

Neue Wege der Gletscherforschung.

Von Doz. Dr. Volkmar V a r e s c h i, Innsbruck —
Caracas (Venezuela).

Vortrag, gehalten am 15. März 1950.

Die Gletscher gehören zu jenen Naturerscheinungen, von denen jeder weiß — oder zu wissen glaubt — was sie sind und bedeuten; zu jenen Naturerscheinungen aber auch, von denen der Fachmann, der ihrer Erforschung Jahre seines Lebens gewidmet hat, bekennen muß, daß er gerade das Wesentlichste an ihnen n i c h t weiß, daß er noch um die Lösung der großen Fragen, die der Gletscher seinem besinnlichen Betrachter aufzwingt, ringt — und zwar oft noch mit recht wenig Erfolg.

Dabei sind die Gletscher nicht nur eine der großartigsten erdgeschichtlichen Erscheinungen überhaupt, die aus den Zeiten der großen Vereisung in unsere gnädigere Epoche hineinragen; nein, sie sind auch noch heute eine der gewaltigsten Weltmächte, die für das uns so bekömmliche Gleichgewicht unseres Planeten entscheidend sind. Würde beispielsweise jenes Kapital an Wasser, das in unseren irdischen Gletschern gleichsam investiert ist, plötzlich flüssig gemacht werden, so

würde das Weltmeer um 47 m ansteigen und das bedeutet, daß die Säume unserer Kontinente gewaltig in Wallung gerieten, daß Holland und das Amazonasbecken, daß die Sahara und Norddeutschland und viel anderes Tiefland der Erde einfach aus dem Kartenbild fortgewischt würde. Der mächtige, zwischen 1000 und 2000 m dicke Eispanzer Grönlands würde dabei die gewaltigsten Wassermassen liefern. Aber auch in unseren Alpen, dem klassischen Land der Gletscherforschung, gibt es Eisströme, die allein schon durch ihre Massenentfaltung sehr beachtlich sind. Ich denke dabei vor allem an den Großen Aletschgletscher in der Schweiz, auf dem ich jahrelang gearbeitet habe, um ihm etwas von seinen Geheimnissen zu entreißen. Dieser Gletscher ist auch heute noch — in einer Zeit stärksten Rückganges unserer Eisströme überhaupt — 25 km lang, er bedeckt über 100 km² Fläche und seine Zunge ist allein 18 km lang und stellenweise über 2 km breit. Seine größte Eistiefe wurde durch künstlich erzeugte Sprengungserdbeben und die Messung der dabei erzeugten Erschütterungswellen mit 792 m ermittelt. Man könnte also den Wiener Stephansturm fünfmal übereinanderstellen und sein Kreuz würde noch immer nicht das Eis überragen. Der Aletsch sammelt seine Schneemassen in drei riesigen Firnbecken südlich der Jungfrauette und führt diese Massen in breitem Eisstrom bis weit ins sonnige

Wallis hinab; so weit hinab, daß über seiner Zunge noch Wald lebt. Um sich einen Begriff von den Eismassen eines solchen Gletschers zu machen, wollen wir in Gedanken aus seinem Eis eine 1 m dicke und 100 m hohe Mauer aufführen, und uns fragen, wie weit diese Mauer etwa reichen würde, bis alles Eis des Aletsch an ihr verbraucht worden wäre. Diese Mauer würde wie ein Saturnring unsere ganze Erde umspannen! — Wer also an diese Machtentwicklung der Gletscher denkt, wer an die Eindrücke denkt, die er selbst von seinen Gletscherfahrten mit nach Hause gebracht hat: An dieses ganze Wunderreich spiegelnder Firnflächen, leuchtender Eisbrüche, schillernder Spaltengräfte und luftiger Schneebrücken über Bergschrund und Spaltenzug, wer an das großartige Linienspiel weitgeschwungener Moränenzüge und an das geheimnisvoll durchrauschte Unterweltsblau der Gletschertore denkt — der wird nun von der Wissenschaft erwarten, daß sie sich schon jahrhundertlang mit aller Kraft diesen auffallenden Naturerscheinungen gewidmet hat. Genau das Gegenteil ist der Fall: Die Gletscherforschung ist eine der jüngsten Wissenschaften überhaupt, ja als Wissenschaft im strengen Sinne — als messende Bemühung also — ist sie kaum 100 Jahre alt! Und die Probleme, die sie bearbeitet, sind alle auch heute noch in vollem Fluß. Es gibt in unserer doch sonst wahrhaftig gut durchforschten Heimat

keine Naturerscheinung, die mehr offene Fragen stellt als unsere Gletscher. Und wer den Drang zum Beobachten und Forschen in sich spürt, braucht sich nicht nach fernen Ländern zu sehnen, er kann seinen Tatendurst mitten in seiner Heimat stillen, etwa auf einem der nach Hunderten zählenden Gletscher Österreichs. Aufgaben gibt es genug und der Weg gewisse Einzelfragen lösen zu helfen steht jedem gut beobachtenden Bergsteiger offen. Er muß nur die Augen offen halten und das Gesehene besinnlich zu deuten versuchen und schon ist er mitten drinnen in der Gletscherproblematik!

Da hält man etwa ein beliebiges Eisstück in der Hand. Es ist spröde und starr und zerspringt wie Glas, wenn man es biegen will, genauer, es zerspringt wie das moderne Plexiglas in lauter einzelne Körner. Gut — aber dieses Eisstück ist doch ein Teil des ganzen Eisstromes gewesen, jenes Eisstromes, der uns ein Bild eines in wunderbar weichen, gerundeten Linien fließenden Naturkörpers gibt, jenes Stromes, der plastisch ist, wie zarter Modellierton. Da haben wir schon eines der vielen Gletscherrätsel: Das Paradoxon von der gleichzeitig plastischen und starren Natur des Gletschereises. Ein anderes Beispiel: Wir gehen über eine hochgelegene Firnfläche, die durch einen Staffelbruch Einblick in das Innere des Eisstromes gibt. Es fällt sogleich auf, daß das Eis geschichtet

ist: Hellere und dunklere Schichten, blauere und weißere, mächtigere und ganz dünne liegen aufeinander. Die Schichten sehen wir — ja, aber was für Schichten sind das nun? Sind es Zeugen weniger Tage, sind es Lagen, die bestimmten Witterungsperioden entsprechen oder etwa Jahreszeiten oder gar ganze Jahre?

Ein weiteres Beispiel: Wir entdecken beim Herabblicken von einem Gipfel auf eine Gletscherfläche im Zungengebiet merkwürdige abwechselnd helle und dunkle Schlierenbögen, die in einfacher oder bei größeren Gletschern auch in mehrfacher Reihung den Gletscher überziehen. Die Schlieren sind in der Richtung des Gletscherfließens nach vorn ausgebuchtet, während die Bogenenden rechts und links davon zurückbleiben und undeutlich werden. Man nennt diese Erscheinung Ogiven. Solche Ogiven sind nur im Hochsommer, nur unterhalb der Ewigschneegrenze und nur bei bestimmten Sonnenstand deutlich zu sehen. Der Schweizer Geologe Heim hat diese Ogiven zu deuten versucht als ausschmelzenden Staub, der sich höher oben im Firngebiet in den Querspalten eines Gletscherbruches angesammelt hat. Gut — aber warum gibt es auch Ogivenfelder auf Gletschern, die oberhalb keinen Gletscherbruch zeigen? Also auch hier Widerspruch und Rätsel!

Und je weiter wir gegen das Zungenende des Gletschers herabsteigen, desto reicher ist der

Gletscher durchformt und strukturiert: Luftreiches Eis wechselt mit luftarmen, weiße Bänder durchkreuzen blaue Bänder, Moräneneinschlüsse, Kornstrukturen, Spalten und Schichtfugen ein Gewirr von Erscheinungen, mit deren Deutung man überhaupt nicht mehr fertig werden kann.

Die eigentliche Kardinalfrage aber, die in all diesen Einzelfragen immer mitgestellt ist, kommt uns dabei immer stärker zum Bewußtsein. Es ist auch die Frage, die von unserem gletscherkundlichen Paradoxon ausging: Die Frage nach der Art der Gletscherbewegung. Wie bewegt sich ein Gletscher? Warum bewegt er sich? Welche Naturkräfte wirken dabei zusammen?

Mit dieser Frage hat sich allerdings die Wissenschaft schon lange befaßt. Das heißt, man hat darüber vor allem spekulative Überlegungen gepflegt. Es gab zur Zeit Humboldts etwa 5 verschiedene Versuche sie zu beantworten. 5 Theorien also, zu denen Jahr für Jahr neue hinzukamen, so daß wir heute bereits der stattlichen Zahl von 80 verschiedenen Gletscherbewegungstheorien gegenüberstehen. Wahrlich ein phantastischer Weg menschlicher Denkirrtümer und Denkglucksfunde, der sich da abzeichnet. Immerhin, wo die Theorie, die wissenschaftliche Mutmaßung, so üppig ins Kraut schießt, darf man erwarten, daß es um den Bestand an unzweifelhaften Tatsachen sehr dürftig bestellt ist.

Ich will nun berichten über die Geschichte der Auffindung einer neuen Tatsache, die sich mir in 8jähriger Eis- und Laboratoriumsarbeit erschlossen hat, einer Tatsache also und keiner Theorie, einer Tatsache, die dazu berufen sein soll, nicht Theorien aufzurichten, sondern vor allem falsche zu stürzen, und gültige als gültig zu beweisen!

Seit ich von meinem verehrten Lehrer Professor Dr. Klebelsberg in die Gletscherkunde eingeführt wurde, war ich trotz meiner im übrigen botanischen Arbeitsrichtung dem Gletscherproblem verschworen. Und es war eigentümlicherweise gerade der Weg von der Botanik her, der mir die Entdeckung jener unscheinbaren Tatsache, von der ich eben sprach, geschenkt hat. Der Botaniker weiß, daß es Pflanzen gibt, deren männliche Fortpflanzungszellen durch den Wind verbreitet werden. Der Träger dieser Fortpflanzungszellen ist der sogenannte Blütenstaub oder Pollen. Da bei der Windverbreitung die Wahrscheinlichkeit auf eine weibliche Blüte zu gelangen sehr gering ist, müssen sehr große Mengen von Pollen erzeugt und verbreitet werden. Und dieser Blütenstaub sinkt nun überall auf der Erde allmählich wieder nieder. Überall — also auch auf die Firnfelder der Gletscher! Und zwar ist die Pollenmenge zur Zeit der Baumblüte besonders groß, zur Winterszeit dagegen natürlich nur sehr gering. Ja mehr noch: Nicht nur die Pollenmenge wechselt im Jahres-

verlauf, sondern auch die Pollenarten wechseln. Im Mikroskop lassen sich aber diese Pollenarten gut auseinanderhalten: Ein Blütenstaubkorn einer Linde und das einer Fichte sehen ganz anders aus. Ja sogar die verschiedenen Föhrenarten unserer Wälder lassen sich bei sorgfältiger Beobachtung voneinander an ihren Blütenstaubformen unterscheiden. So beginnt also der alljährliche Pollenregen im März etwa mit dem Stäuben der Haseln, dann, wenn der Haselpollen schon etwas zurückgeht, kommen die Erlen, im Mai herrschen die Rotföhrenpollen vor, später die Fichtenpollen und als letzte im Jahreslauf, im August blüht und stäubt noch die Königin unserer Bergbäume: Die Zirbe! Endlich versiegt der Pollenregen gegen den Herbst zu mehr und mehr und hört im Winter schließlich fast völlig auf. Nur noch ab und zu kommt aus irgendeinem schneefreien Staubloch ein verirrttes Pollenkorn zum Wandern. Die Hauptmasse ist endgültig verschwunden. Nun wird aber im oberen Teil der Gletscher, da wo der Firnzuwachs größer ist als die Abschmelzung, jedes abgesetzte Pollenkorn ins Eis eingeschlossen, konserviert und — und das ist das Wichtigste — von da an wird es in die allgemeine Eisbewegung mit einbezogen.

Von dieser Überlegung ausgehend begann ich 1933 den Großen Aletsch, den vorhin erwähnten größten Alpengletscher also, auf seinen Pollengehalt hin zu untersuchen. Das klingt nun freilich

sehr einfach, bedeutete aber in Wahrheit ein jahrelanges Mühen, ein hoffnungsloses Verzagen und verbissenes Wiederbeginnen der Arbeit, es bedeutete erste winzige Ergebnisse und schließlich die große Freude der Entdeckung einer für die Gletscherkunde brauchbaren neuen Tatsache. Das bedeutete, daß ich monatelang um 3000 m herum im Zelt mit meinen Mitarbeitern leben mußte, daß wir unsere Eisproben aus den höchsten Firnwänden hämmerten und aus den tiefsten Gletscherspalten mit Strickleitern herausholten. Diese Eisproben mußten nun geschmolzen werden. Das Schmelzwasser wurde in einer Zentrifuge von seinem Staubgehalt getrennt, das Wasser fortgeschüttet und der Staub mit ins Laboratorium genommen. Dort wurde er einer komplizierten chemischen Behandlung unterzogen, es wurden der Kieselstaub mit Flußsäure, der Kalkstaub mit Salzsäure entfernt. Die Pollen blieben dann übrig, sie sind aus einer so dauerhaften Art von Zellulose gemacht, daß sie selbst diese wahrhaft robuste Behandlung unbeschadet überstehen. Nun wurden diese Pollen im Mikroskop bestimmt und gezählt. Es fanden sich zwischen 500 und 8000 Pollen in einem Kubikdezimeter Eis. Und damit war das Wunder geschehen: Jedes beliebige Eisstück, das ich vom Gletscherstrom abhob, wies mir gleichsam seinen jahreszeitlichen Geburtsschein vor: „Ich stamme aus dem April, ich aus dem Mai, ich aus dem Win-

ter!“ Ja — und damit war der Gletscher keine undeutbare Masse mehr, er war plötzlich jahreszeitlich und sinnvoll gegliedert. Der Pollen leistete damit etwas Ähnliches, wie in der Geologie die sogenannten Leitfossilien leisteten: die versteinerten Muscheln und Korallen, die die Gebirgsschichten sinnvoll gliedern. Der Pollen wurde zum Leitfossil der Gletscherkunde!

Sofort zeigte sich nun, daß die vorerwähnte Firnschichtung eine Lagerung nach Witterungsperioden ist. Jeder, der sich mit der neuen Arbeitsweise vertraut gemacht hat, kann den Firnzuwachs der einzelnen Jahre feststellen. Das bedeutet aber nicht mehr und nicht weniger als einen entscheidenden Einblick in den Stoffhaushalt der Gletscher. Und da die Gletscher die Wasserspeicher erster Ordnung für unsere alpinen Elektrizitätswerke sind, so ist dieser Einblick in den Stoffhaushalt zu Vorausagen über das Verhalten der Gletscher von größter Wichtigkeit. Und jetzt zeigte sich auch die wahre Natur jener vorhin erwähnten Ogiven: Sie enthielten im gegen das Gletschertor zugewandten konvexen Teil immer Frühlingspollen, im konkaven, dem Firnbecken zugekehrten Teil immer Herbstpollen, im dunkelsten Teil dazwischen aber Sommerpollen. Die weißen Felder zwischen den Bögen enthielten wenige oder keine Pollen, waren also Wintererzeugnisse. Mit anderen Worten, diese Ogiven sind keine zufälligen Zusammen-

schwemmungen in Spalten, wie verdiente Geologen glaubten, sondern es sind die Jahresringe unserer Gletscher, ähnlich etwa den Jahresringen der Bäume!

Und damit gab es auch schon die ersten Ausblicke zu unserem Hauptproblem, dem der Gletscherbewegung. Die Ogivenfelder des Aletsch lagen ja Kilometerweit vom Entstehungsgebiet des Gletschers entfernt: Also mußte das Strömen des Eises bis dahin so erfolgt sein, daß die ursprüngliche Lagerung erhalten blieb. Damit waren also alle jene Theorien, die mit dieser Erhaltung der Lagerung nicht rechneten abgetan und dafür eine scheinbar fast in Vergessenheit geratene Theorie des Gletscherfließens, die sogenannte Stromlinientheorie von Finsterwalder nicht nur gestützt, sondern vom Tatsachenbestand her bewiesen.

Es war eine der schönsten Freuden, die mir meine, besonders im Anfang unendlich mühsamen Eisarbeiten brachten, als ich 1943 vor dem alten Professor Finsterwalder stand und ihm das Beweismaterial seiner als veraltet verschrieenen Lebensarbeit vorlegen durfte. Nach den Untersuchungen in der Schweiz wurde in Tirol gearbeitet, zur Zeit laufen Untersuchungen junger Studenten über den Dachsteingletscher und solche von Amerikanern in den Kordilleren. Ich selbst werde Gelegenheit haben, in nächster Zeit Eispollenuntersuchungen in den südamerikanischen

Anden anzustellen. Das sind also die Zukunftsaussichten, des Abschnittes der Gletscherforschung, die ich ihnen schildern wollte. Es ist nicht die Geschichte einer Theorie, sondern die einer ganz bescheidenen Tatsache, einer Tatsache freilich, die stärker sein wird als viele Theorien, einer Tatsache, von der wir erwarten dürfen, daß sie der eisstarrenden Gletschersphinx noch das eine oder andere ihrer Geheimnisse entreißen wird.