**Zeitschrift:** Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

**Herausgeber:** Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

**Band:** 27 (1842)

**Artikel:** Vortrag über Gletscheruntersuchungen auf dem Aargletscher

**Autor:** Agassiz

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-89747

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

**Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 13.07.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch**

# Beilage IX.

Herr Prof. Agassiz hält einen mündlichen Vortrag über seine jüngsten Gletscher-Untersuchungen auf dem Aargletscher. Sie beziehen sich sowohl auf den physikalischen Theil der Frage, als auf den geologischen. In beiden Feldern ist in der letzten Zeit mancher Fortschritt gemacht worden. Hier soll nur von der Struktur des Eises und der durch dieselbe bedingten Art des Fortrückens die Rede sein.

Obgleich dieser Gegenstand in den bisher erschienenen Werken über Gletscher von vielen Seiten beleuchtet worden ist, so konnten gewissermassen doch nur die allgemeinen Verhältnisse der einschlagenden Thatsachen berücksichtigt werden; denn bedenkt man, wie schwierig es ist, Untersuchungen auf Gletschern, fern von den menschlichen Wohnungen anzustellen, und mit welchen Kosten und Mühen die geringsten Beobachtungen erkämpft werden müssen, so wird man sich nicht wundern, dass über manchen die Gletscher betreffenden Gegenstand noch Zweifel, und sogar grelle Meinungsunterschiede herrschen.

Nichts desto weniger hat es Hr. Prof. Agassiz unternommen die Gletscher einer genauen Analyse zu unterwerfen; zu dem Zweck hat er nach vielen frühern Excursionen in die meisten Gletscherregionen der Schweiz und kürzern Besuchen des Aargletschers bereits im Jahre 1841 mit mehrern seiner Freunde 6 Wochen lang auf dem Aargletscher sich niedergelassen; hauptsächlich damals in der Absicht, den Stand der Temperatur durch täglich wiederholte Messungen bei Tag und bei Nacht kennen zu lernen. Zugleich hoffte er mittelst Bohrversuchen den Grund des Gletschers erreichen zu können, um die Temperatur und das Verhalten des Eises auf dem Berührungspunkte desselben mit dem Felsen zu ermitteln. Man brachte es bis 140 Fuss tief, wo damals das Bohren unterbrochen werden musste wegen Mangel an Apparaten. Auch die Struktur des Firnes und des Schnees in den höhern Regionen wurde als eine Hauptaufgabe verfolgt, und zu diesem Zwecke Wanderungen auf die höchsten Spitzen unserer Alpen unternommen.

Alle diese Forschungen sind mit ausgebreitetern Mitteln und vollkommenern Instrumenten dieses Jahr von Neuem begonnen worden. Am 9. Juli begab sich Herr Prof. Agassiz mit seinen vorjährigen Begleitern Herrn Desor, Vogt und Nicolet, zu denen sich Herr Ingenieur Wild von Zürich gesellte, von Neuem auf den Aargletscher. Nebst den Untersuchungen über die Struktur und das Fortrücken des Gletschers ist man auch gegenwärtig beschäftigt, eine trigonometrische Karte des ganzen Gletschers aufzunehmen, welche bereits schon ziemlich weit vorgerückt ist.

Folgende sind nun die Resultate, welche bis jetzt gewonnen worden sind.

Was die Bewegung des Gletschers betrifft, so hatten im verflossenen Jahre (1841) bei ihrem Abziehen vom Gletscher Herr Prof. Agassiz und Herr Escher-von-der-Linth eine Reihe von Pfählen in der Nähe des Hôtel Neuchâtelois in das Eis gesenkt, aliniirt und in Verbindung mit 2 Fixpunkten am Ufer des Gletschers gebracht. Es sollte dadurch ermittelt werden, welcher Theil des Gletschers am schnellsten vorrücke. Zugleich war aber auch die Höhe des Eises durch Einschnitte in die Pfähle bezeichnet worden.

Als man in diesem Jahre (1842) den Stand der Pfähle untersuchte, fand man, was man kaum den frühern Angaben zufolge hätte erwarten sollen, dass die Mitte des Gletschers viel schneller vorgerückt war, als die Ränder. Von den 6 Pfählen, die die Querlinie über den Gletscher bildeten, und von denen drei auf dem Lauter-Aartheil und drei auf dem Finster-Aartheil standen, war auf dem Lauter-Aartheil der erste, der der Moräne zunächst gelegene um 254 Fuss vorgerückt. Ein zweiter auf der Stelle des Lauteraargletschers um 209, der dritte nahe am linken Ufer um 125 Fuss. Von den drei Pfählen auf dem Finsteraargletscher war der erste, welcher in der Mitte des Gletschers eingepflanzt war, um 269 Fuss, der zweite in der Nähe der ersten Seiten-Moräne um 225 Fuss, der dritte, mitten in den Seiten-Moränen des rechten Ufers, nicht weit vom Felsen, um 160 Fuss. Es ergibt sich daraus, dass der Stand der Bewegung einen Bogen darstellte, dessen Pfeilhöhe an der Mittel-Moräne liegt, und mithin ein Unterschied von 144 Fuss zwischen der Mitte und dem linken Rande, und von 109 Fuss zwischen der Mitte und dem rechten Rande des Gletschers. Dabei war auf dem Fin-

steraartheil das Eis um den äussern Pfahl herum um 4 Fuss 4 Zoll gesunken, um den zweiten Pfahl nach der Mitte zu um 5 Fuss 5 Zoll, und um den dritten um 6 Fuss 5 Zoll. Auf dem Lauteraargletscher stand der der Mittel-Moräne zunächst eingeschlagene Pfahl um 5 Fuss 2 Zoll höher. An den beiden andern hatte sich das in die Rinde eingeschnittene Zeichen verwischt, so dass von Anfang September 1841 bis Ende Juli 1842 eine Schicht von 5 Fuss, 4 Zoll, 5 Linien Mächtigkeit im Mittel, von der Oberfläche verschwunden war, und doch stand der Gletscher eher höher als niedriger.

Auch die Hütte, genannt das Hôtel Neuchâtelois, oder vielmehr der grosse Block, der der Hütte als Dach diente, dessen Vorrücken seit mehrern Jahren genau beobachtet worden, war in fast gleichem Verhältniss wie im verflossenen Jahre vorgerückt, nämlich vom 5. September 1841 bis zum 11. August 1842 um 207 Fuss. Ein ähnliches Verhältniss beobachtete man an einem andern grossen Granitblock, genannt die Hugihütte.

Hauptgegenstand der Aufmerksamkeit war ferner die Struktur des Eises, und insbesondere das Verhalten der blauen und weissen Bänder. Diese bänderartige Struktur zeigt sich besonders häufig in dem mittlern Theile der Gletscher, und ist hauptsächlich deutlich in der Nähe der Moräne; dagegen findet man nur geringe Spuren davon in der Nähe des Firnes, und ebenso verschwindet sie allmälig gegen das Ende des Gletschers. Man kann diese besondere Struktur nirgends deutlicher sehen als am Hôtel des Neuchâtelois. Man sollte fast glauben, das Eis bestehe hier aus riesenmässigen, senkrecht neben einander gelegten Glasplatten, von denen die einen durchsich-

tig und von schöner blauer Farbe sind, während die andern undurchsichtig und weisslich sind. Dieser Unterschied rührt davon her, dass die blauen Bänder sehr homogen sind und keine oder doch nur sehr wenige Luftblasen einschliessen, während die weissen Bänder mit Luftblasen angefüllt sind.

Den Umstand, dass die blauen Streifen vom Firne an immer breiter und häufiger werden, und dann wieder gegen das Ende des Gletschers verschwinden, muss man als wesentlich für die Erklärung eines so räthselhaft scheinenden Phänomens ansehen. Augenscheinlich entstehen diese blauen Bänder in demjenigen Theile des Gletschers, der am meisten mit Wasser getränkt ist. Nimmt man nun an, dass das Wasser, wie es höchst wahrscheinlich ist, beim Durchsickern durch die Masse des Eises in den obern Theilen des Gletschers stets mehr oder weniger denselben Weg folgt, so wird es sich bald eine Rinne ausgehöhlt haben. Ist diese nun mit Wasser angefüllt und das Wasser gefriert darin, so haben wir hiemit den ersten Anfang eines blauen Bandes, und in der That erscheinen die ersten Spuren dieser Bänder in der Nähe des Firnes nur als ganz kleine blaue Streifen oder Fäden. Ist einmal dieser Anfang gemacht, so läuft das Wasser von selbst den blauen Bändern entlang, und muss natürlich bei wiederholtem Gefrieren desselben das Band immer mehr erweitern. Dass es also das Wasser ist, das die blauen Bänder fortbildet, lässt sich kaum mehr bezweifeln, und zwar aus mehrfachen Gründen: Erstens hat nur das Wassereis diese blaue Farbe, während dagegen das eigentliche Gletschereis, das durch Umwandlung von Schnee in Eis entsteht, immer mit Luftblasen angefüllt,

und daher undurchsichtig ist. Auch ist alles Eis, das durch Gefrieren von Wasser in Löchern oder Spalten entsteht, immer blau. Nur über einen Punkt ist man bis jetzt, selbst auf dem Aargletscher, nicht ganz von gleicher Meinung, nämlich über das erste Entstehen der blauen Bänder, ob sie nämlich vom Wasser selbst gleichsam eingeschnitten werden, oder ob sie vorher schon bestehende kleine Spältchen einnehmen. Für letztere Ansicht scheint der Umstand zu sprechen, dass sie meist ganz geradlinigt sind, was mit dem unsteten Lauf des Wassers kaum vereinbar ist. Auch ist es leicht möglich, dass ein mehrfacher Ursprung vorhanden sei; wenigstens haben nicht alle blauen Bänder denselben Verlauf.

Dass aber die blauen Bänder es sind, welche das Wasser leiten, dass sie gleichsam die Adern des Gletschers sind, geht aus folgenden Versuchen hervor: Herr Prof. Agassiz hatte, um das Durchsickern des Wassers durch den Gletscher und das Circuliren desselben in den Haarspalten factisch nachzuweisen, Farbstoffe mit sich auf den Gletscher gebracht, namentlich ein Fässchen concentrirter Tinctur von Fernamboucholz. Es wurden an mehrern Stellen am Rande von Spalten in einer Entfernung von 2 bis 5 und mehr Fuss von der Spalte Löcher in das Eis eingegraben, und in jedes Loch ½ Maas gefärbte Flüssigkeit gegossen. Nach einer Stunde ungefähr sah man unterhalb eines der genannten Löcher die gefärbte Flüssigkeit an der Wand der Spalte hervorschwitzen, während bei den andern erst nach vier und zwanzig Stunden die Farbe an der Wand der Spalte zum Vorschein kam. Bei näherer Untersuchung zeigte sich, dass dasjenige Loch, welches in so kurzer Zeit sich ausgeleert hatte, in einem

blauen Streifen eingegraben worden war, während die andern in weissem Eise sich befanden.

Mit den Streifen muss man aber die Schichtung nicht verwechseln. Letztere ist zwar von mehrern Seiten geläugnet worden; und wenn man sie auch für die höchsten Regionen des Firns zugab, wo sie in der That unbestreitbar ist, so wollte man sie doch nicht für das eigentliche Eis gelten lassen. Herr Prof. Agassiz behauptet aber, an mehrern kleinern Gletschern, welche auf dem Grath, genannt Mieselen, am linken Ufer des Aargletschers liegen, deutliche Spuren von der Schichtung wahrgenommen zu haben. Die Schichten, anstatt wie die blauen Bänder parallel mit der Axe des Gletschers zu laufen, stehen im Gegentheil im rechten Winkel zu derselben, und sind mehr oder weniger concentrisch nach vorn gekrümmt. Sie unterscheiden sich ausserdem von der gebänderten Struktur dadurch, dass sie kein so helles, kein so durchsichtiges Eis unter der Oberfläche bedingen, und dass sie immer eine Sonderungsfläche darbieten, während bei den blauen Bändern das nicht statt findet, sondern im Gegentheil die Ränder der blauen Schichten mit denen der benachbarten weissen Schichten innig verschmolzen sind. Ausserdem findet man meist zwischen diesen Schichtflächen kleine Anhäufungen von Sand und Unreinigkeiten wie im Firn, ein weiterer Beweis, dass es wirklich Schichten sind. An dem grossen Gletscher sind diese Schichtungsverhältnisse bis jetzt*) noch nicht nachgewiesen worden.

---

*) Sie wurden im spätern Verlauf der Untersuchung in der ganzen Erstreckung des Gletschers beobachtet.
(Nachschrift.)

Auch die Bohrversuche sind von Neuem in diesem Jahre begonnen worden; dabei zeigt es sich jedoch, dass die Schwierigkeiten, auf die man stösst, grösser sind, als man anfangs dachte. Statt wie im vorigen Jahre mit eisernen Stangen zu bohren, wird gegenwärtig mit dem Seil gebohrt, wozu aber nicht weniger als 8 Mann nöthig sind. Anfangs geht es sehr schnell von statten, und es können mit Leichtigkeit 20 und 25 Fuss im Tag gebohrt werden. Die Aussicht bei Nacht zu bohren musste aber aufgegeben werden, weil Wasser ein wesentliches Erforderniss zum Gletscherbohren ist, insofern alsdann die durch den Bohrmeisel abgehauenen Eisstücke von selbst, vermöge ihres leichtern specifischen Gewichts an die Oberfläche kommen, und von dem Bach, der über das Bohrloch geleitet ist, weggeführt werden. Da aber mit Sonnenuntergang das Schmelzen an der Oberfläche des Gletschers aufhört, und alle Wasserriesel alsbald zu fliessen aufhören, so wird eben dadurch das Bohren nach Sonnenuntergang unmöglich.

Es wurden mehrere Löcher in verschiedenen Tiefen gebohrt, zu dem Zweck wiederholte Versuche über die Temperatur des Innern des Gletschers anzustellen. Jeden Abend wird in jedes der drei Hauptlöcher, von denen das eine 100 Fuss, das andere 50, und das dritte 25 Fuss tief, ein Bunten'scher Thermometrograph heruntergelassen, sorgfältig gegen den Zutritt der äussern Luft verwahrt, und am folgenden Morgen wieder herausgeholt. Die Ergebnisse derselben sind die nämlichen wie im verflossenen Jahre, d. h., sie variiren von 0 auf — 0, 2 à — 0, 3 C., wie auch die Temperatur auf der Oberfläche sein mochte. Manchmal, jedoch nur selten, fand man Morgens die Scheide

der Instrumente an der Eiswand angefroren; sie mussten alsdann mit warmem Wasser abgelöst werden.

Andere Bohrlöcher von verschiedener Tiefe dienen zur Messung des Quantum Wasser, das sich in bestimmten Zeiträumen darin aufhäuft. Es werden zu diesem Behuf jeden Abend die Bohrlöcher mit einem Bohrlöffel ausgeleert und an der Oberfläche vor jedem etwanigen Zufluss von Wasser verwahrt, und dann meist Morgens in der Frühe, ehe das Schmelzen beginnt, das während der Nacht aufgehäufte Wasser mit einer Schnur, an der ein Gewicht befestigt ist, gemessen. Immer findet man eine gewisse Quantität darin aufgehäuft, selbst wenn während der Nacht die Temperatur der Luft an der Oberfläche auf — 3 à — 4 gesunken ist. Aus den bisher gesammelten Beobachtungen ergibt sich, dass das Quantum Wasser in den verschiedenen Löchern ziemlich genau der Capacität derselben entspricht. Nur dann findet man eine Ausnahme, wenn das Bohrloch in ein blaues Band gesenkt ist, oder an ein solches anstösst; in diesem Fall ist die Quantität des aufgehäuften Wassers immer grösser.

Auch der Luftgehalt der verschiedenen Eisarten wurde analysirt, und es ergibt sich daraus, was man zum Voraus erwarten konnte, dass das blaue Eis, welches sich so sehr durch seine Durchsichtigkeit auszeichnet, weit weniger Luft enthält, als jedes andere. Am grössten ist der Luftgehalt im weissen Eis und im Schnee. Folgende Tabelle gibt das Mittel der von Herrn Vogt und Nicolet erlangten Resultate.

Unter einem Luftdruck von 21 Pariserzoll gaben

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Pfund | Firn, das in Eis überging | 1, 2 | Cub. | Lin. | Luft. |
| 1 | » | weisses Eis . . . . . | 0, 28 | » | » | » |
| 1 | » | blaues Eis . . . . . | 0, 02 | » | » | » |

1 Pfund blaues Eis aus der Galerie, eine Stunde von dem Hôtel Neuchâtelois gegen den Grimsel 0, 03 Cub. Linie Luft.

Ein ferneres Ergebniss der bisherigen Forschungen betrifft den Gehalt des Eises an fremden Substanzen; es ist bisher immer behauptet worden, sagt Herr Agassiz, das Gletschereis sei durchaus frei von Unreinigkeiten. Und ich selbst habe es so ausgesprochen. Um jedoch völlige Sicherheit darüber zu haben, liess ich Eisbrocken, welche das Wasser aus der Tiefe des Bohrloches heraufbrachte, und welche dem Anscheine nach ganz rein waren, in einen Kessel sammeln, und es ergab sich, dass 27 Litres (14 Maas) von diesem Wasser nicht weniger als 4, 1 Loth eines aus feinem Kieselsand bestehenden Residuums gaben; mithin, dass das Gletschereis durchaus nicht so rein ist, als man es gewöhnlich glaubt.

Die nächtliche Wärmestrahlung des Eises ist sehr bedeutend. Nur bei sürmischen Nächten zeigt sich kein Unterschied in dieser Hinsicht zwischen der Oberfläche des Eises und der Guffer. In klaren Nächten dagegen sinkt das Thermometer immer um 1 bis 2 Grad tiefer auf dem Eise als auf der Guffer. Es ist diess übrigens ein den gewöhnlichen Wärmestrahlungsgesetzen ganz entsprechendes Resultat, und wochenlange Beobachtungen haben es unbedingt bestätigt, obgleich Herr Hugi in seiner letzten Schrift über die Gletscher behauptet, die Temperatur der Guffer sei immer um ein Beträchtliches niedriger über der Guffer als über dem Eis.

Was die Luftblasen im Eise betrifft, so fand sie Herr Agassiz öfters mit einer Wasser-Area umgeben. Setzt man ein Stück unzersetztes Eis der Wirkung der Sonnenstrahlen aus, so sieht man augenscheinlich, wie diese klei-

nen Wasserscheibchen immer grösser werden und bisweilen einen Halbmesser von ½ Zoll erreichen. Die Luftbahn bewegt sich ganz frei in derselben, so dass sie immer nach oben strebt, wenn man das Stück Eis dreht. Diese Erscheinung erklärt Herr Agassiz für ein diathermantisches Phänomen, indem bekanntlich nach Melloni's schönen Untersuchungen manche Körper die Eigenschaft haben, Wärmestrahlen durchzulassen, ohne sich zu erwärmen, während in ihnen eingeschlossene Körper die Wirkung der Wärme deutlich zu erkennen gaben.

Zum Verständniss dieser Thatsachen ist Herr Agassiz bemüht, seinen Vortrag durch vielfache Zeichnungen an der Tafel anschaulicher zu machen.

---