

Über Eis und Schnee.

Von

F. Becke.

Vortrag, gehalten den 28. Februar 1900.

Wir Großstädter sehen von Schnee und Eis nicht viel; zumeist lernen wir den Schnee nur als lästiges Verkehrshindernis kennen und sind froh, wenn die schmutzige graue Masse, in die er sich unter dem Einfluss des Rauches, Staubes und des Verkehrs der Großstadt verwandelt, möglichst rasch wieder aus den Straßen verschwindet.

Ganz anders sieht schon eine Winterlandschaft auf dem Lande aus, und wie anziehend die Pracht von Schnee und Eis des Hochgebirges auf uns einwirkt, zeigt die zahllose Schar der Alpinisten, welche alljährlich diesen Herrlichkeiten in den Sommermonaten nachgehen. Gewiss huldigen viele von Ihnen dem Eissport, und mancher hat wohl in frohen Kindertagen Schneebälle geformt und einen Schneemann gebaut. In allen diesen Beziehungen haben Sie Gebrauch gemacht von den merkwürdigen Eigenschaften von Schnee und Eis.

Vielleicht, denke ich mir, interessiert es Sie, einmal Schnee und Eis mit den Augen des Mineralogen anzusehen und auf diese Art den versteckten Zusammenhang mancher Erscheinungen kennen zu lernen, die auf den ersten Blick wenig Gemeinsames zu haben scheinen.

Das erste, was den Mineralogen an einem Körper interessiert, die erste Frage, die er zu beantworten sucht, ist die nach der Krystallform. Wirklich gut ausgebildete Schnee- und Eiskrystalle sind aber sehr selten, und die zierlichen Gebilde, die gewiss viele von den Anwesenden bei einem ruhigen Schneefall bewundert haben, die Schneesterne, sind keine vollkommenen Krystalle, sondern eigenthümliche Wachstumsgebilde, die sich nach bestimmten Regeln von wirklichen Krystallen von geschlossener Form ableiten lassen.

Die einfache Krystallform, auf welche die Schneesterne hinweisen, ist die der hexagonalen Tafel oder eines kurzen hexagonalen Prismas. Die Schneesterne aber gehören zu jenen sonderbaren und zierlichen Gebilden, die man als Krystallskelete bezeichnet.

Solche skeletartige Bildungen entstehen nicht selten bei rascher Krystallisation in Lösungen, wenn die zähflüssige Beschaffenheit des Lösungsmittels die ungehinderte Zufuhr der Baustoffe des Krystalls verhindert; manche Substanzen haben eine große Neigung dazu, bei anderen ist sie weniger ausgeprägt. Immer folgen diese Skeletbildungen einem bestimmten Gesetze, wonach die Form des Skeletes vorausgesagt werden kann, wenn die Krystallform des Materiales bekannt ist. Die Richtungen vom Mittelpunkte zu den Ecken und Kanten des Krystalls entsprechen schon beim normalen Wachsen einer bedeutenderen Wachstumsfähigkeit als die Richtungen vom Mittelpunkte senkrecht zu den Flächen. Wird nun diese ohnehin schon größere Wachstums geschwindigkeit

noch weiter gesteigert, so entstehen eben jene zierlichen, aus regelmäßig angeordneten Stäbchen und Blättchen bestehenden Gebilde, die wir als Krystalskelete bezeichnen. Jedes Stäbchen entspricht einer Ecke, jedes Blättchen einer Kantenrichtung des Krystals.

Dementsprechend verhalten sich denn auch die wachsenden Schneekristalle, deren Grundform ein flaches hexagonales Prisma, eine hexagonale Tafel ist. Diese Thatsache hat niemand Geringerer als unser berühmter Landsmann Kepler erkannt. Auf die Frage, die er am Ende seiner Abhandlung aufwirft: *cur autem sexangula?* (warum aber sechseckig?), wissen wir allerdings auch heute keine triftige Antwort zu geben.

Die zierlichen Formen, welche auf Grund dieser Regel entstehen, haben schon vor langer Zeit zur Abbildung gereizt. Aber erst die Lichtbildkunst hat uns vollkommene Abbildungen dieser vergänglichen Gebilde verschafft, die an Naturtreue nichts zu wünschen übrig lassen.

Bei dieser Gelegenheit wurden Photogramme von Schneekristallen nach den Aufnahmen von Neuhauss in Berlin vorgeführt. Die vorgeführten Bilder lassen nicht nur die Zierlichkeit und Mannigfaltigkeit der Eiskristalle in hellstem Lichte erscheinen, sondern geben auch Anlass, auf einige Besonderheiten aufmerksam zu machen. Viele von den sechsgliedrigen Sternen zeigen kleine, aber gesetzmässige Abweichungen von der regulär hexagonalen Gestalt, wonach die Seiten der Blättchen abwechselnd größer und kleiner werden, die sechszählige

Symmetrie in eine dreizählige übergeht. Vielleicht darf man daraus schließen, dass die Eiskristalle zu einer der minder symmetrischen (hemiedrischen) Classen des hexagonalen Systems gehören.

An einigen der Bilder konnten auch die hohlen Canäle und die regelmäßig gestellten Hohlräume gezeigt werden, auf deren häufiges Auftreten der jüngere, leider so früh verstorbene Nordenskiöld, der Sohn des berühmten Reisenden, hingewiesen hat. Nordenskiöld fand diese Hohlräume bei manchen Schneefällen selbst bei sehr tiefen Temperaturen mit Wasser gefüllt, eine sehr befremdliche, mit unseren sonstigen Anschauungen in grellem Widerspruche stehende Erscheinung, deren weitere Aufklärung wohl erst durch zukünftige Beobachtungen erwartet werden kann.

Recht wunderlich sind auch die Doppelsterne, bei denen zwei Sterne durch einen Stiel miteinander verbunden sind. Sie lassen sich von einem hexagonalen Prisma dadurch ableiten, dass aus jeder Endfläche desselben ein sechsstrahliger Stern sich entwickelt.

Solche Schneesterne entstehen namentlich bei ruhiger Luft, und bei nicht allzu tiefen Temperaturen erreichen sie Dimensionen bis zu 1 *cm* Durchmesser. Bei sehr kalter Luft werden sie viel kleiner, und in den höheren Theilen der Atmosphäre scheint die vorwaltend entwickelte Form die dünner Nadelchen zu sein. Namentlich bestehen die ungemein zarten weißlichen Wolken (*Cirrostratus*), welche in den höchsten Schichten der Atmosphäre schweben, in den kälteren Monaten aber

auch tiefer herabsteigen, aus solchen in der Luft schwebenden Eisnadeln. Dies hat man schon längst aus der schönen Erscheinung geschlossen, die unter dem Namen „der große Hof“ an der Sonne und Mond beobachtet wird.

Indem zahllose Eisnadeln in allen möglichen Stellungen die Atmosphäre erfüllen, gibt es immer eine Anzahl von solcher Stellung, dass die in dem Prisma von 60° abgelenkten Strahlen gerade ins Auge des Beobachters fallen. Der Halbmesser des gewöhnlichen großen Hofes (ca. 22° Bogenabstand) entspricht aber genau der Ablenkung, welche ein Lichtstrahl in einem Eisprisma von 60° erfährt. Bisweilen wird auch noch ein äußerer Hof von 46° Bogenabstand beobachtet. Dieser entspricht der Ablenkung in einem Prisma von 90° , welches von jeder Säulenfläche eines Eiskrystals mit der oberen oder unteren Tafelfläche gebildet wird. Da die meisten der Eisnadelchen in der Atmosphäre schwebend eine verticale Lage einnehmen werden, erklärt sich, dass der Hof in horizontaler Richtung von Sonne und Mond besonders lebhaft Lichtentwicklung zeigt; das ist die Erscheinung der sogenannten Nebensonnen und Nebenmonde. Die Theorie dieser Erscheinungen wurde von Grasse und Bravais bis in alle Einzelheiten verfolgt, auf die hier nicht weiter eingegangen werden kann.

Die zweite Hauptform, in der wir Städtebewohner das Eis kennen lernen, ist das Tafeleis, wie es sich auf der Oberfläche stehender und langsam fließender Gewässer bildet. Von Krystallform ist da nicht viel zu sehen; den-

noch ist es krystallinisch, die Eistheilchen sind regelmäßig gelagert, und zwar mit ihren Hauptachsen senkrecht zur abkühlenden Fläche, wovon man sich durch optische Untersuchung leicht überzeugen kann. Fraglich ist es, ob die Molecularordnung auch bezüglich der Nebenachsen über größere Theile einer solchen Eisplatte einem einzigen Individuum entspricht. Wahrscheinlich stellt aber eine solche Platte ein Aggregat zahlreicher Prismen dar, die mit ihren Hauptachsen parallel liegen, sonst aber verschiedene Stellung haben.

Dieses Eis hat einige für den Haushalt der Natur sehr wichtige und merkwürdige Eigenschaften. Zunächst ist die Thatsache bemerkenswert, dass das Wasser sich beim Erstarren ausdehnt. Ungefähr wie 10 zu 11 verhalten sich die Räume, welche eine gegebene Wassermenge in tropfbarer Form und als Eis einnimmt. Daher zerspringen verschlossene Gefäße, in denen Wasser gefriert, daher schwimmen die Eisschollen auf den Flüssen, daher vermag sich eine schwimmende Eisdecke zu bilden, welche das darunter befindliche Wasser vor weiterer Ausstrahlung von Wärme und Abkühlung einigermaßen schützt. Gar nicht auszudenken wären die Zustände, die sich in unseren Gewässern einstellen würden, wenn dem Eise diese größere Leichtigkeit nicht zukäme.

Jene Temperatur, bei welcher unter normalen Verhältnissen das Wasser zu Eis erstarrt, der Schmelzpunkt des Eises wird zum Nullpunkt der gewöhnlichen Temperaturscala unserer Thermometer genommen. Bei derselben Temperatur schmilzt das Eis. Wird das Eis aber

einem erhöhten Druck ausgesetzt und durch Berührung mit anderen Körpern auf der Temperatur von 0° erhalten, so bewirkt dieser Druck Schmelzen des Eises. Der Schmelzpunkt wird herabgesetzt. Auf diesem Satze beruht die schöne Kunst des Schlittschuhlaufens. Auf einer noch so glatten stahlharten Platte vermöchte niemand diesen Sport auszuüben. Es ist erforderlich, dass die Stahlschiene des gleitenden Fußes in das Eis eindringe, in derselben eine Rinne erzeuge, wenn dieselbe auch nur unmerklich seicht ist. Auch der zum Abstoßen verwendete Fuß muss in das Eis eindringen, um dem Abstoß den erforderlichen Widerhalt zu verschaffen. Jeder Schlittschuhläufer weiß, dass das nicht unter grob mechanischer Verletzung der Eisfläche geschehen darf, wenn nicht die Leichtigkeit und Eleganz der Bewegung darunter leiden soll. Das Eindringen der Kante der Schiene erfolgt dadurch, dass sich auf der schmalen Linie der ganze dem Körpergewicht des Eisläufers entsprechende Druck concentrirt und das Eis darunter zum Schmelzen bringt. Ist das Eis im Aufthauen begriffen, hat es gerade 0° , so schmilzt ziemlich viel Eis, die Furche wird tief. Ist das Eis sehr kalt, unter -10° oder 12° , so erfolgt nur ein unbedeutendes Schmelzen, der Schlittschuh „greift nicht“. Daher gelingt das Schlittschuhlaufen bei mäßigen Kältegraden am besten.

Auf diesem Schmelzen durch Druck beruht auch das Ballen des Schnees. Indem wir beim Formen eines Schneeballs die Schneekörner aneinander pressen, werden sie an den Berührungsstellen gedrückt und durch

Erniedrigung des Schmelzpunktes zum Schmelzen gebracht. Das von den Druckstellen abfließende Wasser, das wenn auch sehr wenig, so doch um etwas unter 0° Temperatur haben muss, kommt in den Zwischenräumen außer Bereich des Druckes und vermag demnach hier wieder zu krystallisieren. So werden die einzelnen Schneetheilchen zu einer fest aneinander haftenden Masse verkittet, die Zwischenräume verschwinden, aus der weißen, pulverigen lockeren Masse wird eine compacte durchscheinende, ja durch lange fortgesetztes Kneten oder durch starken Druck kann aus dem lockeren Schnee ein harter Eisklumpen werden.

Wenn wir Schneeballen oder einen Schneemann machen, benützen wir diese Eigenthümlichkeit des Eises, von ihr macht der Bergsteiger Gebrauch, wenn er auf steiler Schneehalde aufwärts steigend mit dem Bergschuh den Schnee festtritt und Stufen macht, die auf der geneigten Fläche die Last seines Körpers tragen können.

Die eigenthümliche Plasticität des Gletschereises beruht gleichfalls zum großen Theile auf dieser Schweißbarkeit der Eistheilchen, zum Theile allerdings auch noch auf einer anderen merkwürdigen Eigenschaft des Eises, die erst in den letzten Jahren bekannt geworden ist.

Wir erinnern uns, dass das Tafeleis aus krystallinischen Eisindividuen besteht, welche sämmtlich ihre Hauptachsen senkrecht zur Tafelfläche richten. Die Tafelfläche entspricht also der krystallographischen Basisfläche.

Denken wir uns aus einer solchen Tafel zwei nicht

zu große parallelepipedische Stücke herausgeschnitten; eines soll mit seiner Längsrichtung parallel, das andere senkrecht zur Tafelfläche orientiert sein.

Denken wir uns das Prisma senkrecht zur Tafelfläche an den Enden unterstützt, in der Mitte eine Schnur herumgelegt und Gewichte angehängt. Man bemerkt nach Verlauf einiger Stunden, dass die Schnur oben eindringt und ein ihrer Dicke entsprechendes Stück aus dem Prisma herausschiebt. Auf der Unterseite hat man die entsprechende Rippe. Durch eine sehr leichte Untersuchung kann man sich davon überzeugen, dass die Richtung der krystallographischen Hauptachse auch an den Umbiegungsstellen keine Änderung erfahren hat. Das Prisma verhält sich so, als ob es aus lauter dünnen Platten parallel der Tafelfläche bestünde, und als ob durch die Schnur einfach ein Packet solcher Platten herausgeschoben worden wäre.

Ganz anders verhält sich das Prisma parallel der Tafelfläche. An beiden Enden unterstützt und in der Mitte belastet, biegt es sich durch, und zwar nach und nach, wenn der Versuch genügend lang fortgesetzt wird, so weit, dass es einem Sechstel- oder Viertelkreisbogen entspricht.

Hier zeigt dann auch die optische Untersuchung, dass die krystallographischen Hauptachsen sich umgestellt haben und radial von der concaven zur convexen Seite eingestellt sind. Offenbar ist das Verhalten des zweiten Prismas durch das Gleiten nach der Tafelfläche leicht zu erklären. Ein Packet dünner Platten würde

sich auch in der Weise verhalten, indem jede einzelne dünne Platte sich leicht biegt und längs der darüber und der darunter liegenden Platte gleitet, so wie ein dicker Stoß Papierblätter senkrecht zur Richtung der Blätter leicht gebogen werden kann. Versucht man dagegen ein Prisma von Tafeleis parallel zur Tafelfläche zu biegen, in dem die Kraft in der Tafelfläche selbst wirkt, so erfolgt keine merkliche Durchbiegung.

Diese Eigenthümlichkeit des Eises steht unter den Krystallen nicht allein da. Bei vielen Krystallen kommt die Fähigkeit vor, dass sich Theile längs bestimmter Krystallflächen verschieben lassen. Mügge bezeichnet solche Flächen als Translationsflächen. Oft ist die Verschiebung nur in einer einzigen Richtung möglich — der Translationsrichtung. Die Translationsflächen sind daran zu erkennen, dass die Krystalle um Richtungen, die in der Translationsfläche und senkrecht zur Translationsrichtung liegen, sich biegen lassen.

Wollten wir also unser Bild von dem Aufbau aus verschiebbaren dünnen Platten auf solche Krystalle anwenden, so müssten wir annehmen, dass die Platten in der Translationsrichtung gerippt wären.

Bei den Eiskrystallen scheint es nur eine Translationsfläche, die Endfläche, zu geben, aber keine bestimmte Translationsrichtung, d. h. die Verschiebung kann in jeder in der Tafelfläche liegenden Richtung erfolgen.

Gewiss befördert diese Verschiebbarkeit der Schichten eines Eiskornes die eigenthümliche Plasticität,

mit der sich das Eis der Gletscher seinem Bette anschmiegt.

Wie ein Gletscher entsteht, glaube ich als bekannt voraussetzen zu dürfen. Im Hochgebirge fallen die Niederschläge im ganzen Jahre als Schnee, und der kurze Sommer reicht nicht aus, die gewaltigen Schneemassen zu schmelzen. Sie sammeln sich von Jahr zu Jahr an und würden mit der Zeit ein Gebirge über dem Gebirge aufbauen, wenn die Massen nicht, dem Zuge der Schwerkraft folgend, sich an den Abhängen in den Mulden und Thälern nach abwärts senken würden. Sie gelangen dabei in tiefere und tiefere Lagen, wo die mittlere Temperatur eine höhere, der winterliche Zuwachs ein geringerer, das sommerliche Abschmelzen bedeutender ist.

Schließlich wird ein Gleichgewichtszustand erreicht, indem am Ende jährlich soviel von oben nachrückt, als während des Sommers abgeschmolzen wird.

Dieser Gleichgewichtszustand ist ein veränderlicher, wie die Erfahrung lehrt: In den letzten Jahrzehnten sind die Gletscher in den Alpen allenthalben zurückgegangen, große um viele hundert Meter. In den Zwanziger- und Fünfzigerjahren des 19. Jahrhunderts waren sie im starken Vorschreiten begriffen.

Die Spuren einer ehemals viel weiter reichenden Vergletscherung, die in der geologisch genommen jüngsten Vergangenheit sich über das ganze Alpenvorland, andererseits von Skandinavien ausgehend bis nach Mitteleuropa herein erstreckte, sind von den Geologen auf das klarste aufgezeigt worden. Damals mochte die Beschaffen-

heit Nordeuropas der heutigen von Grönland gleichen, wo eine Eisdecke, deren Mächtigkeit auf tausende von Metern veranschlagt wird, das Land gänzlich verhüllt.

Während dieses Herabrückens geht mit dem ursprünglich feinpulverigen Hochschnee eine tiefgreifende Umwandlung vor sich, er wird zu hartem Eis, das in den tiefen Klüften und Spalten das reinste Blau durchscheinen lässt.

So lässt jeder Gletscher die zwei Theile unterscheiden: sein Nährbecken, das Firnfeld in der Hochregion und die herabziehende Eiszunge, welche sich je nach der Ausdehnung des Firnfeldes mehr oder weniger tief bisweilen bis in die Hauptthäler des Gebirges herabsenkt.

Dass das Eis der Gletscherzunge sich thatsächlich bewegt, hat man zuerst an den Gesteinsblöcken erkannt, welche von den umrahmenden Bergen auf die Gletscheroberfläche herabfallen und von der Eismasse zu Thal geschleppt werden. Sie bilden die sogenannten Oberflächenmoränen, Seitenmoränen des Gletschers. Viele auf die Oberfläche des Firnfeldes fallende Blöcke werden von späteren Schneefällen bedeckt und gerathen ins Innere der Eismasse; auch sie wandern mit ihr nach abwärts und gelangen erst wieder zutage, wenn das bedeckende Eis abgeschmolzen ist. Am Ende des Gletschers werden alle diese Steinblöcke, große und kleine, vermengt mit feinem Schutt und Staub als Endmoräne abgelagert. Auch an ihrer Unterseite vermag die sich bewegende Eismasse Gesteinsstücke von der felsigen Unterlage

abzureißen und zuthal zu führen; sie bilden mit viel feinem Zerreibungsschlamm gemengt die Grundmoräne.

Durch Messungen hat man die Bewegung der Gletscher genauer verfolgt; indem man markierte Steine in einer geraden Reihe quer über den Gletscher legt und ihre Lage nach Verlauf längerer Zeit wieder bestimmt, erhält man eine Vorstellung von der Richtung und Geschwindigkeit der Bewegung. Mit einem am Ufer aufgestellten Theodolithen konnte man die Bewegung eingerammter Signalpflocke auch in kürzerer Zeit verfolgen. In unseren großen Gletschern beträgt die tägliche Bewegung selten mehr als ein bis zwei Meter, also etwa wie die Spitze des Stundenzeigers einer Thurmuhr, zumeist beträchtlich weniger. In den großen Gletschern Grönlands hat man Geschwindigkeiten bis 10 *m* im Tage beobachtet. Diese Bewegung lässt sich schon einigermaßen direct wahrnehmen.

Bei diesen Untersuchungen hat sich herausgestellt, dass die Gletscherbewegung denselben Gesetzen folgt wie das Fließen des Wassers in einem Flussbett. In der Mitte ist die Bewegung am raschesten. Im gekrümmten Gletscherbett verschiebt sich der Stromstrich nach dem concaven Ufer. Die Bewegung staut sich vor jedem Hindernis, sie wird rascher in einer eingeengten Stelle.

Wenn man sagt: der Gletscher fließt, so ist das ein ziemlich richtiger Ausdruck, man darf aber dabei nicht an eine zähe Flüssigkeit wie etwa Honig oder Theer denken. Es besteht ein großer Unterschied darin, dass die Eismasse wohl auf Druck sich nachgiebig verhält,

sich allen Unebenheiten des Bettes plastisch anschmiegt, aber auf Zug wie ein anderer starrer Körper durch Zerreißen — Spaltenwerfen — antwortet.

Solche Zugkräfte entwickeln sich namentlich im Firnfeld des Gletschers; indem die Firnmasse mit ihrer ganzen Wucht nach abwärts drängt, reißt sie von den Firnlagern der steilen Hinterwände ab und bildet die gefürchtete Randkluff, die oft bei Bergbesteigungen ein schwer zu bewältigendes Hindernis darstellt. In der Gletscherzunge entwickelt sich durch die raschere Bewegung der Gletschermitte ein schräg nach unten und innen gerichteter Zug, der schief nach hinten und oben verlaufende Spalten erzeugt. An Stellen einer Stufe im Bett, wo ein Fluss einen Wasserfall bilden würde, zerbricht der Gletscher in viele Zacken und Blöcke, die einen grandiosen Anblick darbieten und zu den Schaustücken der Alpen gehören. Unterhalb des Falles werden die Blöcke wieder zu einer einheitlichen Masse zusammengeschweißt, und nur die gebänderte Structur der Eismasse verräth dem Kundigen, was weiter oben vorgegangen ist.

Alle diese Erscheinungen sind leicht zu verstehen, wenn wir die Plasticität der einzelnen Eiskörner und die auf der Druckschmelzung beruhende Formbarkeit und Schweißbarkeit der Eismasse berücksichtigen.

Dabei geht aber in dem Eise noch ein anderer Process vor. Der Schnee im Hochgebirge besteht zumeist nur aus feinen Nadeln. Sterne sind selten, häufiger besonders im Sommer die rundlichen Aggregate von Na-

deln, die wir Gräupeln nennen. Untersuchen wir das Gletschereis am Ende der Eiszunge eines großen Gletschers, so besteht es aus Eiskörnern, deren jedes ein Krystallindividuum wenn auch ohne erkennbare Krystallform darstellt, und diese Körner erreichen bei den ganz großen Gletschern die Größe eines Hühnereies, ja einer Faust. Körner von Wallnussgröße kann man leicht an jedem halbwegs größeren Gletscher finden.

Diese körnige Textur kommt insbesondere beim Abschmelzen zur Anschauung. Die einzelnen Körner sind miteinander verzahnt und verwachsen wie die Körner eines grobkörnigen Marmors oder wie die des grobkörnigen Steinsalzes.

Was ist nun da vorgegangen? Wir können die Anfänge des Processes leicht bei dem alten Schnee beobachten, der vom Winter her an geschützten Stellen bis in den Frühling liegen bleibt. Wenn der lockere, aus frisch gefallenen Schneesternern bestehende Schnee der Einwirkung der Sonnenstrahlen ausgesetzt wird, werden zunächst die feinen Verästelungen und Nadelenden dem Abschmelzen zum Opfer fallen. Kleinere Schneesterne werden gänzlich verschwinden, von den größeren bleibt ein kleiner rundlicher Rest übrig. Tritt nach Sonnenuntergang Frost ein, so werden die zurückgebliebenen Fragmente aus dem Schmelzwasser sich wieder vergrößern und durch gegenseitige Behinderung zu einem körnigen Aggregat werden. Diese Umwandlung durch directe Sonnenstrahlung kann aber doch nicht in große Tiefe reichen. Hier tritt nun wieder das Phänomen der

Druckschmelzung ein; wie in den oberen Schichten unter dem Einflusse der Sonnenstrahlen die Firnmasse um den Schmelzpunkt herumschwankt, wobei stets die kleineren Körner eingeschmolzen werden, die größeren aber sich erhalten und heranwachsen, so schwankt in der Tiefe eines Gletschers der Druck infolge der Unregelmäßigkeiten des Bettes und der Bewegung um den kritischen Punkt der Druckschmelzung herum, bringt hier Eis zum Schmelzen, während an den relativ druckfreieren Stellen die Eiskörner heranwachsen.

Auch diese Erscheinung steht beim Eise nicht allein da, sie findet sich bei nicht wenigen Gesteinen der Erdrinde. Die Salzschiefer, welche sich an den Ufern und Boden der Salzseen in den Steppengegenden absetzen, bestehen aus einer sehr feinkörnigen Salzmasse. In den älteren Steinsalzlagerstätten finden wir grobkörniges Steinsalz. Der Kalkstein der jüngeren Formationen ist dicht oder sehr feinkörnig; in den ältesten Bildungen finden wir an dessen Stelle grobkörnigen Marmor. Auch hier wirkt aber die Bewegung als befördernder Umstand, so dass wir die deutlichsten Wirkungen dort finden, wo die Lagerungsverhältnisse der Gesteine lebhafteste Bewegungen in der Erdrinde erkennen lassen.

Zum Schlusse des Vortrages wurden mehrere Photographieen vorgeführt, welche die Eigenthümlichkeiten des Gletschereises zur Darstellung brachten.
