

# Die Pasterze in den Jahren 1924 bis 1968

Von Herbert Paschinger (Graz)

Früher als an den meisten anderen Gletschern der Ostalpen begannen an der Pasterze systematische Beobachtungen und Nachmessungen. Seit 1879 führte nämlich FR. SEELAND jährliche Beobachtungen über den Zustand des Gletschers und Messungen seines Rückganges wie auch für ganz wenige Punkte seiner Bewegung durch. Seine aufschlußreichen jährlichen Berichte gehen bis 1899. Ihm folgte H. ANGERER von 1901–1921. Danach trat leider eine Beobachtungslücke ein, doch scheint sich der Gletscher in diesen Jahren, die in den westlichen Ostalpen einen deutlichen Vorstoß brachten, nur wenig verändert zu haben. V. PASCHINGER führte die Arbeiten von 1924–1946 weiter; dabei war ihm häufig der Schreiber dieser Zeilen behilflich und setzte die Arbeiten von 1947 bis 1959 fort. Seither führten einige Absolventen des Geographischen Instituts der Universität Graz, wie Dr. G. GRUBER, Dr. H. AIGELSREITER und Dr. E. NEUER, die Nachmessungen durch. Der Verfasser nahm auch im letzten Jahrzehnt an den Nachmessungen häufig teil und behielt so den Gletscher bis heute als eines seiner Hauptarbeitsgebiete im Auge.

Seit Jahrzehnten hat wie in den übrigen österreichischen Alpen so auch an der Pasterze der Alpenverein die Gletschermessungen im Rahmen seiner wissenschaftlichen Arbeiten organisiert, koordiniert und unterstützt. Wenn hier über die letzten 40 Jahre der Nachmessungen an der Pasterze berichtet werden kann, so hat der Alpenverein großen Anteil an den dabei gewonnenen Ergebnissen.

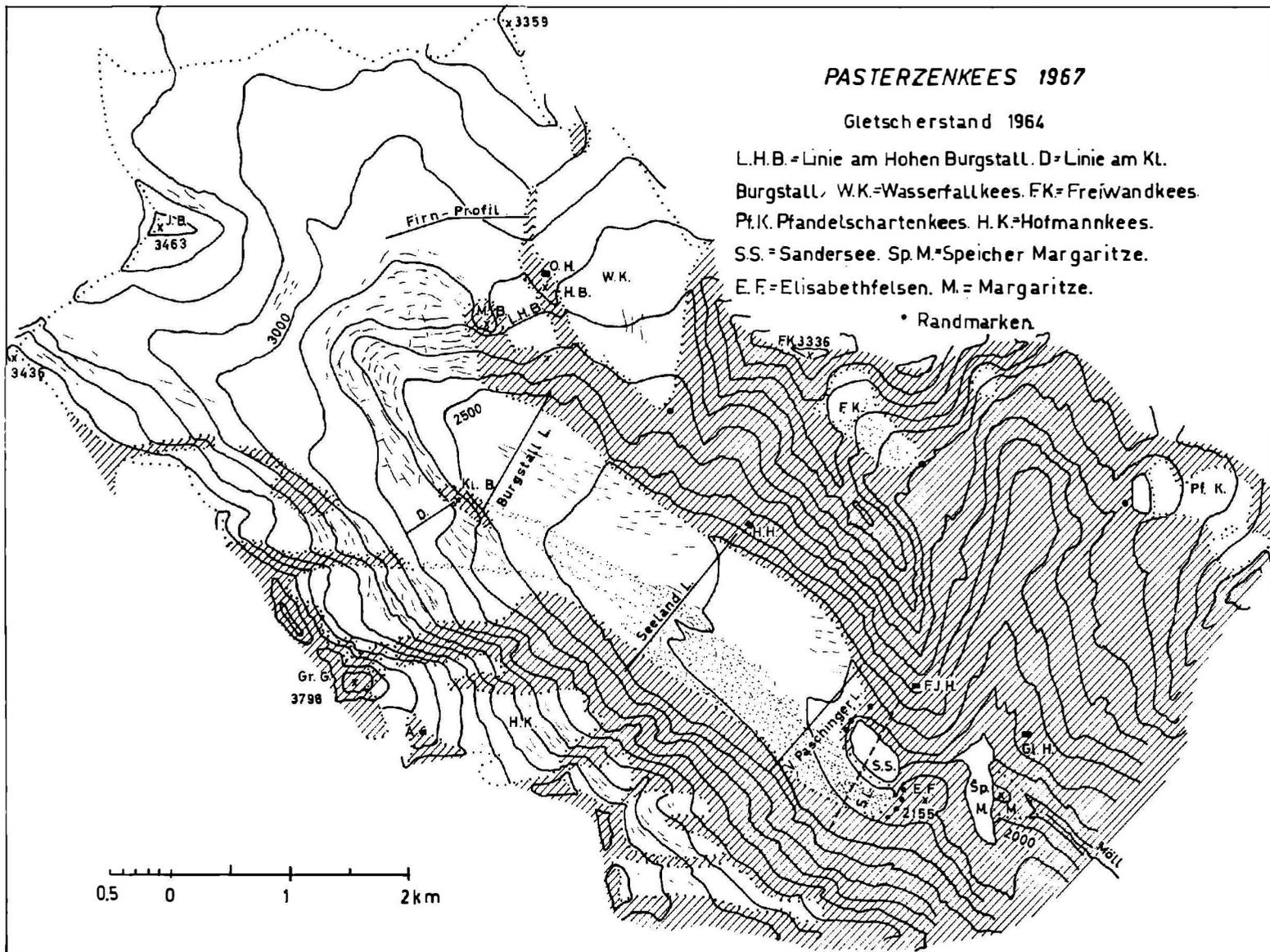
Die älteren Arbeiten an der Pasterze und seine eigenen vieljährigen Beobachtungen hat V. PASCHINGER (1948) in einer ausführlichen Arbeit behandelt. Während seiner Tätigkeit am Gletscher wurde ein bedeutendes Netz von Marken und Steinlinien aufgebaut. Er begann 1927 mit der tachymetrischen Aufnahme der schon von FR. SEELAND zur Bestimmung der Gletschergeschwindigkeit und nach ihm benannten Seelandlinie (14 Steine). 1935 wurde die Linie zwischen Mittlerem und Kleinem Burgstall (9 Steine), (Burgstall-Linie), 1936 die Sattellinie unter der Franz-Josefs-Höhe (6 Steine) eingerichtet. Rund zwei Jahrzehnte wurden die kurzen Steinlinien am Hofmannskees und auf dem Kleinen Burgstall fast jährlich aufgenommen. Der Verfasser dieser Zeilen richtete 1947 eine kurze Linie zwischen Hohem und Mittlerem Burgstall (3 Steine) und eine Linie im Firnbereich über der Oberwalderhütte in 3000 m Höhe ein. Nebenbei liefen ohne Unterbrechung die schon seit FR. SEELAND durchgeführten Kontrollen des Verhaltens der Gletscherstirne durch Bandmessung von fixen Marken nach dem Gletscherrande hin (Fig. 1). So ergibt das Profilsystem eine vieljährige Zahlenreihe. Überdies ermöglicht die 1964 aufgenommene neue AV-Karte des Glocknergebietes den Vergleich der Gletscher mit denen der AV-Karte des Jahres 1924.

So erscheint ein Rückblick auf die letzten Jahrzehnte des Pasterzenlebens vertretbar.

## 1. Die Größenänderung der Pasterze 1924–1964

Die photogrammetrische Aufnahme der tieferen Lagen der Gletscher der Glocknergruppe für die AV-Karte fand nach R. FINSTERWALDER im Jahre 1924 statt, während die damals stark verschneiten Firnggebiete erst im nächsten Jahre aufgenommen wurden (1928, S. 80). Der Gletscherstand der neuen AV-Karte bezieht sich auf das Jahr 1964. In diesen 40 Jahren hat vor allem das Gletscherende mannigfache Änderungen erfahren.

Fig. 1. Das Pasterzenkees 1967 mit den Einrichtungen zur jährlichen Nachmessung.



In den 20er Jahren war die Pasterze noch ein ansehnlicher Eisstrom mit praller Zunge. Schon während des ersten Weltkriegs konnte unter der Hofmannshütte ein Ansteigen des Eises festgestellt werden. Es erfolgte allem Anschein nach – die Nachmessungen setzten 1921/1924 aus – zum Unterschied zu den Tiroler und Schweizer Gletschern kein Vorstoß, aber das Zungenende blieb doch so gut wie stationär. Noch in den nächsten Jahren zeigen einzelne Gletschermarken ein Vorrücken an, und erst 1929 begann ein allgemeiner Rückgang des Gletscherrandes, der mit großen Schwankungen ununterbrochen bis heute andauert.

So zeigte sich 1924 vom Glocknerhaus gesehen noch eine mächtig gewölbte Zunge, die links mit einer in der Möllschlucht liegenden Spitze in das Niveau des heutigen Margaritzen-Stausees herabreichte. Der rechte moränenbedeckte Zungenteil endete in breiter Front, durch Scherflächen gegliedert, auf der Kuppe des Elisabethfelsens und unter dem kleinen Sattel zwischen diesem Felsen und den Hängen des oberen Keesbodens. Der Untere Pasterzenboden war im Durchschnitt bis zur Höhe von 2200 m von Eis erfüllt; es lag auch am Oberen Pasterzenboden nahe an 100 m höher als heute. Von der Hofmannshütte oder vom damaligen Berggasthof Franz-Josef-Haus nahe dem heutigen letzten Parkplatz war man in wenigen Minuten auf dem Gletscher.

Noch 1946 endete der Gletscher in breiter Front am Hang des Elisabethfelsens und reichte mit einer Spitze noch in die Möllschlucht hinein. Schon zu diesem Zeitpunkt war es klar, daß das ganze den Unteren Pasterzenboden bedeckende Eis über einem muldenförmigen Untergrund nur mehr wenige Zehner von Metern mächtig sein konnte. Mit dem Jahre 1950 begann der Eiszerfall in diesem Bereiche, der Gletscher sank rasch ab, wurde immer flacher und wies von Jahr zu Jahr riesige Massenverluste auf. Dagegen hielt sich der moränenbedeckte rechte Gletscherteil besser, er wich nur allmählich in einer bis 10 m hohen Eiswand zurück. Der Zungenrand war zerfranst, unterhöhlt und verschmutzt. Kleine Wintermoränen und glattgeschliffene und gekritzte Felsflächen wurden frei (Abb. 1).

Im Jahre 1952 begann sich der Gletscher am Unteren Pasterzenboden einzumulden. Der Gletscherrand wich gleichmäßig zurück, 1955 hatte er sich fast aus der Möllschlucht zurückgezogen (Abb. 3). Man sah am linken Zungenrand durch Spalten ein subglaziales Schmelzwassergerinne. Infolge der starken Abschmelzung des moränenfreien Eises und der Konservierung des Eises der moränenbedeckten Seite wurde die Neigung nach links hin immer bedeutender. 1956 sah man zum erstenmal die Möll als mächtigen Schmelzwasserbach unter der flachen, zerbrechenden Gletscherstirn hervorquellen und in die nun eisfreie Möllschlucht stürzen. Es entwickelte sich in dieser Zeit eine kurze Mittelmoräne, die von der Stufe unter der Franz-Josefs-Höhe ausging und einen subglazialen Felsrücken anzeigte. In den nächsten Jahren gab es kreisförmige Einbrüche am Unteren Pasterzenboden. Die Eistrümmer schmolzen rasch ab und es trat ein breiter Talboden zutage, auf dem der zeitweise einem Gletschertor entspringende Bach mäandrierte. Es entwickelte sich ein Sandersee, der durch das Rückschmelzen des Gletschers laufend größer wurde. 1960 hatte der Sandersee schon bedeutenden Umfang erreicht. Die zu ihm abbrechende Stufe wurde immer steiler, der moränenbedeckte rechte Teil begann durch Längspalten und tiefe Einbrüche in situ zu zerfallen.

Im Jahre 1962 riß zu oberst auf der Gletscherstufe unter der Franz-Josefs-Höhe das erste Felsfenster auf. Neue Spalten entstanden, im nächsten Jahr waren es mehrere Felsfenster, und 1964 trat eine 80 m hohe Felsstufe aus dem Eise heraus. Der linke moränenfreie Gletscherteil endet seither auf ihr, hoch über dem Sandersee. Die Möll entströmte 1966 dem Gletscher in einem Einschnitt der Stufe, wo das Eis 20 m steil abfällt und sich daher ein 10 m hohes, sehr schönes Gletschertor bilden konnte. 1967 hatte sich die Austrittsstelle an die Grenze von moränenfreiem und -bedecktem Eis verlagert (Abb. 2, 4).

In diesem Jahre war der moränenfreie Teil des Gletschers um 500 m kürzer als der nun auch stark zerfallende moränenbedeckte rechte Teil, der noch immer etwa 30 m über den Sandersee aufragt. Derzeit sinkt der linke Gletscherteil bereits unter die Höhe der Felsstufe ab, und es scheint, daß sich gletscheraufwärts eine weite Mulde noch eisgefüllt erstreckt. Der Sandersee liegt 300 m lang zwischen Felsstufe, moränenbedecktem

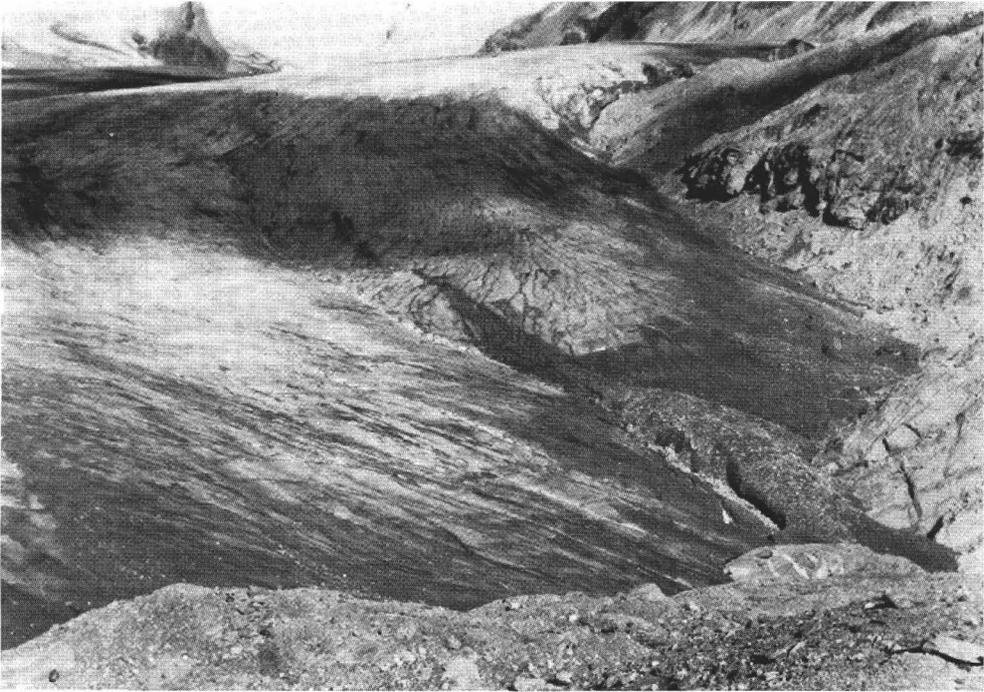


Abb. 1. Der Pasterzengletscher vom Elisabethfelsen aus gesehen 1953. Die Gletscherzunge bedeckt noch vollständig das Gebiet des heutigen Sandersees und reicht bis an den Elisabethfelsen und den Beginn der Möllschlucht heran. Photo H. Paschinger.

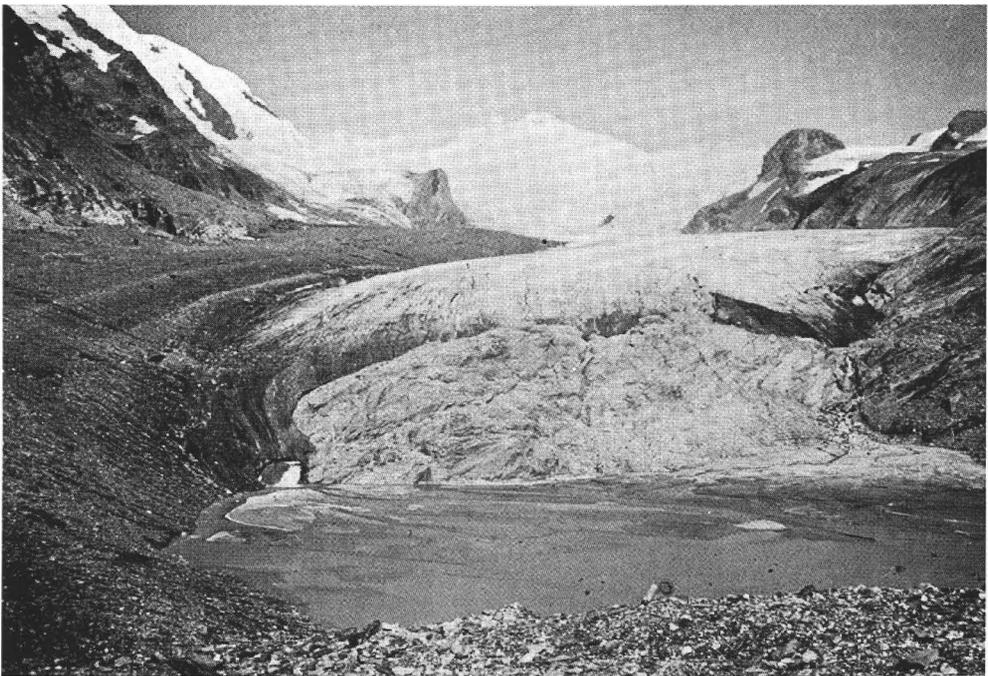


Abb. 2. Der Pasterzengletscher vom Elisabethfelsen aus gesehen 1967. Der moränenfreie Teil der Zunge ist weit zurückgewichen und endet auf der in den letzten Jahren ausgecaperten 80 m hohen Felsrippe; der moränenbedeckte Teil des Gletschers (links im Bilde) reicht noch bis an den Fuß des Elisabethfelsens. In der Mitte der große Sandersees von rund 300 m Durchmesser.

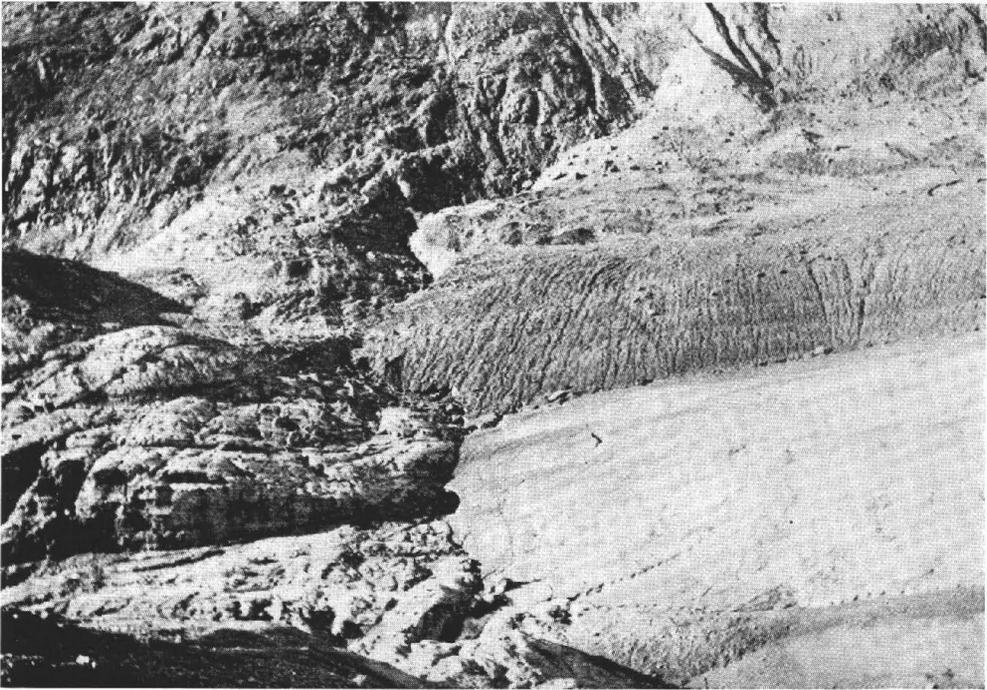


Abb. 3. Der Pasterzengletscher i. J. 1956 von der Franz-Josefs-Höhe aus. Links im Bilde der Elisabethfelsen, an dessen Fuß der Gletscher heranreicht.

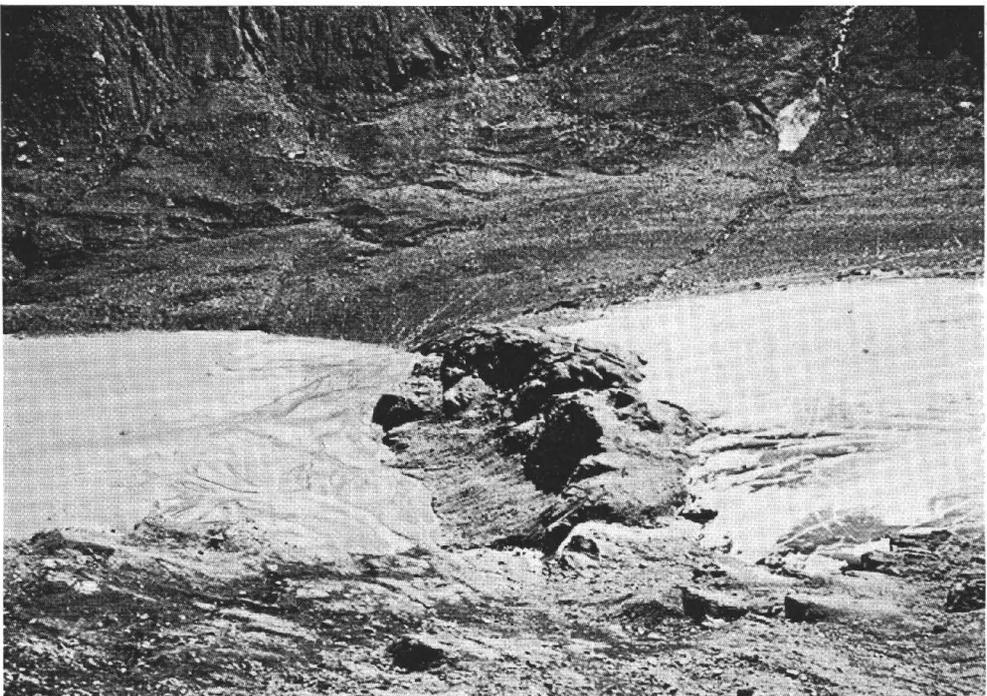


Abb. 4. Der Pasterzengletscher i. J. 1968 von der Franz-Josefs-Höhe aus. Links im Bild der Sandersee, rechts das Ende des moränenfreien Teiles bereits unter die Felsrippe absinkend. Hinter dem Sandersee reicht der nun in situ zerfallende moränenbedeckte Teil noch weit vor.

Gletscherende und linkem Talhang. Über dem heutigen See ist seit 1924 die 140 m mächtige Gletscherzunge vollkommen abgeschmolzen. Gletscheraufwärts nimmt der Abschmelzbetrag selbstverständlich ab, aber er beträgt auch unter der Franz-Josefs-Höhe und unter der Hofmannshütte 70–100 m, so daß der schon abgekämpfte Bergsteiger bei der Rückkehr zu den Hütten  $\frac{1}{4}$  Stunde länger ansteigen muß als 1924.

Die Länge des gesamten Gletschers von der Hohen Riffel nach der geschwungenen Mittellinie des Gletschers gemessen beträgt nach der AV-Karte 1924, 9,6 km, nach der von 1964 9,2 km. Aus dem gletscherfrei gewordenen Vorfeld berechnet sich ein Mittel von 390 m. Der größte Rückgang liegt im moränenfreien Zungenbereich zwischen der 1924 in der Möllschlucht liegenden Zungenspitze und dem heutigen Gletscherende auf der Felsstufe mit 900 m, während der moränenbedeckte Teil nur etwa 300 m zurückwich.

Das Rückschmelzen der Gletscherstirne, seit 1878 beobachtet, weist im Laufe der Jahre mannigfache positive und negative Schwankungen auf. V. PASCHINGER hat sie für die Zeit von 1883 bis 1944 untersucht, in Tabellen zusammengestellt und diskutiert (1948, S. 76ff.). Zwischen den einzelnen Maxima des Rückschmelzens, bzw. des Vorrückens, fand er eine Periode von 16,5 Jahren (1948, S. 89).

In dieser Darstellung soll versucht werden, für die letzten 40 Jahre das Verhalten des Gletscherendes aus dem Mittel aller Markennachmessungen des Vorfeldes zu entnehmen. Mit großer Genauigkeit läßt sich dies nicht durchführen. Denn infolge des starken Rückganges mußten in den letzten Jahrzehnten immer wieder neue Marken angelegt werden. Die neu angelegten entsprechen je nach örtlichen Gegebenheiten nicht immer der alten Meßrichtung. Die jährlichen Mittel der Werte aller Stirnmarken dürften jedoch Ungenauigkeiten weitgehend überbrücken.

Es ergibt sich ein geringes Rückschmelzen von 1920 bis 1925, ein stärkeres um 1930, wieder ein geringeres von 1932 bis 1936; 1934/35 rückte der Gletscher um 3,2 m vor. Mit 1936 begann ein fast ununterbrochener Anstieg des Rückgangswertes, der 1945 bis 1952 Maxima von 6 m über dem Gesamtmittel erbrachte. 1950/51 schmolz der Gletscher um 17,1 m zurück. Ab nun werden die Rückgänge geringer, aber sie bleiben über 8 m und erreichen in einzelnen Jahren 15 m. Ein starker Rückgang des Rückschmelzens erfolgte um 1956, dann wieder 1965/66, als der Gletscher um 0,6 m vorrückte. Im ganzen war aber das fünfjährig übergreifende Mittel seit 1942 andauernd über dem Gesamtmittel von 8 m gelegen.

Somit ergab sich eine typische Zweiteilung im betrachteten Zeitraum: Durchschnittlich geringes Abschmelzen mit zwei Höhepunkten vor 1940, durchschnittlich starkes Abschmelzen mit mehreren Höhepunkten nach 1940. Perioden lassen sich nicht ausscheiden; zwischen den beiden Gipfeln größten Rückschmelzens vor und nach 1940 liegen 22 Jahre.

Aus den Werten des jährlichen Rückganges der 4–5 Marken an der Gletscherstirne der Pasterze wurden für die Zeit 1919 bis 1967 übergreifende fünfjährige Mittel gebildet. Diese Mittel wurden als positive, bzw. negative Abweichung vom Gesamtmittel (8,0 m) des Zeitraumes aufgetragen (Fig. 2).

Interesse gewinnt die Darstellung erst durch die Frage, inwieweit die meteorologischen Elemente mit den Rückzugsschwankungen in Beziehung stehen. Es bietet sich da insbesondere die von H. HOINKES konstruierte und diskutierte Darstellung mittlerer fünfjährig übergreifender Abweichung vom Mittel für Temperatur und Niederschlag im Sommer (VI–VIII) an Höhenstationen der Alpen an (1967, S. 11f.). Fig. 2 zeigt die fünfjährig übergreifenden Mittel des Zungenrückganges (ZR) feingezeichnet, gröber gezeichnet die Darstellung nach H. HOINKES für die Temperaturmittel (T). Es zeigt sich an der Pasterze ein außerordentlich inniger Zusammenhang zwischen den Mitteln des Rückschmelzens und den Mitteln der Temperatur. Auffallend ist das gleichzeitige Einsetzen von Temperaturrückgang und Verminderung des Rückschmelzens selbst in den Mitteln. Wie ein Vergleich mit der Darstellung von H. HOINKES zeigt, ergibt sich beim Vergleich mit fünfjährig übergreifenden Niederschlagsmitteln dieselbe Übereinstimmung, nur mit umgekehrten Vorzeichen.

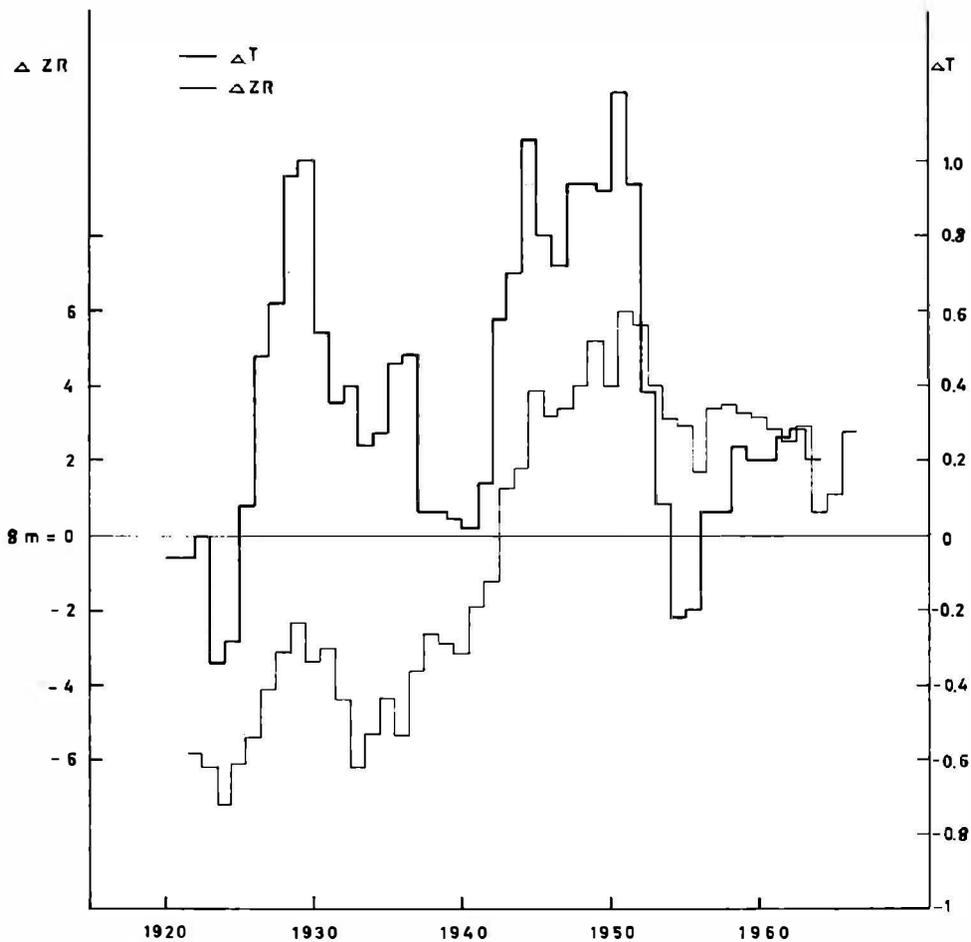


Fig. 2. Mittlere fünfjährig übergreifende Abweichung vom Mittel des Zungenrückganges 1919–1968 (ZR) der Pasterze. Zum Vergleich mittlere fünfjährig übergreifende Abweichung vom Mittel der Sommertemperatur (VI–VIII) (T) nach H. HOINKES 1966.

F. STEINHAUSER hat die Schwankungen der Sonnenscheindauer für die letzten Jahrzehnte in einer mit Diagrammen und Tabellen ausgestatteten Arbeit dargestellt. Die Schwankungen der Sonnenscheindauer stimmen, ermittelt aus Beobachtungen auf einigen Hochgipfeln der Alpen, im Verlauf des Jahres und des Sommers besonders gut mit den Schwankungen des Pasterzerückganges überein (F. STEINHAUSER, 1957, S. 9, Abb. 2). Nicht vollkommen symmetrisch mit den Schwankungen des Zungenrückganges der Pasterze verläuft die Schwankung der Niederschlagsmengen für West-Kärnten, bzw. das inneralpine Salzachgebiet. Am ehesten ist noch die Schwankung der Niederschlagsmenge im Winter mit den Schwankungen des Zungenrückganges vergleichbar (F. STEINHAUSER, 1963, S. 26). Dem starken Rückschmelzen der Jahre um 1930 entspricht ein Rückgang der winterlichen Niederschlagsmenge bis auf 80%, dem geringen Zurückweichen der Mitte der 30er Jahre entspricht ein Anstieg der winterlichen Niederschlagsmenge auf 120%; der starke Rückgang des Zungenendes im Zeitraum 1940 bis 1955 läßt sich aber in der Darstellung der Niederschlagsmengenschwankung nicht finden. Um 1955, zur Zeit großen Zungenrückganges, zeigen die Niederschlagswerte sogar eine Zunahme auf 140–150%.

In nicht unbedeutendem Ausmaße wird das Rückschmelzen der Zungenfront durch die Formenwelt der Gletscherunterlage mitbestimmt, insbesondere durch das Einfallen der Hänge von Felsriegeln gletscheraufwärts, wodurch das Rückschmelzen unter sonst gleichen Verhältnissen verlangsamt wird, oder durch Talausfallen der Hänge der aus dem Gletscher ausschmelzenden Felsriegel, deren Eisüberzug plötzlich zusammenbricht und kurzfristig große Rückzugswerte ergibt.

Der mittlere Rückgang der Pasterzenzunge in den 40 Jahren 1924 bis 1964 betrug durchschnittlich 400 m (S. XXX), also jährlich durchschnittlich 10 m. Dies ist für die Länge des Gletschers ein geringer Betrag und mit dadurch zu erklären, daß das Eis durch drei Jahrzehnte am gletscherwärts geneigten Hang des Großen Elisabethfelsens einsank und in der tiefen Möllschlucht abschmolz, ferner auch der rechte moränenbeladene Gletscherteil den Abschmelzbetrag minderte. Auch in naher Zukunft wird bei Fortdauer des Rückganges die Längenänderung nicht bedeutend sein, da derzeit auch der moränenfreie Teil am gletscherwärts geneigten Hang des eben ausgeaperten Riegels allmählich abschmilzt.

## 2. Die Veränderung der Pasterzenfläche

Ebenso bedeutend wie das Rückschmelzen der Gletscherzunge ist der Flächenverlust. Da die Gletscherfläche im Laufe der Jahrzehnte nach verschiedenen Kartenunterlagen bestimmt wurde, ergeben sich kaum vergleichbare Werte. Einige Beispiele sollen angeführt werden.

K. SONKLAR erhält, aus Wiener Quadratfuß umgerechnet, auf der Karte 1:28 800, die im Pasterzenbereiche 1825 aufgenommen worden war (V. PASCHINGER, 1948, S. 103), eine Fläche von 27,25 km<sup>2</sup> (1866, S. 193). Die Gletschergröße war damals bedeutend, dennoch lag die Mündung des Pfandelschartenbaches vor dem Eise.

Der Höchststand des 19. Jahrhunderts wurde an der Pasterze im Jahre 1856 erreicht. Wenn man diesen Stand auf der Glocknerkarte 1964 des AV 1:25 000 nach den Ufermoränen und Abbildungen rekonstruiert, ergibt sich eine Gletscherfläche von 27,33 km<sup>2</sup>. Wegen der völlig anderen Kartenunterlage ist dieser Wert mit dem von K. SONKLAR gewonnenen nur relativ vergleichbar. Sein Wert scheint zu groß, wenngleich auch um 1820 ein hoher Gletscherstand auftrat, der aber sicher kleiner war als 1856.

E. RICHTER erhielt für die Pasterze aus der 1871 aufgenommenen Originalkarte 1:25 000 der dritten Österreichischen Landesaufnahme den oft in der späteren Literatur zitierten Wert von 31,95 km<sup>2</sup> (1888, S. 236). Der Wert ist wesentlich größer als der für 1856 auf der AV-Karte erhaltene Höchststand. Dieser große Wert ist zum Teil durch die Ungenauigkeit des Aufnahmeblattes von 1871 zu erklären; auf dieser Karte ist zum Beispiel die gerade Entfernung Johannesberg-Gletscherende des Jahres 1856 um fast 400 m länger als auf der sicher genaueren AV-Karte 1964. Ferner hatte E. RICHTER auch steile, von Felsen durchbrochene Firnwände und andere Felswände in die Fläche einbezogen, die nach seiner Ansicht zur Ernährung des Gletschers beitrugen (1888, S. 7). Durch solche Einbeziehungen wird jede Vergleichsmöglichkeit mit Werten späterer Ausmessungen hintangehalten. Der Wert E. RICHTERS ist sicher viel zu groß.

Eine eigene Ausmessung der Pasterze auf der Originalkarte 1:25 000 ergab eine Fläche von 28,1 km<sup>2</sup>, also noch immer mehr als der auf der Alpenvereinskarte rekonstruierte Höchststand 1856 mit 27,33 km<sup>2</sup> ergab.

Alle diese Werte sind demnach durchaus nicht miteinander vergleichbar. Der einzige mit heutigen Werten vergleichbare dürfte wohl der aus der Rekonstruktion des Gletscherstandes 1856 auf der AV-Karte erhaltene von 27,33 km<sup>2</sup> sein.

Nach der AV-Karte 1924 hatte der Gletscher eine Fläche von 22,64 km<sup>2</sup>. V. PASCHINGER berechnete die wahre Oberfläche der Pasterze zu 24,5 km<sup>2</sup> (1929, S. 162). 1964 ergab sich die Kartenfläche zu 19,48 km<sup>2</sup>.

So ergibt sich für den Flächenvergleich, bezogen auf die Alpenvereinskarte, folgende Tabelle:

	Fläche (km <sup>2</sup> )	Abnahme (km <sup>2</sup> )	Abnahme (%)	jährl. Abnahme (%)	Abnahme 1856/1964 (%)
1856	27,33				
1924	22,64	4,69	17	0,25	
1964	19,48	3,16	14	0,35	29

Der Wert stimmt für 1856 nicht mit dem überlieferten überein, weil der Höchststand auf die exakte Grundlage der AV-Karte bezogen wurde.

Der große Flächenverlust 1856/1924 wird vor allem durch den Verlust des Wasserfallkeeses, der des Zeitraumes 1924/1964 durch den Verlust des Hofmannskeeses bestimmt. Indem diese Gletscher sich vom Hauptgletscher lösten, wurden sie zu selbständigen Gebilden mit eigenem Nähr- und Zehrgebiet.

Hat schon die Pasterze seit dem Hochstand 1856 im Laufe eines Jahrhunderts mehr als  $\frac{1}{4}$  ihrer Fläche verloren, so weisen die benachbarten kleineren, seit Jahren durch eine Marke vermessenen Gletscher noch viel stärkere Flächenverluste auf:

	Fläche (km <sup>2</sup> )			Veränderung (%)		
	1856	1924	1964	1856/1924	1924/1964	1856/1964
Wasserfallkees	2,78	2,44	1,88	12	23	32
Freiwandkees	0,88	0,56	0,31	36	44	65
südliche Pfandelschartenkees	1,23	0,94	0,53	23	43	57

Gegenüber dem Flächenverlust dieser kleinen Gletscher, der durch weitgehendes Einschrumpfen der Nährgebiete erfolgte, ist der Flächenverlust der Pasterze nicht sehr bedeutend. E. RICHTER hat schon bemerkt (1888, S. 240f.), daß die Längen- und Flächenänderungen der Pasterze im Vergleich mit anderen Gletschern gering sind. Der Hauptanteil der Veränderungen fällt bei der Pasterze auf den Massenverlust.

### 3. Die Veränderungen in Höhenlage und Bewegung der Pasterzenoberfläche

Die Pasterze ist einer der ganz wenigen Gletscher der Ostalpen, deren Oberflächenschwankungen und Oberflächengeschwindigkeit in zahlreichen, durch kleine Steinplatten gekennzeichneten Punkten im Bereiche von Steinlinien seit langer Zeit jährlich festgestellt wurden. Ähnliche Vermessungen werden nur noch am Hintereisferner und am Großen Elendkees durchgeführt.

Bereits FR. SEELAND und H. ANGERER maßen in einer Linie zwischen Hofmannshütte und einem Fixpunkt am gegenüberliegenden Gletscherufer die Geschwindigkeit mit einfachen Verfahren. V. PASCHINGER begann 1927 die tachymetrische Aufnahme der Seelandlinie (1300 m lang), 1935 die der Burgstall-Linie (1000 m lang) und 1936 die der Sattellinie (620 m lang). Letztere wurde 1963 wegen des Rückschmelzens des Gletschers durch die etwa 100 m höher liegende V. PASCHINGER-Linie ersetzt. Die S. 201 genannten kurzen Linien konnten infolge ihrer Lage nicht jährlich beobachtet werden und werden hier nicht in Betracht gezogen (Fig. 1).

In den folgenden Darlegungen wird das Wort „Einsinken“ der Gletscheroberfläche für die Erscheinung verwendet, daß mehr von der Gletscheroberfläche abschmilzt, als durch Nachschub ersetzt werden kann. Die Gletscheroberfläche erlebt eine „Hebung“, wenn der Nachschub größer ist als die abgeschmolzene Eismasse.

Die oberste, große Steinlinie ist die Burgstall-Linie in heute etwa 2400 m Höhe, in deren Bereich bereits die Brüder SCHLAGINTWEIT 1848 die Geschwindigkeit gemessen hatten. In ihr äußern sich rasch und sicher alle das Nährgebiet betreffenden Schwankungen der meteorologischen Elemente. In ihrem Bereiche zieht der Gletscher gleichmäßig und wohl in großer Mächtigkeit zwischen den steil abfallenden Felsen des Mitt-

leren und Kleinen Burgstall hindurch, fast ohne Obermoräne und unter reichlicher Bildung von Längsspalten. Die vertikale wie auch horizontale Bewegung ihrer 9 Steine läßt manche Voraussage für die tiefer liegenden Teile des Gletschers machen. Ein Nachteil der Linie ist, daß sie in schneereichen Sommern gelegentlich tief verschneit ist, so daß die vertikale Bewegung der Gletscheroberfläche, also das Einsinken oder die Hebung, sich nur ungenau, die horizontale Bewegung wegen der Unmöglichkeit, die Steine des Vorjahres wieder zu finden, nicht oder erst in den folgenden Jahren zum Teil bestimmen lassen. Gewöhnlich sind bis dahin einige Steine verloren. Bedeutende Schneebedeckung der Linie gab es in den Jahren 1937, 1939, 1940, 1965 und 1966. Daher kann die Bildung von übergreifend fünfjährigen Mitteln der Bewegung erst mit 1940 begonnen werden.

Von 1936 bis 1946 betrug das jährliche Einsinken der Gletscheroberfläche in dieser Linie 1–2 m, 1939 ergab sich ein Anstieg von 1 m. Seit 1947 wurden mit 2–3 m hohe negative

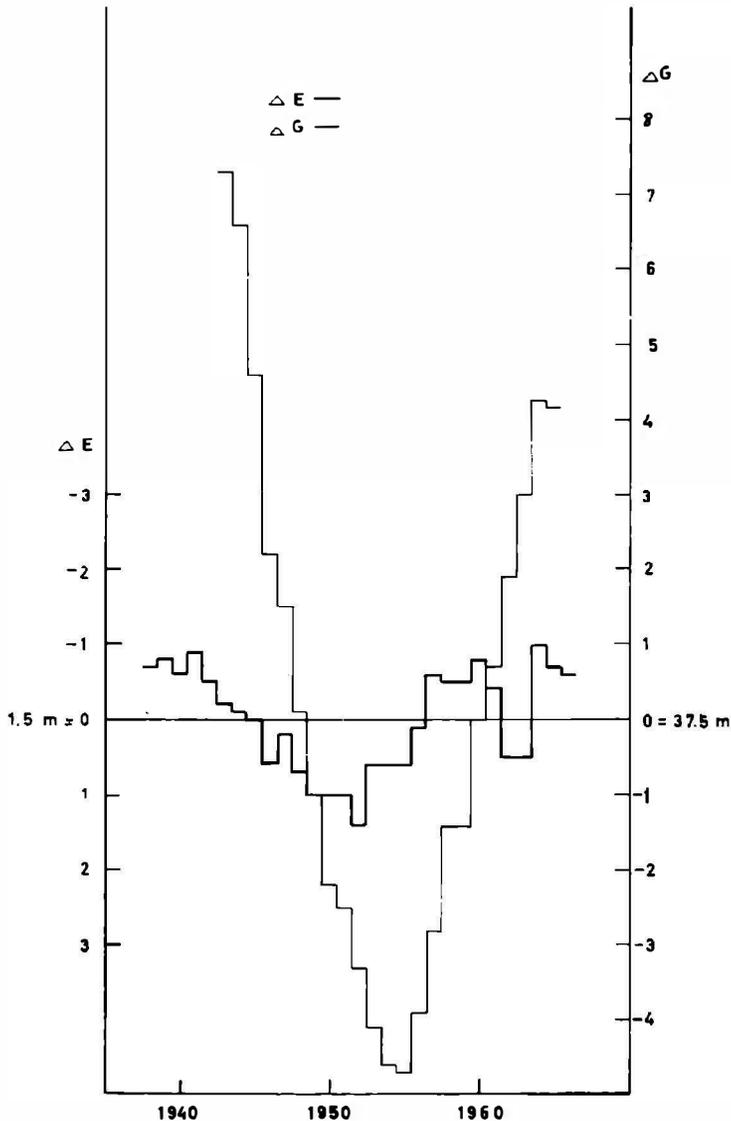


Fig. 3. Mittlere fünfjährig übergreifende Abweichung vom Mittel 1938–1968 für Einsinken (E) und Geschwindigkeit (G) für die Burgstall-Linie.

Werte erzielt, die erst in den mittleren fünfziger Jahren wieder geringer wurden. 1959 und 1960 wurde eine Erhebung der Linie von 0,3 bzw. 0,6 m festgestellt, das Einsinken war danach relativ gering und 1966 stellte sich eine bedeutende Erhebung von 4,9 m ein, die im folgenden Jahr aber wieder einem Einsinken von 2,6 m wich. So schwankten die Werte in den drei Jahrzehnten seit der Anlage der Linie sehr beträchtlich.

Die übergreifenden fünfjährigen Mittel des Einsinkens<sup>1</sup> ergeben ein anschauliches Bild (Fig. 3). Das Einsinken bleibt zunächst einige Jahre unter dem Mittel von 1,5 m, quert die Null-Linie, erreicht 1952 mit 1,4 m ein Maximum und zeigt um 1958 negative Abweichungen vom Mittel, 1962 und 1963 aber wieder positive Werte. Dabei weist der ansteigende Ast der Kurve mannigfache Schwankungen auf, während nach Erreichen des Höhepunktes ein rascher Abfall zu wieder größeren Werten des Einsinkens auftritt.

Die Bewegung der Oberfläche ergab für 1935/36 ein Mittel aus 9 Steinen von 40,6 m. In den folgenden Jahren war die Linie häufig schneebedeckt. 1937/38 konnten aus 7 Steinen 40,4 m errechnet werden. Maxima der Bewegung wurden 1941/42 (48,4 m) und 1942/43 (48,0 m) erreicht. Es folgte ein Rückgang der Werte unter mannigfachen Schwankungen, ein Minimum der Geschwindigkeit wurde 1954/55 mit 30,7 m erreicht. Seither nimmt die Geschwindigkeit wieder zu und geht derzeit über 40 m pro Jahr hinaus.

Da sich fünfjährig übergreifende Mittel wegen der Messungsausfälle der späten 30er Jahre erst seit 1940 bilden lassen, zeigt sich in Abb. 3 hinsichtlich der Bewegung nur ein rascher Abfall bis zum Tiefpunkt 1955 und ein bedeutender Anstieg. In den Mitteln glätten sich alle Schwankungen zu einer symmetrischen Kurve. Das Gesamtmittel aller Jahre von 37,5 m = 0 wird 1943 um 7,3 m übertroffen, 1948 wird die Null-Linie gequert und 1955 mit -4,7 der Wert geringster Bewegung erreicht. Dann steigt die Oberflächengeschwindigkeit wieder auf 4 m über das Mittel an. Einsinken und Geschwindigkeit gehen mit verkehrten Vorzeichen fast parallel. Der größte Wert des Einsinkens geht dem geringsten Wert der Bewegung um 3 Jahre voraus.

Auch die heute in etwa 2300 m Höhe liegende Seelandlinie wurde schon 1848 durch die Brüder SCHLAGINTWEIT mittels einer Blockreihe hinsichtlich der Geschwindigkeit vermessen. Die Maximalgeschwindigkeit war mit 90 m etwa dreimal so groß wie die heutige. In dieser Linie ist das rasche Strömen durch die Enge zwischen den beiden Burgställen bereits abgeflaut. Es kommen mannigfache Störungen zur Geltung, insbesondere die Tatsache, daß von links kein Zufluß den Gletscher erreicht, rechts aber aus den Glocknerkaren bedeutende Eismassen zuströmen. Ferner ist das Eis des rechten Gletscherteiles stark von Schutt durchsetzt, auf ein Drittel ihrer Länge läuft die Linie auf Oberflächenmoräne. Der Gletscher breitet sich aus, Längsspalten reißen auf.

Das Einsinken beträgt um 1930 im allgemeinen zwischen 1 und 2 m, später häufig über 3 m. 1953/54 wurden 5,4 m, 1960/61 4,9 m erreicht. Anstiege der Gletscheroberfläche gab es im betrachtenden Zeitraum seit 1928 nur 1958/59 mit 1,6 m, 1965/66 mit 3,9 m und 1966/67 mit 1,2 m. Zahlreiche Schwankungen, einen starken Wechsel von Zu- und Abnahme der Bewegung weist die Oberflächengeschwindigkeit auf. Zwischen den Werten von 34,6 (1928/29), 34,8 m (1942/43) und 14,2 m (1956/57) liegen die Werte in einem dauernden Auf und Ab.

Auch der Verlauf der fünfjährig übergreifenden Mittel, vor allem bezüglich des Einsinkens, ist sehr unregelmäßig (Fig. 4). Die Schwankungen um das Mittel des Einsinkens von 2,0 m sind nicht sehr bedeutend. Dabei fällt das relativ ausgeprägte parallele Verhalten zu den Werten der Burgstall-Linie auf, besonders die Zunahme der Werte um das Jahr 1960. Hinsichtlich der Bewegung fällt eine starke Zunahme zwischen 1940 und 1950 auf. Während der Beginn des Bewegungsrückganges in der Burgstall-Linie sicher in das Jahr 1943 fällt, so in der Seelandlinie in das Jahr 1945. Der geringste Bewegungswert zeigt sich in letzterer Linie 13 Jahre später (1958). Die Variationsbreite des Einsinkens ist in beiden Linien ziemlich gleich groß, die der Bewegung in der Seelandlinie sehr viel größer: Mittlerer Wert 22,1 m, Schwankung +9,5 m und -6,4.

<sup>1</sup> Im folgenden beziehen sich bei der Darstellung übergreifend fünfjähriger Mittel die Jahresangaben auf das mittlere Jahr des Jahrfünfts.

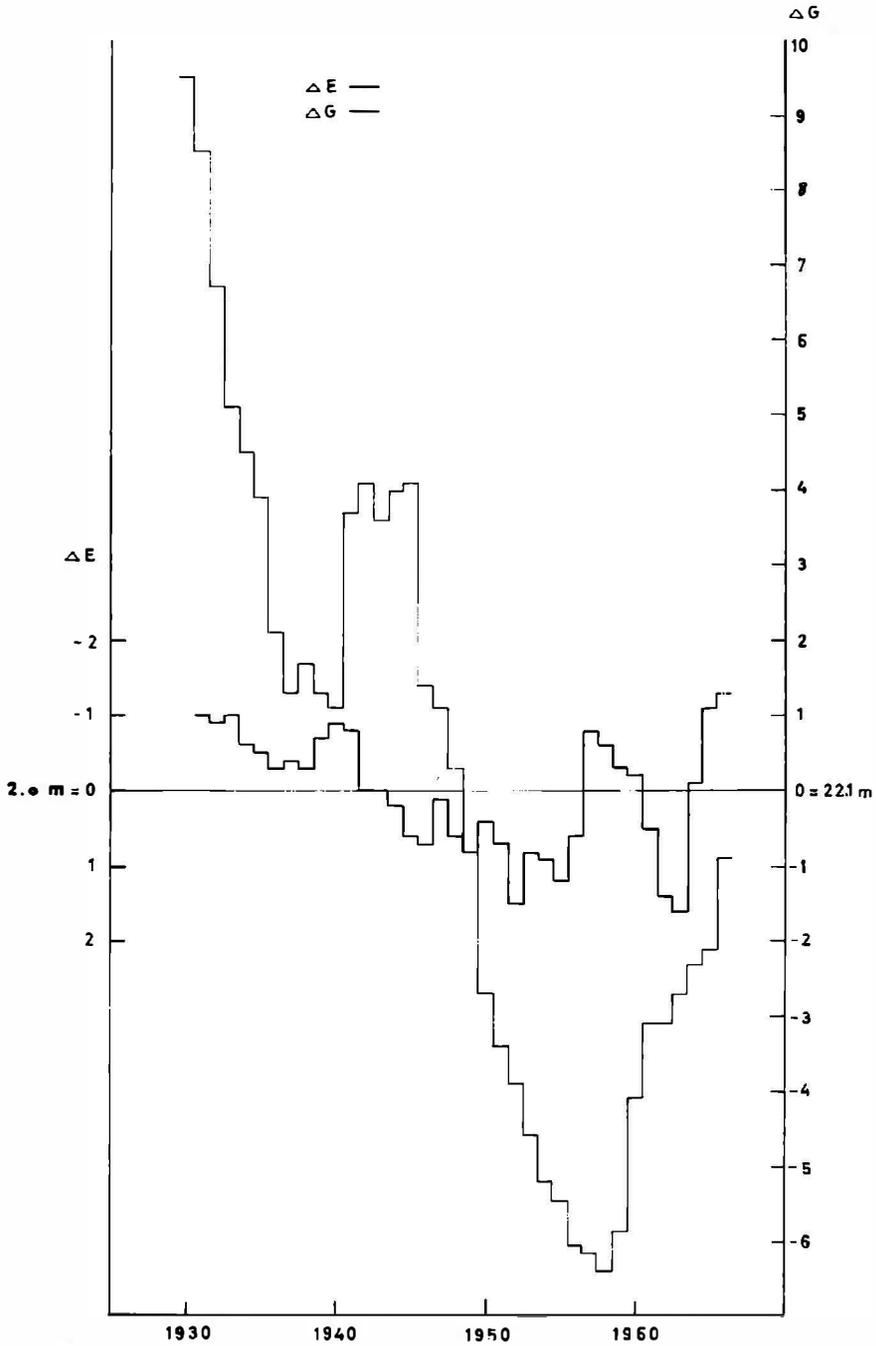


Fig. 4. Mittlere fünfjährig übergreifende Abweichung vom Mittel 1930-1968 für Einsinken (E) und Geschwindigkeit (G) für die Seelandlinie.

Bemerkenswert ist, daß der Geschwindigkeitsanstieg der 40er Jahre nicht mit einer Minderung, sondern mit einer Vermehrung des Einsinkens parallel lief. Hingegen verband sich in den späten 50er Jahren eine Verminderung des Einsinkens mit einer Bewegungszunahme.

Die Sattel-Linie querte die Gletscherzunge etwa 300 m vom Ende entfernt in rund 2100 m Höhe. Infolge ihrer tiefen Lage zeigte das Einsinken der Linie oft hohe Werte,

insbesondere in ihrem linken moränenfreien Teil, über den der moränenbedeckte Teil immer mehr herauswuchs. In den ersten Jahren nach ihrer Anlage 1936 betrug das Einsinken mit einigen Ausnahmen 1–3 m. Ab 1947 aber erhöhten sich die Werte auf maximal 8,4 m (1964/65). Eine Erhöhung der Linie gab es überhaupt nur im Jahre 1965/66 im Ausmaß von 2,5 m, die in diesem Jahre das ganze Zehrgebiet erfaßt hatte. Die einzelnen hohen Werte des Einsinkens fallen zumeist mit hohen Werten des Zungenrückganges zusammen.

Die Jahresbewegung betrug in den ersten beiden Jahren nach der Einrichtung der Linie noch 20,5 m im Mittel, wobei sich schon die viel kräftigere Bewegung der linken moränenfreien Seite zeigte. Mit mannigfachen Schwankungen nahm die Geschwindigkeit in der Linie in den folgenden Jahren bis zu einem Minimum von 6,6 m im Mittel (1960/61) ab. Die Gletscherzunge war damals nur mehr etwa 20 m mächtig und schmolz in den nächsten Jahren wie erwähnt bis auf den moränenbedeckten Teil völlig ab. Daher wurde als Ersatz 1963 in etwa 100 m höherer Lage die V. Paschinger-Linie angelegt. Ihre Werte sind mit geringer Korrektur mit denen der Seelandlinie vergleichbar. Dies gilt besonders von den fünfjährig übergreifenden Mitteln (Fig. 5).

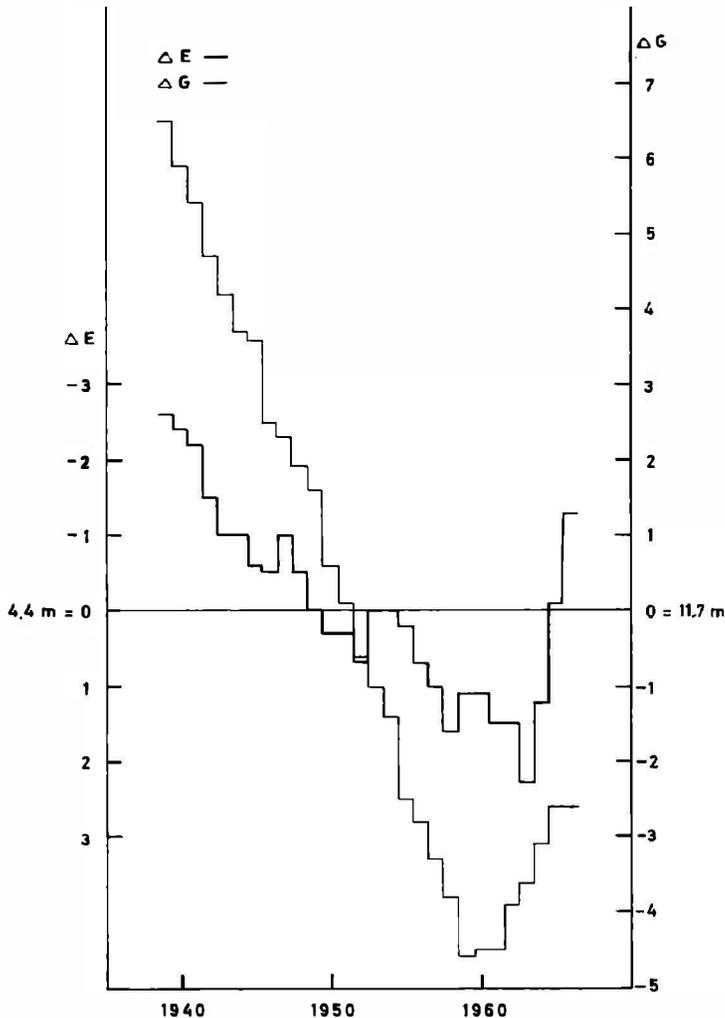


Fig. 5. Mittlere fünfjährig übergreifende Abweichung vom Mittel 1939–1968 für Einsinken (E) und Geschwindigkeit (G) für die Sattel-, bzw. V. Paschinger-Linie.

In den Mitteln zeigt das Einsinken von Beginn der Vermessung an steigende Werte. Bis 1949 lagen die Werte noch unter dem Nullwert von 4,4 m. Im weiteren gingen sie beträchtlich darüber hinaus und erreichten den Höhepunkt mit 6,7 m im Jahre 1963. Das im weiteren etwas geringere Einsinken ist zum Teil durch die Verlegung der Linie bedingt, zeigt sich aber auch in den beiden anderen Steinlinien.

Das fünfjährig übergreifende Mittel der Bewegung nimmt vom ersten Beobachtungsjahr an gleichmäßig bis 1959 ab. Dann ist ein, wenn auch geringes, Wiederansteigen zu beobachten. Die Schwankungsbreite ist sehr bedeutend (+ 6,5 m bis - 4,6 m, bezogen auf das Mittel von 11,7 m). Dieses Wiederansteigen der Bewegung ist in allen drei Diagrammen zu bemerken.

Zusammenfassend läßt sich im Vergleich der Ergebnisse für die drei Linien folgendes sagen:

1. Ein im fünfjährigen Durchschnitt maximales Einsinken ergibt sich in allen Linien 1946, 1952, 1963. Ebenso fand 1965/66 in allen drei Linien gleichzeitig die Hebung der Eisoberfläche statt.

2. Das Minimum der Bewegung liegt in den drei Linien verschieden: In der Burgstall-Linie 1955, in der Seelandlinie 1958, in der Sattellinie 1959/1961). Es wanderte im Laufe von 5 Jahren etwa 4 km talab.

3. Die Variationsbreite des Einsinkens nimmt nach abwärts zu.

4. Die Variationsbreite der Bewegung ist in den drei Linien ziemlich gleich groß, sie beträgt 10–11 m, bezogen auf das fünfjährig übergreifende Mittel.

5. Zwischen den Größen des Einsinkens und denen der Bewegung besteht im Gesamtverlauf ein gewisser Zusammenhang, nicht aber in einzelnen Jahren und den Einzelerscheinungen.

6. Selbst die durch die Seelandlinie dargestellten etwa 40 Jahre ergeben noch keine vollständige Schwankung. Das Diagramm zeigt, wie die kürzeren Zeiträume der beiden anderen Diagramme, vor allem einen absteigenden Ast. Der Zeitraum von einem Maximum zu einem Minimum der Bewegung umfaßt etwa 34 Jahre.

7. Seit dem Jahre 1936 erstreckt sich das Einsinken fast immer auf alle drei Querprofile. In vier Jahrzehnten zeigte sich ein Anstieg in der Burgstall-Linie zweimal, in der Seelandlinie dreimal, in der Sattel- bzw. V. Paschinger-Linie einmal. Hebungstendenzen laufen sich gletscherabwärts sehr bald tot, eine Hebungswelle erreicht bestenfalls von der Burgstall-Linie an in zwei Jahren das Gletscherende.

Ein Vergleich des Einsinkens und der Bewegung der Pasterze mit dem von H. HOINKES (1967) gezeichneten Diagramm der mittleren fünfjährigen Abweichung vom Mittel 1851 bis 1950 für Temperatur und Niederschlagsmenge an Höhenstationen der Alpen ergibt folgendes: Die Abnahme der Niederschläge nach diesen Diagrammen bis 1950 prägt sich in der Burgstall- und der Seelandlinie in der Zunahme des Abschmelzwertes der Gletscheroberfläche aus. Ebenso kommt die erhöhte Niederschlagsmenge zwischen 1953 und 1960 in einem Rückgang des Abschmelzens zum Ausdruck, das im Durchschnitt aber erst um 1955 beginnt.

Ähnliche Ergebnisse zeigt auch ein Vergleich der Diagramme mit den Niederschlagskurven F. STEINHAUSERS (1963), insbesondere der Darstellung für den Herbst und Winter (S. 24, 26), mit den Abschmelzverhältnissen der Pasterze. Auch in diesen Vergleichen zeigt sich eine Verschiebung der Zunahme des Abschmelzens um einige Jahre.

Ein Vergleich mit dem Gang der Sonnenscheindauer nach F. STEINHAUSER (1957) zeigt in fünfjährig übergreifenden Mitteln für den Sonnblick eine Verminderung der Sonnenscheindauer zwischen 1936 und 1943 mit geringsten Werten um 1938. Es folgt ein lang andauerndes Maximum von etwa 1943 bis 1953 mit folgender Verminderung. Diese Schwankungen der Sonnenscheindauer stimmen sehr genau mit den Schwankungen des Einsinkens und der Bewegung nach unseren Diagrammen für die einzelnen Steinlinien überein. Insbesondere deutlich und maßgebend ist die Schwankung der Sonnenscheindauer im Frühjahr und Sommer.

Auffallend ist, daß sich die Schwankungen des Niederschlags mit Maximum bzw. Minimum im Herbst und Winter und die Schwankungen der Sonnenscheindauer mit

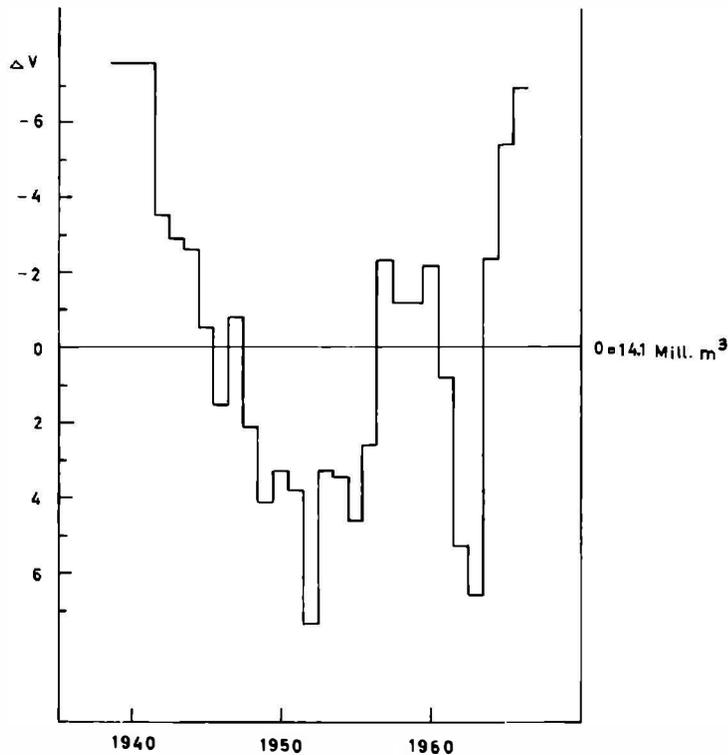


Fig. 6. Mittlere fünfjährig übergreifende Abweichung vom Mittel 1936–1968 für den Massenverlust des Zehrgebietes der Pasterze.

Maximum bzw. Minimum im Frühjahr und Sommer zu ergänzen scheinen und sich im Verlauf der Schwankungen des Einsinkens und der Bewegung an der Pasterze äußern.

#### 4. Die Ergebnisse des Firnprofils

Seit dem Jahre 1948 wird nach Möglichkeit alljährlich die Höhenlage der Firnoberfläche in einem rund 1,5 km langen Profil eingemessen, das seinen Ausgangspunkt beim Steinmann in 3032 m auf dem breiten Schuttrücken ober der Oberwalderhütte hat. Es erstreckt sich von diesem Punkt nach Westen. Da Johannesberg und Eiskögele als Visierpunkte dienen, ist bei Nebellage eine Messung nicht möglich. Sie unterblieb daher bis heute fünfmal.

Die Nachmessung ergab von 1949 bis 1951 im Mittel aller Punkte ein mäßiges Einsinken der Firnoberfläche, von 1952 bis 1957 ein leichtes Ansteigen, von 1958 bis 1964 zumeist Einsinken. 1964 bis 1966 ergab sich eine exzessive Erhebung von 10,2 m, 1966/67 ein ebenso bedeutendes Einsinken von 6,8 m.

Der Firnschwund bis 1951 prägt sich im Einsinken der Gletscheroberfläche und der Bewegungsverminderung sehr gut aus. Die Erscheinungen verschieben sich, wie die Abb. 3–5 zeigen, im Laufe einiger Jahre von der Burgstall-Linie zur Sattellinie. Allerdings lassen sich die Beziehungen nicht von Jahr zu Jahr, sondern nur in fünfjährig übergreifenden Mittel verfolgen.

Zwischen 1948 und 1964 betrug das Einsinken bzw. Anschwellen im Jahr nur rund 1–2 m. Zusammengefaßt stand in diesen Jahren einem Gewinn von 4,6 m ein Verlust von 9,6 m gegenüber. Der Umschwung setzte wie erwähnt 1964 ein. Trotzdem stehen für die Zeit von 1949/1968 einem Gewinn von 14,8 m Verluste von 21,6 m gegenüber.

Selbstverständlich sind die so gewonnenen Werte zur Aufstellung einer Bilanzrechnung nicht geeignet. Sie können nur die Tendenz der Firnoberfläche im Bereich der Linie angeben. Jedenfalls zeigt sich im Verlauf der vergangenen 20 Jahre ein mannigfaches Auf und Ab der Firnoberfläche, im gesamten Ergebnis aber doch nur eine geringfügige Änderung der Höhenlage, die kaum den großen Verlust im Zehrgebiet rechtfertigt. Wenn man die beiden AV-Karten der Pasterze 1924 und 1964 vergleicht, zeigt sich ebenfalls neben den gewaltigen Verlusten des Zehrgebietes im Nährgebiet kaum eine Änderung der Oberfläche. Die entsprechenden Höhenlinien der Karten verlaufen größtenteils gleich, ja an einzelnen Stellen zeigen sie seit 1924 sogar eine Aufhöhung des Firns.

## 5. Der Eisverlust der Pasterze

Neben dem Rückgang des Zungenendes, dem Einsinken und der Bewegung interessiert die Allgemeinheit, aber auch den Hydrologen und Glaziologen, der Eisverlust der Gletscher. Er läßt sich aus dem Vergleich zweier genauer Karten, als welche die beiden AV-Karten 1924 und 1964 wohl bezeichnet werden können, oder für kürzere Zeiträume aus dem Mittel des Einsinkens des Zehrgebietes von Jahr zu Jahr, feststellen, wobei die Veränderungen im Nährgebiet unberücksichtigt bleiben, nach obiger Darstellung aber auch sehr gering sind. Im Nährgebiet müssen Methoden angewendet werden, über deren Ergebnisse in diesem Band H. TOLLNER berichtet.

Den Massenverlust des gesamten Gletschers von 1856 bis 1924 hat bereits V. PASCHINGER (1948, S. 115) zu 808 Millionen  $m^3$  bestimmt. Die Berechnung wurde auf Grund der Eintragung der Ufermoräne von 1856 auf die AV-Karte 1924 durchgeführt. Der mittlere Jahresverlust stellt sich danach auf fast 12 Millionen  $m^3$ .

Von 1924 bis 1964 ergab sich nach den beiden AV-Karten ein Eisverlust von 490 Millionen  $m^3$ , der fast nur das Zehrgebiet betrifft. Wie erwähnt, sind die Veränderungen im Nährgebiet, soweit sie die beiden Karten zeigen, sehr gering. Allerdings macht die Auswertung der Meßbilder im Nährgebiet gewisse Schwierigkeiten. Nach der obengenannten Zahl ergibt sich ein jährlicher Eisverlust von ebenfalls 12 Millionen  $m^3$  im Mittel, der einem jährlichen mittleren Einsinken des Gletschers von 60 cm entspricht. Zum ganz gleichen Ergebnis (61 cm) kommt R. FINSTERWALDER für die Zeit 1920/1950 auf Grund einer Reihe anderer Ostalpengletscher (1953, S. 215).

Eine Bestimmung des jährlichen Massenverlustes im Zehrgebiet wurde an der Pasterze erst durch die Anlage der drei Steinlinien möglich. Das Mittel ihres Einsinkens läßt für das Zehrgebiet bis etwa 2600 m Höhe (es sind 6  $km^2$ ) ein Maß des Verlustes ermitteln. So liegen seit 1936/37 entsprechende Werte vor. Abgesehen vom Jahre 1965/66 weisen alle Jahre ein Einsinken und damit einen mehr oder weniger großen Massenverlust auf. Die fünfjährig übergreifenden Mittel ergeben eine starke Zunahme der Eisverluste von 1939/1941 an mit geringen Rückschlägen bis 1953. Mit diesem Jahr beginnen, wie auch hinsichtlich des Einsinkens jeder der Steinlinien, 8–10 Jahre geringer Verluste, um 1963 wieder ein hohes Ausmaß zu erreichen. Damit wird das Abschmelzen aber wesentlich geringer, während zugleich die Bewegungsgeschwindigkeit in allen Linien zunimmt.

Für die Zeit 1946 bis 1968 ergibt sich aus den Querprofilen für das Zehrgebiet bis 2600 m ein Massenverlust von rund 410 Millionen  $m^3$ , das sind pro Jahr fast 13 Millionen  $m^3$  Eis. Die Zahl steht in guter Übereinstimmung mit der oben auf den AV-Karten erhaltenen Größe.

## 6. Zusammenfassung

Die Veränderungen an der Pasterze konnten im besprochenen Zeitraum durch den Ausbau der Beobachtungsmöglichkeiten in zunehmendem Maße durch Nachmessungen erfaßt werden; sie waren sehr bedeutend.

Recht wesentlich war der Längenverlust, besonders an der orographisch linken moränenfreien Seite. Zwei Zeiträume sehr starken Rückschmelzens um 1930 und 1950

heben sich aus den Zeiträumen geringeren Rückschmelzens nach 1920, um 1940 und um 1955 hervor. Dabei ist eine sehr bedeutende Parallele mit den Schwankungen der Lufttemperatur für Bergstationen bei Anwendung fünfjährig übergreifender Mittel zu ersehen. Eine strenge Periodizität läßt sich kaum ableiten. Das stärkere Rückschmelzen des moränenfreien Gletscherteiles gegenüber dem moränenbedeckten kam erst in den beiden letzten Jahrzehnten zur Geltung. Die Firnnaht hat auf dieses ungleiche Zurückschmelzen des Gletscherendes keinen Einfluß; sie verläuft im Bereich des moränenfreien Gletscherteiles.

Die Veränderungen im Einsinken der Gletscheroberfläche und ihrer Bewegungsgeschwindigkeit konnten in größerem Umfang erst durch die Einrichtung von Steinlinien erhalten werden. Dabei ergab sich in den drei großen Querlinien, wie zu erwarten, ein gewisses Parallellaufen der Erscheinungen. Ein verstärktes Einsinken war kurz nach 1950 und nach 1960 zu beobachten. Um das Jahr 1960 selbst hingegen ergab sich eine bedeutende Minderung, die nur in der damals schon fast abgeschmolzenen Sattellinie nicht hervortrat. Hinsichtlich der Bewegung ist das Bild in charakteristischer Weise ein wenig anders. Alle drei Steinlinien zeigen eine beträchtliche Abnahme der Geschwindigkeit, bis 1955 in der Burgstall-, bis 1958 in der Seeland- und bis 1960 in der Sattellinie. Seither nimmt die Geschwindigkeit in allen Linien wieder zu. Einsinken und Geschwindigkeitsabnahme, umgekehrt Hebung der Gletscheroberfläche und Geschwindigkeitszunahme, gehen aber nicht durchaus parallel. Während in der Burgstall-Linie das Minimum der Bewegung dem Maximum des Einsinkens nach 3 Jahren folgte, so in der Seelandlinie nach 6 Jahren, als das Einsinken bereits wieder geringer wurde.

In allen diesen Veränderungen spielte die den Gletscher in zwei Teilströme trennende Firnnaht keine Rolle. Die Gebiete größter Eisgeschwindigkeit und größten Eisschwundes liegen bald rechts, bald links der Naht. Es sind heute wohl alle Vorgänge zu langsam, als daß sich die Trennung in zwei Teilströme auswirken würde.

Die Höhenschwankungen des Firnprofils (die Bewegung wird nicht ermittelt) spiegeln sich in grober Verallgemeinerung im Verhalten der Steinlinien wieder. Allerdings prägen sich nur bedeutende Schwankungen des Firnprofils im Zehrgebiet aus. Die starke Firnanhäufung im Jahre 1964/1966 kommt sehr deutlich in einer Abnahme des Einsinkens, ja sogar in einem Anstiegen der Gletscheroberfläche und in einer weiteren Zunahme der Bewegungsgeschwindigkeit, zum Ausdruck. In den zwei Jahrzehnten der Beobachtung überwiegt im Firnprofil in der Summe der Werte recht bedeutend das Einsinken. Das Rückschmelzen des Gletscherendes wird durch die Schwankungen der Firnverhältnisse nur in extremen Fällen, wie 1964/1966, beeinflußt. Die fast völlige Unabhängigkeit des Rückschmelzens zeigt, daß der Gletscher für seine derzeitige Ernährung zu lang ist.

Wie seit Jahrzehnten in jedem Messungsbericht betont werden mußte, besteht bei den derzeitigen Ernährungsverhältnissen keine Aussicht auf ein Vorrücken des größten Ostalpengletschers. Große Zuwachswerte im Nährgebiet geben gewisse neue Impulse, aber sie erreichen nur in den wenigsten Fällen das Zungenende. Ein Anschwellen der Gletscheroberfläche durchläuft den Eiskörper in wenigen Jahren, verebbt häufig schon vor dem Gletscherende und wird von einem um so stärkeren Einsinken gefolgt.

So ist, wie viele große Gletscher, die Pasterze heute nur mehr ein schwaches, aber doch immer noch imponantes Abbild früherer Hochstände.