



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

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

**Müller, Johann Heinrich Jacob**

**Braunschweig, 1894**

190. Regulation

---

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

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.

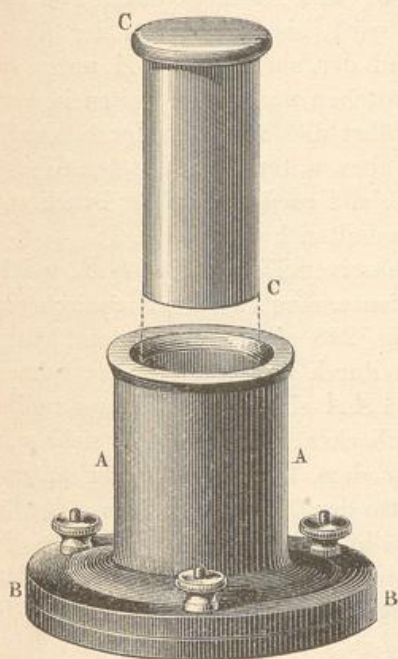
Die Erklärung der *Regelation* er giebt sich aus dem in dem Lehrbuch der Physik besprochenen Umstand, dass der Gefrierpunkt des Wassers unter hohem Druck erniedrigt wird.

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.

An den sich berührenden Stellen wird nun in Folge des Druckes Eis zur Schmelzung gebracht, das gebildete Wasser wird aber etwas kälter sein als  $0^{\circ}$  und deshalb, in die leeren Zwischenräume eindringend, in denen es dem Druck entzogen ist, alsbald wieder gefrieren und so das Zusammenhaften der beiden Eisstücke bewirken.

Die Regelation spielt nun aber, wie sich leicht einsehen lässt, auch bei dem Uebergang des Schnees in Gletschereis eine wesentliche Rolle. Die durch abwechselndes Schmelzen und Gefrieren des Schnees gebildeten Firnkörner haben den Druck der auf ihnen lastenden Schnee- und Firnmassen auszuhalten, wodurch ein festeres Aneinanderhaften der einzelnen

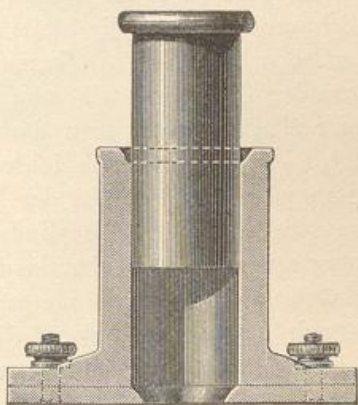
Fig. 297.



Firnkörner bedingt und nach und nach der Uebergang der feineren Firnkörner in grössere, fester zusammenhängende Gletscherkörner bewirkt wird.

Die Verwandlung von Schnee in Eis, welche sich in den Gletschern

Fig. 298.



unter verhältnissmässig geringerem Druck in längeren Zeiträumen vollzieht, lässt sich mit einem von Helmholtz erdachten Apparate unter Anwendung stärkeren Druckes in kurzer Zeit ausführen. An einem hohlen, oben und unten offenen Cylinder *AA* von Gusseisen, von welchem Fig. 297 eine äussere Ansicht, Fig. 298 aber den Durchschnitt zeigt, ist unten ein breiter eiserner Ring befestigt, an welchem von unten her eine eiserne Platte angeschraubt werden kann, welche entweder in ihrer Mitte conisch durchbohrt ist, wie Fig. 298 zeigt, oder welche ganz massiv ist, so dass sie den hohlen Cylinder *A* von unten her vollständig schliesst. In die Höhlung des Cylinders *A* kann von oben her ein genau passender Stempel *C* eingeschoben werden, wie man in beiden Figuren sieht.

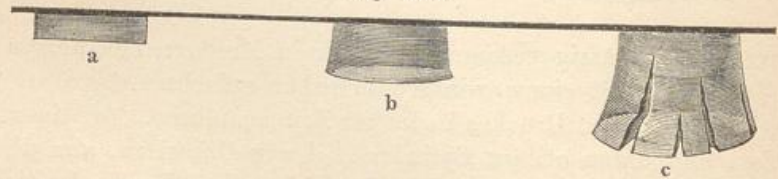
Zunächst werde nun eine massive Platte *B* an den hohlen Cylinder angeschraubt, die Höhlung des auf  $0^{\circ}$  erkalteten Cylinders *A* mit Schnee

vollgestopft, der cylindrische Stempel *C* aufgesetzt und endlich mittelst einer hydraulischen Presse hineingetrieben. Der lockere Schnee schwindet nun unter einem Druck, welcher leicht bis auf 50 Atmosphären gesteigert werden kann, auf ein kleines Volumen zusammen. Man lässt nun mit dem Drucke nach, nimmt den Stempel heraus, füllt den leeren Theil des Cylinders abermals mit Schnee aus, presst wieder und fährt so fort, bis die ganze Höhlung des Cylinders *A* mit einer Masse angefüllt ist, welche dem Druck nicht mehr nachgiebt. — Wenn man nun die Bodenplatte *BB* abschraubt und den gepressten Schnee herausnimmt, so sieht man, dass er zu einem ganz harten, scharfkantigen und trübe durchscheinenden Eiscylinder geworden ist.

Während die in *A* enthaltene Schnee- und Eismasse durch kräftiges Eintreiben des Stempels *C* comprimirt wird, sieht man aus der feinen Fuge zwischen der Bodenplatte *BB* und der am Cylinder *A* unten angebrachten Scheibe äusserst zarte Eisblättchen nach allen Seiten in horizontaler Richtung herauswachsen. Es rührt dies von dem durch Schmelzung des gepressten Eises gebildeten, aber unter  $0^{\circ}$  erkalteten Wasser her, welches sogleich wieder erstarrt, sobald es dem starken Druck entwichen ist, welchen es im Cylinder auszuhalten hatte.

Schraubt man an die Stelle der massiven Eisenplatte *BB*, welche zu dem eben beschriebenen Versuche diente, eine Platte mit conisch sich verengender Oeffnung, wie man in Fig. 298 sieht, unter dem hohlen Cylinder *AA* an, setzt man dann den durch Compression des Schnees erzeugten Eiscylinder in die Höhlung von *AA* ein und treibt man endlich den Stempel wieder mittelst der hydraulischen Presse an, so sieht man anfangs einen soliden Eiscylinder von dem Durchmesser der unteren Oeffnung austreten. Da aber in der Mitte der Oeffnung das Eis schneller nachdrängt als an den Rändern, so wölbt sich die freie Endfläche des hervorgedrückten Eiscylinders, sein unteres Ende verdickt sich, so dass es nicht mehr durch die Oeffnung zurückgezogen werden kann und spaltet

Fig. 299.



sich endlich auf. Fig. 299 *a*, *b* und *c* zeigt die Reihe von Formen, die in dieser Weise zu Stande kommen.

Setzt man einen durch Compression von Schnee gebildeten Eiscylinder, Fig. 300, zwischen zwei Holzplatten in die hydraulische Presse ein, so verändert beim Antreiben derselben der Eiscylinder unter fortwährendem Knarren und Knacken allmählich seine Form, er wird immer niedriger, dafür aber dicker und erst, wenn derselbe schon in eine ziemlich platte Kreisscheibe, Fig. 301, verwandelt worden ist, fängt er an, am

Rande einzureissen und Spalten zu bilden, gleichsam Gletscherspalten im Kleinen.

Ganz anders verhält sich ein Eiscylinder, den man aus einem der gefrorenen Oberfläche eines Flusses oder Sees entnommenen Stücke Eis so herausgeschnitten hat, dass die beiden natürlichen Oberflächen seine Endfläche bilden. Durch den Druck der Presse wird das Eisstück zerbrochen, jeder sich bildende Riss geht durch seine ganze Dicke hindurch und der ganze Block zerfällt in einen Haufen von Trümmern, welche bei fernerm Antreiben der Presse theilweise allerdings wieder durch Regelation vereinigt werden.

In dem letzteren Falle haben wir es mit einem krystallisirten Körper, im ersteren aber mit einer Eismasse von körniger Structur zu

Fig. 300.

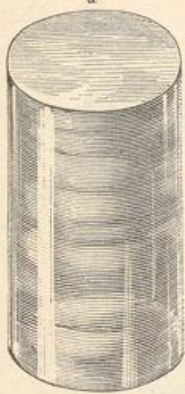
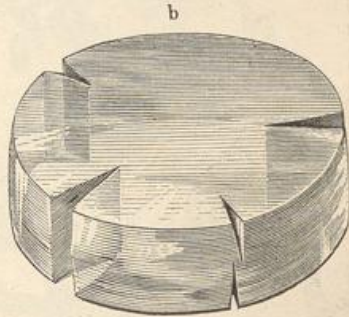


Fig. 301.



thun, deren einzelne Körnchen, durch feine Zwischenräume getrennt, sich leicht gegenseitig verschieben lassen, um sich dann in veränderter gegenseitiger Stellung wieder durch Druck vereinigen zu lassen. Da auch das Gletschereis aus einzelnen, wenn auch grösseren Körnern besteht, so erklärt sich aus diesem Umstande, dass es sich unter einem starken Druck wie ein plastischer Körper verhält und sich wie ein zähflüssiger Körper bewegen kann, während es sich gegen Zug und Spannung im höchsten Grade spröde zeigt.

**Die Gletscherbewegung.** Auf den ersten Anblick erscheinen 191 die Gletscher als eine völlig bewegungslose Masse, starr wie die sie umgebenden Felsen; eine etwas genauere Beobachtung zeigt aber alsbald eine thalabwärts gerichtete Bewegung.

Von der Wengernalp aus sieht man eine gewaltige Gletschermasse, welche von dem Sattel zwischen Mönch und Jungfrau nach Norden hin abgedacht ist und sich bis zu einer steilen Felswand vorschiebt, welche fast senkrecht gegen das Trümleten Thal abfällt. Hier erscheint nun der Gletscher durch eine verticale Eiswand begrenzt, welche gleichsam die Fortsetzung jener Felswand bildet. Durch das langsame Vorschreiten des Gletschers wird nun bald da bald dort eine Partie der