

an jene Zeit mächtiger denn je mit ursprünglicher Lebendigkeit mir vor die Seele treten, da ist mir, als hörte ich die Stimme des großen Meisters und fühlte ich den Hauch seines Geistes durch diese Räume schweben. Andachtsvolle Stimmung und stille Wehmut bewegt mein Gemüt.

Tieftrauernden Herzens lege ich, unvergeßlicher Meister, diese Palme der Erinnerung als Zeichen unverlöschlicher Dankbarkeit und liebender Verehrung auf Dein kühles Grab. In treuem Gedenken an Dein hiesiges segensreiches Walten will ich schließen mit jenem Dichterworte, das Du selbst einmal gebraucht hast: „Es ging ein Frühling auf in jenen Tagen.“

### 10. Versammlung am 10. November 1906.

Herr Prof. Dr. R. Sieger sprach:

#### Über neuere Ergebnisse der alpinen Gletscherforschung.

Der Redner charakterisierte eingangs im Anschlusse an Eduard Richter die verschiedenen Perioden und Zentren der alpinen Gletscherforschung und hob insbesondere die Leistungen der um Richter, Finsterwalder und den Deutschen und Österreichischen Alpenverein gruppierten ostalpinen Gletscherforscher der letzten Dezennien hervor. Vornehmlich Richter ist es zu verdanken, wenn sich die Gletscherstudien in den Ostalpen auf der Grundlage systematischer Vermessung zahlreicher Gletscher, insbesondere aber wiederholter Neuvermessung derselben Eiskörper aufbauen, neben der überaus zahlreiche Markenbeobachtungen nach Schweizer Vorbild einhergehen. Richters besonderes Verdienst liegt ferner auch in der Herstellung einer lebhafteren Verbindung zwischen Gletscherforschung und Gletscherforschern der verschiedenen gletschertragenden Gebirge. Neben der Ausgestaltung der vom internationalen Geologenkongresse ins Leben gerufenen Gletscherkommission, ist hier insbesondere der von Richter ins Leben gerufenen Gletscherkonferenzen zu gedenken, deren Aufgabe es war, eine internationale Schar von Forschern auf dem Gletschereise selbst zur Besprechung von Problemen und zur Einigung über die Terminologie zu vereinigen.

Wenn Richter 1898 als nächste Aufgaben der

Gletscherforschung die folgenden beiden bezeichnete: 1. Feststellung des Verhältnisses zwischen dem Ablauf eines Gletschervorstoßes und der Bewegungsgeschwindigkeit des Eises; 2. das neuerliche Aufgreifen der eigentlich physikalischen Fragen — und als Vorbedingung die Feststellung der Terminologie — so ist seither in den Ostalpen auch auf diesen Gebieten sehr viel geleistet worden. Das Verständnis der Gletscherbewegung und der Gletscherschwankungen ist durch die Untersuchungen von Finsterwalder, Blümcke und Hess an den Ötztaler Gletschern und durch die Aufstellung einer rein geometrischen Theorie der Gletscherbewegung (Finsterwalder) außerordentlich gefördert worden. Die Bohrungen von Blümcke und Hess auf dem Hintereisferner, welche an mehreren Stellen den Gletschergrund erreichten, haben eine überraschende Übereinstimmung zwischen dem nach der Theorie konstruierten und dem wirklichen Profil des Gletschers (wenn auch natürlich keine völlige Kongruenz beider) ergeben. Die reiche Ausbeute dieser Beobachter an Ergebnissen zur Physik der Gletscher, ihre Beobachtungen über die Temperaturverhältnisse, die Ablation etc. sind in dem Werke von Hans Hess „Die Gletscher“ zusammengefaßt.

Von den Gletscherkonferenzen fand die erste (1899) an dem Rhone- und Unteraargletscher statt, von denen der erstgenannte durch die jahrzehntelangen Beobachtungen der Schweizer Gletscherkommission der besterforschte Gletscher geworden war. Es wurde hier ein umfassendes Programm der Gletscherforschung aufgestellt und die Terminologie in verschiedener Richtung geklärt. Insbesondere wurde ein Schema der Moränen aufgestellt, an dem der Versuch, eine scharfe Sonderung in der Benennung der „bewegten“ und der „abgelagerten“ Moränen durchzuführen, besonders hervorzuheben ist. Leider ist aber der Name „Grundmoräne“ bereits viel zu sehr eingebürgert, als daß die Bezeichnung der bewegten „Grundmoräne“ als „Untermoräne“ ihn aus dem wissenschaftlichen Sprachgebrauche verdrängen könnte. Die Einteilung der Gletscherkonferenz hat eine eingehende Kritik durch A. v. Böhm in seiner „Geschichte der Moränenkunde“ gefunden. Böhm stellt ihr eine eigene Einteilung gegenüber,

die mehr in das Detail geht, aber auch dort, wo beide übereinstimmen, zumeist andere Benennungen bringt. Den bewegten Moränen entspricht bei Boehm die Kategorie der Wandermoränen, den abgelagerten die zwei Gruppen der Stapel- oder Umwallungsmoränen und der Schwundmoränen. Der Vortragende stellte die beiden Schemen einander vergleichend gegenüber.

Die zweite Gletscherkonferenz fand 1901 in Vent und Umgebung statt; sie war mit der Besichtigung der Arbeiten von Blümcke und Hess am Hintereisferner, sowie des Vernagt-, Hochjochferners und anderer Gletscher verbunden. Sie beschloß einige Ergänzungen und Veränderungen zu den Beschlüssen der ersten, unter denen eine hier hervorgehoben sei. Von Skandinavien aus hatte sich die Erkenntnis Bahn gebrochen, daß Mittelmoränen nicht nur aus der Vereinigung zweier Seitenmoränen entstehen können, sondern auch durch Austreten einer aus Untermoränenmaterial bestehenden Innenmoräne. Die erste Konferenz hatte am Unteraargletscher folgenden Befund festgestellt: „Die große Mittelmoräne des Gletschers zeigte eine stellenweise sehr auffällige, von der Vereinigungsstelle am ‚Abschwung‘ bis zum Gletscherende verfolgbare Naht, an welcher Untermoränenmaterial zutage trat, während die Moräne im übrigen vorwiegend aus eckigem Material bestand. Die Schieferplatten derselben waren manchmal in der Nähe der Naht, und zwar längs derselben hochkant gestellt.“ Die Erklärung hiefür sucht man darin, daß bei der Vereinigung zweier Gletscher die Randpartien beider, die dem Boden aufliegen, aneinandergedreßt und aufgestellt werden und daß mit ihnen Moränenmaterial vom Boden in den Eiskörper und schließlich durch Ausschmelzen an die Oberfläche gelangt. Damit ist auch erklärt, daß öfters auch ferne von den Zusammenflüssen der Gletscher Schuttflächen und Schuttstreifen auf der Eisoberfläche auftreten, sich immer mehr verbreitern und schließlich ansehnliche Mittelmoränen bilden. Sie gehen von einem Felssporn im Firnfeld, einer Felsinsel im Gletscher oder auch einer unter dem Eise verborgenen Aufragung aus, an der durch Zusammenpressung und Aufrichtung der einander berührenden Bodenschichten die

Untermoräne auch in höhere Teile des Gletschers kommt. Diese „Innenmoräne“ schmilzt dann aus, wenn die Abschmelzung der Gletscheroberfläche sie erreicht hat. Nach dem Gesagten war unter der „Naht“ eine bis zum Gletscherboden hinabgehende schmale, ganz oder doch nahezu senkrecht stehende Mauer von Schutt oder sehr stark schuttgemengtem Eise zu erwarten. Da sie tatsächlich nicht hinreichend gut beobachtet war, schlug die Konferenz von 1899 vor: „Um die Erscheinung der Innenmoränen genauer kennen zu lernen, sind Stollen durch die Berührungsflächen zusammengesetzter Gletscher zu legen.“ Diese Anforderung konnte 1901 fallen gelassen werden, da „die Wahrnehmungen am Hintereis-, Kesselwand- und Guslarferner die Entstehung der Obermoränen durch Hervortreten der Innenmoränen deutlich erkennen lassen und da zu erwarten ist, daß auch an anderen Gletschern durch günstig situierte Spalten diese Beobachtung ihre Bestätigung finden wird.“ Das war in der Tat der Fall. So sieht man z. B. in einer stark zerklüfteten Partie des Suldenfernern an den Spaltenwänden schon von weitem die Naht als einen dunklen Streifen und kann sich an aufeinanderfolgenden Spalten überzeugen, daß dieser Streifen sie sämtlich schneidet.

Eine wichtige Frage, die der ersten Konferenz noch nicht spruchreif erschien, beschäftigte die dritte, die H. F. Reid aus Baltimore nach Richters Tode einberief und die 1905 in Maloja tagte: Das Verhältnis der Schichtung zur Bänderung. Ein Beschluß von 1899 lautete: „Man ist übereingekommen, die Bezeichnung ‚Schichtung‘ des Gletschers im geologischen Sinne zu gebrauchen, das heißt darunter die Spuren und Kennzeichen der ursprünglichen Ablagerung oder Aufschüttung des Schnees im Firngebiet zu verstehen. Für das Auftreten von Blättern blauen, blasenfreien Eises im weißlichen blasenreicheren, wie es sich in den oberen Teilen der Gletscher findet, sowie von Schmitzen von Luftblasen im blauen Eise, wie es in den tieferen Teilen vorherrscht, ist der Ausdruck Bänderung gewählt worden.“ Man konstatierte, daß die Grenzflächen der Gletscherkörner nie über jene der „Bänder“ übergreifen, man erkannte im mittleren Teil des Rhonegletschers Faltungen von abwechselnden Lagen klaren

und getrübbten Eises, „die wie Schichten aussehen“, man erkannte ogivenartig angeordnete Kämmе, die dem Ausstreichen dieser Lagen entsprechen und die man nach ihrem Entdecker „Reid'sche Kämmе“ nannte. Aber man konnte sich nicht entschließen, die Ansicht mehrerer Teilnehmer, die auf dem Rhonegletscherbefund beruhte, anzunehmen, daß die Bänderung mit der Schichtung identisch sei, aus der Umgestaltung der Schichten hervorgehe. Man glaubte sogar, konstatieren zu müssen, daß die schichtenartigen Lagen in den Reid'schen Kämmen mit Bänderung nichts zu tun hätten. Noch 1901 erklärte man diese Fragen für „keineswegs gelöst“. Aber die Beobachtungen von Reid, Hess, Crammer führten immer überzeugender zu der Forderung eines solchen Zusammenhanges, der die Bänderung weit besser erklärt, als die Auffassung der Bänderung als Schieferung und ähnliche Deutungen. Hauptsächlich stand ihm die wiederholte angebliche Beobachtung Tyndalls entgegen, daß Schichtung und Bänderung sich gequert hätten — eine Beobachtung, die in neuerer Zeit nicht wieder gemacht wurde. Auf dem Fornogletscher fand Reid die Übergänge in voller Deutlichkeit und berief deshalb die dritte Konferenz dorthin, die seine Beobachtung bestätigte. Die Firnschichten, die allmählich in Eisschichten übergehen, erhalten sich auch unterhalb der Firnlinie; sie streichen an der Gletscheroberfläche aus. Aber bei der Verengung, welche der Eiskörper beim Austritt aus dem weiten Firnbecken in die Zunge erfährt — man hat für diese Stelle den treffenden Ausdruck „Zungenwurzel“ angewendet —, werden die Eisschichten durch den Druck gefaltet. Breite, sehr flache Falten streichen in der Richtung des Gletschers; die Schichten treten daher in flachen Bögen an die Eisoberfläche. Diese werden immer spitzer ausgezogen, je mehr die Faltung talab zunimmt. Es sind Ogiven, deren Seitenäste sich der Längsrichtung des Gletschers so sehr nähern, daß dieser streckenweise parallel gestreift erscheint. Da die Schichten die Gletscheroberfläche immer steiler schneiden und da klares und trübes Eis verschieden stark abschmilzt, springen die Schichtköpfe kammartig vor (in Isoklinalkämmen) und bilden die Reid'schen Kämmе; das Aussehen der Gletscheroberfläche selbst hat man hier

durch den Vergleich mit der Ackerfurchung bezeichnet. Weiter gletscherabwärts werden die Schichten immer mehr zusammengeschoben, die Falten werden immer kleiner und zahlreicher; Sättel und Mulden werden vollständig in Spitzen ausgezogen, die Schenkel der Falten berühren sich gegenseitig, schließlich zerfallen sie in Blätter. Crammer, dessen Schilderung ich hier folge, lehnt sich mit Recht gegen die Bezeichnung „Bänderung“ auf; wir sollten „Blätterung“ sagen, da es sich um Blätter oder flache Linsen handelt, an deren auskeilendes Ende sich jeweils das nächste Blatt derart anschmiegt, daß es ihre Fortsetzung scheint. Diese Blätter streichen an der Oberfläche des Gletschers derart aus, daß dieser von feinen Bändern überzogen scheint: die groben „Ackerfurchen“ sind von „Wagengeleisen“ abgelöst. Die Blätter streichen in der Längsrichtung des Gletschers, wie weiter oben die Falten. Am Seitenrand liegen sie flach auf, in der Mitte der Zunge stehen sie vertikal. Im Querschnitt erscheinen sie fächer-, im Längsschnitt schalen-, im ganzen also löffelförmig angeordnet. Der Übergang der Faltung in die Blätterung, der Schichten in Blätter, der gletscherabwärts an der Oberfläche erfolgt, muß an der Zungenwurzel vertikal nach abwärts erfolgen, sodaß dort oberflächlich noch Schichtung, im unteren Teil des Eises bereits Blätterung herrscht.

Neben dieser durchgehenden Blätterstruktur gibt es eine andere, lokale, die auf das Einfrieren von Schnee oder Schmelzwasser in sich schließenden Spalten zurückgeht (im ersteren Falle weiße, im anderen blaue Blätter). Der Befund am Fornogletscher weist ihnen eine besondere Bedeutung zu. Geschlossene Spalten durchbrechen Schichtung und Bänderung als Verwerfungen, an ihnen durchschneiden vielfach blaue Blätter die Bänderung (was vielleicht Tyndalls Beobachtung erklären hilft). Diese „Spaltnarben“ nun werden gegen das Ende zu ogivenartig ausgezogen und allmählich talabwärts umgelegt. Auf sie wird die neue gebänderte Struktur zurückgeführt, die sich am Fornogletscher nahe dem Ende bildet, nachdem die eigentliche Schichtbänderung etwa 300 m vom Ende undeutlich geworden ist.

Wenn sich Gletscher vereinigen, wird ihre Schichtung

oder Bänderung an der Naht aufgerichtet. Auch der Umstand, daß die Blätter an der Naht, die schuttführenden, wie die reineren, aufgestellt sind, zeigt uns, daß die Blätterung mit der Schichtung zusammenhängt. Wo mehrere Lawinengletscher am Forno sich übereinander lagern, hat jeder seine eigene Struktur, aber die Bewegung des übereinandergelegten Eises ist einheitlich.

Am Fornogletscher wurde endlich auch eine Art von Innenmoräne beobachtet, die nicht in Gestalt einer Naht austritt. Sie schmilzt vielmehr „in einer Reihe paralleler, wenig gegen die Gletscheroberfläche geneigter Schichtflächen“ aus. Auch aus ihr geht eine Mittelmoräne hervor. Es sei aber hier bemerkt, daß Moränen dieser Art sich oft durch eine ungleichmäßige Verteilung auszeichnen, daß zwischen großen Schutthaufen Strecken geringer Schuttführung auftreten. Diese Moräne am Fornogletscher „entstammt einer nahen Lawinenkehle, von welcher die Firnfläche von Zeit zu Zeit mit Schutt überstreut wird.“ Solche Bildungen konnte man bei der ostalpinen Gletscherkonferenz des Jahres 1906 am Suldenferner vielfach wahrnehmen; der Schutt, der von der Umrahmung des Firnfeldes auf dieses fällt, der Schutt in Schnee- und Eislawinen, die herabstürzenden Untermoränen steiler Zuflußgletscher bilden solche Einlagerungen, über die sich wieder Schnee und Eis (aus den abgestürzten Lawinen) lagert. Auch aus dieser Art von Schichtung scheint Blätterung hervorzugehen und die geschilderten Trümmerlagen am Ausgehenden der Bänder auszutreten.

Auf dem Suldenferner hatte man Gelegenheit, wiederholt die Untermoräne zu sehen. Sie bestand überall aus Lagen von Gesteinstrümmern, verteilt auf Blattflächen. An dem Untergrunde des Zuflusses von der Payerscharte her, der an einer Felswand zum Teil abbricht und vom Hauptgletscher aus gut gesehen werden konnte, sah man auch, wie die Blätter in der Untermoräne im allgemeinen dem Felsgrunde parallel liegen, aber dort, wo dieser stärkere Unregelmäßigkeiten zeigt, stark gefaltet, gestaucht und überschoben sind und damit auch die Untermoräne aus den Bodenschichten in das Eis gelangt. Es tritt, wie schon erwähnt, am Boden die Bänderung

auf, wo oberflächlich noch Schichtung herrscht. Den Teilnehmern der Suldener Konferenz, die Finsterwalder zu dem Zweck einberufen hatte, einen von ihm wiederholt genau untersuchten Gletscher zu demonstrieren und an ihm besonders jüngeren Gletscherforschern die Beobachtungen und Diskussionsobjekte der internationalen Konferenzen zu veranschaulichen — den Teilnehmern der Suldener Konferenz trat insbesondere anschaulich die Entstehung der verschiedenen Innenmoränen entgegen. Sie beschäftigte sich mit dem Studium der Beziehungen zwischen Moränenbildung und Struktur und kam zu der von Penck besonders hervorgehobenen Überzeugung, daß diese Beziehungen sehr innige seien. Ihr weiteres Studium wird wohl die nächsten Jahre im Vordergrund der Gletscherforschung stehen — neben den Problemen der Bewegung und des Haushaltes der Gletscher.

Der Vortragende, der an den Konferenzen von 1901 und 1906 teilgenommen hat, veranschaulichte die besprochenen Gegenstände an der Hand von Diapositiven des geographischen Institutes unserer Universität, die zum großen Teil auf Aufnahmen bei den Gletscherkonferenzen der Jahre 1899 und 1906 beruhen. Er zeigte so insbesondere 1. typische Vertreter der einzelnen Kategorien von Moränen; 2. den Übergang von der Schichtung zur Blätterung; 3. das Verhalten der Innenmoräne an der „Naht“.

### **11. Versammlung am 24. November 1906.**

Herr Professor B. Reinitzer hielt einen Vortrag:

#### **Über die Entstehung der natürlichen Schwefellager.**

Der Vortragende besprach die Verhältnisse der natürlichen Schwefellager und die Schwierigkeiten, welche sich der Erklärung der Entstehung derselben, insbesondere der in der Tertiärformation liegenden ergiebigsten und daher wichtigsten entgegenstellen und Ursache sind, daß ihre Bildung von Geologen und Chemikern sehr verschieden gedeutet wird. Nach Besprechung der hierüber bis jetzt aufgestellten Theorien und Hinweis auf die Unzulänglichkeiten oder Widersprüche mit den natürlichen Tatsachen, welche sich bei den meisten der-