

# Fünf Jahre Pasterzenmessungen 1952-1956

Von Herbert PASCHINGER, Innsbruck

Der letzte zusammenfassende Bericht über die jährlich durchgeführten Nachmessungen an der Pasterze erschien im 142. Jg. dieser Zeitschrift i. J. 1953 (5). Dort gab der Verfasser auch eine Übersicht über die Lage der einzelnen Profile (Steinlinien) an Hand eines Kärtchens. Für jedes einzelne Jahr sind die Ergebnisse der Nachmessungen in der Zeitschrift für Gletscherkunde und Glazialgeologie veröffentlicht (6). Die Messungen finden gewöhnlich zur Zeit der im allgemeinen größten Ausaperung der Gletscher, Ende August oder Anfang September, statt. Die im folgenden besprochene Periode umfaßt den Zeitraum vom Herbst 1951 bis Herbst 1956.

## A. Schnee und Firn

Die Periode der letzten fünf Jahre zeichnet sich durch relativ kühle und feuchte Sommer aus. Einerseits lag die Firnlinie tiefer als in den Jahren vor 1952, anderseits fiel öfter auch im Sommer tief herab Neuschnee und verhinderte durch einige Zeit die Ablation. So lag die Firnlinie während der Nachmessungen im Durchschnitt zwischen 2700 und 2900 m. In manchen Jahren gab es apere Stellen bis über 3000 m hinauf, zugleich aber lag Winterschnee an schattigen Stellen bis 2500 m herab, im Sommer 1955 sogar bis 2100 m. Das Felsgelände war meist bis 3000 m herab verschneit. Jedenfalls lag der Schnee in größeren Mengen und tiefer herab als im vorhergehenden Jahrfünft. Besonders schneereich waren die Sommer 1954 und 1955, während der Sommer 1956 wieder stärkere Ausaperung brachte. Sehr trockene Sommer, wie sie vor 1951 mehrfach auftraten, gab es diesmal nicht. So hatten sich die Ernährungsverhältnisse der Gletscher gebessert.

## B. Markennachmessungen

Wie bisher wird die Lage der Gletscherstirne durch eine Reihe von Marken kontrolliert, indem durch einfache Bandmessungen von einem Fixpunkt am festen Fels aus das Vor-, bzw. Zurückgehen der Gletscherfront festgestellt wird. Neue Marken werden grundsätzlich in der Richtung der alten, schon zu weit vom Gletscherrand entfernten angelegt. In den vergangenen 5 Jahren ging der Gletscher an keiner einzigen Marke vor. Es würde zu weit führen, die Werte für jede einzelne Marke und jedes Jahr anzugeben. Die fünfjährigen Summen der jährlichen Rückgänge der Gletscherfirne und das Jahresmittel mögen genügen.

Marke	4C(D)	5E(F)	9F(G)	16A(B)	11C(D)	12C(D)	W(Y)	Mittel
Rückgang								
1951/56	-53,9	-72,2	-68,4	-47,7	-60,8	-49,6	-42,0	-57,7
Mittel für								
1 Jahr	-10,8	-14,4	-13,7	-9,5	-12,1	-9,9	-8,4	-11,5

Die Rückgänge sind nicht sehr bedeutend (Mittel für 1 Jahr 11,5 m, im letzten Jahr fünf 13,2 m). Das Zurückweichen der Gletscherstirn hat nachgelassen und war 1954/55 besonders gering. Aber das Rückschmelzen ging doch weiter. Der Gletscher hat etwa 20.000 m<sup>2</sup> Boden freigegeben (im letzten Jahr fünf 23.000 m<sup>2</sup>). Während bis in die letzten Jahre noch ein Eislappen in die Möllschlucht hing, ist diese jetzt ganz eisfrei, und die Möll entspringt auf ebenem Boden. Das Zungende ist nicht nur kürzer geworden, sondern auch sehr dünn. Noch vor 5 Jahren war es relativ steil und massig. Immerhin zerfällt es nicht mehr in dem Ausmaße wie früher. Im Rückschmelzen gibt es immer neue, mit Schutt und schönen Schrammen übersäte Rundhöcker, darunter auch viele Quarzköpfe, frei. Während früher das linke, in die Möllschlucht reichende Ende die äußerste Spitze des Gletschers darstellte, so jetzt der rechte, moränenbedeckte Zungenteil, der in einer bis 15 m hohen Eiswand endet. Er überragt den moränenfreien Zungenteil schon um 10–20 m und schmilzt als schmutziggraue Eiswand zurück. Der Felsboden verflacht sich unter dem Gletscher bereits, und man sieht subglaziale Schmelzwässer der Möll zufließen. Die Veränderungen an der Gletscherzunge werden jedes Jahr von bestimmten Punkten aus auch im Lichtbild festgehalten.

Am stärksten war der Zerfall des Eises nach wie vor unter dem Hohen Sattel. Dort treten manches Jahr bedeutende Gletscherspalten auf, die im nächsten Jahr wieder verschwunden sind. Bei Marke 4 unter der Franz-Josef-Höhe apert immer mehr Rundhöcker heraus; der Eisrand ist hier steil, fast wandartig. Unter dem Promenadeweg ging der Eisrand unbedeutend zurück. Das Toteis in den sonnseitigen Moränen ist nun fast abgeschmolzen. Den moränenbedeckten Gletscherteil kennzeichnen viele Gruben und Spalten, er schmilzt verhältnismäßig rasch ab. Sandkegel entstehen und zerfallen, immer mehr wächst die Seiten- und Mittelmoräne über den schutfreien Gletscherteil hinaus.

Überall aber waren die Verfallserscheinungen geringer als im vorhergehenden Jahr fünf.

Die drei der Pasterze benachbarten kleinen Gletscher, Wasserfall-, Freiwand- und Pfandelschartenkees, hatten diesmal nur sehr geringe Rückgänge. Die meiste Zeit blieben sie unter Schnee verborgen, im Jahre 1955 konnte deshalb überhaupt keiner von den dreien vermessen werden. Sie zeigten besonders deutlich die tiefe Lage der Schneegrenze in den Jahren 1954 und 1955 an. Im ganzen gingen aber auch diese gut geschützten Gletscher etwas zurück. Felsfenster haben sich vergrößert, und nichts deutet auf ein Vorrücken

hin. Man geht heute am Weg zur Oberwalderhütte lange auf Moränenboden, der vor 10–20 Jahren noch von Eis bedeckt war. Das Freiwandkees hat sich auf eine Felsstufe zurückgezogen und verändert nun seine Länge kaum, weist aber viele Spalten und Sandkegel auf. Das Pfandschartenkees, das einen großen Teil seines Nährgebietes verloren hat, taucht seine Zunge teilweise in einen Moränensee.

### C. Das Einsinken der Gletscheroberfläche in den Profilen

Wichtiger und für die Ernährungslage des Gletschers kennzeichnender als der Rückgang des Zungenrandes ist das Einsinken oder die Aufhöhung der Gletscheroberfläche in bestimmten Profilen, die schon seit Jahrzehnten jedes Jahr nachgemessen werden. Es ist hier in der Zusammenfassung von fünf Jahren nicht möglich und auch nicht nötig, jeden einzelnen Punkt der fünf Profile, die durch kleine, numerierte Steinplatten markiert sind, in seiner Höhenänderung anzugeben. Die Angabe der Werte erfolgt für jede Linie von der rechten zur linken Gletscherseite (von der Schatt- zur Sonnseite).

Sattellinie (ca. 2100 m):

	Stein	1	2	3	4	5	6	Mittel
Einsinken 1952/56		16,6	17,6	16,8	30,0	28,1	31,3	21,9
Jahresmittel		3,3	3,5	3,4	6,0	5,6	6,3	4,4

Das Einsinken betrug fast genau so viel wie im vorhergehenden Jahrfünft (Mittel 22,2 m). Nur der eine Unterschied besteht, daß die Steine 1–3 der Schattseite nicht mehr so stark eingesunken sind, dafür die sonnseitigen umso mehr. Der moränenbedeckte Zungenteil wächst hier im Profil besonders deutlich immer weiter über den moränenfreien heraus: Der Höhenunterschied betrug 1951 18,7 m, 1956 aber 20 m.

Seelandlinie (ca. 2300 m):

	Stein	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Einsinken											
1952/56		9,9	9,8	10,3	7,7	13,5	14,8	15,9	15,2	16,4	16,1
Jahresmittel		2,0	2,0	2,1	1,5	2,7	3,0	3,2	3,0	3,3	3,2
				Stein	11	12	13	Mittel			
Einsinken 1952/56					16,7	18,3	21,4	14,5			
Jahresmittel					3,3	3,7	4,3	2,9			

Das Profil sank wie immer regelmäßig von der Schatt- zur Sonnenseite zunehmend ein, wodurch die Schiefstellung der Gletscheroberfläche fortschreitet. Des mittlere Einsinken war gegenüber dem vorigen Jahrfünft mit 2,8 m fast unverändert.

Burgstall-Linie (ca. 2450 m):

	Stein 9	8	7	6	5	4	3	2	1	Mittel
Einsinken										
1952/56	12,6	12,9	12,8	11,9	10,0	9,5	9,3	10,0	11,6	10,7 m
Jahresmittel	2,5	2,6	2,6	2,4	2,0	1,9	1,9	2,0	2,3	2,1 m

Auch diese Linie sank regelmäßig ein. Bemerkenswert ist, daß die mittleren Steine 2 – 5 das geringste Einsinken zeigen. Der Grund liegt in der hier noch ziemlich bedeutenden Bewegung der Eismasse, die immer wieder neues Eis heranzführt. Im Mittel war hier das Abschmelzen mit 2,5 m im vorigen Jahrfünft größer als in diesem.

So wurden in den letzten Jahren bedeutende Einbußen in der Höhenlage der Gletscherzunge festgestellt. Nur an wenigen schuttbedeckten Stellen gab es gelegentlich positive Werte. Besonders groß war das Einsinken im Jahre 1953/54; die Sattellinie sank um 5,3 m, die Seelandlinie um 5,4 m ein. Das nächste Jahr hingegen brachte die geringsten Werte seit vielen Jahren mit 1,7 m an der Sattellinie und 0,8 m an der Seelandlinie. Aber diese Erholung war nur von kurzer Dauer. Schon 1955/56 betrug das Einsinken wieder 3 – 5 m. Der Sommer 1956 war eben wesentlich sonniger als der des Jahres 1955.

Das Profil über das untere Hofmannskees konnte schon 1953 nicht mehr nachgemessen werden, da die Seitenmoräne mit dem Standplatz durch das starke Einsinken der Eiszunge abgerutscht war. Eine Wiederherstellung des Standplatzes ist nicht möglich. Überdies ist die Verschuttung der Zunge derart groß geworden, daß erst 100 m über der alten Linie das Eis sichtbar wird.

Die Linie D am Kleinen Burgstall in 2700 m zeigte 1952 zum ersten Mal seit Jahren wieder ein Ansteigen der Gletscheroberfläche um 1,8 m an. Das Ansteigen währte, ausgenommen 1953/54, auch die folgenden Jahre, und es ergab sich im Jahrfünft eine Aufhöhung der Gletscheroberfläche um 4,1 m, während im vorhergehenden Jahrfünft ein Einsinken von 6,9 m erfolgt war. Der kleine Gletscherarm mit Linie D, im Schatten der Glocknerwand gelegen und von dorthier ernährt, hielt sich zwar gut, hat aber für den Gesamthaushalt der Pasterze sehr wenig Bedeutung. Er macht sich nur im rechten Teil der Seelandlinie bemerkbar.

Die Linie am Hohen Burgstall, in rund 2800 m über einen Ausläufer des Riffelkeeses bei der Oberwalderhütte gelegt, zeigte durch vier Jahre ein Einsinken von insgesamt 3,6 m. Nur im feuchten Sommer 1955 ergab sich ein Ansteigen von 1,2 m. Dieser Gletscherarm, der seit Jahren keinen Zusammenhang mit dem Wasserfallkees mehr hat, ist ein anschauliches Sinnbild des Gletscherverfalls.

Das Firnprofil in rund 3000 m konnte 1954 und 1956 wegen ungünstiger Witterung nicht nachgemessen werden. In den übrigen drei Jahren ergab sich ein Anstieg des Firns um rund 2 m. Dieser war gerade noch ausreichend, um auch einzelne Teile des Zehrgebietes nahe der Firnlinie anschwellen zu lassen, z. B. den Gletscherarm am Kleinen Burgstall. Niemals aber könnte sich dieser ganz geringe Zuwachs in einem Vorrücken der Pasterze äußern. Immerhin sank der Firn im vorigen Jahrfünft von 1949–1951 um 3,9 m ein, im letzten Jahrfünft aber hob er sich.

#### D. Die Bewegung der Pasterze

Die jährliche Bewegung, gemessen an den jedes Jahr neu ausgelegten und markierten Steinplatten in den einzelnen Linien, kann hier nicht in ausführlichen Tabellen für jedes Jahr und jeden Stein gebracht werden. Die Mittelwerte für die einzelnen Linien und Jahre dürften genügen. Diese Werte repräsentieren sehr gut die Bewegung aller Steine der Linien.

##### Mittel der Bewegung in den einzelnen Linien:

	Jahresmittel						
	1951/52	1952/53	1953/54	1954/55	1955/56	1951/56	1946/51
Sattel-L.	12,3	9,6	9,7	9,5	10,7	10,4	13,3
Seeland-L.	15,1	17,7	20,0	16,3	15,5	16,9	21,3
Burgstall-L.	34,3	32,9	29,7	30,7	33,7	32,3	36,5

Die Bewegung der Pasterze hat gegenüber dem vorletzten Jahrfünft beträchtlich abgenommen, wie die Vergleichszahlen von 1946/51 zeigen. Dies ist nicht verwunderlich, wenn man die seit herige bedeutende Mächtigngkeitsabnahme der Pasterze kennengelernt hat. Sehr gering war die Bewegung 1954/55. Niemals ist die Veränderung der Geschwindigkeit von Jahr zu Jahr in allen drei Profilen gleichartig. Die Seelandlinie hatte z. B. i. J. 1953/54 die relativ bedeutende Geschwindigkeit von 20,0 m im Durchschnitt, die Burgstall-Linie zugleich die geringste ihrer bisherigen Geschichte (29,7 m). In den letzten Jahren zeigt wenigstens die Burgstall-Linie einen gewissen Bewegungszuwachs, der mit der Verbesserung der Firnlage zusammenhängen dürfte. Für alle Linien gilt, daß die Geschwindigkeit am Ende des Jahrfünfts ungefähr gleich ist wie am Beginn. Im Hinblick auf die Größe des Gletschers ist die Bewegung als sehr schwach zu bezeichnen.

Die Linien am Kleinen und Hohen Burgstall konnten bezüglich ihrer Bewegung wegen ungünstiger Schneelage nur in den Jahren 1952, 1955 und 1956, und auch nur zum Teil, nachgemessen werden. Hier ergab sich ein Höhepunkt der Bewegung i. J. 1954/55. Die Bewegung ist in diesen hochgelegenen Linien allgemein gering und beträgt nur wenige Meter im Jahre.

## E. Ablationsmessungen

Die kurzfristige Ablation während der wenigen Tage der Nachmessungen wurde wie bisher mit Hilfe kleiner Bohrlöcher im Bereiche der drei großen Profile ermittelt. Die Zahlen sind von Jahr zu Jahr kaum vergleichbar, da sie verschiedenen langen Zeiträumen und verschiedenen Witterungsperioden angehören. Es zeigte sich wieder, daß bei Strahlungswetter oder föhnigen Südwinden die Ablation sehr hoch werden kann und noch in 2500 m etwa 95 mm im Tag erreicht. An solchen Tagen kann auch die Ablation in größeren Höhen bedeutender sein als in tieferen Lagen (z. B. 1952 und 1956). An Regentagen sind die Unterschiede zwischen 2100 m und 2500 m sehr gering, die Ablationswerte aber oft bedeutend.

Extrem hohe Werte wurden in diesem Jahrfünft nicht erreicht. Vor allem waren die Nächte sehr kühl und der Himmel tagsüber sehr häufig bedeckt.

## F. Zusammenfassung

So hat sich die Ernährungslage der Gletscher in der Pasterzenumgebung in den letzten fünf Jahren etwas gebessert, ist aber noch lange nicht glänzend zu nennen. Ein, wenn auch etwas verzögertes Dahinschwinden war allgemein zu beobachten. Der schwache Versuch einer Auffüllung der Firnfelder hat sich lokal ausgewirkt, aber in keiner Weise den ganzen Gletscher beleben können.

Der Eisverlust der Pasterze läßt sich von Jahr zu Jahr für die etwa 6 km<sup>2</sup> große Zungenfläche durch das mittlere Einsinken der drei großen Profile annähernd bestimmen. Die Gletscherzunge verlor 1951/52 17, 1952/53 18, 1953/54 26, 1954/55 4,8 und 1955/56 21 Mill. m<sup>3</sup>, im Jahrfünft demnach 87 Mill. m<sup>3</sup>, im Mittel eines Jahres 17,5 Mill. m<sup>3</sup> an Masse. Im vorhergehenden Jahrfünft waren es aber 91,2 Mill. m<sup>3</sup>, bzw. im Jahresmittel 18,2 Mill. m<sup>3</sup>.

Aus all dem ergibt sich, daß die kühlen und niederschlagsreichen Sommer den Schwund des Gletschers zwar verzögerten, aber niemals die erschöpften Nährgebiete wieder auffüllen konnten. Eine grundlegende Besserung des Gletscherhaushaltes ergab sich nicht. Der Rückgang der Pasterze hat im vergangenen Jahrfünft wohl nachgelassen, geht aber weiter vor sich.

Das Schmelzwasser der Pasterze und der kleineren Gletscher ihrer Umgebung wird seit Inbetriebnahme des Margaritzenspeichers 1953 zur Gänze den Kapruner Werken zugeführt. Seit dem Jahre 1955 trägt auch der Leiterbach zur Wasserspeicherung bei.

## G. Neue Pasterzenliteratur

Die Pasterze hat in den letzten Jahren zu mannigfacher wissenschaftlicher Arbeit angeregt.

So zeigt H. FRIEDEL an Hand einer Schneekartierung in der Pasterzenumgebung, wie sehr im Hochgebirge der Wind an der Ver-

teilung der Niederschläge, besonders des Schnees, mitbestimmend ist (2).

H. TOLLNER behandelt Wetter und Klima im Glocknergebiet. An Hand eines speziellen Falles führt das Buch in die Probleme des Hochgebirgsklimas überhaupt ein (8).

Kurz geht auf die Pasterze in einer längeren Arbeit über den Gletscherrückgang R. FINSTERWALDER ein (1).

W. SCHWARZACHER und N. UNTERSTEINER untersuchten das Gefüge der Pasterze, um der Beziehung zwischen Feinbänderung und Bewegung näher zu kommen (7, 9).

In jüngster Zeit gelang es, die ausgezeichnete Arbeit von H. FRIEDEL über die Vegetation im Pasterzengebiet, im besonderen über die Vegetationsentwicklung im seit 100 Jahren gletscherfrei gewordenen Gebiete, mit einer vielfarbigem großen Vegetationskarte herauszubringen (3).

Im Jahre 1955 führte, wie schon zusammen mit H. MOTHEES bereits 1929, B. BROCKAMP im Bereiche der Seelandlinie seismische Tiefenmessungen durch.

Auf den Eisschwund der Pasterze in längerem Zeitraume geht kurz V. PASCHINGER ein (4).

Die Pasterze ist also nach wie vor ein bevorzugtes Forschungsobjekt.

#### Literaturverzeichnis

- (1) FINSTERWALDER, R.: Die zahlenmäßige Erfassung des Gletscherrückganges in den Ostalpen. Ztschr. f. Gletscherkunde und Glazialgeologie, Bd. II/2, 1953, S. 189—239.
- (2) FRIEDEL, H.: Gesetze der Niederschlagsverteilung im Hochgebirge. Wetter und Leben, 4. Jg., 1952, S. 73—86.
- (3) FRIEDEL, H.: Die Alpine Vegetation des oberen Mölltales (Hohe Tauern). Erläuterung zur Vegetationskarte der Umgebung der Pasterze (Großglockner). 153 S., 18 Abb., 12 Bildtafeln, Tabellen, eine Vegetationskarte 1 : 5000. Wissenschaftliche Alpenvereinshefte, Nr. 16, Innsbruck, Univ.-Verlag Wagner, 1956.
- (4) PASCHINGER, V.: Vom Gletscherschwund in den Hohen Tauern im Hinblick auf die Wasserspende. „Unser Wasser“, VDG-Mitteilungen, 1956, H. 2/3, S. 9—11.
- (5) PASCHINGER, H.: Fünf Jahre Pasterzenmessungen 1947—1951. Festschrift für Dr. Viktor Paschinger, Car. II, 142. Jg., Klagenfurt 1953, S. 7—15.
- (6) PASCHINGER, H.: Nachmessungen an der Pasterze. In: Ztschr. f. Gletscherkunde u. Glazialgeologie. Für 1951 u. 1952: Bd. II/2, 1953, S. 343—352; für 1953: Bd. III/1, 1954, S. 106—112; für 1954 u. 1955: Bd. III/3, 1957, S. 381 bis 390.
- (7) SCHWARZACHER, W., und UNTERSTEINER, N.: Zum Problem der Bänderung des Gletschereises. Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wiss. Wien, m.-n. Kl., Abt. II a, 162. Bd., 1953, S. 111—145.
- (8) TOLLNER, H.: Wetter und Klima im Gebiet des Großglockners. 14. Sonderheft der Carinthia II, Klagenfurt 1952, 136 S., Abb.
- (9) UNTERSTEINER, N.: Über die Feinbänderung und Bewegung des Gletschereises. Archiv f. Meteorologie, Geophysik u. Bioklimatologie, Serie 1, Bd. 7, 1954, S. 231—242.

Anschrift des Verfassers: ao. Univ.-Prof. Dr. Herbert Paschinger, Innsbruck, Universität, Geographisches Institut.