

Die letzten Ergebnisse sind von gewisser praktischer Bedeutung, da die Ausbeutung von Schollen häufig in Betracht gezogen wird.

Aber ich vermute, daß mancher Leser Worte wie: kühne Fantasie oder noch Deutlicheres vor sich murmelt. Diese Zweifler mögen darauf hingewiesen sein, daß schon im Jahre 1908 Bohrungen am Strande von Jasmund ergaben, daß

nördlich von Saßnitz unter der Kreide in größerer Tiefe wieder Eisabsätze folgen! Besser kann das Schema der Abb. 4 nicht bestätigt werden. Und wo so viel passend ineinander greift wie in dem vorstehend entworfenen, erdgeschichtlichen Bild, da liegt nicht ein einziges, sondern dort liegen mehrere Körnchen Wahrheit zugrunde.

## RÜCKZUG DER LETZTEN VERGLETSCHERUNG

A. Penck †

Das Manuskript des vorliegenden kurzen Aufsatzes wurde mir im Jahre 1946 von Herrn stud. Halfar ausgehändigt mit der Erklärung, daß Albrecht Penck diese Ausführungen im Januar 1944 auf dem Krankenlager im Städt. Krankenhaus zu Hindenburg in Oberschlesien seiner Mutter, Frau Hildegard Halfar, diktiert und als seine abschließende Stellungnahme zum Eiszeitphänomen bezeichnet habe. Ich bin überzeugt, daß diese Angaben auf Richtigkeit beruhen und übergebe dieses Vermächtnis unseres Altmeisters der Eiszeitforschung der Öffentlichkeit. Die Niederschrift ist wortgetreu wiedergegeben bis auf die in eckige Klammern gesetzten Stellen, die Hinzufügungen oder Abänderungen darstellen, dort, wo anscheinend durch fehlerhafte Diktataufnahme Textentstellungen vorlagen. Otto Berninger.

noch mindestens drei weitere bekannt, und es verlor der Eisrückgang den periodischen Charakter, den man ihm anfänglich zuschrieb. Neuere Untersuchungen haben ergeben, daß er keineswegs durch Pausen von irgendwelcher Bedeutung unterbrochen war. Die abschmelzende alpine Vergletscherung zerfiel naturgemäß in ihre einzelnen Bestandteile, aus denen sie entstanden war. Nähte rissen auf, an denen einzelne Bestandteile miteinander verwachsen waren, und einzelne Glieder wurden selbständig.

Gletscher ziehen sich schrittweise zurück. Das geschieht im wesentlichen im Sommer, wenn die Abschmelzung an der Zunge die Ernährung überwiegt. Im Winter, wenn die Zunge in das Nährgebiet einbezogen ist, ist der Rückzug gleich Null oder weicht einem vorübergehenden Vorstoße. So ergibt sich ein bestimmter Rhythmus der Vorgänge, der sich auch in den Ablagerungen spiegelt. *Gerard de Geer* hat ihn bekanntlich benutzt, um eine Geochronologie aufzubauen; das ist die einzige geologische Zeitrechnung, in welcher das Jahr als Maßeinheit auftritt. Nach ihm sind etwa 15 500 Jahre verstrichen, seitdem Schweden eisfrei geworden ist. Der Eisrückgang geschah anfänglich langsamer, etwa 40 Meter im Jahre, später steigerte er sich auf 200 bis 300 Meter in derselben Zeit. Er wurde nur von einem Halt von Bedeutung unterbrochen, währenddes die mittelschwedischen Endmoränen abgelagert wurden. Sie setzten sich in Finnland in den Endmoränen der Salpausselkä fort und sind hier der Gegenstand eines besonderen Studiums von *M. Sauramo* gewesen.

Es ist erst seit kurzem bekannt geworden, daß sich bei Bozen das Eis im Eisacktale zurückgezogen hatte, als im Etschtale noch der Gletscher lag. Zwischen beiden entstand der Eisse von St. Instina, dessen Ausdehnung noch zu erforschen bleibt. Ganz besonders großartig war der Eisse im Wipptale südlich Innsbruck. Andeutungen von ihm in der Gegend von Steinach am Brenner sind seit längerem bekannt. Sie sind nun verfolgt worden, ununterbrochen bis in die Gegend von Igls. Eine Zeitlang fand der See am Fuße des Patscher Kofls einen Auslaß und schnitt eine 40 Meter tiefe Talschlucht ein, welche die Ellbogenstraße benutzt, um von Hall nach Matri zu gelangen. Ihr entsprechen Seestände von 1060 bis 1020 Meter Höhe, die geringer sind als die altbekannten von Steinach und höher als die in der Gegend von Igls. Deutlich erkennt man, daß anfänglich die aus dem Stubaitale kommenden Eiswasser das obere Wipptal aufstauten, bis dann dem Inn-gletscher allein diese Rolle zufiel, der nachweislich noch bis in die Gegend von Fritzens, wahrscheinlich bis in die Nachbarschaft von Schwaz reichte, während das gesamte Wipptal eisfrei geworden war. Weitere Untersuchungen werden aufzuklären haben, ob der Wipptalsee nicht ursprünglich über den Brenner nach Süden abgeflossen ist.

Mit diesem Ergebnisse fennoskandinavischer Forscher steht das Ergebnis nicht im Einklang, zu dem man über den Rückzug der letzten Vergletscherung in den Alpen gekommen war. Er sollte drei Halte von Bedeutung aufweisen, die durch eine erhebliche Schwankung im Rückzuge des Eises voneinander getrennt zu sein schienen. Bald zeigte sich indes, daß man mit drei solchen angenommenen Halten nicht auskam. Es wurden

Während der letzten Eiszeit spannte sich ein Eisstromnetz über die Alpen, dessen einzelne

Teile ganz wesentlich durch die gegenseitige aufstauende Wirkung im Gleichgewicht erhalten wurden. Zuflüsse, die dem Netze zukamen, wurden vom Hauptgletscher randlich verschleppt. Als der Hauptgletscher dann einsank, gewannen sie ihre natürliche Abflußrichtung wieder und stießen in das von jenen verlassene Gebiet vor. Das waren mechanische Vorstöße, die nicht klimatisch bedingt waren und die vielfach sehr bedeutende Endmoränen hinterließen. So war es rings um das Kaisergebirge herum. Von der Nordseite des Karwendelgebirges stießen selbständige Gletscher in den Bereich des vom Isartalgletscher verlassenen Gebietes vor. Vor der Mieminger Kette stieß ein kleiner Gletscher bis ins Inntal hinein. Weiter westlich wird die Erscheinung zur Regel. O. Ampferer deutet sie als die Ablagerungen einer Schlußzeit, die er als selbständiges Phänomen auffassen möchte. Nach unserer Meinung handelt es sich lediglich um eine Zerfallserscheinung, wie wir sie anderwärts auch treffen.

Hiernach könnte es scheinen, als gäbe es in den Alpen während des Gletscherrückzuges überhaupt nur derartige Erscheinungen. Aber eine Tatsache ist unbestreitbar, daß wir in den Höhenlagen, die einer Schneegrenze von 500—600 m unter der heutigen entsprechen, auch nicht wenige Gletschervorstöße finden, die nicht als mechanische zu deuten sind. Wir möchten sie der Salpausselkä des Nordens an die Seite stellen. Damit würde die Ähnlichkeit zwischen dem nordischen und dem alpinen Eisrückzuge eine völlige werden.

Wir überblicken nunmehr den gesamten Rückzug der letzten Vergletscherung, deren Gebiet sich durch ihren Seereichtum von den älteren Vergletscherungen scharf abhebt. Es hat eine gewaltige Invasion von Eis stattgefunden, ausgehend von Skandinavien und von den Alpen. Das vorstoßende Eis ist zu einer Ruhelage gekommen und hat stellenweise gewaltige Endmoränen aufgetürmt. Dann erfolgte ein kleiner Rückzug bis zu einer neuen Frontlinie und nun ein Hin- und Herschwanke des Gletschersaumes in wechselnden Lagen. Am Bodensee gibt es keine neuen Endmoränen, sondern nur eine Randlage des Eises, dadurch gekennzeichnet, daß an ihr Flüsse entlang flossen. In Norddeutschland bleibt die Ostsee lange Zeit vom Gletscher gefüllt, der schließlich im Westen nahezu die Grenze erreicht, die in der letzten Vergletscherung gesetzt ist. Hier endete die letzte Vergletscherung mit einem scharfen Vorstoße des Eises. Im Bereiche der Alpen ist es gewöhnlich anders. Aber hier wie da [wird der Höchststand der letzten Vereisung gekennzeichnet durch] das Gebiet der Endmoränen, die vielfach gliedert und dadurch, daß während

ihrer Ablagerung kein Rückzug des Eises bis in den Bereich der Zungenbecken stattfand, [wie das im Gebiet der südlichen Ostsee der Fall war,] nicht weit zu verfolgen sind. Sie waren sozusagen der Ausgang jener zahlreichen Gletscherschwankungen, die während des Maximums der Eisausdehnung stattgefunden haben. Bis in die Alpen hinein oder bis nach Skandinavien haben jene Schwankungen nicht gereicht. Wir haben keinen festen Anhalt dafür, wie lange sich das Eis im Endmoränengürtel aufgehalten hat. Es machte aber einen raschen Rückzug, als es aus dem Bereich der Zungenbecken wich, und dieser Rückzug wurde nur einmal durch ein entschiedenes Halt des Salpausselkästadiums unterbrochen. Dieses Halt trat plötzlich ein, nicht vorbereitet durch ein allmähliches Langsamerwerden des Rückzuges. Er wiederholte sich in Finnland dreimal. Gleichzeitig trat ein allgemeines Schnellerwerden des Eisrückzuges ein.

Das Salpausselkästadium ist die bemerkenswerteste Erscheinung im Eisrückzuge. Sie gibt Anhalte dafür, welche Ursachen bei demselben maßgebend waren. [Der Eisrand blieb] wie auf das Kommando: Halt! plötzlich stehen, machte dann noch zwei weitere nachbarliche Halte; dann verschwand [das Eis] geradezu plötzlich. Dies alles weist darauf, daß die Ursachen für den Gletscherrückgang wie für die Halte in der Sonne gelegen waren. Sie war es, die durch vermehrte Strahlung den Eisrückgang inszenierte und ihn durch plötzlich geminderte Strahlung unterbrach. Dabei dauerte das ganze Phänom nur rund 600 Jahre. Irgendwelche Theorien, wie mit Änderungen der Exzentrizität der Erdbahn, vermögen dieses plötzliche Erscheinen nicht zu erklären. Ebenso wie Gerard de Geer in der wechselnden Mächtigkeit der Warven die jährliche Temperaturschwankung der Sonne zu erkennen meinte, so erblicken wir dieselbe für längere Dauer im Eiszeitphänomen. Danach erscheint das Eiszeitalter als eine Zeit wechselnder Ausstrahlungen von Seiten der Sonne und ist beschränkt auf dies. Wir haben keine Anzeichen dafür, mehr als vier Eiszeiten im Bereich der Alpen und Nordeuropas anzunehmen, vier Eiszeiten, getrennt durch drei Interglazialzeiten. Die Postglazialzeit, in der wir jetzt leben, erscheint als der Beginn einer neuen Interglazialzeit, die nur konventionell von der letzten Eiszeit abgetrennt werden kann. Der Vorschlag, das Salpausselkästadium als Grenze zwischen der letzten Eiszeit und der Postglazialzeit anzunehmen, ist beachtenswert. Es würde die Grenze sozusagen zwischen Wellenberg und Wellental ansetzen, und die Salpausselkä würde als letzter eiszeitlicher Kälterückschlag zu deuten sein. Daß noch weitere erfolgt sind, haben neuere

Untersuchungen, namentlich in den Alpen, gelehrt. Zwischen denselben aber schaltet sich im großen europäischen Hochgebirge ebenso wie in Skandinavien eine — allerdings ziemlich kurze — Zeit ein, die wärmer als die Gegenwart war. Das

wird aus floristischen Verhältnissen geschlossen. Die Vierzahl der Eiszeit hat die Bedeutung eines singulären Phänomens. Wir kennen in Europa keine Stelle, wo auf mehr als vier Eiszeiten mit Sicherheit geschlossen werden kann.

## DIE MITTLEREN ABSOLUTEN MAXIMALTEMPERATUREN IN EUROPA UND DEN MITTELMEERLÄNDERN

H. Lemcke

Mit 1 Karte

Die mittleren absoluten Maximaltemperaturen des Jahres sind Mittelwerte aus den absoluten Maximaltemperaturen der einzelnen Jahre<sup>1)</sup>. Sie sind zur Kennzeichnung des thermischen Klimas eines Ortes in vieler Beziehung geeigneter als die absoluten Extreme, weil sie besser untereinander vergleichbar sind und ihr Wert nicht so sehr von der Länge der Beobachtungsperiode abhängt wie der Wert der absoluten Maximaltemperatur. Wie Köppen<sup>2)</sup> 1931 betont hat, bilden die m. abs. Max. Temp. recht charakteristische Größen für das Klima eines bestimmten Ortes und eine gute Ergänzung der Mittelwerte. Man kann sie auch als die höchsten Temperaturen auffassen, die im Durchschnitt in jedem Jahre erreicht werden können; die mittleren absoluten Jahrestreme geben also die Größe der Temperaturspanne für den betreffenden Ort an.

Die erste kartographische Darstellung dieses wichtigen klimatologischen Wertes hat I. van Bebbber schon vor mehr als 50 Jahren angefertigt. Seine Karten geben ein richtiges Bild der großen Züge der Verteilung der Extremtemperaturen über die ganze Erde, lassen aber bei dem kleinen Maßstab Einzelheiten gar nicht erkennen: das damals vorhandene Material reichte zu einer genaueren Darstellung auch gar nicht aus. Seit v. Bebbbers Veröffentlichung hat vor allen J. Hann zahlreiche neue Werte gesammelt, die in seinem Handbuch der Klimatologie veröffentlicht sind.

Eine neuere kartographische Darstellung der mittleren absoluten Wärmeextreme der Welt gab J. Brooks in: Geophysical Memoirs, 1928. Er stützt sich dabei auf etwa 500 Stationen, die er

meistens dem „Réseau mondial“ entnommen hat. Seine Karten mit Isothermen von 10° zu 10° F bieten aber gegenüber denen von v. Bebbber, den er nicht zitiert, nichts Neues.

In der vorliegenden Karte ist versucht worden, für einen kleinen Raum eine möglichst genaue Darstellung der regionalen Verteilung der Maximaltemperaturen zu geben. Besonderer Wert wurde dabei auf die Herausarbeitung der Verhältnisse an den Küsten gelegt, wo oft so starke Unterschiede auf kurze Entfernung beobachtet werden, daß die Karte an diesen Stellen nicht ganz maßhaltig gezeichnet werden konnte. Ferner wurden geographisch bemerkenswerte Einzelheiten, wie warme Becken und Täler mit hohen Maximaltemperaturen, soweit es der Maßstab erlaubte, dargestellt. Dagegen konnten Werte von Gipfelstationen in der Linienführung der Karte nicht berücksichtigt werden. Doch die Werte von größeren Plateaus wurden zur Kennzeichnung der Temperaturabnahme mit der Höhe aufgenommen. Das Zahlenmaterial für die vorliegende Karte konnte nur zum kleinen Teil den schon erwähnten Handbüchern entnommen werden. Als nützlich erwies sich außerdem noch das Sammelwerk von Köppen-Geiger, das gleichfalls eine große Anzahl fertigberechneter Werte enthält. Für die meisten Länder reichten aber auch diese Werte nicht aus. Zu ihrer Ergänzung wurden, soweit vorhanden, Tabellenwerke und klimatologische Gesamtdarstellungen herangezogen. Wo auch diese Werte fehlen, mußten aus den Jahrbüchern, soweit möglich, 20jährige Mittel berechnet werden. Das war besonders in Südeuropa (Spanien, Italien, Atlasländer, Türkei) der Fall.

Es folgt zunächst eine Erläuterung des Linienvverlaufs der Karte in den einzelnen Ländern und zum Abschluß eine synoptisch-klimatologische Deutung der Verteilung der Maximaltemperaturen.

Auf den ersten Blick zeigt die Karte den Unterschied zwischen dem stark überhitzten Kontinent

<sup>1)</sup> In der Literatur findet man häufig auch Angaben der mittleren absoluten Extreme des wärmsten bzw. kältesten Monats. Die hier betrachteten mittleren absoluten Jahrestreme (Mittel berechnet unabhängig vom Datum des Auftretens der Extremtemperatur in jedem Jahre) liegen daher zwischen diesen Werten und den (einmaligen) absoluten Extremtemperaturen der ganzen Beobachtungsperiode.

<sup>2)</sup> W. Köppen, Grundriß der Klimakunde, 2. Aufl. Leipzig, 1931.