

beckenförmige Vertiefungen ausschürfe. Die Möglichkeit eines Vorganges begründet aber nicht sofort auch dessen Wirklichkeit, weshalb erst durch genaue Untersuchung jedes einzelnen Seebeckens der ehemals vergletscherten Areale zu entscheiden ist, ob dasselbe ein Glacial-Erosionsbecken ist oder nicht. Ist die Frage, welche Kraft ein solches Becken erzeugte, einmal beantwortet, dann erwächst sofort die zweite, warum jene Kraft gerade hier oder dort in Wirksamkeit trat, so dass das Seenphänomen der Localforschung noch eine Fülle von Problemen darbietet; die Prädisposition zur Beckenbildung (bedingt durch geographische Lage und geologischen Bau) wird hierbei ganz besonders in's Auge zu fassen sein. Für das Alpenvorland ist der Nachweis bereits gelungen, dass die grossen Randseen Producte der Glacialerosion sind; aber mit Bezug auf die Eiszeit stellen jene Seebecken doch nur einen geringen Theil des bodengestaltenden Einflusses der alten Gletscher dar; das Material, welches uns in den Ablagerungen dieser Gletscher entgegentritt, würde ausreichen, jene Seen viele Male auszufüllen; „die Seen bilden nur einen Theil des charakteristischen Reliefs, welches Gletscher Ländern aufzudrücken vermögen“.

Von den 136 Millionen Quadratkilometern der bekannten festen Erdoberfläche waren während der Eiszeit nahezu 30 Millionen vergletschert. Dieser ungeheure Umfang der alten Vergletscherung scheint der Voraussetzung enormer Kältegrade zu bedürfen, doch lehrt ein genaueres Studium, dass die Depression der glacialen Schneelinie gegenüber der heutigen im Mittel 1000 Meter nicht übersteigt, und dass somit die Temperatur-Erniedrigung während der Eiszeit im Mittel höchstens 6° betragen habe. Ein allgemeiner Ueberblick über die heutige Lage der Firmlinie im Vergleich zu jener während der Eiszeit, lehrt die Eiszeit nicht mehr allein als Kälteperiode, sondern als grosse Verschiebung der Klimengürtel kennen. Das Klima Norwegens scheint solchermassen nach Süddeutschland verschoben, jenes der Alpen über das Mittelmeergebiet; auch in Wüstenländern zeigen sich an manchen Orten Spuren einer früheren grösseren Feuchtigkeit, und es liegt nahe, auch hierin eine geoklimatologische Wirkung der grossen Eiszeit zu vermuthen.

Die beigegebene Karte, eine recht verdienstliche graphische Zusammenstellung, bringt in sehr anschaulicher Weise den Verlauf der recenten und der glacialen Isochionen (Linien gleicher Höhe der Schneelinie) in Europa zum Ausdruck.

(A. Böhm.)

A. Penck. Die Eiszeit in den Pyrenäen. (Separat-Abdruck aus den „Mittheilungen des Vereins für Erdkunde zu Leipzig“, 1883. 69 S. und eine Karte.)

Das eiszeitliche Glacialphänomen der Pyrenäen entwickelte sich unter denselben Bedingungen, wie das heutige, und ist als eine Potenzirung des letzteren aufzufassen, ebenso, wie sich dies auch betreffs der Alpen und des deutschen Mittelgebirges ergab. Da die Pyrenäen heute viel kleinere Gletscher besitzen als die Alpen, so standen auch ihre eiszeitlichen Gletscher an Grösse weitaus hinter jenen der letzteren zurück. Während die alten Eisströme in den Alpen zu einem Inlandeise verschmolzen, welches fast das ganze Gebirge unter sich begrub, war die Entwicklung der Gletscher in den Pyrenäen abhängig von der Grösse der einzelnen Täler, in welchen sie lagerten; auch fehlte den Pyrenäengletschern die Entwicklung auf dem Vorlande, welche bei den Alpengletschern die Abnahme der Intensität der Vereisung von West nach Ost so deutlich veranschaulicht. Von den drei grössten Pyrenäengletschern breitete sich nur der westlichste, der von Argelès, eine kleine Strecke weit auf dem Vorlande aus, während die beiden anderen, der Garonnegletscher und der Ariègégletscher gerade noch den Fns des Gebirges erreichten; alle übrigen endeten in den Bergen selbst. Die Eisströme der Nordpyrenäen sind mit einer einzigen Ausnahme tiefer herab gestiegen (bis 400—600 M.) als jene der Südseite (bis 800—1000 M.) und erreichten auch eine grössere Länge als die letzteren (diese im Mittel unter 30, jene über 36 Km.); in der verschiedenen Intensität des Glacialphänomens auf beiden Pyrenäenseiten spiegeln sich eben genau die heutigen Verhältnisse, nur vergrössert, wieder. In den Mittelpyrenäen lag die alte Schneelinie auf der Nordseite in 1700 M. Höhe, auf der Südseite in nahezu 2000 M. Höhe; auch lässt sich nach dem bisherigen Stand der Kenntniss bereits betonen, dass dieselbe auf der oceanischen Seite des Gebirges tiefer lag, als auf der mediterranen, doch ermangeln zur genaueren Massbestimmung noch exacte Untersuchungen im Têtgebiete und am Canigou.

Die heutige Schneelinie am Nordhang der Pyrenäen liegt im Westen in 2500 M., im mittleren Theile in 2800 M. und im Osten über 2800 M. Höhe; die Herabdrückung der eiszeitlichen Schneelinie beträgt also im Mittel 1100 M., gegenüber

1500 M. in den Alpen. Da nun auch in den Pyrenäen selbst die Schneelinie im Süden weniger tief herabgedrückt war, als im Norden, so würde dieses Ergebniss, wenn es noch durch weitere Untersuchungen, etwa in der noch südlicher gelegenen Sierra Nevada, Stützen erhielte, zu der Anschauung führen, dass sich die Eiszeit auf die polaren Regionen beschränkte und die äquatorialen Gebiete nicht betraf.

Die westlichen Pyrenäen waren wegen ihrer geringen Höhe gar nicht vergletschert; aber zugleich mit den Anzeichen der Existenz ehemaliger Gletscher fehlen den Thälern dieses Theiles des Gebirges auch die ausgedehnten Schotterterrassen, welche die Thäler der Hochpyrenäen in ähnlicher Weise auszeichnen, wie jene der Alpen. Dagegen treten hier sehr häufig Erosionsterrassen auf, welche verrathen, dass die Thalbildung in diesem Gebiete ebenso wenig continuirlich erfolgte wie anderswo. Das westlichste der nördlichen Pyrenäenthäler, welches vergletschert war, ist das der Saison; es ist zugleich das erste, welches ausgezeichnete Aufschüttungsterrassen besitzt. Dieses Zusammenfallen von Schotterterrassen mit einstmals vergletschert gewesenen Gebieten, welches auch sonst schon beobachtet wurde, gewährt einen bedeutsamen Fingerweis auf die Ursache ihrer Entstehung. Auch das heute allenthalben beobachtete Zusammenfallen von Seeregionen mit den Moränengebieten, auf welches zuerst von Leblanc hingewiesen wurde, wird in den Pyrenäen bestätigt. Die „centralen Depressionen“ des Alpenvorlandes finden sich in dem schönen Becken von Lourdes wieder, ferner an den Thalausgängen im Ossauthale und dem der Garonne, sowie auch im Gallegothale auf der Südseite des Gebirges — freilich in einer den orographischen Verhältnissen und der geringeren Entwicklung des Glacialphänomens entsprechenden Modification. Wie manche der centralen Depressionen am Ausgange der Alpenthäler, beherbergen auch ihre Analoga in den Pyrenäenthälern keine Seen mehr, was sich auf den Umstand zurückführt, dass die hier früher vorhanden gewesenen Seen, von denen sich noch Spuren finden, bereits trocken gelegt worden sind. Der kleine See von Lourdes ist ein letzter Rest einer einstigen grösseren Wasseransammlung, und ist in dieser Beziehung ganz und gar mit dem Simmsee bei Rosenheim und dem Waging-Tachinger See nordwestlich von Salzburg zu vergleichen.

Charakteristisch für die Pyrenäen, ebenso wie für die britischen und schottischen Hochlande, ist die Häufigkeit der Cirkusbildung, welche auch in den Alpen wiederkehrt. Solche Cirken treten entweder als kesselförmige Nischen an den Berghängen auf, oder sie finden sich an den Thalenden als amphitheatralische Erweiterungen derselben, wonach man Gehänge- und Thalcirken unterscheidet. Die ersteren gehen nie unter 1700 M. herab, die letzteren hingegen treten bereits in 1300—1700 M. auf; beide erweisen sich als alte Gletscherbetten und stellen „die charakteristisch erweiterten Wurzelpunkte von Eisströmen“ dar. 1700 M. war aber die Höhe der glacialen Schneelinie; es haben also nicht die Cirken etwa durch besondere Prädisposition die Gletscher bedingt, deren Spuren in ihnen auftreten, sondern es sind umgekehrt die Gletscherwurzeln die Ursachen und die Cirken die Folgen. „Eine solche Beschränkung der Cirken auf das eiszeitliche Firngebiet lässt nur die Meinung aufkommen, dass sie ein Werk der Gletscher selbst sind.“ Dass die Thalcirken auch in tieferem Niveau auftreten, liegt in der Natur der Sache; in ihnen wurzelten die Hauptgletscher, während aus den Gehängecirken die seitlichen Zuflüsse kamen.

Wie die Alpen besitzen auch die Pyrenäen einen grossen Reichtum an kleinen Hochseen, von denen die tiefsten in einer Höhe von 1550—1700 M. gelegen sind. Von dieser Höhenstufe an finden sich bis zu 2500—2600 M. die Wasserbecken ungemein zahlreich und treten sehr häufig in den oben erwähnten Cirken auf oder auch in Reihen stufenförmig übereinander, wo dann in der Regel ein Gehängecirkus als Endpunkt einer solchen Reihe auftritt. Die Seen treten also immer unterhalb der Gletscherwurzeln auf, steigen jedoch nur selten bis in die Hauptthäler hinab, in deren Becken und Weitungen jedoch Anzeichen des einstigen Bestandes solcher Seen vorliegen. Die seenreichen Regionen entsprechen also Bezirken, in welchen die nivellirende Thätigkeit des Wassers noch nicht so lange wirkt, wie weiter thalabwärts; sie geben Gegenden an, aus denen das Eis erst viel später geschwunden ist, und ermöglichen sonach, dem Vorgange von James Geikie in Schottland folgend, ein letztes, postglaciales Stadium der Vergletscherung auszuscheiden; während desselben war das Gebirge so weit vergletschert, als die Seenreihen reichen, also von oben herab bis auf eine Höhe von etwa 1550—1700 M. Die Firmlinie dürfte damals in den nördlichen Centralpyrenäen in ca. 2000 M. Höhe gelegen sein, und das Gebirge muss ungefähr in derselben Ausdehnung vereist gewesen sein, wie heute die Ostalpen. Sollten die letzteren einmal ihrer Firn- und Eismassen beraubt sein, dann dürften sie in ihrem

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.¹⁾ 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.²⁾ — 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;

¹⁾ 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“.

²⁾ 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.