

Sehr auffallend erscheint es auch, daß die Schneegränze auf der nördlichen Abdachung des Himalaya um mehr als 3000 Fuß höher liegt als am südlichen Abhange; es wird dies aber begreiflich, wenn man bedenkt, daß gerade die über dem indischen Ocean mit Feuchtigkeit gesättigte Luft, an den südlichen Abhang des riesenhaften Gebirges anschlagend, dort ungeheure Massen von Regen in den niederen und von Schnee in den höheren Regionen absetzt, während aus der trockenen Luft auf der nördlichen Abdachung ungleich weniger Schnee herabfällt; außerdem aber schließt sich an die nördliche Abdachung die bedeutende Hochebene von Tibet an, während sich das Gebirge auf der Südseite rasch bis zum Spiegel des Meeres herabsenkt.

Das Tafelland von Tibet besteht eigentlich aus mehreren durch Gebirgsketten getrennten Hochebenen von außerordentlicher Trockenheit, auf welchen die Temperaturschwankungen ungemein groß sind; da diese felsigen und sandigen Hochebenen sich im Sommer durch die Absorption der Sonnenstrahlen bedeutend erwärmen, tragen sie viel zur Erhöhung der Schneegränze bei.

Ein ähnlicher Unterschied zeigt sich zwischen den östlichen und westlichen Cordilleras von Chili. Nach den Messungen von Pentland ist die Schneegränze 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 Gränze des Schnees steigt und sinkt mit den verschiedenen Jahreszeiten; diese Schwankung ist in der heißen Zone Amerikas sehr unbedeutend, sie beträgt, nach Humboldt, nur 250 bis 350 Fuß; man darf jedoch die Gränze des Schnees nicht mit den Gränzen verwechseln, bis zu welchen noch von Zeit zu Zeit Schnee fällt und auch einige Zeit liegen bleibt. In den mexicanischen Gebirgen liegen die Gränzen, zwischen welchen die Schneegränze auf- und niedersteigt, schon bedeutend weiter, nämlich um 2000 Fuß, auseinander; 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 1° bis 2° C. mehr beträgt als die mittlere Temperatur der drei kältesten Monate.

148

**Die Gletscher.** In den von Bergflüssen und Gipfeln eingeschlossenen und geschützten Hochthälern werden im Laufe des Winters ungleich größere Massen von Schnee angehäuft als auf den Schneefeldern, indem theils der Wind den Schnee in solchen Thälern zusammenweht, theils Lawinen in dieselben hinabstürzen.

Diese Schneemassen erleiden nun durch abwechselndes theilweises Aufthauen und Wiedergefrieren allmählig eine gänzliche Umänderung ihres 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, welche mit dem Namen Firn bezeichnet wird.

Durch eine mehrmalige, in Folge der Abwechslung von Sommer und Winter in großem Maßstabe stattfindende Wiederholung des eben angedeuteten Processes wird die Schnee- und Firnmasse allmählig mehr und mehr in Eis ver-

wandelt, welches, sich 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 und durchsichtige Masse, wie das Eis der Seen und Flüsse; es läßt sich vielmehr leicht in Körner zerschlagen, welche einzeln in hohem Grade durchsichtig, aber durch Luftbläschen von einander getrennt sind. Weil die ganze Masse der Gletscher aus solchen Körnern besteht, so kann man auch mit Leichtigkeit auf denselben gehen. An dem unteren Ende der Gletscher haben diese Körner die Größe einer Wallnuß, während sie höher hinauf kaum die Größe einer Erbse erreichen, und der eigentliche Firn eine ganz sandartige Masse bildet.

Fig. 204.



Das Gletschereis bleibt nicht etwa an der Stelle liegen, an welcher es gebildet wurde, sondern die ganze Masse ist in einer beständigen, langsamen, thalabwärts gerichteten Bewegung begriffen, indem das Eis theils in Folge seiner eigenen Schwere auf der geneigten Basis langsam hinabgleitet, theils durch das Gewicht der höher liegenden Firn- und Schneemassen hinabgeschoben wird. Das Gletschereis verhält sich aber hierbei nicht wie ein zusammenhängender fester Körper, sondern mehr wie eine 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. 204 zeigt, welche einen Theil des Zermattgletschers darstellt.

Wie enorm die Mächtigkeit der Eismassen ist, welche die Gletscher in das Thal herabführen, davon giebt die Anschauung des unteren Gletscherendes die beste Vorstellung, weil man hier die Höhe der Eismassen übersehen kann. Fig. 205, welche das untere Ende des Zermatt- oder Gornergletschers, eines des mächtigsten in der Schweiz, darstellt, mag als erläuterndes Beispiel dienen.

Die Geschwindigkeit, mit welcher die Gletscher in das Thal hinabschieben, hängt natürlich von localen Verhältnissen, z. B. von der Neigung der Thalsole, von der Mächtigkeit der Gletscher- und Firnmasse u. s. w. ab. Auch schwankt die Größe der Gletscherbewegung mit der Jahreszeit; sie ist größer im Sommer, wenn durch Wegschmelzen der Basis und durch das Wasser, welches die feineren

Fig. 205.

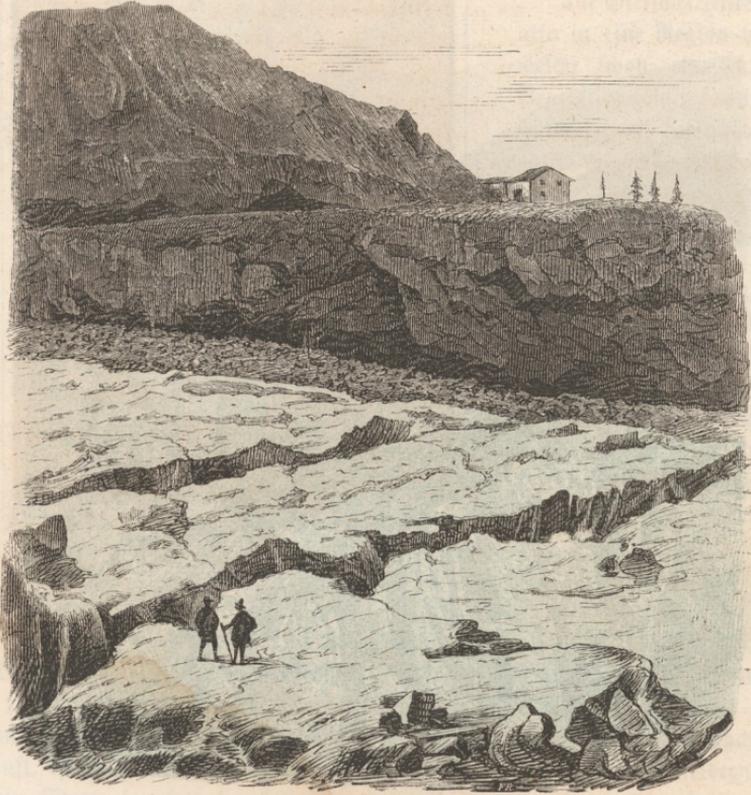


Klüfte und Spalten ausfüllt, die Beweglichkeit der Gletschermasse erhöht wird; sie ist dagegen am geringsten im Winter, wenn durch das Gefrieren alles Wassers der ganze Gletscher in compacte Eismassen verwandelt und durch Anfröien an den Boden mit diesem fester vereinigt wird.

Durch Messungen, welche am Aaregletscher angestellt wurden, hat man gefunden, daß das Fortrücken desselben in der Mitte seiner Länge ungefähr 250 Fuß jährlich, also im Durchschnitt 9 Zoll den Tag beträgt. Am unteren Ende desselben beträgt das Vorrücken nur ungefähr 155 Fuß jährlich.

So lange die Thalsohle, auf welcher der Gletscher langsam herabgleitet, eine ziemlich gleichförmige Neigung beibehält, ist auch die Oberfläche des Gletschers, die Spalten abgerechnet, eine ziemlich ebene, wie dies z. B. der Zermattgletscher in seinen oberen Parthien, Fig. 204, und das mere de glace im Chamounnithal in der Gegend des Montanvert, Fig. 206 erläutern.

Fig. 206.



Auf dem Kärtchen, Fig. 208 (a. S. 361), welches das untere Ende des mere de glace darstellt, ist der Montanvert mit *A* bezeichnet. Der Standpunkt, von welchem aus die Ansicht, Fig. 206, aufgenommen ist, liegt dem Montanvert gegenüber auf dem rechten Ufer des Gletschers.

Wenn nun aber große Unebenheiten in der Thalsohle vorkommen, namentlich wenn die bis dahin sanfte Neigung des Gletscherbodens an einer bestimmten Stelle steiler abzufallen beginnt, wie dies z. B. beim mere de glace an der in Fig. 208 mit *CC* bezeichneten Stelle der Fall ist, so muß nun eine

stärkere Zerklüftung des Eises eintreten. Bei dem rascheren Voranschreiten des unteren Gletschertheiles muß an einer solchen Stelle ein Abbrechen der Eismassen stattfinden, welche den vorangegangenen nachstürzen und so ein Chaos von Eisblöcken und Eisnadeln erzeugen, wie man es Fig. 207 sieht, welche das mere de glace darstellt, wie es von der in Fig. 208 mit *B* bezeichneten,

Fig. 207.



unter dem Namen des Chapau bekannten Stelle aus erscheint.

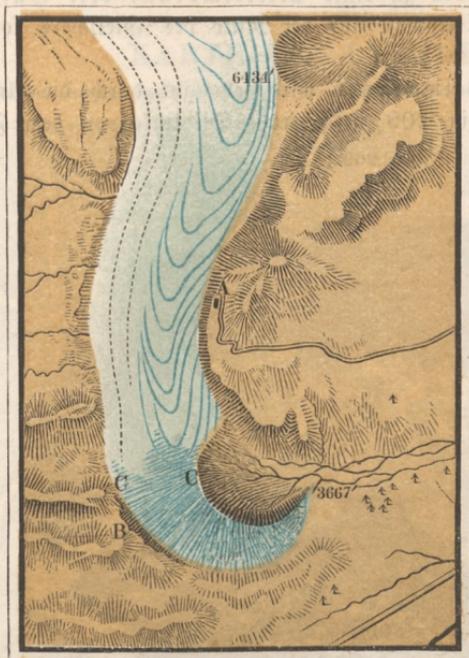
Im Hintergrunde der Fig. 207 erblickt man den Bossongletscher.

Die untere Gränze des Gletschers wird sich natürlich da finden, wo gerade so viel Eis an der vorderen Fläche wegschmilzt, als die Masse des Gletschers in gleicher Zeit vorrückt. In wärmeren Jahren wird sich deshalb der Gletscher etwas zurückziehen, und wenn mehrere kühlere und schneereiche Jahre auf einander folgen, so senkt sich der Gletscher weiter in das Thal herab.

Die Gletscher müssen sich demnach in den Thälern der Hochgebirge weit unter die Gränze des ewigen Schnees herabziehen, wie dies auch in Fig. 203

bei No. 8 angedeutet ist. So reicht z. B. der untere Grindelwaldgletscher, welcher überhaupt unter allen Alpengletschern am tiefsten herabsteigt, bis

Fig. 208.



500 1000 1800

Meter =  $\frac{1}{4}$  deutsche Meile.

zu einer Höhe von 3065 Fuß über den Meeresspiegel herunter, während die Schneegränze in jenen Gegenden ungefähr 8000 Fuß hoch ist.

Die Gletscher senken sich also in eine Region herab, welche schon eine üppige Vegetation zeigen kann, und so kommt es, daß man nicht selten die unteren Parthien der Gletscher von Getreidefeldern und von Baumwuchs umgeben findet.

Das nach Schlagintweit's Karte des Monte Rosa copirte Kärtchen des Lysgletschers, Fig. 210, ist sehr geeignet, einige der die Gletscherbildung bedingenden Umstände anschaulich zu machen. Das in der Tiefe ganz enge Lysenthal 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 diesem parallel laufenden, fast eben so hohen Gebirgskamm eingeschlossen ist. Die ungeheure Schnee- und Firnmasse, welche sich in diesem hoch über der Schneegränze 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 Lysenthal keilförmig einzwängt. Das untere Ende dieses Gletschers findet sich in einer Höhe von 6200 Fuß, die mittlere Höhe der Firnlinie, d. h. der Gegend, in welcher die Firnmasse in Gletschereis übergeht, beträgt ungefähr 9230 Fuß. Die mittlere Neigung der Firnmasse ist  $13^{\circ} 20'$ , die mittlere Neigung des Gletschers ist  $18^{\circ}$ .

Das untere Ende und die Seiten der Gletscher sind von Steinwällen umgeben, welche aus Schutt und den Trümmern der umgebenden Felsen zusammengesetzt sind und welche von der Eismasse des Gletschers fortgeschoben werden. Solche Wälle werden Moränen genannt, und zwar unterscheidet man Endmoränen oder Steinwälle, welche den Gletscher vorn, und Seiten-

moränen, welche ihn zu beiden Seiten einfassen. — Stoßen zwei aus höheren Seitenthälern herabkommende Gletscher in demselben Thalbett zusammen, so daß sie sich zu einem einzigen Gletscher vereinigen, so vereinigen sich auch die einander zugewandten Seitenmoränen zu einer Mittelmoräne oder Gufferlinie, welche als ein langer Steinwall auf der Mitte des Gletschers fortgeschoben wird.

Die Bildung solcher Mittelmoränen wird sehr gut durch die Ansicht des Unteraaregletschers, Fig. 209, erläutert. Die links von dem Fuße

Fig. 209.



des Finsteraarhorns, rechts vom Fuße des Schreckhorns aus dem Firnfeld der Lauteraar hervorbrechenden Gletscherströme vereinigen sich in der Mitte zu einer gewaltigen Gufferlinie, welche bis ans Ende des Aaregletschers anhält und in unserer Figur als ein die beiden Gletscherströme scheidender Steinwall erscheint.

Dieser Umstand, daß die Gletscher den Transport größerer und kleinerer Gesteinsmassen vermitteln und sie weit von ihrem Ursprunge absetzen, giebt ihnen in geologischer Beziehung eine große Bedeutung; doch ist hier nicht der Ort, diesen Gegenstand weiter zu erörtern.

Die ungeheure Eismasse der Gletscher muß bei ihrer Bewegung nothwendig bedeutende Reibungseffekte auf die Felsen des Thalgrundes und der Seitenwände veranlassen; die scharfen Ecken und Kanten der Felsen werden abgestumpft und gerundet, die Flächen werden geebnet und förmlich geschliffen und



Nach dem, was oben über die Bildung der Gletscher gesagt wurde, ist klar, daß der Wechsel der Jahreszeiten zu ihrer Bildung wesentlich ist; die Gletscher fehlen deshalb auch in den schneebedeckten Gebirgen der Tropen, weil dort das ganze Jahr hindurch fast dieselbe Temperatur herrscht, also das abwechselnde Thauen und Wiedergefrieren in solcher Weise, wie es zur Bildung von Gletschern nothwendig ist, nicht stattfinden kann. Im Himalayagebirge, wo die Temperaturschwankungen im Laufe des Jahres bereits sehr bedeutend sind, kommen auch mächtige Gletscher vor.

Am bedeutendsten sind die Gletscher in den arktischen Gegenden ausgebildet. Der zehnte Theil der Insel Island ist mit Gletschern bedeckt, und in Grönland sowohl wie in Spitzbergen reichen die Gletscher bis zum Meere hinab. Solche in das Meer vorgeschobene Gletschermassen werden öfters durch mancherlei Ursachen vom Lande losgelöst, und werden dann durch die Meeresströmungen als kolossale Eisberge weit von dem Orte ihrer Entstehung weggeführt.

149

**Absorption der Wärmestrahlen durch die Atmosphäre.** Wenn man mit Hülfe einer Sammellinse Zunder durch Concentration der Sonnenstrahlen anzünden will, so wird man einen großen Unterschied finden, je nachdem man den Versuch Mittags anstellt, wo die Sonne hoch am Himmel steht, oder des Abends, wenn sie ihrem Untergange nahe ist; während sich der Schwamm des Mittags leicht entzündet, geschieht dieses am Abend entweder nur sehr schwierig oder gar nicht; die Intensität der von der Sonne zu uns kommenden Wärmestrahlen ist also in diesen beiden Fällen eben so ungleich wie die Intensität der Lichtstrahlen; Abends können wir die rothgelbe Scheibe der untergehenden Sonne wohl ansehen, Mittags aber wird das Auge durch den Glanz der Sonnenstrahlen geblendet.

Dieser Unterschied in der Intensität der Licht- und Wärmestrahlen, welche von der Sonne zu uns kommen, rührt offenbar daher, daß der Weg, welchen die Sonnenstrahlen durch die Atmosphäre hindurch zurückzulegen haben, bedeutend größer ist, wenn die Sonne dem Horizonte nahe steht; je größer aber der Weg ist, den die Sonnenstrahlen in der Atmosphäre zurücklegen, desto mehr Licht und Wärme wird absorbiert werden.

Um annähernd die Wärmeabsorption in der Atmosphäre zu bestimmen, hat Herschel ein Instrument construirt, welches er Heliometer genannt hat. Pouillet gab diesem Instrumente folgende vervollkommnete Einrichtung.

Das cylindrische Gefäß *v*, Fig. 211, ist aus dünnem Silberblech gemacht; sein Durchmesser beträgt ungefähr 1 Decimeter, seine Höhe 14 bis 15 Millimeter, so daß es ungefähr 100 Gramm Wasser aufnehmen kann. In dem Gefäße befindet sich die Kugel eines Thermometers, dessen Röhre durch einen das Gefäß verschließenden Kork in eine hohle Metallröhre hineinragt; diese Metallröhre geht durch zwei Hülfsen bei *c* und *c'* so daß sie mit dem Gefäße *v* mittelst des Knopfes *b* beständig um ihre Aze gedreht werden kann; diese Umdrehung hat zum Zweck, das Wasser im Gefäße *v* in beständiger Bewegung zu erhalten, damit sich die Wärme in demselben möglichst gleichförmig verbreitet.