

# Eiskrystalle in lockerem Schutte.

Von

**Dr. Gustav Adolf Koch.**

-----  
**Mit einer Tafel.**

Separat-Abdruck aus dem Jahrbuch für Mineralogie etc. Jahrg. 1877.

**Stuttgart.**

E. Schweizerbart'sche Verlagshandlung (E. Koch).

1877.

# Ueber Eiskrystalle in lockerem Schutte.

Von

**Dr. Gustav Adolf Koch.**

(Mit Tafel VI.)

Vorgelegt in der Sitzung der k. k. geologischen Reichsanstalt zu Wien  
am 21. November 1876.

---

An dem kalten Herbstmorgen des 18. Oktober 1875 erregte eine ganz eigenthümliche Form der Eisbildung meine Aufmerksamkeit, als ich von St. Anton am Arlberge auf dem hart gefrorenen Wege in's Fervall beim „Osterbuckel“ oberhalb Stadle den kleinen Jungbrunnbach überschritten hatte.

Links von diesem Wege, der sich an dem sanft geneigten Gehänge hinzieht, ragt hier mitten aus älterem Glacialschutte sowie Schuttbildungen jüngeren Ursprungs, welche grösstentheils von Lawinen und Muren herrühren, ein schmaler niedriger Rücken anstehenden Gesteins heraus, welcher Osterbuckel genannt wird. Eisenschüssiger Glimmerschiefer und Gneiss setzen ihn zusammen.

Die Schichten dieser beiden genannten Felsarten fallen beiläufig unter 50° nach Süden ein und streichen nahezu, wie der Rücken selbst, von West nach Ost. In Form von Bändern, Linsen und auch stärkeren Adern sieht man daselbst den Quarz ziemlich reichlich ausgeschieden.

Wie an vielen Stellen des Fervallweges — ich erwähne nur die Strecke vor und nach der Kapelle im Fervall — so ist auch am Osterbuckel das anstehende Gestein ganz abgeschliffen von jenem alten und grossen Gletscher, welcher wie die Richtung der

geritzten Furchen deutlich erkennen lässt, seiner Zeit aus dem südwestlich gelegenen hintern Fervall bis in's Stanzerthal heraus gereicht hat.

Auf dem Osterbuckel zeigten nun vorzüglich die quarzreicheren Stellen oder die grösseren Quarzadern und Linsen, welche Gneiss und Glimmerschiefer durchsetzen, die feine Ritzung und Polirung in ausgezeichneter Weise <sup>1</sup>.

An der Oberfläche des ganzen Rückens nimmt man aber ausser der Polirung und Ritzung noch insbesondere wannenförmige Vertiefungen von verschiedener Form und Grösse wahr, welche vor langer Zeit durch die Gletscherwässer ausgehöhlt wurden <sup>2</sup>.

Einzelne dieser Vertiefungen sind zum Theile ausgefüllt durch eine schwache Humusdecke, oder sie werden von einer lockern Schichte von Gletscherschlamm und feinem Detritus überzogen, dem auch grössere Gesteinsfragmente beigemischt sind.

Die Hauptmasse dieser restirenden oder deckenden Bestandtheile, bei denen die Verwitterung am Meisten fortschreiten konnte, ist selbstverständlich in Folge des Feldspathgehaltes der hier zu meist auftretenden krystallinischen Gesteinsarten, mehr oder weniger lehmiger Natur.

Die oberste sichtbare Lage dieser lehmigen Schuttdecke bestand nun vorherrschend aus lockeren Partikelchen, unter denen neben Sandkörnern und kleinerem Gruss sogar faustgrosse und noch grössere Gesteinstrümmer vertreten waren. Zufällig stiess ich mit meinem Bergstocke daran und in demselben Augenblicke aber lagen schon, wie man hier buchstäblich sagen kann, „mit einem Schlage“ Tausende der allerzierlichsten, parallel an-

<sup>1</sup> Von hier besitze ich ein ziemlich grosses, durch den Gletscher abgeschliffenes und polirtes Handstück, welches von einer mächtigen Quarzader stammt, die den Gneiss des Osterbuckels durchsetzt.

<sup>2</sup> Sehr hübsch sind diese wannenförmigen Auswaschungen an den Glimmerschiefern, welche vor und nach der Kapelle im Fervall anstehen. An einer Stelle, ca. 200 Meter innerhalb der Kapelle hat eine Auswaschung die Form des Umrisses von einem „Wickelkinde“ angenommen, welches in einer hart am Wege vorspringenden Wanne liegt. Dieser Umstand gab zu einer im ganzen Stanzerthale gekanntem Sage Anlass, nach welcher an dieser Stelle einstens ein Kind gottloser Eltern von einer „Hexe“ erdrückt worden sei!

geordneten Eisnadeln da. Diese waren gewöhnlich unter einander wieder zu Bündeln und Gruppen angeordnet aber nur selten frei, und als sie die Spitze des Stockes aus ihrer vertikalen Stellung gebracht hatte, lagen sie dahingestreckt, als ob man sie wie die Halme eines Getreidefeldes mit einem einzigen Sensenstreiche niedergemäht hätte.

Mir war diese Erscheinung neu und ich unterzog daher ein grösseres Stück der zu Bündeln angehäuften Eisnadelgebilde einer nähern Untersuchung. Dabei fand ich nun, dass die zahllosen Eisnadeln fast alle parallel aneinander gereiht waren und durch den Krystallisationsprocess, in den auch Erdpartikelchen, Sandkörner und Gesteinsfragmente mit einbezogen waren, in innigen Contact gebracht wurden.

Die einzelnen Eisnadeln, welche die Eisbündel zusammensetzten und nur selten für sich allein und frei standen, erreichten eine Dicke von kaum  $\frac{1}{4}$ , höchstens  $\frac{1}{2}$  Millimeter. Der Durchmesser eines Eisbündels aber wechselte. Am häufigsten betrug seine Stärke 1 Centimeter.

Die Bündel unter einander bildeten selbst wieder grössere Gruppen im ganzen Eisfelde und die einzelnen Nadeln und Bündel hatten im Durchschnitte eine Länge von 6 Centimeter.

Oben war nun auf diesen Eisnadelgebilden eine 2—4 Cm. mächtige Deckschichte von lockeren Verwitterungsproducten, Detritus und gröberem Gesteinstrümmern angefroren, welche die Eisnadeln ursprünglich dem Auge des Beobachters entzog.

An der Basis der Eisgebilde haftete aber eine ganz ähnliche Bodenschichte, welche sich leicht mit dem ganzen Stücke von der Unterlage, auf der die Nadeln sassen, abheben liess. Nur waren in der an und für sich dünneren Bodenschichte der Eisgebilde feinere, mehr erdig-lehmige und dichtere Bestandtheile wahrzunehmen.

Man denke sich also zwei parallele Erdschichten; die obere stärker und auch mehr mit gröberem Material vermischt als die untere, in welcher die homogenen feineren Bestandtheile vorherrschen.

Zwischen diesen beiden parallelen Schichten stehen dann senkrecht darauf die Gruppen der parallel-faserigen Eisbündel und Einzelnadeln, welch' letztere als solche und als Elemente der

Eisbündel sehr häufig senkrecht auf ihre Längsaxe<sup>3</sup> eine deutliche Streifung oder auch Quertheilung erkennen lassen.

An den verschiedensten Stellen der einzelnen Eisnadeln und insbesondere zwischen den Nadelbündeln selbst, finden sich wiederholt vereinzelte oder auch streifenförmig angeordnete Erdklümpchen und Sandkörner, welche, wie schon erwähnt, ebenfalls in den Krystallisationsprocess mit hineingerissen wurden.

Nicht alle Eisbündel oder Einzelnadeln reichten von der Bodenschichte bis zur Deckschichte hinauf oder es trat der seltenere Fall ein, dass das freistehende Ende einer Eisnadel oder eines Eisbündels von der obern zur untern Erdschichte hinstrebte, ohne dieselbe zu erreichen. Wir kommen später noch ausführlicher auf diese Umstände zu sprechen.

Ringsherum sah ich nun am Osterbuckel überall dort, wo mein Stock auf lockeren lehmigen Schutt stiess, diese Eisgebilde. Ganze Felder der Eisnadeln lagen da, sobald sie nur die Spitze des Bergstockes ein Bischen aus ihrer vertikalen Gleichgewichtstellung gebracht hatte. Der oben lastende Druck der aufsitzenden gröbereren Gesteinsfragmente erleichterte überdiess noch das Umfallen der wie Asbest erglänzenden Eisgebilde, welche erst auf diese Weise in ihrer vollen Schönheit sichtbar gemacht wurden.

In Taf. VI. Fig. 1—4 finden sich solche Eisbündel sammt den Erdschichten dargestellt. Nach der Natur sind Fig. 1, 2 und 3 gezeichnet und Fig. 4 ist eine Reproduction nach dem photographischen Abdrucke, welchen uns Herr Professor DOENITZ aus Yokohama gibt, der ganz dieselbe Erscheinung in Japan beobachtete und sie in dem vor Kurzem in Europa eingetroffenen 4. Hefte der „Mittheilungen der Deutschen Gesellschaft f. Natur- und Völkerkunde Ostasiens“ beschrieben hat<sup>4</sup>.

Auf den Fig. 1, 2 und 3 ist deutlich die Streifung sichtbar und besonders gut lässt sie sich an Fig. 1 und 2 erkennen. Es fiel nicht schwer mit unbewaffnetem Auge unter den Eisnadeln, welche sich gerne nach einer, und zwar der freien Seite hin

<sup>3</sup> Das heisst also, wenn man es mit hexagonalen Prismen zu thun hat: Senkrecht auf die Hauptaxe oder parallel zur basischen Endfläche.

<sup>4</sup> Vergleiche „Mitth. d. Deutsch. Ges. f. Nat.- u. Völkerkunde Ostasiens. 4. Heft. 1874. p. 10 u. 11. Yokohama.

verjüngten, auch solche zu finden, an denen Kanten eines und zweifelsohne des hexagonalen Prismas zum Vorschein kamen. An dem verjüngten Endtheile war gewöhnlich eine Krümmung wahrzunehmen und an den Stellen der stärksten Krümmung schien mir die Streifung am auffallendsten hervorzutreten. Ohne eingehende mikroskopische Untersuchung, welche selbstverständlich mitten im Hochgebirge ein frommer Wunsch bleiben musste, liess es sich nun keineswegs mit Bestimmtheit nachweisen, welcher Art etwa diese Streifung gewesen sein mag. Über die Natur dieser Streifung können nur Vermuthungen gestattet sein, welche ich später aussprechen werde. Darüber aber konnte selbst bei einer Beobachtung mit unbewaffnetem Auge kein Zweifel obwalten, dass im Innern der einzelnen Nadeln kleine Hohlräume vorhanden waren.

Ich habe soeben erwähnt, dass bei den Eisnadeln eine Krümmung zu constatiren ist. Diese tritt meistens nur an jenen Einzelnadeln und Eisbündeln auf, welche mit dem einen mehr verdickten Ende an der obern oder untern Erdschichte angewachsen sind, während das andere Ende mit seinem verjüngten Theile die gegenüber liegende Schuttdecke nicht mehr erreichen konnte.

Es zeigen somit die Eisbündel sehr häufig im Grossen, sowie auch die Krystallnadeln im Kleinen — letztere sowohl als Theile des bündelförmigen Aggregates, wie auch als freistehende Einzelnadeln — die Zuspitzung oder Verjüngung nach der einen freien Seite hin; an der Endpartie aber ist die Krümmung am zartesten und schönsten.

Jene Eisbündel, welche von der einen Erdschichte zur andern reichen, lassen keine so auffallenden Krümmungserscheinungen an sich wahrnehmen.

Fassen wir die verschiedenen Formen zusammen, so haben wir also zwischen den zwei Erdschichten in erster Linie eine Summe von nahezu parallelen Krystallbündeln des Eises, welche mit beiden Enden daran angewachsen erscheinen und weniger gekrümmt sind. Dann kommen in zweiter Linie stärker gekrümmte Eisbündel vor, welche nur mit dem einen Ende an- oder aufgewachsen sind, während das andere frei bleibt. Auf diesem freien Ende nimmt man entweder gar keine oder mit-

unter nur mehr die schwachen Reste irgend einer Bedeckung mit kleinen Erdklümpchen wahr. Erdpartikelchen sind wohl auch noch in verschiedener Höhe an den vorhin beschriebenen Krystallbündeln zu entdecken.

Neben und zwischen diesen zwei Bündelformen gibt es aber auch, wenn gleich in geringer Anzahl, freistehende Eisnadeln von stärkerer Krümmung, verschiedener Länge und schönerer Ausbildung.

Bevor ich nun den Versuch wage, an eine mir sehr wahrscheinlich vorkommende Erklärung dieser sonderbaren Eisbildung zu gehen, möchte ich doch noch vorausschicken, was über diesen besprochenen oder einen andern nahe verwandten Gegenstand in der Literatur bereits gesagt wurde.

Dem Studium der Bildung von Eiskrystallen hat man stets ein besonderes Augenmerk zugewendet und Notizen über die speziell hier zu erörternde Eisbildung dürften sich in grösserer Menge zerstreut finden, als ich es bei der mir zugänglichen Literatur in dem beigegebenen Verzeichnisse auszugsweise mitzutheilen in der Lage war. Es lässt sich ja kaum annehmen, dass diese Form der Eisbildung nicht schon öfter beobachtet und beschrieben worden sein sollte. Haben doch die Herren Direktor Dr. G. TSCHERMAK sowie Bergrath Dr. G. STACHE u. Dr. E. v. MOJSISOVICZ, nachdem ich ihnen eine Abbildung der Eisbündel zeigte und mündlich dazu eine Beschreibung derselben gegeben hatte, sich sofort erinnert, Ähnliches oder fast das Gleiche im Hochgebirge beobachtet zu haben.

Ich lasse nun die wichtigsten einschlägigen Publikationen folgen:

## Literatur.

Prof. Dr. FR. LEYDOLT „Beiträge zur Kenntniss der Krystallform und der Bildungsart des Eises“. Sitzb. d. Wien. Akad. 1851; VII. B. p. 477 bis 487. Bestätigt und ergänzt die Forschungen von BREWSTER, SMITSON, CLARKE, DE THURY und Dr. BOTZENHART, und liefert sichere Beweismittel, dass das Eis rhomboëdrisch (hexagonal) krystallisirt.

Prof. A. SCHRÖTTER „Über das Gefrieren des Wassers im luftverdünnten Raum und die dabei durch Verdunsten des Eises erzeugte Kälte.“ Sitzb. d. Wien. Akad. 1853, X. Bd. p. 527—541. Dazu der Nachtrag von

- J. SCHABUS „Notiz über die Krystallbildung des Eises“ p. 541—543. Beide Forscher weisen hexagonale Gestalten nach.
- KARL FRITSCH „Über Schneefiguren“. Sitzb. d. W. A. 1853, XI. B. p. 492 bis 499. Hat durch mehrere Winter Studien über die Gestalten der Eiskrystalle gemacht, aus denen die Schneeflocken bestehen und die Beobachtungen von SCORESBY bestätigt u. s. w.
- CH. BRAME untersuchte Krystallgestalten des Schnees und Reifes und kommt zu drei Grundgestalten des Eises (Rhomböeder, Hexaëder u. quadr. Prisma). L'Institut, journal universel des sciences etc. XXI. p. 273.
- ADOLF und HERMANN SCHLAGINTWEIT berichten in dem Werke: „Neue Untersuchungen über die physikalische Geographie und die Geologie der Alpen“. Leipzig 1854. p. 469—70. „Über Eiskrystalle im Stollen der Vincenthütte“ am Monte Rosa. Über dasselbe vergleiche auch Zeitschr. d. deutsch. geolog. Ges. 1854, VI. Bd. p. 260. SCHLAGINTWEIT fand an den inneren Wänden des Stollens der Vincenthütte (9734 P. F. hoch) Tausende von deutlich ausgebildeten Eiskrystallen, welche durch Condensation der atmosphärischen Feuchtigkeit entstanden auf der Eisbekleidung der Stollenwand sassen. Die vorherrschenden Formen der Eiskrystalle waren sechsseitige Tafeln, die sich zu strahlenförmig gestalteten Gruppen an einander reihten, ähnlich wie bei den Schneeflocken; auch hohle Pyramiden mit Prismenflächen kamen häufig vor. Interessant waren aber die deutlichen 2—4 Millimeter langen Rhomböeder, von denen SCHLAGINTWEIT auf höchst einfache und sinnreiche Weise in weichem warmen Wachse Abdrücke machte, welche er mit dem Stearin von einer guten Kerze, die er mitführte, ausfüllte. Auch von den hexagonalen Tafeln erhielt er auf diese Weise positive Copien. In dem noch halbflüssigen Wachse schmolz nämlich der Eiskrystall rasch zusammen, aber das umgebende Wachs wurde dadurch erhärtet und gab dann eine getreue Hohlform. Mit einem Stearintröpfchen ausgegossen gaben sich bei näherer Untersuchung ganz deutlich die Krystalle als Rhomboide zu erkennen. Hier wären ältere Beobachtungen in KÜRSINGER's und SPITALER's „Besteigung des Grossvenedigers“, p. 87, einzuschieben. (Unzugänglich.) Hexagonale Tafeln wurden aber bereits auch von HUMBOLDT in höheren Regionen der Anden gefunden.
- JAMES D. DANA beschreibt ganz kurz in der 5. Auflage seines Buches „System of Mineralogy“ New-York and London 1854 pag. 118 eigenthümlich gekrümmte Eisnadeln, welche an Baumstämmen wiederholt beobachtet wurden.
- Dr. G. A. KENNGOTT, Mineralogische Notizen, „Über einige Erscheinungen beim Krystallisiren des Wassers.“ Sitzb. d. W. A. 1855. XVI. Bd. p. 157 bis 160. (Wird noch ausführlicher citirt.) In den Jahren von 1855 bis 1865 wurden wenig neue Beobachtungen über die Krystallformen des Eises gemacht. HOCHSTETTER berichtet über einen Hagelschlag

bei Postelberg in Böhmen. An dem Eisüberzuge der faustgrossen Hagelkörner sah er Krystallflächen von rhomboëdrischen Gestalten. BARTHELMY fand an Hagelkörnern hexagonale Pyramiden mit den basischen Flächen. BREITHAUPT spricht im März 1860 in der Freiburger Berg- u. Hütt.-Zeitg. XIX. Bd. S. 495 über Eiskrystalle, welche den Apatiten von Ehrenfriedersdorf an Form und Grösse zu vergleichen wären. Am ausführlichsten berichtet über alle die Forschungen bezüglich der Eisbildung am Hagel, Reif und Schnee KENNGOTT in seiner Übersicht der „Mineralogischen Forschungen“ vom Jahre 1844—1865. Ich führe nur die Namen von KAUFMANN, WITTE, DUFOUR, NORDENSKIÖLD, DEIKE, ROHRER, BERGER und BOUÉ an, welche alle ihre Beobachtungen auf diesem Gebiete in verschiedenen Fachschriften veröffentlicht haben. Über Eiskrystallbildungen in der Eishöhle von Scherisciora berichtet:

- K. F. PETERS „Geologische und mineralogische Studien aus dem südöstlichen Ungarn, insbesondere aus der Umgebung von Bézány“. Sitzb. d. W. Ak. 1861. XLIII. Bd. p. 435—437. Er beschreibt ausser schneesternartigen Zwillingskrystallen des Eises auch Drusen von Rhomboëdern. Über das Vorkommen von Eiskrystallen in Höhlen oder in den Stollen von Bergbauen wird wiederholt berichtet. Gewöhnlich fehlen aber die näheren Angaben über die Gestalten der Eiskrystalle, ein durch die Umstände in vielen Fällen gewiss zu entschuldigendes Versehen, welchem sogar auch BERNH. v. COTTA in seinem trefflichen Buche „Der Altai“, Leipzig 1871. p. 38, keinen besondern Werth beigelegt zu haben scheint, weil er nur schreibt, dass er in einem Stollen bei einer Grubenfahrt „die Wände zum Theile mit den prachtvollsten Eiskrystallen besetzt fand, so dass man sich in einer der schönsten Krystalldrusen zu bewegen schien“. COTTA sagte dazu nur noch, dass er Verdunstung durch sehr frischen Wasserwechsel als Ursache dieser interessanten Erscheinung annehme, die sich um so schwieriger erklären lasse, weil sie in verhältnissmässig grosser Tiefe beobachtet wurde. Er meint auch, dass die überaus trockene Sommerluft der dortigen Gegend eine sehr schnelle Verdunstung der Sickerwässer veranlasse

---

Nachdem ich mit diesen keineswegs erschöpfenden Literaturangaben späteren Beobachtern wenigstens einen grossen Theil der zerstreut sich findenden Literatur aus den letzten Dezennien hier gesammelt bieten wollte, wende ich mich nun wieder zurück zur Betrachtung der vorhin beschriebenen Eisnadelgebilde.

Deutlich, nach allen Dimensionen ausgebildete Krystallformen habe ich an den Eisnadeln wohl nicht gesehen. Ich war nur im Stande mit freiem Auge an ganz wenigen vereinzelt

Exemplaren derselben Kanten und Flächen eines Prismas wahrzunehmen, welches nach einer, und zwar der freien Seite hin, sich zuspitzte oder verjüngte. Wegen der Schmalheit der Seitenflächen des Prismas und der vielleicht durch Combination mit einer hexagonalen Pyramide erfolgten Zuspitzung oder Verjüngung blieb es aber für den Beobachter immerhin schwierig, ohne Zuhilfenahme eines Mikroskopes bei der Kleinheit der Dimensionen genau die Form des Prismas zu constatiren. Was man immer gut zu erkennen vermochte, das waren zwei oder drei parallel zu einander herablaufende Kanten, welche sicherlich den Kanten eines Prismas entsprochen haben. Auf eine andere Möglichkeit der Deutung komme ich nachher schon noch zu reden.

Herr Bergrath Dr. STACHE, welcher in diesem Herbste bei einem Übergange auf der Höhe des Wormserjoches in der Ortlergruppe an einem kalten Oktobermorgen ganz dieselbe Bildung von Eisnadeln und Eisbündeln beobachtete, erinnert sich deutlich auch kleine Prismen gesehen zu haben, an denen drei Kanten ausserordentlich scharf und deutlich hervortraten. Ob die übrigen Kanten durch die nebenan stehenden Eisnadeln oder Prismen verdeckt wurden, das ist wohl nicht ganz bestimmt, jedoch immerhin mit der grössten Wahrscheinlichkeit anzunehmen. Um aber auf die Möglichkeit des Auftretens einer anderen als der Prismengestalt hinweisen zu können, muss ich Folgendes vorausschicken:

Ein vorhin erwähnter Forscher, CH. BRAME, untersuchte bekanntlich Krystalle von Reif und Schnee und glaubte damals drei Grundgestalten des Eises entdeckt zu haben. Er fand (1854) ausser dem Hexaëder ein Rhomboëder und ein quadratisches Prisma.

Offenbar kannte CH. BRAME damals noch nicht die von F. LEYDOLT bereits im Jahre 1851 in den Sitzb. d. W. A. veröffentlichten Beiträge zur Kenntniss der Krystallformen des Eises, welche später durch J. SCHABUS ihre Erweiterung und Bestätigung fanden.

Um nicht nachher nochmals auf die Resultate der gelungenen Beobachtungen eines LEYDOLT und SCHABUS zurückkommen zu müssen, erwähne ich gleich jetzt den Kern der Sache.

Professor LEYDOLT beschrieb nämlich dazumal eigenthümlich

gestreifte Hohlformen und Abdrücke von hexagonalen Pyramiden im Eise, welche ähnlichen Bildungen bei Steinsalz, Chilisalpeter und anderen Mineralien analog sind. Zwei Jahre später konnte J. SCHABUS diese Hohlformen bestätigen, weil er an der untern Fläche des Eises an einer Stelle, wo in einem Seitenarme der Donau das Wasser bereits zurückgetreten war, ganz eigenthümlich ausgebildete Eiskrystalle bemerkte, welche genau in die beschriebenen Hohlformen gepasst hätten.

Wie SCHABUS schreibt, so waren es „sechseitige, pyramidenähnliche Gestalten, welche aber aus treppenförmig an einander gelagerten Combinationen von gleichkantigen, sechsseitigen Pyramiden und sechsseitigen Prismen bestanden“. Die Krystalle selbst waren wohl auch wieder hohl<sup>5</sup>, wie aus der nach SCHABUS gegebenen Fig. 5 zu entnehmen ist. Mit dieser hier eingeschobenen Auseinandersetzung wollte ich nur andeuten, dass Combinationen des hexagonalen Prismas mit der hexagonalen Pyramide, auf welche ich oben einmal hingewiesen habe, an hohlen Eiskrystallen wiederholt beobachtet wurden. Was aber CH. BRAME als quadratisches Prisma aufgefasst haben mag, das scheint mir zweifellos eine verzogene Form der hexagonalen Pyramide zu sein, welche LEYDOLT (l. c. p. 483) beschreibt. Er spricht nemlich von verzogenen Pyramiden, welche beim Eise dadurch entstehen „dass zwei und zwei parallele Flächen der gleichkantigen sechsseitigen Pyramide bedeutend vergrössert sind“. Wie Fig. 6 zeigt, so können solche Pyramiden das Ansehen einer prismatischen Gestalt bekommen und leicht wegen der vier

---

<sup>5</sup> Eine jedenfalls ganz ähnliche Form beschreibt uns Dr. J. A. KRENNER in seiner Schilderung der „Eishöhle von Dobschau“, Budapest 1874, p. 15. KRENNER sagt von den zollgrossen Eiskrystallen, welche oft nur an einer der „Umfangsecken“ angeheftet waren, Folgendes: „Sie bestehen aus regelmässigen sechsseitigen Tafeln, von deren Ecken sich Radien gegen den Mittelpunkt ziehen; die dadurch entstehenden 6 dreieckigen Felder sind von, zum Umfange parallelen Treppen, ähnlich gewissen künstlichen Steinsalzwürfeln, ausgefüllt. Auch diese Krystalle sind daher nicht ganz eben, sondern etwas stumpf-trichterförmig gebildet, wobei zu bemerken ist, dass ihre mittlere Spitze meist nach abwärts gewendet ist“. KRENNER hat, wie aus seiner schematischen Abbildung zu ersehen ist, die Form nicht zu deuten vermocht, was aus der Beschreibung nicht schwer wird, wenn man die Beobachtungen von SCHABUS gelesen hat.

Prismenflächen Veranlassung geben, das Eis für prismatisch zu halten. Mit Recht durfte daher LEYDOLT seine Besorgnisse in dieser Hinsicht aussprechen und vermuthen, dass frühere und spätere Forscher, wie BRAME es auch wirklich gethan zu haben scheint, solche Prismen für quadratische Formen halten könnten. „Solche vierseitige Säulchen zu hohlen Pyramiden „sich verbindend“ sieht man nach LEYDOLT „häufig beim Reife, „vorzüglich am Holze sich bildend; aber auch sehr grosse Krynstalle scheint man gefunden zu haben“, wie LEYDOLT weiter bemerkt. Den Dimorphismus des Eises durfte demnach LEYDOLT auf Grund seiner damaligen Beobachtungen immerhin schon in Frage gestellt lassen.

Obwohl ich es in unserm Falle für kaum wahrscheinlich halte, so könnte es denn doch auch möglich sein — und ich möchte mit diesen Zeilen nur spätere Beobachter darauf aufmerksam gemacht wissen — dass bei den Eisnadeln oder kleinen Prismen, an denen Herr Bergrath STACHE und ich mehrere (2—3) Kanten gesehen haben, hier selbst eine und die andere Form dieser „verzogenen Pyramide“ aufgetreten ist!

Unserm Auge wären daher nur eine oder zwei Kanten dieser verzogenen Pyramide sammt den terminalen, selbstverständlich kleinen Pyramidenflächen entgangen und nicht mehrere Kanten, welche dem entsprechenden hexagonalen Prisma angehört haben würden.

Die im Innern der Nadelprismen vorhandenen kleinen Hohlräume, welche zur Erhöhung des asbestartigen Glanzes wesentlich beitragen, konnte ich übrigens schon mit freiem Auge in Folge der verschiedenartigen Lichteffecte wahrnehmen.

Abgesehen von den soeben erwähnten verzogenen Pyramidenformen prismatischen Aussehens, auf deren Vorhandensein man nach LEYDOLT's Auseinandersetzungen zu denken berechtigt ist, deren Länge jedoch zur Dicke unserer Eisnadelgebilde in gar keinem Verhältnisse steht, scheinen in unserem speciellen Falle doch andere Formen die einzig auftretenden oder wenigstens die vorherrschenden gewesen zu sein.

Entweder war bei den Eisnadeln das hexagonale Prisma einfach nadelförmig ausgebildet, oder es war dem nadelförmigen

hexagonalen Prisma combinatorisch eine hexagonale Pyramide aufgesetzt.

Letztere Combinationsform, die ja so häufig in der Natur auftritt, würde sich dann in ähnlicher Weise verjüngt haben, wie gewisse Krystallformen des Quarzes und anderer Mineralien.

Dass bei den Eisnadelgebilden wirklich deutlich ausgebildete sechsseitige Prismen vorkommen, darüber belehrt uns eine in Fig. 7 weiter unten wiedergegebene Abbildung von KENNGOTT aus den Akademie-Berichten (l. c. p. 158) und Professor DOENITZ erwähnt auch ausdrücklich, dass er solche sechsseitige Säulen beobachtet habe.

Da die Mitth. d. Deutsch. Ges. f. Nat.- u. Völkerkunde Ostasiens nicht Jedermann zugänglich sein dürften, so gebe ich hier das Wichtigste dessen, was Prof. DOENITZ über diese in Japan unter dem Namen „Shimo-bashira“ (Reifbalken) bekannte eigenthümliche Eisbildung erwähnt: „Nach klaren Winternächten „findet man auf durchfeuchteter, etwas gelockerter Erde die oberste „Schichte durch dicht gedrängt stehende Eissäulchen in die Höhe „gehoben, so jedoch, dass man von den Eissäulchen nichts sieht, „bevor nicht die gefrorene Erdkruste eingebrochen ist. Die Säul- „chen erreichen gewöhnlich eine Länge von 3—5 Centimeter, „können aber bis auf 10 Cm. anwachsen<sup>6</sup>. Wenn sie einzeln „stehen, was verhältnissmässig selten vorkommt, so erscheinen „sie als sechsseitige Säulchen von etwa  $\frac{1}{4}$  Millim. Durch- „messer. Meist sind sie zu Gruppen verschmolzen, welche  $\frac{1}{2}$  „bis 1 Cm. Durchmesser erreichen, asbestartiges Aussehen haben „und an den verschiedenen Punkten ihrer Länge Erdkörnchen „einschliessen. Viele dieser Säulchen sind zugespitzt, besonders „solche, welche die allgemeine Dicke nicht erreichen. Diese „letzteren pflegen gewunden zu sein und tragen an ihrer Spitze „fast immer einige Erdkörnchen. Kleinere und grössere Kiesel, „bis ungefähr 15 Cm. Durchmesser werden von Säulen, die sich „entweder nur am Rande der Steine, oder unter ihrer ganzen „Oberfläche gebildet haben in die Höhe gehoben. Bruchstücke „von den sehr porösen japanischen Dachziegeln pflegen nicht er-

<sup>6</sup> Auffallend lange Eisnadeln hat z. B. Herr Bergrath Dr. STACHE am Wormserjoche beobachtet.

„hoben zu werden; dagegen findet man sie häufig ganz oder „stellenweise mit einer bis auf mehrere Centimeter anwachsenden „Eiskruste von fasrigem Aussehen bedeckt<sup>7</sup>. Höchst auffallend „war es, dass Shimo-bashira sich auch unter der einige Centi- „meter dicken Schneedecke bildeten, mit welcher das neue Jahr „die Bewohner von Tokei überrascht hatte“.

Wir sehen hier aus dem fernsten Osten in klarer bündiger Weise und noch detaillirter ganz dieselbe Erscheinung beschrieben, welche ich im Hochgebirge Tyrols zu beobachten Gelegenheit hatte. Das Meiste von dem was DOENITZ gesehen stimmt auffallend mit meinen Wahrnehmungen. Obwohl er von einer Streifung oder Quertheilung der Nadelgebilde nichts erwähnt, so war er doch in der Beobachtung von „sechsseitigen Säulchen“ ungleich glücklicher als ich. Die von mir bereits früher erwähnte Streifung war senkrecht auf die Haupt- oder Längsaxe der Eisnadeln. Die einfachste Erklärung, welche man von dieser Streifung geben könnte, wäre die, dass man annimmt, es sei eine durch wiederholte Combination entstandene Streifung, die sogenannte oscillatorische Combinationsstreifung, welche man ja so vielfach an Krystallen des Quarzes beobachtet.

Wohl könnte es aber auch sein, dass die trotz der Kleinheit der Nadeln dennoch sichtbar gewordene Streifung einer Reihe von Sprüngen entsprochen hat, welche bei unseren Eisnadeln an den Stellen der stärksten Krümmung nicht nur am häufigsten, sondern auch am besten hervortraten.

Die von mir wahrgenommene Streifung ist eine ganz andere, als jene, welche KENNGOTT (l. c. p. 159) beschreibt.

Nach KENNGOTT, welcher eine der unseren ähnliche Eisbildung an dem Mörtelverputze der Mauer im hiesigen k. k. Hof-Mineralien-Cabinet beobachtete, hatten die „linearen Krystalloide von anscheinend prismatischer Gestalt vertikal gestreifte Flächen“ und im Innern eine faserige Bildung.

Ich gebe in Fig. 7 einige Formen nach KENNGOTT.

---

<sup>7</sup> KENNGOTT sagt dasselbe von jenen Stellen des Mörtelverputzes der Mauer, an denen kein Kalkanstrich vorhanden war. Der poröse Mörtel wirkte wie der japanische Dachziegel. Ähnliches beobachtete auch ich an kleinen porösen Gesteinsfragmenten.

Die faserigen Massen zeigten, wie KENNGOTT sagt, unter dem Mikroskope bei starker Vergrößerung „parallelröhrlige Hohlräume und gereifte Bläschen, welche die eng verwachsenen linearen Krystalloide von einander trennten“.

Nach all' den vorausgeschickten Bemerkungen will ich es nun versuchen, eine Erklärung dieser Eisbildung zu geben. Es würde zu weit führen, wollte ich auf alle die verschiedenen Erklärungen eingehen, welche man über diese oder eine andere ähnliche Art der Eisbildung bereits gegeben hat.

Herrschen ja doch noch heutzutage die verschiedensten Meinungen über die Bildung des Eises in den sogenannten „Eishöhlen“, deren Literatur so reichlich ist und sich seit der Zusammenstellung der Bibliographie derselben durch BOUÉ noch wesentlich erweitert hat<sup>9</sup>. Wenn es nun schon bei der Erklärung der Bildung des Eises in den „Eishöhlen“ keinem der zahlreichen Forscher gelungen ist, erschöpfend und massgebend geworden zu sein, so dürfen wir nur um so behutsamer daran gehen, die Erklärung einer seltsamen Eisbildung zu versuchen, welche bis jetzt noch wenig beobachtet wurde.

Eisbildungen in lockerem Schutte und Gerölle suchte man bisher gewöhnlich dadurch zu erklären, dass man annahm, es finde zwischen den lockeren Schutt- und Erdpartikelchen ein verstärkter Luftdurchzug statt.

Die Schutttheilchen seien durchfeuchtet und durch den Luftzug werde die Verdunstung so sehr gesteigert und dadurch der Umgebung, also den durchfeuchteten Schutttheilchen, so viel Wärme entzogen, dass in Folge der hierdurch eintretenden Erniedrigung der Temperatur die Abkühlung weit genug fortschreiten konnte, um eine Bildung von Eis zu ermöglichen.

Eine Eisbildung unter Umständen, wie sie soeben erörtert wurden, mag wohl in vielen Fällen stattfinden, aber nicht jede

---

<sup>9</sup> A. BOUÉ „Bibliographie der bekanntesten Eishöhlen“, Sitzber. d. W. Ak. XLIX. Bd. p. 321 ff. Vergleiche weitere Literaturangaben von Dr. E. TIETZE im Jahrb. der geol. Reichsanst. 1873, p. 55 und Dr. KRENNER an citirter Stelle. Ferner Prof. E. RICHTER „Zur Frage über die Entstehung der Eishöhlen“ im VIII. Hefte des XXII. Bd. der PETERMANN'schen Mittheilungen. Gotha 1876, p. 317.

Bildung von Eis in lockeren Schuttpartien wird sich auf diese Weise einzig und allein erklären lassen<sup>9</sup>.

Wenn ich jetzt noch von den ganz besonderen Witterungsverhältnissen absehe, welche jenem kalten Oktobermorgen, an dem ich die Eiskristalle beobachtete, vorausgegangen sind, so möchte ich zur Erklärung der Eisnadelbildung hier noch ganz andere Umstände herbeiziehen.

Die lockeren lehmigen Schuttgebilde, welche auf der ziemlich glatt abgeschliffenen Oberfläche des Gneissrückens vorherrschend in wannenförmigen Vertiefungen lagen, waren in ihrer untersten Partie, welche ich bei der Beschreibung unserer Eisnadeln bereits als „Bodenschichte“ erwähnte, mehr oder weniger feiner, dichter und lehmiger. Die oberste Lage aber, welche der „Deckschichte“ unserer Eisgebilde entsprochen hat, war im Allgemeinen genommen etwas gröber und lockerer.

Nehmen wir nun ein- für allemal, wie ich auf Fig. 8

---

<sup>9</sup> Einige Bemerkungen über die einschlägige Literatur ähnlicher Eisbildungen finden sich in Dr. A. PLEISCHL's Abhandlung „Über das Eis, welches man im Sommer zwischen den Basalttrümmern bei Kameik nächst Leitmeritz in Böhmen findet“. Abh. d. k. Böhm. Ges. d. W. 1838. V. Folge. I. Bd. p. 1—17. Zur Erklärung dieses Sommereises gibt Dr. PLEISCHL in pag. 15 an: „Der Basalt ist als dichtes Gestein ein guter Leiter für die Wärme, nimmt also die Sonnenwärme leicht auf, theilt sie aber auch anderen in der Nachbarschaft befindlichen Körpern wieder leicht mit. In den Zwischenräumen der Basaltstücke befindet sich, wie ich schon anführte, verwesendes Laub, und bildet eine schwammige Masse, welche von Wasser durchnässt ist. Der von den Sonnenstrahlen heisse Basalt bewirkt nun, dass ein Theil des Wassers in der schwammigen Masse verdampft; zu dieser Verdampfung braucht, wie wir oben gesehen haben, das Wasser aber Wärme, entzieht diese Wärme den zunächst vorhandenen Körpern und auch einem Theile des Wassers, und macht es so kalt, dass es zu Eis gefriert. Je wärmer daher die Sonne scheint, um so heisser werden die Basaltstücke, je heisser sie sind, desto schneller bringen sie Wasser zum Verdampfen, je rascher diese Verdampfung vor sich geht, um so mehr Wärme wird dem übrigen Wasser entzogen, und um so schneller wird es in Eis verwandelt, wozu überdies auch der durch den heissen Basalt bewirkte Luftzug das Seinige mit beiträgt“. In den Basalttrümmern von Kameik wird „um so mehr Eis gefunden, je heisser die Tage sind und nur so lange als die Tage lang und die Nächte kurz sind“.

schematisch zeigen will, zwischen der Deckschichte  $a$  und der Bodenschichte  $b$  eine neutrale Zone oder Schichte  $c$  an.

In dieser beginnt die Bildung der Eisnadeln und von ihr aus schreitet der Krystallisationsprocess nach dem Vorgange des im Mineralreiche wiederholt bekannt gewordenen „Auseinander-Krystallisirens“ in der Art und Weise fort, dass mit dem „Ansetzen“ und „Längerwerden“ der Eisnadeln sich einfach die lockere obere Deckschichte von der mehr compakteren lehmigen Bodenschichte allmählig entfernt und abhebt.

Es fragt sich nun, wie konnte eine Eisbildung überhaupt zu Stande kommen? Woher stammte denn das Wasser, welches zur Bildung der Eiskrystalle verwendet wurde? Einfach aus der Atmosphäre, müssen wir zur letzten Frage sagen.

Vergegenwärtigen wir uns nur einmal die Bildung von Thau und Reif. Der Thau ist nichts anderes, als der in Tropfenform vor sich gehende und aus den zunächst liegenden Luftschichten kommende Niederschlag von atmosphärischer Feuchtigkeit auf Substanzen oder Gegenstände der Erdoberfläche, welche durch Ausstrahlung von Wärme hinreichend abgekühlt worden sind. Erreichen die Gegenstände oder der Boden, in Folge der von ihnen nach dem kälteren Himmelsraume besonders in heiteren und windstillen Nächten verstärkt stattfindenden Wärmeausstrahlung, eine Temperatur unter Null, so schlagen sich in Form von Reif Eisnadeln nieder, welche dann auch in Gebilden auftreten können, die den unseren gleichkommen.

Zur Reifbildung sind demnach hauptsächlich klare Nächte, eine wasserreiche Gegend oder eine von Feuchtigkeit geschwängerte Atmosphäre nöthig. Ausserdem darf die Wärmeausstrahlung nicht durch irgend eine Bedeckung, sei es auch nur eine Nebel- oder Wolken- oder Rauch-Schichte, gehindert werden.

Winde begünstigen deshalb die Reifbildung nicht, weil durch den raschen Wechsel in der Zufuhr neuer Luftschichten unter Umständen die Ausstrahlung ersetzt werden kann.

Bei übrigens gleichen Umständen wird die Bethauung oder die Bereifung an gewissen Körpern und Gegenständen um so reichlicher ausfallen, je intensiver deren Ausstrahlung ist. Lockere, rauhe, schlecht leitende Körper von mehr dunkler Farbe werden leichter die Wärme ausstrahlen und deshalb auch stärker be-

thaut und bereift werden als feste, glatt polirte und lichter gefärbte Körper.

Versuchen wir es nun die soeben besprochenen Umstände, welche die Bildung von Reif (d. i. gefrorener Thau) befördern und ermöglichen, auf unsern Fall anzuwenden.

Für die in Form von Eisnadeln vor sich gehende Reifbildung konnten am Morgen des 18. Oktober die Witterungsverhältnisse kaum günstiger sein.

Nach vielen feuchtwarmen nebeligen Tagen, an denen es in den Niederungen auf der Tyrolerseite regnete, während die umgebenden Höhen des Arlberges besonders auf der Vorarlbergerseite schon am 16. Oktober mit einer 35—45 Cm. hohen Schneeschichte bedeckt waren, trat plötzlich ein rascher Umschlag und Wechsel der gesammten Witterungs- und Temperaturverhältnisse ein.

Die bedeutendste Barometerdepression wurde um diese Zeit am 14. Oktober 1875 von dem Herrn Pfarrer zu Stuben in einer beiläufigen Seehöhe von 1415 Meter beobachtet. Nach den freundlichen Mittheilungen des genannten Herrn folgt umstehend eine kleine Tabelle.

In St. Anton, welches viel tiefer als Stuben liegt, waren nach meinen damaligen allgemeinen Aufzeichnungen ganz ähnliche Witterungsverhältnisse wie in Stuben. Der Schnee war auf der Tyrolerseite etwas weniger und reichte überhaupt nicht so tief herab als im vorarlbergischen Stuben. Am 17. Oktober gab es feuchtes Wetter und die noch schneefreie Umgebung des Osterbuckels war theilweise in Nebel gehüllt.

Im Verlaufe der plötzlich klar werdenden Nacht trat nun ein auffallend rascher Umschlag ein und als ich am dem heiteren Morgen des 18. Oktober die Eiskrystalle am Osterbuckel beobachtete, fand ich auf dem Hinweg den Boden hartgefroren. Zur Bildung von Reif waren somit die Witterungsverhältnisse ausserordentlich günstig: Ein von Regen erst durchfeuchteter Boden, eine von Wasserdunst geschwängerte Atmosphäre und der in der klar und kalt gewordenen, windstillen Nacht vom 17. auf den 18. Oktober plötzlich eintretende Temperaturwechsel.

Wir müssen nun aber auch die Substanzen etwas näher in's Auge fassen, an deren in Folge von Wärmeausstrahlung kalt

gewordenen Oberfläche der Niederschlag oder die Verdichtung des atmosphärischen Dampfes stattfinden konnte.

| Oktob.<br>1875             | 6 <sup>h</sup> Morgens |               | 2 <sup>h</sup> Nachmittag |        | 9 <sup>h</sup> Abends |        | Fr. Thermometer |                |                | Anmerkung<br>(Niederschlag) |
|----------------------------|------------------------|---------------|---------------------------|--------|-----------------------|--------|-----------------|----------------|----------------|-----------------------------|
|                            | Z.<br>Therm.           | Barom.        | Therm.                    | Barom. | Therm.                | Barom. | 6 <sup>h</sup>  | 2 <sup>h</sup> | 9 <sup>h</sup> |                             |
| 12.                        | + 14.8                 | 640.10        | 14.8                      | 640.60 | 14.2                  | 640.70 | +5.0            | + 0.8          | - 0.8          | 7.50 Regen u. Schnee        |
| 13.                        | + 13.5                 | 639.00        | 17.2                      | 635.60 | 15.4                  | 633.00 | - 0.5           | + 3.2          | + 1.4          | 24.35 Schnee u. Nebel       |
| 14.                        | + 13.6                 | <b>629.30</b> | 15.8                      | 630.50 | 15.0                  | 633.00 | + 1.2           | + 2.4          | + 1.4          | Nebel                       |
| 15.                        | + 13.0                 | 635.50        | 14.3                      | 637.80 | 14.2                  | 638.70 | + 0.8           | + 1.8          | + 0.2          | Schneehöhe 27 Cm.           |
| Abends $\frac{1}{2}$ 7 Uhr |                        |               |                           |        |                       |        |                 |                |                |                             |

Leider liegen mir vom 17. und 18. Oktober keine so ausführlichen Beobachtungen <sup>zur</sup>vor.

Auf den mehr oder weniger geglätteten Flächen des Gneisses am Osterbuckel lagen die lehmigen lockeren Schutttheilchen, deren

obere und untere Partie ich ja früher schon hinlänglich charakterisirt habe. Bis zu einem gewissen Grade konnten diese an und für sich durchfeuchteten erdigen Bestandtheile durch Verdunstung des eigenen Wassergehaltes schon am Abende des 17. Oktober allmählig abgekühlt werden. Als nun während der darauf folgenden klaren Nacht bei der herrschenden Windstille und der plötzlich gegen Morgen einbrechenden Kälte, in Folge deren das Thermometer stark unter Null sank, die Ausstrahlung von Wärme intensiver zu werden begann, da mussten selbstverständlich<sup>10</sup> die lockeren rauhen und dunkler gefärbten Theilchen des lehmigen Schuttes mit den eckigen Gesteinsfragmenten ungleich mehr Wärme verlieren als der vom alten Fervall-Gletscher glatt abgeschliffene quarzreiche Gneiss und Glimmerschiefer des Osterbuckels, dessen Lage an einem sanft geneigten Abhange überdiess noch die Reifbildung beförderte.

Als bei den Schutttheilchen durch Wärmeausstrahlung die Abkühlung weit genug vorgeschritten war, um nicht nur die Verdichtung des atmosphärischen Wasserdampfes sondern auch noch das Gefrieren des niedergeschlagenen Thaus zu ermöglichen, da konnte sich auch die lehmige, kompaktere und feinere Bodenschichte des Schuttes in einer ganz eigenthümlichen Wirksamkeit zeigen.

Das Gefrieren der reichlich niedergeschlagenen Feuchtigkeit hatte offenbar in der oben genannten neutralen Schichte „c“ begonnen, denn in dieser Schichte waren ja die Eisnadelgebilde in paralleler Stellung angehäuft. Der auf die oberen lockeren Schutttheilchen niedergeschlagene Wasserdampf, welcher sich ursprünglich in Tropfenform verdichtet hat, wurde durch die kompaktere, lehmige Bodenschichte, welche wie eine Art Saugschwamm mit Tausenden von feinen Poren wirkte, eingesogen; denn der Lehm oder Thon zeigt ja in hohem Masse das Bestreben, Wasser in sich zwischen seine kleinsten Theilchen oder Poren aufzunehmen.

In dem Augenblicke nun als die Abkühlung der Schutttheilchen gross genug war, um ein Gefrieren des niedergeschla-

---

<sup>10</sup> Ich setze die über das Ausstrahlungsvermögen der verschiedenen Substanzen von den Physikern längst erprobten Thatsachen als bekannt voraus.

genen Wasserdunstes zu ermöglichen, wurde der Krystallisationsprocess eingeleitet.

Die dem Gesetze der Schwere folgenden und nach abwärts sickernden Thautröpfchen konnten bei dem Umstande, dass die lehmige Bodenlage wie ein Saugschwamm wirkend dieses „Abwärts-Sickern“ beförderte, im gefrorenen oder krystallisirten Zustande kaum eine andere als die Nadelform annehmen<sup>11</sup>.

Als der Krystallisationsprocess einmal eingeleitet war und in denselben auch kleinere Erdpartikelchen mit hineingerissen wurden, bezog derselbe das Material zur Eisbildung nicht mehr einzig und allein aus der Atmosphäre.

Die lehmige dichtere Bodenschichte, welche bereits mit Thauwasser vollgesaugt war, musste dem Krystallisationsprocesse, als er einmal gehörig in Gang war, wieder das Wasser abtreten, das sie früher demselben entzogen oder welches sie ursprünglich schon inne hatte.

Als KENNGOTT seiner Zeit (1855. l. c. p. 157 ff.) das durch nadelförmige Eiskrystalle hervorgebrachte Abblättern des Kalkanstriches (*c*) und die Hebung ganzer Lagen desselben von dem Mörtelverputze (*b*) einer Ziegelmauer (*a*) beschrieben hat (vergl. hiezu Fig. 7) erwähnte er, dass sich vielleicht so viele Individuen oder Eiskrystalle gebildet haben „als Poren an der Oberfläche des Verputzes vorhanden waren“. KENNGOTT schreibt weiter: „Der Akt der Krystallisation auf der Oberfläche des Verputzes „in dem Zwischenraum zwischen dem Verputz und dem Anstrich „vergrösserte den Zwischenraum momentan und die Krystallisationskraft veranlasste das im Verputz befindliche Wasser der „nächsten Nachbarschaft, sich den beginnenden Krystallen anzuschliessen, sie zog die Atome oder Moleküle desselben aus „dem Verputze heraus, vergrösserte (verlängerte) die begonnenen Krystalle von der Ansatzfläche aus, drängte die Krystallanfänge vorwärts und erweiterte somit noch mehr den „Zwischenraum zwischen dem Verputz und Anstrich, welch' letz-

<sup>11</sup> Zur parallelen Anordnung unserer Eisnadelgebilde möchte ich ausserdem noch bemerken, dass SCHRÖTTER in den Akademie-Berichten, 1853 (l. c. p. 534, wengleich dort unter anderen Umständen), ebenfalls die charakteristische Bildung von hohlen Eiskrystallen bespricht, „die „sich sämtlich in paralleler Stellung befinden“.

„terer wieder etwas dadurch gehoben werden musste. Das durch  
 „die Krystallisationskraft aus dem obersten Theile des Verputzes  
 „herausgezogene Wasser veranlasste leere Räume und das Wasser  
 „der anderen Theile der Wand drang hindurch und durch die  
 „Porosität respektive Capillarität der Masse nach, und nun konnte  
 „das einmal begonnene Wachsen der Krystalle sich fortsetzen, so  
 „lange die übrigen Verhältnisse und die Menge des vorhandenen  
 „Wassers es möglich machten“.

Aus dem eben Erwähnten ist zu ersehen, dass die Ansicht, es sei zum weitem Krystallisationsprocesse in unserm Falle auch Wasser aus der lehmigen Schichte durch die Krystallisationskraft herausgezogen worden, eine faktische Berechtigung hat. Es fragt sich nun, wie konnte die Erhebung der lockern Deckschichte, unter welcher die Eisnadeln versteckt waren, überhaupt zu Stande kommen?

Die Erklärung dieser Thatsache ist wohl am einfachsten.

Sehr schön sagt bereits G. H. OTTO VOLGER in seinem Buche „Erde und Ewigkeit“<sup>12</sup>:

„Das im Erdreiche wachsende Eis erzwingt sich Raum für seine Körner und Nadeln . . . . Die Nadeln und Säulchen und Körner des Eises sind mit lebendiger Triebkraft begabte Körper. Sich wachsend zu vergrössern, ziehen sie Wassertheilchen aus der Luft und dem feuchten Gesteine an sich und dehnen sich aus, nicht wie der offene Raum es ihnen gestattet, sondern wie die Richtung ihrer Triebkraft es fordert“.

Als in der neutralen Schichte *c* der Fig. 8 die Bildung der parallel angeordneten Eisnadeln begonnen und in günstigem Fortschreiten begriffen war, musste natürlich die lockere obere bewegliche Deckschichte abgehoben und nach aufwärts geschoben werden, weil die mehr compactere Bodenschichte, welche unmittelbar auf dem festen Gesteine sass, einen passiven Widerstand entgegengesetzte und nur im äussersten Falle etwas zusammengepresst werden konnte.

In den untersten Lagen der gehobenen gröberer Deckschichte liessen sich wohl auch kleinere Straten von dicht lehmiger Natur erkennen, welchen aber höchstens nur auf die Bildung einzelner

<sup>12</sup> VOLGER'S „Erde und Ewigkeit“, Frankfurt a. M. 1857. p. 169 u. 170.

Nadeln oder Eisbündel eine Einflussnahme gestattet war. Da sich eine Gruppe von Eisnadelbündeln stets leicht vom Boden abheben liess und daran auch ein bedeutender Theil der lehmigen Bodenschichte haften blieb, so durfte jene schmale Grenzschichte, welche sich zwischen der glatten Oberfläche des Gneisses und der lehmigen Bodenschichte befand, nicht gefroren sein. Das bestätigte auch eine genauere Betrachtung.

Dieser Umstand spricht nun mehr als genug dafür, dass die Wärmeausstrahlung des abgeschliffenen anstehenden Gesteines am Osterbuckel eine viel geringere, ja eine minimale war im Ver- gleiche zu jener Ausstrahlung von Wärme, welcher die Schutt- gebilde ausgesetzt gewesen sind.

Wir sehen also, dass der Boden, auf dem die Eissäulchen ruhen, nicht durch und durch gefroren ist. Das erwähnt auch Prof. DOENITZ ganz besonders, welcher überdiess noch bemerkt, dass die besprochenen Eisnadeln selbst an solchen Stellen auf- treten, welche am Abend zuvor „frisch umgearbeitet“ wurden. DOENITZ möchte die ganze Erscheinung nur auf „eine Ausstrah- lung des von vorne herein sehr feuchten Bodens zurückführen“, und er überlässt es als Mediziner, wie er sich ausdrückt, „com- petenten Fachleuten“ eine Erklärung des ganzen Phänomens und der Hebung der Erdkruste zu geben. Mit Recht erhebt aber der tüchtige Kliniker DOENITZ gegen jene Erklärung seine Be- denken, welche diese Erscheinung der Eisbildung nur mit einer vorausgehenden Erhitzung des Bodens durch die Sonne in Ein- klang bringen will, „da die Säulenbildung auch unter einer Schnee- ,decke beobachtet wurde, welche doch erst hätte schmelzen müssen, bevor der Erdboden erhitzt werden konnte“<sup>13</sup>.

---

<sup>13</sup> Vergleiche hier die im N. Jahrbuch von LEONHARD und BRONX 1843, p. 362, auszugsweise wiedergegebenen Beobachtungen von J. HER- SCHEL (London and Edinburgh philos. Magaz. 1842, XXI. 359—361). HER- SCHEL zeigt, „wie Schneeschichten, die einen Theil des Jahres über einen „Berg bedecken, zwar wohl die Kälte der Atmosphäre und die durch nächt- „liche Wärmestrahlung erzeugte Kälte, aber nicht die Wärme der Sonne „und des Tages eindringen lassen, indem die letzte durch das Schmelzen „des Schnees consumirt wird. Daher die Möglichkeit, dass solche Berg- „theile in ihrem Innern viel kälter sind, als der mittleren Temperatur „des Ortes entspricht (Eishöhlen)“. u. s. w.

In unserem Falle konnte von einer direkten Erwärmung durch Sonnenstrahlen bei jener Bodenstelle, an der sich die Eisnadeln bildeten, schon desshalb allein nicht die Rede sein, weil dem kalten Morgen des 18. Oktober wohl eine klare Nacht, aber kein heller Sonnentag vorausgegangen war. Im Gegentheile waren die Tage vorher trübe, neblig und nass.

Wollte schon Jemand die Bildung von Eisnadeln unter einer Schneedecke ablängnen, so müsste er wenigstens, um schlagfertig zu sein, die Gegenbehauptung aufstellen, es sei die Schneeschichte auf die „Schimo-bashira“ erst gefallen, als sie bereits fertig gebildet waren. Die von einer Seite <sup>14</sup> am Schlusse meines Vortrages in der Sitzung vom 21. Nov. 1876 gebrachte Bemerkung, als ob die besprochenen Eisnadelbildungen hauptsächlich auf die Tropengegenden beschränkt seien, kann um so weniger hier in Betracht kommen, als weder das Hochgebirge unserer Alpenregion, noch alle jene von Herrn Dr. R. v. DRASCHE genannten Punkte, an denen er diese Eisnadeln beobachtete, zu den Tropengegenden gezählt werden können!

Die Möglichkeit, dass sich Eisnadeln oder „Reifbalken“ in Tropengegenden auch auf solchen Gegenständen bilden, welche wie der lockere trockene Tuff irgend eines Vulkanes während des der kühlen Nacht vorausgehenden Tages einer starken Erwärmung durch die Sonnenstrahlen ausgesetzt waren, die sie dann im Verlaufe der Nacht durch Ausstrahlung rasch wieder verloren hatten, lässt sich schlechterdings nicht abstreiten. Aber es genügt keinesfalls die Erklärung der Eisbildung auf jenen raschen Temperaturwechsel, welcher in kühler klarer Nacht gewöhnlich dem warmen Sonnentage in den „Tropen“ zu folgen pflegt, allein zurückzuführen!

Da müsste man in erster Linie auch noch von dem geringen Wärmeleitungsvermögen der etwas tiefer liegenden trockenen Tuff-

---

<sup>14</sup> Die von mir in No. 14 der Verhandl. der k. k. geolog. Reichsanstalt vom 21. Nov. 1876, p. 349, vorgenommene Stilisirung der Schlussbemerkungen des Herrn Dr. R. von DRASCHE entspricht selbstverständlich nicht dem genauen Wortlaute, sondern nur dem Inhalte dessen, was gesagt werden sollte.

schichten sprechen, in deren obersten Lage gewiss nur die Bildung von Eisnadeln beobachtet wurde <sup>15</sup>!

Aus Allem, was ich hier über Eisbildung in lockerem Schutte angeführt habe, ersehen wir zur Genüge, dass es nicht ausreicht und angeht für alle Fälle der Bildung von Eis in lockerem Schutte eine allgemein gültige Theorie aufzustellen. Im Gegentheile lässt sich aus dem Gesagten ermessen, dass es nur unter ganz sorgfältiger Benützung der bis in's kleinste Detail zu berücksichtigenden Nebenumstände, die eine solche Eisbildung begleiten, gestattet ist, den Versuch zu wagen, eine annähernd richtig scheinende Erklärung des so eigenthümlichen Vorkommens und der Bildungsweise von Eisnadeln zu geben.

Spättern Beobachtern mag es gegönnt sein, unter Zuhilfenahme der vorausgeschickten Mittheilungen mit geschärftem Auge und richtigem Blicke an diesen seltsamen Eisgebilden neue und bessere Details wahrzunehmen, welche zu meinen hier niedergelegten Beobachtungen und den daran geknüpften Vermuthungen manches Gute hinzuthun oder auch Irriges hinwegnehmen können.

<sup>15</sup> Der berühmte Dr. WELLS, dem wir die richtige Theorie der Thaubildung (1818) verdanken, hat auch eine Erklärung der künstlichen Bildung von Eis in Bengalen gegeben. Man gräbt dort flache Gruben und füllt sie mit trockenem Stroh, welches öfter erneuert wird, genügend aus. Auf das Stroh werden dann in klaren Nächten flache Pfannen gestellt, welche mit Wasser gefüllt sind. Das Wasser strahlt nun als kräftig strahlender Körper seine Wärme rasch und reichlich in den Himmelsraum aus. Das stets trocken zu haltende und desswegen im Falle des Feuchtwerdens zu erneuernde Stroh verhindert als schlechter Wärmeleiter, dass die durch Strahlung verloren gegangene Wärme des Wassers durch Erdwärme ersetzt werde; daher wird man unter sonst günstigen Umständen selbst zur warmen Jahreszeit vor Sonnenaufgang durch einen in der Pfanne gebildeten Eiskuchen überrascht werden. In obigem Falle mussten also die trockenen untersten Tuffschichten die Rolle des trockenen Strohes übernehmen, sobald auf die obersten Tufflagen, welche durch Ausstrahlung hinreichend kalt geworden sind, ein atmosphärischer Niederschlag in Form von Thau oder Reif (Eisnadeln) erfolgt. Ich brauche wohl nicht eigens anzuführen, dass bei den in den Pfannen sich am frühesten Morgen vorfindenden Eiskuchen von einer „Reifbildung“ nicht die Rede sein kann. Ich wollte hier nur auf die Analogie in der Wirkung des trockenen Tuffes und der des trockenen Strohes hinweisen.

## Erklärung der Tafel VI.

---

- Fig. 1—4. *a* Obere Deckschichte. *b* Bodenschichte. *c* Lehmige Erdpartikelchen, Sandkörner und Gesteinsfragmente an verschiedenen Stellen der Eisnadelschichte. *d* Ein poröser Stein mit einer dünnen Lehmschichte überzogen (s. Fig. 3).
- Fig. 5. *A* und *C* Hohle Eiskrystalle. *E* Eisplatte.
- Fig. 6. Verzogene hexagonale Pyramide.
- Fig. 7. *a* Mauerziegel. *b* Mörtelverputz. *c* Kalkanstrich. *d* Eisnadeln. *e—k* Verschiedene Formen der Eisnadelkrystalle.
- Fig. 8. *a* Deckschichte. *b* Bodenschichte. *c* Neutrale Zone oder Eisschichte. Gn. = Gneiss, Gl. = Glimmerschiefer, Fe = Ferwallweg am O. Bu. = Osterbuckel.
-

