© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

hafte Färbung des damit imprägnirten Minerales oder Gesteines zu bewirken. Wir müssen es daher dem Chemiker überlassen, zu versuchen, ob es ihm gelingt, mit seinen reichen Hilfsmitteln, bei Anwendung grösserer Mengen, die Natur der unsere Kalksteine vorherrschend färbenden, wahrscheinlich organischen Substanz zu ermitteln, oder sie wo möglich in reinem concentrirten Zustand darzustellen. Meines Wissens ist diese Aufgabe bis dahin noch nicht gelöst worden. Man wird aber dann nicht bloss mit Säuren, sondern mit Weingeist, Aether und ähnlichen Lösungsmitteln operiren müssen.

Ueber die Bewegung der Gletscher.

Von

Prof. Peter Merian.

(Den 2. December 1874.)

Die Beobachtungen haben allseitig bewiesen, dass die Gletscher an den Rändern sich langsamer fortbewegen, als in der Mitte. Von Vielen wird es ebenso als ausgemachte Thatsache angenommen, dass die Fortbewegung der Gletscher, in Uebereinstimmung mit der Bewegung der fliessenden Gewässer, an der Oberfläche, und in geringen Tiefen stärker ist, als am Grunde, so dass die Geschwindigkeit von oben gegen unten allmählig eine geringere wird. Eine genauere Erörterung zeigt indess, dass diese Annahme eine unrichtige sein muss. Würden die obern Schichten schneller fortschreiten, so müssten die untern nothwendiger Weise an die Oberfläche emporkommen, es müsste eine

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Ueberwallung stattfinden, und Alles an der Oberfläche Befindliche müsste beim Fortschreiten in die Tiefe gerathen. Steinblöcke und Unreinigkeiten an der Oberfläche der Gletscher bleiben aber fortwährend beim Fortbewegen auf derselben, und werden schliesslich am untern Ende beim Abschmelzen des Eises abgeladen. Bei einem fliessenden Gewässer findet eine solche Ueberwallung statt. Die verschiedene Geschwindigkeit der Fortbewegung bringt das Wasser der Oberfläche in die Tiefe, und dasjenige des Grundes an die Oberfläche, woraus, wie die Beobachtung lehrt, die Gleichmässigkeit der Temperatur eines fliessenden Wassers oben und am Grunde hervorgeht. Das feste Eis leistet einem derartigen Ueberwallen der hintern Schichten über die vorliegenden Widerstand, und muss bewirken, dass die ganze Eismasse von unten bis oben im Allgemeinen mit gleichmässiger Geschwindigkeit vorrückt. Einzelne Unregelmässigkeiten in der Fortbewegung, veranlasst durch Erweiterung und Verengerung des Bettes, oder Vertiefung und Erhöhung des Bodens sind natürlicher Weise dabei nicht ausgeschlossen, da das Gletschereis diesen Ungleichheiten sich mehr oder weniger anschmiegt.

Die direkten Beobachtungen, soweit sie sich auf der Mitte der Gletscher können anstellen lassen, erweisen auch die Thatsache der gleichmässigen Fortbewegung von oben bis unten an einem gegebenen Punkte. Es geht daraus die Richtung der Querspalten hervor, welche senkrecht in die Tiefe geht, vorzüglich beweisen es aber die sogenannten Gletschermühlen, diese cylindrischen in die Tiefe gehenden Löcher im Eise, welche, wie alle Beobachter bemerken, in der Regel vollkommen vertikal stehen (s. z. B. Agassiz nouvelles études sur les Glaciers S. 345). Sie müssten gegen den obern Theil des Gletschers einfallen, wenn die höhern Schichten sich schneller fortbewegten, als die untern. Forbes, indem er diese allgemeine Vertikalität

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

anerkennt, glaubt daher, die Verzögerung der Fortbewegung erzeige sich erst in den untersten, dem Boden nahe liegenden Schichten des Gletschers, eine Annahme, die freilich auf keine unmittelbaren Beobachtungen sich stützt. Im Jahre 1842 liess Agassiz auf dem Aargletscher ein Loch in das Eis bohren (a. a. O. S. 421) bis in eine Tiefe von 60 Meter. Die Arbeit dauerte sechs Wochen. Man hatte mit mancherlei Schwierigkeiten zu kämpfen, und ungeachtet, der Natur der Sache nach, kaum anzunehmen ist, dass durch diese ganze Tiefe die Bewegung des Eises eine vollkommen gleichmässige ist, so wäre bei einem regelmässig langsamern Vorrücken der untern Schichten das Zustandebringen eines senkrechten Loches unter solchen Verhältnissen offenbar eine reine Unmöglichkeit. Agassiz (S. 88 und 345) fand in der Nähe des Hôtel des Neuchâtelois vollkommen vertikale Eislöcher von mehr als 100 Meter Tiefe, er glaubt selbst ein solches von 260 Meter ausgelothet zu haben. Nach seiner Annahme ist der Grund desselben vom Boden des Gletschers noch weit entfernt, indem er nach seiner Schätzung zu einer Gesammtdicke des Eises an dieser Stelle von 460 Meter gelangt. Offenbar ist aber diese Schätzung übertrieben. Er nimmt nämlich von dem untern Ende des Aargletschers eine gleichmässige Steigung des Bodens an, und gelangt dadurch bis zum Abschwung, in dessen Umgebung das fragliche Loch sich befindet, zu einer absoluten Höhe des Gletscherbodens von 2029 Meter über dem Meere. Da die Oberfläche des Gletschers an dieser Stelle 2490 Meter beträgt, so ergäbe sich die erwähnte Gesammt-Mächtigkeit von ungefähr 460 Meter. Im Allgemeinen wird jedoch die Neigung der Thäler gegen oben zu immer grösser, die muthmassliche Höhe des Gletschergrundes muss daher eine grössere sein als die angenommene, die Dicke des Gletschers daher eine geringere.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Wenn aus diesen Erörterungen sich ergibt, dass im Allgemeinen die Gesammtmasse der Gletscher vom Grunde bis zur Oberfläche mit gleichmässiger Geschwindigkeit vorrückt, so schliesst die allgemeine Regel Ausnahmen nicht aus. Solche Ausnahmen müssen sich namentlich an den Rändern ergeben, wo keine vorliegende Eismasse oder keine Felswand dem Ueberwallen der obern Schichten entgegentritt. Aus einer ungleichmässigen Bewegung der einzelnen übereinander liegenden Schichten erklären sich die Eismühlen mit treppenförmigen Abstürzen, statt mit senkrechten, wie es Regel ist. Solche Eismühlen bilden Hugi auf Taf. 3 seiner Alpenreise am Grindelwaldgletscher ab, und Sonklar auf Taf. 11 seiner Beschreibung der Oezthaler Gebirgsgruppe. Ein Blick auf die letztere Tafel zeigt die unregelmässige Zerrüttung der Gletschermasse an der fraglichen Stelle.

Zu den Ausnahmen der gleichmässigen Bewegung der Gesammtmasse des Gletschers gehören auch die Stellen, an welchen unmittelbare Beobachtungen das schnellere Vorrücken der obern Eisschichten dargethan haben. Dahin gehören diejenigen von Forbes im Jahre 1846 am Endabhange des Glacier des Bois im Chamounixthal (New Edinb. Phil. 1846 Oct. S. 417) von Martins in demselben Jahr, an einer Seitenwand des Grünberggletschers, einem der Zuflüsse des Aargletschers (Agassiz a. a. O. 522) von Tyndall im Jahr 1857 an einer hohen freien Wand des Glacier du Géant (Glaciers of the Alps S. 289) Beobachtungen solcher Art können der Natur der Sache nach nur an nach aussen freiliegenden Eiswänden angestellt werden. Es findet an solchen Stellen eine Ueberwallung der obern Schichten statt, welche mit den sie bedeckenden Steinblöcken in die Tiefe fallen, wie denn auch von den sämmtlichen Beobachtern grosse Schuttmassen am Fusse der Eiswände erwähnt werden. Würden an

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

diesen Punkten die Gletscher bleibend vorrücken, so müssten die heruntergestürzten Eisblöcke der obern Schichten von denjenigen der langsamer nachrückenden untern bedeckt werden, was im Innern des Gletschers, wo die vorliegenden Eismassen dem Ueberwallen der untern Widerstand darbieten, nicht möglich ist.

Nach der Forbes'schen Theorie der Zähflüssigkeit des Eises hat man alle Erscheinungen an fliessenden Gewässern auch bei dem Fortbewegen der Gletscher wahrnehmen wollen, also namentlich die langsamere Bewegung an den Rändern, als in der Mitte, und das angeblich verzögerte Fortschreiten der untern Schichten. Es ist indess von verschiedenen Seiten genugsam nachgewiesen worden, dass die leichte Zerspaltbarkeit und Zerreissbarkeit des Eises mit der Annahme einer Zähflüssigkeit nicht vereinbar ist. Eher wäre damit im Einklang der feste Zusammenhang zweier bei der Temperatur des Schmelzpunktes mit einander in Berührung kommender Eisstücke, welche bewirkt, dass beim Fortbewegen des Gletschers entstandene Spalten sich bleibend schliessen, und dass das Eis, ohne Zerreissungen zu zeigen, den Ungleichheiten der Umgebungen sich anschliesst. Bei meinem Besuche des Aargletschers im Jahre 1842 hat Agassiz mich darauf aufmerksam gemacht, dass zwei an einander gedrückte Eisstücke fest an einander haften. Ich habe diese Eigenschaft in meinem Aufsatze über die Theorie der Gletscher von 1842 (im 5. Hefte der Berichte der Basler naturforschenden Gesellschaft S. 156) erwähnt. Seither ist die Erfahrung gemacht worden, dass diese feste Vereinigung bei der blossen Berührung, ohne weitern Druck stattfindet, und dass diese Eigenschaft für die Erscheinungen am Gletscher von hoher Wichtigkeit ist, dass dieselbe aber keineswegs von einer Zähflüssigkeit des Eises bedingt wird (s. z. B. Tyndall a. a. O. S. 346).

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Es scheint mir demnach die Annahme gerechtfertigt, dass das Eis der Gletscher mit gleicher Geschwindigkeit sich fortbewegt, von dem Boden an, wo das abschmelzende Eis ein Fortgleiten bedingt, bis zu der Oberfläche. Die Geschwindigkeit ist nur verschieden, an den einzelnen neben einander liegenden Stellen, wo unter übrigens gleichen Umständen die grössere oder geringere Mächtigkeit der aufliegenden Eismasse einen grössern Druck nach abwärts bedingt, an jeder einzelnen Stelle bewegt sich aber die Eismasse von unten bis oben als ein Ganzes fort, und eine regelmässige Abnahme der Geschwindigkeit von oben nach unten findet nicht statt. Es kann das freilich nur im Allgemeinen wahr sein, denn wenn durch irgend welche Verumständungen der Druck nach irgend einer Richtung hin ein verschiedener wird, so wird nach derselben hin das Eis gedrängt werden. Es beweisen das schon die Anschwellungen des Eises an ein und derselben Stelle und das Zusammensinken, welches unabhängig von der Abschmelzung eintreten kann. Bei der Fortbewegung des Gletschers müssen durch Abschmelzen und durch das Zusammensinken der einzelnen Theile mancherlei Unregelmässigkeiten im Einzelnen sich ergeben, welche bei einem fortfliessenden Gewässer sich mehr ausgleichen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Basel

Jahr/Year: 1878

Band/Volume: 6_1878

Autor(en)/Author(s): Merian Peter

Artikel/Article: Ueber die Bewegung der Gletscher 292-294