



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Joh. Müller's Lehrbuch der kosmischen Physik**

**Müller, Johann Heinrich Jacob**

**Braunschweig, 1894**

189. Die Gletscher

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-96939](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-96939)

der Sonnenstrahlen bedeutend erwärmen, tragen sie viel zur Erhöhung der Schneegrenze bei.

Aehnliche Verhältnisse finden sich in den Cordilleren des nördlichen Theiles von Südamerika. Nach den Messungen von Pentland ist die Schneegrenze vom 14. bis zum 18. Breitengrade noch bedeutend höher als unter dem Aequator selbst, was offenbar nur von dem Einflusse der Hochebenen herrühren kann.

Die Grenze des Schnees steigt und sinkt mit den verschiedenen Jahreszeiten; diese Schwankung ist in der heissen Zone Amerikas sehr unbedeutend, sie beträgt, nach Humboldt, nur 80 bis 120 m; man darf jedoch die Grenzen des Schnees nicht mit den Grenzen verwechseln, bis zu welchen noch von Zeit zu Zeit Schnee fällt und auch einige Zeit liegen bleibt. In den mexicanischen Gebirgen liegen die Grenzen, zwischen welchen die Schneegrenze auf- und niedersteigt, schon bedeutend weiter, nämlich um 700 m, aus einander; dieser Unterschied ist leicht zu begreifen, wenn man bedenkt, dass die mittlere Temperatur der drei wärmsten Monate in Mexico um 5° C., in Quito aber nur um 1° bis 2° C. mehr beträgt als die mittlere Temperatur der drei kältesten Monate.

189 **Die Gletscher.** Da der auf den Schneefeldern fallende Schnee nur theilweise wegschmelzen kann, da also jeder frisch fallende Schnee noch alte Schneemassen vorfindet, so muss hier im Laufe der Zeit eine ungeheure Anhäufung von Schnee und Eis stattfinden, und zwar wird dies vorzugsweise in den über der Schneegrenze liegenden Hochthälern der Fall sein, in welchen der Wind den Schnee zusammenweht und in welche er von den steileren sie umgebenden und schützenden Bergkämmen und Gipfeln als Lawinen herabstürzt.

Da nun aber eine solche Anhäufung von Schnee und Eis nicht ins Unendliche fortgehen kann, so muss irgendwie eine Ausgleichung stattfinden, und diese Ausgleichung wird durch die Gletscher vermittelt.

Wenn nämlich die Anhäufung des Schnees, welcher, wie wir alsbald sehen werden, eine allmähliche Umwandlung in körniges Eis erfährt, bis zu einer gewissen Grenze fortgeschritten ist, so kann sich die Masse auf der geneigten Fläche, auf welcher sie liegt, nicht mehr erhalten, sie gleitet theils vermöge ihres eigenen Gewichtes, theils in Folge des Druckes, den höher gelegene Massen auf sie ausüben, auf der schiefen Ebene herab, einen sehr langsam fließenden Eisstrom bildend, der sich bis in wärmere Umgebungen herabsenkt, wo dann die Schmelzung stattfindet, zu welcher die Wärme in der Höhe nicht ausreichte.

Ein solcher aus der Region des ewigen Schnees langsam thalabwärts sich bewegender Eisstrom wird nun ein Gletscher (glacier), in Tyrol ein Ferner genannt.

Der auf den Schneefeldern gefallene Schnee erleidet durch abwechselndes theilweises Aufthauen und Wiedergefrieren allmählich eine gänzliche Umänderung seines Aggregatzustandes. Das durch Schmelzen

gebildete Wasser dringt in die Zwischenräume zwischen den einzelnen Schneekryställchen ein und füllt sie abwechselnd mit Luftblasen aus; der nächste Frost verwandelt diesen mit Wasser getränkten Schnee in eine Masse körnigen Eises, welches mit dem Namen Firn bezeichnet wird.

Durch eine mehrmalige, in Folge der Abwechslung von Sommer und Winter in grossem Maasstabe stattfindende Wiederholung des eben angedeuteten Processes werden nach und nach mehrere kleine Firnkörner durch Zusammenfrieren zu grösseren Eiskörnern vereinigt, wobei auch die alsbald näher zu besprechende Regelation eine wesentliche Rolle spielt. So wird denn die Schnee- und Firnmasse allmählich mehr und mehr in Eis verwandelt, welches, sich langsam in die Thäler hinabsenkend, die Gletscher bildet. Jeder Winter häuft neue Schneemassen als Material zu fernerer Gletscherbildung in den Hochthälern an.

Das Gletschereis bildet keine compacte feste Masse, nicht ein continuirliches Ganzes, wie das Eis auf der Oberfläche der Seen und Flüsse; es besteht vielmehr aus einem Conglomerat mehr oder minder grosser unregelmässig gestalteter Eiskörner, deren jedes seinen Nachbar in die Masse einkeilen hilft. Die theils mit Wasser, theils mit Luft gefüllten Fugen und Canäle, welche die aneinanderstossenden Flächen benachbarter Gletscherkörner trennen, kann man sehr schön sichtbar machen, wenn man gefärbten Weingeist auf die eben gemachte Grenzfläche eines Stückes Gletschereis giesst. Durch den in die Fugen eindringenden Weingeist erscheinen die Gletscherkörner gleichsam von einem gefärbten Netze eingeschlossen. Am unteren Ende des Aletschgletschers fand Hugi die Gletscherkörner über zwei Zoll gross. Eine Stunde weiter aufwärts, am Mörlisee, waren sie nur stark nussgross und noch zwei Stunden weiter waren sie noch viel kleiner und gingen alsbald in Firn über.

Die zahlreichen Canäle, welche die Gletschermasse durchziehen und welche man nicht ganz passend als Haarspalten bezeichnet hat,

Fig. 292.



werden deutlicher sichtbar, wenn ein Stück Gletschereis einige Zeit lang der Einwirkung der wärmeren Luft ausgesetzt bleibt.

Bei längerer Einwirkung zerfällt es in einzelne Eiskörner, von etwa solchem Aussehen, wie sie Fig. 292 darstellt.

Dieses Zerfallen in einzelne unregelmässige Körner ist ein charakteristisches Merkmal des Gletschereises. Das Flusseis, wie wir kurz

alles Eis bezeichnen wollen, welches durch Gefrieren einer freien Wasseroberfläche entstanden ist, zeigt bei etwas raschem Schmelzen gar kein Zerfallen, indem es nur an der Oberfläche wegschmilzt, im Inneren aber eine compacte Masse bleibt, oder es zerfällt bei sehr langsamem Aufthauen in unregelmässig begrenzte Stänglein von 1 bis 3 mm Durchmesser, deren Axe rechtwinklig steht zur Oberfläche der Eisplatte.

Die einzelnen Gletscherkörner scheinen bei ausserordentlicher Klarheit und Durchsichtigkeit vollkommen farblos zu sein; in grösseren Massen aber zeigt das Gletschereis die herrliche blaue Färbung, welche man in Gletscherspalten und Gletscherhöhlen zu bewundern Gelegenheit hat. Es ist dies offenbar das Blau des reinen Wassers, von welchem in §. 150 die Rede war.

Bei seinem langsamen Herabgleiten verhält sich das Gletschereis nicht etwa wie ein zusammenhängender fester Körper, sondern mehr wie eine

Fig. 293.



zähe dickflüssige Masse, denn die Geschwindigkeit der Gletscherbewegung ist keineswegs für den ganzen Querschnitt dieselbe; in der Mitte des Gletscherstromes ist die Bewegung weit rascher thalabwärts als an den Seitenrändern, und dieser Umstand bewirkt im Verein mit mehreren anderen, dass sich im Gletschereis zahlreiche Klüfte und Spalten bilden, wie dies Fig. 293 zeigt, welche einen Theil des Zermattgletschers darstellt.

Das nach Schlagintweit's Karte des Monte Rosa copirte Kärtchen des Lysgletschers, Fig. 294, ist sehr geeignet, einige der die Gletscherbildung bedingenden Umstände anschaulich zu machen. Das

Fig. 294.

KARTE DES LYSGLETSCHERS.



in der Tiefe ganz enge Lysthal breitet sich in der Höhe zu einem weiten Thalkessel aus, welcher auf der Nordseite durch den Lyskamm, im Osten durch den Kamm der Vincentpyramide und im Westen durch einen die-

sem parallel laufenden, fast eben so hohen Gebirgskamm eingeschlossen ist. Die ungeheure Schnee- und Firnmasse, welche sich in diesem hoch über der Schneegrenze liegenden Thalkessel anhäuft, ist es nun, welche den Lysgletscher ernährt, von den Firnfeldern aus wie ein Strom langsam herabfließt und sich in das unten enger werdende Lysthal keilförmig einzwängt. Das untere Ende dieses Gletschers findet sich in einer Höhe von 2000 m, die mittlere Höhe der Firnlinie, d. h. der Gegend, in welcher die Firnmasse in Gletschereis übergeht, beträgt ungefähr 3000 m. Die mittlere Neigung der Firnmasse ist  $13^{\circ} 20'$ , die mittlere Neigung des Gletschers ist  $18^{\circ}$ .

Betrachten wir ferner das Mer de glace, das Eismeer, im Chamounithale, welches an Masse alle Gletscher der Schweiz übertrifft, obgleich es an Länge vom Aletschgletscher übertroffen wird. Es sammelt sich, wie man aus dem nach Forbes copirten Kärtchen, Fig. 295, ersieht,

Fig. 295.

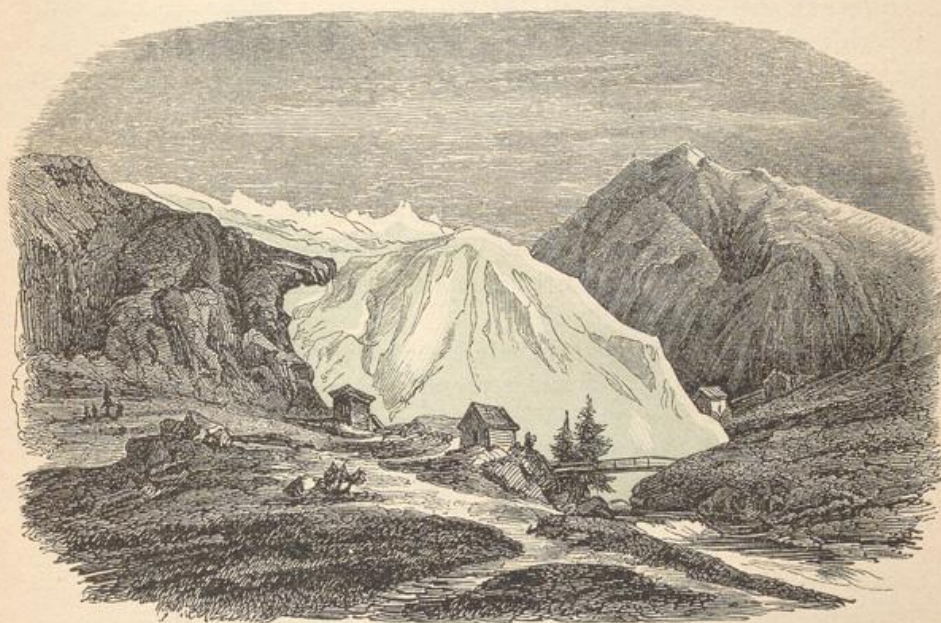


von den Schneefeldern der unmittelbar nördlich vom Montblanc gelegenen Berge, von denen mehrere, wie grande Jorasse, die Aiguille

verte (*a*, Fig. 295), die Aiguille du géant (*b*), Aiguille du midi (*c*) und die Aiguille du Dru (*d*) nur um 650 bis 1000 m von dem Montblanc überragt werden. Die Schneefelder, welche an den Abhängen und in den Thalkesseln zwischen diesen Bergen liegen, sammeln sich in drei Hauptströme, den glacier du Géant, glacier de Léchaud und glacier du Talèfre, welche schliesslich zusammenfliessend das Eismeer bilden, welches sich als ein 850 bis 1000 m breiter Eisstrom bis in das Thal von Chamouni hinauszieht, wo aus seinem unteren Ende ein starker Bach, der Arveyron, hervorbricht, der sich in die Arve ergiesst. Der unterste Absturz des Eismeeres, welcher vom Thal von Chamouni aus sichtbar ist und eine gewaltige Eiscascade bildet, wird gewöhnlich glacier des Bois genannt.

Hugi schätzt die Mächtigkeit der Gletscher des Berner Oberlandes an ihrem Ausgange zu 10 bis 26 m. Auf dem Unteraargletscher,

Fig. 296.



etwa eine Stunde oberhalb seines Ausganges, fand er eine bis auf den Grund gehende Spalte von 40 m Tiefe. Die mittlere Mächtigkeit der Gletscher jener Gegend beträgt nach Hugi's Messungen 26 bis 32 m, die höheren, weite Thäler ausfüllenden Firne können im Mittel 40 bis 60 m dick angenommen werden und Agassiz fand an einzelnen Stellen bei Niederlassen von Leinen in die Gletscherspalten bei 190 und 260 m noch nicht den Grund.

Die Mächtigkeit des Mer de glace und seiner Zuflüsse ist wahrscheinlich noch viel bedeutender. Am Ende einer verticalen Felswand des Tacul schiebt sich der Rand des glacier du Géant mit einer senk-

rechten Wand von 45 m Höhe hervor. Etwas unterhalb der Vereinigungsstelle der drei Gletscher sondirte Tyndall in einem moulin, d. h. in einer Höhlung, durch welche die oberflächlichen Gletscherwasser in die Tiefe strömen, bis zu 52 m Tiefe, und die Führer behaupteten, in einer ähnlichen Oeffnung einmal bis zu 114 m sondirt zu haben. Die Bodengestaltung lässt aber eine viel bedeutendere Mächtigkeit des Eises an diesen Stellen vermuthen.

Von der Mächtigkeit der Eismassen der grösseren Gletscher giebt auch die Ansicht, Fig. 296 (a. v. S.), vom unteren Ende des gewaltigen Gornergletschers bei Zermatt ein anschauliches Bild.

190 **Regelation.** Auf den ersten Anblick scheint es fast unglaublich, dass das sonst so spröde Eis in den Gletschern wie eine dickflüssige Substanz, etwa wie Theer oder dicker Thonbrei sich bewegen soll, dass es allen Krümmungen der Thäler folgt, in welche sich der Gletscher herabsenkt, und sich durch etwaige Verengungen hindurchzwängen lässt, wie eine plastische Substanz. Dass das Gletschereis in der That keine plastische Masse, dass es wirklich spröde ist, geht schon aus der Bildung der Spalten und aus der später noch zu besprechenden Zerklüftung hervor, welche die Gletscher an verschiedenen Stellen zeigen.

Die Lösung dieser scheinbaren Widersprüche er giebt sich theilweise aus dem Umstand, dass das Gletschereis eine aus einzelnen Eiskörnern zusammengesetzte Masse ist, deren Verhalten wesentlich durch die unter dem Namen der Regelation bekannte Eigenthümlichkeit des Eises bedingt wird.

Wenn man zwei etwas geebnete Eisstücke, welche schon im Schmelzen begriffen sind, gegen einander presst, so werden sie alsbald ein zusammenhängendes Eisstück bilden, und zwar werden sie um so stärker zusammenhaften, je stärker sie zusammengedrückt wurden. Die Erscheinung findet selbst in einer über  $0^{\circ}$  erwärmten Umgebung statt und schon der Druck der Hände genügt, um die Erscheinung zu zeigen.

Die beiden Eisstücke sind in Folge des Druckes offenbar zusammengefroren, weshalb auch Faraday, welcher das eben besprochene Phänomen entdeckte, es mit dem Namen der Regelation bezeichnete.

In Folge der Regelation wird der schon bis zum Schmelzpunkt erwärmte Schnee durch den Druck der Hände zu einem festen Schneeball vereinigt. Sehr kalter Schnee bildet ein trockenes loses Pulver, welches sich mit der Hand nicht zu einem festen Ball zusammenpressen lässt.

Die Erklärung der Regelation er giebt sich aus dem in dem Lehrbuch der Physik besprochenen Umstand, dass der Gefrierpunkt des Wassers unter hohem Druck erniedrigt wird.

Die beiden einander zugekehrten Flächen der zusammengepressten Eisstücke berühren sich, wenn sie auch noch so gut geebnet waren, doch nicht ihrer ganzen Ausdehnung nach, sondern nur in einzelnen Punkten.