

I. Aufsätze und Mitteilungen.

Über die Entstehung des Reliefs auf den sogenannten „Rillensteinen“.

Von **B. G. Escher** (Delft Holland).

(Mit Tafel I und II.)

Meines Wissens war E. HAUG¹⁾ der erste, der die »Rillensteine« in einem Lehrbuch über allgemeine Geologie abbildete. Seine Erklärung für die Entstehung der Rillen greift auf die erodierende Wirkung des Sandwindes zurück, ein Gedanke, der wahrscheinlich von FOUREAU stammt.

Die Idee schien mir nicht glücklich, denn es kam mir sonderbar vor, daß der Sandwind eine solche selektive Wirkung auf Kalkstein ausüben sollte. Die Härteunterschiede müßten dann von Stelle zu Stelle in einem homogenen Kalkstein ziemlich stark wechseln, was nicht recht einzusehen wäre.

O. ABEL²⁾ verglich solche Rillensteine, die sternförmige Zeichnungen besaßen, mit Meteoriten und mit Zeichnungen auf rotierenden Kolophoniumscheiben, entstanden durch Behandlung mit einem Dampfstrahl³⁾. So kam er zu der Erklärung, daß der Sandwind auf durch den Wind fortgerollten Steinen die eigentümlichen, sternförmigen Skulpturen erzeugt habe. Damit wäre im besten Falle eine Erklärung für einen Bruchteil der Rillensteine gegeben.

Im September 1908 fand ich auf der Röti-Alp im Tödigebiet (Kanton Glarus, Schweiz) 2100 m ü. M. Verwitterungsscherben von Rötidolomit, die eine besondere Erosionsskulptur zeigten. Diese Skulptur erinnerte mich an diejenige der in den Wüsten vorkommenden Rillensteine.

Durch die Freundlichkeit von Herrn BOTERHOVEN DE HAAN bekam ich 1910 aus der Sahara zwei Rillensteine aus der Umgebung von Colomb-

1) E. HAUG, *Traité de Géologie* I. 1907. p. 394—395. Pl. L.

2) O. ABEL, *Jahrb. d. K. K. geol. Reichsanstalt*. 1901. Bd. LI. 24 ff.

3) FR. E. SUESS, *Die Herkunft der Moldavite*. *Jahrb. d. K. K. Reichsanstalt*. 1900. Bd. L. S. 193—381. Siehe S. 341 ff.

Béchar. Genaue Betrachtung dieser Stücke zeigte mir wieder Übereinkunft dieser Skulpturen mit denjenigen der Rötidolomitscherben.

Da nun gerade in der allgemeinen Geologie schon so oft aus gleicher Wirkung fälschlich auf die gleiche Ursache geschlossen wurde, wollte ich erst mehr Wüstenmaterial sammeln, bevor ich auf eine ähnliche Entstehungsweise der Skulptur auf Stücken aus den beiden Gegenden schließen wollte. Rillensteine aus der Umgebung von Biskra, in diesem Frühling durch Herrn HEYMANS nach Amsterdam mitgebracht, bestärkten mich in meiner Meinung, daß auch in der Wüste das Wasser die Rillenskulptur hervorgerufen habe, wie das am Tödi der Fall ist.

Soeben gibt J. WALTHER¹⁾ eine Erklärung, die mir sehr plausibel vorkommt. Er bringt die Skulptur auf die ätzende Wirkung von aufsteigenden Lösungen zurück, also auf eine chemische Wirkung.

Der Zweck dieser Zeilen liegt also darin, WALTHERS Erklärung der Rillensteine zu unterstützen durch Hinweis auf Bildungen ähnlicher Rillenskulpturen, die außerhalb der Wüste entstanden und sicher auf chemische Wirkungen zurückzuführen sind.

Die Abbildungen 1, 2 und 3 beziehen sich auf Rötidolomitstücke von der Röti-Alp. Folgendes scheint mir daran beachtenswert.

Die Oberfläche ist matt und besitzt die typische orangebraune Verwitterungsfarbe des Rötidolomites. (Das Gestein ist auf dem frischen Bruch grau.)

Fig. 1 zeigt folgende Reliefeigentümlichkeiten:

I. Eine allgemeine Körnelung der Oberfläche: Kleine unregelmäßige Grübchen von $\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ mm Durchmesser, $\frac{1}{2}$ mm tief, durch ebensolche Wärzchen geschieden; oder die Grübchen sind größer (bis 3 mm Durchmesser, ca. 1 mm tief), und es sind dann statt alleinstehender Wärzchen nur gewundene und geknickte Rippen zwischen den Vertiefungen vorhanden. (Homogene Ätzung.)

II. Geradlinig verlaufende, sich recht- oder schiefwinklig kreuzende oder berührende Rillen. 2—4 mm breit, 1—2 mm tief. Die Enden dieser kanalförmigen Vertiefungen sind gewöhnlich gerundet, seltener spitz zulaufend. (Spaltätzung.)

III. Unregelmäßige Vertiefungen $\frac{1}{2}$ —1 mm tief mit gebuchteten und lappigen Umrißformen. (Negative Knauerätzung.)²⁾

IV. Relative Erhöhungen. Geradlinig verlaufende, sehr feine Rippen. Weniger als $\frac{1}{2}$ mm breit und hoch. Oft nur einen kleinen Steilrand in der Oberfläche andeutend, auf der einen Seite dann weniger als $\frac{1}{2}$ mm abfallend, auf der anderen Seite im Niveau der Oberfläche. (Positive Ausfüllungsätzung.)³⁾

1) J. WALTHER, Das Gesetz der Wüstenbildung. II. Aufl. 1912. p. 124—127.

2) Rechts unten; oben (8—9) über dem Maßstab.

3) u. a., am unteren Rande, oberhalb 5 des Maßstabes anfangend, schräg gegen rechts ansteigend, bis über 11,2 des Maßstabes.

IVa. Vorkommend auf der Oberfläche unter I genannt; auch durch III sichtbar.

IVb. In der Längsrichtung, am Grunde von einigen der unter II genannten Rillen verlaufend.

Diese vier Reliefformen glaube ich folgendermaßen erklären zu dürfen:

I. Die Homogene Ätzung entsteht durch die chemische Wirkung von Wasser (+ darin gelösten Stoffen), auf die mehr oder weniger homogenen Teile des Gesteins.

II. Das Gestein ist stark von Sprüngen (Haarrisse) durchsetzt. Viele davon mögen unsichtbar sein, andere sind deutlich mit der Lupe am Grunde der geradlinig verlaufenden Rillen zu sehen. Das Wasser ist offenbar kapillär durch diese Haarrisse angesogen und hat darum hier stärker ätzend wirken können wie im homogenen Gestein; es hat so geradlinige Rinnen gebildet nach einem Vorgang, den ich hier Spalt-ätzung nenne.

III. Es mögen im Gestein knauerförmige Partien vorkommen, die leichter löslich sind als der Rest. Diese werden dann kräftiger vom Wasser angegriffen und bilden im Gestein unregelmäßig begrenzte Vertiefungen. (Negative Knauerätzung.) Der umgekehrte Fall, daß knauerförmige Partien weniger leicht löslich sind, ist natürlich auch denkbar und kommt oft vor, aber nicht an dem beschriebenen Gesteinsstück. Diese werden dann nach Anätzung durch Wasser (+ Gelöstem) aus dem Gestein hervortreten. (Positive Knauerätzung.)

IV. Bisweilen sind die feinsten Risse mit einem sekundären Material ausgefüllt. Bietet dieser Stoff der chemischen Wirkung des Wassers mehr Widerstand, dann wird diese sekundäre Rißausfüllung als Rippe erscheinen. (Positive Ausfüllungsätzung.) Vielleicht hat das Gesteinsstück schief gelegen, so daß auf der einen Seite einer solch widerstandsfähigen Rippe mehr Material gelöst, und das auf der anderen Seite der sekundären Rißausfüllung liegende Gestein vor Ätzung mehr geschützt wurde. So wäre dann ein Miniatursteilrand erklärt.

Wie sind die feinsten Rippchen aber in einigen der unter II. genannten geradlinigen Rillen zu erklären, oder vielmehr, wie sind diese Rillen selbst zu deuten?

Es kommt mir wahrscheinlich vor, daß beiderseits der sekundären Rißausfüllungen unsichtbare Haarrisse durch das Gestein hindurchsetzen, welche das Wasser kapillär anziehen. Zu bemerken ist noch, daß die zwei längeren Seiten des Stückes 1 durch in der Längsrichtung halbierte, geradlinige Rillen begrenzt werden. (Haarrisse.)

In den Figuren 2 und 3, welche ein Gesteinsstück von zwei verschiedenen Seiten darstellen, sieht man besonders deutlich die Spalt-ätzung. Diese ist hier so weit fortgeschritten, daß die Spalten bis 6 cm tief das ganze Stück durchsetzen. Die horizontal verlaufende Spalte im unteren Teil von Fig. 2 durchsetzt das Stück zur Hälfte. Der Papierstreifen gibt andere tiefe ausgeätzte Risse an. Fast alle die

vielen wenig tiefen, geradlinigen Rillen zeigen, unter der Lupe betrachtet, am Grunde feine Haarrisse.

Die homogene Ätzung, die Körnelung, tritt hier ebenfalls auf; in 2 nicht so deutlich als in den oberen Teilen von 3. Eigentümlich ist das Fehlen dieser Grübchen und Wärzchen der homogenen Ätzung auf den jüngst freigelegten Spaltflächen (in 2 zu sehen) und an den Rißwänden.

In dem Vorkommen dieser homogenen Ätzung auf den äußeren Flächen der Stücke und dem Fehlen derselben auf den inneren Flächen sehe ich einen Beweis für diese Ätzung durch die Bodenfeuchtigkeit.

Für unsere Zwecke sind nun zwei Skulpturen wesentlich:

1. Homogene Ätzung; 2. Spaltenätzung.

Fig. 5 zeigt einen Rillenstein von Colomb-Béchar (NW. Sahara). Er ist grau und rostbraun gefleckt und besitzt den eigentümlichen Firnisglanz, der auf die Wirkung von »Staubwind« zurückgeführt wird¹⁾.

Nach dem oben Gesagten ist an diesem Gestein deutlich zu sehen:

1. die Reliefform der homogenen Ätzung, 2. die Skulptur durch Spaltätzung.

Die ersten Formen sind wohl dasjenige, was HAUG²⁾ »aspect alvéolaire de la surface« nennt. Die auf Fig. 5 abgebildeten Formen zeigen im homogenen Gestein kleine Grübchen, die so nahe zusammen vorkommen, daß zwischen ihnen nur feine Grate und Kämme übrig geblieben sind. Auf einer anderen Seite des gleichen Stückes besitzt diese Kleinskulptur eine Form, die an Hirnwindungen erinnert.

Hier sind die Grübchen ebenfalls klein: 1—1¹/₂—3 mm im Durchmesser und sehr wenig tief (ca. ¹/₂ mm).

Die Spaltätzung ruft auch hier kräftigere Formen hervor. Die Rinnen verlaufen hier nicht auf so lange Strecken gerade, wie bei den Rötidolomitstücken. Mit der Lupe sieht man aber auch hier am Grunde der Rillen Haarrisse.

Wie entstanden aber an den Stücken vom Tödi die Haarrisse? Zum größten Teil wohl bei dem gebirgsbildenden Prozesse, d. h. also durch Druck; daher oft eine nahezu parallele Anordnung mehrerer Risse. An den Rillensteinen der Wüste mögen die Haarrisse an lose herumliegenden Stücken durch kräftige Besonnung und nachträgliche, plötzliche Abkühlung oder durch Austrocknen entstanden sein. Darum sind hier kreuz und quer verlaufende Risse. Die Spaltrillen sind hier etwa 1 mm tief und eben so breit.

Fig. 4 (ebenfalls ein Stück von Colomb-Béchar) zeigt einen Rillenstein, auf dem einige Spaltrillen deutlich sind. Diese sind hier breiter,

¹⁾ WALTHER, loc. cit. p. 180.

²⁾ loc. cit. p. 394.

oben bis 5 mm und tiefer, bis 3 mm. Auf einer anderen Seite des hier abgebildeten Stückes sind die Spaltrillen bis 6 mm tief.

Die Körnelung, durch homogene Ätzung entstanden, ist hier weniger deutlich. An diesem Stück tritt wahrscheinlich die von WALTHER beobachtete Erscheinung auf, daß der Sandwind die Rillensteine allmählich wieder glättet. Dieser Glättung fallen natürlich erst die feineren Formen der homogenen Ätzung zum Opfer.

Ich glaube hiermit gezeigt zu haben, daß die Übereinstimmung zwischen der Skulptur der Rötidolomitstücke und der Saharasteine eine große ist. Es scheint mir darum auch gerechtfertigt, das Relief der Rillensteine einer ätzenden Wirkung des Wassers (+ Gelöstem) zuzuschreiben.

Übrigens darf darauf hingewiesen werden, daß die Rillensteine zum größten Teil aus Carbonat bestehen (nach HAUG zum Teil auch aus Hämatit), während die Stücke von der Röti-Alp Dolomit sind, also durch Lösungen, geologisch gesprochen, leicht angreifbare Stoffe.

WALTHER¹⁾ bildet auch ein Geröll mit Spaltrillen ab und schreibt dazu:

»Kalkspatsprünge, die das Gestein durchziehen, sind meist tiefer angefressen.«

Ich vermute, daß mit »Kalkspatsprünge« gemeint wird: Mit sekundärem Kalkspat ausgefüllte Risse. WALTHER beobachtete in dem Falle also eine ähnliche Erscheinung, wie ich unter IVb genannt habe, d. h. ein Vorhandensein von Rillen, da wo sekundäres Carbonat vorhanden ist. WALTHER erwähnt nicht das Hervortreten der Spaltausfüllung im Relief. Es ist natürlich auch gut denkbar, daß die sekundären Carbonate leichter angreifbar sind als das ursprüngliche Gestein. (Negative Ausfüllungsätzung.)

Hier möchte ich hervorheben, daß nach meinen Beobachtungen an Rillensteinen die Spaltrillen auch da entstehen, wo einfache Haarrisse ohne sekundäre Ausfüllung vorhanden sind.

Bis jetzt habe ich nur Rillensteine besprochen, die neben Merkmalen einer homogenen Ätzung auch solche von Spaltätzung besitzen. Die Übereinstimmung zwischen angeätzten Stücken aus der Wüste und aus dem Hochgebirge ist gerade in der Spaltätzung am auffallendsten, weil diese Formen prägnanter sind. Aber in der Wüste werden sehr viele Rillensteine getroffen, welche keine Spaltätzung aufweisen. So bildet WALTHER²⁾ in Fig. 58 und 59 zwei Stücke, HAUG³⁾ auf Taf. L, Fig. 3, 4, 5 drei Stücke ab, die nur Merkmale der homogenen Ätzung tragen. Ich kenne mehrere solche Stücke aus der Umgebung von Biskra und vom Nordrande des Schott Melrir, die auch nur homogene Ätzungserscheinungen zeigen. Darauf ist die Bezeichnung »Rillen-

1) loc. cit. p. 125.

2) loc. cit. p. 125—126.

3) loc. cit.

stein« nicht immer anwendbar, denn mehrere dieser Stücke zeigen nicht so sehr Rillen als wohl Grübchen. Der Name Rillenstein paßt aber sehr gut für solche Stücke, die nur homogene Ätzungsmerkmale tragen, an denen die Grübchen aber durch feine Rillen ersetzt sind. Hierzu gehören die von ABEL¹⁾ besprochenen Stücke, die von HAUG²⁾ genannten Steine mit »un aspect vermiculé« oder »une sorte de guillochage« und die von WALTHER abgebildeten und oben genannten Stücke. Für die Entstehung dieser Rillen durch homogene Ätzung wird man wohl WALTHERS Erklärung³⁾ zu Hilfe nehmen müssen: »Die Rillen entstehen im Boden, und zwar nahe der Bodenoberfläche, durch die Ätzwirkung aufsteigender, sich hier konzentrierender Lösungen. Indem sie langsam an der Oberfläche der im Boden verteilten Kalksteine entlang ziehen, bilden sich nicht körnige, sondern linear verbundene Rauigkeiten.«

Man könnte nun leicht in die Versuchung kommen, die oben besprochenen Reliefeigentümlichkeiten dem Kapitel »Karrenerscheinungen« einzureihen. Soweit mir die Schratten bekannt sind, tritt da die Erscheinung der homogenen Ätzung nicht in der oben beschriebenen Weise auf. Eine feine Skulptur der Karren ist gewöhnlich die Folge der Kombination: Auflösung und Schwerkraft, d. h. die feinere »Kannelierung« geht in der Richtung des Gefälles⁴⁾. In hohen Regionen, wo Schnee mitspielt, entsteht oft etwas, das noch am ehesten mit der hier genannten homogenen Ätzung zu vergleichen wäre; ich meine die »schwammige Auslaugung«⁴⁾. Aber die Kleinformen im Relief der Karren sind doch immer schärfer und ausgeprägter als die Produkte der oben besprochenen homogenen Ätzung, die ich auf Bodenfeuchtigkeit zurückführen möchte. Wir dürfen auch nicht vergessen, daß die typischen Karren gewöhnlich auf CaCO_3 auftreten, welches Gestein viel leichter löslich ist als Dolomit. Darum findet man vielleicht auch in regenreicheren Regionen, wie am Tödi, auf schwerer löslichem Gestein (Dolomit) ähnliche Formen wie in regenärmeren Gebieten (Sahara) auf leichter löslichem Gestein (Kalkstein).

Vielleicht spielt auch eine Klimaeigentümlichkeit in der Bildung ähnlicher Ätzwirkungen auf Carbonate im Hochgebirge und in der Wüste mit. Auch im Hochgebirge ist die Besonnung sehr kräftig, und im Sommer besteht ein oft plötzlicher Wechsel von großer Erhitzung und starker Abkühlung.

1) loc. cit.

2) loc. cit.

3) loc. cit. p. 394.

4) P. ARBENZ. Die Karrenbildungen. Deutsche Alpenzeitung. 1909.

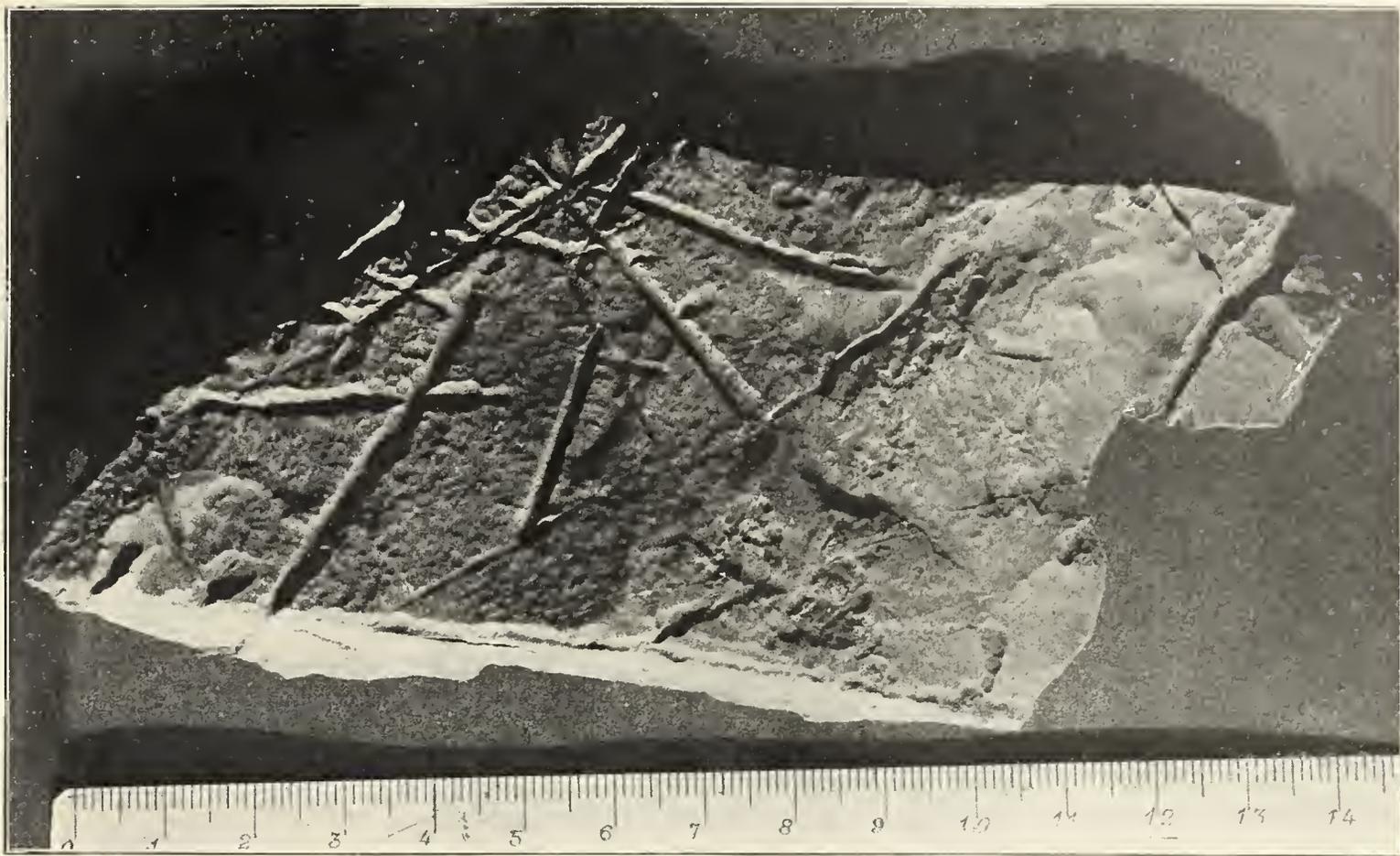


Fig. 1



Fig. 2





Fig. 3

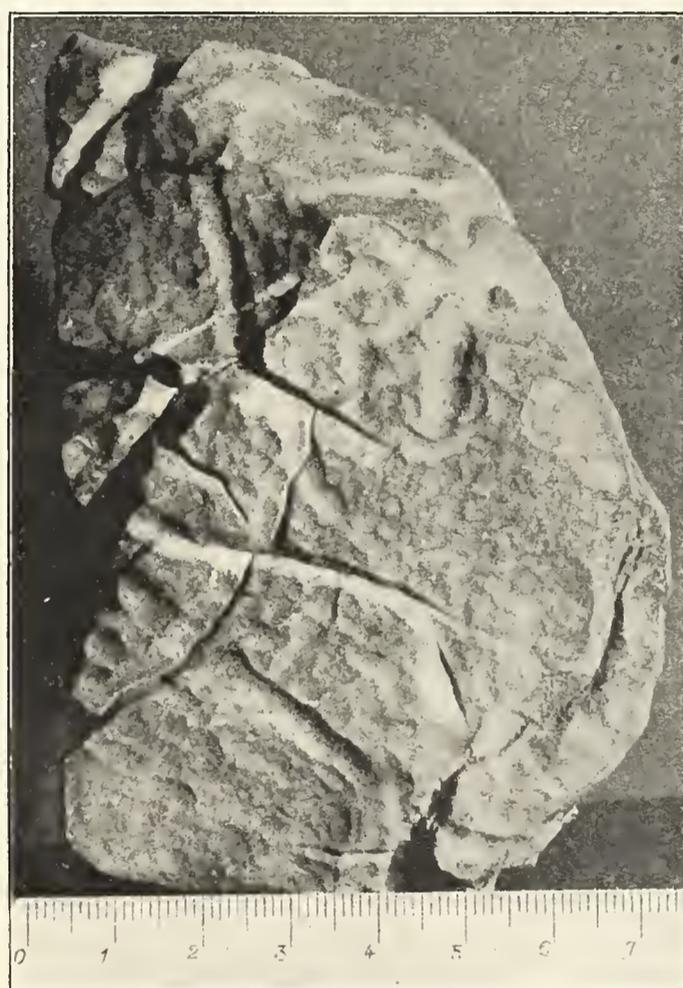


Fig. 4

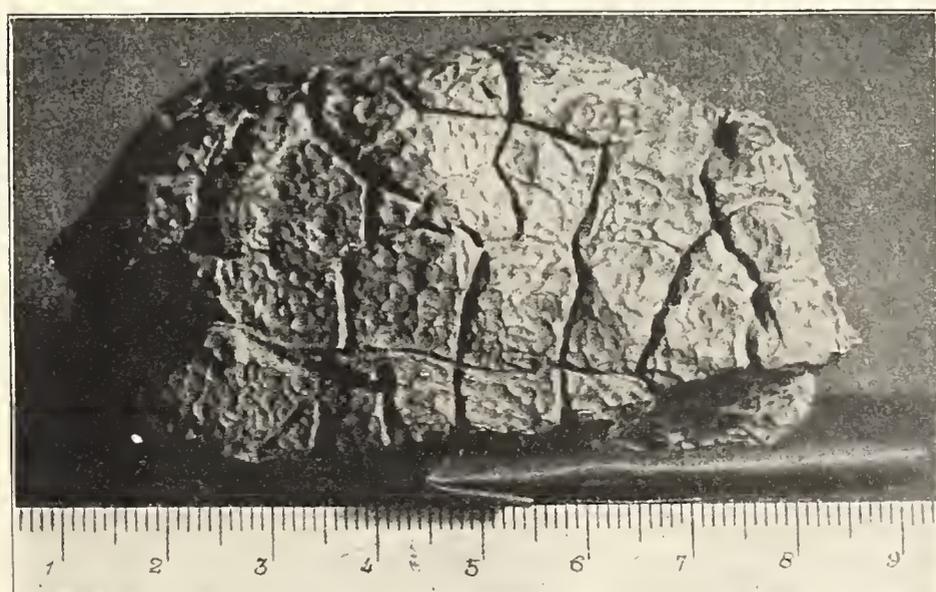


Fig. 5



Erläuterung zu Tafel I.

Fig. 1 und 2. Rötidolomit von der Röti-Alp, Tödigebiet, Kanton Glarus, Schweiz. Oberfläche matt.

Fig. 1. Homogene Ätzung, Spaltätzung, negative Knauerätzung, positive Ausfüllungsätzung.

Fig. 2. Homogene Ätzung, tief eingeschnittene Spaltätzung.

Erläuterung zu Tafel II.

Fig. 3. Das nämliche Stück Rötidolomit wie in Taf. I. Fig. 2, doch von einer anderen Seite gesehen. Homogene Ätzung, Spaltätzung.

Fig. 4. Sogenannter »Rillenstein« Colomb-Béchar (NW. Sahara). Homogene Ätzung, Spaltätzung, Firnisglanz. Homogene Ätzung, wahrscheinlich undeutlich durch Zerstörung der chemischen Auflösungskulpturen durch den mechanisch wirkenden Sandwind.

Fig. 5. Sog. »Rillenstein« von Colomb-Béchar (NW. Sahara). Homogene Ätzung, Spaltätzung, Firnisglanz.

Einige Bemerkungen zur Tektonik der Berner Kalkalpen.

Von **Eduard Helgers** (Frankfurt a. Main).

Neuere Literatur:

1. PAUL BECK, Geologie der Gebirge nördlich von Interlaken. Beitr. z. geolog. Karte der Schweiz. Neue Folge XXIX. Lieferung, Spezialkarten Nr. 56, 57.
2. PAUL BECK, Über den Bau der Berner Kalkalpen und die Entstehung der subalpinen Molasse. *Eclogae geol. Helvetiae*. Vol. XI, Nr. 4, S. 497—518. Mai 1911.
3. PAUL BECK, Die Niesen-Habkerndecke und ihre Verbreitung im helvetischen Faciesgebiet. *Eclogae geol. Helvetiae* Vol. XII, Nr. 1, S. 65—147. Août 1912.
4. ED. GERBER, Die Standfluhgruppe, ein wurzelloses Schollengebirge. *Eclogae geol. Helvetiae*, Vol. XI, Nr. 3, S. 323—352. Déc. 1910.
5. ED. HELGERS, Die Lohnerkette, eine geotektonische Skizze. Buchdr. K. J. Wyss, Bern. 1909.
6. M. LUGEON, Carte géologique des Hautes Alpes Calcaires entre la Lizerne et la Kander. *Mat. pour la carte géol. de la Suisse*, N. S. livr. 30, Carte spéc. Nr. 60.

Im Anschluß an die neuesten Untersuchungen von P. BECK, ED. GERBER und M. LUGEON über die Tektonik der Berner Kalkalpen sei mir gestattet, einige Korrekturen zu meiner Publikation, betreffend die Lohnerkette, anzubringen.

Mein Profil der Lohnerkette ist an den unteren Partien des Elsigorns nicht ganz einwandfrei zu nennen, insofern ich gleiche stratigraphische Horizonte etwas all zu schematisch miteinander verbunden habe, einem Risiko dabei Gefahr laufend, welches — wenn man den schollen-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Geologische Rundschau - Zeitschrift für allgemeine Geologie](#)

Jahr/Year: 1913

Band/Volume: [4](#)

Autor(en)/Author(s): Escher B. G.

Artikel/Article: [Über die Entstehung des Reliefs auf den sogenannten "Rillensteinen" 1-7](#)