ein, was wohl nur möglich ist, wenn sie schon von dem in den Haarrissen gebildeten Kalkspat festgehalten worden sind. Daß der Kristalldruck die Bruchstücke auseinanderschob, geht auch daraus hervor, daß der Schiefer den Kalkspat nicht einschnürt und dieser auch nicht den Schiefer verdrängte, sondern sich nur soweit ablagerte, wie der Gegendruck der auseinanderzupressenden Bruchstücke wirkte, als ob eben dieser Widerstand die Ursache des Auskristallisierens gewesen wäre. Diese auf den ersten Blick merkwürdige Erscheinung ist aber, wie Versuche gelehrt haben, dem Kristalldrucke eigentümlich.

Wenn aus einer gesättigten Lösung von Alaun, Kupfervitriol und anderen Salzen sich Kristalle zwischen zwei Glasplatten, sogar noch unter Belastung bilden, heben sie in einigen Stunden die Last um mehrere Zehntel Millimeter. Wenn belastete Bechergläser in einer solchen verdampfenden Lösung stehen, so scheiden sich die Kristalle unter ihnen aus und heben sie um einen oder mehrere Millimeter. Es hat also den Anschein, als ob sich die Kristalle gerade dort bilden, wo sie einen Widerstand zu überwinden haben. Es ist dies eine Erscheinung, die an die Zerrung der Belemniten erinnert, die also eigentlich eine Auseinanderpressung durch die sich in Haarrissen bildenden Kristalle ist. Welche Kräfte dabei tätig sind, zeigen die bekannten Einschaltungen von horizontalen kristallinen Bänken, z. B. von Cölestin in Schichtpakete, wobei die auflastenden Hangendschichten gehoben werden mußten oder die Aufschlüsse im Teplbett in Karlsbad,

wo eine bis 1 m starke und über 70 m lange nahezu horizontale Bank der Aragonitprudelschale nur dadurch entstanden sein kann, daß die wachsenden Aragonitkristalle den Granit und das Konglomerat im Hangenden emporgestemmt haben.

Die von A. Heim (Mechanismus der Gebirgsbildung, 1878) abgebildeten Exemplare von zerrissenen Belemniten zeigen fast durchwegs ganz andere Erscheinungen. Die einzelnen Bruchstücke sind stark aus der Achse gedreht und die Masse des rißlos gestreckten Gesteins erfüllt meist die Zwischenräume größtenteils, so daß sie, wie Fig. 6 zeigt, nur durch sehr unregelmäßige Kalkspatausscheidungen miteinander verbunden sind. Wenn die Bruchstücke aber mit Beibehaltung der Achse auseinandergeschoben sind, ist die Ausfüllung der Zwischenräume vollständiger, obgleich die Einschnürung der Kalkspatmasse stets zu erkennen ist. Es ist eben die Trennung der Stücke voneinander vorherrschend unter Wirkung einer äußeren Kraft erfolgt.

L. c. II. Bd., S. 11 heißt es: „Der Umstand, daß gestreckte Belemniten und andere gestreckte Petrefacten nicht an einer, sondern an vielen Stellen vertheilt über die ganze Länge zerrissen sind, gibt zu erkennen, daß es für die Stücke schwierig war, am einbettenden Gesteine sich zu verschieben, und daß das umgebende Gestein an jedem Punkte wie eine feste Zange das Petrefact stärker als seine Cohäsion es ertragen konnte, zu fassen vermochte, was bei geringer Festigkeit des umgebenden Gesteines undenkbar wäre.“ Diese Deutung ist wohl irrig; denn wie er ausdrücklich hervorhebt, ist das Gestein rißlos gestreckt und muß daher einen gewissen Grad von Plastizität besessen haben. Dann kann es aber nicht „wie eine feste Zange“ den Belemniten festgehalten haben und wäre in die Zwischenräume gepreßt worden. Wenn das Gestein aber einen solchen Grad von Festigkeit besessen hätte, wäre es bei der Streckung ebenso zerrissen wie der Belemnit und die Sprünge hätten sich auch darin fortsetzen müssen. Entweder ist eben der Druck so groß, daß das Gestein plastisch wird und dann muß man alle weiteren Folgerungen daraus ziehen oder es bleibt starr, dann darf man von ihm auch keine rißlose Streckung verlangen.

Diese Unklarheit der Erklärung bei Heim zeigt deutlich, daß er mit dem bloßen Druck von außen sein Auskommen nicht finden konnte. Die Zertrümmerung der Rostra in so viele, oft dünn-scheibenförmige Stücke, ist auch keineswegs durch die Annahme zu erklären, daß das Gestein „wie eine feste Zange“ den Fossilrest festhielt und, da er ihm in seinem Bestreben sich zu dehnen, nicht folgen konnte, zerriß, sondern wir müssen wohl glauben, daß durch die Auswertung des Gesteins der spröde Körper in oft so gründlicher Weise zerbrochen wurde, ohne daß vorerst eine Verschiebung der Bruchstücke eintrat. In dem radialstengeligen und konzentrisch-spitzkegelförmigen Aufbaue der Rostra muß es begründet sein, daß ich niemals eine Zertrümmerung in beträchtlich schräger oder gar mehr minder in der Längsachse gelegener Richtung beobachten konnte.