
ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1821, ZEHNTES STÜCK.

I.

*Gegen-Bemerkungen über die von Hrn Toussaint
von Charpentier aufgestellte Erklärung des Vor-
wärtsgehens der Gletscher,*

VON

ESCHER, Linth-Präsidenten; *)

mit einigen nachträglichen Bemerkungen von Gilbert.

Herr Bergrath Toussaint von Charpentier, in Schlessien, hat in seiner Reisebeschreibung durch die Schweiz und Italien, die von Benedict de Saussure zuerst umfassend entwickelte Naturgeschichte der Gletscher zu widerlegen gesucht, und dagegen eine neue Erklärung über das Vorwärtsgehen der Gletscher aufgestellt. Diese neue Erklärung [hatte er schon zuvor in einer Vorlesung vorgetragen, welche er in einer naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Breslau hielt, und

*) Es ist dieses der in St. 5 S. 101 in dem Briefe des Hofr. Horner in Zürich erwähnte, eben so interessante als belehrende Aufsatz, aus dem Mai-Blatte der erwähnten Zeitschrift. G.

diese ist im Auszuge] ohne weitere Prüfung in Gilbert's Annalen der Physik [J. 1819 St. 12. od. B. 63 S. 388] aufgenommen worden, und aus ihnen in den Naturwissenschaftl. Anzeiger der allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften übergegangen. Es dünkt mir daher nun doch Zeit zu seyn, diese neue Gletscher - Theorie etwas genauer zu prüfen, und diese Prüfung dem Publikum mitzutheilen *).

Hr. Touss. von Charpentier erkennt die von Saussure so deutlich erklärte Vorwärts-Bewegung der Gletscher an, welcher sonst auch schon von flüchtig beobachtenden Reisenden ganz widersprochen worden ist, und giebt zu: „dass sie mit ihrem Wachsthum (oder „ihrer Nahrung) in innigem Verhältnisse stehe, und „eine Folge davon sey.“ Saussure, Kuhn, Ebel und andere schweizerische Naturforscher, suchten den Grund dieses Vorrückens der Gletscher aus höheren ganz vergletscherten Thalern in die tiefern, bewohnten Thalgrün-

*) Als ich Hrn Bergrath von Charpentier's Vorlesung, um sie für die Annalen zu benutzen, von ihm erhielt, war ich eben mit dem Aufsätze des Pater Biselx, Prior des Hospices auf dem St. Bernhardsberge, „über den Schnee, die Lauwinen und die Gletscher in den Alpen etc.“ beschäftigt, welcher, mit einigen Zusätzen von mir, im Jahrg. 1820 St. 2, od. B. 64 S. 183 erschienen ist, und an den meine Leser seitdem oft erinnert worden sind, da er Veranlassung gegeben hat zu Hoffr. Parrot's öffentlichem Aufruf zum Besten dieses Hospizes, über dessen dankbare Aufnahme weiterhin mehreres vorkommen wird. Ich versparte damals alle Bemerkungen und Erörterungen über die vorgetragenen Meinungen für den Aufsatz des Pater Biselx, und bedauere es, dass der Herausgeber des Allgemeinen Schweiz. naturwiss. Anzeigers meine Zusätze zu der Erklärung

de der Alpen herab, darin, daß die Gletscher jährlich anwachsen durch den auf sie aus der Atmosphäre herabfallenden Schnee, und durch die Schnee-Lauwinen, welche von den steilen, sie umgebenden Gebirgen auf sie herabstürzen; daß aber die innere specifische Wärme der Erde diesem Anwachsen entgegen wirke, indem sie die Gletscher an ihrer untern Fläche aufthaut. Dadurch bilden sich Höhlungen in der Eismasse, die hin und wieder einstürzen, und durch dieses Einstürzen einen Seitendruck erzeugen, welcher den ganzen Gletscher, oder doch die nächsten äußern Theile desselben vorwärts bewegt; da dann auf abhängigem Grunde, die nach unten zu liegenden Theile am ersten nachgeben, und so nach und nach Thal-abwärts getrieben werden.

Nun behauptet aber Hr. Touss. von Charpentier: „solche Einbrüche oder Einstürzungen der Gletscher-Massen in ihr inneres ausgehöhltes Bett, habe noch kein Mensch je wahrgenommen. Ueberdem könne „der Seitendruck, der daraus entstände, unmöglich so

des Priors Biselx von dem Vorrücken der Gletscher, (welche dieselbe ist, die Hr. von Charpentier vorträgt und Hr. Staatsrath Escher hier befreitet), nicht eben sowohl, als Hr. von Charpentier's Vorlesung in sein schätzbares Blatt aus diesen Annalen übertragen hat, ja ihrer nicht einmal gedenkt. Ich glaube in diesen Zusätzen die Pflichten des Herausgebers eines wissenschaftlichen Werkes, wie das gegenwärtige, an welche Hr. Escher mich entfernt zu erinnern scheint, erfüllt zu haben, indem ich die Hypothese, die mich anzog, in meinen Anmerkungen zu dem Biselx'schen Aufsätze nach Gründen der Physik erörterte, welche wohl einige Berücksichtigung, selbst in dem Falle verdient hätten, daß ich mich in meinen Ansichten geirrt haben sollte.

Gilbert.

„groß seyn, daß er einen ganzen Meilen - langen Gletscher vorwärts zu schieben vermöchte. Selbst die „mächtigsten Gletscher hätten schwerlich über 800 Fuß „dickes Eis; sollte also auch das auf der Gletscher-Basis „fließende und vom Abthauen der untern Seite der „Gletscher unterhaltene Wasser solche Höhlungen bilden, daß das darüber befindliche Eis einstürzen müßte, so würden doch in den meisten Fällen dadurch „nicht einmal bis zur Oberfläche des Gletschers her- „ausgehende Tagbrüche entstehen. Der dadurch erzeugte Seitendruck könne auch nur unbedeutend „seyn, und unmöglich hinreichen, den Gletscher, ja „nur einigermaßen bedeutende Theile desselben, vor- „wärts zu bewegen.“

Hierüber habe ich nun folgendes zu bemerken. Wenn Hr. Touss. von Charpentier keine unterhöhlten Gletscher sah, so müssen seine Beobachtungen nicht weit gegangen seyn, da doch die äußersten Theile dieser Eisgewölbe sich an den meisten Gletscher-Enden zeigen. Auch scheint Hr. von Charpentier wenig über die Gletscher gelesen zu haben, sonst wäre ihm doch wenigstens bekannt: daß einst eine Gesellschaft von Genfern unter das berühmte Gletscher-Gewölbe der Arveronde im Chamouni-Thal ziemlich tief hineindrang, und da die Unvorsichtigkeit beging, eine Pistole loszuschießen, worauf das prächtige Eisgewölbe zusammenstürzte, und einige Personen erschlug, andere verliümelte †). Eben so bekannt ist das Abenteuer des Wirths von Grindelwald, der hoch im Gletscher-

†) Siehe die erste meiner nachträglichen Bemerkungen am Ende dieses Aufsatzes, S. 126. *Gilb.*

Thale durch eine Eispalte bis auf den Boden, auf welchem der dortige Gletscher liegt, herabstürzte, und durch den Lauf des unter den Eishöhlungen forttriefenden Wassers geleitet, unter diesen unregelmäßigen Eisgewölben Stunden-lang durchkroch, und so endlich an der äußern Oeffnung dieser Gewölbe auf einer hohen Felsenwand wieder an das Tageslicht kam und sich retten konnte ††).

Die unregelmäßige aber immer fortwirkende Unterhohlung der Gletscher durch die specifische Wärme der Erde, ist eine Thatfache, die Niemand leugnen wird, der die Gletscher mit einiger Umsicht beobachtete. Und eben so unleugbar ist das öftere theilweise Einsinken der unterhöhlten Gletscher-Massen, und die dadurch entstehende Zerspaltung des Eises der Gletscher. Diese Spalten durchsetzen sehr häufig die ganze, mehrere hundert Fuß dicke Eismasse, und zeigen sich dann als graue Tagbrüche auf der Oberfläche des Gletschers †††).

Ganz richtig bemerkt Hr. von Charpentier: „daß „keine Ausdehnung des Gletscher-Eises durch die „Erwärmung im Sommer Statt habe;“ behauptet aber dagegen: „die Gletscher werden am meisten im Frühjahre vorgeschoben, zur Zeit wenn Regen fällt und „der Schnee schmilzt, auch im Innern der Gletscher „noch die meiste Kälte ist. Alsdann entstehen die häufigsten und stärksten Zerspaltungen und füllen sich „die Spalten am schnellsten mit Wasser, das wieder

††) Siehe ebendaf. Bemerkung II. G.

†††) Siehe ebendaf. Bemerkung III. G.

„zu Eis friert, die Masse auseinander treibt, und mit „heftigem Knallen neue Spalten bewirkt.“

In dieser Art des Wachsthums der Gletscher liegt, nach Hrn Touss. von Charpentier's Meinung, auch allein die Ursache ihres Vorwärts-Treibens und der Bewegung ihrer Enden Thal-abwärts, und alle Erfahrungen sollen beweisen: „dass die Gletscher sich auf „diese Art, durch das Gefrieren des in ihre Spalten hin- „eingedrungenen Wassers, von Innen heraus vergrößern, und von Innen heraus ihre Masse vermehren.“ Gewiss hat Hr. von Charpentier diese allerdings neue Idee über die Nahrung der Gletscher und ihren Wachsthum von Innen heraus, nicht während seiner Gletscher-Reisen, sondern erst in seiner Studirstube, sich entwickelt, als er nicht mehr im Fall war einige prüfende Beobachtungen auf den Gletschern selbst anzustellen. Es ist nämlich eine allgemein bekannte Thatsache, dass das Gletscher-Eis, eine von gefrorenem Wasser mehr und minder durchdrungene Schneemasse, und daher körnig, undurchsichtig, und von demjenigen Eis, welches aus ruhig stehendem gefrierenden Wasser entsteht, sehr verschieden ist. Wenn sich also das Wasser im Frühjahr in Gletscher-Spalten hineinzöge und in ihnen gefröre, Hrn von Charpentier's Meinung entsprechend, so würde sich das in ihnen entstehende Eis von dem gewöhnlichen Gletscher-Eise sogleich durch Klarheit, Dichtigkeit und muschligen Bruch unterscheiden, und wir müßten also zweierlei Eis in unsern Gletschern haben. Aber hiervon weiß kein Naturforscher der Alpen etwas, und sicher hat auch Hr. von Charpentier keine solchen, aus gefrorenem Wasser entstandenen dichten Eismassen auf un-

fern Gletschern gesehen. Bis man uns dieses Eis, welches also keilförmig die übrige Gletscher-Masse häufig durchschneiden müßte, vorgewiesen haben, können wir Hrn Touss. von Charpentier's neue Gletscher-Theorie nicht annehmen, sondern wir werden uns bis dahin an die von Saussure aufgestellte, auf vieljährige Beobachtungen gegründete Erklärung halten müssen +++)).

Mehr noch: Da die Spalten in den Gletschern, durch das Einsinken ihrer durch die Wärme der Erde entstandenen unterhöhlten Abtheilungen, bewirkt werden, so sind die meisten Spalten, welche sich auf der Oberfläche der Gletscher zeigen, durchgehend, und also unten offen; das in sie stürzende Wasser bleibt daher nicht in ihnen stehen, sondern vereinigt sich mit den unzähligen Bächen, welche unter dem Gletscher fortströmen. Außer diesen offenen Spalten sieht man auf der Oberfläche der Gletscher auch lange, ziemlich tief in die Eismasse eingeschnittene Bäche, die aus dem Zusammenfluß von Regen- und Schnee-Wasser entstehen, welches sich durch seine etwas größere Wärme in die Gletscher-Masse sehr langsam einschneidet; es fließt aber in diesen kleinen Eisbetten nur bis zu einer offenen Spalte hin, und stürzt in diese bis auf die Unterlage des Gletschers herab. Auch finden sich zuweilen kleinere und größere Vertiefungen auf der Oberfläche der Gletscher, die sich mit Wasser füllen und oft dünn überfrieren; aber auch diese Vertiefungen dringen nicht tief in die Gletscher-Masse hinein, und sind im Verhältniß gegen sie durchaus unbedeutend.

Der Graf Rumfort hat uns auf eine sehr sinnreiche Art bewiesen, daß diese sehr kleinen Wassertrichter sich im Eile vertiefen, ehe sie gänzlich zufrieren *). Da nämlich das Wasser seine größte Schwere erreicht, wenn es noch einige Grade über dem Gefrierpunkte steht; so sinken die an der Oberfläche auf diesen Wärme-Grad gebrachten Wassertheilchen zu Boden, und bringen auf die Grundfläche etwas Wärme mit, durch die sie dort etwas Eis schmelzen, worauf das kälter und dadurch leichter gewordene Wassertheilchen wieder empor steigt, und den andern nur etwas wärmern und schwerern in der Tiefe Platz macht. Auf diese Art entsteht eine fortwährende Bewegung im Wasser, die bei nicht sehr kalter Temperatur der Atmosphäre solche kleine Wasser-Behälterchen, die oft nur 1 bis 2 Zoll Durchmesser haben, eher vertieft als gefrieren macht.

Hr. Touss. von Charpentier macht noch die Bemerkung: „daß wenige Kubikzoll Wasser, die zum „Gefrieren gebracht werden, gezogene Büchsen-Röhren und starke eiserne Bomben sprengen können, daher man auf die ungeheure Gewalt obiger Ausdehnung des in den Gletscher-Spalten gefrierenden „Wassers schließen könne, wodurch also das Vorwärtstreiben der Gletscher überhaupt erwiesen werden soll.“ Es ist freilich richtig, daß durch gefrierendes Wasser gezogene Büchsen-Röhren und die stärksten Bomben zer Sprengt werden können, aber zu diesem Experiment müssen die Büchsen und Bomben sehr fest zugeschraubt seyn, sonst dringt das gefrieren-

*) Diese *Annal.* Jahrg. 1800 St. 00 B. 00 S. 000.

de Wasser durch die Oeffnung heraus, und höchstens zer Sprengt es offene gläserne Flaschen. Nun wären aber jene unten geschlossenen Gletscher - Spalten, in welche im Frühjahr das Wasser hineindringen und gefrieren soll, oben offen. Und selbst wenn auch eine mehr oder minder starke Eisdecke sie oben schloesse, so ist doch wohl einleuchtend genug, daß diese Eisdecke viel leichter nachgeben würde, als die ungeheuren Seitenwände dieser keilförmigen Eisspalten, und daß daher das in denselben gefrierende Wasser nie diese Eiswände aus einander treiben, sondern die unbedeutende Eisdecke derselben erheben und spalten, und sich so den erforderlichen Raum verschaffen würde *).

Höchst wahrscheinlich ist Hr. Touss. von Charpentier durch einige Erscheinungen, welche er als Beweise für seine Theorie und Erklärungsart des Vorrückens der Gletscher anführt, irregeführt worden, welche zwar in einzelnen Gletscher - Abtheilungen allerdings Statt haben, dagegen aber irriger Weise auf die Gletscher überhaupt ausgedehnt wurden. Es ist nämlich, wie Hr. von Charpentier bemerkt: „eine ganz unleugbare, völlig richtige und recht merkwürdige,“ nicht aber „eine noch wenig gekannte,“ sondern eine schon von Saussure gemachte Wahrnehmung, daß feste Körper, und namentlich Steine, die in Gletscher-Spalten fallen, aber den Grund, auf dem der Gletscher gelagert ist, nicht erreichen, sondern in der Kluft wie eingeklemmt stecken bleiben, sich nach Verlauf einer gewissen Zeit (nach Jahren) wiederum auf der Oberfläche des Gletschers zeigen, jedoch an einem Orte, der weiter

*) Siehe meine nachträgliche Bemerkung V. G.

Thal-abwärts, als diejenige Stelle befindlich ist, an welcher der feste Körper in die Spalte fiel. Es ist ebenfalls richtig: „daß bei Gletschern, die, wie der „Lauteraar-Gletscher, auf weniger geneigtem Untergrunde liegen, und daher minder zerklüftet und „minder in **schroffe Eischollen** und **hochaufgethürmte Eisstücke** zertrümmert sind, auf dem vordern „Theile des Gletschers **große Steine**, auf pyramidalen Eissäulen ruhend, zeigen. Denn indem das „Eis in der Nähe dieser großen Steine nach und nach „wegthaut, bleibt es unter ihnen gefroren, so daß es „endlich einen solchen pyramidalen Fuß darstellt.“

Diese Erscheinungen von Steinen, welche auf etwas erhöhten Eis-Pyramiden liegen, und von Steinen, die in Gletscher-Spalten gestürzt, darin hängen geblieben, und auf der Oberfläche der Gletscher wieder erschienen sind, haben allerdings Statt, und beweisen ganz richtig, daß an diesen Stellen die Gletscher-Masse nicht durch den Schnee der Atmosphäre und die Schnee-Lauwinen der benachbarten Gebirge ihre Nahrung erhalten. Aber diese Erscheinungen haben auch nicht in den höchsten langen Eisthälern Statt, sondern nur in den *äußern und tiefern Abhängen der Gletscher*, wo wir diese Eismassen in Regionen herabgeschoben finden, die unter der ewigen Schneegrenze liegen. In diesem wärmern Climate schmilzt der Gletscher nicht bloß durch die innere Wärme der Erde an seiner untern Fläche ab, sondern es thauet auch seine der Sonne, dem Regen und der wärmern Luft-Temperatur ausgesetzte Oberfläche auf, und daher werden solche Gletscher von oben wie von unten vermindert, und würden bald ganz verschwinden, wenn nicht

durch das Herab-Rutschen der höher hinauf befindlichen Gletscher-Masse ihre Erneuerung Statt hätte.

Es bleibt also keine Erscheinung in den Gletschern zur Unterstützung der neuen Theorie des Hrn Touss. von Charpentier über das Vorwärtsgelien der Gletscher übrig; im Gegentheile sind alle Erscheinungen, die sich bei den Gletschern zeigen, dieser Theorie entgegen. In Höhen, welche 8500 Fuß über das Meer empor steigen, schmilzt der jährlich fallende Schnee, selbst auf Felsen oder Dammerde, nur in ausgezeichnet günstigen Lagen in warmen Jahren weg. Derjenige Schnee hingegen, welcher in noch beträchtlichen Höhen auf die Gletscher fällt, thauet nur in geringer Menge auf, und die in die vergletscherten Thäler herabglicsenden Schnee-Lauwinen häufen sich jährlich übereinander. Es würden daher diese Gletscher bald die obersten Kanten ihrer Seitengebirge erreichen, wenn nicht die innere Wärme der Erde sie an ihrer untern Fläche abschmelzte, und so die Unterhöhlungen und Einsenkungen bewirkte, durch welche das Gleichgewicht in der Gletscher-Masse, zwischen der oberflächlichen Anhäufung oder Nahrung und dem unterirdischen Abfluß bleibend unterhalten wird. Dadurch allein wird der Abfluß der Quellen aller Ströme unter den Gletschern hervor, bewirkt, welcher auch im Winter ununterbrochen Statt hat, und durch Hrn Touss. von Charpentier's Theorie nicht erklärbar ist. Nur da, wo diese hohen vergletscherten Längen-Thäler der Alpen durch Quer-Thäler geöffnet sind, oder wo vergletscherte Hochgebirge ihren Fuß bis in tiefere Thäler erstrecken, wird die hochaufgethürmte Gletscher-Masse über die steilen Abhänge in die tieferen, unter

der ewigen Schnee - Grenze liegenden Thäler herabgedrängt, und durch eigene Schwere vorwärts gehoben, und hier schmelzt sie an ihrer untern Fläche ununterbrochen, an ihrer obern Fläche aber nur während der wärmern Jahrszeit ab. Diese tief herabgedrängten Gletscher sind es hauptsächlich, welche oft eine Reihe von Jahren hindurch immer mehr vorwärts gedrängt werden, während einer folgenden Reihe von Jahren dagegen so stark abschmelzen, daß sie sich wieder zurückziehen. Dieses Wachsen und Abnehmen der tiefsten Gletscher - Enden ist aber nicht immer mit der Wärme der Jahrgänge im genauen Verhältnisse. Oft werden in wärnern Jahrgängen in den höhern Gletschern die Seiten - Ränder der Gletscher - Massen stärker abgeschmolzen, und dadurch wird dann derjenige Theil des Gletschers, der sich an der Ausmündung eines Quer - Thals befindet, leichter vorwärts gedrängt, und so in größern Massen in die tiefern Thäler herabgeschoben. Es verlängern sich daher oft in denselben Jahren einige Gletscher - Arme, während andere ganz nahe liegende sich verkürzen. Vermittelt dieser Ausflüsse der Gletscher - Massen aus den höhern vergletscherten Längen - Thälern, durch die sie abhängigen Quer - Thäler in die tiefern wärmern Regionen herab, wird der Wirkung der specifischen Wärme der Erde auf die untere Fläche der Gletscher noch nachgeholfen. Sie selbst ist in den höchsten Regionen nicht immer genügend, um das Gleichgewicht zwischen dem äußern Wachsthum der Gletscher - Massen und dem untern Abschmelzen derselben vollständig zu erhalten.

Durch diese einfachen Hülfsmittel bewirkt die Na-

tur in unsern Alpen die gleichförmige Erhaltung der Gletscher, damit sie in der großen bewundernswürdigen Kette des Kreislaufs der Gewässer über die Oberfläche der Erde und durch unsern Dunstkreis, als ewig unverfügbare Quellen der größten Ströme unsers Erdtheils dienen mögen.

Escher, Linth-Präsident.

Nachträgliche Bemerkungen

von Gilbert.

Ich würde ein misliches Geschäft übernehmen, wenn ich hier als Widersacher einer Erklärung das Vorschreiten der Gletscher betreffend, auftreten wollte, welche Naturforscher von solcher Kenntniß und Umsicht, und in den Alpen so einheimisch, als Benedict von Saussure und Hr. Linth-Präsident Escher, zu Urhebern hat, und für welche Letzterer hier mit der Ueberzeugung redet, die aus unmittelbarer und mannigfaltiger Anschauung hervorgeht. Meine Absicht bei diesen Bemerkungen ist bloß zu versuchen, ob sich die Ansicht der Hrn Biselx, Charpentier (und, irre ich mich nicht, auch des Hrn Straßenbaumeisters Venetsch im Walliserlande) gegen die Gründe, die ihnen Hr. Escher entgegen setzt, nicht sollte aufrecht erhalten lassen. Die Natur erreicht ihre Zwecke häufig auf mehrerlei Wegen; geht auch die Hauptsache bei dem Vorwärts-Rücken der Gletscher so vor, wie Hr. Escher dieses schildert, so könnte doch vielleicht der Hergang, wie ihn die Genannten sich denken, hierzu mitwirken, und in einzelnen Fällen vielleicht den Erfolg hauptsächlich hervorbringen, wenn er anders mit den Einrichtungen der Natur, (welches hier die Frage seyn soll) besteht.