

Klima- und Gletscherschwankungen und ihre Wirkung auf die alten Tauernbergbaue.

Von Dr. Helmut Friedel, Klagenfurt.

(Mit einer Abbildung in der Beilage.)

Den Niedergang des Goldbergbaues in den Hohen Tauern aus einer einzigen Ursache zu erklären, wird wohl ein vergebliches Unterfangen bleiben. Die Ursachen können vielmehr in den Lagerstätten selbst gelegen sein, wie in wirtschafts- und bevölkerungsgeschichtlichen oder technischen Umständen. Ebensowenig kann man aber die Einwirkung klimatischer Änderungen und der damit zusammenhängenden Gletscherschwankungen ausschließen. In den höher gelegenen Gruben der Tauern sind sie wahrscheinlich die ausschlaggebenden gewesen.

Mit den Klima- und Gletscherschwankungen soll sich dieser kleine Beitrag beschäftigen. Er muß leider mehr ein Bekenntnis unseres Unwissens als eine Klarstellung von Tatsachen werden.

Wir wissen, daß das Klima ebensowenig wie alle anderen Naturerscheinungen etwas Konstantes ist. Vielmehr müssen eigentlich alle klimatischen Zahlenangaben für irgendeine Gegend mit der Angabe der Jahre versehen sein, für die sie als Mittelwert zu gelten haben. Wir wissen auch, daß wir die fast gletscherlose Zeit des nacheiszeitlichen Klimaoptimums seit mehreren Jahrtausenden überschritten haben und daß sich über diese ganz große Wärmeschwankung andere Schwingungen lagern, mit Perioden von mehreren Jahrhunderten bis herab zu wenige Jahre dauernden Wetterzyklen. Sie lassen sich als Änderungen der Kontinentalität oder Ozeanität auffassen, sind also Schwankungen, die hauptsächlich Temperaturamplitude, Niederschlagsmenge und Windverhältnisse betreffen. Sie werden in neuerer Zeit dank der Forschungen von Defant, Wagner u. a. immer mehr als Änderungen in der Stärke der planetaren Luftzirkulation betrachtet.

So wie für die großen geologischen Schwankungen des Klimas zum Beispiel die Theorie der Polverschiebungen, für die kleineren geologischen Klimaperioden (Eiszeiten, Zwischen-

eiszeiten, Wärmezeit) etwa die Theorie wechselnden Verhaltens der Erde in ihrer Sonnenbahn besteht, so pflegt man für die noch kürzeren geschichtlichen und vorgeschichtlichen Schwankungen Sonnenstrahlung und Strahlendurchlässigkeit unserer Atmosphäre verantwortlich zu machen. Einigermaßen gesichert erscheint dieser Zusammenhang aber erst für eine einzige Schwankung zu sein, nämlich für jene, die der elfjährigen Sonnenfleckenperiode entspricht. Was aber noch schlimmer ist, wir können auch die Vorstöße und Rückzüge der Gletscher bei weitem nicht in ihren Gesetzmäßigkeiten übersehen und sie eindeutig bestimmten Schwankungen des Klimas zuordnen.

Es scheint zwar erwiesen zu sein, daß Wetter- und Gletscherschwankungskurven zur Hauptsache Überlagerungen von periodischen Vorgängen darstellen, doch ist es eine höchst unsichere Sache, diese Perioden voneinander zu trennen. Besonders dann, wenn mehrere Perioden von ähnlicher Schwankungsbreite und ähnlicher Schwingungsdauer sich überlagern, sind stets mehrere Lösungen möglich und es läßt sich dann nicht mit Sicherheit sagen, welche von ihnen die richtige ist. Daher kommt es auch, daß man in der Literatur Perioden von fast jeder beliebigen Länge finden kann.

Ich habe mir darum in einer noch unvollendeten Arbeit 64 ganz verschiedene meteorologische und glaziologische Meßreihen vorgenommen und sie einer vorläufigen Untersuchung unterzogen. Da die kürzeren Perioden der Fehlerbreite der analytischen Methoden nahekommen und störenden Einflüssen am meisten ausgesetzt sind, bei den längeren die strenge Vergleichbarkeit der einzelnen Kurventeile unsicher ist, beschränke ich mich auf die Untersuchung sekundärer Perioden (d. h. Perioden von 10 bis 50 Jahren im Sinne von Fägri). Nach der Formel $(a_1 + 2a_2 + a_3) : 4$ oder $(a_1 + 2a_2 + 3a_3 + 2a_4 + a_5) : 9$ wurden die Kurven (nötigenfalls wiederholt) ausgeglichen, bis Schwankungen von zwei- bis sechsjähriger Dauer gegenüber längeren zurücktraten. Nun wurden alle jene Reihen ausgeschieden, in denen die einzelnen Maxima und Minima stark in ihrer Amplitude schwankten. Dies geschah in der Annahme, daß hier mehrere sekundäre Perioden mit ähnlicher Schwingungsbreite superponiert seien. Von den restlichen 40 Kurven war anzunehmen, daß sie die herrschenden Perioden nicht übereinander, sondern höchstens nebeneinander zeigten. Nun wurden die zeitlichen Abstände der Maxima und der Minima unter sich gemessen. Das Ergebnis sei hier kurz vorweggenommen:

Unter den 40 Kurven waren 37, deren Maxima oder Minima mittlere Abstände von 11 bis 12, 16 bis 18, 22 bis 23 und 32 bis 35 Jahren aufwiesen. Diese Perioden blieben jedoch nur bei einem Teile durch die ganze Länge der Meßreihen die gleichen, oft fanden sich eine, zwei oder drei Stellen, wo eine Periode in eine andere umschlug. Den genannten Perioden dürfte nach ihrer überwiegenden Häufigkeit der größte Realitätswert zukommen. Dieses Ergebnis stimmt gut mit jenem von Schostakowitsch überein, welcher von den sekundären Perioden die 11-, 16- und 30jährigen für vorherrschend erklärt. Die 11jährige entspricht der bekannten Sonnenfleckenperiode, die anderen sind ihr Aderthalb-, Zwei- und Dreifaches.

Fig. 2 gibt die geglätteten Kurven des Niederschlages am Sonnblick und Messungen am Pasterzengletscher wieder. Sie zeigen ausnahmslos 11- und 16jährige Perioden. Um ein Bild über die Gletscher- und Klimaschwankungen der letzten Jahr-

hunderte entwickeln zu können, muß noch auf den gletscherkundlichen Teil einer sehr bedeutsamen Arbeit aus Norwegen von Faegri: „Über die Längenvariationen einiger Gletscher des Jostedalsbre und die dadurch bedingten Pflanzensukzessionen“ (1933) eingegangen werden.

Aus älteren Literaturangaben fügte Faegri für den Nigardsbre eine Gletscherstandskurve zusammen und maß aus dieser die jährlichen Bewegungsgrößen des Eisrandes, welche er dann in einer Kurve der Rezessionsgeschwindigkeit wiedergab. Diese Kurve zeigt trotz der unsicheren Quellen einen strenger rythmischen Verlauf, als etwa die Linien A und C (Faegri 1933, Fig. 4, pag. 22), welche durch mühsame Analyse nach der Koch-Blanfordschen Methode zustande kamen. Noch mehr gilt dies, wenn man die Linie der Rezessionsgeschwindigkeit nach Formel $(a_1 + 2a_2 + a_3) : 4$ glättet. Sie zeigt dann eine sehr gut entwickelte, weitaus vorherrschende 11jährige Periodizität in der Zeit von 1800 bis 1880, vor dieser Zeit eine solche von wahrscheinlich 23, nach ihr eine solche von wahrscheinlich 16 Jahren. Wenn man sich also von der unbegründeten Meinung freimacht, die Periodizitäten müßten durchlaufend sein, erweist sich in diesem Falle die Koch-Blanfordsche Analyse als zwecklos. Ihr Ergebnis ist eine Hypothese. Sie lautet: in der genannten Kurve könnten 9-, 14- und 30jährige Perioden enthalten sein. Die (hier übrigens nicht notwendige) Kurvenglättung hingegen ist keine willkürliche Maßnahme, sondern gibt uns nichts anderes, als die zwischenliegende Linie zwischen den beiden gleichwertigen Reihen von Mitteln der Wertepaare $a_1 + a_2, a_3 + a_4, a_5 + a_6$ usw. einerseits und $a_2 + a_3, a_4 + a_5, a_6 + a_7$ usw. anderseits. Meine Feststellung 11-, 23- und 16jähriger Perioden ist also unmittelbar und empirisch. Das Abbe'sche Kriterium der „Realität“ einer Periode ist nur ein Kriterium der Regelmäßigkeit der erhaltenen Teilkurven. Ein Kennzeichen der Realität ist m. E. nur die Häufigkeit derselben Periode in voneinander unabhängigen Untersuchungen verschiedener Naturerscheinungen und die Möglichkeit, sie in ein kausales System einzufügen.

Die Linie der Rückzugsgeschwindigkeit des Nigardsbre schwankt also meines Erachtens in einer elfjährigen Periode in der Zeit zwischen 1800 und 1880, vorher wahrscheinlich in einer solchen von 23, nachher in einer solchen von wahrscheinlich 16 Jahren. Die Kurven der Gletschermessungen im Jostedal scheinen ebenfalls in 16jährigen Perioden zu schwanken und die geglättete Kurve der Jahresamplitude der Temperatur von Bergen steigt und fällt, wenn auch mit geringerer Regelmäßigkeit (die aber größer ist als jene der Fägrischen Teilkurven), in der Zeit vor 1880 vorherrschend in 11-Jahr-Zyklen und nachher wahrscheinlich in einer 16jährigen Periode.

Faegri fand in seiner Kurve der Rezessionsgeschwindigkeit am Nigardsbre auch eine säkulare Variation von 250 bis 300 Jahren, welche einer solchen der jährlichen Temperaturamplitude von Bergen parallel läuft. Ganz ähnliche säkulare Perioden wurden von Brooks im Wechsel der Klimas von England und von 29 weiteren europäischen Stationen gefunden. Am gründlichsten wurden diese Schwankungen von Wagner studiert, der 18 europäische Reihen untersuchte und zeigte, daß es sich um

Schwankungen der allgemeinen Zirkulation handelt, die auch schon in kürzeren Zahlenreihen erkennbar waren und die er in Verteilungskarten ihrer Intensität für die ganze Erde wiedergeben konnte. Er wies nach, daß sich die Zone der stärksten Änderung der Temperaturamplitude derzeit allmählich im Laufe der Dezennien nach Süden verschiebt. Paschinger fand diese Säkularschwankung in der Niederschlagsmenge von zwölf Kärntner Stationen und konnte zeigen, daß die Zunahme der Jahressummen der Niederschläge in Kärnten nur im Herbst, Winter und Frühjahr zustande kommt, während hier im Sommer die Niederschläge abnehmen, so daß sich allmählich jene Zweigipfligkeit der jährlichen Niederschlagsverteilung herausbildet oder verstärkt, die für das Mittelmeerklima kennzeichnend ist. Auch die säkularen Schwankungen der Alpengletscher, die aus Kinzls Zusammenstellungen hervorgehen, lassen sich hier einfügen.

Nur über die Periodenlänge dieser säkularen Schwankungen konnte ich keine genaueren Angaben finden. Nach einer Durchsicht des reichen Tatsachenmaterials fand ich jedoch, daß sich eine gemeinsame Periode nur dann ohne Widerspruch mit den Tatsachen ergibt, wenn man als ihre Länge 220 ± 10 Jahre annimmt, unter der Voraussetzung, daß Klima (Anstieg 130, Abstieg 90 Jahre) und Gletscherrandverschiebung (Anstieg 90, Abstieg 130 Jahre) und Gletscherstand (Anstieg 60, Abstieg 160 Jahre) in ihrem Verlauf eine verschiedene Länge des ansteigenden und des absinkenden Kurventeiles haben. Für die Gletscherstände ist dieser Verlauf aus geschichtlichen Nachrichten zu belegen. Die Gletscherrandbewegung ist dann dadurch gegeben, daß die größte Vorstoßgeschwindigkeit zwischen Tiefstand und Höchststand und die größte Rückzuggeschwindigkeit zwischen Höchststand und nächstem Tiefstand liegen muß. Auch die erwähnte Kurvenform der Klimaschwankung läßt sich aus dem Material von Brooks u. a. belegen. Vgl. Fig. 1.

Aus der Betrachtung der Fig. 1 ergibt sich übereinstimmend mit Feststellungen Fägris folgendes:

1. Die von Wagner gefundene Phasenverschiebung säkularer Klimaschwankungen muß in ozeanischen Stationen einen anderen Verlauf nehmen als in mehr kontinentalen.

2. Um die Abhängigkeit der Gletscher von klimatischen Änderungen zu untersuchen, darf man nicht den Verlauf der Gletscherstände, sondern muß den Verlauf der jährlichen Gletscherrandverschiebung heranziehen.

3. Die Gletscherschwankungen zeigen in Skandinavien einen entgegengesetzten Verlauf wie jene in den Alpen.

Nun noch eine vierte, sehr wichtige Tatsache: In Norwegen gehen, wie zu erwarten, die Gletscher vor, wenn die Sommer in

der Wetterstation Bergen kühl und die Niederschläge ergiebig sind. In den Alpen aber stoßen die Gletscher vor, wenn in den Tälern die Sommer heißer und die jährlichen Niederschlagsmengen kleiner werden. Diese Tatsache hat bereits viel Kopferbrechen gekostet und hat es verhindert, daß man zu einer einheitlichen Lösung der Frage der Gletscherschwankungen gekommen ist. Der auffallende Widerspruch kann nur durch die Annahme gelöst werden, daß das Klima in größeren Höhen anders schwankt als in den Niederungen. Nun wurde aber von Wagner gezeigt, daß der Wechsel der Temperaturamplituden in den Höhenstationen der Alpen vollständig gleichsinnig mit jenen in geringerer Meereshöhe verläuft. Dies gilt aber offenbar nicht von den Niederschlägen. Tatsächlich haben Billwiller für Schweizer Höhenstationen und Steinhauser für den Sonnblick die befremdliche Tatsache aufgezeigt, daß dort oben die Niederschlagsschwankungen einen entgegengesetzten Verlauf nehmen wie in den Tälern, und daß dieser Verlauf jenem der Gletscher gleichlaufend ist. Die Phasenumkehrung der Gletscher in den Alpen gegenüber denen in Skandinavien müßte dann darauf zurückgeführt werden, daß die Alpengletscher weit höhere Nährgebiete haben als jene Skandinaviens.

Die Gletscher stoßen in Norwegen also in niederschlagsreichen Jahren mit kühlen Sommern vor, in den Alpen in niederschlagsreichen Jahren der Höen mit warmen Sommern. Eine mögliche Erklärung geben vielleicht folgende Annahmen: Es muß eine durchschnittliche Lage der Frontfläche zwischen ozeanischen und kontinentalen Luftmassen geben. Diese Grenzfläche steigt schräg, kontinenteinwärts empor. Knapp unter ihr dürfte jene noch problematische Höhenstufe größter Niederschläge liegen. Bei Schwankungen der Ozeanität schiebt sich diese Front mehr oder weniger landeinwärts, liegt also über ein und derselben Gegend bald höher, bald tiefer. Landerhebungen, die über sie hinausragen, müssen dann die entgegengesetzten Schwankungen der Niederschlagsmengen erfahren, als solche unterhalb derselben. Die Gletschernährgebiete der Alpen lägen danach über ihr, jene Skandinaviens unter ihr. Immerhin könnte an dem Rückgang der Alpengletscher in ozeanischeren Jahren auch die von Wagner herangezogene Zunahme der Föhnhäufigkeit unterhalb der Schneegrenze durch verstärkte Abschmelzung der Zungen mitwirken. Für größere Höhen ist thermische und hygrische Ozeanität auseinanderzuhalten, welche Gams aus pflanzengeographischen Gründen auch regional streng unterschieden wissen will.

Mit der gegenwärtigen säkularen Ozeanitätszunahme dürfte gemäß ihrer Auffassung als Verstärkung der allgemeinen planetaren Luftzirkulation auch die Windhäufigkeit, zumindest aber die Häufigkeit der Westwinde zunehmen. Eine vielfache Widerspiegelung dieser säkularen Schwankungserscheinungen in der Verteilung der alpinen Pflanzengesellschaften ist mir seit Jahren aufgefallen und ich glaube sie in einer in Ausarbeitung begriffenen größeren Arbeit über Pflanzensukzessionen im Ufergebiete des Pasterzengletschers nachweisen zu können.

Wenn, wie es scheint, die säkularen Schwankungen einer polaren oder äquatorialen Verschiebung der Klimazonen unseres Erdballes gleichkommen, so ist es naheliegend, daß auch die jenen Klimazonen zukommenden säkularen Schwankungen ihr Bereich mitverschieben. Dadurch wäre das zeitlich begrenzte Auftreten der 11-Jahr-Periode in Norwegen, das ich aus Faegrís Material herauslesen möchte, begreiflich gemacht. Übrigens sind ähnliche Umschläge von der einen in die andere Periode auch im Alpenklima zu erwarten, da auch nahe an den Alpen entlang ähnliche Grenzlinien verlaufen: Wagners Südgrenze des Gebietes mit Niederschlagszunahme, Schostakowitsch' Südgrenze des Gebietes mit positiver Korrelation zwischen Sonnenflecken und Niederschlagsmenge.

Und nun zurück zu unseren Tauernbergbauern. Die Auswirkungen säkularer Klimaschwankungen sind im Tale so gering (Veränderung der Temperaturamplitude um etwa 3°, der Niederschläge um etwa 10%), daß sie als solche kaum bemerkt werden. Erst durch Zusammentreffen mit Maxima und Minima mehrerer anderer Perioden können sie starke Einflüsse ausüben und zu Häufungen von Naturkatastrophen führen. Diese kritischen Zeitläufe sind aber dann meist zu kurz, um das Wirtschaftsleben nachhaltig zu verändern. Anders in großen Höhen. Hier sind die Schwankungen im Verhältnis zu den Klimamittelwerten größer und wirken stärker; ist doch die alpine Stufe auch ohne verschärfende Schwankungen eine Grenzregion des Lebens. Dazu kommen dann noch die Gletschervorstöße in der unteren alpinen Stufe als große Wirkungen kleiner Ursachen und die Schäden gehäufte Elementarereignisse. Im Tauerngebiete dürften nach obigen Ausführungen

vor 1600 und nach 1800 n. Ch.	Kälte und Dürren, Steinschlag und Bergstürze, in der oberen alpinen Stufe Firn- und Staublawinen,
nach 1600 und nach 1840	Verfirnungen und Vergletscherungen.
um 1660 und um 1880	Gletscherbach- und Seeausbrüche,
nach 1700 und nach 1930	Überschwemmungen, Vermurungen, Grundlawinen, in der oberen alpinen Stufe Schneeverwehungen und Sturmschäden

gehäuft vorkommen. Doch werden diese Daten durch die der säkularen Periode überlagerte 35-Jahr-Schwankung, welche hier nicht näher besprochen wurde, beträchtlich verschoben und verändert.

Um den Einfluß von Klima- und Gletscherschwankungen ergründen zu können, müßten wir erst über den Zeitpunkt der Auflassung und allenfalls der Wiederaufnahme der höher gelegenen alten Betriebe besser unterrichtet sein. Hier sei eine

Methode erwähnt, die zu diesem Ziele führen könnte. Sie wurde von nordamerikanischen Forschern, vor allem von A. R. Douglass, ausgearbeitet. Die Dicke der Jahresringe unserer Bäume ist zur Hauptsache eine Funktion der Wetterverhältnisse der Jahre, in denen sie entstanden sind. Die Kurve der Jahresringbreite eines Baumes stellt also eine Art komplexer Klimakurve dar, aufgezeichnet für den Lebenszeitraum des Baumes. Sie ist aber natürlich nicht identisch mit den meteorologischen Klimakurven, da der Baum andere Reaktionsmaße und andere Reaktionsschwellen hat als etwa Thermo- und Ombrometer, doch besitzt die Kurve einen für jede Zeit charakteristischen Verlauf. Daneben wirken noch Heterogenitäten des Bodens und lokale Verschiedenheiten, welche durch Mittelbildung der Masse möglichst vieler Bäume ausgeschaltet werden können, und die anfangs steigende, dann langsam abnehmende Lebenskraft des betreffenden Baumes. Douglass und Antevs haben Verfahren entwickelt, um auch diese Störung aus der Jahresringkurve auszuschalten. Wenn eine zeitlich richtig bestimmte, genügend weit zurückreichende und fehler-sichere Vergleichskurve zur Verfügung steht, kann man irgendein Stück Holz, das aus derselben Gegend stammt, dadurch „einzeiten“, daß man die Stelle der Vergleichskurve sucht, deren Verlauf mit jener des zu datierenden Holzes bis zu einem gewissen Grade übereinstimmt. Auf diese Weise gelang es amerikanischen Forschern, die Zeit festzustellen, in der vorgeschichtliche Indianersiedlungen bewohnt waren. An der ariden Waldgrenze Amerikas und der alpinen Waldgrenze der Tauern ist das Klima der ausschlaggebende Minimumfaktor, der die Form der Jahresringkurve bestimmt. Daß also auch in unserer Gegend die Methode zum Ziele führen könnte, wenn erst einmal genügend Material zur Verfügung stehen wird, sei an einem ersten Versuche gezeigt. Die Vergleichskurve ist gebildet aus den Maßen einer Zirbe aus der Gößnitz (in etwa 1900 *m* ü. d. M.), die durch Seeland 1882 im Museum zu Klagenfurt deponiert wurde. Die beiden Hölzer, welche datiert werden, sind

1. ein Lärchenbrett aus dem alten Goldbergbau am Kloben, 2800 *m* ü. d. M. und 7 *km* vom Zirbenstand der Gößnitz entfernt (gesammelt vom Berghauptmann Dr.-Ing. Kallab), und
2. ein Abschnitt von einem Lärchensparren vom oberen „Himmel“, einem Bauernhof bei Heiligenblut (1500 *m* ü. d. M. und 3 *km* vom Zirbenbestand der Gößnitz entfernt), der in der Stube die Jahreszahl 1709 eingeschnitzt trägt.

Die äußersten Jahresringe am Holzstück vom Kloben (1) stammen nach der Jahresringeinzeitung aus den Jahren 1620 bis

1625, an jenem vom „Himmel“ (2) aus den Jahren 1680 bis 1685.

Die Korrelation der Kurve mit der Vergleichslinie beträgt 1) $c = + 0.82$ und 2) $c = + 0.72$. Die Zahl der korrelierten Werte ist 1) $n = 12$ und 2) $n = 23$. Dieselbe Korrelation wird durch Zufall erreicht, wenn man aus 2 Mengen einer Mischung gleich vieler schwarzer und weißer Kugeln 1) bei 12 Doppelzügen 11mal gleiche und 1mal verschiedene, 2) bei 23 Doppelzügen 20mal die gleiche und 3mal verschiedene Kugeln zieht. Die Wahrscheinlichkeit dafür, dies nur durch Wirkung des Zufalles zu erreichen, beträgt 1) 1:340 und 2) 1:4800, d. h. es gelingt uns wahrscheinlich einmal bei 1) 340facher, 2) bei 4800facher Wiederholung des ganzen Versuches. Für die Konnexion der Jahresringkurven kommen aber nur etwa 40 Stellungen an der Vergleichsskala in Betracht. Die Zufallssicherheit ergibt sich daher für 1) zu 9:1 (ca. 90%), für 2) zu 120:1 (ca. 99%). Da die äußersten Jahresringe fehlen, ist in Wirklichkeit die Fällung der beiden Bäume ca. 20 bis 30 Jahre später anzusetzen.

Obige Vergleiche (Einzeitungen) haben also schon jetzt einen hohen Grad der Wahrscheinlichkeit, der sich natürlich durch Vermehrung des Materials steigert.

Ist auch unser Wissen auf dem Gebiete, das in diesem kleinen Beitrag behandelt wurde, noch sehr klein, so hoffe ich doch gezeigt zu haben, daß eine weitere Klärung möglich ist.

Erklärung der Figuren.

Fig. 1: Die Kurven sind in Wirklichkeit natürlich sinuslinienähnlich anzunehmen. Dem hypothetischen Charakter entsprechend sind die bekannten und erschlossenen Extremwerte durch gerade Linien verbunden. Die Gletscherstandlinie (aufsteigend = Vorstoß, absteigend = Rückzug) stellt die Integralfunktion der Gletscherrandverschiebung (aufsteigend = algebraische Bewegungszunahme, absteigend = Abnahme) dar. Die Klimakurven bedeuten zu- (aufsteigend) und abnehmende (absteigende) Ozeanität (d. h. entweder Änderung der Niederschlagsmenge oder umgekehrter Verlauf der Temperaturamplitude).

Fig. 2: Mehrfach geglättete Kurven in einem Maßstab gezeichnet, daß die mittlere Schwankungsbreite gleich groß wird.

a: Niederschlag, Sonnblick.

b: Jährliche Eisfließgeschwindigkeit der Pasterze am „Pflöck“ (Linie Hoffmannshütte—Seelandfels). Gestricheltes Kurvenstück nach Analogieschlüssen ergänzt.

c-f: Messungen der jährlichen Randverschiebung an Gletschermarken der Pasterze durch Seeland, Angerer und Paschinger.

Etwa 10% der Werte sind eingestreute (durch Extrapolation mittels Umrechnung auf gleiches Mittel und gleiche mittlere Abweichung) ausgefüllte Lücken. Die Berechtigung zu dieser Ergänzung gibt die Feststellung, daß 20% Änderung der ergänzten Werte den Kurvenverlauf in diesem Glättungsgrade kaum ändern. Mittelbildung nach Umrechnung auf gleiche durchschnittliche Abweichung: c: Marke II, III, g, d: M. IV, V, a, e: M. I, f, f: M. XI, XII, e.

a bis d zeigen 11jährige, e-f 16jährige Periodizität.

Mittelbildung nicht gleichlaufender Meßreihen und ohne Umrechnung würde das Bild infolge von Überwucherung der Störungen stärker schwankender Reihen und infolge von Phasenverschiebungen oder Periodenungleichheit bis zur Unauflösbarkeit komplizieren.

Fig. 3: *a* bis *c* nach Antevs korrigiert und auf gleiche Schwankungsbreite umgerechnet.

a: Kloben, *b*: Himmel, *d*: Gößnitz, *e*: Gößnitz unkorrigiert.

(*a* und *b*: Mittel aus Messungen von 3 Querschnittsradien, *c* Mittel aus Messungen von 10 Radien.)

Angeführtes Schrifttum.

- Antevs E.: Trädtyllväxt och klimat i historisk Tid. Ymer, Arg. 1927, H. 4.
- Brooks C. E. P.: The Climate of the first half of the eighteenth Century. Quart. Journ. of R. Society LVI, Nr. 237, 1930.
- Variations of wind direction in the British isles since 1341. Quart. Journ. of R. Soc. LIV, Nr. 252, 1933.
- Billwiller R.: Temperatur und Niederschläge im schweizerischen Alpengebiet. Ann. d. Schw. Met. Zentralanst. 67, Nr. 6, 1930.
- Douglass A. E.: Climatic Cycles and tree-growth. Carnegie-Inst. Washington, 1919.
- Faegri K.: Über die Eiszeittheorie Simpsons und die rezenten Gletscher. Zeitschr. f. Gletscherk. 1933.
- Über Längenvariationen einiger Gletscher des Jostedalsbre und die dadurch bedingten Pflanzensukzessionen. Bergens Museums Arbok Nr. 7, 1933.
- Gams H. und Nordhagen R.: Postglaziale Klimaänderungen und Erdkrustenbewegungen in Mitteleuropa. München, Landesk. Forsch. H. 25, 1923.
- Kinzl H.: Die größten nacheiszeitlichen Gletschervorstöße in den Schweizer Alpen und in der Mont-Blanc-Gruppe. Zeitschr. f. Gletscherk. 1932.
- Paschinger V.: Nehmen die Sommerniederschläge in Kärnten ab? Met. Zeitschr. 45, 1928.
- Schostakowitsch W. B.: Periodische Schwankungen der Naturerscheinungen und Sonnenflecken. Met. Zeitschr. 45, 1928.
- Beziehungen von Luftdruck, Temperatur und Niederschlag zu Sonnenflecken. Met. Zeitschr. 45, 1928.
- Steinhauser F.: Ergebnisse neuerer Beobachtungen über die Niederschlagsverhältnisse im Sonnblickgebiet. XLI. Jahresber. d. Sonnblickver. 1933.
- Wagner A.: Untersuchungen der säkularen Änderung der Jahresschwankung der Temperatur in Europa. Gerlands Beiträge zur Geophysik. Bd. 20, H. 1/2, 1928.
- Die Abnahme der Jahresschwankung der Temperatur in den letzten Dezennien in Europa. Met. Zeitschr., H. 10, 1928.
- Neuere Untersuchungen über die Schwankung der allgemeinen Zirkulation. Met. Zeitschr., H. 12, 1929.
- Eine bemerkenswerte 16jährige Klimaschwankung. Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien, Bd. 133, 1924.

Die sekundären Schwankungen des Jostedalsbre und der Pasterze.

Zur Zeit der linken Jahreszahl war ein Minimum, zur Zeit der rechten ein Maximum. Die engen Zeilen bedeuten 11-, die mittleren 16-, die weiten 23-jährige Perioden.

1766				
1769				1761
1775				
1778				1778
1784				
1788				1786
1798				
1805				1799
1810				1808
1816				1813
1823				1819
1829				1822
1833			1830	1830
1837			1835	1837
1843			1845	1845
1848			1849	1849
1856			1855	1855
1860			1863	1860
1867			1870	1865
1870			1874	1873

1884		1883		1878			1879	1882
1889		1888		1883				
1896	1896	1894	1891	1889	1894	1890	1886	1889
1900		1901	1898	1894	1902	1898	1894	1900
1906	1906	1905	1903	1901				
1913	1909	1910	1908	1906	1908	1906	1907	1907
1918	1915	1916	1913	1913	1916	1915	1917	1917
1923	1923	1922	1919	1917				
1928	1927	1927	1924	1922	1926	1923	1922	1924
1933		1932	1929	1928	1934	1931		

Randverschiebung		Fließgeschwindigkeit	Nieder-schlag	Sonnenflecke	Randverschiebung		Temperatur-amplitude	Randverschiebung
Pasterze Marke IV, V	Pasterze Marke II, III				Pasterze Marke XI, XII	Pasterze Marke I		

Bitte an die Leser der Festschrift.

1. Um die Erforschung der alten Tauernbergbaue zu fördern, ist (wie in dem Aufsätze von Dr. H. Friedel dieses Heftes gezeigt wurde) der Versuch einer zeitlichen Bestimmung der höher gelegenen Gruben durch die botanische Abteilung des Landesmuseums in Klagenfurt geplant. Für diese Arbeit wäre es wertvoll, wenn erstens möglichst viele Querschnitts-scheiben von Grubenhölzern der höheren Tauernbergbaue zur Verfügung stünden und zweitens, wenn für Vergleichszwecke Querschnitts-scheiben von möglichst alten Bäumen aus dem Tauerngebiete, möglichst nahe der Baumgrenze gefällt, zur Verfügung stünden. Für Übersendung von Holzproben mit Angabe des Fund- oder Fällungsortes und der Fund- oder Fällungszeit wäre das Museum dankbar, ebenso für die Benachrichtigung, wenn irgendwo in den Hohen Tauern ein sehr alter Baum nahe der Waldgrenze gefällt wird. Die Querschnitts-scheiben brauchen nur einige Zentimeter Dicke zu haben, jene für Vergleichszwecke sollen womöglich noch die Rinde besitzen.

2. Um den Verlauf des Rückzuges der Pasterze genauer zu erkunden, wird gebeten, ältere Lichtbilder oder Negative, auf denen irgendwelche Eisrandlagen dieses Gletschers oder der Verfirnungszustand des Firnbeckens, der Gipfel oder Grate in der näheren Umgebung der Pasterze oder die pflanzliche Zusammenstellung bestimmter Vegetationsformen zu sehen sind, dem Museum geschenk- oder leihweise zu überlassen. Sie sollen mit möglichst genauer Zeitangabe versehen sein. Lichtbilder der letzten zehn Jahre sind nur dann für diese Zwecke wertvoll, wenn der Tag der Aufnahme angegeben werden kann, ältere, wenn sie ungefähr die Zeit der Aufnahme tragen. Sie mögen mit der Beifügung, ob Schenkung oder Leihgabe, mit genauer Rückadresse versehen, an das Naturkundliche Landesmuseum Klagenfurt eingesandt werden.

Fig. 1. Sekuläre Schwankungen des Klimas (oben) und der Gletscher (unten).

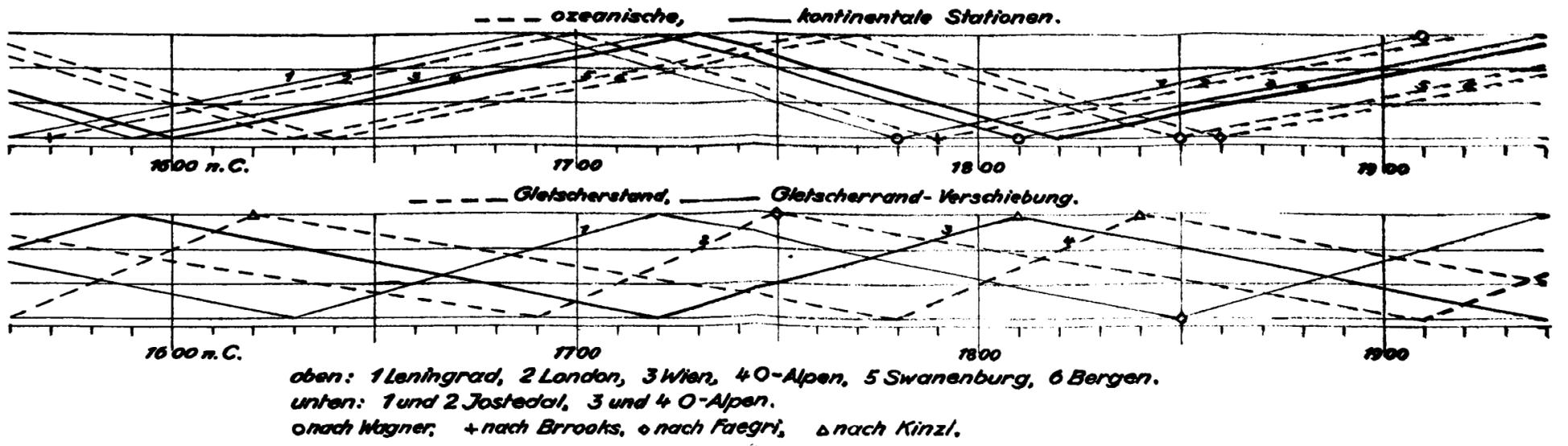


Fig. 2. Jährliche Eisrand-Verschiebung an den Gletschermarken der Pasterze nebst Fließgeschwindigkeit und Niederschlag.

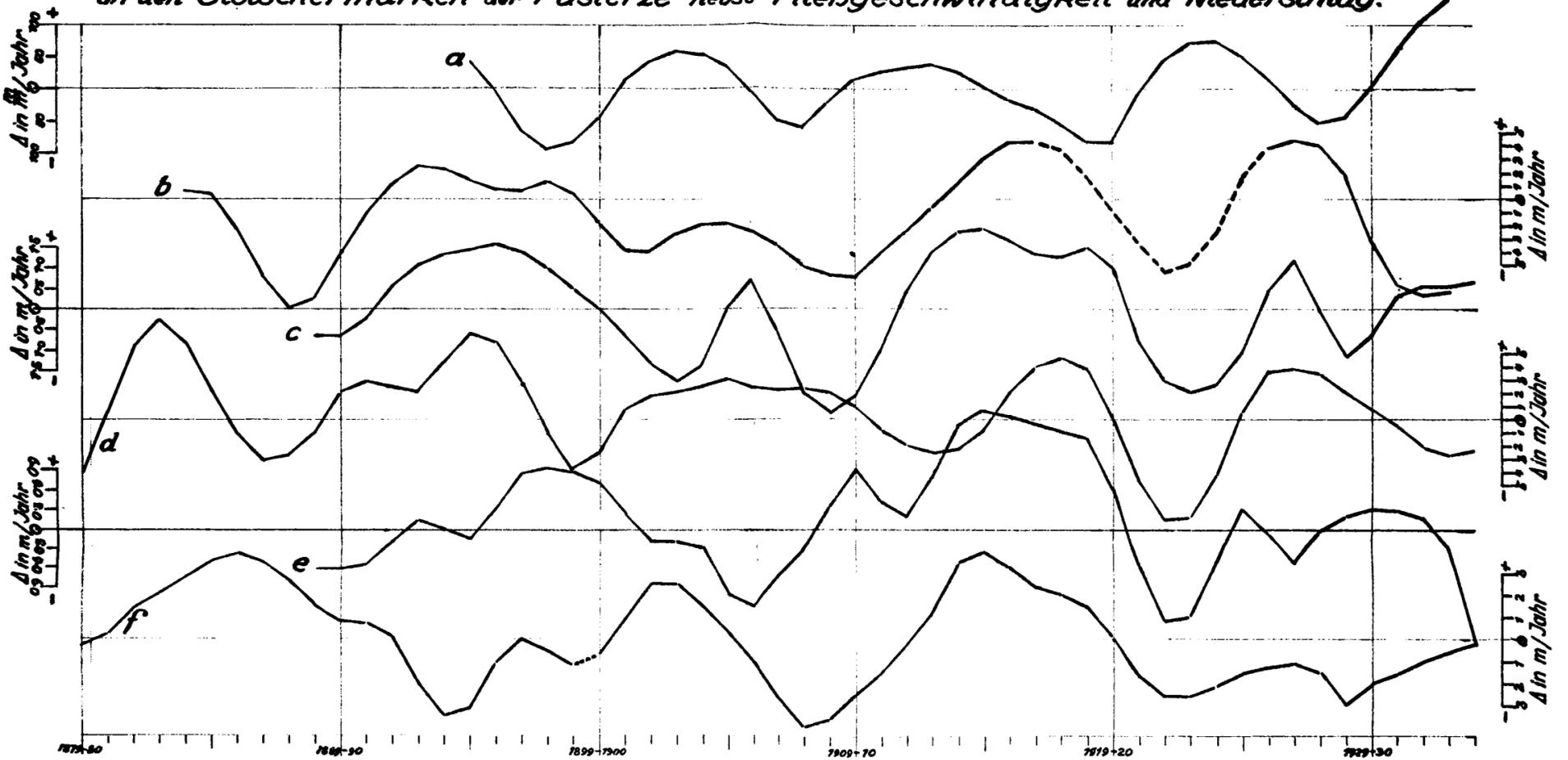


Fig. 3. Einzettung von Hölzern aus dem Glocknergebiete mittels der Jahresringkurven.

