

www.e-rara.ch

Vorträge über Geologie

Henrich, Ferdinand

Wiesbaden, 1878

ETH-Bibliothek Zürich

Shelf Mark: Rar 30234

Persistent Link: <https://doi.org/10.3931/e-rara-73965>

Sechster Vortrag.

www.e-rara.ch

Die Plattform e-rara.ch macht die in Schweizer Bibliotheken vorhandenen Drucke online verfügbar. Das Spektrum reicht von Büchern über Karten bis zu illustrierten Materialien – von den Anfängen des Buchdrucks bis ins 20. Jahrhundert.

e-rara.ch provides online access to rare books available in Swiss libraries. The holdings extend from books and maps to illustrated material – from the beginnings of printing to the 20th century.

e-rara.ch met en ligne des reproductions numériques d'imprimés conservés dans les bibliothèques de Suisse. L'éventail va des livres aux documents iconographiques en passant par les cartes – des débuts de l'imprimerie jusqu'au 20e siècle.

e-rara.ch mette a disposizione in rete le edizioni antiche conservate nelle biblioteche svizzere. La collezione comprende libri, carte geografiche e materiale illustrato che risalgono agli inizi della tipografia fino ad arrivare al XX secolo.

Nutzungsbedingungen Dieses Digitalisat kann kostenfrei heruntergeladen werden. Die Lizenzierungsart und die Nutzungsbedingungen sind individuell zu jedem Dokument in den Titelinformationen angegeben. Für weitere Informationen siehe auch [Link]

Terms of Use This digital copy can be downloaded free of charge. The type of licensing and the terms of use are indicated in the title information for each document individually. For further information please refer to the terms of use on [Link]

Conditions d'utilisation Ce document numérique peut être téléchargé gratuitement. Son statut juridique et ses conditions d'utilisation sont précisés dans sa notice détaillée. Pour de plus amples informations, voir [Link]

Condizioni di utilizzo Questo documento può essere scaricato gratuitamente. Il tipo di licenza e le condizioni di utilizzo sono indicate nella notizia bibliografica del singolo documento. Per ulteriori informazioni vedi anche [Link]

Sechster Vortrag.

Ueber Gletscher.

Eine Reise nach den Gletschern der Alpen ist für den Freund großer, erhabener Naturscenen nicht minder lohnend als für den Naturforscher, der in diesen mächtigen Eisströmen den Schlüssel sucht für die merkwürdige und in vieler Beziehung räthselhafte Erscheinung der früheren Eiszeit.

In dem Maße als Sie in den Alpen höher steigen, in dem Maße wird es kälter, und bald kommen Sie in eine Höhe, in welcher der Schnee, der im Laufe eines Jahres fällt, nicht mehr wegschmilzt. Steigen Sie noch höher, so kommen Sie an eine Grenze, über welcher der Regen nicht bekannt ist. Aber haben Sie auch schon nachgedacht, woher das kommt? Alles was wir täglich sehen, halten wir für sehr natürlich; denken wir drüber nach, so stoßen wir nicht selten auf ungeahnte Schwierigkeiten. So auch in diesem Falle. — Unsere Atmosphäre erstreckt sich ungefähr 120000 Meter in die Höhe. Sie ist am dichtesten an der Oberfläche und nimmt rasch mit der Höhe an Dichtigkeit ab. — Der von der Sonne ausgehende Licht- und Wärmestrahle durchschneidet und erwärmt dieses Luftmeer und verliert dadurch von seiner eigenen Wärme. Er muß daher auf einem 3000 Meter hohen Berggipfel wärmer sein als in der Ebene und folglich müßte dieser Berggipfel stärker erwärmt werden, als ein entsprechender Theil der Ebene. Der berühmte Geologe Saussure beobachtete auf dem Gipfel des Cramont 2755 Meter über dem Meere ein Thermometer, das in einer geschwärzten Schachtel sich befand, während gleichzeitig ein zweites Thermometer zu Courmayeur unter denselben Umständen beobachtet wurde. Courmayeur liegt 1250 Meter tiefer als der

Gipfel des Gramont und in der That zeigte das Thermometer in dieser Höhe einen Grad mehr als zu Courmayeur, wiewohl die Luft auf dem Gramont bedeutend kälter war als zu Courmayeur. Martins und Bravais*) fanden, daß auf dem Grand Plateau des Montblanc, wo die Temperatur der Luft unter Null war, die Wärme der Sonnenstrahlen bedeutender war als zur selben Zeit in Chamouni, wo das Thermometer im Schatten 19° zeigte. Das kommt daher, daß Chamouni 2890 Meter tiefer liegt, als das Grand Plateau des Montblanc.

Wenn Sie sich an einem schönen Tage im Sommer auf dem Gipfel des Rigi oder des Faulhorn zur Erde setzen, so empfinden Sie eine behagliche Wärme, eine Wärme, die man in der Ebene nicht kennt; der Boden besitzt dort nicht jene Frische, die gar oft die Ursache schmerzhafter Rheumatismen ist; er ist vollkommen trocken und warm. Sehen Sie sich die kleinen Alpenblümchen an, die zwischen den Felsspalten geschützt stehen. Ihre gesättigte Farbe und würziger Duft geben bereites Zeugniß von der intensiven Wärme in dieser Höhe. Woher kommt denn aber die Kälte, wenn der Sonnenstrahl in dieser Höhe wärmer als in der Ebene ist? Lassen Sie uns sehen. Es gibt Körper, welche die leuchtenden Wärmestrahlen durchlassen, ohne durch sie erheblich erwärmt zu werden, die dunkeln aber nicht oder nur unvollständig. Zu diesen Körpern gehört die Luft. Der leuchtende Wärmestrahл der Sonne**), indem er die Luft durchschneidet, gibt nur wenig Wärme an sie ab, während der dunkle Wärmestrahл, der gleichzeitig mit ihm die Luft durchströmt von der Luft größtentheils aufgenommen wird. Der leuchtende Wärmestrahл erwärmt nun die Oberfläche der Erde. Diese wird dadurch zu einer Wärmequelle mit dunkeln Wärmestrahlen und diese können nicht mehr alle in den Weltraum zurückstrahlen, weil die Luft und namentlich die mit Wasserdampf gesättigte Luft sie nur sehr langsam durchläßt: Es wird mithin eine ziemlich bedeutende Menge der Sonnenwärme durch die dichte Luft an der Erdoberfläche festgehalten. Anders ist es auf einem hohen Gipfel, wo die Luft dünner und reiner, die empfangene Wärme rascher und vollständiger in den Weltraum zurückschickt. Dieser Gipfel kann durch die

*) Ch. Martins. Von Spitzbergen nach Sahara, übersetzt von Vogt.

**) Wärmestrahл mit kürzerer Wellenlänge als dunkler Wärmestrahл.

Sonne am hellen Tage sehr stark erwärmt werden, weil die leuchtenden und dunklen Wärmestrahlen der Sonne mit größerer Macht auf ihn wirken; kaum ist aber die Sonne unter, so strahlt er durch die dünne und heitere Luft die empfangene Wärme in den Weltraum aus. So kann es kommen, daß hoch auf den Schneefeldern die Luft eiskalt ist, während die leuchtenden Wärmestrahlen Gesicht und Hände rösten. Das ist indessen keineswegs die einzige Ursache der Kälte auf hohen Bergen. Es gibt noch eine zweite.

Sie wissen, daß die Luft, wenn man sie zusammendrückt, wärmer, wenn man sie zwingt sich auszudehnen, kälter wird. Wenn daher Südwinde die warme Luft des Mittelmeers nach Norden treiben, so muß diese Luft den mächtigen Wall der Alpenkette übersteigen, sich ausdehnen und kälter werden. Die Höhe der Quecksilbersäule des Barometers ist der Maßstab für die Größe der Ausdehnung. Auf der Spitze des Mont-Blanc mißt diese Quecksilbersäule 423,74 Millimeter, an den Ufern des Mittelmeeres 760 Millimeter. Um wie viel wird nun die Luft kälter, wenn sie zu dieser Höhe hinanstiegt? Um 20 bis 32° R., je nachdem sie feucht oder trocken ist. Daraus sehen Sie, daß dieselbe Luft, die an den Gestaden des Mittelmeeres brennend heiß ist, auf dem Gipfel des Mont-Blanc eisig kalt ankommt. Und da diese warme Luft viel Wasserdampf enthält, so schlägt sich derselbe an den Abhängen der Alpen als Schnee in dem Maße nieder, als die Luft höher steigt. Tritt diese Luft über den Kamm in die Thäler, so hat sie den größten Theil ihrer Feuchtigkeit verloren, sie wird beim Niedersinken wieder dichter, folglich wärmer und erscheint nun trocken. Sie ist allen Thalbewohnern der Schweiz unter dem Namen Föhn wohlbekannt.

Je höher man sich also über die Oberfläche der Erde erhebt, desto kälter muß es werden und folglich muß es längs den Alpen eine Linie geben, über welcher der Schnee, der im Laufe eines Jahres fällt, nicht mehr ganz wegschmilzt. Diese Linie bildet die Grenze des ewigen Schnees. Unter ihr herrscht Bewegung und Leben, über ihr Ruhe und Einförmigkeit. Unter ihr drängen sich Hunderte von blüthenreichen Pflanzen dem Lichte entgegen und Thiere aller Art tummeln sich geschäftig herum, über ihr ein trostloses Eisfeld, groß und erhaben, aber von keinem lebenden Wesen bewohnt, von keiner Pflanze beschattet, die lautlose Stille nur

bisweilen unterbrochen von dem Heulen des Orkans und dem dumpfen Donner stürzender Lawinen. Diese Schneelinie fällt indessen nicht zusammen mit derjenigen Linie, in welcher die mittlere Temperatur 0° ist, wie aus der folgenden Zusammenstellung hervorgeht:

	Linie von 0° . Schneelinie.	
Nordabfall der Alpen.	1980 Meter	2600—2700 Meter.
Centralalpen.	2080 „	2730—2800 „
Montblanc-Kette.	2340 „	2860—3100 „

Die Schneelinie liegt darnach 700 bis 800 Meter höher als die Isotherme von 0° und fällt in eine Höhe, deren mittlere Temperatur -4° C. beträgt. Am Aequator liegt die Schneelinie 5300 Meter über dem Meere. — Ueber der Schneelinie muß sich der Schnee an den Abhängen der Berge so lange anhäufen, bis ein Grad der Steilheit erreicht ist, bei welchem weiterer Schnee nicht mehr liegen bleibt. Gleichzeitig werden die unteren Schneeschichten von den oberen so stark gedrückt, daß ein Zustand entsteht, bei welchem der geringste Druck, den neues Schneegestöber oder ein Windstoß verursacht, die unteren Schichten zum Gleiten bringt. Einmal auf schiefer Ebene im Gleiten, wird ihre Geschwindigkeit größer und größer, neue Massen werden mitgerissen, pfeilschnell wird die Luft durchschnitten und unaufhaltsam stürzt die Lawine mit donnerartigem Getöse ins Thal. Das ist die eine Art, wie die Natur dem Anwachsen des Schnees über der Schneegrenze vorbeugt. Es gibt noch eine zweite.

Zwischen den hohen Berggipfeln befinden sich oft kesselartige Vertiefungen von 2500—5000 Meter Durchmesser, welche ungeheure Mengen von Schnee zu fassen vermögen. Auch hier würde sich der Schnee fort und fort anhäufen, wenn nicht aus einer Oeffnung der Mulde ein Theil des Schnees herausgepreßt würde. Dieser Theil, der sich auf wenig geneigter Ebene oft 1483 bis 1887 Meter unter die Schneegrenze herabzieht, wird Gletscher genannt. Zu den bemerkenswertheften Eigenthümlichkeiten des Gletschers gehört die, daß er ähnlich wie ein Strom, nur ungleich langsamer auf schiefer Ebene herabfließt. Die Schneemulde (Firnmulde) mit ihrem Gletscher gleicht einem See mit Abfluß.

Der in den Hochregionen fallende Schnee ist nicht flockig wie in der Ebene, sondern nadel- oder sternförmig oder körnig und voll-

kommen trocken, so daß er an einem steilen Abhange wie Sand herabfällt.

Dabei zeigt er eine Mannichfaltigkeit von Formen, die zum Erstaunen ist. Aus einem Centralkerne schießen 6 Strahlen, genau unter einem Winkel von 60° nach Außen. An jedem Strahle entspringen unzählige kleinere, unter demselben Winkel, die wunderbarsten Figuren bildend. Regelmäßigkeit und Schönheit eifern um die Wette und die kunstvollste Stickerie kann nichts liefern, was sich an Formschönheit mit diesen Schneesternen vergleichen ließe. Doch nicht lange behalten sie ihre Form. An warmen Tagen schmilzt die Sonne die äußersten Spitzen ab und die kleinen dadurch entstehenden Wassertropfchen gefrieren des Nachts zu Eis. Dies wiederholt sich noch öfter und so geht der Schnee allmählig in eine körnige Masse über, die Firn genannt wird.

In diesen Firn tritt der Wanderer an warmen Tagen wie in lockerm Sand einen Fuß tief. Während der Nacht wird er aber so fest, daß der Fuß keine Spur zurückläßt. Die jüngsten Firnkörner haben Linsen- bis Erbsengröße, erscheinen mattweiß und schließen viel Luft ein, die indessen bald zum größten Theile verschwindet, theils durch das fortwährende Eindringen und Gefrieren von Schmelzwasser, theils dadurch, daß sie durch den Druck neu fallender Schneemassen herausgepreßt wird. — Indem so der Firn fort und fort umgeformt wird, geht er allmählig in Gletschereis über. Dieses Gletschereis unterscheidet sich von Flußeis etwa, wie sich Marmor von Kalkspath unterscheidet. Flußeis ist krystallinisch, Gletschereis körnig. Führen Sie gegen einen Kalkspathkrystall einen Schlag, so spaltet er längs einer bestimmten Krystallfläche. Setzen Sie einen Keil auf das Eis und treiben ihn an, so bildet sich nach einer bestimmten Richtung ein Riß. Wenn Sie denselben Versuch mit Marmor oder Gletschereis machen, so findet kein Spalten statt, so bildet sich kein Riß.

Während Sie indessen an dem Marmor sogleich die einzelnen Körner erkennen, erscheint Ihnen frisch ausgeschnittenes Gletschereis vollkommen homogen. Hauchen Sie es an, so werden die Körner, die sich durch die Wärme von einander loslösen, sichtbar. Diese Körner haben nicht selten eine Größe von 5 bis 6 Centimeter. Sie sind um so größer, je weiter vom Ursprunge des Gletschers und je tiefer im Gletscher sie liegen. Setzen Sie ein großes Stück Gletschereis den Strahlen der Sonne aus, so zer-

fällt es in einen Körnerhaufen. Da die Gletscherkörner unregelmäßig sind und mit ihren Flächen gegeneinandergedrückt werden, so muß es zwischen den einzelnen Körnern Zwischenräume geben und diese sind es, in welche beim Anhauchen die warme Luft zuerst tritt und eine Schmelzung der berührenden Flächen verursacht. Man nennt diese Zwischenräume, die überaus fein und vielfach verzweigt sind, Haarspalten. Sie sind häufig luftleer, manchmal enthalten sie auch kleine Luftbläschen, vielleicht die Reste jener im Firn in so großer Menge vorkommenden Luft. Gegen das Ende des Gletschers haben diese Bläschen häufig eine platte Form. An den höheren Theilen erscheint das Eis der vielen Luftbläschen wegen matt weiß, dagegen prachtvoll blau an den tieferen Theilen, wo die Bläschen fehlen oder nur in geringer Menge vorhanden sind. Dieses Blau hat nicht selten einen Stich ins Grüne. Aus der folgenden Tabelle erhält man einen Begriff von der Menge der Luft im Firn und im Eise:

Aus 1 Kilogramm Firnschnee wurden erhalten. 64 Cubikcentimeter Luft*).

„ 1 „ weißen blasigen Gletschereis 15 „ „

„ 1 „ blauen blasenfreien Gletschereis . . . 1 „ „

Was die Dichtigkeitsverhältnisse anlangt, so ist das spezifische Gewicht

von lockerem Schnee 0,111

„ dichtem Firnschnee 0,628

„ weißem blasigem Gletschereis 0,871

„ blauem Gletschereis 0,909

„ Wassereis 0,908.

Die Größenverhältnisse der Gletscher sind sehr mannigfaltig. Der längste aller Schweizergletscher ist der Aargletscher. Er erstreckt sich auf eine horizontale Entfernung von 16000 Meter bei einer Breite von 550 bis 1450 Meter. Der mächtigste Gletscher seiner Masse nach ist das Eismeer (Mer de Glace) bei Chamouni, dessen unterer Theil Glacier des Bois genannt wird. Bei einer Breite von 300 bis 1000 Meter erstreckt er sich 1400 Meter bis zum Col du Géant, die Entfernung gleichfalls horizontal gedacht. Ueber die Dicke der Gletscher sind die Beobachtungen ziemlich spärlich und unzuverlässig, weil es so überaus schwierig ist, den Gletscherboden zu erreichen. Agassiz**) erreichte am Aargletscher mit der Sonde bei einer Tiefe von 260 Meter noch nicht den Gletscherboden.

*) Mousson, die Gletscher der Jetztzeit.

**) Agassiz, geologische Alpenreise von Desor und Vogt.

Nach seinen Schätzungen muß die Tiefe nicht selten 400 bis 500 Meter betragen. Die Neigung der Gletscheroberfläche wechselt von 2° bis 30° . Die mittlere Neigung des Des Bois Gletschers auf die ganze Erstreckung von 14000 Meter ist ungefähr 9° . Denken Sie sich das Rheinthal von Bingen abwärts bis zur Höhe der einschließenden Berge mit Eis ausgefüllt, so haben Sie ein anschauliches Bild von der Größe dieses Gletschers.

Die Gletscheroberfläche bietet dem Beobachter nicht jenes blendende Weiß, das für die Schneemulden so charakteristisch ist, sie ist oft ganz bedeckt mit Schutt und mit Steinen aller Größe. Das Auftreten dieser Steine auf der Oberfläche der Gletscher kann sogar benutzt werden, um die Grenze zwischen Firn und Gletscher zu finden.

Sie werden fragen, woher kommen die Steine und warum finden sie sich nicht in den Schneemulden?

In einer Höhe von 2000 bis 3000 Meter schmilzt der im Winter gefallene Schnee im Sommer wieder weg. Die feste Gesteinsunterlage wird vom Frühling bis Herbst von Wasser vollkommen durchtränkt. Gefriert nun in kalten Nächten dieses Wasser in den Gesteinspalten, so dehnt es sich mit unwiderstehlicher Gewalt aus. Das Gestein wird losgebrochen und fällt entweder gleich herab, oder wird durch die Gewalt einer stürzenden Lawine auf den Gletscher herabgerissen. Hier bleibt es am Rande des Gletschers — am Gletscherufer — liegen. In keiner Region schreitet die Zerstörung und Abbröckelung des Gesteins mit solcher Schnelligkeit vorwärts als in dieser 2000 bis 3000 Meter hohen. Sie erfolgt aber in dieser nicht allein. Auch in viel höheren Regionen schmilzt an warmen Tagen der Schnee an der Oberfläche, das gebildete Schneewasser dringt in die Spalten des Gesteins, zersetzt und lockert es. Würbe gemacht, vermag es nicht mehr die Last des darauf ruhenden Schnees zu tragen; es rutscht daher mit diesem herab. Durch dieses fortwährende Loslösen mächtiger Gesteinsmassen, entsteht die charakteristische Zuspitzung der Berge, die Nadelform, die man vielleicht nirgends schöner sehen kann als in Chamouni. Schlanke Pyramiden, zum Theil bedeckt, zum Theil frei von Schnee, erheben sich auf blendend weißer Basis und beherrschen stolz die Umgebung. Aber der Bahn der Zeit nagt mächtig an ihnen und die schlanke Form gereicht ihnen zum Verderben; denn der schützende

Schnee bleibt auf so steiler Fläche nur in ganz dünner Schicht liegen, und diese wird rasch durch die Kraft der Sonnenstrahlen geschmolzen, das Wasser sickert in das Gestein, gefriert des Nachts, sprengt Stück für Stück ab, bis die ganze Pyramide einst so stolz, nach einigen Jahrtausenden ein Trümmerhaufen im Thal erscheint. — Warum sieht man nun diese Gesteinstrümmer nicht in den großen Schneemulden? In diese stürzen doch auch Blöcke und Schutt? Ohne Zweifel, wenn auch nicht in der Menge wie an der Schneelinie, weil dort die mächtige nie wegschmelzende Schneedecke das Gestein vor plötzlichen Temperaturänderungen und folglich vor Verwitterung und rascher Loslösung schützt. Stürzen indessen von benachbarten steilen Felswänden bisweilen Trümmer in die Schneemulden, so fallen sie tief in den lockeren Schnee, und wenn ja der begleitende Schutt auf der Oberfläche liegen bleibt, so wird er in wenigen Tagen wieder zugeschneit.

Diese Trümmeranhäufungen auf den Gletschern nennt man Moränen und unterscheidet Seitenmoränen (oder Gandecken), Mittelmoränen (oder Gufferlinien), Endmoränen und Grundmoränen.

Die Seitenmoränen bilden zwei mächtige Schuttwälle zu beiden Seiten eines Gletschers und erstrecken sich bis zum Ende desselben. Sie fehlen keinem Gletscher. Die Trümmermassen liegen ohne alle Ordnung durcheinander. Sand, Schlamm, Steine aller Art bis zu mächtigen Felsblöcken thürmen sich nicht selten bis zu einer Höhe von 60 Meter. Fehlt an irgend einer Stelle die Seitenmoräne, so ist sie durch Gletscherspalten verschlungen worden.

Die Mittelmoräne breitet sich etwa auf der Mitte des Gletschers aus und bietet dem Gletscherwanderer ein schwer zu überwindendes Hinderniß. Die Blöcke der Mittelmoräne sind durchweg scharfkantig und eckig. Durch welche Kraft kommen sie auf die Mitte des Gletschers? Saussure hielt sie für Seitenmoränen, die nach der Mitte vorrückten. Freilich konnte er nicht angeben, warum die Seitenmoräne mit einmal von dem Rande des Gletschers nach der Mitte hin sich bewegen sollte. Die Erklärung ist indessen leicht. So oft zwei Gletscher zu einem einzigen sich vereinigen, müssen zwei Seitenmoränen eine Mittelmoräne liefern. Daher kommt es auch, daß die Gesteine der Mittelmoräne deutlich gesondert sind und daß uns nicht selten schon die Farbe der Gesteine eine linke und eine rechte

Seite der Mittelmoräne anzeigt. Die größeren Gletscher haben mehrere Mittelmoränen, und es gestattet die Anzahl derselben einen Schluß auf die Anzahl der Gletscherzuflüsse.

Die Endmoräne ist ein regelloser Trümmerhaufen von großer Mächtigkeit; alle Steine, welche der Gletscher bis zu seinem Ende trägt, fallen hier in dem Maße herab, als der Gletscher abschmilzt. Rückt der Gletscher vor, so schiebt er die Moräne, wie groß sie auch sei, vor sich her, zieht er sich zurück, so bildet er eine neue Moräne. An der Endmoräne kann man daher nicht nur erkennen, daß ein Gletscher früher weiter vorrückte als jetzt, sondern auch wie viel er weiter rückte. Einen mächtigen Eindruck auf den Beschauer macht die Endmoräne des Glacier des Bois bei Chamouni. Lange, ehe man den Fuß des Gletschers erreicht, erblickt man unzählige Steine, runde und eckige. Die eckigen haben nicht selten colossale Dimensionen, die runden dagegen erreichen nur einen Durchmesser bis zu 60 oder 70 Centimeter. So neu und überwältigend ist dieser Anblick, daß man erstaunt stille steht in diesem Chaos von Steinen. Und mitten durch schäumt der Gletscherbach, Schlamm und kleinere Steine mit sich führend, deren stetes Gegeneinanderschlagen ein eigenthümliches Geräusch verursacht, das vernehmlich genug die Bildung von Detritus verkündet. Nur die wenigsten Steine, die der Gletscher trägt, gelangen unverändert bis zum Fuße desselben. Die mittelgroßen und kleineren Steine und namentlich den Schutt verschlingen die Spalten, durch welche folglich der größte Theil der Gesteinsfragmente auf den Boden des Gletschers kommt und die Grundmoräne bildet. Beim Fortrücken des Gletschers schließen sich diese Spalten und nun ruht eine 100 und mehr Meter hohe Eismasse auf diesen Steinen und drückt sie gegen das Gletscherbett. Alle weicheren werden dadurch auf das Feinste zermalmt, die härteren aber während des Fortschreitens des Gletschers abgerieben und gerundet. Sie verlieren dadurch bedeutend von ihrer Masse und daher kommt es, daß die oben erwähnten gerundeten Steine, die früher auf dem Gletscherbette lagen und durch das fortschreitende Eis bis zum Fuße des Gletschers gelangten, selten einen Durchmesser von 60 bis 70 Centimeter erreichen.

Was geschieht mit den Producten dieses Zermalmungs- und Abreibungsprocesses? Sie werden größtentheils durch den Gletscherbach fort-

geführt, die feinsten Theilchen nicht selten 50 und mehr Meilen, die größeren weniger weit. Einige kühne Gletscherfahrer, die durch Klüfte unter den Gletscher drangen, fanden das Gletscherbett mit einer Schlammsschicht bedeckt, unter welcher eine fast spiegelglatte Fläche mit nahezu parallelen Streifen sich zeigte. — Es ist das sehr natürlich. Der Gletscher, indem er voranschreitet, drückt die staubartige Masse, dieses Polirpulver, gegen das Gletscherbett und glättet es um so vollkommener, je feinkörniger, homogener das Bett ist. An grob- und ungleichkörnigen Gesteinen ist die erzeugte Glättung daher unvollkommen, die Streifen sind roh und ungleich. Diese Streifen entstehen durch harte Kiesel- oder Feldspathstückchen, die in die untere Gletscherfläche eingedrückt sind. Am Glacier des Bois habe ich selbst in einer Randspalte ein Stückchen Eis vom Boden losgelöst und fand die untere Fläche so dicht mit Feldspath- und Quarzstückchen besetzt, daß es unmöglich war, noch ein weiteres einzufügen. Durch diese Gesteinsbruchstücke wird der Gletscher zu einem imposanten Hobel, dem nichts widerstehen kann. Die Streifen, die er mit diesen Steinchen zieht, folgen allen seinen Windungen. An manchen Stellen wo das Gletscherbett sich verengt, wird das Eis an den Felsen in die Höhe gedrückt; und dadurch entstehen vertikale Streifen. Diese Streifen in ihrer Regelmäßigkeit auf polirten Flächen, wo wir sie auch finden, zeigen stets einen Gletscher an. In der Schweiz findet man sie häufig an Orten, die meilenweit von Gletschern entfernt sind. Wir schließen daraus, daß die Gletscher früher eine größere Ausdehnung gehabt haben. Wenn solche polirte mit Streifen versehene Flächen indessen der Wirkung des fließenden Wassers ausgesetzt sind, so verlieren sie schnell die Streifen und die Politur, wenn das Gestein weich ist. Die allgemeine Rundung bleibt zwar, allein die Oberfläche, die jetzt durch die vom fließenden Wasser fortgerissenen Theilchen in unregelmäßige Masse bearbeitet wird, nimmt jene eigenthümliche, zwar glatte aber durch Erhöhungen und Vertiefungen häufig ausgezeichnete Form an, die für Rollsteine charakteristisch ist. Wo wir daher platte Flächen an Felsen sehen, müssen wir nicht gleich schließen, daß sie von Gletschern herrühren; erst wenn wir Politur und Streifen, ja selbst Politur allein erkennen, dürfen wir sicher sein, daß sie die Wirkung eines Gletschers ist.

Nicht minder ausgezeichnet als das Gletscherbett sind auch die runden

Steine unter dem Gletscher. Auch deren Oberfläche ist polirt und gestreift. Kommen sie aber nur ganz kurze Zeit in den Gletscherbach, so verschwindet die Politur mit den Streifen und sie zeichnen sich vor gewöhnlichen Rollsteinen zum Theil nur noch durch ihre Größe aus. Runde Steine in großer Menge, wenn sie weder Politur noch Streifen zeigen, sind daher kein untrügliches Merkmal früherer Gletscher, selbst dann nicht, wenn sie eine beträchtliche Größe erreichen.

Der Gletscherbach fließt aus einem prächtig blauen oder blaugrünen Portale von 4 bis 30 Meter Höhe. Er ist ganz trüb und erst wenn alle mechanisch mitgerissenen Theilchen sich niedergeschlagen haben, nimmt das Wasser jene wundervoll blaue Farbe an, die der Genfer See in so hohem Grade zeigt. Das Wasser dieses Sees ist reines Gletscherwasser. Der Gletscherbach hat im Sommer eine Temperatur, die stets höher als 0° ist, selten aber 2 Grad erreicht. Er fließt im Sommer am stärksten, im Winter nimmt seine Stärke allmählig ab, doch versiegt er selten ganz. Daraus folgt schon, daß der Sonnenwärme der größte Antheil an der Stärke des Baches zukommt, aber auch daß sie nicht die einzige directe Ursache desselben ist. Sie ist die directe Ursache von dem Wasser, welches aus der Abschmelzung der Gletscheroberfläche hervorgeht, und auch von dem Wasser, welches an den Bergabhängen herabfließt und in das Gletscherthal mündet. Aber jenes Wasser, welches auch im Winter unter dem Gletscher fließt, rührt zum Theil von Quellen, die aus dem Gletscherbett hervorsprudeln, zum Theil von der Arbeit, welche der Bewegung des Gletschers entspricht. Diese Arbeit ist nicht unbedeutend. Der Bewegung des Eismeeres im Winter entspricht eine Arbeit, die in Wärme umgesetzt, in jeder Secunde 35 Kilogramm Eis von 0° in Wasser von 0° zu verwandeln vermag*).

Woher kommt es nun, daß das Wasser des Gletscherbaches bei seinem Ausflusse, im Sommer eine Temperatur hat, die stets höher als 0° ist? Die Höhle aus der es fließt, erstreckt sich oft sehr weit unter dem Gletscher hin und communicirt durch Spalten an verschiedenen Orten mit der

*) Die Rechnung stützt sich auf die Voraussetzung, daß die Länge des Eismeeres bei Chamouni 14000 Meter, die mittlere Breite 700 Meter, die mittlere Tiefe 100 Meter, die mittlere Neigung 9° , das specifische Gewicht des Eises 0,909 und das tägliche Vorrücken 118 Millimeter beträgt.

äußeren Luft, so daß das Princip der communicirenden Röhren zur Geltung kommt. Die eine Röhre ist mit kalter, folglich schwerer Luft — der Luft unter dem Gletscher — die andere Röhre dagegen mit warmer, folglich leichterer Luft — der äußeren Luft — erfüllt. Die Folge davon ist, daß die schwere Luft in der einen Röhre sinkt und aus dem Gletscherportale ausfließt. Indem sie ausfließt kommt durch die oberen Spalten warme Luft nachgeflossen und erwärmt den Raum unter dem Gletscher, wodurch das Wasser des Gletscherbaches wärmer und die Höhle erweitert wird. Gerade umgekehrt ist es im Winter, wenn die äußere Luft unter 0° ist. Die kalte äußere Luft strömt dann durch das Portal unter den Gletscher und kommt durch das Eis auf 0° erwärmt aus den oberen Spalten hervor. Die Höhle kann jetzt nicht erweitert, sie muß verengert werden, weil alles Wasser, welches aus dem rauschenden Bach an Decke und Wände spritzt, gefriert.

Die Spalten, wo sie auch auftreten, sind stets die Wirkung einer Spannungsdifferenz im Eise. Gegen Spannung verhält sich das Gletschereis nämlich wie Glas, es bricht, und bricht fast ebenso scharf längs einer bestimmten Linie wie das Glas. Man kann das an vielen Gletschern beobachten. Ich will nur einige hervorragende Beispiele anführen. Am unteren Ende des Eismeeres, dem Chapeau gegenüber geht der Neigungswinkel des Gletscherbettes von 12° zu 20° über*). Die Spannungsdifferenz zwischen der Oberfläche und der Unterfläche ist mithin eine sehr bedeutende und das Eis bildet in Folge davon unzählige Spalten; es löst sich in Blöcke von collossaler Größe auf, welche unter dem Einflusse der Witterung häufig die Form von Thürmen, Keilen und Pyramiden annehmen, von denen einzelne aufrecht stehen, andere so geneigt sind, daß sie jeden Augenblick zu stürzen scheinen. Aus der Ferne glaubt man einen Wasserfall zu sehen, der plötzlich erstarrt ist. Solche Stellen hat man Eiscascaden genannt. Man kann sich an diesem wundervollen Chaos nicht satt sehen. Stürzt eine Pyramide herab, so trifft sie unter donnerartigem Getöse auf eine Eisklippe und zermalmt sie zu Pulver. — Der obere Theil des Eismeeres der Glacier du Géant und auch der Glacier du Talèfre zeigen ähnliche Eiscascaden.

*) Forbes, Reisen in den Savoyer Alpen, bearbeitet von Leonhard.

Aber selbst ein ganz geringer Wechsel in der Neigung des Gletscherbettes genügt, um den Gletscher Spalten reißen zu lassen. Dem Angle gegenüber geht das Eismeer von 4° Neigung zu 9° über. Die Folge davon ist ein System von Spalten, welche den Gletscher fast unüberschreitbar machen*). Weiter hinauf tritt eine Aenderung der Neigung von 3 auf 5° ein. Sie ist in der Nähe kaum bemerkbar, dennoch kommt der Gletscher nicht über sie hinweg, ohne auseinander

Fig. 10.



Rosenlauri-Gletscher.

zu reißen. Eine Gletscherwanderung ohne einen kundigen Führer, ist der Spalten wegen immer sehr gewagt. Man beachtet die schmalen Spalten im Anfange nicht und verfolgt die einmal eingeschlagene Richtung. Auch etwas breitere werden noch übersprungen. Bald kommt man zu Spalten, vor deren Abgrund man mit klopfendem Herzen steht. Sie sind noch nicht 3 Fuß breit und doch hat man nicht das Herz darüber zu springen, weil der kleinste Fehltritt den Sturz in die Tiefe zur Folge haben würde.

*) Tyndall, die Wärme.

Man sucht ihnen aus dem Wege zu gehen, eine neue Richtung wird eingeschlagen, aber neue Abgründe schrecken uns zurück. Durch die Einförmigkeit völlig irre gemacht, finden wir nicht mehr den Rückweg, wir können weder vorwärts noch rückwärts, und Glück genug, wenn uns aus der Ferne ein Kundiger erblickt und aus dem Labyrinth befreit. Aber auch selbst die besten Führer werden nicht selten irre und erklären dann häufig die Wirkung so zahlloser ähnlicher Gegenstände durch Zauberei. Die Spalten entstehen aber nicht ausschließlich durch eine Neigungsänderung des Gletscherbettes.

Windet sich der Gletscher um eine Krümmung des geschlängelten Gletscherthales, so ist zwischen dem Gletscherrande und der Gletschermitte eine bedeutende Geschwindigkeits-, mithin Spannungsdifferenz und eine große Zahl weit klaffender Spalten ist die Folge davon.

Aber auch da, wo das Gletscherthal dieselbe Richtung und Neigung beibehält, bilden sich Spalten, die vom Rande nach der Mitte laufen. Und diese legen Zeugniß ab von der außerordentlichen Sprödigkeit des Eises. Das Eis bewegt sich nämlich in der Mitte schneller als am Rand. Ein Querschnitt durch das Eis wird in Folge davon nach einiger Zeit gekrümmt erscheinen. Die Curve aber ist länger als ihre Sehne, folglich entsteht zwischen einem am Rande gelegenen und einem in der Mitte des Querschnitts gelegenen Punkte nach einiger Zeit eine Spannung, deren Maß die Differenz der Curven- und Sehnenlänge ist. Diese Differenz beträgt selbst nach mehreren Tagen noch nicht einen Millimeter. Trotzdem zerreißt der Gletscher von dem Rande nach der Mitte hin und bildet kleine Randspalten.

Agassiz*) und Hugi**) haben das Spaltenwerfen des Gletschers verfolgt. Es kündet sich durch ein krachendes oder klingendes Geräusch an. Das Eis erbebt und ein Sprung bildet sich vor dem Auge des Beobachters, der bald langsam vorrückt, bald sprungweise forteilt, oft bedarf er dazu mehrerer Tage. Es ist immer dieselbe Stelle des Gletscherthales, an welcher das nachrückende Eis Spalten wirft, weil die Ursache, welche die Spannung erzeugt, an dieser Stelle fortbesteht. Hört unterhalb dieser

*) Agassiz, geologische Alpenreise.

**) Hugi, Wesen der Gletscher.

Stelle die Spannung im Eise auf, so schließen sich die Spalten durch den Druck des nachrückenden Eises.

Alle bis jetzt angeführten Spalten gingen quer über den Gletscher. Es gibt aber auch Spalten, die senkrecht zu diesen sind, folglich mit der Längsrichtung des Gletschers parallel laufen. Sie entstehen, so oft der Gletscher aus einer Verengung des Gletscherthales austritt und sich erweitert. Bei dem Breiterwerden des Gletschers muß nothwendig eine transversale Spannung entstehen, die Längenspalten zur Folge hat.

Die Oberfläche des Gletschers erleidet im Sommer bedeutende Veränderungen durch Wärme, Winde und Regen. Betritt man an einem warmen Tage den Gletscher, so findet man die Oberfläche gelockert; das Eis hat sich unter dem Einfluß der Sonnenwärme an der Oberfläche in Körner aufgelöst, über die man ohne einzubrechen schreitet.

Ein kleiner Bach schlängelt sich durch dieselben und verschwindet bald in einer Spalte. Ein anderer stürzt durch ein rundes Loch in unabsehbare Tiefe. Staunend stehen wir vor dem gähnenden Schlund. Die Reinheit des Eises in der Tiefe, seine prachtvoll blaue Farbe bilden einen wirksamen Gegensatz zu dem schmutzigen und zerbröckelten Eise der Oberfläche. Das Rauschen des Wassers in der Tiefe contrastirt nicht minder stark mit der lautlosen Stille der Umgebung. Raum aber sind die letzten Sonnenstrahlen hinter den Bergen verschwunden, so wird das Rauschen schwächer und schwächer und Todesstille herrscht auf dem Gletscher, bis der aufgehende Sonnenstrahl das Bächlein von Neuem erweckt. Wie entstehen solche runde Löcher? — Wenn ein Bächlein auf der Gletscher-oberfläche in eine Spalte stürzt, so fließt es kurz vor seinem Verschwinden senkrecht oder nahezu senkrecht zu der Richtung der Spalte. Durch das fortwährende Aufschlagen gegen die Hervorragungen in der Tiefe und auch durch eine 0° wenig übersteigende Temperatur höhlt der Bach das Eis senkrecht zur Längsrichtung der Spalte aus. Schließt sich nach einiger Zeit diese Spalte, so bleibt ein rundes oder nahezu rundes Loch zurück, das mit dem Gletscherbett in Verbindung steht.

An warmen Tagen sieht man häufig zahlreiche parallele kleine Löcher senkrecht zur Gletscheroberfläche. Auf dem Boden eines jeden Loches findet sich ein Steinchen. Solcher Steinchen liegen unzählige auf der Gletscherfläche. Weil sie klein sind, werden sie von der Sonne durch und

durch erwärmt, schmelzen das Eis und sinken ein. Unter günstigen Umständen können diese Löcher größere Dimensionen annehmen. Mehrere neben einander liegende Steinchen werden erwärmt und sinken ein. Die entstandenen Löcher sind mit Schmelzwasser von 0° gefüllt. Wird das Wasser an der Oberfläche durch die Sonnenwärme auf 4° erwärmt, so sinkt es auf den Boden und leichteres Wasser von 0° steigt in die Höhe. Bis dieses wieder auf 4° erwärmt ist, hat das untere Wasser seine Wärme an Eis abgegeben, folglich Eis weggeschmolzen und ist nun leichter geworden. Es steigt mithin wieder in die Höhe und wird durch schwereres Wasser von 4° ersetzt. Wiederholt sich dieser Vorgang oft, so wird aus den vielen neben einander liegenden Löchern ein einziges größeres, das eine ansehnliche Tiefe erreichen kann.

Während kleinere Steine in der angegebenen Weise das Eis zerstören, schützen größere Steine das unter ihnen liegende Eis vor der Wirkung der Sonne; es tritt dann nicht selten folgende Erscheinung ein. Rings um den großen Stein wird das Eis weggeschmolzen und ein Eispfeiler von dem Umfange des Steines erhebt sich allmählig über die Oberfläche. Auf ihm ruht der schützende Block. In dem Maße aber als der Eispfeiler höher und höher wird, benagt ihn die warme Luft und die schief auffallenden Sonnenstrahlen. Endlich ist er zu schwach, den mächtigen Block zu tragen. Dieser rutscht herab, um bald sich wieder zu erheben. Weil solch ein Block auf einem Eispfeiler wie eine Tischplatte auf ihrem Fuße ruht, nennt man ihn Gletschertisch. Die Höhe der Eisschicht, die im Juli oder August durch die direkte Wirkung der Sonne abgeschmolzen wird, ist nicht genau bekannt; doch dürfte sie schwerlich 3 bis 5 Millimeter übersteigen.

Weit bedeutender ist die Abschmelzung die der Föhnwind bewirkt. Denken wir uns, dieser Wind streiche über einen 1000 Meter breiten Gletscher mit einer Geschwindigkeit von 3 Meter. Dabei gebe er so viel Wärme an den Gletscher ab, daß seine Temperatur bis auf 4 Meter Höhe über dem Gletscher, um 15° sinkt. Wie hoch ist die Eisschicht, die dieser Wind in 24 Stunden wegschmilzt? Da 1 Kubikmeter Luft 1,297 Kilogramm wiegt und die spezifische Wärme der Luft 0,238 ist, so nimmt, wie eine kleine Rechnung lehrt, jeder Quadratmeter der Eisfläche in einer Stunde 200 Wärmeeinheiten auf. Mit 79 Wärmeeinheiten kann man

1 Kilogramm Eis von 0° in Wasser von 0° verwandeln, mit 200 Wärme-einheiten kann man folglich 2,53 Kilogramm Eis schmelzen. Da das specifische Gewicht des Eises 0,909 ist, so ist die Höhe der Eisschicht, deren Grundfläche ein Quadratmeter und deren Gewicht 2,53 Kilogramm ist 2,8 Millimeter. In jeder Stunde wird daher der Gletscher durch einen solchen Fönwind um 2,8 Millimeter, in 24 Stunden um 67,2 Millimeter niedriger.

So sehr setzt selbst ein starker und warmer Regen dem Gletscher nicht zu; denn nehmen wir einen Regen von 25° Celsius Wärme und setzen voraus, er bilde eine 40 Millimeter hohe Wasserschicht, so vermag dieselbe das Eis doch nur um 14 Millimeter abzuschmelzen.

Eine der bemerkenswerthesten Eigenthümlichkeiten des Gletschers ist seine Bewegung. Den Bewohnern der höchsten Alpentheile war sie lange bekannt. Hugi war aber der erste, der die Größe dieser Bewegung bestimmte*). Nach ihm haben Agassiz, Forbes und Tyndall sehr umfassende Beobachtungen über das tägliche und jährliche Vorrücken des Gletschers angestellt. Die Resultate dieser Beobachtungen sollen in Kürze mitgetheilt werden.

Der Gletscher bewegt sich nicht nur im Sommer, sondern auch im Winter. Und wenn die Bewegung auch im Frühjahr und Sommer am stärksten ist, so hört sie doch an keinem Tage des Jahres völlig auf, wie aus der folgenden Tabelle hervorgeht.

Die mittlere tägliche Bewegung auf dem Margletscher ist nach Agassiz:

Vom 21. Juli bis 16. August	223 Mm.	Vom 17. Febr.	bis 13 März	231 Mm.
„ 16. Aug. „ 6. Sept.	198 „	„ 13. März	„ 17 „	204 „
„ 6. Sept. „ 12. „	267 „	„ 17. „	„ 17 April	183 „
„ 12. „ „ 24. „	212 „	„ 17. April	„ 30 Mai	374 „
„ 24. „ „ 23. Oct.	194 „	„ 30. Mai	„ 13 Juni	343 „
„ 23. Oct. „ 19. Dec.	153 „	„ 13. Juni	„ 22 „	330 „
„ 19. Dec. „ 11. Jan.	133 „	„ 22. „	„ 6 Juli	222 „
„ 11. Jan. „ 19. Jan.	256 „	„ 6. Juli	„ 18 „	165 „
„ 19. Jan. „ 17 Febr.	279 „			

Der Anblick der Tabelle lehrt, daß die Bewegung im Allgemeinen unregelmäßig ist. Trägt man die Zeiten als Abscissen und die Geschwindigkeiten als Ordinaten auf und verbindet die den Geschwindigkeiten

*) Hugi, das Wesen der Gletscher.

zugehörenden Punkte durch eine stetige krumme Linie, so bekommt man ein anschauliches Bild von dieser Bewegung. Die Gestalt dieser Curve macht es wahrscheinlich, daß die Temperatur der Luft einen bedeutenden Einfluß auf die Größe der Geschwindigkeit ausübt. Die Geschwindigkeit der Bewegung nimmt nämlich vom 16. August bis 6. September (1845) ziemlich rasch ab, steigt dann bis zum 12. September sehr rasch, erreicht ein Maximum und nimmt bis zum 24. September fast ebenso rasch wieder ab. Vom 24. September bis zum 11. Januar nimmt sie langsam ab und erreicht am 11. Januar ein Minimum. Vom 11. Januar bis zum 19. Januar nimmt sie ganz ungewöhnlich zu, erreicht im Februar ein Maximum und nimmt bis zu einem Minimum im April ziemlich rasch ab. Jetzt nimmt sie rasch zu, erreicht im Mai ihren größten Werth und nimmt bis zum Juni sehr rasch ab. Die größte Geschwindigkeit fällt mithin nicht in die heißen Monate Juni, Juli, August, sondern in den Mai, in welchem der Föhnwind herrscht.

Die Bewegung des Gletschers zeigt die größte Analogie mit der Bewegung eines Stromes. Wie die Geschwindigkeit des Wassers in der Mitte des Stromes am größten ist, nach den Ufern hin aber kleiner und kleiner wird, so nimmt auch die Geschwindigkeit des Gletschereises von der Mitte nach dem Ufer mehr und mehr ab. Und wie die Geschwindigkeit des Wassers von der Oberfläche nach der Tiefe allmählig abnimmt, wegen der Reibung, so nimmt auch aus demselben Grunde die Geschwindigkeit des Eises nach dem Gletscherbett hin ab. Die Analogie geht noch weiter. Ein Strom, der um eine Krümmung sich windet, verlegt seine größte Geschwindigkeit nach der Concavität des Ufers*). So ist es auch mit dem Gletscher. War die größte Geschwindigkeit des Eises vor der Krümmung des Gletscherthales in der Mitte des Gletschers, so ist sie nachher aus der Mitte nach der Concavität hin gerückt. Geht das Gletscherthal aus einer Verengerung in eine Erweiterung über, so breitet sich das Eis aus und erfüllt die Erweiterung gerade so wie es Wasser thun würde, mit dem einzigen Unterschiede, daß im Gletscher sich Längspalten bilden.

*) Die Concavität beurtheilt unter der Voraussetzung, man schwimme mit dem Strom.

Wie ist diese eigenthümliche Bewegung eines festen Körpers zu erklären? Sauffure glaubte sie durch ein Rutschen auf schiefer Ebene erklären zu können. Wenn ein Körper auf schiefer Ebene einmal ins Gleiten gekommen ist, so nimmt seine Geschwindigkeit fort und fort zu. So müßte es auch mit dem Gletscher sein. Die Erfahrung lehrt aber, daß dies nicht der Fall ist. Außerdem kommt ein Gletscher selbst bei einer Neigung von 20 bis 30° noch nicht zum Gleiten. Da nun die größeren Gletscher im Durchschnitt noch nicht einmal eine Neigung von 12° haben, so könnten diese sich überhaupt nicht bewegen. Sie bewegen sich aber dennoch. Charpentier versuchte daher eine andere Erklärung. Das Gletschereis, sagte er, ist von unzähligen Spalten durchzogen, von größeren und kleineren. In diese Spalten dringt das Schmelzwasser und erfüllt sie ganz oder theilweise. Des Nachts gefriert dies Wasser, dehnt sich aus und drückt nun das Eis nach der Richtung des kleinsten Widerstandes, folglich thalabwärts. Wenn diese Erklärung richtig wäre, dann könnte sich der Gletscher nur des Nachts bewegen, im Winter bliebe er unverrückt stehen. Das ist aber nicht der Fall. — Wodurch soll das die Spalten füllende Wasser gefrieren? Durch die niedrige Temperatur während der Nacht? Nimmermehr. In kalten Nächten würde sich über dem Wasser eine Eiskruste bilden, die das darunter stehende Wasser vor weiterem Eindringen der Kälte bewahrte. Durch die niedrige Temperatur des Eises? Die Temperatur des Eises ist, soweit die Beobachtungen reichen in der Tiefe 0°. Aber die Temperatur des Schmelzwassers ist auch 0°; es bedarf also nur einer sehr geringen Kälte, um das Wasser zum Gefrieren zu bringen? Nein, einer sehr großen. Jedem Kilogramm Wasser von 0° müssen 79 Wärmeeinheiten entzogen werden, ehe es in Eis von 0° übergehen kann, die Theorie von Charpentier ist daher unhaltbar.

Rendu und nach ihm Forbes hielten das Gletschereis für eine zähe, halbflüssige Masse, die wie Honig oder Theer durch die Schwere auf geneigter Ebene herabfließt. Und allerdings, wenn Eis zähe und halbflüssig ist, so muß es die Erscheinung des Fließens zeigen, die vorhin angeführt wurde. Aber es ist ja doch auch spröde. Wo Spannung im Eise vorkommt, bricht es wie Glas und wirft Spalten. Kann denn ein Körper zähe und spröde zugleich sein? Unmöglich. So muß das Gletschereis eine Eigenschaft besitzen, vermöge welcher es bei seiner Sprödigkeit sich

unter gewissen Umständen verhält wie ein zäher Körper. Und diese Eigenschaft besitzt es allerdings.

Wenn Sie ein Gemisch von Wasser und Eis erwärmen, so zeigt der Quecksilberfaden eines Thermometers trotz der zugeführten Wärme immer auf denselben Punkt, den Nullpunkt, so lange noch Eis ungeschmolzen im Gefäße ist. Und erst, wenn alles Eis geschmolzen ist, beginnt er zu steigen. Wenn Sie umgekehrt ein Gefäß mit Wasser von 0° in eine Kältemischung stellen, zeigt ein in dem Gefäße stehendes Thermometer so lange auf denselben Punkt — Nullpunkt — als noch Wasser vorhanden ist. Und erst, wenn alles Wasser zu Eis geworden ist, sinkt der Quecksilberfaden. Weil das Thermometer im ersten Falle die zugeführte, im zweiten Falle die abgeführte Wärme nicht anzeigt, sagt man, Wasser von 0° besitze eine gewisse Menge latenter Wärme. Wenn nun in den Regionen der Firnmulden, wo die Temperatur sehr niedrig, der Schnee folglich kälter als 0° ist, an warmen Tagen Schnee an der Oberfläche wegschmilzt, so sickert das entstehende Wasser in die tieferen Regionen, gibt seine latente Wärme ab und wird zu Eis. Gleichzeitig verliert aber der Schnee in der Tiefe seine niedrige Temperatur und kommt allmählig auf 0° . Das ist der Grund, warum der Gletscher auch in der Tiefe immer dieselbe Temperatur 0° zeigt.

Ein Gemisch von Eis und Wasser kann indessen, ohne daß das Wasser gefriert, durch hohen Druck eine unter 0° liegende Temperatur annehmen. Es wurde dies fast gleichzeitig von James Thomson und Clausius aus der mechanischen Wärmetheorie gefolgert und von W. Thomson durch den Versuch bestätigt. Comprimirt man in einem passenden Gefäße ein Gemisch von Wasser und Eis, so sinkt für den Druck je einer Atmosphäre der Gefrierpunkt um $\frac{1}{44}$ eines Grades Réaumur. Wie ist das möglich? — Nur dadurch, daß unter der Einwirkung des Druckes freie Wärme latent wird. Freie Wärme wird latent, indem etwas Eis in dem Gemische schmilzt. Indem aber etwas Eis wegschmilzt, nimmt das Gemisch ein kleineres Volumen an, vermag folglich das Gemisch dem Drucke mehr nachzugeben. Das Gletschereis ist einem sehr hohem Drucke, dem Drucke der eigenen Schwere ausgesetzt, befindet sich aber nicht in einem hermetisch verschlossenen Gefäße. Der hohe Druck bewirkt eine Temperaturerniedrigung und ein Wegschmelzen des Eises.

Das entstandene Wasser vermag durch die gleichzeitig entstehenden feinen Risse zu entweichen und sich dem Drucke zu entziehen. Wir bekommen dadurch Wasser von 0° und Eis von niedrigerer Temperatur als 0° . Das Wasser wird folglich, wenn der Druck nachläßt oder aufhört, wieder gefrieren. Dadurch aber, daß unter dem hohen Drucke Gletschereis Sprünge bildet und zum Theil wegschmilzt, vermag es dem Drucke nachzugeben und sich umzuformen. Es läßt sich das leicht durch Versuche zeigen. Nehme ich zwei beliebige Eisstücke und drücke sie gegeneinander so sinkt die Temperatur der Berührungsflächen unter Null, in Folge davon gefriert das vorhandene oder entstehende Wasser und kittet die beiden Eisstücke zusammen. Es geschieht dies um so schneller, je stärker der Druck, um so langsamer, je schwächer er ist.

Hier ist ein hohler, eiserner Cylinder, den ich mit Schnee fülle. Ich setze diesen massiven cylindrischen Stempel — der sich leicht in dem leeren Cylinder auf und ab führen läßt — auf den Schnee und lasse die hydraulische Presse auf den Stempel wirken. Der Schnee schrumpft zusammen. Ich fülle von neuem, presse wieder und fahre fort, bis der Cylinder gefüllt ist*). Jetzt stoße ich die gepresste Masse heraus und Sie sehen, wie unter dem hohen Druck der Schnee zu einem harten, scharfkantigen und trübe durchscheinenden Eiscylinder geworden ist. Ich stoße mit diesem Cylinder auf den Tisch. An dem eigenthümlichen scharfen Geräusch können Sie beurtheilen, wie hart er ist. Es repräsentirt uns dieser Cylinder das Firneis, wie es sich unter dem Drucke der ungeheuren Schneemassen bilden muß. Auch es ist trüb und undurchsichtig wie dieser Cylinder wegen der großen Menge von Luft, die es einschließt. Ich stelle diesen trüben Cylinder zwischen zwei Holzplatten unter die hydraulische Presse und setze diese in Bewegung. Jetzt sehen Sie, wie die Luft ausgepresst wird und an dem Umfange als weißlicher Schaum erscheint. Ich zerschlage den Cylinder und presse die Stücke noch mehrmals zwischen Holz. Jetzt sind alle klar und durchsichtig. Ich bringe sie in die vorige cylindrische Form, setze den Stempel darauf und lasse die Presse spielen. Jetzt stoße ich die gepresste Masse heraus und Sie sehen einen klaren, harten und scharfkantigen Cylinder vor sich gleichsam Gletschereis. Es

*) Helmholtz, populäre wissenschaftliche Vorträge und Tyndall, die Wärme.

zeigt dieser Versuch zugleich, wie sich die wild durcheinander liegenden Blöcke und Bänke der Eiscascaden unterhalb des Falles zu einer einzigen Masse wieder vereinigen. Das eigenthümliche Anarren und Knacken, welches Sie beim Antreiben der Presse vernommen haben, könnte Sie zu der Vermuthung bringen, die Eisstücke seien unter dem Drucke pulverisirt worden, das Pulver habe dann die Form vollkommen erfüllt und sei wieder zusammengefroren. Daß dem nicht so ist, werden Sie gleich sehen.

Ich zerschlage den Cylinder in einzelne Stücke, bringe sie in die cylindrische Form, stopfe die Zwischenräume mit Schnee aus und presse wieder. Hier ist die gepresste Masse und wie Sie sehen, besteht der Cylinder aus klaren Eisstücken die durch trübes Eis von einander getrennt sind. Die Eisstücke haben nicht mehr die ursprüngliche Form; sie sind platt gedrückt, allein man unterscheidet sie sehr wohl von dem trüben Eis, das vom Schnee herrührt. Ich kann das noch deutlicher zeigen, wenn ich diesen klaren Eiscylinder zwischen 2 Holzplatten presse. In dem Momente, wo die Presse auf den Cylinder einwirkt, bemerken Sie eine unermessliche Zahl äußerst feiner Risse wie eine trübe Wolke durch den Eiscylinder schießen, die zum größten Theile verschwinden, wenn der Druck nachläßt. Der Cylinder wird während des Pressens merklich trüber. Diese Trübung rührt von einer großen Zahl haarfeiner, das Eis durchziehender Linien her, welche der optische Ausdruck äußerst feiner Spalten sind. Hört der Druck auf, so verschwinden sie zum größten Theil, weil das während des Pressens entstandene Wasser in den Spalträumen gefriert und die getrennten Theile wieder verkittet. Pressen wir den Cylinder noch mehr, so wird er immer niedriger und jetzt fängt er an am Rande einzureißen und Spalten zu bilden, gleichsam Gletscherspalten im Kleinen.

Die Nachgiebigkeit des Eises gegen Druck läßt sich auf eine noch stärkere Probe stellen. Ich habe hier einen gußeisernen Cylinder, dessen Höhlung sich unten verengert. Ich setze diesen Eiscylinder ein, setze darauf den Stempel und treibe die Presse an. Jetzt sehen Sie unten einen Eiscylinder aus der Form treten, dessen Durchmesser weit kleiner als der Durchmesser des ursprünglich angewandten Eiscylinders ist. Ich lasse die Presse weiter spielen, und jetzt sehen Sie, wie die freie Endfläche des Eiscylinders sich wölbt, wie sie dicker und dicker wird. Noch mehr treibe

ich die Presse an und jetzt bilden sich Längsspalten. Es ahmt dieser Versuch zugleich einen Gletscher nach, der sich durch ein enges Felsenthor zwingt, sich dann in ein weites Thal ausbreitet, und Längsspalten wirft, wie wir das am Rhonegletscher so schön sehen.

Die Bewegung der Gletscher beruht mithin darauf, daß das Gletschereis unter dem Drucke der nachrückenden Massen, auf schiefer Ebene das Bestreben zum Gleiten hat, daß das Eis unter diesem Drucke unzählige feine Sprünge bildet, durch welche es den Eiskörnern möglich wird sich zu verschieben und sich dem Drucke momentan zu entziehen. Der größte Theil dieser Sprünge verschwindet dann hinterher, weil das gleichzeitig entstehende Wasser durch Gefrieren die getrennten Eistheile wieder zusammenkittet. Den größten Widerstand erfährt das Eis da, wo es am stärksten gepreßt wird, also auf dem Gletscherbett oder an Vorsprüngen und Windungen. Da wir aber schon früher gesehen haben, daß durch die Bewegung des Gletschers eine bedeutende Reibungswärme entsteht, so wird das Eis auch da, wo es den meisten Widerstand erfährt am schnellsten wegschmelzen und dadurch um so leichter über die Hindernisse hinwegkommen.

A n h a n g.

Die Besteigung der Jungfrau aus „Agassiz und seiner Freunde geologische Alpenreisen“, nach Desor.

Die Besteigung der Jungfrau begann von den Möriler Sennhütten aus, die im Herzen des Gebirgs gelegen, einen natürlichen Mittelpunkt für Excursionen nach allen Richtungen über das Eismeer bilden. — Ich freute mich den Mörilsee mit seinen schwimmenden Eisbergen wieder zu sehen. Als ich ihn im Jahre 1839 zum ersten Male in Agassiz Gesellschaft besuchte, hatten diese schwimmenden Gletschertrümmer den lebhaftesten Eindruck auf mich gemacht. Zu meinem großen Erstaunen fand ich ihn sehr verändert; er schien weit kleiner, sein Wasserstand weit niedriger zu sein und die schwimmenden Eisberge waren in weit geringer Zahl vorhanden. Ein Walliser Hirte, der uns begleitete, theilte mir auf meine

Erkundigung hin mit, der See sei im Herbst verfloffenen Jahres durch den Gletscher abgelaufen und habe seither nie wieder die Höhe seines vorigen Wasserstandes erreicht. Deßhalb hatten wir auch den Kanal, welcher ihn früher ableitete, trocken gefunden.

Von dem Ufer des Sees stiegen wir sogleich auf den Gletscher, der ein sehr geringes Gefälle ($2,58^{\circ}$ im Mittel) hat und daher eben ist. Man hat etwa 2 Stunden auf festem Eise zurückzulegen, bevor man an die unbedeutenden Schründe kommt, welche hier den Firn von dem Gletscher trennen. Dieser Firn ist gewiß an Reinheit und vollkommener Gleichförmigkeit der schönste in der Schweiz. Schon aus der Ferne unterscheidet ein gewisses ältliches Aussehen ihn von den blendend weißen Schneefeldern der Hochregion. Seine Fläche ist in der Mitte eingedrückt und an den Seiten erhaben, wie ein ungeheures Becken; wie bekannt, ist diese Eigenthümlichkeit allen Firnsfeldern eigen.

Um $9\frac{1}{2}$ Uhr Morgens langten wir am Fuße der steileren Gehänge an. Wir machten nach $4\frac{1}{2}$ stündigem Marsche Halt und nannten den Ort „Ruheplatz“. Dieser Ruheplatz bildet ein weites Amphitheater, in dessen Schooß sich fünf große Zuflüsse des Gletschfirnes vereinigen. Die beiden größten behaupten die Mitte. Der eine steigt von der Jungfrau, der andere von dem Mönch herab.

Wir ließen den größten Theil unseres Mundvorraths am Ruheplatz und nahmen nur wenig Brod, einige Flaschen Wein, verschiedene Geräthschaften, Beile, Hacken, Seile und unsere meteorologischen Instrumente mit. Um 10 Uhr gelangten wir an die ersten Schneefeldern und hofften um 1 Uhr schon den Gipfel zu erreichen, ja er schien so nahe, daß mehrere ihn schon in 2 Stunden erreichen zu können glaubten. Gegen unser Erwarten fanden wir an dem Schnee gerade keinen günstigen Boden für unser Fortkommen; er hatte sich weder fest genug gesetzt, noch war eine hinlängliche Kruste darauf, welche unser Einsinken bis an die Kniee hätte verhindern können. Bald betraten wir das Reich der Schründe, welche sich besonders am Fuße der steileren Gehänge einstellen. Wir sahen deren von mehr als 100 Fuß Breite. Doch ließen sie sich leicht umgehen oder sie waren überwölbt. Wir rückten daher langsamer vor, als wir wünschten. Ungeachtet aller Vorsicht, brachen einige von uns ein, ohne indessen Schaden zu nehmen. Wir erstiegen so mehrere Abstufungen, und stets

nach Westen uns richtend, erreichten wir bald eine Erweiterung der Kluft, um welche von allen Seiten Schneekuppen in die Höhe starrten, deren höchste die Jungfrau war.

Der Hauptführer ließ uns Halt machen, um sich über den einzuschlagenden Weg zu entscheiden. Wir unsererseits sahen allenthalben nur unübersteigliche Schwierigkeiten; rechts senkrechte Abstürze, links Eisberge, die den Einbruch zu drohen schienen und vor uns einen ungeheuren Schrund, den Bergschrund, wie die Führer ihn nannten, der in seiner unübersteiglichen Weite uns entgegen gähnte. Es war fast Mittag, die Hitze groß, die Widerstrahlung des Lichtes vom Schnee unerträglich. Man muß nothwendig unter solchen Umständen, zur Schonung der Augen wie der Gesichtshaut grüne Schleier haben, die freilich das Sehen sehr erschweren und die Hitze im Gesicht vermehren. Agassiz zog vor, sich das Gesicht rösten zu lassen und warf den Schleier weg. Wir zogen gerade auf den großen Schrund los der hinter einer vierten Abstufung des Bodens lag. Es schien ein bodenloser, schief in die Schneemassen eindringender Riß zu sein, der nirgends schmaler als 10 Fuß war. Er konnte also mit unserer Leiter überschritten werden. Unmittelbar jenseits war aber die Steilheit der fünften Terrasse wirklich zurückschreckend. In einer Länge von 30 Fuß stieg sie gewiß mit 50° an, und der Schnee, welcher bis dahin weich und zusammenhängend gewesen, wurde plötzlich so außerordentlich fest, daß unsere Führer sich genöthigt sahen, Stufen zu hauen. Unser Muth wurde also hier auf die erste Probe gestellt. Mit Hilfe der Führer und eines Seiles überwandten wir diese Schwierigkeit leicht.

Hinter einer letzten Abstufung lag nun unser nächstes Ziel, der Kottthalsattel, ein scharfer Kamm, dessen nördliche Wand von den Gehängen des Kottthalgletschers überzogen ist. Der Schnee war wieder weich, und wir marschirten mit vieler Leichtigkeit. In der Mitte des Abhanges schien ein neues Hinderniß uns vor fernerm Vordringen abhalten zu wollen. Eine zweite Spalte sperrte unseren Weg; auch sie drang, wie die erste, in schiefer Richtung in den Schnee ein, so daß die eine Wand des Schlundes über die andere herüberhing und weit dünner war, ein Umstand, der das Uebersteigen erschwerte. Der Hauptführer Jakob fand bald eine Stelle, an welcher er über die Spalte springen konnte. Drüben angelangt, reichte

er uns die Hand und Agassiz und ich waren ihm schon gefolgt und standen auf dem nördlichen Rande des Schrundes, als wir plötzlich ein dumpfes Krachen unter unseren Füßen hörten, während zugleich der Schnee auf dem wir standen, sich langsam senkte. Der drüben auf dem andern Ufer Stehende, der das Krachen hörte und uns einsinken sah, schrie entsetzt: „Um Gottes Willen, schnell zurück.“ Jakob ließ sich aber nicht einschüchtern, befahl ihm zu schweigen und stieg nur um so schneller bergan, uns winkend zu folgen, während er in gleichgiltigem Tone wiederholte: „Es ist nüt, numme voran.“ Mein Herz schlug schneller als gewöhnlich in diesem Augenblicke; doch setzten wir ein solches Vertrauen in unseren Führer, daß wir ohne Zaudern ihm folgten, obgleich es viel vernünftiger schien, umzukehren. Unser Beispiel ermutigte auch den noch drüben Stehenden, uns wieder zu folgen. Wir fragten nach der Ursache dieses seltsamen Zufalls. Die Führer behaupteten, die frische Schneeficht des Jahres habe sich auf die älteren Schichten niedergelassen. Jakob hatte dieses Phänomen schon mehrmals erlebt und es stets ungefährlich gefunden.

Um 2 Uhr langten wir auf dem Rottthalkamme an. Er ist zwischen zwei hohen Gipfeln ausgespannt, nördlich steht der Jungfraugipfel, südlich die Endspitze des Kreuzberges. Die im Rottthale angehäuften Nebel erlaubten uns nur flüchtige Blicke in das fürchterlich zerrissene Hochthal, in dessen Schlünde das Volk die unter dem Namen der Herrn vom Rottthale bekannten bösen Geister versetzt. Wir schätzten die Höhe des letzten Gipfels auf 800 bis 1000 Fuß. Trotz seiner Steilheit hofften wir ihn in einer Stunde zu erklimmen; bald aber sahen wir, daß das Wer schwieriger sei als wir vermuthet hatten. Wir fanden keinen Schnee mehr, sondern festes glattes Eis, so daß die Führer tiefe Stufen inhauen mußten, um das Ausgleiten zu verhindern. Wir rückten daher äußerst langsam vor. Seit einer Stunde stiegen wir unablässig, ohne daß der Gipfel sich uns zu nähern schien. Plötzlich wurden wir von einem Nebel umhüllt, so dicht und undurchdringlich, daß die Hintersten kaum die Spitze des Zuges Befindlichen gewahren konnten. Es war dies an einer Stelle mit 45° Neigung. Das Eis war so hart und fest, daß wir einmal nur 15 Schritte in der Viertelstunde machen konnten. Zu gleicher Zeit wurde es so empfindlich kalt, daß wir fürchten mußten, uns die Füße

zu erfrieren. Unsere Lage war wirklich kritisch. Da stellte Agassiz an Jakob die Frage, ob er noch immer hoffe uns da hinauf zu bringen, worauf dieser antwortete, er habe nie daran gezweifelt. Und mit dem Rufe Vorwärts befeelte er alle mit neuem Eifer. Einer der Führer, der den Anblick des ungeheuren Abgrundes zu unserer Rechten nicht ertragen konnte, verließ uns. Und in That, Kopf und Fuß desjenigen, der uns folgen wollte, mußte schwindellos und sicher sein.

Der letzte Kamm war noch zu besteigen. Da wir keine Zeit zu verlieren hatten, so stiegen wir gerade auf und nicht im Zickzack. Wir marschirten stets auf der Schneide des Kammes, weil hier das Eis weicher war, ein Umstand, der das Besteigen sehr erleichtert. Den Abgrund hatten wir stets vor Augen. Ein Dach von Schnee, dessen Breite zwischen 1 bis 3 Fuß schwankte, hatte sich über den Abgrund hinausgebaut. Mehre Male drang mein Stock, wenn ich ihn weiter als gewöhnlich zur Seite setzte, durch das Schneedach hindurch, das an manchen Stellen kaum 2 Fuß dick war, und wir konnten durch solche Löcher senkrecht hinab auf die weiten Schneefelder sehen, welche zu unseren Füßen sich ausdehnten. Die Führer, statt uns hiervon abzurathen, ermunterten vielmehr die, von deren Schwindellosigkeit sie überzeugt waren, zu öfterem Durchschauen durch diese Zuglöcher; und es war dies wirklich eine vortreffliche Uebung, um sich vor allem Schwindel zu bewahren, und stets mehr Sicherheit zu gewinnen.

Die Nebel umhüllten noch immer den Gipfel; nur gegen Osten, nach dem Eiger, dem Mönch und den hohen Spitzen hin, welche die beiden Margletscher einschließen, war die Aussicht frei. Schon verzweifelden wir an dem Gelingen unseres Unternehmens, als plötzlich der Wolkenschleier, der uns den Gipfelberg verhüllte, zerriß und die Jungfrau unseren erstaunten Augen die ganze Schönheit ihrer mächtigen Formen enthüllte. Die Freude, welche wir bei dieser unerwarteten Veränderung empfanden, kann ich nicht beschreiben. Das Gelingen unserer Unternehmung schien jetzt gesichert zu sein. Nach kurzem Ansteigen in der nämlichen Richtung drehten wir uns plötzlich links ab nach einer Stelle, wo der nackte Fels zu Tage lag und überschritten so die schiefe Fläche des Kegels, dessen Breite hier noch mehrere hundert Fuß beträgt. Während dieser wenigen Schritte konnten wir den Gipfel nicht sehen; als wir aber auf dem Felsen angelangt

waren, erblickten wir, wie durch Zauberei einige Schritte von uns die höchste Kuppe, die uns so lange, während des Aufsteigens zu fliehen schien. Aber wir waren immer noch nicht oben. Wir ruhten ein wenig und sahen hier zum ersten Male die Schweizerebene vor uns. Die Gebirge, die uns so klein vorgekommen waren, wuchsen um die ganze Höhe, die wir zurückgelegt hatten.

Nahe an dem Felsen macht der Kamm einen kleinen, winkeligen Absatz, von dem wir mit Schrecken gewahrten, daß zu dem Gipfel nur ein scharf zugeschnittener Kamm führte, dessen Breite zwischen 6 bis 10 Zoll wechselte, während die Gehänge seiner beiden Seiten zwischen 60 bis 70 Grad Neigung hatten. Der Kamm mochte etwa 20 Fuß lang sein. Es ist unmöglich, weiter zu kommen, rief Agassiz und wir Alle stimmten ihm bei. Jakob dagegen behauptete, es sei sehr leicht und versicherte, wir würden alle den Gipfel erreichen. Er legte nun sein Gepäck ab und stieg in der Art vorwärts, daß er die Schneide des Grates unter dem rechten Arm hatte. So ging er langsam auf dem linken Abhange des Kammes, den Schnee zusammenstampfend und erreichte in wenig Minuten den Gipfel.

Die Fläche des Gipfels ist ein kleines Dreieck von etwa 2 Fuß Länge und $1\frac{1}{2}$ Fuß Breite, dessen Basis gegen die Ebene schaut während seine Spitze die Fortsetzung des schmalen Grates ist, über den man hinaufklettern mußte. Da nur eine Person auf dem Gipfel Platz hatte, so stieg zuerst Agassiz, auf Jakobs Arm gestützt hinauf. Er blieb etwa 5 Minuten oben. Als er zurückkam, schien er mir sehr ergriffen. Er flüsterte mir zu, noch nie sei er in solcher Stimmung gewesen. Nach ihm war die Reihe an mir. Ich fand keine Schwierigkeit; aber auf dem Gipfel angelangt, konnte ich ebenso wenig wie Agassiz, meine Gemüthsbewegung unterdrücken. Ich blieb zwar nur wenige Minuten, aber lange genug oben, um das Panorama für immer meinem Gedächtnisse einzuprägen. Dann eilte ich zu Agassiz zurück. Ich fürchtete, der tiefe Eindruck, den das großartige Schauspiel auf mich gemacht, möchte meiner gewöhnlichen Sicherheit Eintrag thun und ich fühlte das Bedürfniß, die Hand meines Freundes zu drücken. Ich glaube, nie war ich glücklicher, als da ich mich zu seiner Seite in den Schnee setzte. Wir hätten geweint, wären wir allein gewesen; allein die Macht der Gewohnheit ist

so groß, daß selbst in 12000 Fuß Höhe die erkaltende Etiquette uns beherrschte und wir uns der Thränen schämten.

Nicht die ungeheure Ausdehnung des Gesichtskreises ist es, welche den Aussichten der Hochkuppen ihren eigenthümlichen Reiz verleiht. Das Gemälde, das sich in unserer nächsten Nähe aufrollte, fesselte uns am meisten. Vor uns breitete die grüne Ebene sich aus, und die niederen Ketten der Boralpen zu unseren Füßen erhöhten durch ihre scheinbare Einförmigkeit die gewaltigen Formen der hohen Gipfel, die ihre Häupter fast bis zu unserer Höhe reckten. Die Thäler des Oberlandes, welche noch kaum mit Nebel erfüllt gewesen waren, deckten sich hier und da auf und durch den Riß der Wolken erkannten wir dann die Welt. Vor allem aber zogen Mönch und Eiger unsere Aufmerksamkeit auf sich. Wir schauten hier von oben auf sie nieder und konnten so ihre Formen im Einzelnen untersuchen. Auf der westlichen Seite, diesen Giganten gegenüber, erhob sich eine andere nicht weniger colossale Kuppe, das Silberhorn. In der nämlichen Richtung sahen wir noch eine andere, durch ihre Schlankheit ausgezeichnete Spitze, welche wir für das Gletscherhorn hielten und hinter dieser eine dritte, die Ebene — Fluh. Diese und noch mehrere andere Hörner ohne Namen, bilden die nächste Umgebung, den Hofstaat der königlichen Jungfrau.

Gegen Süden war die Aussicht durch Wolken beschränkt. Doch wurden wir für diesen Mangel durch eine Erscheinung entschädigt, die uns alle auf das Lebhafteste interessirte. Gegen Südwesten hatten sich dicke Nebel angehäuft. Sie erhoben sich aus dem Rottthale und sammelten sich nördlich auf dem Ramme, welcher dieses Thal von dem Lauterbrunnenthal trennt. Schon fürchteten wir zum zweitenmale von ihnen eingehüllt zu werden. Allein sie begrenzten sich plötzlich vor uns; ohne Zweifel hinderte ein aus der Ebene an den Schneewänden heraufziehender Luftstrom ihre Ausdehnung in dieser Richtung. So sahen wir uns denn vor einer senkrechten Nebelwand, deren Höhe wir auf wenigstens 12000 Fuß schätzten. Da die Temperatur der Luft unter dem Gefrierpunkt stand, so waren alle feinen Nebeltröpfchen zu Eis erstarrt und glänzten im Sonnenschein in allen Regenbogenfarben. In der Dampfmasse aber war ein Wogen und Kochen, als wenn eine Welt aus dem Chaos sollte geschaffen werden.

Die Thermometer zeigten 3 Grade unter Null an. Die Umgebung beschäftigte uns aber derart, daß wir von Kälte nichts verspürten. Der Himmel über uns war vollkommen klar und sein Blau so dunkel, daß es fast schwarz erschien. Sterne sahen wir nicht, obgleich sie in so großen Höhen selbst bei Tage sichtbar sein sollen. Zu unserem großen Erstaunen sahen wir auf der Oberfläche des zu Tage gehenden Gesteins einige Flechten, ganz frisch und wohl erhalten, deren einige, selbst Flächen von mehreren Quadratzoilen überdeckten. Auf den menschlichen Organismus hatte die verdünnte Luft hier oben gar keinen Einfluß.

Wir steckten noch eine kleine Fahne auf den Gipfel, kletterten bergab und kamen des Abends um 11 1/2 Uhr glücklich zurück.