

# Die Gletscher des Venter Tales

Von Dr. Robert A. v. Erbk, Innsbruck

(Hierzu 4 Tafeln)

Die kennzeichnendste Naturerscheinung des Venter Tales ist seine Gletscherwelt. Sie bestimmt entscheidend die Eigenart der Landschaft und der Geschichte dieses Lebensraumes. Natur, Siedlung und menschliche Kultur sind hier noch mehr als in anderen Alpenalpen auf enge mit den Gletschern verknüpft. Deren merkwürdige Schwankungen beherrschen einst wie heute die gesamten Lebensbedingungen im Venter Tal. Hier hat daher vor 60 Jahren der D. und S. Alpenverein seine zielbewusste Gletscherforschung begonnen. Sie trachtet, den großen Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung dieser Vorgänge zu ergründen, die in gleicher Weise für die Wissenschaft wie für die Kultur von großer Bedeutung sind. Bei keinem Alpen-gletscher waren die Schwankungen auffälliger und gewalttätiger als beim Vernagtferner. Darum vereinigten sich denn auch gerade an ihm die ersten ostalpinen Versuche, den uralten Fragen über die Natur der Gletscher nachzugehen, zu einem wissenschaftlichen Arbeitsplan. Insbesondere der Vernagtferner ist derart zum Ausgangspunkte der Gletscherforschung in den Ostalpen geworden. Die dortigen Ergebnisse aber haben eine den Ortsbereich weit übergreifende, allgemein gültige Tragweite erlangt. Das Schrifttum hierüber enthalten die Veröffentlichungen des Alpenvereins und die Zeitschrift für Gletscherkunde. Nähere Angaben sind aus meinem Sammelwerke „Geologische Bibliographie der Ostalpen von Graubünden bis Kärnten“ zu ersehen.

Bei der weiten Rundschau auf die Venter Gletscherwelt, die etwa die Plattei- oder die Kreuzspitze bieten, wandern unsere Gedanken von selbst in die Vergangenheit zurück. Wenn die Gletscher der Gegenwart auch nicht Reste aus der Eiszeit, sondern Überbleibsel einer jungen, neuerlichen Vereisung sind, gibt doch erst ein vergleichender Überblick mit dem eiszeitlichen Hochstand einen annähernd richtigen Größenmaßstab hinsichtlich der heutigen Verhältnisse. Bestimmend für die Gletscherstände ist immer die jeweilige Lage der Schneegrenze. Sie befand sich zur Zeit der höchsten Ausdehnung des Eises um etwa 1200 m tiefer als heute und hob sich sodann in Zeiten milderen Klimas allmählich höher. Durch Beobachtung und Rechnung konnten hierfür Zahlenwerte gefunden werden. Immer entsprach der Schneegrenzlage die Ausdehnung der Gletscher.

Zur Hoch-eiszeit durchzog ein mächtiges, in seinen zahlreicheren Ausläufern fein verästeltetes Eisstromnetz das ganze Gebiet des Ostales bis zur Mündung in das Inntal, das von dem gewaltigen Inngletscher erfüllt war. Er reichte bei einer Eismächtigkeit von 1600 m fast bis zum Gipfel des Tschirgant, bis 2300 m hoch, empor. Die naheliegende Frage, wie lange Zeit seither verflossen sein mag, kann dahin beantwortet werden, daß es mindestens etwa 100 000 Jahre sind. Die durch vorübergehende Halte und Vorstöße unterbrochene Rückzugszeit des Ostaler Gletschers begann vor beiläufig 20 000 Jahren. Hierbei ergaben sich nacheinander zwei längere, durch Endmoränenlandschaften gekennzeichnete Stillstände: zuerst am Nordrande des Beckens von Sölden, später, nach dem Eisfreiwerden der Talgabel von Zwieselstein, ein längerer Halt am Nordsaume der Talweiten von Venter und Burgl. Mit der Abnahme der

Längserstreckung des Gletschers ging auch das Abschmelzen und Einsinken der Eisoberfläche Hand in Hand. Das früher geschlossene Eisstromnetz zerfiel immer mehr in kleine Teilströme, die Seitengletscher wurden allmählich selbständig, bis sie sich schließlich auf den engeren Bereich ihrer Firngebiete zurückzogen. Damit ist der entwicklungsgeschichtliche Zusammenhang mit dem heutigen Bilde der Gletscher des Venter Tales hergestellt und ein Vergleichsmaßstab gewonnen. Sieht die Wissenschaft in ihnen trotz aller Größe zwar nur zwerghafte Nachfahren eines verschwundenen Riesengeschlechtes, so bilden sie doch für uns Bergsteiger den schönsten, dankbar empfangenen Schmuck der Felsberge im Herzen Tirols.

Wie fast alle Ostalpengletscher zeigen auch die des Venter Tales derzeit wieder ein besonders starkes Rückschmelzen der Zungen als deutlichste Wirkung des Klimas der letzten Zeit. Die Ausmaße dieser Vorgänge bewegen sich jedoch in recht weiten Grenzen und sind wesentlich von den Ortsverhältnissen der Gletscher beeinflusst. Größe und Beschaffenheit des Einzugsgebietes, Lage des Gletschers nach Höhe, Richtung und die sonstige Geländebeschaffenheit sind für das unterschiedliche Verhalten der Gletscher maßgebend, wenn auch die Einwirkungen des Klimas für unseren Raum als einheitlich anzusehen sind. Derart spricht sich bei einzelnen Gletschergruppen, ja meist bei jedem einzelnen Gletscher, eine besondere Eigenart des Verhaltens aus. Dadurch entsteht ein gewissermaßen persönliches Bild des Gletschers, das nur ihm zukommt und ihm wie den umgebenden Hochgipfeln ein individuelles Gepräge verleiht. Solche besonders kennzeichnende Merkmale der Venter Gletscher werden zum Teil gewiß auch von den Bergsteigern wahrgenommen; noch schärfer treten sie durch die jahrzehntelange wissenschaftliche Beobachtung zutage. Dieser Eigenart seien die folgenden Abschnitte über die Gletscher des Venter Tales gewidmet.

Nach der örtlichen Lage ergeben sich hierbei im Venter Bereiche die drei Gletscherreihen Außervent, Rosental und Niedertal. Bei der weiteren Gliederung in Gruppen spricht sich außer der Raumanordnung auch ein Unterschied in den Forschungswegen aus. So umfaßt Gruppe Hinterrosen den Vernagt-, den Hintereis- und Hochjochferner, drei nicht nur durch ihre Größe, sondern vor allem durch ihre weitgehende Erforschung mit allen Mitteln der Wissenschaft und Technik ausgezeichnete Gletscher. Bei den Gruppen Wildspitze im Rosental, Ramol und Sammoar im Niedertal beschränkt sie sich auf einfachere Methoden, die der Alpenverein bei rund 50 Ostalpengletschern seit Jahrzehnten mit Erfolg anwendet. Die alljährlichen Messungen in diesen drei Gruppen sowie im benachbarten Gurgler Bereich werden seit 1924 von mir vorgenommen.

## A. Außervent

Die beiderseitigen Begleithöhen des Venter Tals in der Strecke von Zwieselstein bis Ventbergen im Westen von der Schwarzen Schneide bis zum Weißen Rogel, im Osten vom Nieder- bis zum Ramolkogel zusammen etwa ein Dußend hochgelegener Karferner. Schon längst haben sie die Verbindung mit dem ehemaligen Haupttalgletscher verloren. Dessen Spuren sind jedem Wanderer in den Gletscherschliffen und -töpfen bei Heiligenkreuz erkennbar. Die den Karren einst entströmten Seitengletscher sind zu sehr bescheidenen Resten zusammengeschmolzen. Eine Untersuchung des Moränenalters dieser nicht in ständiger Beobachtung stehenden Gletscher ergab für die West- und Ostseite bemerkenswerte Vorstöße um die Mitte des 19. Jahrhunderts. Von älteren Gletscherständen in geschichtlicher Zeit zeugt ein hochgelegener Wall in dem heute nicht mehr vergletscherten Kar unter der Schwarzen Schneide westlich des Weisbacher Sees, wohl

aus dem Beginne des 17. Jahrhunderts. Große, etwa hundert Jahre jüngere Wälle finden sich im Bereiche des Kamolkogels beim Roten Karlesferner sowie besonders schön an dem nördlich benachbarten Latschferner.

In der Talsbreite Zwieselstein—Vent sind an mehreren Stellen alte und junge Spuren von Lawinen wahrzunehmen. Durch die Steilhänge begünstigt, gefährdeten sie wiederholt ernstlich die zerstreuten Siedlungen auf der schmalen Talsohle. Dort strandeten ihre von Baumstämmen und Felsblöcken durchsetzten Massen, überdauerten zum Teil selbst den Sommer und verwüsteten an mehreren Stellen das ohnedies spärliche Kulturgebiet der armen Bergbauern.

## B. Rosenfental

### 1. Gruppe Wildspitze

Im näheren Umkreise des höchsten Gipfels der gesamten Östaler Alpen, der Wildspitze, 3774 m, erstrecken sich die drei Gletscher dieser Gruppe, der Taufkar-, Rosenkar- und Mitterkarferner. Gemeinsam ist ihnen zunächst die gut erhaltene Staffellung der Moränen im Vorfelde. Die ältesten, bereits begrüneten, liegen heute weit von der Zunge entfernt und gehören noch dem letzten großen Rückzugshalte der schwindenden Eiszeitgletscher an. Sie reichen bis auf den Hang der Sonnbergalpe nördlich von Vent hinab und ziehen sich, schon stark verwaschen, beiderseits der Breslauer Hütte bis etwa 200 m oberhalb der Rosenhöfe hinunter. Zwischen ihnen und den wallartigen, sehr gut erhaltenen 50er-Moränen in der unmittelbaren Umgebung der heutigen Gletscherzungen liegen andere als Wahrzeichen von Vorstößen, die anscheinend im 17. und 18. Jahrhundert erfolgten. Am Ostfuße des Grates Wildes Mannle—Taufkarspitze ist eine grobe Blockmoräne durch ihre Form bemerkenswert. Gemeinsam ist dem Taufkar- und Mitterkarferner wegen ihrer hohen Lage die häufige Schneebedeckung der Zunge und des Vorfeldes. Darunter leidet bisweilen die Genauigkeit der seit 1891 in dieser Gruppe alljährlich durchgeführten Messungen. Der Rosenkarferner endet im Gegensatz zu den flachen Ausläufern seiner beiden Nachbarn mit einem Steilrande, der durch eine Felschwelle im Untergrunde bedingt ist. Immer mehr apert hier der keilförmige Mittelfels aus, so daß die ständig zurückschmelzende Zunge bereits in zwei ganz getrennte Lappen geteilt ist. Die Verfallserscheinungen des Rosenkarferners gehören seit langem zu den stärksten im ganzen Venter Bereiche.

### 2. Gruppe Hinterrofen

Das hintere Rosenfental umrahmen drei große Gletschergebiete, die nach ihren mächtigsten Eisströmen als Vernagt-, Hintereis- und Hochjochferner zusammengefaßt zu werden pflegen. Jeder von besonderer Eigenart. Die berüchtigten Ausbrüche des Vernagtferners führten im Zusammenhange mit dem Suchen nach Abwehrmaßnahmen zur wissenschaftlichen Erforschung der Ursachen dieser rätselhaften Vorstöße. Durch E. Richter wurde der Vernagtferner zum Ausgangspunkte der planmäßigen ostalpinen Gletscherforschung. Weiterschreitend drang E. Finsterwälder in die Geheimnisse ein, die den „Dämon des Östales“ unwitterten, und gelangte hierbei zu grundlegenden, neuen Erkenntnissen allgemeiner Bedeutung. U. Blümcke und H. Heß bestätigten und erweiterten Finsterwälders Lehre am Hintereis- und Hochjochferner. Aus diesen Gesichtspunkten ergibt sich die nachstehende Gliederung und die Verlegung des Schwergewichtes auf den Vernagtferner.

## a) Vernagtferner

## Geschichte der Ausbrüche

Während der letzten drei Jahrhunderte stieß das Eis des Vernagt- und des Gusslar- ferners gemeinsam viermal bis in das Rosental vor, um das Jahr 1600, 1680, 1770 und 1845. Hierbei ergab sich jeweilig folgender, nur in Einzelheiten und im Wirkungs- grad unterschiedlicher Vorgang. Das zerschündete Eis preßt sich im Rosental an der Zwerchwand hoch empor, die der Mündung des Vernagttales gerade gegenüber- liegt. Es breitet sich talauf und talab aus, so daß es Hammerform erhält, und bildet einen gewaltigen Eisdam, der bis zu 1200 m Länge, 400 m Breite und 200 m Mäch- tigkeit erreicht. Dieses Eishindernis staut die Rosner Ache zu einem See auf, dessen Ausmaße zeitweise bis zu 1500 m Länge, 300 m Breite und 100 m Tiefe betragen. Die gewaltige Wassermasse bahnt sich gelegentlich, meist zur Zeit der Schneeschmelze, im Juli, unter dem Eis im Bachbett einen zunächst schmalen Ausbruchsweg, erweitert ihn dann mit Gewalt und entleert dadurch sehr rasch den Stausee. Dessen Fluten über- schwemmen verheerend das Sttal, bisweilen sogar auch noch das benachbarte Zintal. Wenn hingegen vornehmlich ein Überlaufen des Sees an der tiefsten Stelle der Ober- kante des Eisdammes stattfindet, dann sinkt der Seespiegel allmählich, wodurch sich die Überschwemmungsgefahr verringert. Sie ist demnach in der Regel durch die Zeitdauer des Abfließens bedingt. Infolge der andauernden Vorbewegung des Ferners wird aber der zuerst ungehinderte Abfluß der Rosner Ache bald wieder verlegt. Es bildet sich abermals ein Stausee, der späterhin wiederholt in ähnlicher Weise ausbricht. Diese Vorgänge währen meist eine Reihe von Jahren und sind stets von schweren Sorgen der Bewohner des ganzen Sttales begleitet, die um ihr Hab und Gut bangen müssen. Erst wenn der starke Nachschub des Eises sich vermindert und die Rosner Ache nicht mehr zu stauen vermag, ist die Gefahr für diesmal gebannt. Die Gletscherzunge zieht sich dann durch Abschmelzung wieder in das Vernagttal zurück und hinterläßt einen schutt- bedeckten Toteiskörper, der sich erst langsam auflöst.

Die Gefahr der Vorstöße des Vernagtferners zwang seit jeher zu Abwehr- maßnahmen der Behörden. Es ist hierbei für die Eigenart und die Wertschätzung des Tiroler Bauernstandes seitens der maßgebenden Kreise überaus bezeichnend, daß man stets Vertreter aus seinen Reihen heranzog und deren praktischen Rat auch wirklich befolgte. Diese technischen Vorschläge werden noch im Zusammenhange zur Sprache kommen.

Die ältesten Nachrichten über den Vorstoß um 1600 sind in einem umfangreichen Berichte der Innsbrucker Regierung vom Juli 1601 enthalten, der an Kaiser Rud- olf II. erstattet wurde. Auf diesen Angaben beruht auch der älteste Druckvermerk in den „Tyrolischen Landtafeln“ Burglechner's (1611). Über frühere Ausbrüche ist nichts bekannt. Im Gegensatz zu anderen Gletscherbereichen weiß auch die Sage nur über die erste Entstehung der Sttaler Ferner und über den Untergang eines Hochzeits- zuges in den Spalten des Niederjochferners zu berichten, aber gar nichts über einen etwa in grauer Vorzeit erfolgten Ausbruch der Gletscher des Rosentales. Diese auf- fallende Tatsache läßt im Zusammenhange mit den neueren Erkenntnissen über das nahezeitliche Klima (vgl. S. ●) den berechtigten Wahrscheinlichkeitschluß zu, daß der erste gewalttätige Ausbruch des Vernagtferners erst um 1600 erfolgt sei. Damals, während des Winters 1599/1600, stieß das Eis bis ins Rosental vor, im Frühjahr begann der Seestau. Am 20. Juli 1600 erfolgte der Ausbruch, der einen Schaden von 20 000 Gulden verursachte. Im folgenden Jahre 1601 war zwar die Eismasse sechsmal so groß, der Ausbruch — wieder im Juli — verlief jedoch gefahrlos, da das Wasser am tiefsten Punkte der Krone des stauenden Eisdammes nächst der Zwerchwand allmählich überlief.

Der zweite Vorstoß ereignete sich in dem Zeitraum von 1676 bis 1681. Seinen Verlauf schildern Augenscheinberichte eines Kapuzinerpaters, der zum Trost der Bevölkerung von Brigen dorthin entsendet wurde, dann der Brief eines Bauern aus Umhausen an ihn, endlich die sehr aufschlußreiche Chronik der beiden Bauern Ru en aus Längensfeld. Der Vater Johann gehörte als Bauernvertreter der Regierungskommission vom Jahre 1681 an. Er zeichnete seine Wahrnehmungen und Vorschläge ausdrücklich zum Nutzen kommender Geschlechter auf. Sein Sohn Benedikt setzte die Chronik bis 1725 fort. Endlich liegen noch zwei amtliche Gutachten von 1681 vor. Aus all diesen Berichten ergibt sich, kurz zusammengefaßt, folgender Verlauf. Nach den Meldungen über ein erneutes Anwachsen des Ferners bestellte die Regierung einen Wächter zur dauernden Beobachtung. Das Eis erreichte Ende 1677 das Rosental, im Mai 1678 begann wieder der Seestau. Er lief aber bereits am 24. Mai in vier Stunden ab, ohne Schaden anzurichten. Schon nach Monatsfrist, Ende Juni, sammelte sich jedoch der See von neuem. Seine Ausmaße betragen damals 1100 *m* in der Länge, 300 *m* in der Breite und angeblich 200 *m* in der Tiefe. Immerhin blieb sowohl seine Spiegelhöhe wie auch seine Ausdehnung in der Richtung Vent hinter dem Stande von 1600 zurück. In sechs Tagen stieg dann das Wasser um 11 *m* und begann an der Zwerchwand überzulaufen. Am 16. Juli 1678 — wieder zur Zeit der Schneeschmelze — erfolgte der Seebausbruch. Er hatte, soweit bekannt, die größte Verherung des Ostales zur Folge (vgl. S. ●). Da gleichzeitig aus dem Sulztal eine Mur niederging, wurde das ganze Becken von Längensfeld unter Wasser gesetzt. Dieser Ausbruch forderte auch als einziger zwei Menschenleben: ein Kind erkrank in der Wiege und ein fahrender Gesell, dessen Drohungen angeblich mit „teiffis hilf“ den Fernerausbruch und die Mur veranlaßt hatten, wurde in Meran wegen Hererei auf dem Scheiterhaufen verbrannt. Einem unschädlichen Ausbruch im Jahre 1679 folgte der sehr verderbliche am 14. Juni 1680. Im nächsten Jahre hatten zwölf Längensfelder unter Leitung des Chronisten J o h a n n Ru en in zweieinhalb Tagen eine Abflusrinne in den wieder gebildeten Eisdamm, so daß das Wasser ruhig abfloß. Der gleiche Vorgang spielte sich ohne menschliche Nachhilfe in den Jahren 1682 und 1683 ab. Damit waren die Sorgen wieder einmal vorbei. Jedoch erst 1712 verschwanden die letzten Eisreste aus dem Rosental nach 34jähriger Dauer.

Die dritte Vorstoßperiode des Vernagtferners fällt in die Jahre 1770 bis 1774. Außer durch eingehende Regierungsberichte sind wir über die damaligen Vorgänge auch durch das Werk „Nachrichten von den Eisbergen in Tirol“ (1773) des Professors der Mechanik an der Wiener Universität J o s e f W a l c h e r in Kenntnis, der 1772 den Ferner besichtigte und danach Abbildungen anfertigte. Nachdem schon das ungewöhnliche Ansteigen des Gurgler Eissees 1770 die Bewohner des Ostales in begreifliche Aufregung versetzt hatte, wurde die Angst im nächsten Jahre noch mehr gesteigert durch die Nachrichten von einem drohenden Anschwellen des Vernagtferners. Er erreichte im August 1771 das Rosental. Der einbrechende Winter verhinderte die Fortsetzung der Arbeiten, die das Wegräumen des Eises aus dem Bachbett zum Ziele hatten. Im November begann die Seebildung. Während des Sommers 1772 stieg die Wassermasse mindestens bis zur früheren Höhe. Am 17. September aber floß das Stauwasser, ohne Schaden anzurichten, über die niedrigste Stelle des Eisdammes durch natürliche Vertiefung der Rinne allmählich ab. Dasselbe wiederholte sich im Juli 1773 und Ende Juni 1774. Bei dieser Gletschervorstoßperiode reichte der Seespiegel talauf sogar bis zu den Zungen des Hintereis- und Hochjochfernens. Das wurde von früheren Anstautungen nie berichtet; anscheinend erfolgte damals ein gleichzeitiger Vorstoß auch dieser beiden Gletscher.

Im 17. Jahrhundert und in der ersten Hälfte des 18. blieben merkwürdigerweise die kühlfeuchten Zeiten, die jeweilig 5—15 Jahre währten, ohne Einfluß auf die Zunge des

Vernagtferners, während sie bei anderen Gletschern wirksam waren und beim Gurgler Ferner sogar ein bedrohliches Wachsen des Eissees von 1716—1724 zur Folge hatten. Erst 1820 meldete der Rosenbauer wieder ein Anschwellen und Vordringen des Vernagtferners, dem sich jedoch der Guslarferner ausnahmsweise vorerst nicht anschloß. Wie vorauszusehen, erreichte die Vernagtzunge im Jahre 1822 nahezu das Rosental, sie blieb aber schmal und harmlos. Auf den Stand von 1817 zog sie sich jedoch erst nach fast zwei Jahrzehnten wieder zurück.

Damals (1840) berichtete abermals der Rosenbauer von einer Zunahme des Guslarferners; ihm folgte bald der Vernagtferner. Die vierte Vorstoßperiode begann. Es dauerte aber etwa drei Jahre, bis im November 1843 die vereinigte Gletscherzunge in raschere Bewegung geriet. Während eineinhalb Jahren, bis zum 1. Juni 1845, wurde der Weg bis zur Zwerchwand zurückgelegt, der damals fast 1300 *m* lang war. Die Tagesgeschwindigkeit steigerte sich hierbei von 3,5 *m* um Mitte Mai bis 1. Juni auf 12 *m*. Dann begann wieder der Wasserstau. Die am 14. Juni 1845 dort eintreffende Regierungskommission, der auch der Innsbrucker Geologe M. Stotter angehörte, erblickte bereits einen 850 *m* langen, 334 *m* breiten und durchschnittlich 29 *m* tiefen See. Unmittelbar nach dieser Feststellung, um 4.30 Uhr nachmittags, durchbrach das Wasser den Unterwand des Eisdammes. Nach Stotter entleerte sich der See in 1 Stunde 3 Minuten mit einer Wassermasse von fast 1½ Millionen *Rm*, also durchschnittlich 370 *Rm/sec*. Die Flutwelle brauchte für den Weg nach Innsbruck von 102 *km* Länge 9 Stunden, daher nur 11,4 *km/St.*, infolge der verzögernden Ausbreitung des Wassers in den Ötztaler Beckenlandschaften. Durch das andauernde Vorrücken der Gletscherzunge wuchs aber die im Rosental sich sammelnde Eismasse bald wieder zu einer Länge von 1300 *m* und einer Dicke von 160 *m* an. Der dadurch aufgestaute See entleerte sich nicht weniger als sechsmal im Jahre 1846 ohne Schaden. Infolge einer abermaligen halbjährigen Stauung, die von Mitte Dezember 1846 bis Ende Mai 1847 dauerte, erreichte der See damals nach den Berichten der Brüder Schlagintweit noch größere Ausmaße (Länge 1210 *m*, Breite 260 *m*, größte Tiefe 85 *m*). Sein Ausbruch am 28. Mai 1847 war äußerst verheerend. Die darauf folgende zehnmonatige Aufstauung vom 11. September 1847 bis 13. Juni 1848, dem Tages des letzten Ausbruchs, bildete hinsichtlich der Eis- und Wassermasse den Höhepunkt aller Zeiten. Nach den eingehenden Untersuchungen der Spuren durch H. Heß staute sich das Eis an der Zwerchwand 140 *m* hoch an, es reichte bis fast 2300 *m* hinan. Der Eishammer endete talab erst etwa ½ *km* unterhalb der Mündung des Vernagttales, der tiefste Punkt des Stirnrandes lag dort auf 2090 *m* (1929 auf 2620 *m*). Der kürzere Süddarm des Eishammers reichte auf der Sohle des Rosentales bis etwa 2170 *m*. Die am Scheitel bis 150 *m* mächtigen Eismassen stauten wie ein Damm den Rosenbach zu einem See an, der 1210 *m* lang und über 60 *m* tief war. Der Spiegel stieg beim Hochstande bis 2224 *m*, seine größte Breite betrug 250 *m*. Seine Wellen gelangten taleinwärts fast bis zur Zunge des Hintereisferners, der damals bei 2230 *m* (1929 auf 2302 *m*) endete. Der See war mithin etwa 1 *km* lang. Nach Schlagintweit begann der Durchbruch bereits am Vorabend. Am nächsten Morgen, am 13. Juni 1848, brach die Flut, deren Inhalt Heß auf 3 Millionen *Rm* berechnete, äußerst stürmisch hervor. In kaum einer Stunde, zwischen 6 und 7 Uhr früh, war der See entleert, die Hochflut selbst hatte nur die halbe Zeit angehalten. Hierdurch stieg das Wasser in der durchschnittlich 20 *m* breiten Felschlucht bei Vent um fast 8 *m* über den normalen Hochwasserstand und erreichte eine Strömungsgeschwindigkeit von 5,5 *m/sec*.

Nach diesem letzten Ausbruche des Vernagtferners, der das Ötztal weithin verwüstete, machte die Abflammelegung des Eiskuhens im Rosental rasche Fortschritte. F. Simony fand dort 1852 noch eine mächtige Toteismasse. R. v. Sönlkar stellte 1855 und 1856 eine Zunahme des Einsinkens und der Schuttbedeckung auf der

Zunge fest. Nach E. R i c h t e r führte 1869 der Weg zum Hochjoch noch etwa eine halbe Stunde lang über Eis und Schutt, 1883 fand er den letzten Eisrest auf dem Rosentale verschwunden. Der auf Anregung des Venter Kuraten F. S e n n 1872 in die Felsen der Zwerchwand gesprengte Weg konnte 1890 wegen Steinschlaggefahr verlassen und wieder auf die linke Talseite verlegt werden. Seither befindet sich das Zungenende in andauerndem Rückzug. Bereits 1895 war nach B l ü m d e und H e ß die Trennung der Zungen des Vernagt- und des Guslarferners unterhalb der Hintergraslspitze endgültig vollzogen.

### Technische Vorschläge

Seit den ältesten bekannten Ausbrüchen des Rosener Eissees wurden in Zeiten der Bedrängnis stets Vorschläge erstattet, um den drohenden Gefahren vorzubeugen. Sie ergeben ein anschauliches Entwicklungsbild der Technik, insbesondere leaen sie ein sprechendes Zeugnis ab für den naturnahen Sinn der Tiroler Bauern. Denn der schon in der Vergangenheit, wenn auch nur unvollkommen, befolgte und selbst heute nach allen Fortschritten der Technik als grundlegend erkannte Vorschlag stammt von den beiden Längensfelder Bauernchronisten J o h a n n und B e n e d i k t R u e n. Er besagt: dauerndes Beobachten des Gletschers; planvolles Vertiefen und Freihalten des ganzen Flussbettes der Östaler Ache bis zu ihrer Mündung in den Inn; Anlage aller Brücken, Schutzbauten und Siedlungen stets nur mit Rücksicht auf Hochwässer.

Hingegen beschränkten sich andere Abwehrvorschläge der Vergangenheit zumeist auf den B e r e i c h d e s E i s k ö r p e r s selbst. Sie blieben teils wegen technischer Schwierigkeiten, teils wegen der zu erwartenden hohen Kosten nahezu sämtlich nur auf dem Papier. Es ist aber nicht zu übersehen, daß die meisten von ihnen einen brauchbaren Gedanken enthalten, der mit den heutigen Hilfsmitteln der Technik zwar nicht allein, aber doch als E r g ä n z u n a im Bedarfsfall ausgeführt werden könnte. Für uns möge die kurze Ausführung der Vorschläge an dieser Stelle genügen.

Das Nächstliegende war das Aushacken einer Abzugsrinne für den Seestau auf der Krone des Eisdammes. Es wurde von J. R u e n und Gefährten 1681 mit vorübergehendem Erfolg angewendet. Nach W a l c h e r s Bericht war 1772 zu ähnlichem Zweck ein Eisbohrer bei den Rosenhöfen bereitgestellt, der aber nie zur Verwendung kam. Dem gleichen Ziele dienten die damaligen Vorschläge, mit Kanonen, Mörsern oder Minen dem Stausee einen künstlichen Ausweg durch das Eis zu bahnen. Sie wurden namentlich von dem Haller Salinendirektor v. M e n z 1772 vertreten.

Fast hundert Jahre früher, schon 1681, wurden ferner zwei große t e c h n i s c h e P r o j e k t e in den Grundzügen erwogen: entweder der Bau von Talsläusen oder die Ausführung eines Stollens durch die Zwerchwand. Beide Pläne stammen von zwei Mitgliedern der damals zum Ferner entsandten Regierungskommission. Der Innsbruder Hofstichler P a u l H u e b e r befürwortete die A n l a g e v o n K l a u s e n in der Form von mächtigen Trockenmauern mit Umlaufskanal in natürlichen Talen. Von solchen stellte er zur Wahl in erster Linie die Schlucht nördlich Zwieselstein, dann jene „am Gampf“ zwischen Winterfall und Vent sowie endlich eine gletschnahel Felsenge im hinteren Rosental. Der Hofbäumeister M a r t i n G u m p p aus Innsbruck schlug hingegen die Ausführung eines fast 1600 m. l a n g e n S t o l l e n s d u r c h d i e Z w e r c h w a n d vor zur regulierbaren Ableitung des Stausees. Die Dauer der mühsamen Schremmarbeit im Felsen veranschlagte er auf 16 Jahre. Es ist sehr bemerkenswert, daß die h e u t i g e a l p i n e W a s s e r b a u t e c h n i k die Grundgedanken beider Bauvorschläge für ihre Zwecke allgemein anwendet. Auch die Pläne der Westtiroler Kraftwerke sehen genau an der von H u e b e r zuerst genannten Enge von Zwieselstein eine Talsperre vor, freilich in Beton, nicht als Trockenmauer. Stollenbauten,

wie sie Gump vorschlug, stehen längst bei zahlreichen Wasserwerken der Alpen in Verwendung.

Zwei weitere Pläne suchten die eine Stauseibildung hinter der Eisperre begünstigenden Verhältnisse im Rosental zu beseitigen. Walcher beantragte 1772 die Ausfüllung der Senke mit abzusprengendem Gestein der Zwerchwand und Stotter schlug 1846 die Überwölbung der Rosenklamm im Eisbereiche vor.

Wie immer sich der Wasserbau im Ötztal entwickeln mag, immer werden die Kraftwerke anlagen auch die Geschichte des Vernagtferners in Rechnung stellen müssen. Grundlage aller Maßnahmen aber bleiben stets die technischen und sonstigen Leitgedanken der beiden Längfelderbauer Johann und Benedikt Ruen.

### Zusammenhänge und Ursachen der Ausbrüche

Bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts haben die Versuche einer Erklärung der verderblichen, zeitweise immer wiederkehrenden Ausbrüche des Vernagtferners nur geschichtlichen Wert. Sonklar war der erste, der 1858 den Zusammenhang dieser ganz eigenartigen Vorgänge mit Klimaschwankungen zu erweisen suchte. Diese Abhängigkeit konnte Richter 1883 vorerst am Oberulzbachgletscher und 1888 auch am Vernagtferner im allgemeinen bestätigen. Dann (1890) gelangte Brückner auf Grund von Archivstudien zu der Annahme etwa 35jähriger, für die ganze Erde gültiger Klimaperioden. Sie zerfallen nach seiner Auffassung jeweilig wieder in eine trocken-warme und eine feuchtkühle Zeit von je etwa 17jähriger Dauer. Richters Versuch, diesen Gedanken auch auf die Gletscher anzuwenden, führte ihn zu dem Ergebnis, daß der Vernagtferner bei seinen rund achtzigjährigen Ausbruchperioden zwar einzelne sonst beobachtete Vorstoßzeiten übersprungen habe, sich aber immerhin gleich anderen Gletschern in Brückners Lehre einordnen lasse. Damit erst beginnen wissenschaftliche Erklärungsversuche der vordem stets rätselhaft gebliebenen Talsfassen. Doch nur Schritt für Schritt erweiterte sich die Kenntnis in hartem Kampfe mit dem Walten der Naturkräfte.

Richter verband die Angaben des Schrifttums vergangener Zeiten und älterer Karten bereits mit eingehenden Naturbeobachtungen am Gletscher selbst. Darin bestand gewiß ein wichtiger Fortschritt. Nach den Messungen Richters war die Zunge des Vernagtferners von 1847–1883 fast 2100 m von der Zwerchwand zurückgewichen und lag nach Ablauf dieser 36 Jahre bereits um 360 m höher, auf 2120 m. Hierdurch wurde ein Gelände von fast 160 ha eisfrei und die Zunge war im Verhältnis zu dem großen Firnsele nur mehr verschwindend klein. Nach damaliger Kenntnis der bisher beobachteten Alpengletscher übertraf der Vernagtferner mit diesen Verlustziffern bei weitem alle anderen. Seine südliche Auslage und der hohe Verlauf der Firnlinie im Scheitelbereiche der Ostalpen konnten aber nach Richters Überzeugung das Ausmaß und die Form der Schwankungen nicht ausreichend begründen; es mußten hierzu nach seinem Urteil noch besondere Ortsverhältnisse maßgebend sein. Von ihnen hob Richter vor allem sehr zutreffend die Gestalt des Vernagttales als Zungenbett hervor. Dessen dreieckiger Querschnitt ohne Talsohle senkt sich verhältnismäßig steil und eng südwärts; auf 2300 m steigert sich das Gefälle sogar bis zu 24 Grad. Dann erweitert sich das Tal trichterförmig und mündet rechtwinklig in das Rosental, gerade gegenüber der Zwerchwand, die sich als schroffes Hindernis vorlegt. Durch diese Geländeverhältnisse war die gesteigerte Eisgeschwindigkeit, die Raschheit beim Vorstoß, das Abreißen der Zunge beim Schwinden, die Hammerform und der Seestau beim Hochstand erklärlich. Überdies gelangt, wie Richter erkannte, mit der Senkung der Schneegrenze zur Zeit eines Vorstoßes jeweilig das sonst eisfreie Gebiet in der Umgebung des Schwarzfögele (westlich der Platteispitze) in den Firnbereich und vermehrt

so binnen kurzem ganz bedeutend die Mächtigkeit der Zunge. Aus weiteren Vergleichen mit dem Ausmaß und dem Zeitpunkte der Schwankungen zahlreicher anderer Ostalpengletscher kam Richter dann später zu dem Schluß, es liege doch nichts Außergewöhnliches beim Vernagtferner in der Größe seiner jeweilig bewegten Eismasse und in seinem periodischen Vorstoß. Nur die Form sei durch die vorhin angegebenen Ortsverhältnisse bedingt, der Zeit nach aber schließe auch er sich den allgemainen Klimaschwankungen an. Freilich mit Ausnahmen! Denn er pflege, wie erwähnt, bei seinen jeweilig nach etwa 80 Jahren erfolgenden Vorstößen bisweilen zwei bis drei kritische Klimaperioden zu überspringen, während sie bei anderen Gletschern wirksam waren. Hier blieb demnach noch eine wichtige Klärung ausständig.

Diese entscheidende Frage löste wenige Jahre später S. Finsterwalders. Durch Beobachtungen in der Natur und auf mathematischem Wege, vor allem aber durch seine genaue kartographische Aufnahme des ganzen Vernagtferners, die zum erstenmal auch das Firngebiet umfaßte, gelangte er zu dem folgenden wichtigen Ergebnis. Die Eismasse, die sich bei den größten Vorstößen ins Vernagtal bisher ergoß und wohl auch in Zukunft wieder einmal sich ergießen wird, beträgt 239 Millionen *Rm*, mithin etwa das Dreifache der Schätzungen von Stotter und Richter. Zur Ansammlung dieses enormen Eisvorrates in dem etwa 12 *km*<sup>2</sup> großen Firngebiete reichen aber nicht einige Jahre hin und es genügt auch nicht eine einzelne feuchtkühle Klimaperiode von etwa 17 Jahren allein, sondern hierzu ist ein weit längerer Zeitraum erforderlich. Der Vernagtferner hat demnach anscheinend die Fähigkeit, die Firnerträge langer Jahre aufzuspeichern. Er verausgabt somit bei einem einzelnen Vorstoß nicht sogleich seine ganze Firnansammlung, sondern hält davon einen Teil zurück. Darauf weist auch sein zeitweises Überspringen von Klimaperioden hin, die bei anderen Gletschern ganz ähnliche Vorstöße zur Folge haben. Tatsächlich ergab nun die kartographische Aufnahme Finsterwalders einen solchen erwarteten Firnspeicherraum in der beckenförmigen Senkung zwischen Schwarzköbele und Hintergraslspeize. Sie ist von den höheren Teilen des Firnfeldes durch eine 60 bis 80 *m* hohe Stufe getrennt, die bisher kaum beachtet worden war. Das Maß der Füllung dieses verhältnismäßig kleinen Beckens innerhalb des Firnfeldes ist für den Abfluß des Gletschers maßgebend. Hat dort der Firn nur niedrigen Stand, dann fließt bloß wenig ab und die Zunge bleibt klein. Zeitweise Firnansammlungen wirken nur in dem Grad auf die Zunge, als ob sie lediglich im Becken selbst stattgefunden hätten. Sie treiben die Zunge nur so weit vor, als es einem Firnfelde von der Größe des Beckens entspricht. Ist dessen Vorrat erschöpft, so schließt sich ein Rückzug der Zunge an, wie er jetzt seit Jahrzehnten stattfindet. Währenddessen aber kann in den höheren, meist sehr flachen Teilen die Firnansammlung ungestört weiter vor sich gehen. Sie äußert sich auf das Verhalten der Zunge jedoch erst dann, wenn sie endlich das kleine Becken erreicht hat. Durch dessen Lage inmitten der ausgedehnten Einzugsfläche füllen es die von drei Seiten ständig nachrückenden Eismassen verhältnismäßig sehr rasch und in viel größerem Maße, als es der dahinter aufgestapelten Firnhöhe eigentlich entspricht. Damit sind die Bedingungen für einen raschen, aber sich bald erschöpfenden Verlauf des Vorstoßes gegeben. Sie werden noch gesteigert durch ein gleichzeitiges Anwachsen des Gusslarferners, das erfahrungsgemäß stets mit einem bedeutenden Vorstoß seines Nachbarn verbunden war.

Erst Finsterwalders scharfer Blick, seine mathematischen Überlegungen und seine vorbildliche Kartenaufnahme ließen die entscheidende Rolle des kleinen Firnspeichers erkennen. Darum sichert in unseren Tagen das zeitweise Nachprüfen der Karte und das ständige Beobachten dieses kritischen Querschnittes durch H. Schatz im Auftrage des Deutschen Alpenvereins die Bevölkerung des ganzen Ötztals vor den unheilvollen Überraschungen der Vergangenheit.

## Forschungsergebnisse

Die Karte Finsterwalders ist das sinnfällige, letzte Schlusergebnis seiner langjährigen Arbeiten am Vernagtferner. Seine Forschungen daselbst haben aber eine weit über dieses Gebiet hinausreichende Tragweite und sind zu einem Markstein in der gesamten Gletscherkunde geworden. Denn Finsterwalders überzeugende Erklärung der außergewöhnlichen Vorstöße dieses Gletschers nahm ihren Ausgangspunkt von der Gletscherbewegung überhaupt. Gerade in dieser Hinsicht hat er eine neue, allgemein gültige Grundlage unserer Kenntnis geschaffen. Seine Arbeitsweise verband mathematische Wissenschaft mit genauester Naturbeobachtung. Durch ihn erst hat der Vernagtferner seinen Weltruf erlangt.

Auf die einfachste, allgemein verständliche Formel gebracht, läßt sich der durch Finsterwalders erzielte Fortschritt und seine Arbeitsweise in kurzen Zügen etwa nachstehend zusammenfassen. Bisher sah man das Abwärtswandern eines Felsblockes auf der Gletscheroberfläche als den alleinigen Ausdruck der Eisbewegung an. Tatsächlich aber wandert der Block nicht nur talwärts, sondern er sinkt im Nährgebiete infolge der Überfirnung seiner Unterlage auch in immer größere Eistiefen hinab, vollführt also eine in zwei Richtungen wirksame, zusammengesetzte Bewegung. Je früher der Stein im Firngebiet auf die Gletscheroberfläche gelangt, desto eher sinkt er ein, desto später apert er unterhalb der Firnlinie an der Gletscherzunge wieder aus. So sinkt der Randschutt von den begrenzenden Felshöhen so gleich unter die Firnoberfläche, legt seinen Weg auf dem Gletschergrund zurück und kommt erst an der Zunge wieder zum Vorschein. Felsblöcke aber, die erst nahe oberhalb der Firnlinie auf die Gletscheroberfläche fallen, sinken nur wenig auf ihrer Unterlage ein. Sie schmelzen bei ihrer Abwärtsbewegung schon sehr bald unterhalb der Firnlinie wieder aus und bleiben fortan wie der Schutt des Zehrgebietes auf der Zungenoberfläche. Diese somit nur zum Teil sichtbaren Wege auf dem Gletscher nennt Finsterwalders Bewegungslinien. Die einzelnen Eisteichen oberhalb der Firnlinie und mit ihnen die sie eine Strecke weit belastenden Fremdkörper hingegen sinken infolge des fortwährenden Firnzuwachses unter die Gletscheroberfläche ein und tauchen erst unterhalb der Firnlinie wegen der dort andauernden Abschmelzung auf der Zungenoberfläche wieder auf. Diese derart bogenförmigen, größtenteils unsichtbaren Wege sind nach Finsterwalders die Stromlinien. Ihre Durchstoßpunkte auf der Gletscheroberfläche treffen dort die Bewegungslinien. Die beiden Arten der Wegspuren, die Bewegungs- und die Stromlinien, stehen daher miteinander in mathematischen Beziehungen. Denn die durch ihre Lage auf und unter der Gletscheroberfläche zusammengehörenden Wegspuren liegen jeweilig in einer senkrechten Fläche. Die Stromlinien durchziehen in unendlich gedachter Anzahl nebeneinander der Länge nach den ganzen Gletscher von seiner Felsumrandung bis zum Zungenende, ohne sich jemals zu kreuzen. Ihre Windungen sind der Gletscherform angelehnt. In ähnlicher Weise denkt man sich senkrecht auf diese Flächenschar unendlich viele Querschnitte nebeneinander über den Gletscher gelegt. Er zerfällt derart in eine Anzahl von Maschenfeldern zweierlei Art: die einen liegen auf der Oberfläche des Gletschers, die anderen in seiner Tiefenausdehnung, je nachdem, ob die Bewegungs- oder die Stromlinien an ihrer Bildung beteiligt sind. Diese Maschenfelder und die von ihnen begrenzten Körper bilden nun die mathematische Grundlage für Finsterwalders Erkenntnis der gesetzmäßigen Beziehungen zwischen den teils unmittelbar meßbaren, teils zu errechnenden Größen Gletschergeschwindigkeit, Niederschlagszuwachs, Abtrag durch Abschmelzung, Einfall- und Austrittswinkel der Stromlinien, Arbeitsleistung des bewegten Eises, Gletschermächtigkeit und damit Form des Gletscherbettes, endlich Herkunft und Bildung der Moränen.

Durch das Werk Finsterwalders wurden diese hier nur angedeuteten Zu-

ammenhänge erstmalig klargestellt, bisherige Vermutungen bestätigt, aber auch manche Vorurteile früherer Zeit endgültig ausgemerzt. So ist der Name des Gletscherforschers *S. Finsterwald* er aufs engste und für immer mit dem *Vernagferner* verbunden. In seinem Geiste und nach seinen Richtlinien erfolgte hier dank der Förderung durch den Deutschen Alpenverein die Weiterführung dieser Arbeiten durch *Blümcke*, *Heß* und *Schah* bis in die Gegenwart.

### b) Hintereisferner

Im auffälligen Gegensatz zu dem benachbarten Vernagferner reicht die Kunde über den Hintereisferner nur etwa 120 Jahre zurück. Der Vintschgauer Wundarzt *Georg Böttsch*, der seit 1840 die Sttaler Gletscher beobachtete und seine Erfahrungen in einem Büchlein „Das Leben der Gletscher“ (1864) niederlegte, berichtete als erster über einen Vorstoß des Hintereisferners in den Jahren 1816—1818, der bis zur Nöderschafhütte (nächst dem heutigen Hochjochhospiz) reichte. Erst die Brüder *Schlagintweit*, dann *Sonklar* und *Richter* brachten in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts weitere Nachrichten über den damaligen Zustand des Gletschers. Bisher war er wegen seiner siedlunassernen Lage im hintersten Rosental und wegen seiner verhältnismäßig geringen, gefahrlosen Schwankungen höchstens zu Zeiten der Vorstöße des Vernagfeners beachtet worden.

Zwei Gesichtspunkte veranlaßten endlich 1893 *Blümcke* und *Heß* zu einer Aufnahme des Hintereisferners. Als erstes Ziel setzten sich beide Forscher, durch eine Karte des Zungen- und Moränengebietes den Massen- und Geländeverlust des Gletschers seit seinem letzten großen Vorstoß in den 50er Jahren festzustellen, wie das für den Gepatsch- und Vernagferner bereits durch *S. Finsterwald*, für den Hochjochferner durch *Kerschenshainer* und *H. Heß* erfolgt war. Hierzu kam noch die unmittelbare Wirkung der neuen Gletscherlehre *Finsterwalders* als Frucht seiner Arbeiten am Vernagferner. Es galt, gewissermaßen die Probe über die Anwendbarkeit der dortigen Erkenntnis auf den ganz anders gebauten Hintereisferner zu machen. Denn die hier im Verhältnis zum Firngebiet sehr ausgedehnte Zunge von geringer, gleichmäßiger Neigung und unbedeutender Zerklüftung ließ am Hintereisferner statt des sprunghaften Wechsels der Massenverteilung eine große Stetigkeit in deren Ablauf und daher eine ungestörte wissenschaftliche Arbeit erwarten. Damit trat zugleich die Feststellung der *Eisgeschwindigkeit* an möglichst vielen, genau festgelegten Punkten der gesamten Gletscheroberfläche, somit auch des Firngebietes, stärker in den Vordergrund. Auch der Kartenbereich konnte sich daher nicht mehr, wie ursprünglich beabsichtigt, nur auf die Zunge beschränken, sondern mußte bis zur Umrahmung des Firnfeldes ausgedehnt werden. Zu den Messungen der Geschwindigkeit kamen die der *Abschmelzung* (Ablation). Denn diese beiden Beobachtungsreihen ermöglichten die rechnerische Gewinnung der gesuchten *Querschnitte* an beliebigen Stellen des Gletschers. Schließlich harrte eine sehr wichtige Frage der Beantwortung: es war die bisher nur errechnete Tiefe des Gletschers durch *Bohrungen* im Eis zu überprüfen und damit ein letzter Beweis für die Zulässigkeit der Annahme *Finsterwalders* zu erbringen. Diese und noch eine ganze Reihe anderer Forderungen wurden erfüllt. Damit ist der Hintereisferner zu einem geradezu *klassischen Beispiel* der Gletscherforschung geworden durch die unermüdbaren, erfolgreichen Arbeiten, die *H. Heß* und seine Nachfolger Jahrzehnte hindurch ausführten.

Ein kurzer Überblick der wichtigsten Ergebnisse seit Beginn der 90er Jahre bis heute umfaßt zunächst die *Karten* dieses Gletschergebietes. Der Vergleich der drei allmählich bis zur Firnumrahmung erweiterten Aufnahmen des Hintereisferners aus den Jahren 1894, 1905 und 1920 zeigt außer den ergänzenden Beobachtungen der Zwischen-

zeit nicht nur die Längen- und Breitenchwankungen der Zunge, sondern durch den Verlauf der Schichtenlinien auch die wechselnde Höhenlage der Firnoberfläche, die Formänderungen der Spalten und Moränen sowie das Verhalten der Teilgletscher. So verlor z. B. der Langtauserer Zufluß immer mehr an Mächtigkeit gegenüber dem Hauptgletscher. Der Kesselwandferner, der sich seit etwa 1912 vom Hintereis zu trennen begonnen hatte, kroch im Zusammenhange mit der vorübergehenden Schwellung von 1917 damals förmlich auf die Eismassen seines Nachbarn hinauf; von 1920 an aber bog sich sein wieder abgeschwächter Strom zunächst noch gleichlaufend mit dem Hauptgletscher talwärts in schmaler Zunge um. Seither jedoch zog sie sich immer mehr in schroffem Abbruch vom Hintereisferner zurück. Auch dessen Zunge wich von 1894 bis 1917 um nicht weniger als 305 *m* bergwärts und lag damals bereits um 20 *m* höher.

Das Messen der Abfließgeschwindigkeit an Holzstangen und an dem Rohraestänge der später zu besprechenden Bohrungen, deren Ortslage genau bekannt war, erlaubte das Aufhören der Ablation bei etwa 2900 *m* Höhe und einen Höchstwert von 750 *cm* am Zungenende. Aus weiteren Beobachtungen folgte die regelmäßige Abnahme des Schmelzvorganges um durchschnittlich 1,25 *m* auf je 100 *m* Höhenzunahme. Eine außerordentlich große Ablation im Betrage von 6 bis 7 *m* zeigte sich an drei Stellen im Beobachtungsjahr 1928/29. Ähnlich gelangte man zur Bestätigung des schon 1905 von Finsterwalder und Blümcke ausgesprochenen Geschwindigkeitsgesetzes: im unteren Drittel der Zunge des Hintereisferners überwiegt die Bewegung im Sommer, weiter hinauf bis in die Nähe der Firnlinie aber die im Winter. Das Verhältnis beider nimmt mit der Annäherung an das Firnfeld regelmäßig ab. Hier ergab sich je nach Höhe und Neigung eine Jahresgeschwindigkeit von 40–50 *m*, weit mehr als an der flach auslaufenden Zunge. Auf Grund zahlreicher Beobachtungen ließen sich dann Kurven gleicher Eisgeschwindigkeit für den ganzen Gletscher zeichnen und allgemein gültige Gesetze ableiten. Ferner erhielt man aus den bekannten Größen Geschwindigkeit und Abtrag nach Finsterwalders Lehre zahlreiche Querschnitte durch das Bett des Hintereisferners und zum erstenmal endlich auch einen Längsschnitt des eisbedeckten Tales. Erst durch diese Profile wurden die Oberflächenerscheinungen des Gletschers, seine Mulden, Gefällsbrüche, Wülste, Spaltenzonen und Moränen ganz verständlich, da sie durch die Formen des Felsuntergrundes bedingt sind.

Noch fehlte aber der letzte Beweis für die Richtigkeit dieser Berechnungen und Konstruktionen durch Tiefenmessungen am Gletscher selbst. Ihn erbrachten schlagend die Bohrungen am Hintereisferner, die Blümcke und Heß zum erstenmal in den Ostalpen und zum erstenmal überhaupt mit Erfolg durchführten. Sie verleihen diesem Gletscher seinen Welt Ruf. Der bisher immer strittigen Frage nach der Gletschertiefe trachtete zwar schon 1842 Quassia d. A. am Unteraaraletscher auf diese Art näher zu kommen; er erbohrte aber in sechs Wochen nur eine Tiefe von 60 *m*, ohne den Felsgrund zu erreichen. Sein Verfahren geriet bald in Vergessenheit. Am Hintereisferner wurden die Bohrungen 1894 wieder aufgegriffen. Es ist sehr lehrreich, der weiteren Entwicklung dieses Verfahrens kurz zu gedenken. Anfänglich konnten mit dem zweischneidigen Eisenbohrer von etwa 10 *cm* Durchmesser bei Handbetrieb in zwei Stunden nur 3 *m* Tiefe erreicht werden; durch technische Verbesserungen, wie Verwendung von Rohraestängen und sinnreichen Spülanlagen zum Beseitigen des Bohrmehles, besonders aber nach Ersatz der Handfurbel durch einen Benzinmotor, steigerte sich die Tagesleistung auf etwa 100 *m* Tiefe. Die Bohrungen bestätigten voll auf die Rechnung. So wurde z. B. im Jahre 1908 am Langtauserer Zufluß der Felsgrund in 140 *m* Eistiefe errechnet, in 138,7 *m* erbohrt, an anderer Stelle im Jahre 1909 in 224 *m* errechnet, in 223,7 *m* erbohrt. Ein glänzender Beweis dafür, daß die beiden Wege, der rechnerische und der experimentelle, das gleiche Ergebnis erzielen

ten. Eine weitere Übereinstimmung zeigte überdies in der Folgezeit die seismische Methode, die 1926 M o t h e s am Hintereisferner anwandte. Die sich ergebenden Unterschiede von 10—20 *m* bei den bis 326 *m* tiefen Bohrlöchern klärten sich unschwierig durch Oberflächenabshmelzung auf, die nachweisbar im Betrage von 15 bis 23 *m* eingetreten war.

Nach F i n s t e r w a l d e r s Rechnungen sollten die Stromlinien parallel mit der Gletschersohle verlaufen und die O b e r f l ä c h e n g e s c h w i n d i g k e i t gesetzmäßig gegen die Sohle hin abnehmen. Auch hierfür wurden durch Bohrungen die noch fehlenden Beweise erbracht. Denn Rohrgestänge, die zuerst (1901) unbeabsichtigt, dann (1904) planmäßig in den bis zum Felsgrunde reichenden Bohrlöchern belassen wurden, nahmen im Laufe ihrer rund 30 Jahre währenden Abwärtsbewegung durch biegungslose Drehung um die Bohrer Spitze eine talwärts immer mehr geneigte Schrägstellung ein. Die beobachteten Maße stimmten bis auf einige Dezimeter mit den errechneten Größen überein.

Außer zur Messung der Gletschertiefe dienten die Bohrlöcher auch zur Bestimmung der E i s t e m p e r a t u r im Inneren des Gletschers. Hierbei gelangte H e ß zu dem wichtigen Befeh: Die Oberflächentemperatur macht sich nur bis in etwa 10 *m* Tiefe abnehmend geltend. Im Innern des Gletschereises aber herrscht überall die dem D r u c k entsprechende Schmelztemperatur. Sie sinkt für je 1 *kg/cm*<sup>2</sup> Druck um 0,0075° Celsius unter null Grad.

Weitere, derzeit noch nicht abgeschlossene Forschungen von H e ß am Hintereisferner betreffen die Festigkeitsänderungen und Bewegungsvorgänge des Gletschereises mit zunehmender Eistiefe. Wie immer sich die endgültige Lösung dieser Fragen gestalten mag, an den Hintereisferner werden sich wie bisher grundlegende Erkenntnisse der Gletscherforschung knüpfen.

### c) Hochjochferner

Die landschaftliche Kenntnis dieses Gletschers, der den südlichen Quellast des Rosen-  
tales speist, reicht viele Jahrhunderte zurück. Denn wegen der früheren politischen und kirchlichen Zugehörigkeit des Venter Bereiches zum Schnalser Tal bewegte sich stets ein Teil des Verkehrs über das H o c h j o c h , 2885 *m*, das am Scheitel des langen Hochjochferners liegt. Beliebter war freilich das Niederjoch, 3017 *m*, denn hier war nur ein kurzer Gletscher zu überschreiten. Weil man seinerzeit mangels an Höhenmessungen mit der Zunahme des Eisbereiches unmittelbar die Vorstellung der größeren Höhe verband und sich der Unterschied von 132 *m* beim Überschreiten der beiden Jöcher nur wenig geltend machte, sind die der wirklichen Höhenlage nicht entsprechenden alten Namen verständlich. Jedenfalls diente aber auch der sanft geneigte, spaltenlose Hochjochferner zeitweise als Verbindung, ja der Schlittenverkehr währte hier sogar bis 1889. Er mußte erst mit dem Steilerwerden der Gletscherzunge durch zunehmende Abschmelzung eingestellt werden. Der sommerliche Auf- und Abtrieb der Schafherden über den Hochjochferner vom Schnalser- ins Rosental und umgekehrt hat sich, ähnlich wie über den Niederjochferner, jedoch schwächer, bis heute erhalten. 1938 überschritten ihn etwa 1000 Schafe.

Das heutige L a n d s c h a f t s b i l d des Hochjochferners weist im Verhältnis zu dem benachbarten Hintereisferner einige kennzeichnende Unterschiede auf. Die Zunge des Hochjochferners ist breit und kurz, sein Firnsfeld steigt bis zum flachen, auch nach Süden überquellenden Firnscheitel allmählich und ohne Spalten an; dafür liegen an der Ostflanke die großen Gletscherbrüche im Bereiche der Finail Spitze. Weiter talaus bis zur Thalleit Spitze folgt nur mehr eine Reihe von Kargletschern, die auf eine gemeinsame Terrasse münden, ohne jetzt den Hochjochferner zu erreichen. Ähnlich verhält es sich mit

dem Latschferner im Westen, der heute ein ganz selbständiges Dasein führt. Nach den Beobachtungen der Gebrüder Schlägintweit und alten Berichten aus Vent soll sich der kleine westliche Thalleitferner erst zu Beginn des 19. Jahrhunderts aus einem unbedeutenden Firnsfeld entwickelt haben. Alles in allem macht der Hochjochferner den Eindruck der Ruhe und Beständigkeit.

Diesen durch das Gelände bedingten Eigentümlichkeiten des Aussehens entspricht auch sein Verhalten in gletscherkundlicher Beziehung. Es äußert sich in geringen Schwankungen. Die Nachrichten hierüber sind verhältnismäßig sehr jung. Gelegentlich des Vernagtvorstoßes im Jahre 1773 erfahren wir, freilich ohne nähere Angabe, daß der Rosener Stausee bis zu den Zungen des Hintereis- und Hochjochferners gereicht habe. Unschwerdend hatten, auch sie sich damals stark verlängert. Den Berichten von Stotter und Schlägintweit zufolge schlossen sich beide Gletscher der letzten Vorstoßperiode des Vernagtferners um die Mitte des 19. Jahrhunderts abermals an, befanden sich jedoch 1847 bereits wieder im Rückzuge. Damals scheint der Hochjochferner seine größte Ausdehnung erreicht zu haben. Sonklar verzeichnete kurz vor 1860 noch ein starkes Vorrücken dieses Gletschers. Seither jedoch zog er sich langsam, aber beständig zurück. Gerade dieses Beharrungsvermögen war nun der Grund, daß G. Kerscheneiner und H. Heß auf Anregung Finsterwalders 1890 mit den wissenschaftlichen Arbeiten am Hochjochferner begannen. Die beiden Forscher wollten zunächst an einem einfach gebauten Gletscher die Richtigkeit der Lehren erproben, die S. Finsterwalders am Vernagtferner gewonnen hatte. Denn als Grundlage seiner mathematischen Berechnungen diente die vereinfachte Annahme einer stationären und stetigen Gletscherströmung. Mit anderen Worten, sie sollte an jeder Stelle im Innern des Eises unabhängig von der Zeit sein und benachbarte Eisteilchen sollten während ihrer ganzen Bewegung benachbart bleiben. Diesen Voraussetzungen schien in erster Linie der Hochjochferner zu entsprechen. Er hat sie auch getreulich bestätigt.

Wie immer bilden die neuen Karten das sinnfälligste, bleibende Merkmal der vollbrachten Arbeit am Gletscher. Der Erstausnahme der Zunge des Hochjochferners 1:15 000 durch Kerscheneiner und Heß im Jahre 1890 folgte bald (1893) die des gesamten Gletschergebietes durch Blümle und Heß, bereits unter ausgiebiger Verwertung der Photogrammetrie, im Maß 1:20 000 und 1907 die Karte 1:10 000 von D. v. Gruber, die auch die Felsumrahmung einbezog. Zur Kennzeichnung des Genauigkeitsgrades dieser Aufnahme sei angeführt, daß sie 67 triangometrisch, 361 tachymetrisch und 930 photoarammetrisch bestimmte und fast viermal überprüfte Punkte enthält, insgesamt somit 1358.

Die Messungsbeträge der Jahresgeschwindigkeit an Stangen im Firn und in Bohrlöchern schwankten im Laufe der Beobachtungen zwischen 8,7 und 15,1 m. Die jährliche Ablation erreichte durchschnittlich 1,56 m auf der Nordabdachung, 0,8 m auf dem flachen Firnschitel, wo kreisförmige Steinlinien angelegt wurden. Wie ersichtlich, ändert sich die Meereshöhe des Hochjoches bisweilen nicht unerheblich. Die einstige Südzunge ist jetzt zu einem breiten Lappen zurückgeschmolzen. Im Rosental wich die Nordzunge während der 22 Beobachtungsjahre von 1890 bis 1911 ähnlich wie die Zunge des Hintereisferners um 330 m bergwärts, daher im Jahresdurchschnitt um 15,7 m; von 1917 bis 1921 um 74 m, daher im Mittel um 14,8 m. Diese Ziffernreihen bestätigten nicht nur die erwartete Stabilität dieses Gletschers im Verhalten, sondern wie 1899 beim Hintereisferner auch hier die Richtigkeit der Lehre Finsterwalders. Nach diesem Erfolge konnte 1921 die ständige Beobachtung des Hochjochferners vorläufig abgeschlossen werden.

## C. Niedertal

### 1. Gruppe Ramol

Hierunter werden der Spiegel- und der Diem- mit dem Firmisanferner zusammengefaßt und die eigenartigen Erscheinungen der alljährlichen Lawinenbrüden nächst der Schäferhütte im Niedertal kurz besprochen.

Der Alpenvereinsweg von Vent zum Ramoljoch führt zum guten Teil auf den mächtigen Moränenwällen, die den Spiegelferner im Norden begleiten. Eingehende Vergleiche ihres Erhaltungszustandes und ihres Pflanzenwuchses führten zu dem Schluß, daß der innere Wall dem 50er Stande, der äußere dem Beginne des 18. Jahrhunderts angehört. Auf der südlichen Schattseite des Gletschers sind beide Wälle weniger deutlich ausgeprägt. Eine Stirnmoräne fehlt für diese Zeiten, da die Zunge damals in die Schlucht hinabging. Die seit 1891 alljährlich vorgenommenen Messungen der flachen Zunge des Spiegelferners zeigen sein zumeist schwankendes, *zögerndes Verhalten*, ehe er sich dem allgemeinen Rückzug anschloß. Die Ursache hierfür scheint in örtlichen Vorgängen zu liegen. Löst sich z. B. ein größerer Firn- oder Eisteil der steilen Umrandung aus dem bisherigen Zusammenhange, so gelangt er zwar zunächst rasch als augenblicklicher Zuwachs in den Zungenbereich; für den ganzen Gletscher aber bedeutet dies einen unter den derzeitigen Klimaverhältnissen unerseßlichen Stoffverlust, der sich bald durch nachfolgenden Zungenschwund geltend machen muß. Solche Augenblicksvorstöße oder Rückzugsverzögerungen sind beim Spiegelferner kennzeichnende Begleiterscheinungen des allgemeinen Schwundes, der auch den Firmisanferner ergriffen hat. Dort äußert er sich an den eisfrei gewordenen Felsen des Ramoljoches in der Umwandlung des vereisten Bergschrunnes zu der bergseitig aperen Randkluft.

Der Diemferner bietet geradezu das Musterbeispiel für die besonders nordseitig schön entwickelte 50er Moräne. Außerhalb von ihr verläuft der bereits begrünte Wall aus dem Anfange des 18. Jahrhunderts. In der Senke zwischen den beiden Wällen der Seitenmoränen eilt der starke Abfluß des Firmisanfernners zu Tal. Dessen Zunge liegt mindestens seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts im jetzigen Raume, nachdem sie sich von der des Diemfernners getrennt hatte. Der Massenverlust in seinem kleinen Einzugsgebiete zwischen dem Hinteren Spiegelkogel und der Firmisanschneide konnte seither nicht ersetzt werden; der Zuwachs reicht gerade nur mehr zur notdürftigen Erhaltung des Firmisanfernners aus. Zu dem Hochstande des Diemfernners im 18. Jahrhundert gehören die Reste der Stirnmoräne auf der Verflachung beiderseits der Schlucht des Diembaches. Die südliche überquert der aussichtsreiche Steig zur Sammoarhütte. Noch 1850 reichte die Zunge des Diemfernners bis in die Felschlucht hinab. Dann folgte eine lange Rückzugszeit. In sie fällt die erste Messung durch Finsterwälder im Jahre 1893. Zu Ende der 90er Jahre stieß der Diemferner zwar wieder kurzfristig etwas vor, seither aber schwindet auch er immer mehr dahin. Durch zunehmend ausapernde Felsen ist seine Zunge jetzt in zwei Lappen geteilt, von denen besonders der linke sich in der letzten Zeit als schmales Eisband ganz in eine Felschlucht zurückgezogen hat. Die einstigen stolzen Séracs auf der Felschwelle des Südlappens sind zerfallen, dann abgeschmolzen und von Jahr zu Jahr tritt dunkler, durch das Eis geglätteter Fels stärker hervor. Die Rückzugsercheinungen des Diemfernners zählen zu den stärksten des ganzen Bereiches.

In das Bett der Niedertaler Ache stürzen alljährlich aus den Kleinfaren des Gratstückes Vorderer Diemkogel—Steinmandl zahlreiche Lawinen nieder. Sie bilden in der Umgebung der Schäferhütte jene Lawinenbrüden, die seit jeher für Mensch und Tier ständige Uferverbindungen von größerer Sicherheit darstellen, als

es die alte Brücke dort feinerzeit vermochte. Mit ungebrochener Gewalt fausen die Lawinen aus den rasch gefüllten Kleinkaren über die Steilhänge zur Bachtiefe nieder und branden bisweilen sogar am Ostufer empor. Im Frühjahr 1937 fielen ihnen zwei Menschenleben zum Opfer. Die Schneemassen stauen eine Weile die Niedertaler Ache, bis sie sich wieder ihren Abfluß erzwingt. Durch Auftauen und Wiedergefrieren erhärtet, größtenteils durch Schutt vor der Abschmelzung geschützt, erhält sich mindestens die Lawinenbrücke nördlich unterhalb der Schäferhütte in der Regel das ganze Jahr hindurch. Zahl und Zustand dieser Verkehrsbauten der Natur sind ein untrüglicher Maßstab für die Schneeverhältnisse des vergangenen Winters und die zerstörende Wirkung der darauffolgenden Sommerwärme. In den besonders heißen Sommern 1911, 1921 und 1925 waren von der Lawinenbrücke bei der Schäferhütte nur mehr Reste vorhanden, im Herbst 1934 war sie bereits durchlöchert und nur mit Vorsicht zu überschreiten. Hingegen brachten es die verhältnismäßig schneereichen Winter 1934/35 und 1936/37 mit sich, daß jeweils sogar vier Lawinenbrücken bis zum Herbst gangbar waren; den Winter 1935/36 und 1937/38 überdauerten nur zwei. Für den Gletscherhaushalt sind heftige, jedoch nur kurz andauernde Schneefälle des Spätwinters von geringer Bedeutung; die Lawinenbrücken aber ermöglichen den erwünschten Verkehr über die im Sommer sonst undurchschreitbare Niedertaler Ache.

## 2. Gruppe Sammoar

Den Hintergrund des Niedertales zwischen Burgler- und Kreuzkamm bis zum Similaun und zur Hinteren Schwärze erfüllt ein fast ununterbrochenes Firnggebiet, dem drei große Gletscher entströmen: der Schalf-, Marzell- und der Niederjochferner. Ihre Zungen vereinigten sich einst an der Wurzel des Niedertales, in der näheren Umgebung der heutigen Sammoarhütte. Sie verleiht dieser Gruppe den Namen. Drei ähnlich gebaute, flache Talgletscher, von denen aber jeder doch wieder seine besonderen Kennzeichen aufweist.

Marzell- und Schalfferner stehen hierbei in engster geschichtlicher Beziehung. Noch zu Beginn des 20. Jahrhunderts flossen ihre Zungen in der Tiefe des Niedertales zusammen. Dort hatte 1883 E. Richter die ersten Messungen an der gemeinsamen, nach dem Marzellferner benannten Zunge vorgenommen. Schon 1912 aber stellte R. v. Reibelsberg fest, daß an ihr eigentlich nur mehr der vom Similaun kommende Marzellferner teilnimmt, die Zunge des Schalffernners hingegen an der scharf ausgeprägten rechten Seitenmoräne des Marzellfernners beinahe rechtwinklig abstößt und äußerlich endet. Von dieser Trennungslinie abgesehen, hingen beide Gletscher somit damals noch zusammen, ihre Oberfläche lag beiderseits des Moränenwalles noch in gleicher Höhe. Im Laufe der Jahre 1920—1923 vollzog sich aber auch äußerlich die Trennung. Die Zunge des Schalffernners wich zurück, der Gletscher wurde selbständig und erforderte 1924 zum erstenmal eigene Marken. Damals betrug der Abstand seiner Zunge vom rechten Moränenwalle des Marzellfernners knapp 100 m.

Vor der weiteren Verfolgung dieser Vorgänge erbeißt jedoch die in der engen, schattigen Schlucht der Niedertaler Ache tief eingefeilte Zunge des Marzellferners eine Kennzeichnung ihres Verhaltens. Durch zeitweise große Eisvorbrüche am Gletschertor erreichte der Rückzug der vor Besonnung durch die Lage und starke Schutzbedeckung mehr als gewöhnlich geschützten Zunge in manchen Jahren ganz außerordentlich hohe Beträge, so z. B. 1929 96 m, 1931 sogar 137,2 m. Der im Herbst 1938 von mir festgestellte große Eisbruch hinter dem Gletschertor läßt für 1939 ähnliche Beträge erwarten. Wenn sich der Eisverlust aber größtenteils auf die natürliche Abschmelzung durch Luft und Wasser beschränkte, wurden in den letzten elf Jahren jeweilig im Durchschnitt etwa 8 m Rückzug gemessen. Während dieses Zeitraumes ist die

Zunge des Marzellferners einschließlich der vorgenannten außergewöhnlichen Beträge um nicht weniger als 310,9 m zurückgegangen, ein nach Zeit und Ausmaß einzig dastehender, durch die besonderen Ortsverhältnisse erklärbarer Eisfluß. Dabei sinkt die Zunge alljährlich immer mehr ein, wie der durch Lichtbilder festgehaltene Blick vom Gletschertor gegen die zusehends immer höher auftauchende Marzellwand erweist. Überdies wird die unterhöhlte, schuttbeladene Zunge am Bergfuß unterhalb der Sammoarhütte immer mehr von großen Einbrüchen durchsetzt, so daß beim Anhalten der jetzigen Klimaverhältnisse in nicht allzulanger Zeit ein gewaltiger Zusammenbruch der linken Zungenflanke zu erwarten ist.

Die von mir seit 1924 beobachteten und wiederholt eingehend dargestellten Vorgänge an der Zunge des Schalfferners lassen sich, wie folgt, kurz zusammenfassen. Nach der Trennung von der Marzellzunge erschien in dem eisfrei gewordenen Vorfelde des Schalfferners ein ebenes, von den Rinnsalen des Schalfbaches durchrieseltes Schuttfeld, ein sogenannter Sander. In seinem Westteile sammelten sich die Schmelzwässer des Schalf-, Nutmal- und Marzellferners zu einem Tümpel, dessen Ausmaße in den nächsten Jahren ständig wechselten und sich zeitweise sogar zu einer seeartigen Wasserfläche erweiterten. 1931 aber war merkwürdigerweise das Becken vollkommen leer. Der eigentliche Schalfbach floß bisher stets ohne Berührung des Stausees am Nordrande des Sanders und trat durch einen Eistunnel unter die Zunge des Marzellferners ein. Die alte Verbindung beider Eiskörper bezeugten auch nach der Trennung ausgedehnte, größtenteils unter Schutt vergrabene Toteisreste, die am unteren Gehänge des Diemfogels und der Ausläufer des Nutmalkammes zurückgeblieben waren. 1932 erreichte der Seestau größere Höhe denn je, da auch der Schalfbach in das Becken mündete. Der ganze Sander war überrieselt und vollkommen ungangbar. Das nächste Jahr 1933 brachte abermals eine höchst überraschende Wendung: der Stausee war vollkommen abgelaufen, den Südtail des früher ganz ebenen Sanders durchzog eine nach Westen an Tiefe zunehmende, gewundene, wild zerrissene Einbruchsfurche wie nach einem Erdbeben. Sie erreichte nächst der Stelle des ehemaligen Sees eine Tiefe von etwa 10 m, eine Breite von rund 5 m und bildete hier einen großen, von Eisklößen durchsetzten Einbruchsfessel, von dem mehrere zadenförmige Arme ausstrahlten. Unter dem nur 20–30 cm mächtigen Schotter, Sand und geschichtetem Lehm der Steilufer erschien überall festes, dunkles Eis bis auf den mit Schutt bedeckten Grund des Einrisses hinab. Die Schmelzwässer verschwanden wiederholt in kurzen Eistunnels und schließlich unter der rechten Eisflanke des Marzellferners in der Richtung der Zunge. Was war geschehen? Der Sander schützte bisher das wider Erwarten auch unter ihm noch verborgene Toteis. Die verstärkten Schmelzwässer füllten das Staubeden, dessen Boden durch Eis, lehmige Grundmoräne, Blockwerk und Schutt mehr oder weniger abgedichtet war. Die unsichtbare Wühlarbeit des Wassers beseitigte endlich im Jahre 1933 die Hindernisse, brachte in einer Julinacht den Seeboden zum Einbruch und den See zum gewaltsamen, sehr raschen, aber gefahrlosen Abfließen. Im folgenden Jahr 1934 vertiefte sich die Einbruchsfurche im Bereiche des Kessels sogar auf 20 m, ergriff auch von dem bisher unversehrten Nordteile des Sanders Besitz und verlängerte sich rückwärts fast bis zur Zunge des Schalfferners. An den Bruchrändern trat wieder überall Toteis zutage, durch das sich der Schalfbach noch immer in Tunnels und engen Klammern hindurchwand. Der ehemalige, nun nicht mehr benutzte Eistunnel am Nordwestende des Sanders hingegen brach ein und bildet seither eine offene Trockenfurche am Fuße des Diemfogels. In den folgenden drei Jahren des Verfalles machte zunächst der Ausgleich dieser schroffen Formgegenstände immer mehr Fortschritte zu dem heutigen Zustande. Die Toteisbänke des ehemaligen Sanders zerfielen, schmolzen ab, die Tunnels und Klammern verschwanden immer mehr, Schutt glitt ab und vermischte von Jahr zu Jahr mehr die Höhenunter-

schiede im Vorfeld. Aber diese Bewegungen griffen auch auf den Nordhang des Mutmalkammes über und entblößten dort durch Nachstürzen der haltlos gewordenen Schuttmassen abermals große *Toteisbestände* in einer Höhe bis etwa 80 *m* über der heutigen Gletscherzunge des Schalfjenners, Zeugen seines Hochstandes aus dem ersten Jahrzehnt des 20. Jahrhunderts. Ende August 1938 ereignete sich abermals ein großer Einsturz: der letzte Eistunnel brach teilweise nieder, es bildete sich nächst der rechten Flanke des Marzelljenners ein großer, kratersförmiger Trichter und das von Schutt bedeckte *Toteis* über dem unterirdischen Wasserlauf sank tief ein. Diese Anzeichen deuten auf einen weiteren, ausgedehnten Einbruch in naher Zukunft hin. Den zunehmenden Verfallserscheinungen des Jenners entspricht auch das stärkere Hervortreten der 50er Moränen und die Abschnürung seines ehemaligen nördlichen Zustromes, des seither selbständig gewordenen, kleinen Schalfkogeljenners.

Von großer wirtschaftlicher Verkehrsbedeutung ist seit jeher der *Niederjochferner*. Über ihn ziehen wegen des Fortbestandes alter Weiderechte alljährlich noch immer im Hochsommer Tausende von Schafen (1938 2400 Schafe) aus dem Schnalser Tal ins Niedertal und im Herbst wieder zurück. Denn das flache, spaltenarme Firnfeld, die verhältnismäßig kurze Gletscherzunge und die breite, geschlossene *Mittelmoräne* dieses Jenners begünstigen das Überschreiten des, wie erwähnt, bis fast auf 3000 *m* absinkenden *Niederjoches*. In den letzten Jahrzehnten gewann es noch erhöhte Wichtigkeit als Hüttenplatz und Stützpunkt für Bergfahrten auf den viel besuchten Similaun. Wenn wir von der Sammoarhütte über das vom Eis längst verlassene Vorfeld des Niederjochjenners taleinwärts schreiten, bemerken wir zunächst auf der linken Bachseite nahe von unserem Wege gut bewachsene, alte *Moränenwälder* aus dem Beginne des 18. Jahrhunderts. Sie liegen weit auswärts der besonders in der linken Gletscherflanke schön ausgebildeten 50er *Seitenmoräne*. Der andauernde *Eischwund* läßt auf dem Zungenende immer mehr Schutt ausapern und verbreitert derart die für eine Strecke dem Verkehr dienende *Mittelmoräne*. Der schutfreie rechte Lappen aber unterliegt sehr *starkem Verfall*; 1937 betrug sein Rückzug fast 30 *m*, 1938 20 *m*. Ähnlich wie beim Schalfjerner traten in den letzten Jahren auch hier hoch über der rechten Flanke des Gletschers *Toteisbestände* zutage, die einer Zeit des früheren Hochstandes angehören.

Von den drei Gletschern der Gruppe Sammoar sind somit *Schalf- und Marzelljerner* sehr bemerkenswert wegen ihrer eigenartigen *Veränderungen*; die Bedeutung des *Niederjochjenners* liegt vermöge des *Zusammentreffens günstiger Verhältnisse* in seiner anhaltenden Wichtigkeit für den *wirtschaftlichen und turistischen Verkehr*.

### Ausblick

Nach den reichen Erkenntnissen, die uns die *Venter Eismwelt* bietet, erhebt sich die Frage über ihre *Zukunft*. Wie wird sich ihr Bild in absehbarer Zeit gestalten?

*Brückners* Lehre von den etwa alle 30—35 Jahre regelmäßig auftretenden *Klimaschwankungen* führte anfänglich zur Erwartung von *Gletschervorstößen* in gleichem Rhythmus. Die unmittelbare Beobachtung während mehrerer Jahrzehnte ließ jedoch erkennen, daß sich die *Gletscher* gegen diese allgemeine Regel, die aus *begreiflicherweise* nur lückenhaft überlieferten Aufzeichnungen einer weit zurückliegenden Vergangenheit abgeleitet war, recht widerspenstig verhalten, daß sie vielmehr ihrer *Eigenart* folgen, die an keine so engen Zeitgrenzen gebunden ist. Allerdings ist diese *Eigenart* wieder den *Schwankungen des Klimas* untergeordnet. Es erwies sich aber aus den *neuzeitlichen Klimateaufzeichnungen* keine etwa dreißigjährige entscheidende *Änderung der Witterungsverhältnisse*. Auch die sogenannten *fäkularen Klimaschwankungen*

kungen, die in einem etwa achtzigjährigen Wechsel beobachtet wurden, haben, wie das berühmte Beispiel des Vernaagtferners zeigt, keinen überzeugenden Einfluß auf allgemeine, außergewöhnlich große Schwankungen der Gletscher. Denn nach dem letzten, fast überall festgestellten Vorstoß um 1850 wäre danach um 1930 wieder ein starkes Anschwellen zu erwarten gewesen. Es ist jedoch nicht nur gänzlich ausgeblieben, sondern der fortgesetzte, ja verstärkte Verfall unserer Gletscher während der letzten Jahrzehnte läßt — vorläufig wenigstens — nicht die geringsten Anzeichen einer Umkehr erkennen. Die Natur der Gletscher scheint in dieser Hinsicht keine bindende, zahlenmäßige Fessel menschlicher Berechnung anzuerkennen und uns an die Worte Fausts in seinem echt deutschen Ringen um die letzten Fragen zu gemahnen: „Geheimnisvoll am lichten Tag, läßt sich Natur des Schleiers nicht berauben, und was sie deinem Geist nicht offenbaren mag, das zwingst du ihr nicht ab mit Hebeln und mit Schrauben.“

So fehlt hiermit nach dem jetzigen Stande der Wissenschaft eine verlässliche Grundlage ebenso zu der manchmal vorgebrachten großzügigen Annahme, daß wir sichtlich einer neuen Eiszeit entgegengehen, wie für jene bestimmtere, es sei bereits sehr bald ein allgemeiner, ohnedies längst fälliger Gletschervorstoß zu erwarten. Wie seit jeher muß das nächste, klar umrissene Ziel der Wissenschaft von den Gletschern das fortgesetzte Sammeln und genaue Verarbeiten von Naturbeobachtungen sein. Denn sie bilden die feste, erdgebundene Grundlage für die schließliche Erkenntnis der Naturgesetze. In enger Verbindung mit der Wissenschaft ist es ferner heute mehr denn je Aufgabe der alpinen Technik, unter möglichster Wahrung des Landschaftsbildes die drohende Gefahr ungebändigter Naturgewalten für den Menschen nicht nur zu bannen, sondern diese Kräfte sogar für ihn nutzbar zu machen.

Gar manches ist erreicht. Noch aber harret ein weites Arbeitsfeld geistiger Forschung und wirtschaftlicher Kultur der Erschließung. Auch das wird werden. „Zeit lassen!“ sagt der Tiroler. In diesem zukunftsfrohen Ausblick seien die hier vorgebrachten Erfahrungen und Gedanken über die Venter Gletscher dem deutschen Bergsteiger bei seinen genußreichen Wanderungen treue Weggefährten! Mögen sie ihm wenigstens in großen Umrissen Antwort geben auf seine ahnenden Fragen beim Anblicke der in ihrer Gesamtheit immer erhabenen Gletschermwelt Tirols!

Berg Heil!