

Aussehen den heutigen Pyrenäen gleichen. Weil die heutigen Gletscher bei ihrem oscillatorischen Rückwärtsschreiten keine Becken hinterlassen, spricht man denselben die Fähigkeit ab, Gesteinsbecken anzuschnürfen; aber „das heisst von einem Flusse verlangen, dass er nach jeder Ueberschwemmung ein Thal gebildet haben soll“. Nicht in dem Oscillationsgebiete eines Gletschers — dem Analogon des Inundationsgebietes eines Flusses — löst sich dieses Problem, sondern in eisfrei gewordenen Gebieten, „und darin, jüngst ein solches geworden zu sein, besteht die grosse Bedeutung der Pyrenäen für die wichtige Frage der Glacialerosion“.

(A. Böhm.)

**A. Heim.** Handbuch der Gletscherkunde. Stuttgart 1885. 8°, 560 Seiten, mit zwei Tafeln und einer Karte.

Dem Erscheinen des nunmehr vorliegenden neuesten Werkes des rühmlichst bekannten Schweizer Geologen wurde mit grosser Spannung und mit den höchsten Erwartungen entgegengesehen; entbehrte doch die sonst so reichhaltige und besonders in neuester Zeit so sehr geförderte Gletscher-Literatur seit verhältnissmässig langer Zeit eines zusammenfassenden Werkes, welches unser gesamtes Wissen von den Gletschern in einheitlicher Weise zur Darstellung bringt; denn seit Mousson's schönem Buche „Die Gletscher der Vorzeit“, Zürich 1854, war kein bemerkenswertheres ähnliches Werk über Gletscher mehr erschienen. Dazu kommt, dass der Verfasser, in einem so gletscherreichen Lande lebend, es schon früher verstanden hat, den Namen, den er sich auf allgemein-geologischem Gebiete erworben, auch auf dem engeren Felde glacialer Forschung zu Klang und Geltung zu bringen, so dass er mit vollem Recht an die schwierige Aufgabe herantreten durfte, deren Lösung in dem „Handbuch der Gletscherkunde“ angestrebt wird.

Das Werk gliedert sich in zehn Abschnitte, in welchen der Reihe nach die Lawinen, die Gestalt der Gletscher, die Ernährung und das Material der Gletscher, die Bewegung der Gletscher, die Auflösung der Gletscher, die Theorie der Gletscherbewegung, die Trümmer der Gletscher, die geographische Verbreitung und die klimatischen Bedingungen der Gletscher, die Schwankungen im Stande der Gletscher in historischer Zeit und die Gletscher der Vorzeit behandelt werden.

In der Einleitung werden die Ursachen der Temperaturabnahme nach Meerhöhe und Polhöhe, sowie deren Betrag erörtert und allgemeine Betrachtungen über die Schneeregion und die Bedeutung von Lawinen und Gletschern gepflogen.

Der erste Abschnitt ist speciell der Betrachtung der Lawinen gewidmet, welche, ebenso wie auch die Gletscher, ein „wesentliches Moment zur Ausgleichung des Klimas der verschiedenen Höhenregionen und Jahreszeiten“ repräsentiren.

Der zweite Abschnitt beschäftigt sich mit der Gestalt der Gletscher.<sup>1)</sup> Ein alpiner, skandinavischer und grönländischer Vergletscherungstypus wird unterschieden. Die beiden ersteren Typen sind vornehmlich durch den orographischen Bau des Gebirges bedingt, der letztere, das Inlandsis, ist hingegen von diesen in erster Linie quantitativ verschieden. Durch Abnahme der Vergletscherung würde der grönländische Typus je nach der Bergunterlage — Ketten- oder Plateaugebirge — entweder in den alpinen oder in den norwegischen Typus übergehen. Bei den Alpengletschern sind sowohl die Eisströme als auch deren Nährgebiete, die Firnmulden, scharf individualisirt, während bei den norwegischen Gletschern dies nur bezüglich der ersteren der Fall ist, deren stets mehrere einem gemeinsamen Firnreservoir entspringen.<sup>2)</sup> — Nach einer Betrachtung über regenerirte Gletscher und über Gletscherseen folgen Angaben über die Dimensionen speciell der alpinen Vergletscherung. Hier wird als der tiefstgehende Gletscher der Ostalpen der Mittelberggletscher in der Oetzthaler Gruppe angeführt;

<sup>1)</sup> Zur Synonymik (pag. 39) sei bemerkt, dass in Kärnten die Gletscher nicht „Kess“ oder „Käss“, sondern „Kecs“ heissen, und dass dieser Ausdruck auch in dem salzburgischen und tirolischen Antheil der hohen Tauern, sowie auch im Zillertale üblich ist. Die Bezeichnung „Kahr“ für Gletscher findet sich in den Tauern nicht vor, es beruht dies jedenfalls auf einer irrigen Auffassung und Verallgemeinerung des localen Namens „Fischer Eiskar“.

<sup>2)</sup> Dies gilt jedoch nur für die an der Küste gelegenen grossen Plateaugletscher von Folgefjord, Justedal u. s. w., keineswegs jedoch für alle oder auch nur für die Mehrzahl der norwegischen Gletscher. Nach dem Innren des Landes zu tritt der Plateau-Charakter des Gebirges etwas zurück und dort findet man in den Horunger Bergen, in der Umgebung des Tyin- und Bygdin-Sees, sowie in der Gruppe des Galdhöppig Gletscher, welche ganz unseren alpinen gleichen und so wie diese auch mit prächtigen Oberflächenmoränen versehen sind.

dessen Zunge bis auf 1740 Meter herabreiche. Diese Angabe rührt jedoch noch aus älterer Zeit her, während später (1856) das Gletscherende von Sonklar zu 1834 Meter bestimmt wurde. Hingegen fand Lipold (1843) die Ausgangshöhe des Floitenkees in der Zillertaler Gruppe zu 1549 Meter, Sonklar (1865) zu 1640 Meter und gegenwärtig beträgt dieselbe 1800 Meter, während der Mittelbergferner zur Zeit bereits in 1850 Meter sein Ende findet. Das Floitenkees ist also derjenige Gletscher, welcher in den Ostalpen am tiefsten zu Thal steigt.

In dem Abschnitte über die Ernährung und das Material der Gletscher kommt der Verfasser an Hand mitgetheilte Tabellen zu dem Resultate, dass in den Alpen die jährliche Ernährung eines Gletschers auf der ganzen Sammelfläche im Mittel einer Schichte von wenigstens zwei Meter Firnschnee oder 1 Meter Firneis betrage und dass das Maximum des jährlichen Schneefalles wahrscheinlich in den unteren Theil der Schneeregion falle. Bei der Aufzählung hoch gelegener meteorologischen Beobachtungsstationen und dem Hervorleben des Mangels an solchen in den Ostalpen hat der Verfasser den Bestand der vorzüglich eingerichteten Observatorien am Hochobir und Wendelstein, sowie der kleineren Stationen am Radhausberg, auf der Schmittenhöhe und am Untersberg übersehen. Der Uebergang von Hochschnee zum Firn und von diesem zu Firneis und weiterhin zu Gletschereis ist sehr anschaulich geschildert. Das Gletschereis wird als ein „körniges Aggregat von Eiskrystallen“ erkannt, „in gleicher Weise, wie der Marmor ein solches Aggregat von Kalkspathkrystallen ist“.

Diese Krystallstructur, welche den Gletscherkörnern entspricht, geht durch die ganze Masse des Gletschers hindurch. Die Ausführungen über die Bandstructuren der Gletscher würden durch Beigabe einiger erläuternden schematischen Skizzen für den Nichtfachmann sehr an Deutlichkeit gewonnen haben.

Die Bewegung der Gletscher bildet den Vorwurf des folgenden Capitels. Die Thatsachen der Bewegung werden unter Anführung älterer und neuerer Messungsergebnisse dargelegt, wobei auch bisher noch nicht publicirte Resultate der grossen Rhonegletscher-Vermessung verwertet werden konnten. Bei dem Vergleich der Gletscherbewegung mit jener eines Flüssigkeitsstromes gelangt der Verfasser aus den Folgen dieser Bewegung in Spalten und Structur zu dem Schlusse, dass der Gletscher sich auf Druck stets plastisch, auf Zug hingegen stets spröde verhalte und sonach die Eigenschaften von dickflüssigen Massen besitze, bei denen die innere Reibung grösser ist, als die Cohäsion, im Gegensatze zu den zähflüssigen Massen, bei welchen das Umgekehrte stattfindet.

In dem der Auflösung der Gletscher gewidmeten Abschnitte sind besonders die Erörterungen der vielumstrittenen Frage nach der Abschmelzung der Gletscher durch die Erdwärme von Interesse. Durch theoretische Reflexionen wird als wahrscheinlich erkannt, dass bei mächtigen Gletschern eine solche Abschmelzung von unten das ganze Jahr hindurch und selbst bis über die Schneelinie hinauf stattfinde, während kleinere und spaltenreiche Gletscher wenigstens in der kalten Jahreszeit am Boden fest angefroren sein können. Der Vorgang des „Kalbens“ der grönländischen Gletscher leitet zu einem Excurs über das Treibeis der Polargebiete, wobei das Feldeis (Packeis der arktischen, Floeberge der antarktischen Meere) zum Unterschiede von dem Gletschertreibeis („Eisberge“) geschildert wird. Die enorme Eisplatte der Südpolarregion mit ihrer 30 bis 100 Meter hohen verticalen Eiswand, welche letztere gewöhnlich als ein abgebrochener Gletscherrand angesprochen wurde, wird von dem Verfasser für ein vieljähriges Feldeis gehalten, welches in Folge der klimatischen Verhältnisse der Südhalbkugel solch' eine ungeheurere Dicke erlangen konnte.

Eine kritische Sichtung der zahlreichen bisherigen Gletscherbewegungs-Theorien im nächsten Abschnitte führt zu dem Ergebnisse, dass heute noch keine derartige Theorie existirt, welche in durchgreifender Weise allen einschlägigen Erscheinungen gerecht zu werden vermöchte. Sicher ist, dass die Bewegung der Gletscher sich aus Gleiten und Flüssen zusammensetzt, und dass das erstere lediglich ein Resultat der Schwere ist. Bei der fließenden Bewegung spielt das Gletscherkorn eine bedeutende Rolle, jedoch nicht in dem Sinne der „thermischen Theorie“ Foré's, welche in dem Kornwachsthum die hauptsächlichste Ursache der Gletscherbewegung erkennt, sondern nach Heim in umgekehrter Weise insoferne, als die Vergrösserung des Gletscherkornes vielmehr ein Nebenproduct der fließenden Gletscherbewegung sei, während das Vorhandensein der Kornstructur überhaupt allerdings als eine wesentliche Mitursache dieser Bewegung zu gelten habe. Die fließende Bewegung kommt nach dem Verfasser zu Stande: a) durch partielle innere Verflüssigung durch Druck, b) durch bruchlose Umformung vermöge Plasticität, welche jedoch von dem Vorhandensein einer Zertheilung des

Gletschers durch Haarspalten und Gletscherspalten abhängig ist, und endlich c) durch Zertheilungen und kleine Stellungsveränderungen, welche beständig mit Partialregelation abwechseln. Mannigfache Hinweise auf noch offen stehende Fragen, deren Beantwortung für eine zukünftige allseitige Durchbildung der Theorie der Gletscher von Wichtigkeit ist, werden späteren Untersuchungen zur Richtschnur zu dienen haben.

Wir gelangen nun zu einem der interessantesten Abschnitte des ganzen Werkes, welcher sich zum grössten Theil mit der so brennenden und viel umfochtenen Streitfrage nach der Gletschererosion beschäftigt. Der Verfasser ist einer der lebhaftesten Gegner der Glacialerosion; deshalb widmet er derselben auch kein eigenes Capitel, sondern behandelt sie zusammen mit Moränen, Grundmoränen, Gletscher- und Gletscherbach-Alluvionen aller Art unter dem zwar nicht neuen, aber ziemlich unglücklich gewählten Ausdrucke „die Trümmer der Gletscher“. Auf das Meritorische der diesbezüglichen Ausführungen einzugehen, muss sich der Referent an diesem Orte schon des Raumes wegen versagen.

Der Schlüssel zu der Frage der Gletschererosion ist die Frage nach der Entstehung der Grundmoräne.

Der Verfasser beantwortet dieselbe dahin, dass das Material der Grundmoräne theils von den Oberflächenmoränen herrühre, theils von dem schon vor der Vergletscherung in den Thälern angehäuften Schutt. Der Gletscher „ist ein Frachtschlitten, der Fluss aber ein wilder Flosser und Säger“. „Die Vergletscherung ist ein relativer Stillstand in der Thalbildung.“ Einen Anhang zu diesem Abschnitte bildet eine vergleichende Uebersicht der Wirkungen der Gletscher mit solchen anderer Agentien. Hierzu sei ergänzungsweise bemerkt, dass (ad pag. 403) dem Referenten auch aus Schutthaldden roh geritzte und gerundete Blöcke bekannt sind, welche nicht aus Moränen herkommen, ferner (ad pag. 404), dass nicht nur Lawinen, sondern auch steile Schneefelder durch langsames Gleiten am Fels mitunter eine geschrammte Abglättung erzeugen (beobachtet am Reichenstein, Eunnthal), und dass an den vom Vieh herrührenden Schliften auch öfters eine unregelmässige Kritzung beobachtet wird, welche theils von den Hufen und Hörnern, theils von an dem Fell haftenden Sandkörnchen herrührt.

Der folgende Abschnitt bringt eine Uebersicht über die geographische Verbreitung und die klimatischen Bedingungen der Gletscher, aus welcher das Resultat abgeleitet wird, „dass die localen terrestrischen Einflüsse, d. h. die Vertheilung der Feuchtigkeit und der Temperatur in horizontaler und verticaler Richtung unvergleichlich massgebender sind, als alle kosmischen Erzeuger von Klimaschwankungen, so dass die letzteren auf die Vergletscherung kaum je von wesentlichem oder entscheidendem Einflusse gewesen sein konnten“.

Die beiden letzten Abschnitte behandeln die historischen Gletscherschwankungen und die Gletscher der Vorzeit, erstere vornehmlich auf Basis der schönen Untersuchungen und Studien von F. A. Forel und von E. Richter. Die neuesten Nachrichten über das Verhalten der Gletscherenden in den Alpen lassen erkennen, dass die grosse Rückzugsperiode der Gletscher, welche 1850 begann, nunmehr bereits ihrem Ende entgegengeht, indem im Jahre 1884 schon 12 vorrückende Gletscher bekannt waren und das Schwinden der übrigen an Intensität verliert. Das Wachsen scheint von West nach Ost vorzuschreiten, und es steht zu erwarten, dass dasselbe nach einer Reihe von Jahren wieder allgemein wird. Ob die Schwankungen vom Mittelalter bis 1850, deren Summe ein Wachsen bedeutete, blos eine kurze rückläufige Strecke in der Curve der gesammten Gletscherabnahme seit der Eiszeit sind, oder ob sie einer neuen Eiszeit entgegenführen, ist bis jetzt absolut nicht zu erkennen. Von den zahlreichen Theorien zur Erklärung der Eiszeit erfreut sich keine des Beifalls des Verfassers, welcher die Lösung dieser Frage vielmehr, und mit vollem Recht, gänzlich der Zukunft überantwortet.

Der Verfasser erhebt keinen Anspruch auf literarische Vollständigkeit, was bei der enormen Ausdehnung der Gletscherliteratur und bei der Popularität, welche dieselbe insbesondere in England gefunden, wohl oder übel ein Ding der Unmöglichkeit wäre. Bei der Darstellung der geographischen Verbreitung begegnet man denn auch manch' kleiner Lücke, insbesondere fehlen bei Afrika bezügliche Angaben von d'Abbadie, Ferret, Galinier und Rochet, bei Asien von Ashanin, Atkinson, Baber, Burnes, Corsky, Davidson, Korostowzew, Lydekker, Mcdartney, Milne, Muschetow, Poliakoff, Radde, Regel, Ryell, Stoliczka und Szomonow, bei Amerika von John Muir. Etwas ausführlichere Literaturnachweise wären erwünscht, wenigstens könnte jedem Abschnitte ein Verzeichniss der wichtigsten Fundamentalwerke und Abhandlungen (wie bei Credner's Geologie) vorangestellt sein. Dass das grosse neunbändige Werk von Dollfus-Ausset: „Matériaux pour l'étude des glaciers“ auch nicht ein einziges Mal erwähnt ist, nimmt

Wunder. Sehr schmerzlich wird ein ausführliches Register vermisst, welches den Gebrauch des Werkes als Handbuch wesentlich erleichtern würde.

Von der Boigabe der zumeist üblichen Abbildungen über Gletscher wurde mit vollem Recht Abstand genommen, denn „mit seltenen Ausnahmen sind dieselben ganz entsetzlich schlecht“. Vielleicht wäre es aber möglich, eine neue Auflage mit zwei oder drei Lichtdrucken nach Sella'schen Gletscherphotographien zu schmücken, denn bei dem ohnehin schon hohen Preis des Werkes dürfte eine kleine Mehrausgabe nicht mehr sonderlich in's Gewicht fallen. Eine hohe Zier des Buches bildet die demselben beigelegte Karte des Aletschgletschers, hergestellt vom eidgenössischen topographischen Bureau, welche in der That „eine unübertroffene, wahrhaft classische Darstellung“ eines Alpengletschers genannt zu werden verdient.

Aber auch das bewundernswerthe Darstellungsvermögen des Verfassers hat sich in diesem Werke wieder auf das Glänzendste bewährt. (A. Böhm.)

**J. Blaas.** Ueber die Glacialformation im Innthale. I. Umgebung von Innsbruck. (Separ.-Abdr. aus der Zeitschrift des Ferdinandcum, IV. Folge, 29. Heft, Innsbruck 1885; 120 Seiten mit zwei Tafeln.)

Angeregt durch die schönen Ergebnisse der Untersuchungen Penck's, hat sich der Verfasser der verdienstlichen Aufgabe unterzogen, eine Detail-Aufnahme der quaritären Bildungen des Innthales durchzuführen, deren erster Theil, die Umgebung Innsbrucks behandelnd, nunmehr in obiger Schrift vorliegt. Der Verf., welcher seiner eigenen Angabe nach den von Penck entwickelten Anschauungen anfangs ziemlich misstrauisch entgegenging, sah sich im Verlaufe seiner mit grosser Sorgfalt vorgenommenen Studien gezwungen, denselben im Wesentlichen vollauf beizustimmen. Bewegt sich die Arbeit nördlich vom Inn auf bereits bekanntem Boden, so ist hingegen das Gebiet auf der rechten Thalseite erst durch den Verf. glacialgeologisch erschlossen worden, und es ist von Interesse, zu sehen, wie die beiderseits vorgefundenen Verhältnisse theils direct mit einander übereinstimmen, theils sich gegenseitig ergänzen.

In einem Punkte aber gelangt der Verf. zu einer von der Penck'schen abweichenden Ansicht, nämlich bei der relativen Altersbestimmung zwischen den einzelnen Schotterablagerungen und den Vergletscherungen, denen sie zugehören. Penck hat an Hand ausgebreiteter Untersuchungen gezeigt, dass jeder Vergletscherung eine gewaltige Ablagerung von Schottern unmittelbar vorausging und ihr eine minder gewaltige folgte, welche durch spätere Erosionsvorgänge leichter entfernt werden konnte und deshalb nur selten erhalten ist; er fasst die grossen Schottermassen bei Innsbruck als „untere Glacialschotter“ auf und betrachtet die sogenannte diluviale Nagelfluh, unter welcher noch niemals Moränen gefunden wurden, als jene nunmehr verfestigten Schotter, deren Ablagerung die erste bisher nachgewiesene Vergletscherung der Alpen einleitete. Blaas hingegen fühlt sich zu der Ansicht hingeleitet, dass dasjenige, was Penck als untere Glacialschotter bezeichnet, um bei der Penck'schen Nomenclatur zu bleiben, obere Glacialschotter seien, und er gelangt hierdurch auch zu einer im Detail etwas abweichenden Vorstellung des historischen Entwicklungsganges der Vereisungen des Innthales. Die Anhaltspunkte für diese Ansicht hat der Verf. auf einem räumlich sehr beschränkten Gebiete gewonnen, und zudem ist nach seinem eigenen Geständnisse die Deutung der Thatsachen oft zweifelhaft, weswegen denn auch der Verf. in richtiger Würdigung dieser Umstände seine mit grosser Vorsicht gegebenen Aeusserungen noch nicht als fixe Resultate betrachtet wissen will, da erst die Ausdehnung seiner Arbeiten auf eine weit grössere Strecke des Innthales solche zu liefern im Stande sein werde. Deshalb bezeichnet der Verf. die „unteren“ Glacialschotter Penck's auch nicht als „obere“ Glacialschotter, wofür er sie hält, sondern bringt durch die Benennungen „ältere“, „mittlere“ und „jüngere Alluvion“ nur das gegenseitige Altersverhältniss der verschiedenen Schotter untereinander, nicht aber ihre Beziehungen zu den einzelnen Vergletscherungen zum unmittelbaren Ausdruck.

Der Verf. hat unter der „älteren Alluvion“ Moränen, hingegen unter den ältesten Moränen niemals Schotter oder Conglomerate, sondern dieselben in dem untersuchten Gebiete stets direct dem Grundgebirge aufliegend gefunden und schliesst hieraus, dass die Schottermassen des Innthales jenen Vergletscherungen, denen sie zugehören, in ihrer Ablagerung nicht vorangingen, wie Penck meint, sondern stets deren Rückzug bezeichnen. Dieser Schluss erscheint jedoch dem Ref. weder an sich stichhaltig, noch kann er demselben, ins solange er nicht zwingend ist, beipflichten mit Rücksicht auf die