

Die Gletscher des Dachsteinstockes in Vergangenheit und Gegenwart.

I. Teil.

Von

Erik Arnberger und Erwin Wilthum (Wien).
(Mit einem Vermessungsbericht von Bruno Wagner.)

I. Der Hallstätter Gletscher nach der postglazialen Wärmezeit bis 1900.

Von

Erwin Wilthum.

Im Zuge landeskundlicher Untersuchungen im Dachsteingebiet habe ich im August 1951 im Vorfeld des Hallstätter Gletschers eine Vermessung der Moräne von 1855/56 durchgeführt, wobei mir meine Frau, die Geographiestudentinnen G. Koller und F. Szith und die Maturanten des Bundesrealgymnasiums Wien III K. Bayer, A. Feigl, P. Frank und J. Reuter behilflich waren. Der Verlauf der Moräne wurde in eine Grundkarte 1 : 10.000 eingezeichnet. Auf diese Weise sollten nicht nur die Angaben F. Simonys über den Rückzug des Hallstätter Gletschers kartographisch verwertbar, sondern auch die kartenmäßige Festlegung älterer Eisstände im Zungenbereich von 1856 möglich werden¹⁾.

Unsere Aufnahme nahm vom Taubenriedl (2212 m) südöstlich der Simonyhütte ihren Ausgang. Von ihm aus wurde ein Punkt auf der 50er Moräne eingemessen; dies war der Basispunkt für den Bussolenzug in östlicher Richtung mit 34 Punkten und den in westlicher Richtung mit 28 Punkten. Von Punkt zu Punkt wurden Seiten- und Höhenwinkel gemessen, wobei stets Rückvisuren und an man-

¹⁾ Der ungefähre Verlauf der 56er Moräne wurde schon von A. Hübl in seiner im Jahre 1899 aufgenommenen Karte des Karlseisfeldes verzeichnet (Literaturverzeichnis: Nr. 1, Tafel IV). Der eingezeichnete Moränenverlauf weicht aber von seiner wirklichen Lage bis zu 100 m ab.

chen Punkten Kontrollvisuren zum Niederen Kreuz, Schöberl, Taubenriedl, Kl. Gjaidstein, H. Gjaidstein und H. Dachstein durchgeführt wurden. Als Meßgeräte dienten ein Stativkompaß mit Diopterlineal und Klinometer (Marke Neuhofer, Wien) und ein 30 m langes Stahlmeßband.

Das Ergebnis der Vermessung des Gletscherhochstandes von 1856 ist aus der beigegebenen Karte ersichtlich. Der Gletscher hatte damals im wesentlichen zwei Zungen. Die eine lag südöstlich der Simonyhütte in 2190 m Höhe am Felsriegel Simonyhütte—Taubenriedl, 100 m über dem heutigen Zungenende (Abb. 2). Die andere erfüllte die Karstwanne des Oberen Taubenkares etwa 100 m hoch und endete in 1950 m Höhe wieder an einem Gegenhang (Abb. 1 und Abb. 3). Beide Zungen, die unterirdische Abflüsse hatten, endigten in Karsthohlformen und konnten nicht frei abfließen. Die östliche Zunge war um 1900 schon völlig verschwunden, die westliche besteht in verkleinerter Form noch heute. Zu erwähnen wäre noch ein kleiner Zungenlappen im Westteil des Gletschers, der sich in Richtung Schöberl entwickelt hatte. In diesem Abschnitt ergaben sich die wenigsten Veränderungen, da das Eis zum größten Teil dem Hauptgefälle des Untergrundes nach Nordosten folgte.

Der Nordrand des Eises im Jahre 1856 wird durch sehr schön ausgebildete Wälle genügend gekennzeichnet. Die Moräne ist lediglich im steilen Felsgelände verstimmt oder nur spurhaft vorhanden. An solchen Stellen (nordwestlich vom Nordrand des Unteren Eissees) wurde die Vegetationsgrenze zum Bestimmen des Gletscherandes verwendet. Das vom Gletscher um 1850 bedeckte Gelände ist erst zaghaft begrünt, während das damals eisfrei gebliebene schon eine ziemlich dichte Grasdecke aufweist. Nur am ehemaligen Östrand des Gletschers ergaben sich durch die Steilwände einige Schwierigkeiten. Hier wurde die Eisgrenze nach einzelnen erhaltenen Moränenresten (am Unteren Eissees östlich der Kote 1909, beim Gjaidkar südwestlich der Kote 2198, nordwestlich des Hohen Gjaidsteins) und nach Photographien F. Simonys (Nr. 2, Tafel XXXIV; Nr. 12, Tafel II) rekonstruiert. Die Aufnahme aus dem Jahre 1875 zeigt den Gletscherrand des 50er Hochstandes im Felsgehänge südöstlich des Unteren Eissees noch sehr deutlich: Die einst eisbedeckten hellweißen Kalkwände heben sich von den unvergletschert gebliebenen dunklen Felspartien scharf ab. Diese Grenze war noch im Jahre 1890 zu sehen (Nr. 3, S. 63). Heute ist sie vollkommen

verschwunden. Im Kalk arbeitet die Verwitterung schneller als im Kristallin der Zentralalpen, wo diese Grenze noch gut erkannt werden kann. Auch geht eine Wiederbesiedlung der Kalkwände durch Flechten rascher vor sich. (Auf der 50er Moräne konnte besonders in windgeschützten Mulden eine erstaunlich intensive Flechtenbesiedlung festgestellt werden).

Die Wälle gliedern sich oft in mehrere parallele Rücken oder Schneiden. Ihre Höhe bleibt meist gering, da sie das Eis nicht auf flachem Gelände, sondern auf den Steilhängen der Karstwannen abgelagert hat. Das gerundete oder kantengerundete Moränenmaterial ist im allgemeinen klein bis mittelgroß, Blöcke von 1 m Durchmesser sind selten. Kantigen Schutt weisen nur die Moränen südlich des Schöberls auf, da es hier infolge des kurzen Transportes zu keiner Kantenrundung kam. In diesem Abschnitt (2200 bis 2400 m) ist die Begrünung äußerst spärlich. Sie nimmt aber gegen das Zungenende (1950 m) sichtlich zu und auf den Moränen westlich des Unteren Eissees in 2050 m Höhe fand sich sogar ein vereinzelt Exemplar einer Bergföhre, deren Stämmchen 23 Jahresringe aufweist (Abb. 6).

Nach F. Simony erreichte das Eis südlich des Schöberls und südöstlich der Simonyhütte seinen Höchststand schon in den Jahren 1840—1842, während die östliche Zunge in den Jahren 1855/56 ihren Maximalstand erhielt. Bald darnach begann — wie bei allen Alpengletschern — ein rascher Rückzug. Bis zum Jahre 1861 hatte sich die Eiszunge zwar nur um 3 bis 4 m zurückgezogen, war aber schon um 10 bis 12 m eingesunken; außerdem tauchte um 1860 der Obere Eisstein aus dem Eismantel des Firnfeldes empor. In der Zeit von 1865 bis 1871 betrug die jährliche Abnahme der Eismächtigkeit im Zungengebiet 2 m und 1878 kam auf der Eisjochstufe ein Felsfenster zum Vorschein, das im Jahre 1884 die in der Karte verzeichnete Größe hatte. In den Jahren 1871 bis 1882 vergrößerte sich das Einsinken der Eismasse auf 2.70 m im Jahr und 1884 betrug die Abnahme des Eiskörpers im Vergleich zu 1856 bereits 65 m. Die Zunge hatte sich 1856 bis 1883 um 98 m verkürzt (Nr. 4, S. 119—124; Nr. 3, S. 43). Schon im Jahre 1890 war die Eisjochstufe völlig eisfrei, während die Zunge als mächtige Toteisscholle im Oberen Taubenkar lag. Im Jahre 1894 sieht man die Toteisscholle auf die Südhälfte der Karstwanne beschränkt, die Nordhälfte bedeckte ein kleiner See (Nr. 2, Tafel XXXVIII und CV).

Im Jahre 1896 wurde der Hallstätter Gletscher von M. Groller

im Maßstab 1 : 12.500 aufgenommen (Nr. 8, Kartenbeilage²⁾). Diese Karte zeigt den Unteren Eissee beinahe in heutiger Größe. Er wird noch von schuttbedecktem Eis umgeben, eine größere Toteisscholle liegt südöstlich des Sees. Den kümmerlichen Rest der östlichen Zunge sieht man südlich vom Eisjoch in 2066 m Höhe. Interessant ist die Angabe Grollers über den Oberen Eisstein (Nr. 8, S. 33). Er schildert ihn als 80 m lange, 20 m breite und 2 bis 12 m hohe Kuppe. Dies zeigt ein Einsinken des Firnfeldes an dieser Stelle um 12 m seit dem Jahre 1860.

Der Karte von A. Hübl (Nr. 1, Tafel III) haben wir den Gletscherstand von 1899 entnommen. Damals lag die östliche Eisgrenze schon am Eisjoch (siehe beiliegende Karte) und der Gletscher war im Begriffe, sich in die Karstwanne zurückzuziehen, in der er heute noch liegt. Soweit die Geschichte des Hallstätter Gletschers in der Zeit von 1856 bis 1900.

Wie hat sich nun der Gletscher vor 1856 verhalten? Diese Frage ist mangels direkter Beobachtungen weit schwieriger zu beantworten.

Seit der grundlegenden Arbeit von H. Kinzl über die Gletscherschwankungen in den Ostalpen (Nr. 9), wissen wir, daß man im Vorgefände des 50er Hochstandes Moränen von Eisständen um 1820, aus dem 17. Jahrhundert und aus dem Egesenstadium antreffen kann.

Für den Hallstätter Gletscher scheidet aber eine Moräne von 1820 völlig aus. Als nämlich F. Simony den Gletscher im Jahre 1840 zum erstenmal besuchte, rückte er vor. Die Lage der Zunge im Jahre 1840 ist aus der Karte und Abb. 1 ersichtlich. Eine Umfrage Simonys bei den ältesten Leuten der Umgebung ergab, daß der Gletscher „seit Menschengedenken in einer ständigen Zunahme begriffen“ sei. Außerdem befanden sich in der kleinen Stirnmoräne Rasenwülste mit zahlreichen grünen Grasbüscheln (Nr. 3, S. 38 und 62). Dies ist ein sicherer Beweis, daß das Obere Taubenkar schon sehr lange Zeit eisfrei war und keinen Gletscher vor erst kurzer Zeit beherbergt hat. Das Fehlen des Gletscherstandes von 1820 ist gerade beim Hallstätter Gletscher sehr auffällig, da Eisströme mittlerer Größe auf Klimaschwankungen viel leichter reagieren als große Gletscher. In diesem

²⁾ Der Kartierung von Groller waren nur die Militärmappierung von 1874 und die Kataster-Reambulierung von 1875 vorausgegangen. Groller benützte die vorhandenen trigonometrischen Punkte und bestimmte durch graphische Triangulierung 300 Detailpunkte.

Zusammenhang muß auch auf das Verhalten von zwei anderen, sehr gut untersuchten Gletschern hingewiesen werden.

H. Kinzl hält die dicht begrünte Moräne knapp vor der 50er Moräne des Goldberggletschers für ein Zeugnis eines Eisstandes um 1820 (Nr. 9, S. 98). N. Lichtenegger hat darauf hingewiesen, daß der Begrünungsunterschied zwischen der erst zaghaft begrünten 50er Moräne und der angeblich nur um 30 Jahre älteren Moräne viel zu groß ist und sah die dicht begrünte Moräne als einen Beweis eines Vorstoßes im 17. Jahrhundert an (Nr. 10, S. 31). Ein Besuch des Goldberggletschers im Sommer 1950 hat mich überzeugt, daß Lichtenegger recht hat. Bei einer Wanderung durch das Gletschervorfeld überquert man die Moränen um 1917, die zwischen 1890 und 1900 und erreicht schließlich die von 1856. Sie zerlegen das Vorfeld in Abschnitte von ungefähr 30 Jahren. Deutlich ist zu sehen, wie die Begrünung gegen den 50er Stand hin allmählich zunimmt. Würde man die Begrünung in einer Kurve darstellen, so müßte diese vom heutigen Zungenende bis zum Hochstand von 1856 sehr langsam ansteigen. Nimmt man aber die dicht begrünte Moräne vor dem 50er Stand als die von 1820 an, müßte die Kurve steil emporschnellen. Dies zeigt aber einen Bruch in der Entwicklung an. Es können nicht 30 Jahre dazwischen liegen, sondern ein mehrfaches davon. Vergleicht man noch dazu den Begrünungszustand auf Flächen, die der Gletscher vor hundert Jahren verlassen hat und erwägt ihre Weidefähigkeit — die Moräne vor der des Jahres 1856 ist weidefähig — so kommt man auf einen Zeitraum von 200 bis 300 Jahren. Diese Zeit muß in jener Höhe vergehen, um ergiebiges Weideland entstehen zu lassen. Ein solcher Zeitraum führt uns aber auf einen Gletscherstand im 17. Jahrhundert. Ihm gehören auch die dicht begrünten Moränen im Vorfeld des Kleinen Fleiß-Keeses an.

Schließlich gab es den Hochstand von 1820 auch bei der Pasterze nicht, wofür V. Paschinger mehrere Beweise erbringt (Nr. 11, S. 44/45). Die Pasterzenzunge verhielt sich um 1820 genau so wie der Hallstätter Gletscher und die Sonnblickgletscher: Sie rückte langsam vor und erreichte im Jahre 1856 ihre größte Ausdehnung.

Diese Tatsachen bezeugen — zumindest für den östlichen Teil der Ostalpen — keinen Gletscherstand von 1820, der größer als der von 1856 gewesen wäre.

Kehren wir zum Hallstätter Gletscher zurück! Wandert man auf der 50er Moräne vom Taubenriedl gegen den Unteren Eisseesee, so

sieht man in etwa 2100 m Höhe einen Wall abzweigen, der durch sein anderes Aussehen auffällt. Er ist dichter begrünt und auch mehr von Flechten bewachsen als die Wälle von 1856. Der Wall ist stellenweise unterbrochen und gliedert sich manchmal in 3 bis 4 Wälle. Er wird bis zu 2 m hoch und das gut gerundete Gesteinsmaterial hat maximal 2 dm Durchmesser. Das ganze Wallssystem entfernt sich von der 50er Moräne höchstens 60 m und schließt sich nach 200 m wieder an diese an. Es handelt sich hier um Moränen aus dem 17. Jahrhundert, die, wie ich nachträglich gesehen habe, auch von H. Kinzl so datiert worden sind (Nr. 9, S. 100). Mehrere, weiter westlich vorkommende zungenförmige Moränenkränze (siehe Karte) sind nicht ganz sicher einzuordnen. Zwar sind die Wälle immer auffällig kleiner als der Hauptwall, von dem sie abzweigen, aber der Begrünungsunterschied fehlt nahezu. Allerdings liegen die Wälle um 80 m höher als die sicheren Fernamoränen des 17. Jahrhunderts³⁾.

Wie dem auch sei: Die eindeutigen Fernamoränen liegen auf ebenem Gelände vor den 50er Moränen, haben also die gleiche Höhenlage wie diese. Der Eisrand des Fernaugletschers lag demnach nicht höher als der von 1856, da man sonst seine Moränen auf ebenen Stellen viel weiter entfernt von den 50er Moränen finden müßte. Außerdem wären dann wohl mehrere Stellen mit Fernamoränen zu finden. Der Fernaugletscher hatte demnach fast die gleiche Größe wie der von 1856, ja er befand sich sogar bis auf wenige Ausnahmen innerhalb der Eisgrenze von 1856. Der Gletschervorstoß von 1856 hat die Fernamoränen bis auf wenige Ausnahmen überfahren. Die östliche Zunge des Fernaugletschers muß fast an der gleichen Stelle gelegen haben als die des Jahres 1856.

Wie in anderen Teilen der Alpen ging der Vorstoß im 17. Jahrhundert in das Reich der Sagen ein. Die Leute erzählten die Sage von der „Verwunschenen Alm“. (Nr. 4, S. 125). Vor Jahrhunderten habe im Oberen Taubenkar eine mattenreiche Alm bestanden, die dann infolge eines Fluches der Bergfrauen unter Eis begraben wurde.

³⁾ Es besteht die Möglichkeit, daß die Zungenlappen beim Vorstoß 1840—1842 gebildet worden sind. Das Eis könnte hier einige Jahre gelegen haben, daher die niederen Wälle. Als dann die Eiswohle durch das Abfließen in das Obere Taubenkar abebbte, hat sich der Eisrand etwas zurückgezogen, blieb längere Zeit stabil und die höheren Hauptwälle entstanden.

Da in der kurzen Zeit zwischen dem Rückzug des Fernaugletschers und dem abermaligen Vorstoß um 1800 keine weidefähige Alm entstanden sein konnte, kann sich die Sage nur auf die Zeit vor dem 17. Jahrhundert beziehen, in der das Obere Taubenkar durch mindestens drei Jahrhunderte eisfrei gewesen sein muß. Wahrscheinlich aber war es noch länger eisfrei, da die Phantasie der Bergbewohner nur deswegen so angeregt wurde, da sie durch ein ihnen bis zu dieser Zeit völlig unbekanntes Phänomen Weidegründe verloren haben, die sie durch Jahrhunderte benützt hatten. Ich glaube auch, daß A. Penck vollständig recht hat (Nr. 12, S. 59), wenn er den zweiten Namen des Goldberggletschers: „Vogelmaier Ochsenkar Kees“ auf eine Weidenutzung des Kares in der Zeit vor 1600 zurückführt. Dies sind Hinweise für die Richtigkeit der Annahme von Kinzl, daß die Gletscher der Ostalpen vor 1600 nur eine geringe Ausdehnung gehabt haben (Nr. 9, S. 98).

Zwischen dem Fernauzustand und dem Egesenstand Kinzls im Unteren Taubenkar (Nr. 9, S. 101) liegt aber noch ein bis jetzt nicht bekannter Gletscherstand. Es handelt sich um eine Endmoräne in 1965 m Höhe auf der Taubenkarschwelle (siehe Karte und Abb. 1). Der etwa 40 m lange Wall ist noch viel dichter begrünt als der des 17. Jahrhunderts und hebt sich von seiner mit saftigem Gras bewachsenen Umgebung fast gar nicht ab, so daß er leicht übersehen werden kann. Er schmiegt sich an einen Gegenhang, weshalb seine Außenseite ($\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ m) nicht so hoch ist als seine Innenseite (2 bis 3 m). Die Eiszunge dieses Standes lag 90 m nördlich von der der Stände 1856 und Fernau, ihr Eisrand befand sich in der Vertikalen 15 m über den genannten Gletscherständen.

Will man sich über die Ausdehnung dieses Präfernaustandes ein ungefähres Bild machen, hilft folgende Überlegung: Als die östliche Zunge des Standes von 1856 und die des Fernaugletschers in 1950 m Höhe lagen, befand sich die westliche Zunge in einer Höhenlage von 2190 m. Um einen Vertikalanstieg der Eiszunge um 15 m möglich zu machen, muß die Eisrandlage am Taubenriedl mindestens zwischen 2195 und 2200 m angenommen werden. (Ebenfalls 15 m kann sie nicht gewesen sein, da einer Aufstauung des Eises durch den Taubenriedl die Abflußmöglichkeit in das Obere Taubenkar gegenüberstand.) Den Beweis dafür erbringen mehrere parallele, 1 bis 2 m hohe Moränenwälle 100 m südwestlich der Simonyhütte (siehe Karte). Sie gehören einem Zungenlappen des gleichen Sta-

diums an. Bei diesem Präfernaustand wurde der Felsriegel Simonyhütte—Taubenriedl vom Eis nicht überschritten.

Halten wir vorläufig an dem Egesenstand Kinzls im Unteren Taubenkar fest, so liegt der eben beschriebene Gletscherhalt zwischen Egesen- und Fernaustadium. Das Egesenstadium fällt noch vor den Beginn der postglazialen Wärmezeit (Nr. 9, S. 102) vom 8. bis 2. Jahrtausend v. Chr. (Nr. 13, S. 709). Damals war die Schneegrenze um 200 bis 400 m höher als heute. Da sie für den Dachsteinstock mit 2700 m berechnet wurde (Nr. 13, S. 662), waren die Dachsteingletscher in der postglazialen Wärmezeit sicherlich nicht vorhanden, da die Schneegrenze — selbst bei Zugrundelegung einer nur 200 m höheren Lage — nicht mehr im Firnfeld, sondern schon am Gipfelgrat des Hohen Dachsteins lag.

Es erhebt sich nun die Frage, in welcher Zeit die Klimaverschlechterung eingetreten ist, die den gefundenen Gletschervorstoß verursacht hat. Da dessen Moränen den historischen Gletscherständen sehr nahe liegen, kann es sich nur um einen Vorstoß handeln, der nach der postglazialen Wärmezeit und vor dem 17. Jahrhundert erfolgt ist. Zieht man in Betracht, daß der Gletschervorstoß im 17. Jahrhundert eine mattenreiche Alm im Oberen Taubenkar zerstört hat, so muß das Kar durch etwa drei Jahrhunderte eisfrei gewesen sein. Der Vorstoß ist daher noch vor dem 14. Jahrhundert anzusetzen.

Über Klimaverschlechterungen, die die Gletscher vor dem 14. Jahrhundert vorrücken ließen, besitzen wir keine historischen Belege. Um so bedeutsamer sind daher die Ergebnisse der Pollenanalyse. Nach H. Gams hat die Waldgrenze in der ausklingenden Wärmezeit, der Bronze- und frühen Hallstattzeit, den höchsten Stand erreicht (Nr. 14, S. 168). Damals kann der Hallstätter Gletscher infolge der hohen Lage der Schneegrenze nicht bestanden haben. Bald darauf trat aber noch im Laufe der Hallstattzeit eine „katastrophale“ Klimaverschlechterung ein, die ein starkes Absinken der Waldgrenze zur Folge hatte. Diese Klimaverschlechterung hätte das Ende der Wärmezeit im 9. Jahrhundert v. Chr. herbeigeführt (Nr. 14, S. 168). In dieser Zeit muß natürlich auch die Schneegrenze stark abgesunken sein. Es ist daher damit zu rechnen, daß die Hallstattmenschen einen größeren Gletschervorstoß erlebt haben. Nach einer vorübergehenden Klimabesserung in der römischen Kaiserzeit nimmt H. Gams ein abermaliges Kühlerwerden des Klimas in den

ersten Jahrhunderten n. Chr. an. Die Gleichstellung unseres Gletscherstandes mit einer der beiden Klimaverschlechterungen muß vorderhand noch offen bleiben. Jedenfalls aber ist die gefundene Endmoräne ein erstmaliger glazialgeologischer Beweis für einen Eisvorstoß nach der postglazialen Wärmezeit und vor dem 14. Jahrhundert.

Die Zunge des Egesengletschers lag nach H. Kinzl im Unteren Taubenkar in 1850 m Höhe (Nr. 9, S. 101). Kinzl meint, daß damals der Felsriegel Simonyhütte—Taubenriedl vom Eis nicht überflossen war. Nun erfordert aber eine Zunge im Unteren Taubenkar mindestens eine 20 m dicke Eishülle über der Taubenkarschwelle. Dies bedeutet eine 10 bis 15 m hohe Eisdecke über den Moränen bei der Simonyhütte. Das Eis muß also die genannte Felsschwelle überflossen haben. Dies beweisen auch die bis jetzt unbekannt gebliebenen Moränen nördlich der Simonyhütte am Fuße der Felsschwelle in ca. 2070 m Höhe.

Nordöstlich der letztgenannten Wälle findet man in 300 bis 400 m Entfernung wiederum mehrere parallele Moränenrücken. Auch sie gehören der Postdaunzeit an. Sollten sich dazu die entsprechenden Moränen der östlichen Gletscherzunge im nördlichen Teil des Unteren Taubenkares finden, so wäre der glazialgeologische Nachweis für zwei Klimaverschlechterungen nach der postglazialen Wärmezeit erbracht, wobei der von Kinzl angenommene Egesenstand eine Verschiebung erfahren müßte.

Man sieht demnach, daß beim Hallstätter Gletscher eine genauere glazialgeologische Gliederung zwischen Daun- und Fernauzeit möglich ist, was von den Verfassern für diesen und die anderen Dachstein-Gletscher versucht werden wird.

II. Der Rückgang des Hallstätter und Schladminger Gletschers seit 1900 und seine klimatischen Ursachen.

Von
Erik Arnberger.

Der gewaltige Rückzug der Alpengletscher seit der Mitte des vergangenen Jahrhunderts hat zahlreiche große alpine Vereine, wie den Österreichischen (früher Deutschen, bzw. Deutschen und Österreichischen) Alpenverein, den Schweizer Alpenklub, den Club Alpin Français und das dem Club Alpino Italiano nahestehende Comitato

Glaciologico Italiano, sowie verschiedene andere wissenschaftliche Institutionen veranlaßt, die Zungenenden der Gletscher einzumessen und verschiedentlich Areal-, Dicken- und Geschwindigkeitsmessungen durchzuführen.

Schon seit den Vierzigerjahren des 19. Jahrhunderts liegen uns genaue Beobachtungen über den Hallstätter Gletscher und sein Zungengebiet — das Karlseisfeld — von Friedrich Simony vor (Nr. 2 bis 7). Diese auf wissenschaftlicher Grundlage aufgebauten physio-geographischen Untersuchungen haben das Augenmerk auf den Dachsteinstock und besonders auf den Hallstätter Gletscher gelenkt. Als aufnehmende Geologen finden wir E. Sueß, später E. von Moysisovics und G. Geyer; seit der Jahrhundertwende gesellen sich zu den Geologen eine Reihe von Morphologen und Höhlenforschern, die Teilgebiete des Dachsteinstockes bearbeiten. Im großen und ganzen und mit wenigen Ausnahmen ist aber der Dachsteinstock und besonders sein vergletschertes Gebiet in wissenschaftlicher und touristischer Hinsicht ein Arbeitsgebiet der Wiener Schule geworden und bis auf den heutigen Tag auch geblieben.

Der Gletscherbeobachtungsdienst des Deutschen und Österreichischen Alpenvereines hat nach Simonys Arbeiten erst verhältnismäßig spät die Dachsteingletscher wieder in sein Arbeitsprogramm aufgenommen. Nachdem Brückner 1921 (Nr. 15) und Lichtenegger 1927 und 1930 (Nr. 16 und 17) glaziologische Studien im Dachsteingebiet durchgeführt hatten, wurden in der Folgezeit der Hallstätter, der Gosau- und Schladminger Gletscher ab 1933 in unregelmäßiger Folge, ab 1946 jährlich systematisch eingemessen. Berichte über die Ergebnisse unter Gesamtedaktion von R. v. Klebelsberg finden sich in der Zeitschrift für Gletscherkunde (Nr. 18) und in den Mitteilungen des Österreichischen (bzw. Deutschen oder Deutschen und Österreichischen) Alpenvereines (Nr. 19) sowie im Gletscherarchiv des Österreichischen Alpenvereines. Berichterstatter und Bearbeiter waren in den Jahren 1933 und 1936 H. Thalhammer, 1940 H. Hoinkes (Innsbruck), 1941, 1942 und 1944 H. und A. Senn (Innsbruck), seit 1946 R. Wannemacher (Hallein/Wien) mit verschiedenen Mitarbeitern.

Diese Arbeiten geben uns für den Hallstätter und Gosau-Gletscher einen guten Überblick über die beiden letzten Jahrzehnte. Für den Schladminger Gletscher sind die Beobachtungen leider lückenhaft und spärlich; die anderen kleineren Gletscher des Dachstein-

stockes blieben überhaupt unberücksichtigt. Im August 1951 wurden von der Gruppe für Natur- und Hochgebirgskunde und alpine Karstforschung der Sektion Edelweiß des Österreichischen Alpenvereines mit Subventionen des wissenschaftlichen Ausschusses des Österreichischen Alpenvereines und des Landes Oberösterreich landeskundliche Arbeiten im Dachsteingebiet begonnen. Sie standen unter Leitung des Verfassers und von Dr. Erwin Wilthum; in ihrem Rahmen erfolgte auch eine Theodolitvermessung des Randes des Schladminger wie des Hallstätter Gletschers, der eine kartographische Darstellung im Maßstab 1 : 10.000 folgte.

Für den Vergleich der Gletscherareale seit 1900 stehen darüber hinaus noch die Hüblsche Karte 1 : 25.000 des Karlseisfeldes nach dem Stand von 1899 und 1900, die Alpenvereinskarte der Dachsteingruppe 1 : 25.000 des Jahres 1915, die Neuaufnahme 1928 und die Neuaufnahme 1934/35 (beide 1 : 25.000) des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen zur Verfügung (Nr. 1 u. 21 bis 23).

Zur Klärung der Ursachen der starken Gletscherveränderungen in den letzten 100 Jahren müssen wir uns, da am Dachsteinstock selbst keine Wetterstation besteht, mit den Beobachtungen der Stationen Altaussee-Salzberg (950 m), welche bereits über eine 100-jährige Beobachtungsreihe verfügt, Hallstatt-Salzberg (1021 m) für die Jahre 1880—1900, 1907—1914 und 1915—1929, Hallstatt-Ort (525 m) ab 1931 und mit dem Feuerkogel (1585 m) ab 1930 begnügen. Weiter liegen Beobachtungsreihen für Ischl ab 1922, Goisern 1928—1948, Radstadt 1924—1945 und Ramsau ab 1887 vor (Nr. 24 und 25). Gleichzeitig geben uns natürlich auch die Messungen am Sonnblick wertvolle Aufschlüsse (Nr. 26 und 27).

Klimatische und wetterbedingte Ursachen des Gletscherschwundes.

Mit Ausnahme weniger Jahre gehen die Gletscher des Dachsteingebietes seit dem Hochstand von 1856 um bedeutende Beträge zurück. Die Schneegrenzen heben sich von Jahrzehnt zu Jahrzehnt und in manchen Jahren beschränkt sich das im Sommer von Alt Schnee bedeckte Areal der Gletscher auf kleine und an der Schneegrenze sehr stark aufgelöste Flächen in den höchsten Teilen ihrer Nährgebiete. Solche Jahre, in denen der Neuschnee und fast der ganze Winterschnee infolge trockenwarmer, strahlungsreicher Sommer aufgezehrt wird, führen fast immer zu erheblichem Glet-

scherschwund und leiten meist ausgesprochene Rückzugsperioden ein, welche nur durch sehr hohe, weit über den Mittelwerten liegende Winterschneemengen darauffolgender Jahre abgestoppt und durch längere feuchtkühle, strahlungsärmere Perioden ausgeglichen und auf Dauer umgekehrt werden können.

Eine Analyse der Wetterverhältnisse in den einzelnen Jahren seit 1850 zeigt uns das häufigere Auftreten von Perioden, in denen Jahre mit ausgesprochen warmen, niederschlagsarmen Sommern ohne Unterbrechung folgen und gleichzeitig meist mit schneearmen Wintern Hand in Hand gehen. Weiter eine Abnahme der Bewölkung und eine Verminderung der Zahl der Tage mit festen Niederschlägen im Frühjahr und im Sommer. Es sind dies die sichtbarsten und auffallendsten Änderungen der Klima- und Wetterfaktoren, hervorgerufen durch eine Änderung der atmosphärischen Zirkulation nicht allein nur im Alpenraum; sondern überhaupt auf der ganzen Erde (siehe auch A. Wagner, Nr. 28) und durch das häufige Auftreten strahlungsreicher, trockenwarmer Ostwetterlagen in unserem Raum, deren Bedeutung besonders H. Tollner (Nr. 29 und 30) hervorhebt.

Verfolgen wir nun die Niederschlags- und Wärmeverhältnisse seit 1856 im Dachsteingebiet (siehe Abb. 11 und Abb. 12). In den niederschlagsarmen Jahren 1853 bis 1861 erlangt das Glazialjahr 1857 besondere Bedeutung. Altaussee verzeichnet als Jahresniederschlagsmenge nur 1329 mm, das ist der geringste Jahresniederschlag zwischen 1850 und 1900. Auf das Glazialjahr 1856/57 (Oktober bis September) berechnet ergibt sich eine Niederschlagssumme von ebenfalls nur 1570 mm; gleichzeitig waren die Monate April bis Dezember 1857 übernormal warm, so daß die Schneemengen im Nährgebiet gewaltig angegriffen wurden. Mit diesem Jahr wurde der große Gletscherrückgang eingeleitet. Auch die folgenden Jahre bis 1863 brachten eine Häufung von zu warmen Sommermonaten und trockenen Wintern mit Ausnahme des schneereichen Winters 1862, der vorübergehend einen Ausgleich schaffen konnte. Die Station Altaussee-Salzberg meldete im Winter 1861/62 als Summe der Monate November bis Februar einen Niederschlag von 906 mm, das sind 300 mm über dem langjährigen Durchschnitt.

Der Zeitraum von 1862 bis 1864 war niederschlagsreicher als das Mittel. Die folgenden Jahre hatten zum Teil niederschlagsreiche, kühle Sommer. 1867 und 1868 sind durch trocken-warme Sommer

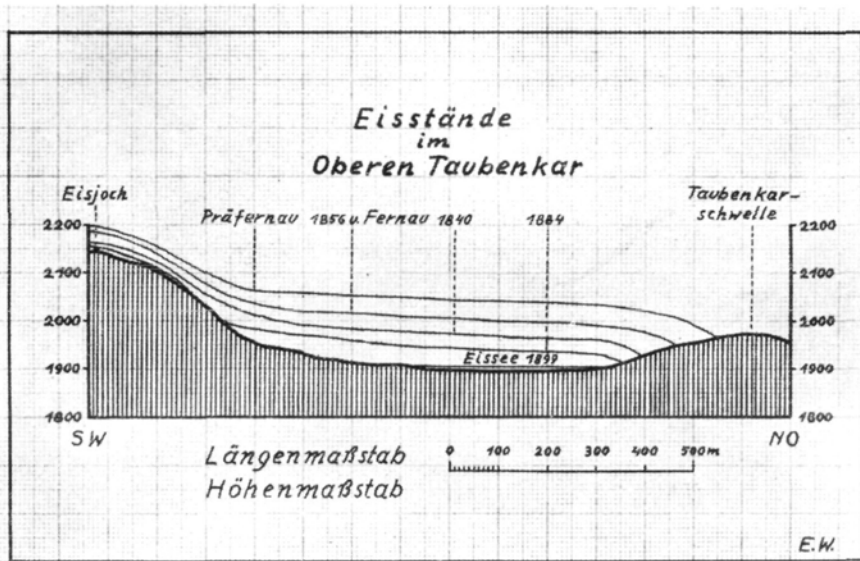


Abb. 1

Die Zungenstände des Karlseisfeldes im Oberen Taubenkar (Längsprofil). Das Eis stauete sich an der Taubenkarschwelle.
Entw.: E. Wilthum



Abb. 2

Der Felsriegel Simonyhütte (links) — Taubenriedl (rechts). An ihm stauete sich das Eis 1855/56. Die Endmoränen zeigen die damalige Eisgrenze. Heute endet der Gletscher in den Oberen Eissee.
Aufn.: A. Feigl



Abb. 3

Die Karstwanne des Oberen Taubenkars. Sie war 1853/56 einschließlich des Vordergrundes von Eis erfüllt. Heute wird ihr Boden zum Teil vom Unteren Eisseee bedeckt. Im Hintergrund von links nach rechts: Dirndln, Eissteine, Hoher und Niederer Dachstein. Aufn.: E. Willhalm



Abb. 4

Die heutige Zunge des Hallstätter Gletschers. Die Felder in der Stielstufe sind deutlich zu erkennen. Aufn.: E. Willhalm



Abb. 5

Der Obere Eissee vom Weg unterhalb des Schöberls aus gesehen. Links der Steilabfall des Taubenriedls, rechts das Eisjoch. In der Einsattelung sind die Moränen von 1920 zu erkennen.

Aufn.: E. Arnberger

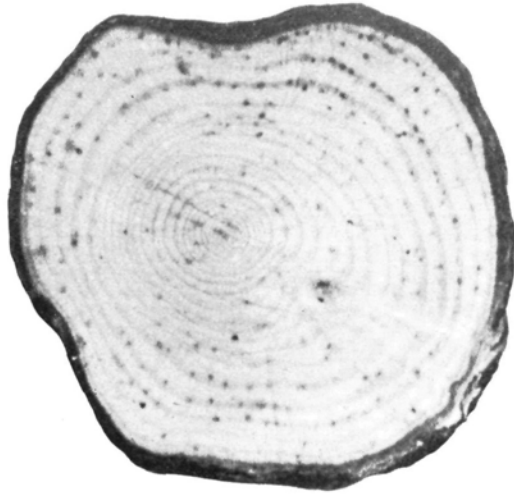


Abb. 6

Querschnitt durch das Stämmchen einer Bergföhre in dreifacher Vergrößerung. Man zählt 23 Jahresringe. Dies war die einzige Bergföhre auf der 50er Moräne des Hallstätter Gletschers.

Aufn.: Landesbildst. f. Wien, Niederösterr. u. Burgenland

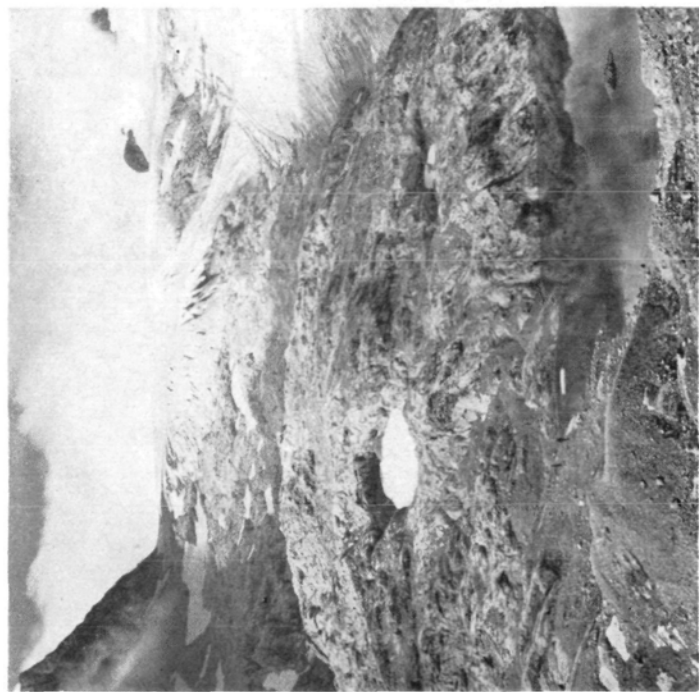


Abb. 7

Blick auf den östlichen Zungenlappen des Hallstätter Gletschers und das große Felsenferner. In der Bildmitte das Eisjoch. Im Vordergrund die 1920er Moräne auf der Einsattelung über der Eisjoch-Steilstufe. Aufn.: E. Arnberger

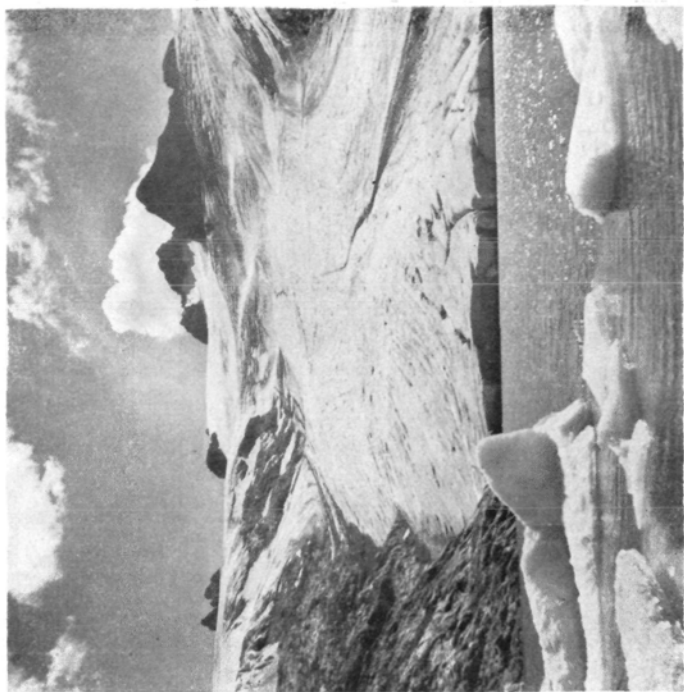


Abb. 8

Das Zungende des Hallstätter Gletschers im Oberen Eissees mit frisch gebildeten Eisbergen. Aufn.: A. Feigl

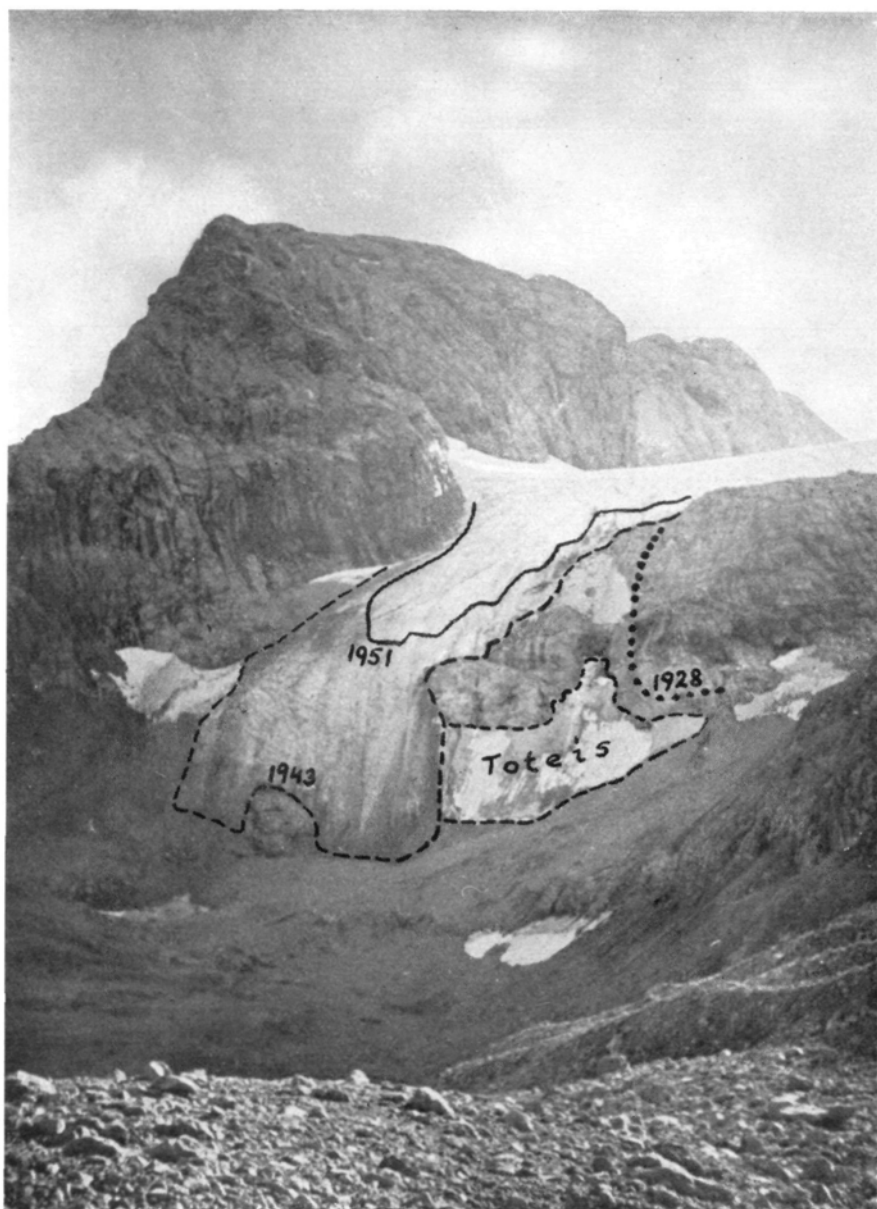


Abb. 9

Schladminger Gletscher, südöstliche Zunge mit dem Koppenkarstein im Hintergrund, nach einer Aufnahme von Ing. Rudolf Hock. Einzeichnung der Stände von 1928, 1943 und 1951 durch Dr. Erik Arnberger.

Vermessungspunkt 1

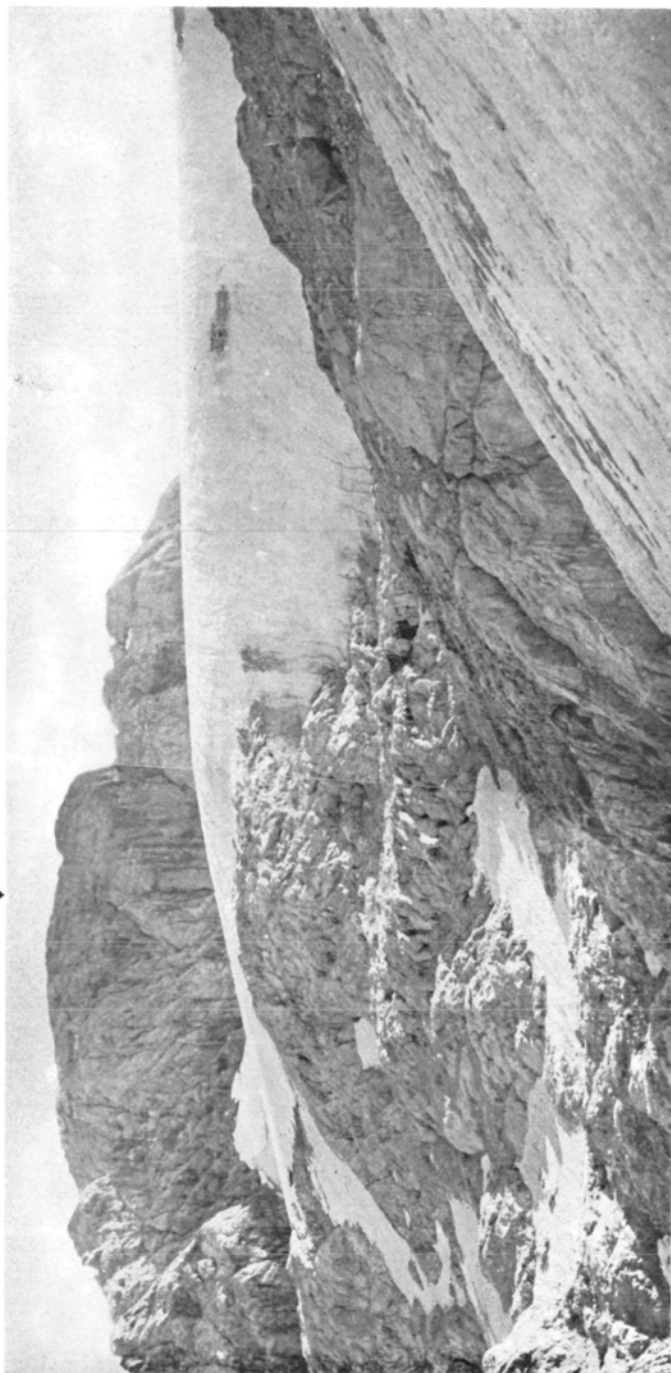
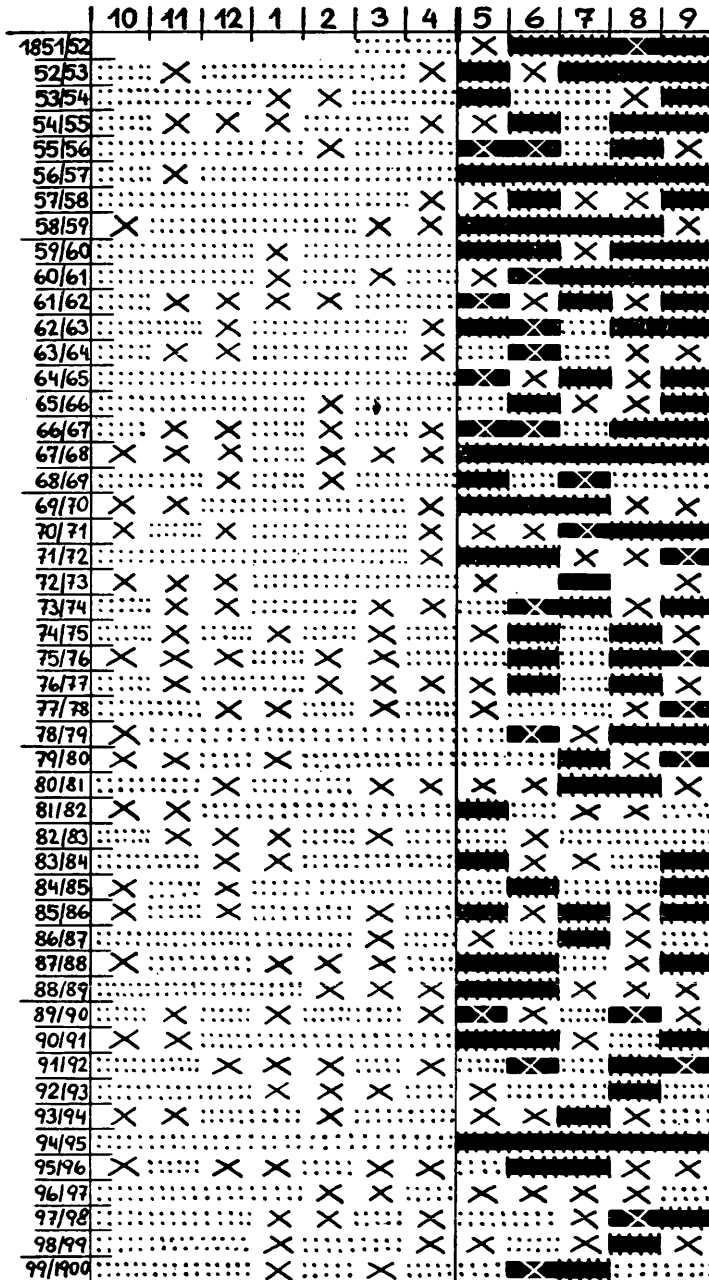


Abb. 10

Schladminger Gletscher, mittlere Zunge, links Felskopf mit Trigonometrierzeichen der Militärvermessung (Vermessungspunkt 1 der Randeinmessung im Sommer 1951). Im Hintergrund Großer Koppenkarstein (2865 m). Aufn.: Ing. Rudolf Hock, 1943



Im Verhältnis zu den langjährigen Monatsmitteln: ■ warm, ■■■ warm u. niederschlagsarm, ■■■■ warm aber niederschlagsreich, niederschlagsarm, X niederschlagsreich. Für die Monate 10-4 sind die Wärmeverhältnisse nicht berücksichtigt. Entwurf: Dr. Erik Arnberger.

Abb. 11.

Die Monatsmittel der Temperatur und des Niederschlages in den Glazialjahren 1851/52 bis 1899/1900 im Verhältnis zu den langjährigen Monatsmitteln der Station Altaussee-Salzberg (950 m). Entwurf: Dr. Erik Arnberger.

ausgezeichnet, allerdings folgten diese nach reichlichem Winterschnee.

Die folgende Zeitspanne war für den Gletscherhaushalt wieder etwas günstiger. Die Jahre 1876 bis 1880 besaßen durchwegs übernormale Jahresniederschlagsmengen; besonders der Februar 1877, für den die Station Altaussee-Salzberg 480 mm Monatssumme angibt, fällt auf. Die Sommer bis 1891 zeigen mehr Monate mit Temperaturen unter als über dem langjährigen Mittel. Der niederschlagsreiche Spätwinter 1888 und 1889 brachte auch teilweise wieder eine größere Auffüllung der Nährgebiete.

Die niederschlagsarmen Jahre 1891 bis 1895 wurden nur durch den niederschlagsreichen Winter 1892 mit seinen hohen Februar-schneemengen unterbrochen. Als ungünstigstes Jahr ist wohl 1895 zu bezeichnen; der Niederschlag lag wieder weit unter dem Mittel und betrug für das Glazialjahr 1894/95 in Altaussee-Salzberg nur 1255 mm. Außerdem war dieses Jahr von April bis September übernormal warm und die Ablationsbeträge sind daher auch besonders hoch anzunehmen.

Die folgenden Jahre bis zur Jahrhundertwende waren wieder schneereicher und die Mehrzahl der Sommermonate kühl.

Von 1856 bis 1900 haben wir also zwei Zeiträume, die für den Eishaushalt als nicht ungünstig bezeichnet werden können, und zwar die Zeitspanne von 1874 bis 1884 und von 1896 bis zur Jahrhundertwende. Katastrophal ungünstig waren die Jahre 1891 und 1895. Von der Gesamtzahl der Monate Juni bis September der Jahre 1856 bis 1900 lagen über 50 Prozent über den langjährigen Temperaturmonatsmitteln, hingegen lagen bei der Gesamtzahl der Monate November bis April im selben Zeitraum nur weniger als 40 Prozent über den entsprechenden langjährigen Niederschlagsmonatsmitteln. Die wettermäßig günstigen Jahre konnten den Rückzug des Hallstätter Gletschers nicht in einen Vorstoß verwandeln, sie kamen sichtbar nur im Nährgebiet zum Ausdruck. So war auch in den Jahren 1882 bis 1887 als Folge der vorhergegangenen Periode im Firngebiet des Hallstätter Gletschers eine schwache Zunahme feststellbar.

Auch die Jahre von 1901 bis 1920 haben in ihrem Witterungsverlauf viel Ähnlichkeit mit denen des oben besprochenen Zeitabschnittes und sind für den Gletscherhaushalt nicht immer ungünstig.

Auf drei aufeinanderfolgende, niederschlagsarme Winter folgte

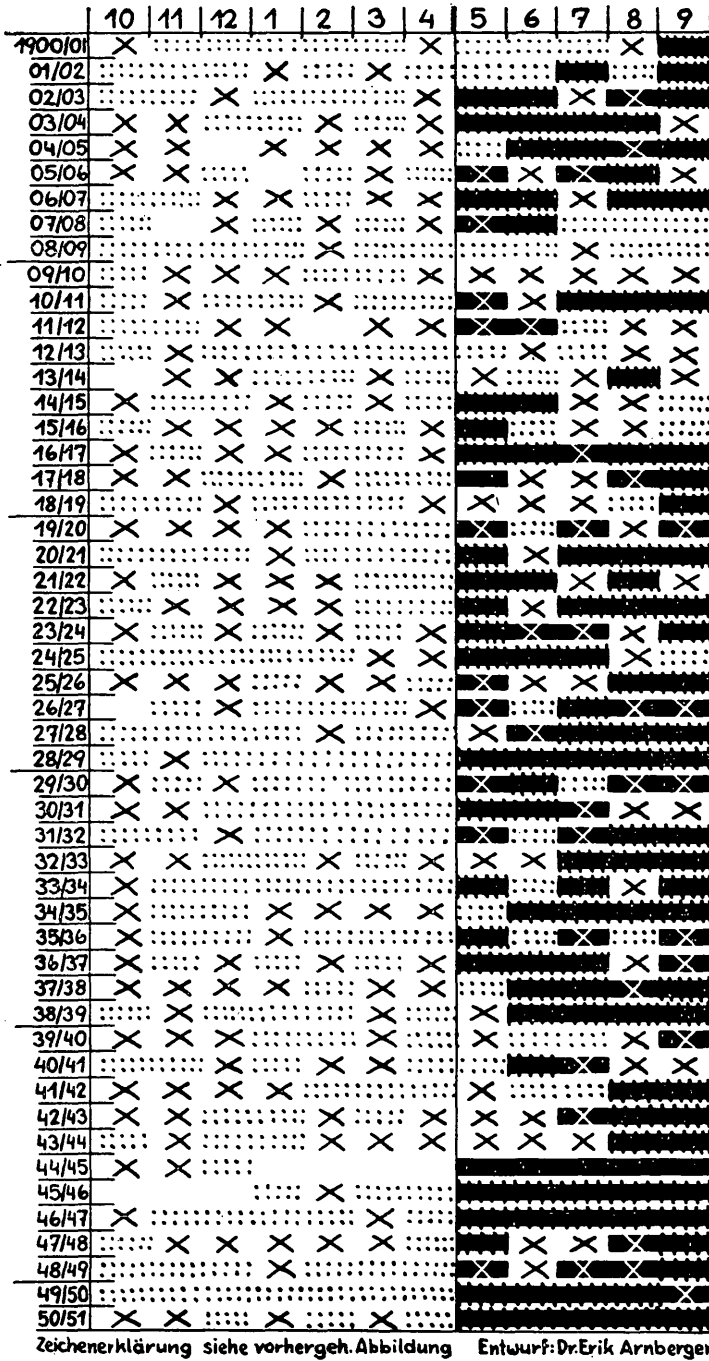


Abb. 12.

Die Monatsmittel der Temperatur und des Niederschlages in den Glazialjahren 1900/01 bis 1950/51 im Verhältnis zu den langjährigen Monatsmitteln ermittelt aus den Stationen Alt-Ausesee—Salzberg (950 m), Hallstatt—Salzberg (1021 m), Hallstatt—Ort (525 m) und Feuerkogel (1585 m). Entwurf: Dr. Erik Arnberger.

das ausgesprochen warme Jahr 1904 mit trockenwarmem Sommer. Der Winter 1905 war schneereich und kühl, der Sommer aber ebenfalls wieder trockenwarm. Zwischen 1909 und 1920 liegt für den Eishaushalt nur ein ungünstiges Jahr, das Jahr 1911 mit seinem niederschlagsarmen Winter und dem besonders trockenwarmen Sommer, der den stärksten und allgemeinsten Gletscherschwund in den Ostalpen hervorrief.

Die Abschmelzbeträge waren in den Jahren 1912, 1913 und 1914 infolge sehr kühler Sommer aber wieder gering und 1915 bis 1917 folgten drei äußerst schneereiche Winter, welche auch die Nährgebiete der Dachsteingletscher reichlich auffüllten. Der Winter 1915/16 mit seinen späten (April-)Schneefällen und der Winter 1916/17 mit noch nie dagewesenen Schneemengen und Lawinenkatastrophen ist auch heute noch in Erinnerung! Bis zum Jahre 1912 überwogen in den Ostalpen die im Rückzug befindlichen Gletscher die vorstoßenden weitaus, ab 1912 nahm die Zahl der vorrückenden Gletscher sprunghaft zu. 1916 schien die Hoffnung bereits berechtigt, daß die große Rückzugsperiode der Gletscher beendet und bald ganz allgemein ins Gegenteil umgekehrt sein würde. Auch das Verhalten der Gletscher des Dachsteingebietes bestärkte diese Hoffnung.

War bis zum Jahr 1920 die Aufeinanderfolge von mehr als zwei trockenwarmen Sommern eine Ausnahme, so änderte sich ab 1921 das Bild grundlegend (Abb. 12). Das Jahr 1921 leitete mit seinem niederschlagsarmen, warmen Winter und seinem, infolge geringer Bewölkung, sehr strahlungsreichen, warmen und trockenen Sommer einen verstärkten Rückzug des Hallstätter und Schladminger Gletschers ein. Ähnlich waren die Jahre 1928 und 1929; in beiden aperten die Gletscher bis hoch hinauf ins Firnfeld aus. Die Schneearmut des Winters 1927/28 bewirkte ein ersichtliches Einsinken der Gletscheroberfläche. Die Mehrzahl der folgenden Winter brachte wieder keine größeren Schneemengen und so kam es meist schon früh im Sommer zu erheblichen Ablationsbeträgen an der aperen Gletscheroberfläche. Das verminderte Auftreten von Neuschneelagen in den warmen, niederschlagsarmen Sommern führte dazu, daß die schmutzige Gletscheroberfläche durch Strahlung noch stärker angegriffen wurde. Kein Winter vermochte in der Folgezeit die Nährgebiete so auszufüllen, daß die Schneegrenze im Laufe des Sommers in konstant tiefer Lage verblieben wäre! Die etwas niederschlagsreicheren Winter 1933, 1935, 1938, 1940 und 1941 boten den warmen Sommern

kein Gegengewicht, obwohl die Jahre 1940 und 1941 (1941 auch im Sommer) einen günstigen Verlauf nahmen.

Katastrophal wirkten sich aber für die Ostalpengletscher die in ununterbrochener Reihe aufeinanderfolgenden, strahlungsreichen und über dem langjährigen Temperaturmittel liegenden Sommer ab 1945 aus. Vom Februar bis zum Oktober lagen 1945 die Temperaturmonatsmittel über den langjährigen Mittelwerten; der Sommer 1946 war vom März bis September übernormal warm und ab April zu trocken. Die Gletscher zeigten bereits eine Tendenz zu verstärktem Rückzug und ihre Nährgebiete waren weitgehend angegriffen. Nun folgte aber erst das ungünstigste Jahr! Nach einem ausgesprochen schneearmen Winter 1946/47, in dem die Niederschläge der Monate November bis Februar sowohl in Altaussee-Salzberg und Hallstatt als auch auf dem Feuerkogel übereinstimmend weit unter dem langjährigen Mittel blieben, folgten von März bis November übernormale Temperaturmonatsmittel und die vorherrschend sommerliche Ostwetterlage mit ihrer außerordentlich starken Zunahme der Sonnenscheindauer bewirkte zum Beispiel am Hallstätter Gletscher ein Zusammenschmelzen der Firnschneedecke auf zahlreiche kleinere und größere, oft unzusammenhängende Firnschneeflecken, so daß die Firnschneegrenze für einen kurzen Zeitraum sogar oberhalb des Nährgebietes zu liegen kam. Am östlichen Teil des Hallstätter Gletschers lag die untere Grenze der Firnflecken in ca. 2500 bis 2600 m, am westlichen zwischen 2400 und 2500 m Höhe. Alle Berichte aus dem Ostalpenraum sprechen in diesem Jahr von einer „Firnkatastrophe“!

In starkem Gegensatz zu den Jahren 1945 bis 1947 stand das Jahr 1948. Der Winter brachte in den Monaten November bis März reichliche Schneefälle. Die Sommermonate Juni und Juli waren niederschlagsreich und kühl, der August zwar warm, aber ebenfalls trüb und niederschlagsreich. Es herrschten hauptsächlich West- und Nordwestwetterlagen. Der europäische Sommermonsun hatte sich mit ungewöhnlicher Intensität und Ausdauer (Mitte Juni bis Ende Juli) eingestellt. Mächtige Firnschneelagen bildeten sich, welche den Sommer und den trockenwarmen Herbst überdauerten. Der Schladminger Gletscher reagiert im selben Jahr sogar mit einem kleinen Vorstoß. Der Hallstätter Gletscher war Ende August noch fast ganz schneebedeckt und fast alle Spalten waren geschlossen.

1949 erfolgte wieder ein stärkeres Abschmelzen und im Jahre

1950 bewirkte ein trockenwarmer Sommer ein Ausapern, welches an die Verhältnisse von 1947 erinnerte, diese aber doch nicht ganz erreichte.

Als ich anfangs August 1951 aus den Zentralalpen kommend zum Dachstein aufstieg, nachdem ich wenige Tage vorher noch vor tiefverschneiten Gletschern gestanden war, überraschte es mich, wie weit der Hallstätter Gletscher so früh bereits wieder ein aperes Bild bot. Wir brauchten keine Sorge zu haben, bei unseren Vermessungsarbeiten infolge Schneelage nicht eindeutig die Gletschergrenze bestimmen zu können. Auch der Sommer 1951 war im Dachsteingebiet wieder zu warm und niederschlagsarm. Die Sommerniederschläge fielen im überwiegenden Maße auch in den höheren Regionen in flüssiger Form und wir hatten in unserer Arbeitszeit selbst Gelegenheit, zu sehen, wie warme Niederschläge geschlossene Firnschneeflächen derart durchweichen, daß der Gletscher an solchen Stellen am ersten folgenden Schönwettertag fast vollständig ausapert.

Wenn wir die letzten 50 Jahre überblicken, dann fällt uns der glazial ausgesprochen günstige Zeitabschnitt 1912 bis 1917 besonders auf. Von der Gesamtzahl der Monate Juni bis September lagen im Zeitraum 1901 bis 1920 nur etwas über 40 Prozent über den langjährigen Temperaturmonatsmitteln, hingegen waren im Zeitabschnitt 1921 bis 1951 über 70 Prozent dieser Monate zu warm! Von der Gesamtzahl der Monate November bis April lagen im Zeitraum 1901 bis 1920 etwa 45 Prozent über den entsprechenden langjährigen Niederschlagsmonatsmitteln, im Zeitabschnitt 1921 bis 1951 aber nur 37 Prozent! Es häuften sich also nicht nur die zu warmen Sommermonate, sondern auch die zu niederschlagsarmen Winter.

Das Verhalten des Hallstätter und Schladminger Gletschers in den letzten 50 Jahren.

Das Verhalten der einzelnen Gletscher des Dachsteinstockes ist im wesentlichen seit der Jahrhundertwende dasselbe und besteht in einer Volums- und Flächenverminderung und im Rückzug ihrer Zungen. Die Reaktion allerdings auf die wetter- und klimabedingten Veränderungen, auf Perioden starker Abschmelzung oder reichlicher Schneefälle, tritt zeitlich je nach der Größe der Gletscher, ihrer Exposition, der Gestalt ihrer Nährgebiete, der Länge und Art der Beschattung durch den sie umschließenden Gebirgskörper innerhalb des Tagesablaufes und viele andere, hauptsächlich morphologische

Faktoren, oft sehr verschieden und mit individuell bedingten Folgen auf. Die kleineren Gletscher des Dachsteinstockes reagieren rascher und sichtbarer meist noch im gleichen Jahr auf eine länger anhaltende, den Eishaushalt beeinflussende Wetterlage. Selbst zwischen Schladminger und Hallstätter Gletscher ergeben sich diesbezügliche Unterschiede. Als beispielsweise nach einem schneereichen Winter der trübe, kühle und niederschlagsreiche Sommer 1948 folgte, konnte beim Schladminger Gletscher ein vorübergehender Vorstoß festgestellt werden, während Hallstätter und Gosau-Gletscher weiter zurückgingen.

Der Stand des Hallstätter Gletschers um 1900 ist uns aus der Hüblschen Karte (Nr. 1) und von zahlreichen Photoaufnahmen her gut bekannt. Das alte Zungenbecken mit dem „Unteren Eisse“ war vom Gletscher längst verlassen und nur im Süden und im Süd-Südostwinkel des Sees lagerten noch größere von Schutt und altem Moränenmaterial überdeckte Toteismassen. Der See selbst war im Spätsommer 1900 größer als heute. Das ehemalige „Karls-Eisfeld“ — mit diesem Namen bezeichnete man ursprünglich nur jene alte Gletscherzunge, welche das obere Taubenkar erfüllte — war verschwunden und die östliche Eisgrenze des Hallstätter Gletschers lag bereits am Eisjoch bei Kote 2147 m (Abb. 5 u. 7). Vom Taubenriedl aus bot der Hallstätter Gletscher mit seiner über 530 m breiten, aber nur auf 300 bis 400 m Länge deutlich abgesetzten Zunge noch immer einen gewaltigen Anblick. Kein einziges Felsfenster zerriß den Gletscher in seinem Zehrgebiet und im Nährgebiet ragte nur der Untere und seit 1860 der Obere Eisstein aus dem geschlossenen Firnfeld. Allerdings war der Ostrand des Gletschers zwischen den Wandabbrüchen des Hohen Gjaidsteines und dem Eisjoch merklich dünn geworden und der Gletscherrand wies deutliche Zerfallsanzeichen auf. Um die Jahrhundertwende hatte sich auch bereits zeitweise ein ganz kleiner Eisse gebildet, und zwar nicht vor dem Zungenende, welches noch über die heutige Einsattelung oberhalb der Eisjochstufe reichte, sondern in der Moränenmulde genau südlich der Simonyhütte westlich der Kote 2109.

Im ersten Dezennium nach der Jahrhundertwende gab der Gletscher die Höhe des Eisjochrückens vollständig frei, so daß dieser die Zunge bereits deutlich überhöhte.

Bis zur Aufnahme der Dachsteinkarte des Deutschen und Österreichischen Alpenvereines aus dem Jahre 1915 durch L. Aegerter

(Nr. 21) war im Nährgebiet bereits ein erheblicher Massenverlust eingetreten und in einer Höhe zwischen 2220 und 2250 m im Steileis südlich des Schöberl (südlich Kote 2259 m) ein Felsfenster in Ausschmelzung begriffen. Der Ostrand der Gletscherzunge war um 50 bis 70 m, die Stirn selbst um 20 bis 40 m zurückgewichen.

In der zweiten Hälfte des zweiten Dezenniums war der Hallstätter Gletscher infolge der reichlichen Niederschläge der Jahre 1912 bis 1917 ziemlich stationär. Deutlich konnte ein Anschwellen der Gletscheroberfläche und an verschiedenen Stellen ein kleiner Vorstoß der Gletscherränder und der Zunge beobachtet werden. In der Moränenmulde südlich der Simonyhütte und an der Karschwelle oberhalb der Eisjochstufe sind Endmoränen, die dem Stand von 1919/20 entsprechen, deutlich ausgebildet (Abb. 7).

Auf die außerordentlich starken Ablationsbeträge im Jahre 1921 reagierte der Hallstätter Gletscher noch im gleichen Sommer. 1921 befand sich hinter der Karschwelle vor dem Zungenende ein kleiner See, dessen Abfluß ins Obere Taubenkar in diesem Jahr oberirdisch vor sich ging und der 6 Jahre später anlässlich der Untersuchungen von N. Lichtenecker mit erheblich größerer Ausdehnung angetroffen wurde. Lichtenecker berichtet auch, „daß sich am linken Rande der Gletscherzunge, direkt südlich der Simonyhütte, ein Stausee gebildet hat, der zwischen dem blanken Eis und der lebenden Moräne liegt“ (Nr. 16, S. 148). Sein Areal war natürlich kleiner als das des anderen. In der Zeit von 1919/20 bis 1927 dürfte der Rückgang der Zunge nach Lichtenecker ungefähr 20 m betragen haben, wobei die Stirne des Gletschers wesentlich flacher wurde und daher den See mit einem konkaven Bogen umgab. In den folgenden Jahren verstärkte sich der Rückzug wesentlich und die Gletscheroberfläche sank bedeutend ein. Der Stausee am linken Ende der Zunge war 1930 bereits wieder vom abrutschenden Moränenschutt ausgefüllt worden. Das Zehrgebiet des Hallstätter Gletschers zeigte bereits deutlich eine Aufgliederung in drei selbständige Eiskörper. Der südlich vom Schöberl herabkommende Eislappen wies die stärksten Veränderungen auf; der plattige Felsriegel südlich des Schöberls wuchs von Jahr zu Jahr weiter in den Gletscher hinein.

Der Gletschersee vor der Hauptzunge zeigte im Jahresablauf sehr große jahreszeitlich bedingte Schwankungen. So erlangte er Mitte August 1933 seine größte Ausdehnung mit 100 m Länge und 50 m Breite und reichte damit fast genau bis zum Eisrand des Jahres

1920. Mit Eintritt kalten Wetters ging der See aber rasch zurück und am 7. September war er nur mehr 20 m breit und 50 m lang. Die Ableitung des Wassers erfolgte unterirdisch, doch scheint sich in manchen Jahren der Abfluß weitgehend verlegt zu haben, so daß es vorübergehend zu sehr hohen Spiegelständen kam. So berichtet Thalhammer im Jahr 1936, daß die Marke von Brückner aus dem Jahr 1921 am Riegel zwischen Eisjoch-Steilstufe und dem neuen „Oberen Eisse“ ständig vom Wasser bedeckt war. Die Mächtigkeit des Eises hatte im Zehrgebiet im Zeitraum 1921 bis 1936 stellenweise um 20 m abgenommen. Die stärksten Veränderungen wies der vom Schöberl herabziehende Eislappen auf. Die starken Rückgänge sind nicht zuletzt noch eine Auswirkung der klimatisch besonders ungünstigen Periode von 1928/29.

1940 verlangsamt sich der Rückgang etwas, er betrug aber bis 1941 bereits wieder fast so viel wie von 1937 bis 1940. 1944 bildete sich abermals am linken Zungenende ein kleiner See, der aber 1946 bereits wieder verschwunden war. Der größere Eisse hatte wieder an Ausdehnung zugenommen. 1947 war er nach Angaben von R. Wannemacher 350 m lang und 150 m breit, an einer Stelle unmittelbar am Zungenrand wurden 10 m Tiefe gelotet. Die Schneegrenze lag in diesem Jahr besonders hoch und die Ablationsbeträge erreichten Maximalwerte. Aus diesem Grund ging auch der Hallstätter Gletscher nach dem besonders schneereichen Winter 1947/48 trotz tiefliegender Schneegrenze im folgenden kühlen Sommer weiter zurück. Nur der obere Gletschersee reagierte mit einer Spiegel-senkung von 5 m, so daß die Seefläche fast um die Hälfte kleiner geworden war. (Für die Zeit von 1911 bis 1949 vergleiche auch Nr. 31 bis 34.)

In den letzten zehn Jahren hatte die Eisdicke so stark abgenommen, daß sich an einigen Stellen neue Felsenfenster gebildet haben. Diese liegen in jener hufeisenartigen Steilstufe, über die die mittlere Zunge in ihr heutiges Zungenbecken — wahrscheinlich einer großen präglazialen Karstwanne — abfließt. Der Felsriegel südlich des Schöberl hat sich erheblich vergrößert und wird in nicht allzu-ferner Zeit Verbindung mit zwei kleinen Felsenfenstern bekommen. Das größte Fenster aber mit einer Ausdehnung von über $3\frac{1}{2}$ ha im Jahre 1951 liegt unterhalb der Kote 2432 m und droht den östlichen Zungenlappen von der mittleren Zunge vollständig abzutrennen. Die mittlere Zunge selbst, die wir für die Jahrhundertwende noch mit

einer Breite von 550 m angegeben haben, hat sich nach unseren Messungen von 1951 auf 300 bis 350 m verschmälert. Die Zunge kalbte an warmen Tagen sehr stark in den Oberen Eissee, der Mitte August mit einem Umfang von rund 1 km und einer Fläche von über 4 ha seine größte Ausdehnung seit Bestehen erreicht hat. In der Moränenbucht lag am Rand des Sees ein größerer Toteisfleck.

Für den Schladminger Gletscher stehen uns leider nur sehr wenige und oft ziemlich fragliche Angaben zur Verfügung. Wer am heutigen Rand dieses Gletschers steht und die Steilstufe abwärts in das von Moränenschutt überstreute Vorfeld und Zungenbecken von 1856 blickt, dem wird erst das gewaltige Gletschersterben der letzten 100 Jahre bewußt. Hier im Vorfeld der ärmlichen, schmalen und dünnen Gletscherzungen von 1951 lag die wohl gewölbte und stellenweise bis über 1 km breite Zunge von 1856. Rings um die Felswände des Mittersteines reichte damals der Schladminger Gletscher noch weit nach Norden, zusammenhängend mit den Eisfeldern der Kleinkare in den Ostwänden des Hohen Gjaidsteines.

Die Sektion 5051/2 der III. Landesaufnahme von Groller 1872/73 zeigt uns, daß 1872 durch Ausaperung eines Felsriegels in der Mitte des Zungenbeckens die Zunge in zwei Lappen geteilt war. In den 16 Jahren seit dem Hochstand von 1856 dürfte die Eismächtigkeit stellenweise um 20 bis 30 m abgenommen haben. Die beiden Zungenlappen endeten in einer Höhe von ungefähr 2280 m.

Während 1872 der Zusammenhang mit den Firnfeldern unter dem Hohen Gjaidstein noch gewahrt war, zeigt die Neuaufnahme 1928 ihre Isolierung vom Schladminger Gletscher, der nur mehr bis unter den Kleinen Gjaidstein reichte. Die Zerteilung des Zehrgebietes in drei Zungenlappen war nach dem klimatisch sehr ungünstigen Jahr 1921 bei starkem Einsinken der Gletscheroberfläche sehr rasch vor sich gegangen und immer stärker aperten in der Mitte der Steilstufe des Gletschers zwei Felsvorsprünge aus. Bilder aus dieser Zeit zeigen uns bereits eine weitgehende Zerlappung des Zehrgebietes, wobei nur noch die im Tagesablauf längere Zeit im Schatten der Koppkarsteinwände liegende südöstliche Zunge talabwärts bis in eine Höhe von 2280 m reichte. Eine schmale, dünne und zum Teil bereits vollständig hohl liegende Zunge lag zwischen den beiden oben beschriebenen Felsvorsprüngen eingeengt und endete in rund 2420 m. Der zweite große Zungenlappen reichte wieder tiefer und zwar bis 2340 m, war aber ebenfalls an zahlreichen Stellen nur mehr

wenige Meter dick. Der dritte Lappen schließlich endete schon in 2420 m unterhalb des Kleinen Gjaidsteines.

Der Rückgang vollzog sich in der Folgezeit sehr rasch und 1934/35 war bereits der größte Teil der Steilstufe eisfrei. Der Lappen unter dem Gjaidstein hatte flächenhaft bereits annähernd seine heutige Größe erreicht. Nur die Hauptzunge unter dem Koppenkarstein (Ende in 2310 m Höhe⁴) war noch reich an Spalten und bot das Bild bewegten Gletschereises, während man sich bei allen anderen Lappen des Eindruckes nicht erwehren konnte, daß es sich meist nur mehr um Schnee- und Firnansammlungen in den zahlreich auftretenden Karsthohlformen handelt. Die fleckenhafte Auflösung setzte sich auch tatsächlich immer rascher durch (Abb. 9 u. 10). Die Firnkatastrophe des Jahres 1947 führte zu außerordentlich starken Zerfallserscheinungen in den Zungengebieten und auch dem kleinen Vorstoß nach dem schneereichen Winter 1948 konnte keinerlei Bedeutung zugemessen werden, da das Nährgebiet des Gletschers in den Spätsommern 1950 und 1951 wieder fast vollständig ausgeapert war.

Der Hallstätter und Schladminger Gletscher im Sommer 1951.

Als wir Mitte August unsere Arbeiten am Hallstätter Gletscher durchführten, war trotz der frühen Jahreszeit infolge überdurchschnittlicher Temperaturen und etwas unterdurchschnittlicher Niederschläge der größte Teil des Zehrgebietes aper und die Firnschneelage im Nährgebiet von geringer Mächtigkeit. Überall waren ausgesprochene Zeichen des Gletscherrückganges festzustellen.

Der ganze Hallstätter Gletscher war außerordentlich arm an Spalten und die Spaltenränder waren fast durchwegs abgerundet. Mäandrisch gewundene Schmelzwasserrinnen (Abb. 4) verliefen oft hunderte Meter an der Oberfläche, welche im Vergleich zu früheren Jahren eine viel geringere Wölbung aufwies. Zugleich konnte eine Zunahme der Schuttansammlung im orographisch linken Zungenrandgebiet und ein deutlicheres Hervortreten der Mittelmoräne am Zungenende festgestellt werden. Trotzdem bekamen wir keinen einzigen schönen Gletschertisch zu Gesicht, eine Folgerscheinung der

⁴) Die Höhenangaben für die Zungenenden sind den jeweiligen Neuaufnahmen entnommen und stimmen daher mit der Alpenvereinskarte nicht immer genau überein.

häufig auftretenden warmen Luftströmungen und warmen Niederschläge. An den klaren, sonnigen Tagen während unserer Arbeit kam es immer wieder zur Bildung neuer Eisberge, so daß an manchen Tagen der Spiegel des heuer sehr ausgedehnten Oberen Eissees von Eisschollen übersät war (Abb. 8). Im gesamten Zehrgebiet und auch weit hinauf ins Nährgebiet lagen die Gletscherränder hohl, ja an manchen Stellen so stark, daß man weit unter den Gletscher eindringen konnte. So gelang es, vom südlich des Schöberls gelegenen Felsfenster, das wie alle anderen immer mehr und mehr an Raum gewinnt, vom hohlliegenden Gletscherrand aus zwischen Gletscherunterseite und dem glattgeschliffenen steilen Boden viele Dutzende Meter von Eishalle zu Eishalle weiterzukommen; wir hatten das Glück, an einer Stelle, an der das Eis eine Bodenschwelle überfließt, hochinteressante Beobachtungen und Lichtbildaufnahmen machen zu können. An dieser Stelle gesteigerten Druckes war das Bodeneis so plastisch, daß es sich wie ein gewundenes Tuch über das Felshindernis zog, ohne auch nur kleine Sprünge aufzuweisen. Das Eis war an dieser Stelle schmutzig und reich an Wasser, was für die Richtigkeit der Regelationstheorie spricht und mit ähnlichen Beobachtungen von H. Carol in den Westalpen übereinstimmt (Nr. 36).

Die Schneegrenze lag am Hallstätter Gletscher bereits Mitte August um 2500 m und wurde bis Ende September noch erheblich gehoben. An den Gletscherrändern werden auch in den höheren Lagen des Nährgebietes hellere untere Felssäume frei und bestätigen damit das allgemeine Einsinken und die Dickenabnahme des Gletschers. Größe und Grenzen des Hallstätter Gletschers im Jahre 1951 sind der beiliegenden Karte zu entnehmen.

Noch höher lag Mitte August die Schneegrenze beim Schladminger Gletscher. In breiter Front liegt hier der untere Gletscherrand, wie auf einem Widerlager, an dem quer zur Fließrichtung über der Steilstufe befindlichen Felsriegel auf. Gegenüber früheren Formen des Zungengebietes hat sich der untere Gletscherrand, nicht zuletzt aus morphologischen Gründen, stark gestreckt. Überall dort, wo der Felsriegel durch die massenhaft vorkommenden Karsthohlformen aufgegliedert und durchbrochen ist, reichen Eiszungen und -lappen in verwirrender Fülle tiefer talabwärts. Die tiefste Stelle erreicht die südöstliche Zunge mit 2390 m. Das eisfrei gewordene Gebiet in und über der Steilstufe ist von zahlreichen Dolinen und Schächten durchsetzt, die, soweit sie nicht den ganzen Sommer als

Schneespeicher dienen, von Wasser ausgefüllt sind. Der unterirdische Abfluß der meisten Karstformen ist verlegt. Der ganze Schladminger Gletscher ist außerordentlich spaltenarm geworden; die Dicke seiner Zungen beträgt an vielen Stellen nur wenige Meter.

Flächen und Volumsverluste des Schladminger und Hallstätter Gletschers.

Die rechnerischen Werte für die Arealverluste der beiden Gletscher sind aus den nachstehenden Tabellen zu entnehmen. Die Gletscherflächen auf der Karte der Dachsteingruppe 1 : 25.000 des Deutschen und Österreichischen Alpenvereines sind wesentlich zu groß ausgeschieden.

Im Vergleich mit dem Jahr 1856 hat der Schladminger Gletscher fast einen doppelt so hohen Flächenverlust als der Hallstätter Gletscher erlitten. Der Volumsverlust dürfte beim Schladminger Gletscher ebenfalls bereits Werte von über 50 Prozent seit 1856 erreichen. Die südöstliche Zunge, welche von den zahlreichen Zungenlappen den tiefsten Punkt erreicht, hat sich um 130 Höhenmeter auf 2390 m zurückgezogen und endet damit höher als die Hauptzunge des Hallstätter Gletschers. Der stärkere Massen- und Flächenverlust des Schladminger Gletschers seit 1856 im Verhältnis zum Hallstätter Gletscher liegt in der Kleinräumigkeit seines Nährgebietes und in dessen Abschirmung gegen Westen durch Hohen und Niederen Gjaidstein und im Fehlen höherer Karwände als Abschluß des Nährgebietes im Südwesten begründet. Die in der Tabelle für den Schladminger Gletscher berechneten Werte, welche in Klammern gesetzt sind, schließen die isolierten Gletscherreste unter den Wänden des Hohen Gjaidsteines mit ein.

Hallstätter Gletscher.

Jahr	Fläche in ha	Flächenverlust seit 1856 ha	Flächenverlust seit 1856 %	Tiefstgelegener Punkt ⁵⁾ des Gletscherrandes
1856	505	—	—	1950 m
1884	473	32	5.9	1915 m
1899	430	75	14.8	2080 m
1928	398	107	21.2	um 2080 m
1934	385	120	23.7	je nach Seespiegelhöhe
1951	336	169	33.4	um rund \pm 2075 m

Schladminger Gletscher.

Jahr	Fläche in ha	Flächenverlust seit 1856 ha	Flächenverlust seit 1856 %	Tiefstgelegener Punkt ⁵⁾ des Gletscherrandes
1856	225	—	—	um 2260 m
1872	199	26	11.5	zwischen 2270 u. 2280 m
1899	180	45	20.0	—
1928	125	100	44.4	2280 m
	(136)	(89)	(39.5)	
1934	97	128	56.8	2310 m
	(101)	(124)	(55.1)	
1951	81	144	64.0	2390 m
	(84)	(141)	(62.6)	

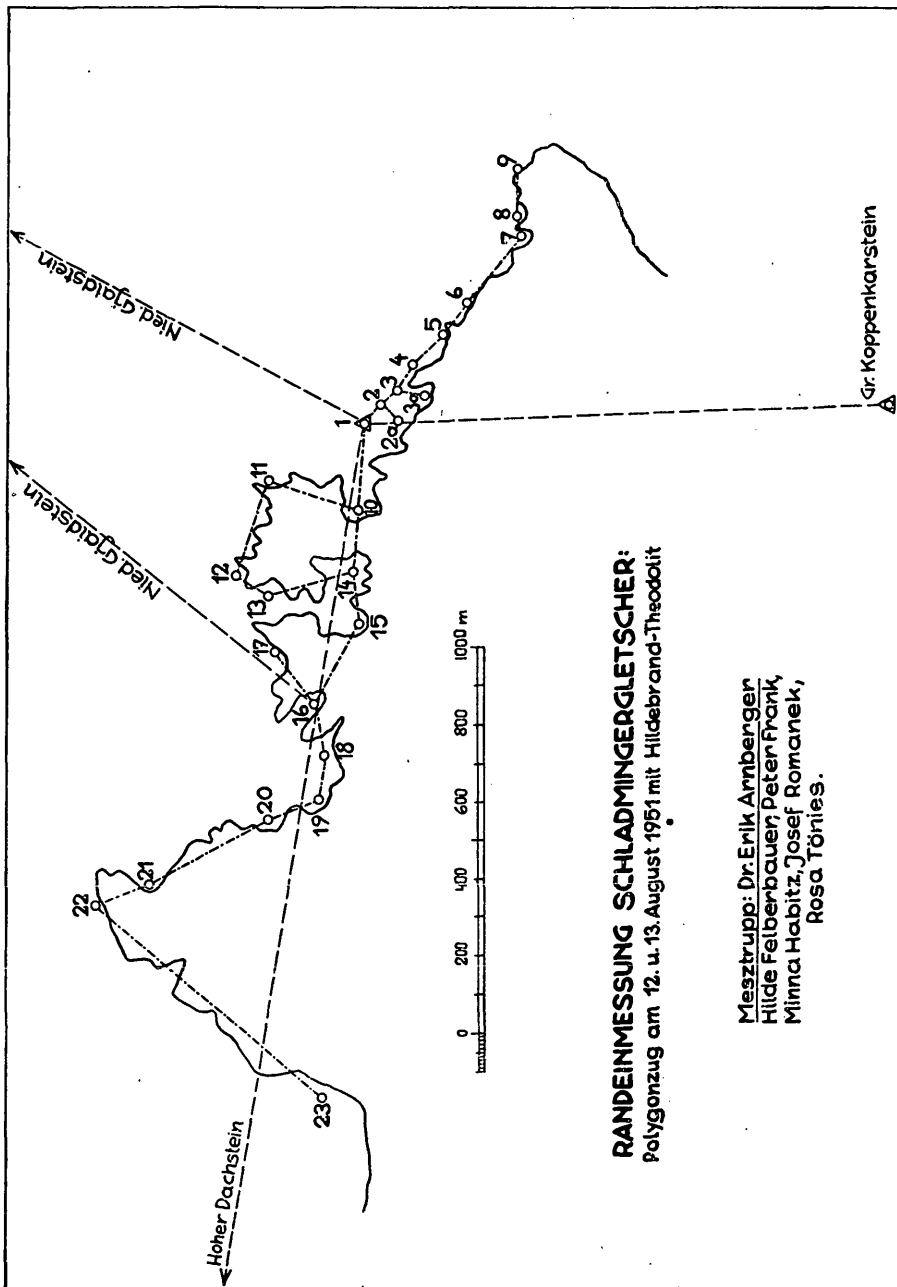
Genauere Volumsverlustberechnungen stehen für beide Gletscher derzeit noch aus. Für den Hallstätter Gletscher hat August von Böhm den Volumsverlust in der Zeit von 1856 bis zur Jahrhundertwende mit 180 Millionen Kubikmeter berechnet.

Technische Angaben zur Randeinmessung des Schladminger Gletschers 1951.

Die Randeinmessung des Schladminger Gletschers wurde bei klarem Wetter und ausgezeichneter Sicht am 12. und 13. August 1951 bei täglich 14stündiger Arbeitszeit durchgeführt. Die Verhältnisse der Gletscheroberfläche waren so, daß der Rand deutlich zu erkennen war.

Dem Verfasser standen Hilde Felberbauer, Peter Frank, Minna Habitz, Josef Romanek und Rosa Tönies als Hilfskräfte zur Seite. Als Vermessungsinstrument wurde ein Hildebrandt-Theodolit Nr. 3677 mit Nonienablesung mittels Röhrenlupen, und zwar für den Horizontalkreis mit einer Genauigkeit von 1 Minute, für den Vertikalreis von 30 Sekunden verwendet. Polygonzug und Detailaufnahme wurden in einem durchgeführt. Die Meßgenauigkeit übertraf die mögliche Darstellungsgenauigkeit auf der Karte 1 : 10.000 bei weitem. Der Polygonzug wurde an den vorhandenen und in bestem Zustand befindlichen Triangulierungspunkt der Militärvermessung (Punkt 1 der Abb. 10) angeschlossen. Als Höhenpunkte standen weiters der Niedere Gjaidstein (2483 m) im Nordnordosten, der Große Koppen-

⁵⁾ Die Höhenangaben für die Zungenenden sind den jeweiligen Neuaufnahmen entnommen und stimmen daher mit der Alpenvereinskarte nicht immer genau überein.



RANDEINMESSUNG SCHLADMINGERGLETSCHER:
Polygonzug am 12. u. 13. August 1951 mit Hildebrand-Thsodolit

Messtrupp: Dr. Erik Arnberger
Hilde Felberbauer, Peter Frank,
Minna Habitz, Josef Romanek,
Rosa Tönies.

Abb. 13.

karstein (2865 m) im Süden und der Hohe Dachstein (2993 m) im Westen zur Verfügung. Die Polygonpunkte samt dazugehörigen Zahlen wurden auf anstehendem Fels mit roter Farbe gekennzeichnet. Zahl und Lage der Punkte sind aus Abb. 13 zu ersehen.

Die Randeinmessung des Hallstätter Gletschers.

Bericht von Bruno Wagner.

Es war Aufgabe der Vermessungsgruppe, welche die Ränder des Hallstätter Gletschers einmessen sollte, zugleich auch die Grundlagen für die Vermessung der anderen Dachstein-Gletscher zu schaffen. Zu diesem Zweck war ein Triangulierungsnetz, das alle Gletscher des Dachsteinstockes überspannt, geplant; es konnten aber im vergangenen Sommer infolge wiederholter Schlechtwettereinbrüche nur die für den Hallstätter Gletscher notwendigen Punkte errichtet und beobachtet werden.

Die Beobachtungen führte der Berichterstatter, dem als Protokollführerin Gertraud Reinberger und als Hilfskräfte Peter Reinberger und Ulrich Brausewetter zur Seite standen, durch. Schon beim Anmarsch und dem Gepäcktransport zum Arbeitsgebiet stellten sich unvorhergesehene Schwierigkeiten in den Weg. Bei der Ankunft der Gruppe in Obertraun regnete es in Strömen, so daß an den Transport des über 200 kg schweren Gepäcks (einschließlich des Holzes für die Trigonometerzeichen) auf die Simonyhütte nicht geschritten werden konnte. Noch dazu war die Seilbahn auf das Wiesberghaus wegen Gebrechens außer Betrieb und an einen Übergang von der Gjaidalm auf das Wiesberghaus war bei solchen Witterungsverhältnissen nicht zu denken. Einen Tag später begann das Wetter besser zu werden; so wurde die ganze Last mit der Seilbahn auf die Gjaidalm gebracht und dann von der Gruppe in wiederholten Transporten auf dem Rücken über das Wiesberghaus auf die Simonyhütte getragen, wobei sogar einmal ein Biwak in den Latschen notwendig wurde. Durch diesen Umweg gingen 4 Tage verloren. Außerdem war es durch ungünstiges Wetter an weiteren 5 Tagen unmöglich, im Gelände zu arbeiten. Erst nachdem dann reichlich verspätet die Trigonometerzeichen aufgestellt worden waren, konnte mit der Beobachtung begonnen werden.

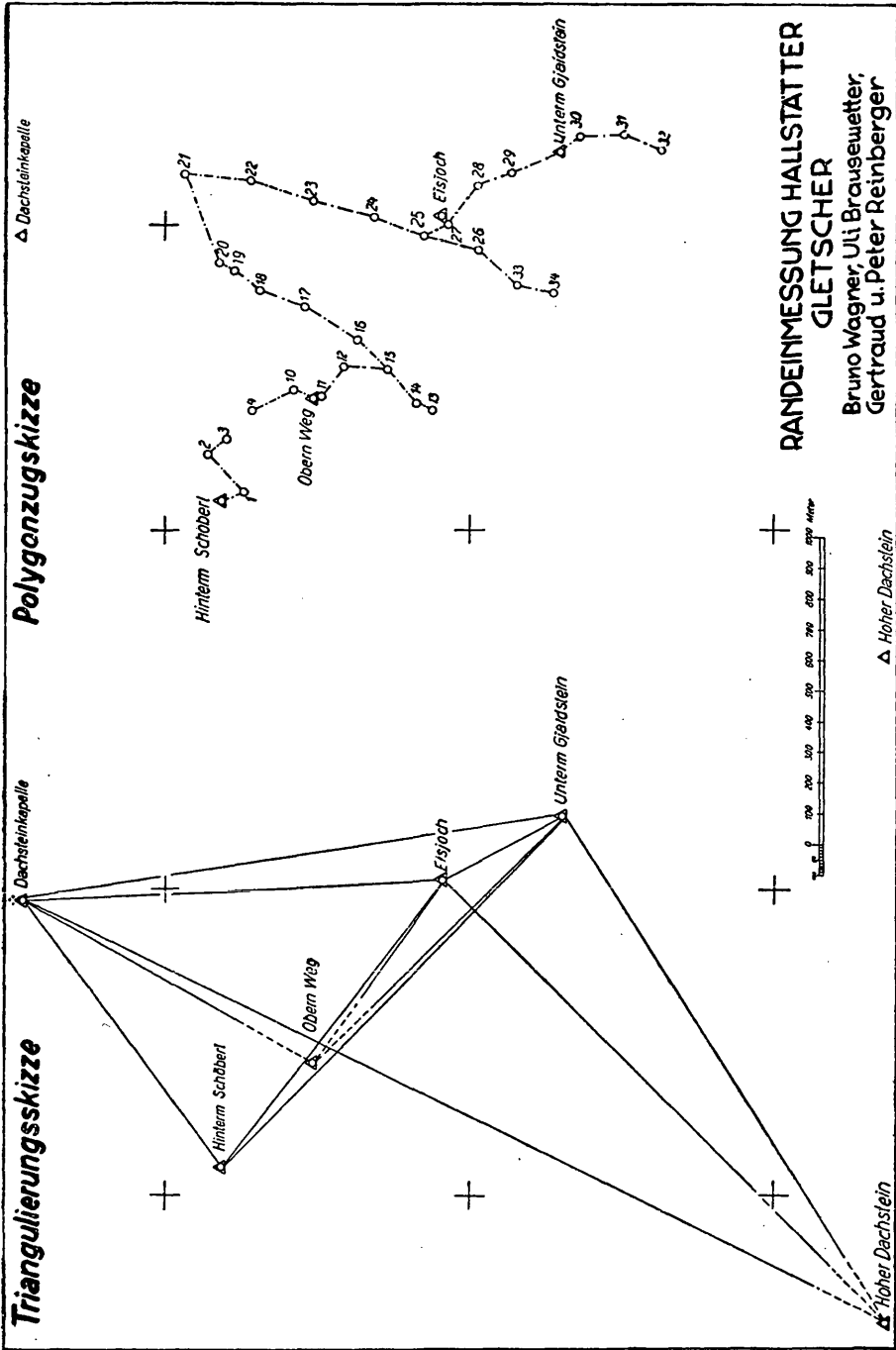


Abb. 14.

Bei den Arbeiten wurde das Universalinstrument von Starke & Kammerer Nr. 7589 mit Nonienablesungen (Nonienangabe 20'') verwendet, das im Fernrohr ein Fadenkreuz mit Distanzfäden nach Reichenbach besitzt und so optische Entfernungsmessungen gestattet.

Die Triangulierung wurde an die Triangulierungspunkte (T. P.) Hoher Dachstein und Dachsteinkapelle der Landesvermessung angeschlossen. Der T. P. Hoher Dachstein ist durch einen K. T. Stein mit Loch als Zentrum vermarktet. Beim T. P. Dachsteinkapelle gilt der lotrechte Balken des Kreuzes auf dem Glockentürmchen der Kapelle als Zentrum.

Die neuerrichteten Triangulierungspunkte wurden, soweit notwendig, durch 2 m hohe Standzeichen, ähnlich den im Bundesvermessungsdienst verwendeten, jedoch in kleinerer Ausführung, signalisiert und durch in den Felsboden gemeißelte Kreuze vermarktet. Auf den Stationen T. P. Hinterm Schöberl, T. P. Unterm Gjaidstein, T. P. Eisjoch und T. P. Dachsteinkapelle wurden die Richtungen in 4 Sätzen gemessen. Dagegen wurden auf dem T. P. Hoher Dachstein und Obern Weg keine Richtungen beobachtet; diese T. P. wurden nur von den anderen Stationen angezielt, also vorwärts-geschnitten.

Die T. P. Unterm Gjaidstein und Eisjoch wurden durch Seitwärtseinschneiden berechnet. Sodann wurden die T. P. Unterm Gjaidstein, Eisjoch, Hoher Dachstein und Dachsteinkapelle zu einem Viereck zusammengefaßt und die Winkel nach bedingten Beobachtungen ausgeglichen. Hierauf wurden die T. P. Hinterm Schöberl und Obern Weg durch Vorwärtseinschneiden bestimmt und die Koordinaten nach vermittelnden Beobachtungen ausgeglichen. Da, wie schon früher erwähnt, das Triangulierungsnetz nicht in der geplanten Art durchgeführt werden konnte, mußte bei der Ausgleichung und bei der Berechnung der Punktkoordination mit den Bruchstücken des geplanten Netzes gearbeitet werden. Durch diesen Umstand und durch das Fehlen der Sicht T. P. Hinterm Schöberl nach T. P. Hoher Dachstein, die der Niedere Dachstein verdeckt, ist auch der ungünstige Aufbau des Teilnetzes zu erklären. Außerdem wäre es für die Polygonierung sehr wünschenswert gewesen, beim Neuen Eisse, in der Nähe der Polygonpunkte (P. P.) 20, 21, 22 einen Trigonometeter zu errichten.

Die Polygonierung und die Detailaufnahme wurde in einem

Züge durchgeführt. Da zwischen den einzelnen Polygonpunkten ziemliche Höhenunterschiede sind, der Lattenträger die Latte jeweils auf dem vorhergehenden und den nachfolgenden Polygonpunkten aufzustellen hatte, war es günstiger, die Detailaufnahme sofort mitzumessen und so die Gehzeit des Lattenträgers auszunützen. Obendrein ersparte man eine nochmalige Instrumentenaufstellung, die in diesem Gelände doch ziemliche Zeit in Anspruch nimmt.

Die Polygonzüge wurden entlang des Gletscherrandes mindestens an einen Trigonometrie, meist jedoch von Triangulierungspunkt zu Triangulierungspunkt geführt. Die Züge T. P. Hinterm Schöberl — P. P. 3, T. P. Oberrn Weg — P. P. 4 und T. P. Unterm Gjaidstein — P. P. 32 sind freie Züge und daher unkontrolliert, während die Züge P. P. 27 — T. P. Unterm Gjaidstein und P. P. 27 — T. P. Oberrn Weg infolge Ableitung der Koordination von P. P. 27 vom T. P. Eisjoch durch die An- und Abschlußpunkte kontrolliert sind. Die Polygonzüge wurden, da sie ja das Gerüst für die Detailaufnahme bilden, koordinatenmäßig durchgerechnet, damit man die Abschlußfehler ermitteln und dann die Polygonpunkt-Koordination ausgleichen konnte. Die Abschlußfehler der Züge liegen zwischen 0.2—0.5 Prozent der Zuglänge. Der Fehler ergibt sich aus der angewandten Meßtechnik; es wurden nämlich die Längen der Zugseiten mit dem Reichenbachschen Fadendistanzmesser optisch gemessen. Bei dieser Methode sind nach Jordan bei normalen Neigungen und Entfernungen von rund 100 m mittlere Fehler von 0.2 Prozent zu erwarten. Da aber in diesem Falle sehr ungünstige Verhältnisse vorlagen (Visuren mit 25° Neigung waren keine Seltenheit und die Längen der Zugseiten in der Regel 150—200 m), waren nach dem Fehlerfortpflanzungsgesetz noch größere Fehler in Kauf zu nehmen.

Bei der Detailaufnahme wurde die Methode der Polarkoordinaten angewandt. Die Richtungen wurden nur auf Minuten genau abgelesen und die Entfernungen optisch gemessen, da die Aufnahmemethoden der geforderten Genauigkeit angepaßt wurden.

Die Zeichengenauigkeit beträgt ohne besondere Hilfsmittel und Vorkehrungen rund 0.1 Millimeter; bei einer Kartierung 1 : 10,000 liegen daher 0.5 m bereits unter der Zeichengenauigkeit. Aus diesem Grunde unterblieb auch die Berechnung der Koordinaten der Detailpunkte. Diese Punkte wurden nur nach Richtung und Entfernung aufgetragen.

Bemerkungen zur beigegebenen Karte des Hallstätter und Schladminger Gletschers 1:10.000.

Als Grundlage für die beigegebene Karte 1:10.000 diente die Karte 1:25.000 des Deutschen und Österreichischen Alpenvereines aus dem Jahre 1915. Die Reproduktion auf photographischem Wege und unter Verwendung von Filtern, die Vergrößerung auf den Maßstab 1:10.000, sowie die Herstellung eines einfarbigen Druckes (schwarz) auf Astralon besorgte die Abteilung Landesaufnahme des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen in Wien. Die Bearbeitung des Kartenausschnittes, die Einzeichnung der Gletschergrenzen für die verschiedenen Jahre und ebenso die Überzeichnung der Moränenaufnahmen wurden nach den Arbeitskarten der verschiedenen Verfasser und nach eigenen Aufnahmen von Dr. Erik Arnberger durchgeführt. Das Kartenbild wurde außerdem noch durch geeignete Retusche weitgehend aufgehell.

Schrifttum.

1. Hübl Arthur: Die Topographische Aufnahme des Karlseisfeldes in den Jahren 1899 und 1900 (mit 2 Karten). Karlseisfeld-Forschungen d. k. k. Geogr. Ges. Wien Bd. 3 (1901) Nr. 1 S. 5—25.
2. Simony Friedrich: Das Dachsteingebiet. Wien 1895.
3. Simony Friedrich: Das Schwinden des Karlseisfeldes nach fünfzigjährigen Beobachtungen und Aufnahmen. Mitt. d. Deutschen u. Österr. Alpenvereines, Neue Folge Band VII, der ganzen Reihe Band XVII (1891) Nr. 4 S. 43—48.
4. Simony Friedrich: Über die Schwankungen der räumlichen Ausdehnung der Gletscher des Dachsteingebirges während der Periode 1840—1884. Mitt. d. k. k. Geogr. Ges. Bd. 28 (1885) S. 113—135.
5. Simony Friedrich: Die Gletscher des Dachsteingebirges. Sitzber. d. Wr. Akad. d. Wissensch., math. nat. Kl. Abt. I Bd. 63 (1871) S. 528.
6. Simony Friedrich: Vier Landschaftsbilder aus dem Dachsteingebiete. Wien 1877.
7. Simony Friedrich: Anzeichen säkularer klimatischer Schwankungen am Karlseisfeld. Mitt. d. Deutschen u. Österr. Alpenvereines Bd. 10 (1884) S. 51 u. 52.
8. Groller v. Mildensee Max: Das Karlseisfeld. Mitt. d. k. k. Geogr. Ges. Wien Bd. 40 (1897) S. 23—98.
9. Kinzl Hans: Beiträge zur Geschichte der Gletscherschwankungen in den Ostalpen. IX. Dachstein. Zeitschr. f. Gletscherkunde Bd. 17 (1929) H. 1—3 S. 99—102.
10. Lichtenecker Norbert: Neuere Gletscherstudien in der Sonnblickgruppe. XLIV. Jahresber. d. Sonnblickvereines (1935) S. 13—37.
11. Paschinger Viktor: Des Glockners Eisgefilde. Klagenfurt 1951.
12. Penck Albrecht u. Brückner Eduard: Die Alpen im Eiszeitalter Bd. 1. Leipzig 1909.
13. v. Klebelsberg Raimund: Handbuch der Gletscherkunde und Glazialgeologie Bd 2. Wien 1949.

14. Gams Helmut: Aus der Geschichte der Alpenländer. Zeitschr. d. Deutschen u. Österr. Alpenvereines Bd. 68 (1937) S. 157—170.
15. Brückner Eduard: Das Vorrücken der Gletscher in den Ostalpen. Mitt. d. Deutschen u. Österr. Alpenvereines, Neue Folge Band XXXIII, der ganzen Reihe Band XLIII (1917) S. 115 u. 116.
16. Lichtenecker Norbert: Gletscherbeobachtungen am Karlseisfeld (Hallstätter Gletscher) in der Dachsteingruppe im Sommer 1927. Zeitschr. f. Gletscherkunde Bd. 16 (1928) S. 147—148.
17. Lichtenecker Norbert: Gletscherbeobachtungen am Karlseisfeld (Hallstätter Gletscher) in der Dachsteingruppe im Sommer 1930. Zeitschr. f. Gletscherkunde Bd. 19 (1931) S. 128 u. 129.
18. Zeitschrift für Gletscherkunde Bd. 22 (1935) S. 180—183. Bd. 25 (1936) S. 190—222.
Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie Bd. 1 (1949) H. 1 S. 84—101 u. H. 2 S. 203—219.
19. Über Messungen und Beobachtungen an den Gletschern des Dachsteins wird berichtet in:
Mitteilungen des Deutschen und Österreichischen Alpenvereines Jg. 1931 S. 57—60. Jg. 1934 S. 80—82. Jg. 1937 S. 56—58.
Mitteilungen des Deutschen Alpenvereines Jg. 1940/41 S. 137—139. Jg. 1941/42 S. 105—107. Jg. 1942/43 S. 67—68.
Mitteilungen des Österreichischen Alpenvereines Jg. 1948 S. 1—2. Jg. 1949 S. 1—2. Jg. 1950 S. 1—3. Jg. 1951 S. 4—7. Jg. 1952 S. 4—6.
20. III. Landesaufnahme, Sekt. 5052/2, 1872/73, 1 : 25.000 (Schladming und das Dachsteingebiet. Section b des Gradkartenblattes Nr. 16, Colonne Nr. IX NO). Aufgenommen, gezeichnet und beschrieben im Jahre 1872/73 unter der Direction des k. k. Majors und Generalstabsoffiziers Renatus von Ratschiller vom k. k. Hauptmanne und Generalstabsoffizier Max Groller von Mildensee. K. k. Militärgeogr. Inst. Wien (unveröffentlicht).
21. Karte der Dachsteingruppe 1 : 25.000. Stereophotogrammetrische Aufnahme. Topographische Aufnahme durch L. Aegerter. Herausgegeben vom Deutschen u. Österr. Alpenverein unter Benutzung der Karten des k. k. Militärgeogr. Inst. Freytag & Berndt, Wien 1915.
22. Dachstein 1 : 25.000 — Neuaufnahme 1928. Aufn.-Blatt 5051-Ost-1; 127/1-N. Aufgenommen unter Leitung von Ob.-Verm.-Rat Augustin Germershausen durch den Mappeur Verm.-Ob.-Komm. Johann Heinrich, Bundesamt f. Eich- und Vermessungswesen (unveröffentlicht).
23. Dachstein 1 : 25.000 — Neuaufnahme 1934/35. Aufn.-Blatt 127/1-N (Hoher Dachstein). Aufgenommen unter Leitung von Ob.-Verm.-Rat Augustin Germershausen von den Mappeuren Hptm. Engelhardt Kroboth und Hptm. Hans Knapp. Bundesamt f. Eich- und Vermessungswesen (unveröffentlicht).
24. Jahrbücher der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus, später Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (Altaussee bereits ab Jahrgang 1851).

25. Beiträge zur Hydrographie Österreichs, Heft 10. Die Niederschläge in den öster. Flußgebieten; Lieferung I: „Das Donau- und das Marchgebiet“. Hydrogr. Zentralbureau, Wien 1913, S. 81—82, 128, 131.
26. Sauberer Franz: Strahlungsumsatz und Albedomessungen auf dem Sonnblick. XLVII. Jahresber. d. Sonnblick-Vereines (1938) S. 9—14.
27. Steinhäuser Ferdinand: Die Meteorologie des Sonnblicks. Wien 1946.
28. Wagner Arthur: Klimaänderungen und Klimaschwankungen. Sammlung „Die Wissenschaften“ Bd. 92, Braunschweig 1940.
29. Tollner Hans: Die Depression ostalpiner Firngrenzen von 1947 auf 1948. Mitt. d. Geogr. Ges. Wien Bd. 91 (1949) S. 1—6.
30. Tollner Hans: Über die Ursachen des ungewöhnlich starken Ostalpen-Firnrückganges der letzten Jahre. Wetter und Leben, Jg. 7. Heft 7 (1948).
31. v. Klebelsberg R.: Ostalpengletscher 1933. Zeitschr. f. Gletscherkunde Bd. 22 (1935) S. 180—183.
32. v. Klebelsberg R.: Ostalpengletscher 1936. Ebenda Bd. 25 (1937) S. 190—222.
33. v. Klebelsberg R.: Die Alpengletscher in den letzten dreißig Jahren (1911—1941). Peterm. Geogr. Mitt. Jg. 89 (1943) S. 23—32.
34. v. Klebelsberg R.: Die Gletscher der österreichischen Alpen 1942—1946. Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie Bd. 1 Heft 1 (1949) S. 84—101.
35. v. Klebelsberg R.: Die Gletscher der österreichischen Alpen 1947—1949. Zeitschr. f. Gletscherkunde und Glazialgeologie Bd. 1 Heft 2 (1950) S. 203—219.
36. Carol H.: Beobachtungen zur Entstehung der Rundhöcker. „Die Alpen“; Monatschrift des Schweizer Alpenklubs, Jg. 1943 S. 173—180.
37. v. Böhm August: Die Dachsteingruppe. In Richter E.: „Die Erschließung der Ostalpen“, herausgegeben vom Deutschen und Österr. Alpenverein Bd. 1 Berlin 1893 S. 324—356.
38. v. Böhm August: Das Karlseisfeld einst und jetzt. Schriften des Vereines z. Verbr. naturw. Kenntnisse in Wien Bd. 43 (1903) S. 349—366.
39. Krebs Norbert: Die Dachsteingruppe. Zeitschr. d. Deutschen und Österr. Alpenvereines Bd. 46 (1915) S. 1—42.
40. Krebs Norbert: Die Dachsteingruppe. Bd. 2 der „Alpenlandschaften“ (Monographien zur Landeskunde), Wien 1936.