

## Die Nachmessungen an der Pasterze von 1879 bis 1990

Von Herwig WAKONIGG, Graz

### *Inhalt*

1. Einleitung
2. Die Ära F. SEELAND 1879-1900
3. Die Ära H. ANGERER 1901-1921
4. Die Ära V. PASCHINGER 1924-1946
5. Die Ära H. PASCHINGER 1947-1959
6. Die Ära H. AIGELSREITER 1960-1970
7. Die Ära H. WAKONIGG 1971-1990
8. Zusammenfassender Überblick
9. Ausblick
10. Benutzte Quellen

### *1. Einleitung*

Mit dem Jahr 1991 ist es genau 111 Jahre her, daß von F. SEELAND zum ersten Mal Nachmessungen an der Pasterze angestellt wurden. Bis heute waren dann weitere fünf Beobachtergenerationen am Werk, die diese Messungen fortgeführt haben, wobei die Ergebnisse in fast 100 Einzelberichten und etwa einem Dutzend Sammelpublikationen niedergelegt wurden. Insgesamt blieben dabei nur drei Jahre ganz ohne Beobachtung (1922, 1923, 1945) bzw. weitere acht Jahre ohne verfügbare Jahresberichte, d.h. mit mehr oder weniger bruchstückhaften Informationen (1900, 1919-21, 1942-44, 1970), was doch einen

recht guten Überblick über das Verhalten dieses österreichischen Pardegletschers ermöglicht. Der Jubilar, selbst viele Jahre mit den Nachmessungen befaßt, hat nun in jüngerer Vergangenheit dem Verfasser gegenüber mehrmals den Wunsch geäußert, daß alle bisherigen Messungen in einer übersichtlichen Zusammenfassung publiziert werden sollten. Anläßlich der Planung dieser Festschrift hat sich der Verfasser gerne dieser Aufgabe unterzogen, wobei als Hauptschwierigkeit eigentlich nur das Problem der Konzentration der Überfülle der verfügbaren Informationen in einen noch zumutbaren Umfang genannt werden muß. Erfreulich dagegen die ausgezeichnete und gut verfügbare "hausinterne" Quellenlage, die in keinem Fall externe Nachforschungen nötig machte.

Bei den angesprochenen Nachmessungen handelt es sich ausschließlich um jährlich nach möglichst gleichbleibenden Prinzipien wiederholte Kontrollmessungen bezüglich der Länge (Vorstoß-Rückzug), Höhe der Oberfläche (Aufhöhung-Einsinken) und des Jahresweges an der Oberfläche der Pasterze (dazu Längenkontrolle an einigen Nachbargletschern), welche etwa seit der Jahrhundertwende unter der Patronanz des Österreichischen Alpenvereins stehen. Alle sonstigen auf und an der Pasterze durchgeführten seriellen Messungen, etwa die der Akkumulation, Ablation, Niederschläge, Abflüsse, Seesedimentation und Lufttemperatur müssen hier unberücksichtigt bleiben, doch ist deren Zusammenfassung für einen späteren Zeitpunkt geplant. Schließlich sei noch auf die zahlreichen Einzelbeobachtungen und -messungen verwiesen, wie z.B. Echolotungen, kartographische Aufnahmen, Tracerversuche u. dergl., welche hier ebenfalls unberücksichtigt bleiben müssen, genauso wie die ersten Pionierarbeiten der Gebrüder SCHLAGINTWEIT in den Jahren 1846 und 1848.

Die folgende Zusammenstellung wird zur besseren Übersicht chronologisch nach den Zeitabschnitten der sechs Hauptbearbeiter gegliedert, anschließend folgt ein Überblick über den Gesamtzeitraum in Form von graphischen Darstellungen. Weiters wird versucht, für alle Abschnitte die wichtigsten technischen und organisatorischen Belange, die wichtigsten auffallenden allgemeinen Veränderungen, sowie knappste Angaben bezüglich der gletscherrelevanten Witterung zu geben. Sonstige Ereignisse wie Straßen-, Kraftwerks- oder Hüttenbau im Umkreis der Pasterze bleiben unberücksichtigt.

## 2. *Die Ära F. SEELAND 1879-1900*

Ferdinand SEELAND (1822-1901) war zur Zeit seiner Arbeiten am Gletscher Hütteninspektor der Alpine-Montangesellschaft in Klagenfurt. Anläßlich eines Inspektionsbesuches im Auftrag des Dt. u. Österr. AV Ende September 1879 richtete er im Vorfeld der Pasterze vier Meßmarken, d.h. Markierungsstriche auf anstehendem Fels ein, von welchen, abweichend vom heutigen Usus, nicht entgegen der gedachten Fließrichtung, d.h. nicht die wahre Längenänderung gemessen wurde, sondern senkrecht zum Gletscherrand dessen allgemeine Lageänderung, also auch schräg zur Längsachse bzw. gedachten Fließrichtung. Somit geht ein Teil der Änderungsbeträge auf das Konto der Breitenänderung der Zunge, was bei der Bewertung der Ergebnisse beachtet werden muß. Erst seit den Beobachtungen ANGERER'S

wird zwischen Beträgen der tatsächlichen Längenänderung und Breitenänderung unterschieden. Weiters wurden die Marken jährlich neu in möglichst unmittelbarer Gletschernähe errichtet. H. ANGERER (1902: 241) bemerkt dazu: "Die Marken Seelands waren vorzugsweise auf das Einsinken des Gletschers berechnet und erscheinen heute wie die Sprossen einer Leiter an den steilen, unzugänglichen Felsgehängen". Eine der Marken wurde übrigens auf dem im Vorjahr (1878) zum ersten Mal im Eis sichtbar gewordenen "Elisabethfels" angelegt, wobei dieser Name ebenfalls von F. SEELAND (zu Ehren der österreichischen Kaiserin) eingeführt wurde. Der ersten Mitteilung SEELAND's ist auch eine Lageskizze beigegeben, die einzige veröffentlichte bis zum Meßbericht V. PASCHINGER's für 1934 (!).

Schon drei Jahre später, 1882, wurde von SEELAND das erste Querprofil über die Gletscherzunge zur Messung des Jahresweges errichtet: In Höhe der Hofmannshütte wurden in einer Richtung "nach Stunde 15 Grad 12 ", d.h. fast genau NE-SW ( $\alpha = 227^\circ$ ) in die Oberfläche des damals etwa 1500 m breiten Gletschers 20 Holzpflocke mit je 100 Schritt Abstand "getrieben" wobei über die Art der Visur bzw. Einmessung keine Angaben gemacht werden, doch ist der Einsatz eines Theodoliten eher unwahrscheinlich. Bei der nächsten Kontrolle Anfang Oktober 1884 konnte aber kein einziger der Holzpflocke gefunden werden, weshalb SEELAND vermutete, daß sie in Spalten gefallen oder von Schnee bedeckt seien. Er ließ daher sechs "größere Schiefersteine" aufstellen (!) "und mit einem kleinen Schacht aus Chloritschiefer umstellen", in der Hoffnung, daß sich diese "Steinmannln" besser erhalten würden als die vorigen Marken. Daß auch von diesen im Folgejahr kein einziges gefunden werden konnte, ist aus heutiger Sicht verständlich, zeigt aber so recht, wie wenig damals die Vorstellung über die tatsächliche Oberflächenabschmelzung entwickelt war, welche dort mit mehreren Metern pro Ablationsperiode in Rechnung zu stellen ist.

Immerhin konnte ein einziger Holzpflock in 900 m Abstand vom linken Gletscherrand gefunden werden, welcher in den vergangenen drei Jahren einen Weg von 145,6 m (48,5 m pro Jahr) zurückgelegt hatte. Die angegebene Seehöhe von 2344 m kann dagegen nur ein Irrtum sein; richtiger wäre wohl 2384 m, wenn man nur an einen Druck- oder Schreibfehler denkt. Um sein Auffinden im nächsten Jahr zu erleichtern, wurde "eine hölzerne Signalstange danebengesteckt", also neuerlich unter völliger Fehleinschätzung der oberflächlichen Abschmelzung.

Nachdem im Jahr 1886 sogar 6 Pflöcke und zwei Steine gefunden wurden, war es im Jahr 1887 wieder nur der "Pflock 8" in 1043 m Abstand vom linken Gletscherrand, womit es sich offenbar nicht um jenen Pflock bzw. Meßpunkt handelt, welcher 1895 gefunden wurde, obwohl dies später von H. ANGERER (1903: 220 ff.) vertreten wurde, welcher den Abstand von 1043 m für einen Irrtum und von der Hofmannshütte aus gerechnet ansieht. Die Frage der Übereinstimmung muß hier offen bleiben. Jedenfalls wurde der "Pflock 8" im Jahr 1887 "nach Art eines liegenden Kleehiefels armirt" (Abbildung im Bericht für 1887: 58) und auch in der Folgezeit meist gefunden und auch nur dieser allein weiter beobachtet.

Seit 1886/87 wurde auch das seitliche Zurückweichen der Gletscherzunge anhand einiger Marken zwischen Hofmannshütte und Franz-Josefshöhe beobachtet. Im Jahr 1894 wurden die Messungen wegen Verhinderung SEELAND's durch die Bergführer WALLNER und LACKNER durchgeführt, 1899 durch WALLNER und REINISCH und schließlich im Jahr 1900 wieder durch WALLNER und LACKNER, als es der Gesundheitszustand SEELAND's ihm selbst nicht mehr erlaubte. Immerhin war dieser mit 76 Jahren zum letzten Mal messend auf dem Gletscher gewesen. Wegen seines Todes wurden die Messungen des letzten Jahres erst von H. ANGERER ausgewertet und veröffentlicht, welcher seine eigenen Beobachtungen im Jahr 1901 begonnen hatte. Das Jahr 1900 wird hier aber noch der "Ära SEELAND" hinzugerechnet.

Die Meßergebnisse dieses Zeitraums werden in der folgenden Tabelle zusammengefaßt:

Tab. 1: Übersicht über die Meßergebnisse der "Ära SEELAND"

	mittlerer Rückzug in m		Jahresweg des "Pflöckes"	
	unten (4 Marken)	oben links (2 Marken)	gemessen	umgerechnet auf 365 Tage
1879/80	- 8,1	.	.	.
/81	- 6,4	.	.	.
/82	- 7,6	.	.	.
/83	- 2,1	.	145,6	48,5
/84	- 2,5	.		48,5
/85	- 5,6	.		48,5 (50,4)
/86	- 3,5	.	201,5	50,4
/87	- 5,9	- 4,6	41,1	41,4
/88	- 6,8	.	71,7	30,6 ?
/89	- 6,7	.		42,0
/90	- 7,8	- 3,3		154,5
/91	- 6,5	- 3,5	51,0	51,1
/92	- 8,7	- 2,2	48,7	47,5
/93	- 11,1	- 2,4	56,4	58,0
/94	- 12,2	0,0	46,4	42,7
/95	- 6,5	- 2,4	49,0	52,9
/96	- 8,7	+ 0,1	45,5	46,4
/97	- 10,2	- 0,3	44,5	48,5
/98	- 8,8	- 2,3	55,0	50,0
/99	- 6,9	- 2,5	61,9 ?	60,6 ?
1899/1900	.	.	33,8 ?	35,4 ?
Summe	-142,6	-23,4	(843,0)	845,0
Mittel	- 7,13	- 2,13	(46,8)	46,9

Die mitgeteilten Werte stehen abgesehen von der stärkeren Rundung in Übereinstimmung mit der Tabelle bei F. SEELAND (1899: 293) bzw. H. ANGERER (1902: 205). Die Werte für den Rückzug sind durchaus als schräge Distanzen auf den begrenzenden Felshängen anzusehen, wobei der horizontale Rückzug deutlich kleiner, der vertikale aber u.U. fast gleich groß ist wie der horizontale, was insbesondere für das seitliche Zurückweichen bei den zwei oberen Marken gilt. Bei den Jahreswegen sind jene für 1887/88 und 1898/99/1900 offensichtlich fehlerhaft, doch fällt auf, daß wenigstens die Summe der beiden letzten den Erwartungswert überraschend gut trifft. Bemerkenswert ist auch, daß der durchschnittliche Jahresweg keineswegs größer ist als zu Beginn der Achtzigerjahre des 20. Jahrhunderts im selben Profil, jedoch auf einem wenigstens 130 m dünneren Gletscher.

Was die sonstigen Beobachtungen anlangt, so sind die Mitteilungen SEELAND's insbesondere im Bericht für 1886 eine interessante und bei aller Knappheit reiche Quelle. Nach seinen Beobachtungen und z.T. in Ergänzung mit den Angaben der SCHLAGINTWEIT's scheinen folgende Veränderungen zeitlich gesichert:

Der zum Hochstand von 1856 führende Vorstoß setzte 1826/27 ein und betrug ca. 3,5 m pro Jahr. Durch ihn wird die Sumpfwiese im rechten Teil des "Unteren Keesbodens" (heute Margaritzenstausee) etwa 1835-36 zum "Grünen See" aufgestaut, 1840-42 wird der Elisabethfels vom Eis überfahren und der Grüne See "verdrängt", 1848-49 wird auch die baumbestandene Margaritze überfahren. Der "verdrängte" Grüne See soll dann erst 1879 endgültig ausgelaufen sein und somit 43-44 Jahre existiert haben. Durch den nach 1856 einsetzenden Rückzug taucht der Elisabethfelsen erstmals 1878, die Margaritze 1880 wieder auf, wodurch ersterer 36-38 Jahre, letztere 31-32 Jahre unter Eis begraben war. Bereits 1886 beträgt die Überhöhung des Elisabethfelsens über das unten anliegende Eis 51 m und 1898 wird der Pfandlbach ganz eisfrei. Aber schon 1882 wird das vertikale Einsinken der Gletscheroberfläche in der Höhe des Pfandlbaches mit 90 m, bei der Freiwand mit 70 m, bei der Franz-Josefshöhe mit 56 m und bei der Hofmannshütte mit 28 m angegeben. Daraus berechnet SEELAND einen Massenverlust von  $328,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  in 26 Jahren oder  $12,6 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  pro Jahr, was darauf hinweist, daß der Rückzug und Massenschwund nach einer "ziemlich stationären" Phase von 1856 bis 1860 (F. SEELAND, 1901: 144) recht unvermittelt und massiv eingesetzt haben dürfte. Nach einem ähnlichen Verfahren berechnet SEELAND (1901: 143) den Massenverlust für 1879-1899 mit  $426 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  oder  $21,3 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  pro Jahr. Zieht man für die drei Jahre, in denen sich die genannten Zeiträume überschneiden einen groben Mittelwert von  $51 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  ( $17 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  pro Jahr) ab, dann errechnet sich der gesamte Massenschwund zwischen 1856 (1860) und 1899 auf  $703,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  oder  $16,4 (18,0) \cdot 10^6 \text{ m}^3$  pro Jahr, was jeden Vergleich mit den stärksten Schwundperioden des 20. Jahrhunderts aushält.

Bei einer Höhe der Hofmannshütte von 2444 m, einer Höhendifferenz zur 1856er Ufermoräne von 32 m (H. ANGERER, 1907: 117) und zum Gletscher von 28 m ergibt sich für 1882 eine Höhe des Gletscherrandes von 2384 m, das ist 138 m über den Stand von 1990. Für das Jahr 1891 wird beim Pfandlbach bereits eine Höhendifferenz von knapp 121 m, das sind 3,45 m Einsinken pro Jahr, angegeben.

### 3. *Die Ära H. ANGERER 1901-1921*

HANS ANGERER (1871-1944), Lehrer in Klagenfurt, begann seine Arbeiten am Gletscher im Jahr 1901. Obwohl darin eher eine Kontinuität als eine Zäsur zu den Messungen SEELAND's zu sehen ist, benutzte ANGERER nun statt der Jahresmarken am Gletscherrand "Fixpunkte", von welchen alljährlich in einer bestimmten Richtung zum Gletscherrand gemessen wurde. Diese Fixpunkte sollten möglichst lange unverändert beibehalten werden. So wurden am "Unteren Pasterzenkees" 8 Marken, am "Oberen", d.h. am linken Gletscherrand 4 Marken eingerichtet und mit römischen Ziffern nummeriert, welche z.T. bis 1972 (!) weiterbenutzt wurden. Dazu wurde zwischen Marken mit Messung in Längsrichtung des Gletschers und den sonstigen unterschieden, wobei als erstere die Marken VII und XII (ANGERER, H., 1902: 245, 249), wahrscheinlich auch IX c (ders.: 247) gelten können. Damit kann nun die tatsächliche Verkürzung der Gletscherzunge quantitativ besser verfolgt werden.

Diese Meßmethode entspricht auch besser den Intentionen des Aufrufes des DÖAV (FINSTERWDALER, S. et alii, 1891). Der neben S. FINSTERWALDER auch von J. HANN, J. PARTSCH, A. PENCK und E. RICHTER unterzeichnete Aufruf hatte das Ziel, einen "regelmäßigen Beaufsichtigungsdienst" für "alljährliche oberflächliche Messungen des Gletscherstandes" zu installieren, was als durchaus geglückt bezeichnet werden kann und bis heute ausgezeichnet funktioniert. Diese Anmerkung erscheint insoferne angebracht, als sämtliche Nachmessungen an der Pasterze spätestens ab dem Hinweis ANGERER's auf finanzielle Unterstützung (1903: 212) bis heute organisatorisch dem Alpenverein zuzuordnen sind, auch wenn (insbesondere seit V. PASCHINGER) ein weit größeres Meßprogramm abgewickelt wurde als es die Grundforderungen des genannten Aufrufs vorgegeben haben.

Im Jahr 1903 wurde die alte Profilinie SEELAND's durch Einrichtung einer Steinlinie mit 5 Steinen und dem traditionellen "Pflock", diesmal fast genau in der Mitte des 1481 m breiten Gletschers reaktiviert, 1904 wurde sie auf 14 Steine "verdichtet". Auch bei ANGERER bleibt die genaue Meßmethode unklar, die Entfernungen (auch die gesamte Gletscherbreite) wurden allgemein mit dem Maßband gemessen, als Hilfsmittel für die Visur dürfte wohl ein Fernrohr benutzt worden sein, erst für 1912 wird der Erwerb eines kleinen Theodoliten gemeldet, welcher aber wegen Schlechtwetters nicht eingesetzt werden konnte und von welchem auch später nie mehr die Rede ist.

In das Jahr 1904 fällt auch der erste Versuch der Messung der Oberflächenabschmelzung ("Ablation") durch das Einbohren einer Stange in das Eis bis in eine Tiefe von 1,1 m. Auch diesbezüglich sind weder die Werkzeuge noch irgendwelche Ergebnisse bekannt.

Im Zusammenhang mit allgemeinen Informationen bezüglich der formalen Umstände bei den Messungen sei noch darauf hingewiesen, daß ANGERER bis einschließlich 1912, als er noch in der CARINTHIA II publizierte, durchaus ausführliche und z.T. umständliche Schilderungen von Anreise, Wetter, Gletscherzustand und Meßablauf geboten hatte, später

aber (in der Zeitschrift für Gletscherkunde) nur mehr knappste Zusammenfassungen der Ergebnisse. So findet sich für 1909 noch der Hinweis auf die Richtung der Steinlinie mit "N 58 ° E", womit sie um 11 ° gegenüber jener SEELAND's stärker der W-E-Richtung angenähert ist ( $\alpha = 238^\circ$ ). Auch findet sich der Hinweis auf die Benutzung eines Klinometers anstatt des (erwünschten) Theodoliten. Erst 1915 wird "endlich ein Streifen der Gletscheroberfläche in der Richtung der Steinlinie tachymetrisch aufgenommen". Für 1916 findet sich leider nur ein allzu knapper Meßbericht von bloß 11 Zeilen, was wohl mit dem Brand des Landhauses ANGERER's im Jahr 1917 und dem Verlust des gesamten Originalmaterials seit 1900 im Zusammenhang stehen dürfte (PASCHINGER, V., 1948: 69). Mit dem Berichtsjahr 1918 brechen die Mitteilungen ANGERER's unvermittelt ab, obwohl er den Gletscher noch bis zum Jahr 1921 beobachtet hat. Entsprechende Werte werden durch V. PASCHINGER (1926: 67) mitgeteilt. Erst die nächsten beiden Jahre, 1922 und 1923 bleiben ganz ohne Beobachtung, es sind bis in die Gegenwart die einzigen neben 1945.

Mit Ausnahme des mittleren Rückzuges unten (2. Spalte) sind die Summen natürlich keine wahren Summen des 21jährigen Zeitraumes. Scheinbare Breitenzunahmen (oben links), d.h. positive Werte gehen durchwegs auf Kosten von Lawinenresten oder Altschneeresten und sind keine echten Breitenzunahmen des Gletschereises. Auch am Zungenende entstehen positive Werte, d.h. scheinbare Vorstöße vielfach aufgrund einzelner abgescherter Partien oder lokalen Versturzes, obwohl sich darüber kaum Aussagen finden, im Gegensatz etwa zu V. PASCHINGER später. Immerhin hatte die Pasterze ihren Rückzug während des I. Weltkrieges fast eingestellt, doch sind das leider gerade die Jahre mit den spärlichsten Hinweisen. Ein echter Vorstoß, wie er bei zahlreichen anderen Gletschern bis spätestens 1927 festzustellen war, ist für die Pasterze allerdings mit Sicherheit auszuschließen. Recht gut dokumentiert ist auch die Zunahme der Jahreswege bis wenigstens 1916 nach vorheriger Abnahme bis etwa 1910.

Die sonstigen Beobachtungen werden weniger reichlich mitgeteilt als vorher von SEELAND, von Interesse sind immerhin folgende:

Zwischen 1882 und 1903 ist der Gletscher am rechten Ende des Meßprofils unter dem "Seelandfels" (mit dem Zielpunkt der Meßlinie) nur um 10 m eingesunken, doch handelt es sich dabei um schuttbedecktes Toteis. 1906 werden die ersten aperen Stellen am Johannisberg erwähnt und 1907 das völlige Verschwinden der Séracs auf dem Elisabethfels, sowie ein Höhenunterschied von der Ufermoräne zum Gletscher bei der Hofmannshütte von 50 m (genau: 48 m bei 34 ° Neigung und einer Schrägdistanz von 86 m). Damit ist der Gletscher dort seit 1882 um weitere 20 m eingesunken, das sind 0,8 m pro Jahr. Für 1917 werden weiters die lotrechten Abstände zwischen Ufermoräne und Gletscher bei der Franz-Josefshöhe mit 55 m, bei der Freiwand mit 96 m (1882: 70 m), und am Pfandlbach mit 199 m (1882: 66 m) angegeben. Was die gletscherrelevante Witterung anlangt, so werden 1908 und 1911 als ausgesprochen gletscherabträglich, der Sommer 1913 hingegen als reich an Schlechtwetter beschrieben.

Tab. 2: Übersicht über die Meßergebnisse der "Ära ANGERER"

	mittlerer Rückzug in m			Jahresweg bezogen auf 365 Tage			Breite der Zunge
	unten Längs- achse	Gesamt- mittel	oben links	Mittel	Max.	Pflock	
1900/01	.	-12,9	.	.	.	.	.
/02	- 8,8	+0,4	.	.	.	86,2	.
/03	- 8,1	- 6,1	- 3,2	.	.	48,2	1481
/04	-13,6	- 7,6	- 2,4	33,9	49,0	48,5	.
/05	- 5,7	- 3,5	- 1,8	29,4	47,6	44,2	1494
/06	-19,0	- 9,4	- 2,7	.	.	44,9	.
/07	- 3,0	- 1,5	+1,1	51,4	.	45,3	1492
/08	-31,2	-19,5	- 4,0	.	.	42,5	.
/09	.	- 4,8	- 1,5	50,5	.	42,3	1489
/10	+3,3	+2,0	- 2,9	.	.	39,1	.
/11	- 3,5	- 6,1	- 4,3	58,0	.	44,4	1450
/12	- 2,5	- 2,1	.	.	.	.	.
/13	.	- 1,0 ?	- 2,7	.	.	.	.
/14	+2,8	- 0,3	+1,4	.	.	144	.
/15	.	- 1	+0,5	.	.	53,2	.
/16	.	- 1,5	- 2,0	.	.	54,0	.
/17	- 0,5	- 2,5	- 0,2	63,9	.	53,6	.
/18	- 2,7	- 0,2	0,0	.	.	.	.
/19	- 0,2	0,0	+0,3	.	.	.	.
/20	- 0,5	- 1,9	+1,3	.	.	.	.
/21	- 4,9	- 5,0	- 3,3	.	.	.	.
Summe	(-98,1)	-84,5	(-26,4)	(287,1)	.	(790,4)	.
Mittel	- 6,1	- 4,0	- 1,5	28,7	.	46,5	.



#### 4. *Die Ära V. PASCHINGER 1924-1946*

VIKTOR PASCHINGER (1882-1963), Professor an der Bundesgewerbeschule in Klagenfurt, hat die Nachmessungen an der Pasterze methodisch und quantitativ am weitesten vorangetrieben. Auf ihn gehen die konsequenten Kontrollmessungen von Höhenänderung und Jahresweg mit Hilfe der tachymetrischen Methode unter Einsatz eines Theodoliten zurück, die im wesentlichen unverändert bis heute weitergeführt wurden.

Er beginnt seine Arbeiten am Gletscher im August 1924 mit der Nachmessung der Endmarken ANGERER's und der Aufstellung des "Pflockes" in Lage des Nummernsteines 9 der bekannten Profillinie. Im Jahr darauf wird ein Jahresweg von 105 Metern festgestellt, was allem Anschein nach wohl einem Zweijahreswert entsprechen dürfte, doch gibt es für 1923 keinerlei Hinweis auf Meßaktivitäten. Somit muß diese Frage leider offen bleiben. 1925 werden auch wieder Nummernsteine ausgelegt und für 1925/26 erstmals wieder ein mittlerer Jahresweg von 39,2 m mitgeteilt. 1926 beginnen auch stichprobenartige Messungen der Oberflächenabschmelzung an einigen Bohrlöchern, die mehr oder weniger konsequent (später durch H. PASCHINGER) bis 1956 weitergeführt wurden. Im Jahr 1928 wird zum ersten Mal von der tachymetrischen Aufnahme der Höhe des ab jetzt "Seelandlinie" genannten Profils (mit 14 Steinen) berichtet. In dieses Jahr fällt auch der erste Einsatz einer "Gletscheruhr" durch H. KINZL zur Messung kurzzeitiger Bewegungen am Gletscherende, die ebenfalls von V. PASCHINGER noch einige Jahre weiterbetrieben wurden. Die Seelandlinie wird offenbar erst 1930 das nächste Mal nachgemessen.

Im Jahr 1932 wird H. PASCHINGER erstmals "wie in den Vorjahren" als Mitarbeiter genannt und 1935 werden zwischen Mittlerem und Kleinem Burgstall die "Burgstalllinie" mit 1153 m Länge und 9 Steinen, sowie eine Linie am Hofmannskees in 2390-2395 m mit 208 m Länge und 10 Punkten angelegt. 1936 folgt die Einmessung der "Sattellinie" im unteren Teil der Zunge mit 731 m Länge und 5 Steinen, nachdem die Höhe der Gletscheroberfläche an dieser Stelle schon seit 1924 durch Fernvisuren kontrolliert worden war. Schließlich folgt 1939 die Anlage der "Linie am Kleinen Burgstall" (über den Ausläufer des Teufelskampkeeses). Eine Lageskizze der genannten und der später eingerichteten Meßprofile findet sich bei PASCHINGER, H., 1969: 202). Im Jahr 1937 werden 80 alte Nummernsteine, zurück bis 1905, gefunden und eingemessen, darunter etliche einer sehr alten, wohl zwischen den Burgställen eingerichteten Linie, auf die es aber keinerlei Hinweise von den vormaligen Beobachtern gibt. Eine Skizze darüber findet sich bei PASCHINGER, V., 1948: 53. Nach dem kriegsbedingten Entfall der Messungen im Jahr 1945 war dann 1946 das letzte Jahr der Messungen durch V. PASCHINGER.

Ähnlich wie bei ANGERER gibt es bis 1929 ausführliche Schilderungen der Meßarbeiten (in der Carinthia II), ab 1930 nur mehr knappe Berichte in der Zeitschrift für Gletscherkunde. Der letzte verfügbare Einzeljahresbericht betrifft das Jahr 1941; für 1942-1944 gibt es nur die den Abschnitt 1938-44 betreffende Zusammenfassung, für 1946 nur eine recht knappe durch KLEBELSBERG, R., 1950.

Tab. 3: Übersicht über die Meßergebnisse der "Ära V. PASCHINGER"

Rückzug (-) und Vorstoß (+) des Gletscherrandes in m		Höhenänderung der Gletscheroberfläche in m									
		Pasterze									
Längs- achse	unten	Gesamt- mittel	oben links	Wasserfall- kees	Pfändl- sch. Kees	Burgstall- linie	Seeland- linie	Sattel- linie	Hofmanns- kees	Linie Kleiner Burgstall	
1921-24	-	3,8	- 4,1	.	.	.	.	.	.	.	
1924/25	+ 1,3	- 0,5	- 1,8	.	.	.	.	.	.	.	
/26	- 1,2	+ 2,2	- 3,3	.	.	.	0/-1	.	.	.	
/27	- 7,1	- 6,5	- 4,1	.	.	.	3/-4	.	.	.	
/28	+ 3,8	- 4,0	- 0,1	.	.	.	.	.	.	.	
/29	- 6,8	- 8,0	- 4,5	.	.	.	.	.	.	.	
/30	- 4,0	- 5,7	- 1,1	.	.	.	.	.	.	.	
/31	- 3,1	- 3,9	- 1,5	.	.	.	.	.	.	.	
/32	- 1,0	- 1,1	+ 1,0	.	-20	.	.	-1	.	.	
/33	-14,7	- 4,9	- 2,6	.	+0,3	.	-8,03	-0,49	.	-1,87	
/34	+ 3,1	+ 0,2	- 2,2	.	- 2,2	.	-1,48	-3/4	.	.	
/35	+ 0,5	- 4,1	- 7,4	.	.	.	-1,12	.	.	.	
/36	-12,9	- 8,2	- 1,4	.	.	-1,01	-2,88	.	-2,2	.	
/37	- 9,3	- 6,5	- 7,9	.	.	-1,51	-2,67	-5/6	-3,1	.	
/38	+ 0,3	- 2,0	- 4,9	.	.	-1,80	-0,31	-1,23	-2,2	.	
/39	.	- 8,6	- 7,9	.	.	+1,44	-0,90	-1,82	-1,9	.	
/40	.	- 1,8	- 2,7	.	.	-1,5	-0,7	-0,95	.	.	
/41	.	- 6,5	- 2,8	.	-1,7	-2,0	-1,15	-4,18	-2,4	-1,9	
/42	.	- 5,8	- 3,7	.	.	.	.	.	-1,2	.	
/43	.	- 9,8	-10,2	.	.	.	.	.	.	.	
/44	.	- 2,6	- 1,1	+12,8	-10,1	+ 6,3	.	.	-1,5 ?	.	
/45	.	- 23,0	-13,9	-52,6	-125,0	- 6,6	-7,46	-7,85	-4,8	+2	
/46	.	.	.	.	.	.	-3,17	-5,5	.	.	
Summe	(-54,1)	-114,9	-88,2	(-39,8)	(-141,0)	(-17,41)	(-29,87)	(-21,53)	(-19,3)	.	
Mittel	(- 3,18)	- 4,60	- 3,53	(-13,3)	(- 8,3)	(- 1,58)	(- 1,66)	(- 2,39)	(- 1,8)	.	

Tab. 3: Fortsetzung

	Jahresweg in m		Sattellinie		Max.	BUL.		tägl. Oberflächen- abschmelzung im August in mm		SAL.	Bewegung ad. Gleisehrer mm/h	Höhe der Altschneelinie z.Z. d. Messung
	Burgallinie Mittel	Max.	Seealpinie Mittel	Max.		Sattellinie Mittel	Max.	SEL.	SAL.			
1921-24	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
1924/25	.	.	105 ?	.	.	.	.	.	.	.	.	.
/26	.	53	39,2	53	.	.	.	28	.	.	.	.
/27	.	?	?	?	.	.	.	28	.	.	.	2900
/28	.	34,8	50,4	50,4	.	.	.	.	.	.	2	.
/29	.	34,6	50,6	50,6	.	.	.	.	.	.	.	3000
/30	.	32,3	44,7	44,7	.	.	.	.	19	.	.	3100
/31	.	27,7	39,0	39,0	.	.	.	.	.	.	.	> 3000
/32	.	27,4	39,0	39,0	.	.	.	34	.	36/88	2,1	2850-2900
/33	.	31,1	46,3	46,3	.	.	.	18	.	48	1,8	2700
/34	.	25,9	36,2	36,2	.	.	.	22	.	49	.	.
/35	.	24,4	35,0	35,0	.	.	.	.	.	62/44	.	2700 (Pf.)
/36	40,6	53,8	24,5	34,5	.	.	.	.	.	.	.	.
/37	36,8*	51*	24,5*	31,8	21,1	31	.	.	26/40	.	1,5	2500 (Pf.)
/38	43,3	55,4	22,2	32,8	20,5	31,0	.	24	31-35	.	1,4	2500
/39	33,6*	51,0*	21,6	33,3	17,6	20,7	33	31	40	.	.	2800
/40	Schneedecke !		21,5	38,8	16,0	20,4	.	.	68-31	.	1,7	.
/41	44,9*	50,9*	20,9	34,2	15,2	23,5	31	43	46	.	.	2800-2900
/42	44,0	62,0	.	.	.	.	33	45	55	.	.	.
/43	44,0	62,0	24,3	36,5	.	.	61	71	95	.	.	2800-2900
/44	41,2	57,2	23,6	36,0	14,4	18,0	43	57	97	.	1,5	.
/45	.	104,5 }	.	71,0 }	.	.	.	.	.	.	.	.
/46	.	.	.	.	.	35,6 }	.	.	.	.	.	.
Mittel	(42,6)	(56,4)	(27,3)	(40,4)	(17,5)	(22,5)	(40)	(36)	(51)	(1,7)	(2815)	

Mit Ausnahme der Jahre 1932-35 und 1940/41 bleibt das Datum der Messung unbekannt, weshalb die Jahreswege nicht auf den Normalzeitraum von 365 Tagen umgerechnet wurden. Bei der Pasterze wurde die Trennung zwischen der Messung in Richtung Längsachse und sonstigen Marken vom Verfasser nach den traditionellen Nummern ANGERER's durchgeführt, was nur bis 1938 möglich war. Der "Vorstoß" von 1934 wird nur durch eine lokale Abscherung ("Vorprellen einer Scholle") bewirkt. Bei der Summen- und Mittelbildung für die Höhenänderung an der Seelandlinie wurde bis 1934 nur der Wert von -8,03 für 1928-33 benutzt, bei der Sattellinie wurden die Werte erst ab 1937 benutzt. Die mit einem \* versehenen Jahreswege wurden aus zu wenigen Steinen gewonnen, sie werden für das Gesamtmittel nicht benutzt. Bei der Oberflächenabschmelzung zeigt ein Schrägstrich die Spannweite zwischen verschiedenen Punkten, ein Bindestrich jene zwischen Juli und August an. Ab 1941 sind es immer Mittelwerte aus mehreren Punkten. Die Höhe der Altschneelinie (in den Berichten "Firngrenze" genannt) ist nur als grober Richtwert zu betrachten, z.T. nur am Pfandschartenkees ("Pf.") beobachtet. Nicht aufgenommen wurden die Jahreswege an der Linie am Kleinen Burgstall, wovon nur zwei Einzelwerte (11,4 m für 1940/41 und 16 m für 1943/44) verfügbar waren.

Was die sonstigen Hinweise anlangt, so sind diese bei V. PASCHINGER, insbesondere unter Einbeziehung seiner Monographie von 1948 erwartungsgemäß reichlich zu finden, hier kann nur eine Auswahl des wesentlichsten geboten werden:

Die allgemeinen Schilderungen stehen gleichermaßen wie bei SEELAND und ANGERER unter dem dem Eindruck starken und permanenten Eisschwundes. So wird für 1929 berichtet, daß am Johannisberg bereits "förmliche Felswände" aus dem Firn ragten, oder 1931, daß das Pfandschartenkees fast durchwegs Zehrgebiet sei. Am Elisabethfelsen sei das Eis 1924 noch über eine 5 m hohe Eiswand zu ersteigen gewesen, 1933 sei es aber schon tiefer als die Kuppe des Felsens gelegen und 1944 habe sich bis zum Eis "ein 30 m hoher Hang" erstreckt. Für dieses Jahr wird auch die beginnende Asymmetrie zwischen rechtem und linkem Gletscherteil nahe der Gletscherstirn gemeldet, wobei ersterer 1924 erst 20 m, 1944 bereits 40 m höher als letzterer gewesen sein soll und die Höhendifferenz der benachbarten Meßpunkte auf diesen Teilen fast 11 m betragen hätte.

Der Rückzug an der Gletscherstirn wird für 1924 bis 1934 mit 22,7 m bei Eisfreiwerden von 13.500 m<sup>2</sup> und für 1934 bis 1944 mit 52 m bei weiteren 18.600 m<sup>2</sup> angegeben; die Längenabnahme der Zunge von 1856 bis 1944 mit 890 m oder 10,1 m pro Jahr.

Die Angaben für die Höhenänderung vermitteln ähnliches: Demnach soll das Eis bei der Burgstalllinie zwischen 1871 und 1924 um 15 m, bei der Seelandlinie um 30 m und bei der Sattellinie um 40 m eingesunken sein, von 1871 bis 1944 im Mittel der drei Linien um 54,2 m und 1856 bis 1871 um 19 m, woraus sich der Volumsverlust ableiten läßt. Dieser wird für 1856 bis 1925 zuerst noch mit 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> angesetzt, später (PASCHINGER, V., 1948: 115) mit 500 · 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> 1856-1944 für die Zunge allein, dazu 308 · 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> für die sonstigen Gebiete. Weiters werden für 1944 1,9 · 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> Gesamtvolumen, somit für 1856 2,6 · 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> und ein Verlust seither von 808 · 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> oder 31 % geschätzt.

Etwas geringer ist dagegen der Flächenverlust, der für 1856 bis 1944 auf 8 km<sup>2</sup> oder 26 % bei Grundgrößen von 32 bzw. 23 km<sup>2</sup> veranschlagt wird, trotz der Abtrennung des Wasserfallkeeses etwa um 1896 (PASCHINGER, V., 1948: 113).

1938 wird die gesamte sommerliche Oberflächenabschmelzung in 2200 m (Sattellinie) auf 3,5 m geschätzt, was aus heutiger Sicht viel zu wenig ist, 1948 (S. 35) aber schon auf gleichermaßen 3,5 m in 2400 m (etwa Seelandlinie) für eine Vorstoßperiode, bzw. (S. 38) auf durchschnittlich 5 m für die ganze Zunge bei gleichzeitigem Einsinken von 1,9 m (wodurch nur 3,1 m oder 62 % der Ablation durch Nachschub ersetzt würden). Diese 1948 mitgeteilten Werte sind aus heutiger Sicht überraschend treffsicher und realistisch (TINTOR, W., WAKONIGG, H., 1991: Tab. 3).

## 5. *Die Ära H. PASCHINGER 1947-1959*

Wie erwähnt, war unser Jubilar HERBERT PASCHINGER schon vorher mehrmals als Mitarbeiter seines Vaters tätig, weshalb mit seiner Übernahme der Leitung im Jahr 1947 die Kontinuität der Messungen in jeder Hinsicht bestens gewahrt wird. Gleich das erste Jahr bescherte den denkwürdigen "Jahrhundertsommer" mit Rekordablation und Massenschwund an den Gletschern, Hitze und Trockenheit in den Niederungen. So wurden an den unteren beiden Linien die bisher höchsten Einsinkbeträge registriert, am Wasserfallkees kommt es zum großflächigen Eiszerfall nahe der Gletscherstirn.

Das Meßprogramm wird gleich im ersten Jahr durch die Neuanlage der "Linie am Hohen Burgstall" (LHB) zwischen Hohem und Mittlerem Burgstall mit nur 3 Steinen und einem Fixpunkt in 2828 m erweitert. Trotz seiner geringen Länge ist dieses Profil hochinteressant, weil es praktisch im Bereich der Schneegrenze in einer Zone schwacher horizontaler und vermutlich geringster vertikaler Bewegungskomponenten liegt und auf die direkten Ernährungsbedingungen (Nettoakkumulation und -ablation) sensibel und rasch reagiert. Die dortigen Meßwerte sind - obwohl nur die formale Höhenänderung betreffend - gute und rasch verfügbare Indikatoren für den allgemeinen Massenhaushalt der umgebenden Gletscher. Das Profil selbst liegt auf einem wenig aktiven Teilarm des Riffelwinkels, welcher schon einige 100 m abwärts des Profils endet.

Obwohl das Jahr 1948 recht gletschergünstige Witterung aufweist, sind die Schwundwerte wieder beträchtlich, da die Meßtermine nicht am Ende der natürlichen oder statistischen Haushaltsjahre liegen (1947: 22.-29.08) und somit der Herbst 1947 noch ganz entscheidend Einfluß nimmt.

Im Jahr 1949 wird ein weiteres Meßprofil, das "Firnprofil" mit dem Fixpunkt in 3032 m oberhalb der Oberwalderhütte und dem Gipfel des Johannisberges als Zielpunkt eingerichtet. Damit wird das Meßprogramm so umfangreich (7 Profile, Endmarken an bis zu 4 Gletschern, Ablationsmessungen), daß zu seiner Abwicklung meist fast eine ganze Woche

benötigt wurde und die Nachfolger H. PASCHINGERS damit letztlich überfordert waren, was sich dann auch in Umfang und Qualität der Messungen niedergeschlagen hat.

1953 wird das Meßprofil am Hofmannskees aufgelassen, da dort nur mehr vollkommen schuttbedeckte Toteismassen festzustellen sind, 1956 werden letztmals stichprobenartige "Ablationsmessungen" auf der Zunge der Pasterze durchgeführt. Wie zu erwarten, sind die Messungen an den beiden oberen Profilen stark von der Witterung abhängig, weshalb sie auch am Firnprofil in drei Jahren unterbleiben mußten.

Für die Rückzugswerte an der Pasterze werden wieder nur die unteren Marken an der Gletscherstirn, d.h. ohne die Marke "2 D" herangezogen, weshalb die Ergebnisse von denen der Originalberichte etwas abweichen. Ab 1958 gibt es dann ohnehin keine "oberen Marken" mehr. Die Höhenänderung der Oberfläche wurde im Gegensatz zu den Originalberichten nur aus den nummerierten Hauptpunkten, d.h. ohne Hilfspunkte und Eisränder und ohne Gewichtung nach ihrem Abstand neu berechnet, weshalb sich auch hier kleinere Abweichungen von den Originalwerten ergeben. Das Mittel für die ganze Zunge wurde aber unverändert aus jenen übernommen, da es dort nach einem sorgfältigen Gewichtungsverfahren gewonnen wurde. Die Volumsänderung der Gletscherzunge ergibt sich unter der Annahme der Gültigkeit für eine 6 km<sup>2</sup> große Fläche, d.h. bis etwa 2600 m.

Der mittlere Jahresweg wurde bei der Seelandlinie ab 1950 ohne Stein 1 berechnet, weshalb in dieser Reihe zwischen 1949 und 1950 eine Inhomogenität besteht. Für die Jahre 1955/56, 1957/58 und 1958/59 wurden die Jahreswege auf das Normaljahr mit 365 Tagen umgerechnet, für die anderen Jahre war das nicht nötig.

Die Oberflächenabschmelzung ist in allen Fällen das Mittel aus mehreren Punkten. Interessant sind dabei vor allem die Sommer 1950, 1952 und 1956 mit ungestörtem Strahlungswetter, die beweisen, daß die spezifische Ablation auf Blankeis unter diesen Bedingungen in allen Gletscherteilen unabhängig von ihrer Höhe praktisch gleich ist. Die regelhafte Abnahme der gesamten sommerlichen Oberflächenabschmelzung auf Eis mit zunehmender Höhe ist dagegen fast ausschließlich eine Funktion der Dauer der Schneebedeckung sowohl von Altschnee ("Winterschnee") als auch von sommerlichem Neuschnee (letzterer beeinflusste z.B. die Werte von 1948, 1949 und 1953 besonders stark). Es ist daher keineswegs die Wirkung eines Gletscherwindes zu bemühen (PASCHINGER, V., 1948: 37; PASCHINGER, H., 1953: 144 f.), was wohl auf H. TOLLNER (1936, 1952: 53) zurückgeht und schließlich von H. HOINKES (1954, bes. 50 f.) unzweideutig entkräftet worden ist.

Die Höhe der Altschneelinie (meist "Firnngrenze" genannt) ist wieder nur ein grober Richtwert. Im Sommer 1947 war überhaupt keine geschlossene Altschneelinie mehr erkennbar (ähnlich auch 1950), in den Jahren mit Fragezeichen war sie wegen Neuschneebedeckung nicht feststellbar.

Tab. 4: Übersicht über die Meßergebnisse der "Ära H. PASCHINGER"

	Rückzug (-) und Vorstoß (+) der Gletscherstirn in m		Höhenänderung der Oberfläche in m							Volumens- änderung			
	Past.	Wass.	Freiw.	Pfa.	FP.	LHB.	BU.L.	SE.L.	SA.L.	LKB. seit 1941	HOF.	Mittel Zunge	Zunge in 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
1946/47	-17,2	-81,1	.	.	.	.	-2,13	-3,00	-5,24	-7,0	-2,0	-3,5	-21
/48	-4,6	.	.	.	.	+0,57	-3,10	-1,74	-4,35	-2,1	-0,4	-2,62	-15,7
/49	-12,8	.	.	.	.	-0,37	-0,96	-1,14	-2,55	2,53	-1,8	-1,45	-8,7
/50	-15,6	-20,5	-31,9	-20,3	-2,41	-3,77	-3,60	-4,29	-4,83	-1,5	-1,1	-4,20	-25,2
/51	-17,2	-108,0	-105,5	-2,6	-1,63	-0,57	-2,93	-2,78	-5,18	-2,9	-1,4	-3,4	-20,6
/52	-9,7	-38,8	-1,9	-6,3	-0,02	-1,13	-2,62	-1,81	-6,60	+2,6	-1,2	-2,8	-17,0
/53	-14,8	-13,3	-0,4	-6,4	+0,90	-0,87	-2,53	-2,86	-3,75	+3,1	.	-3,0	-18,0
/54	-11,0	.	.	-6,7	.	-1,37	-3,09	-5,30	-5,17	-3,05	.	-4,4	-26,4
/55	-7,5	.	.	.	+0,83	+1,50	-0,26	-0,73	-2,00	+0,73	.	-0,8	-4,8
/56	-15,5	-2,4	-0,9	0,0	.	-1,33	-2,78	-3,66	-5,90	+1,40	.	-3,5	-21,0
/57	-9,3	-3,2	.	.	+1,00	.	-2,67	-3,51	-6,92	.	.	-3,9	-23,4
/58	-20,8	-1,0	-32,0	?	.	-0,10	+0,40	-0,26	-6,36	.	.	-1,2	-7,2
/59	-16,0	-1,5	-5,5	.	-1,83	-0,77	+0,60	+1,75	-6,70	+1,1	.	-0,34	-2,0
Summe	-172,0	(-269,8)	-178,1	(-42,3)	(+0,50)	(-8,21)	-25,67	-29,33	-65,55	(-10,15)	(-7,9)	-35,11	-2110
Mittel	-13,2	(-30,0)	-13,7	-6,0	(+0,05)	(-0,68)	-1,97	-2,26	-5,04	(-0,60)	(-1,3)	-2,70	-162

Tab. 4: Fortsetzung

	Burgstaallinie		Jahresweg in m		LHB	LKB	tägliche Oberflächenabschmelzung			Höhe der Altschneelinie zur Zeit d. Messung
	Mittel	Max.	Mittel	Max.			BU.L.	SE.L.	SA.L.	
1946/47	40,6	47,7	23,1	33,7	.	.	.	23	19	.
/48	33,2	41,0	19,8	28,6	.	12,3	23	43,5	48	2600-2700
/49	36,2	45,3	22,7	31,7	5,8	12,8	32	44	69	2700-2800
/50	34,8	43,0	20,9	29,5	5,7	13,1	65,7	63,6	61,5	(3300-3500)
/51	36,0	43,5	20,1	27,7	.	.	33,8	48,4	41	2700-2800
/52	34,5	43,6	16,9	26,7	5,1	13,0	54,9	51,2	52,9	3100
/53	32,9	41,8*	17,2	25,0	.	.	22,8	30,1	50,4	?
/54	33,2	40,9	19,0	26,2	.	16,4	21,6	24,6	27,4	?
/55	30,7	38,9	16,0	22,4	.	11,9	34,4	30,0	.	2700-2800
/56	33,0	41,9	15,2	22,7	.	6,8	71	65	69	bis 2900
/57	.	32,2*	12,9*	25,0	.	..	.	.	.	?
/58	38,3	48,0	16,3	24,7*	.	.	.	.	.	3200
/59	36,2	46,9	18,2	26,2	5,2	61,7?	.	.	.	2800
<b>Mittel</b>	<b>(35,0)</b>	<b>(55,5)</b>	<b>(18,3)</b>	<b>(26,9)</b>	<b>(5,5)</b>	<b>(13,5)</b>	<b>39,9</b>	<b>42,3</b>	<b>48,7</b>	<b>(2922)</b>



Was die Ergebnisse selbst anlangt, so spiegeln sie grundsätzlich den eklatanten Massenschwund, Eiszerfall und -rückzug wider, insbesondere zwischen 1947 und 1953. Später gibt es geringe Zuwächse an den beiden oberen Linien. Auffallend auch der regelrechte Kollaps an den Stirnen des Wasserfall- und Freiwandkeeses um 1950, aber auch die "Aufwelle" am Kleinen Burgstall mit fast 6 m Aufhöhung zwischen 1951 und 1959 bei offensichtlich starkem Bewegungsimpuls. Ansonsten erreichen die Jahreswege an der Burgstall- und Seelandlinie Mitte der Fünfzigerjahre ihre absoluten Minima seit Beobachtungsbeginn bis in die Gegenwart (!), wohl mit ein Grund für die eklatanten Schwundwerte an der Zunge, die trotz heißer Sommer in den Achtzigerjahren viel bescheidener blieben, als dann der Nachschub ungleich stärker war. Im unteren Zungenbereich (Sattellinie) ist der Gletscher trotz einer schwachen Aufwelle an den nächsthöheren Linien um 1959 nicht mehr zu retten. Die Bewegung erlahmt und die Einsinkwerte erreichen nahezu die Größenordnung der jährlichen Nettoablation. Allein in den 13 Beobachtungsjahren H. PASCHINGER's ist der Gletscher dort um 65,6 m zusammengesunken.

Auch bei H. PASCHINGER werden sonstige Hinweise auf die Gletscherzustände reichlich geboten, hier die wichtigsten in Auswahl:

Am Ende der Pasterzenzunge ergeben sich auffallende Veränderungen. Die Möllschlucht, die das schwer zugängliche Gletscherende jahrzehntlang verborgen hatte, wird 1956 endgültig eisfrei, im Jahr darauf gibt es am oberen Beginn der Schlucht halbkreisförmige Niederbrüche des Eises und 30-40 m Rückgang, 1958 taucht dort neben Zusammen- und Einbrüchen des Eises ein flacher Boden auf, welcher 1959 zum ersten Mal als "Sandersee" bezeichnet wird und dessen Entstehung sich schon 1950 durch gewaltige Einbrüche anzukündigen begann.

Auch die Gletscherstirn verändert sich deutlich. 1954 wird sie noch als fast geradlinig verlaufend beschrieben, aber schon 1958 wird der rechte, moränenbedeckte Teil als 25 m höher und 200 m kürzer erkannt. Die Existenz der heute oberhalb des Sandersees sich bis 60 m erhebenden, bisher unbenannten Felsschwelle wird von H. PASCHINGER schon 1953 vermutet, 1959 wird die auffallende Versteilung dieser "nächsten Stufe" noch als eisbedeckt beschrieben. Die oberhalb liegenden, etwa 2200 m hohen Buckel, die heute den Fixpunkt der V. Paschinger-Linie tragen, werden offensichtlich schon um 1949 eisfrei.

Relativ noch stärker verliefen die Veränderungen am Pfandschartenkees: Für 1949 wird ein Höhenunterschied zwischen Gletscher und Pfandscharte von 70 m geschätzt, 1950 werden erstmals die in etwa 2800 m quer zum Gletscher verlaufende Felsrippe als "Felsfenster" und die beginnende Entstehung des Sees vor der Gletscherstirn gemeldet, welcher 1958 schon als 50 bis 80 m breit geschildert wird, in den die angeblich 50-80 m (!) hohe Gletscherstirn eintaucht. 1949 wird auch das Auftauchen eines Felskopfes in der kleinen Zunge zwischen den Burgställen erwähnt und diese Zunge 1950 als "im Absterben begriffen" erachtet, was sich allerdings in Anbetracht der Trendwende von 1964/65 bis heute noch nicht bestätigt hat.

## 6. Die Ära H. AIGELSREITER 1960-1970

Schon in den ersten beiden Jahren seiner Tätigkeit als Ordinarius in Graz konnte H. PASCHINGER eine Reihe von Dissertanten um sich scharen, die dann auch die Nachmessungen an der Pasterze übernehmen sollten. 1960 (noch unter Mitarbeit PASCHINGER's) bis 1962 zeichnen als Leiter die Herren G. GRUBER und H. AIGELSREITER, von 1963 bis 1970 H. AIGELSREITER und E. NEUER, weshalb der ganze Zeitraum vereinfacht als "Ära AIGELSREITER" zusammengefaßt wird.

In diese Zeit fällt unter anderem die Einstellung der Nachmessungen an der Linie am Kleinen Burgstall. Wurden anfangs dafür noch Argumente vorgegeben (1960 "starker Nebelbruch", 1961 "Sicherheitsgründe; große, besonders gefährliche Spalten", 1962 "Wolkendecke"), so unterblieben solche Hinweise ab 1963 und die Linie wurde stillschweigend "vergessen".

In den Jahren 1961 bis 1963 war der Schwund im Bereich des entstehenden Sandersees so eklatant, daß einerseits der Rückzug des linken Gletscherteiles in einer Größenordnung von Hektometern wegen Unbegehrbarkeit des Vorfeldes nicht mehr nachgemessen werden konnte, andererseits die dort verlaufende Sattellinie unbrauchbar wurde, was ihre Verlegung um wenigstens einen halben Kilometer gletscheraufwärts im Jahr 1963 zur Folge hatte. Diese neue Linie wird seither V. Paschinger-Linie genannt. Auch die maximalen Einsinkwerte an der Sattellinie (1961/62 9,0 m, 1962/63 10,2 m) sind selbst bei fehlender Emergenzbewegung mit der oberflächlichen Abschmelzleistung allein kaum mehr befriedigend erklärbar und wohl z.T. auf subglaziales Nachsacken zurückzuführen.

1964 mußte auch der Fixpunkt der Burgstalllinie nach unten verlegt werden und schließlich 1967 jener der Seelandlinie von der rechten auf die linke Seite des Gletschers (unter die Hofmannshütte), wobei aber die Zählung der Nummernsteine nach wie vor von rechts erfolgt. Dadurch beginnt die Linie heute links mit Stein 12 und endet rechts mit Stein 2. Der Stein 14 wurde spätestens 1947 aufgegeben, Nr. 13, der schon 1963 in die Lage des Eisrandes gekommen war, 1967, und schließlich Stein 1 im Jahr 1973, nachdem sich dort schon seit einem guten Jahrzehnt nur mehr schuttbedecktes Toteis befunden hatte.

Spätestens ab 1965 nimmt dann die Zuverlässigkeit der Messungen mehr und mehr ab, bis schließlich ganze Serien ungläubhafter oder offensichtlich falscher Daten mitgeteilt werden. Wenn man als Argument dafür in den Jahren 1964 und 1965 noch teilweise Witterungs-umstände gelten läßt, so waren es später eher subjektive Beweggründe, die wohl im geringen Engagement, in der Geringschätzung des Stellenwertes der methodisch sicher nicht sehr anspruchsvollen und recht gleichförmigen Messungen und einem stark unterentwickelten Verantwortungsbewußtsein gegenüber wissenschaftlicher Integrität, wahrscheinlich als Folge der Entlassung aus dem Abhängigkeitsverhältnis zum ehemaligen Dissertationsvater, gelegen sein dürften. Dazu kam offenbar ein permanenter Zeitdruck und ein allzu williges Zurückweichen vor objektiven Schwierigkeiten ("Lawinengefahr", "Fixpunkt wegen

Neuschnee nicht gefunden"). Die Entwicklung gipfelte schließlich darin, daß die Meßergebnisse des Jahres 1970 "bedauerlicherweise in Verlust geraten sind" und die Weiterarbeit für 1971, ohne genügend Zeit zur Organisation der Messungen durch andere einzuräumen, kurzfristig aufgekündigt wurde.

Da der Verfasser zum einen als Student 1963 teilweise mitgearbeitet und zum anderen 1971 die Mitarbeiter AIGELSREITER's in sein eigenes Team übernommen hat, ist er zu obigem Urteil durchaus berechtigt. Als Kuriosa seien genannt, daß einmal in die Burgstallinie wegen Unklarheit über die Lage des Zielpunktes ein Knick eingelegt wurde, daß man sich bei Mulden und nur teilweiser Sichtbarkeit der Meßplatte damit behalf, daß diese vom Figuranten in die Höhe, z.T. mit dem unteren Ende bis über seinen Kopf (!) gehalten werden mußte, und daß die Einweisung des Figuranten auf den gewünschten Meßpunkt meist schon nach der ersten Korrektur erledigt war. So wurden in der Folge Einweisungen durch den Verfasser bis unter die Meter- oder Schrittdistanz vom Figuranten mit unverholener Verblüffung quittiert. Ein weiteres Problem war schließlich der meist viel zu frühe Meßtermin (bis 18. August !) wodurch einerseits der jeweilige Herbst die Meßergebnisse noch reichlich verzerrte, andererseits auch noch eine starke Wetterunsicherheit in Kauf genommen werden mußte.

Natürlich lassen sich diese Schwächen durch Zahlen belegen:

Für 1964/65, das "Jahrhunderthaushaltsjahr", dessen gletschergünstige Kriterien und hochpositiven Haushaltsgrößen dem Eingeweihten nicht eigens in Erinnerung gerufen werden müssen, wird ein mittleres Einsinken der Gletscherzunge von 4 m mitgeteilt, was der höchste Wert seit 1954, d.h. noch größer als 1963 und 1964, den bekannt gletschergünstigen Haushaltsjahren wäre. Besonders das Einsinken von durchschnittlich 8,43 m (maximal 9,54 m) an der V. Paschinger-Linie, damals noch längst nicht im Bereich des Eiszerfalls in unmittelbarer Nähe der Gletscherstirn gelegen, ist absolut unreal. Umgekehrt soll dann die Aufhöhung 1965/66 +4,5 m betragen haben, was einem Massenzuwachs von gut  $24 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  Eis für das untere Gletscherdrittel allein bzw. einer Emergenzbewegung von wenigstens 7 m (bei angenommener Oberflächenabschmelzung von 3 m), das sind  $42 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  für das untere Gletscherdrittel entsprechen würde. Diese  $24 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , die seinerzeit sogar in der Presse Beachtung gefunden haben, sind natürlich außerhalb jeder Realität, zumal bei keineswegs nennenswert von ihrem tiefen Niveau abweichenden Werten für die Jahreswege. Im Fall der Burgstallinie soll die Aufhöhung an zwei Punkten +8,73 bzw. +8,79 m, an einem anderen Punkt nur +0,89 m betragen haben, an der Seelandlinie +8,61 bzw. -0,40 m. Schließlich wurde für das Firnprofil 1966 eine Aufhöhung von 10,2 m (!) seit 1964, im nächsten Jahr ein Einsinken von -3,78 m, dabei Punkt 1 +11,15 m (!), Punkt 4 -10,7 m (!) und erwartungsgemäß für 1968 ein Einsinken beim Punkt 1 von -13,1 m (!) und bei den anderen Punkten von durchschnittlich -3,7 m, wohlgermerkt im relativ günstigen Glazialjahr mitgeteilt.

Dieser Mißstand ist vor allem deshalb bedauerlich, weil sich auf die genannten Meßwerte andere Untersuchungen stützten (PATZELT, G., SLUPETZKY, H., 1970), deren Ergebnisse zwangsläufig unbefriedigend bleiben mußten (TINTOR, W., WAKONIGG, H., 1991).

Tab. 5: Übersicht über die Meßergebnisse der "Ära H. AIGELSREITER"

Rückzug (-) und Vorstoß (+) der Gletscherstim in m		Höhenänderung der Gletscheroberfläche in m									
Pasterze		links	rechts	gesamt	Wass.	Priv.	PP.	LHB.	BUL.	SEL.	SAVP Linie
1959/60				-14,3	-2,5	-1,8		-0,77	-0,71	-1,67	-5,36
/61	-25,7	-11,2	-16,0	-15,9	-6,3	+1,68		+0,93	-2,49	-5,31	-2,30
/62	-52,0	-5,8	-28,9	-6,1	3,0	-1,10		-0,97	-1,00	-3,66	-6,68
/63	> 100 ?	-8,6		4,8	-15,2	-2,35		-1,53	-1,79	-3,78	-7,35
/64	> 100 ?	-15,4		-6,8	-6,6	-1,28		-1,90	-4,04	-2,84	-7,52
/65	?	-5,5							-0,66 ?	-2,80 ?	-8,43 ?
/66	-4,5	+0,6	-1,6	-8,6	-0,9	+10,20 ?			+4,93 ?	+3,42 ?	+2,82 ?
/67	-4,5	-11,6	-8,6	-2,8	+15,8 ?	-3,78 ?	+4,47		-2,65	+0,87	+0,85
/68	-7,1	-25,9	-16,5	4,8	+2,6	-5,27 ?	-0,44		-2,19	-2,70	-2,38
/69	-11,6	-16,0	-14,3	+5,5 ?		-3,97 ?	-1,76		-2,39	-3,19	-4,00
/70	-9,4	-12,6	-11,4								
Summe	?	(-112,0)	?	(-46,8)	(-15,4)	(-5,87) ?	(-1,97)	(-12,99)	(-21,66)	(-40,35)	
Mittel	?	(-11,2)	?	(-4,7)	(-1,7)	(-0,59) ?	(-0,20)	(-1,30)	(-2,17)	(-4,04)	

Tab. 5: Fortsetzung

	HöhenDIFF.		Volumendiff.		Burgsalllinie		Jahresweg in m				Sattel/VP		LHB	Höhe der Altkennlinie zur Zeit der Messung
	Zunge Mittel	Zunge Mittel	Zunge in 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Zunge Mittel	Mittel	Max.	Mittel	Max.	Mittel	Max.	Mittel	Max.		
1959/60	-1,60	-1,60	-9,5	36,5	48,4	15,5	23,6	7,0	11,5	4,1	2900			
/61	-3,50	-21,0	-19,8	39,1	50,6	22,0	30,8	6,6	10,6	4,2	2700			
/62	-3,30	-19,8	-21,8	41,1	52,4	22,1	31,0	7,2	10,4	4,3	2900			
/63	-3,63	-21,8	-26,0	44,5	55,7	21,4	31,9	8,2	15,3	6,5	3100			
/64	-4,34	-26,0	-19,6 ?	.	.	22,1	35,6	10,3	15,9	.	3200			
/65	-3,26 ?	-19,6 ?	+23,1 ?	.	.	.	.	8,3	13,8	.	?			
/66	+3,85 ?	+23,1 ?	-1,3	41,8	52,6	23,4	33,2	9,3	13,9	.	?			
/67	-0,21	-1,3	-14,7	.	.	22,9	35,1	9,9	13,1	.	2700-2800			
/68	-2,44	-14,7	-18,4	52,9	65,1	27,7	38,2	8,0	9,9	.	2700			
/69	-3,07	-18,4	.	.	.	34,2	46,4	8,7	13,4	.	2800			
/70	.	.	.	.	.	29,8	40,6	8,0	10,2	.	.			
Summe	(-21,50)	(-129,0)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Mittel	(-2,15)	(-12,0)	(41,8)	(53,1)	(24,1)	(34,6)	(8,3)	(12,5)	(4,8)	(288,1)				

Die Problematik bei den Rückzugswerten an der Pasterze zu Beginn der Sechzigerjahre wurde eingangs geschildert. Somit bleiben die realen Rückzugswerte unbekannt, der Durchmesser des Sandersees wird schon 1962 und 1963 auf 250-300 m geschätzt, der Längenunterschied zwischen rechtem und linkem Gletscherteil 1966 auf etwa 500 m! Das Pfandschartenkees reichte während der ganzen Zeit wohl immer bis an den See heran, wurde wahrscheinlich aber kaum jemals wirklich aufgesucht. Der angebliche Vorstoß des Freiwandkeeses von 15,8 Metern (1966/67) ist bei ausgeaparter Gletscherstirn und fehlender Schneeschürze genauso anzuzweifeln wie viele andere Werte auch. Die stärksten Vorstöße lagen dort später nach Jahren guter Ernährung bei höchstens 5 m.

Für die Änderungsbeträge der Höhe der Gletscheroberfläche ergeben sich gegenüber den Originalberichten wieder stärkere Abweichungen, weil hier wieder nur formal aus den Hauptpunkten gemittelt wurde, was auch für das Gesamtmittel der Zunge bzw. den Massenverlust gilt. Die Jahreswege wurden wieder in den Jahren 1959/60, 1961/62/63/64, 1967/78 und 1969/70 auf den Normalzeitraum von 365 Tagen umgerechnet, bei der Seelandlinie erfolgt die Mittelbildung ab 1961 ohne Punkt 13, was eine kleine Inhomogenität bewirkt. Von den sonstigen Hinweisen ist neben den eingangs genannten Veränderungen (Sandersee etc.) vor allem das Ausapern der "Felsschwelle" oberhalb des Sandersees erwähnenswert. Dort tauchte 1962 - wie erwartet - ein erstes Felsfenster aus dem Eis (Photo bei PASCHINGER, H., 1971: 203), 1963 waren es schon deren drei und 1964 war die Felsschwelle im wesentlichen ausgeapert. Sie erhebt sich heute etwa 60 m über den einige Meter künstlich aufgestauten Sandersee. Seit 1964 wurde auch ein kräftiger linksseitiger Gletscherbach beobachtet, der eine Vertiefung links der Felsschwelle benutzte und über eine Stufe als Wasserfall gegen den Sandersee abfloß, in den er ein Gerölldelta vorbaute. Er führte 1976 das letzte Mal Wasser und liegt seit 1977 trocken.

## **7. Die Ära H. WAKONIGG 1971-1990**

Der Verfasser wollte ursprünglich 1971 als Mitarbeiter an den Nachmessungen teilnehmen, um diese dann als Übergangslösung eine Zeitlang selbst leiten zu können, mußte aber aus den oben genannten Gründen schon im ersten Jahr ohne adäquate Vorbereitung die Leitung übernehmen, wodurch die ersten Ergebnisse wegen zu geringer Ortskenntnis unbrauchbar wurden und die Nachmessungen eine Woche später - unter Mithilfe von H. PASCHINGER - wiederholt werden mußten, allerdings unter Auslassung des Firnprofils.

Erst in den nächsten beiden Jahren kam dann das Meßprogramm wieder richtig in Schwung. Hauptanliegen war zum einen die Vereinfachung und Vereinheitlichung der Messungen, weshalb die Endmarken an der Gletscherstirn der Pasterze auf die konstante Zahl von acht gebracht und fortlaufend numeriert, sowie die Abstände sämtlicher Meßpunkte 1973 mit wenigen Ausnahmen auf 100 m vereinheitlicht wurden, zum anderen die Verlegung des Meßtermins möglichst in die Nähe des Endes des Haushaltsjahres, was aber wegen der geringen zeitlichen Verfügbarkeit der Mitarbeiter nur teilweise realisiert werden konnte

(spätester Termin 1989: 17.-19.9.). Diese - und weniger die ungünstige Witterung - bewirkte auch, daß 1978 beide obersten Linien und 1984 das Firnprofil nicht nachgemessen werden konnten; einzig im Jahr 1976 waren die Witterungsbedingungen derart schlecht, daß auch beim besten Willen die zwei oberen Profile nicht mehr machbar waren.

1972 wurde wieder das Firnprofil und erstmals seit 1968 das Freiwandkees nachgemessen, 1973 wurden auch wieder Marken am Pfandschartenkees angelegt, nachdem sich der Eisrand überwiegend vom Seeufer zurückgezogen hatte (letzte Messung 1956!). In das Jahr 1973 fällt auch der Beginn des Einsatzes eines Diagrammtachymeters, wodurch die horizontalen Abstände und Höhendifferenzen direkt abgelesen werden konnten und die Ergebnisse schon im Gelände verfügbar wurden, was ihre Kontrolle entscheidend erleichterte und Ablesefehler auszuschließen half. Auch der Einsatz einer 4 m-Nivellierlatte (statt einer 2 m-Tachymeterlatte) erleichterte das zügige Arbeiten auf dem Gletscher ganz enorm.

Seit 1973 haben sich dann Methode, Geräte und Meßprogramm nicht mehr verändert, was zum einen den Vorteil einer zunehmend routinierteren und rascheren Abwicklung des Programmes mit sich brachte (bei gutem Wetter in drei Tagen) zum anderen aber den Nachteil, daß es zu keinerlei Ausweitungen oder Modifikationen mehr gekommen ist, obwohl die Längenkontrolle des Hofmannskeeses vom Verfasser selbst mehrmals erwogen bzw. von H. PASCHINGER die Wiederaufnahme der Profilmessungen am Kleinen Burgstall angeregt worden ist.

Die Höhenänderung der Gletscheroberfläche wurde bei der V. Paschinger-Linie bis 1975 aus allen 6 Punkten, von 1976 bis 1988 nur mehr aus 5 Punkten (2-6) und ab 1989 nur mehr aus 4 Punkten (3-6) berechnet. Für das Firnprofil ergibt sich das Problem, daß der seit 1972 als Fixpunkt benutzte Steinmann sicher nicht in 3032 m, sondern in wenigstens 3060 m steht! Offensichtlich wurde er im Laufe der Zeit verwechselt. Ob das noch Ende der Sechzigerjahre geschehen ist, womit die absurden Meßergebnisse verständlich würden, oder erst 1972 bei der ersten Nachmessung durch den Verfasser, läßt sich jetzt nicht mehr feststellen.

Die Jahreswege wurden alle grundsätzlich auf den Standardzeitraum von 365 Tagen umgerechnet, die Kenntnis der Wege für 1969/70 (Tab. 5) ergibt sich aus der direkten Messung der Abstände auf dem Gletscher im Jahr 1971. Bei der V. Paschinger-Linie wurde das Mittel bis 1973 aus 6 Steinen, von 1974 bis 1981 aus 5 und ab 1982 aus 4 Steinen berechnet, weshalb sich jeweils kleine Inhomogenitäten ergeben; bei der Seelandlinie immer aus 11 (12-2) und bei der Burgstalllinie immer aus 10 Steinen.

Die Höhe der Altschneelinie ist wie immer nur ein grober Richtwert, 1980-1984 in Anlehnung an W. TINTOR (1986) ermittelt. Für 1973 war eine geschlossene Altschneelinie nicht mehr feststellbar.

Tab. 6: Übersicht über die Meßergebnisse der "Ära WAKONIGG"

	Rückzug (-) und Vostöß (+) der Gletscherstirn in m		Höhenänderung der Gletscheroberfläche in m										
	Pasterze		Freiw.	Pfand.	FP.	LHB.	BUL.	SEL.	VPL.	Wass.	gesamt	rechts	links
1970/71	-14,6	43,1	-137,8	.	.	+0,05*	-1,62*	-5,12*	-5,26*	-11,7*	-30,8	-43,1	-14,6
72	-13,7	33,0	seit 1968 -137,8	.	.	-0,23	-0,42	-1,01	-0,73	-1,5	-23,4	33,0	-13,7
73	-8,6	56,6	-3,5	.	.	-1,55	-1,60	-1,16	-2,75	-9,2	-29,2	56,6	-8,6
74	-6,8	17,0	.	.	.	+1,32	+0,44	+0,30	-1,77	-3,4	-12,0	17,0	-6,8
75	-1,2	7,4	.	.	.	+1,78	+0,13	-0,39	-0,17	.	-4,3	7,4	-1,2
76	-9,9	14,2	+10,7	-1,8	.	.	-1,70	-2,73	-4,05	+0,4	-12,1	14,2	-9,9
77	-12,1	9,6	+1,2	-1,1	.	+0,91	-0,82	-1,06	-0,44	-3,3	-10,9	9,6	-12,1
78	-10,0	18,5	.	.	.	+0,70	+0,09	+0,56	-0,77	-1,4	-14,2	18,5	-10,0
79	-6,7	15,7	+0,4	.	.	+1,91	-0,40	-0,70	-1,61	+0,2	-11,2	15,7	-6,7
80	-8,3	13,1	+4,8	.	.	+1,09	+1,29	+0,43	-1,21	.	-10,7	13,1	-8,3
81	-8,0	33,5	+4,5	-5,8	.	+0,15	-1,05	-1,41	-2,79	-2,5	-20,7	33,5	-8,0
82	-17,1	18,2	-1,3	-21,8	.	-2,39	-1,60	-1,92	-2,36	-7,8	-17,7	18,2	-17,1
83	-11,4	25,7	+1,5	-10,7	.	-0,97	-1,15	-1,50	-3,43	-7,0	-16,1	25,7	-11,4
84	-12,9	4,1	+1,9	-6,7	.	.	+0,62	-1,10	-1,48	-2,8	-9,1	4,1	-12,9
85	-4,4	4,3	-0,0	-14,1	.	+0,97	-1,14	-0,91	-1,45	-4,0	-4,3	4,3	-4,4
86	-13,7	34,8	-6,1	-48,0	.	-2,33	-2,37	-2,77	-3,13	-32,5	-24,2	34,8	-13,7
87	-7,9	6,9	-3,7	-4,3	.	-1,18	-1,76	-0,84	-3,12	-0,2	-7,4	6,9	-7,9
88	-13,8	68,8	-4,0	-13,3	.	-1,27	-3,78	-3,30	-3,53	-6,9	-37,4	68,8	-13,8
89	-8,1	15,6	+1,2	.	.	+0,41	-1,36	-1,59	-2,47	+1,6	-11,3	15,6	-8,1
90	-7,7	9,1	-6,9	-1,7	.	-0,59	-1,95	-3,13	-3,04	-7,1	-8,3	9,1	-7,7
Summe	-196,9	449,2	(-137,1)	(-129,3)	.	9,08	-21,87	-29,92	-45,56	99,1	-315,3	449,2	-196,9
Mittel	-9,8	22,5	(-6,0)	(-7,6)	.	-0,43	-1,04	-1,42	-2,17	-4,7	-15,8	22,5	-9,8
*	1969-71												
**	1969-72												



Tab. 6: Fortsetzung

	Höhendiff. Zunge Mittel	Volumendiff. Zunge 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	Jahresweg in m				LHB	Höhe der Abschneelinie	
			Burgellinie Mittel	Max.	Seelandlinie Mittel	Max.			V.Pasch.-Linie Mittel
1970/71	-3,85*	-23,12*	51,1	64,7	34,2	43,1	8,7	13,0	2800-2900
/72	-0,73	-4,38	47,5	64,9	28,6	40,8	7,3	11,2	2700
/73	-1,68	-10,06	44,4	62,0	29,4	42,3	9,9	14,4	-
/74	-0,11	-0,65	46,0	64,6	31,7	43,7	8,9	14,6	2600-2700
/75	-0,15	-0,90	44,8	62,7	29,1	39,9	9,7	12,5	2600-2650
/76	-2,43	-14,58	46,5	65,1	30,6	42,5	10,5	14,0	?
/77	-0,85	-5,08	46,2	64,8	30,9	41,9	8,9	14,4	2750-2800
/78	+0,12	+0,74	46,7	64,7	29,2	39,8	8,5	13,4	2600 ?
/79	-0,76	-4,54	52,4	72,4	33,9	45,9	8,0	12,9	2750-2800
/80	+0,44	+2,67	52,9	74,7	32,8	44,2	8,5	12,3	2600-2650
/81	-1,54	-9,22	55,4	75,9	37,1	50,1	8,9	13,2	2700-2800
/82	-1,88	-11,28	54,3	76,8	38,8	52,7	7,4	14,0	3100-3200
/83	-1,74	-10,43	53,0	73,6	36,4	49,6	7,5	13,1	3000
/84	-1,41	-8,49	47,7	66,8	31,4	42,8	7,0	13,4	2600
/85	-1,10	-6,61	48,2	67,3	33,1	45,8	6,9	13,4	2700-2900
/86	-2,69	-16,12	43,8	62,6	30,5	43,5	7,2	11,7	> 2900 ?
/87	-1,63	-9,79	41,9	60,2	28,9	40,6	6,1	10,8	2850-2900
/88	-3,53	-21,16	40,2	56,2	28,8	40,5	6,4	13,5	> 2900 ?
/89	-1,64	-9,83	38,0	55,4	27,6	38,8	5,5	11,0	2800
/90	-2,64	-15,86	37,2	52,5	27,0	37,7	5,3	9,5	?
Summe	-29,80	-178,69	-	-	-	-	-	-	-
Mittel	-1,42	-8,51	46,9	65,4	31,5	43,3	7,9	12,8	(4,0)

\* 1969-71

Was die Ergebnisse selbst anlangt, so werden sie bei H. WAKONIGG (1991) ausführlich besprochen, weshalb hier nur mehr knappe Hinweise erfolgen:

In die 20 Jahre der "Ära WAKONIGG" fällt mit dem Jahr 1980 sowohl der Höhepunkt der seit 1964/65 wirksamen gletschergünstigen Periode, dazu aber auch spätestens 1982 ihr Ende, als auch das Maximum der Jahreswege an der Burgstalllinie seit ihrer ersten Nachmessung (1935/36) bzw. an der Seelandlinie seit etwa 1925/26. Dort sind die Wege 1981/82 mehr als doppelt so groß wie zur Zeit des Minimums 1955/65, an der Burgstalllinie wenigstens beim Maximum genau doppelt so groß wie 1954/55!

Die besten Bedingungen für die Gletscher herrschten zwischen 1973/74 und spätestens 1980/81, als das Firnprofil eine Aufhöhung um 7,2 m bzw. die Linie am Hohen Burgstall um 8,5 m erfahren hatte, während die Summe des Einsinkens an den unteren Linien von oben nach unten 1973-80 nur 1 m, 3,6 m und 10 m betragen hatte. Durch den Überhang hochnegativer Haushaltsjahre seit 1981/82 sind die Rücklagen in den Firmulden aufgezehrt worden und der bestenfalls abgeschwächte Eisschwund an der Zunge hat sich wieder beschleunigt.

Von den sonstigen Beobachtungen erscheint mitteilenswert, daß der linke Gletscherbach der Pasterze seit 1977 endgültig versiegt ist; der Gletscher entwässert seither nur mehr rechts der Felsschwelle, wo der Bach seit 1980 offenliegt und einen Sander in Richtung Sandersee durchströmt. Letzterer wurde sukzessive bis 1982 künstlich aufgestaut, doch ist er schon so weit zusedimentiert, daß sich der Eindruck eines Sees nur mehr bei sommerlichem Hochwasser (Überlauf über die durchlässige, aus Bruchsteinen errichtete Dammkrone) ergibt, während er bei Niedrigwasser mit Spiegelhöhe etwa 1 m unter der Dammkrone praktisch trocken liegt.

Im Eisbruch zwischen den Burgställen wurde schon 1984 die Öffnung eines Felsfensters in etwa 2600 m, nicht weit hinter dem Kleinen Burgstall beobachtet (Foto 52 bei TINTOR, W., 1986: 447). 1985 waren es deren zwei, die 1986 zu einem größeren verschmolzen. Im Jahr darauf wurde ein neuerliches Felsfenster, etwas hinter dem großen, beobachtet.

Seit 1987 wird auch das Pfandschartenkees durch die erwähnte Felsrippe in etwa 2800 m endgültig in zwei Teile geteilt, seit 1990 hat der Pfandschartensee ein praktisch durchgehend eisfreies Ufer.

Am Freiwandkees ergab sich zwischen 1973 und 1984 ein Vorstoß von 23-24 m, der bis 1990 wiederum weitgehend aufgezehrt war. Ungleich kräftiger war dagegen der Vorstoß am Hofmannskees zwischen Mitte der Sechziger- und Mitte der Achtzigerjahre in einer Größenordnung von 150, höchstens 200 Metern, der aber nicht messend verfolgt wurde.

## 8. *Zusammenfassender Überblick*

Die Zusammenfassung der Meßergebnisse über den jeweiligen Gesamtzeitraum erfolgt hier zur besseren Übersicht ausschließlich auf graphischem Weg.

Der Rückgang der Pasterzenzunge seit 1856 wird in der Abb. 1 sowohl für die verfügbaren Einzeljahre als auch als Summenkurve (in zehnfacher Verkürzung) dargestellt. Die Werte für 1856 bis 1879 wurden der Arbeit von H. BREININGER (1984: 59) entnommen, für

1962 bis 1965 wurden mangels Verfügbarkeit realer Meßwerte in Summe 200 m angenommen. Somit ergibt sich ein Gesamtrückzug von 1563 m, was sogar mit der tatsächlichen Entfernung zwischen den Gletscherständen von 1856 und 1990 recht gut übereinstimmt. Die "Vorstöße" zwischen 1910 und 1938 zeigen keine echten Vorstöße, sondern nur lokal begrenzte Ereignisse an, doch ist die 1920er Vorstoßperiode wenigstens durch annähernde Stagnation gut dokumentiert, ganz im Gegensatz etwa zur späteren Periode mit dem Höhepunkt um 1980.

Die Höhenänderung der Gletscheroberfläche entlang der jeweiligen Meßprofile wird für die Einzeljahre in der Abbildung 2 und für die aufsummierten Werte in der Abbildung 3 dargestellt. Dabei fällt noch einmal die eigenwillige Situation der Jahre 1964/65/66 ins Auge, wobei beim Firnprofil sogar bis 1969 zweifelhafte Werte aufscheinen, was an eine Verwechslung der Fixpunkte schon in dieser Phase denken läßt. Insgesamt auffallend ist der dramatische Eisschwund an der Sattellinie, welcher allein zwischen 1946 und 1963 87,24 m (5,13 m pro Jahr) beträgt, aber auch die gletschergünstige Phase zwischen 1973 und spätestens 1981, die an den beiden obersten Linien sogar zu realen Aufhöhungen von sechs bis neun Metern geführt hat. Dagegen ist die Aufhöhung am Kleinen Burgstall in den Fünfzigerjahren wohl eher dynamisch bedingt.

Die mittlere Höhenänderung der gesamten Zunge (Abb. 4) wurde für die Ära V. PASCHINGER als gewichtetes Mittel aus drei Profilen mit den Gewichten von 0,7 (Sattellinie), 1,4 (Seelandlinie) und 1,1 (Burgstallinie) berechnet, für die Ära AIGELSREITER und WAKONIGG als formales Mittel aus allen Punkten (ohne Eisränder und Hilfspunkte), während sie für die Ära H. PASCHINGER direkt aus den Jahresberichten übernommen wurde, da dort die Mittelbildung am sorgfältigsten durchgeführt worden ist.

Die Werte für die Volumsänderung ergeben sich durch einfache Multiplikation der Höhendifferenzen mit einer gleichbleibenden Fläche von 6 km<sup>2</sup>, wodurch sie nur den Stellenwert grober Orientierungsgrößen haben. Allerdings läßt sich dem Argument, daß die eigentliche Zunge im Laufe der Jahrzehnte stark an Fläche eingebüßt hat (heute etwa 4,5 km<sup>2</sup>) entgegenhalten, daß man gleichzeitig an eine Ausweitung des Schwundgebietes nach oben denken kann, womit ein gewisser Ausgleich geschaffen würde.

Die Skala für die Summenkurve ist gegenüber jener für die Einzeljahreswerte um den Faktor 1 : 0,15 verkürzt.

Schließlich werden in der Abbildung 5 die Jahreswerte an drei Hauptlinien wiedergegeben. Dabei sei nur noch darauf hingewiesen, daß die Jahreswege für den "Pflock" (bis 1917) offenbar weniger zuverlässig sind als die später aus den Steinlinien abgeleiteten. Bei der Mittelbildung ergeben sich zahlreiche kleine Inhomogenitäten, da nicht immer alle Steine gefunden worden sind bzw. die Gesamtzahl der eingesetzten Steine z.T. schrittweise kleiner geworden ist, was durch Unterbrechungen der Treppenlinie angedeutet wird.

Abb. 1: Rückzug der Gletscherstim der Pasterze nach Einzeljahren und in Summe

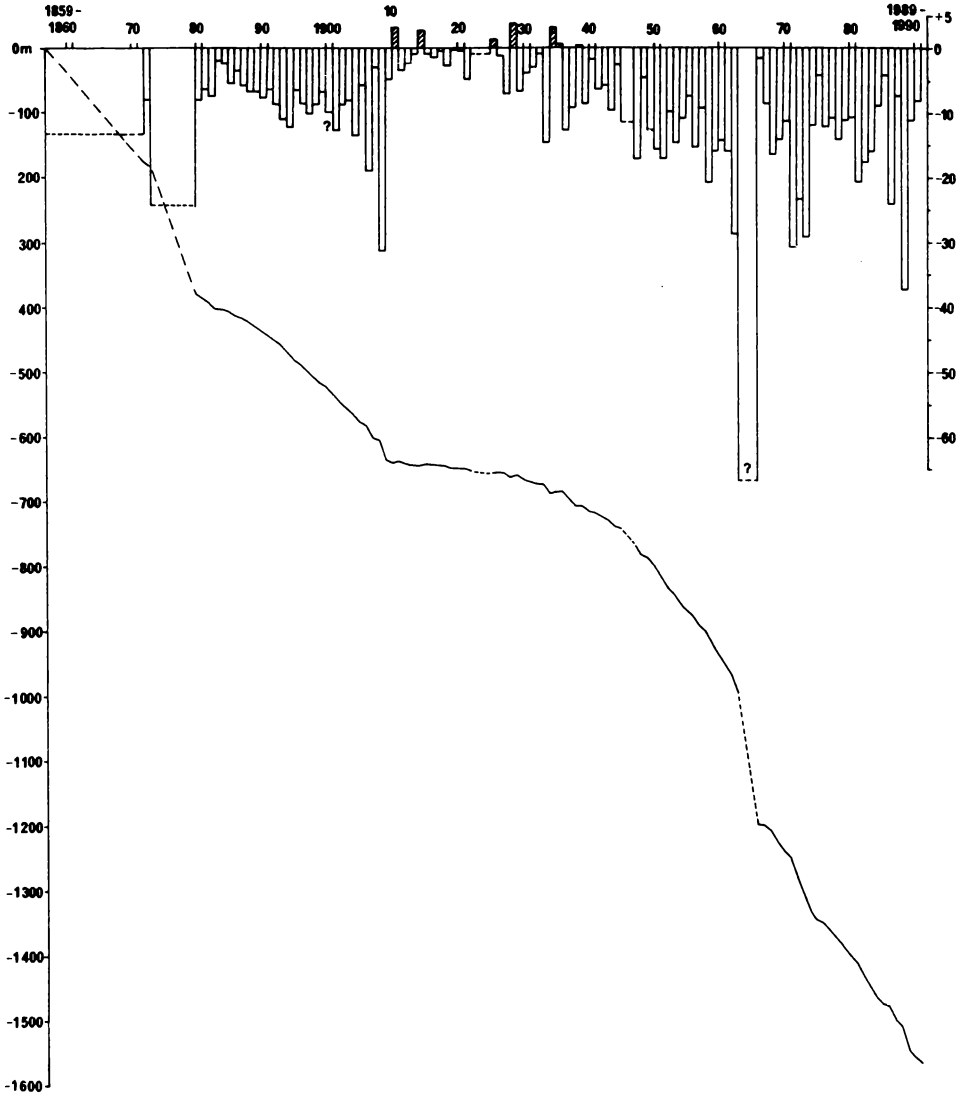


Abb. 2: Mittlere Höhenänderung der Gletscheroberfläche entlang der Meßprofile

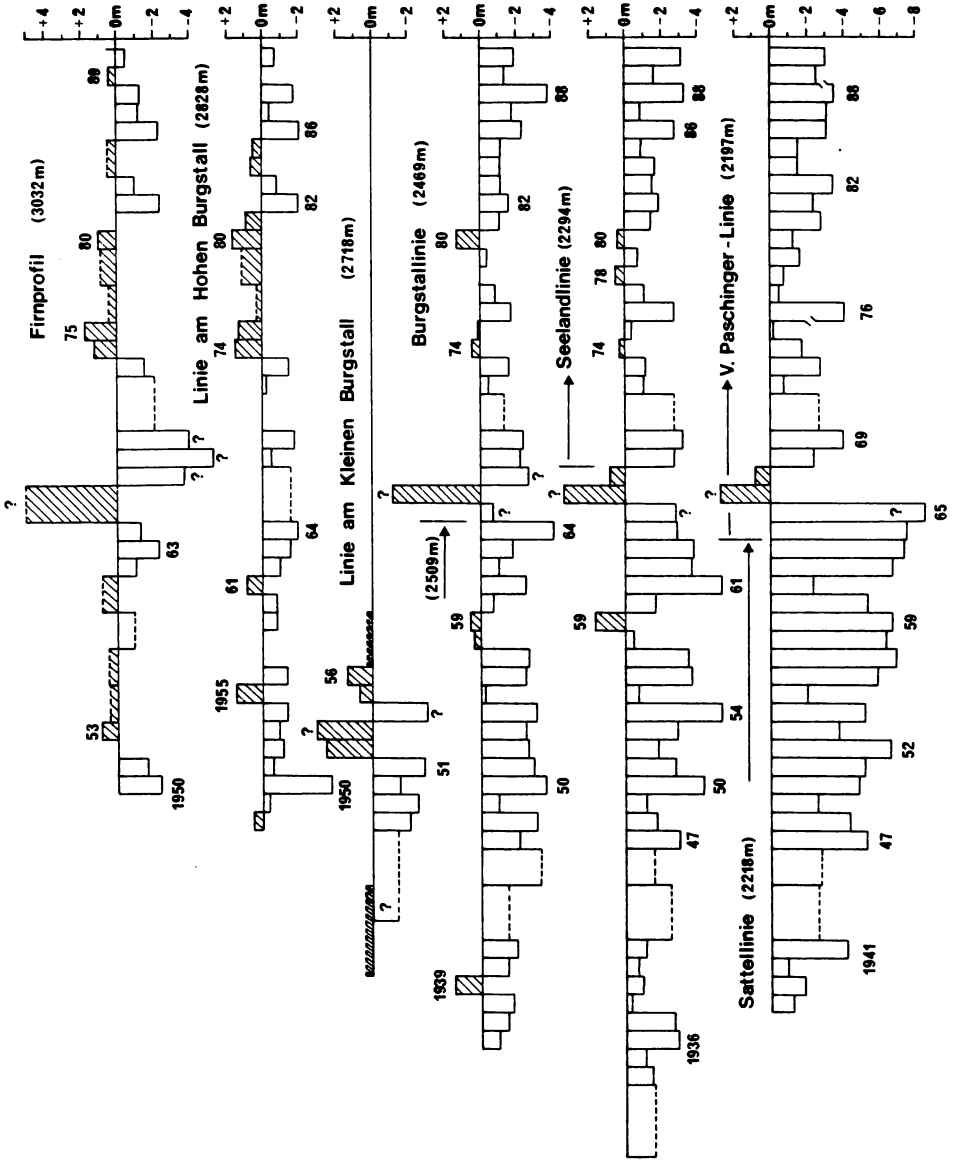


Abb. 3: Mittlere Höhenänderung der Gletscheroberfläche entlang der Meßprofile: Summenkurven

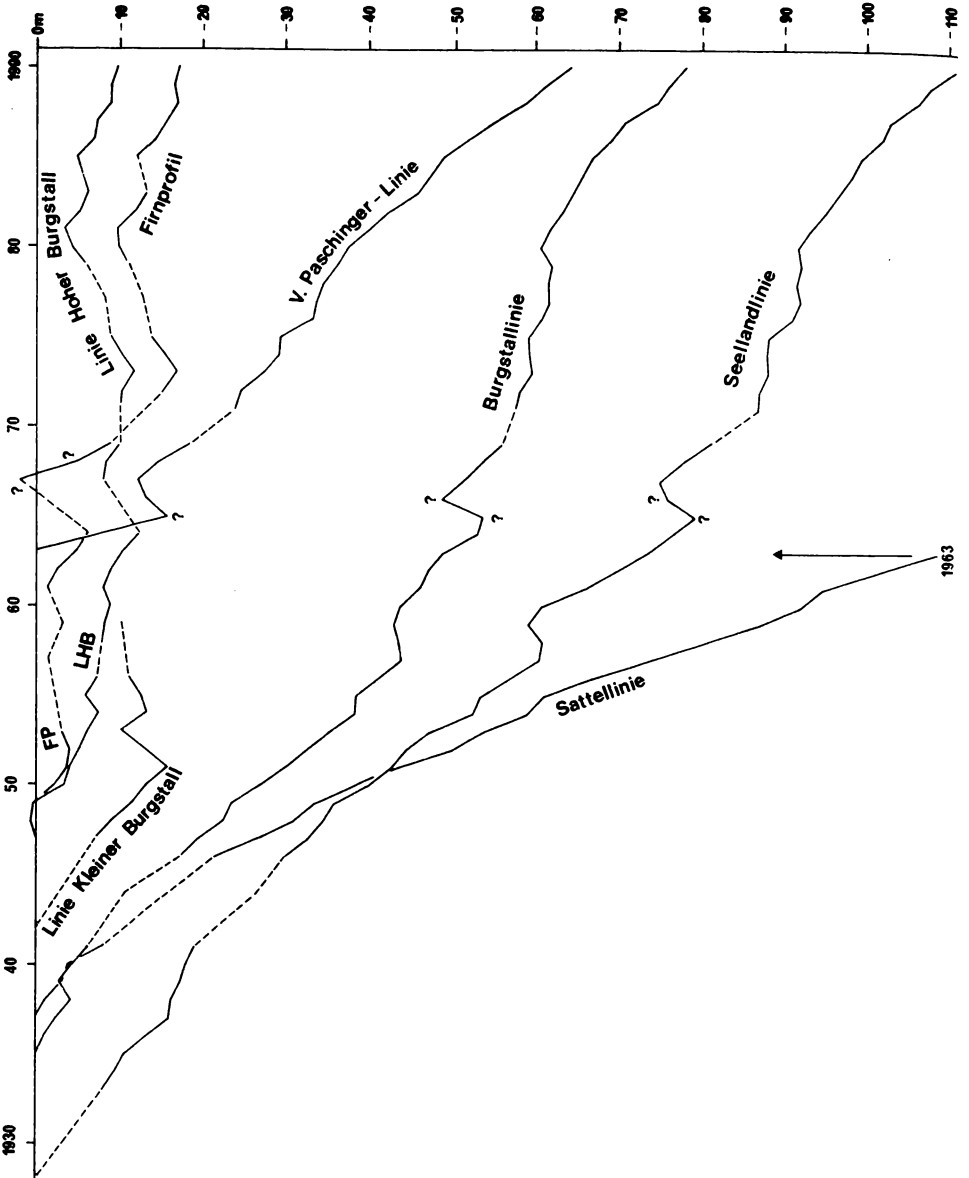


Abb. 4: Mittlere Höhenänderung der gesamten Gletscherzunge der Pasterze und Volumsänderung unter Annahme der Gültigkeit für eine gleichbleibende Fläche von 6 km<sup>2</sup>

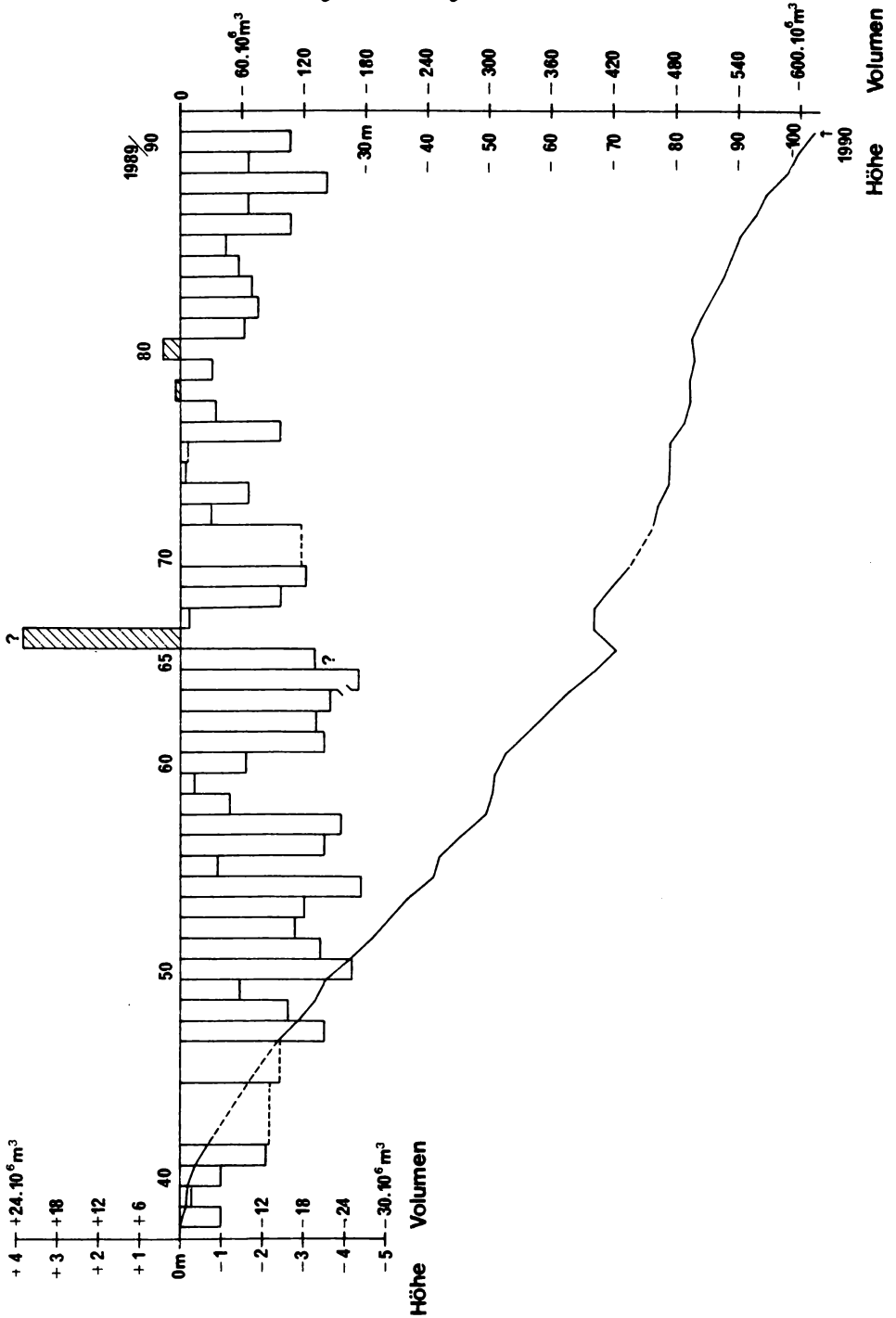
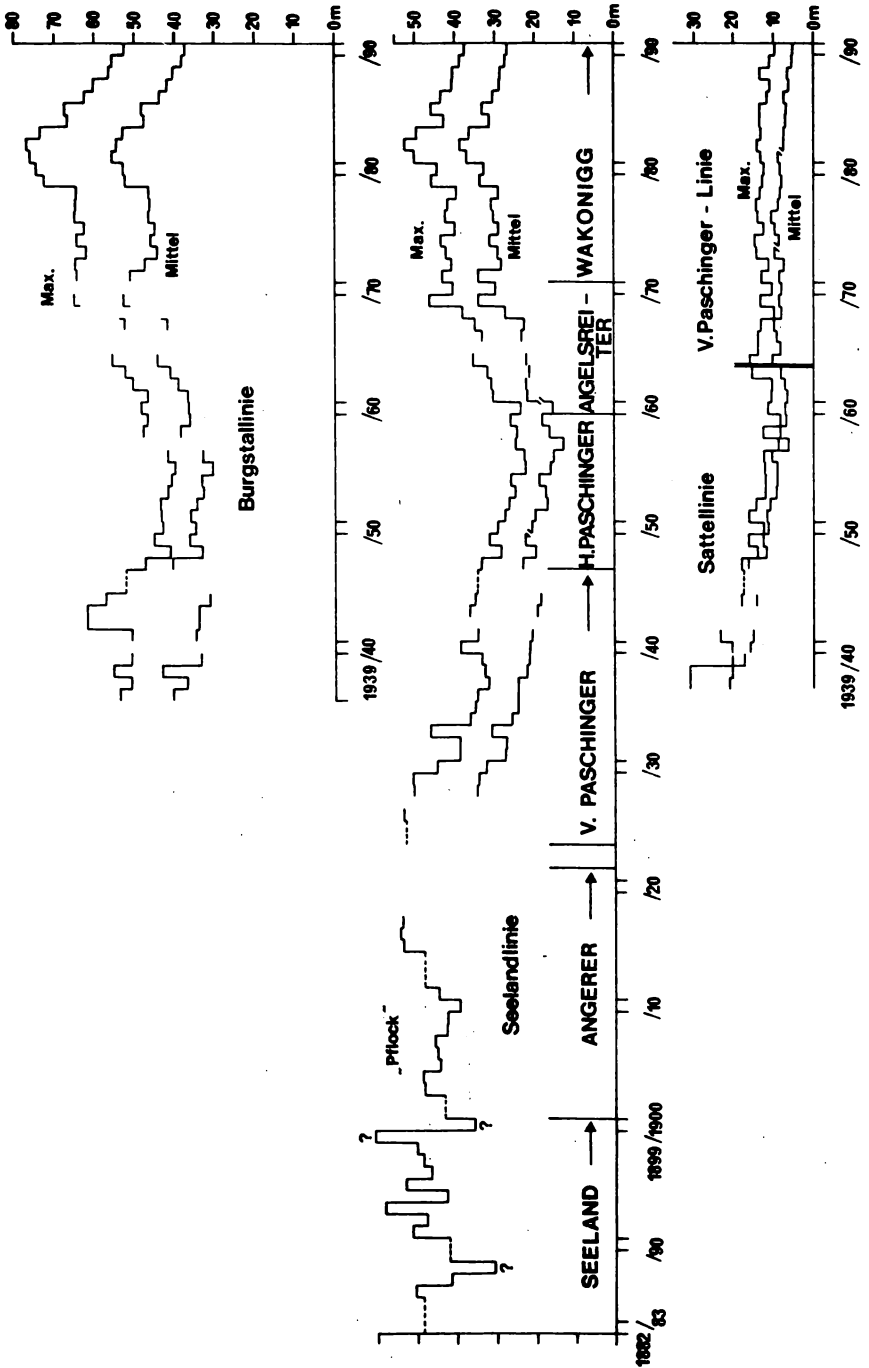


Abb. 5: Jahreswege an den Hauptprofilen der Pasterze





## 9. *Ausblick*

Der Verfasser hat die Nachmessungen an der Pasterze im Jahr 1990 zum letzten Mal geleitet und die Leitung dann an G.K. LIEB weitergegeben, welcher selbst schon in den Jahren 1988 bis 1990 als Mitarbeiter tätig war, wodurch die Homogenität der Messungen auch in näherer Zukunft gewahrt sein dürfte. Wenn auch die früher allenthalben kolportierte Meinung, die Pasterze sei der "am besten untersuchte Gletscher Österreichs" heute angesichts der glaziologisch-hydrologischen Meßprogramme am Hintereis- bzw. Vernagtferner wohl keine Gültigkeit mehr hat, so kann man doch bezüglich der Pasterze auf unvergleichlich lange und z.T. homogene Meßreihen über einige einfach zu gewinnende Grundgrößen verweisen. So gibt es immerhin 91 Jahre mit Beobachtungen des Jahresweges in Höhe der Hofmannshütte innerhalb eines Zeitraums von 107 Jahren, also nur 16 Lücken, oder 108 Jahre Beobachtung der Lage der Gletscherstirn in 111 Jahren, d.h. bei nur 3 Lücken. Gerade die einfache Gewinnung war angesichts des geringen dazu nötigen finanziellen und organisatorischen Aufwandes die Voraussetzung für die jahrzehntelange, z.T. auch in Kriegszeiten klaglose Weiterführung des Meßprogramms und sollte es auch in Zukunft sein, unbeschadet seines vielleicht vom streng wissenschaftlichen Standpunkt gering einzuschätzenden Stellenwertes. Auch sollten neuere, d.h. effizientere und modernere Meßmethoden, die heute vielleicht technologisch noch gar nicht abzuschätzen sind, oder parallel dazu durchgeführte Programme über "interessantere" Parameter nicht dazu verleiten, die traditionellen Messungen aufzugeben oder zu vernachlässigen. Das wäre nicht nur angesichts der bisher geleisteten Arbeit höchst unvorteilhaft, sondern das wäre man auch dem Idealismus aller bisherigen Beobachter und der großen Zahl der hier ungenannten, aber trotzdem bedankten Mitarbeiter schuldig.

## 10. *Benutzte Quellen*

Die jährlichen Meßberichte werden hier aus Platzgründen nur summarisch zitiert. Daneben gibt es seit 1928 hilfreiche fünfjährige Zusammenfassungen. Die sonstige weiterführende Literatur wird nicht vollständig zitiert; für die Zeit bis 1948 sind die wesentlichen Arbeiten bei V. PASCHINGER (1948) zu finden, für später bei W. TINTOR (1986).

### I. **Jährliche Meßberichte**

F. SEELAND: Für 1879: Zeitschr. d. Dt. u. Österr. Alpenvereins, Bd. XI, 1880, S. 205-208. Für 1880: XII, 1881, S. 171-177. Für 1881: XIII, 1882, S. 110-112. Für 1882: XIV, 1883, S. 93-97. Für 1883: XV, 1884, S. 51-55. Für 1884: XVI, 1885, S. 79-84. Für 1885: XVII, 1886, S. 119-126. Für 1886: XVIII, 1887, S. 90-98. Für 1887: XIX, 1888, S. 58-60. Für 1888: XX, 1889, S. 529-535. Für 1889: XXI, 1890, S. 488-493. Für 1890: XXII, 1891, S. 457-463. Für 1891: XXIII, 1892, S. 427-431. Für 1892: XXIV, 1893, S. 486-489. Für 1893 und 1894: Mitteilungen des Dt. u. Österr. Alpenvereins, XXI, NF XI, 1895, S. 104-105. Für 1895: XXI, NF XI, 1895, S. 295-297. Für 1896: XXII, NF XII, 1896, S. 271-274. Für 1897: XXIII, NF XIII, 1897, S. 288-291. Für 1898: XXIV, NF XIV, S. 294-297. Für 1899: XXV, NF XV, 1899, S. 291-294. Für 1900: siehe H. ANGERER, 1902.

H. ANGERER: Für 1901: Carinthia II, 91, 1901, S. 217-221. Für 1902 (sowie 1900 und 1901 !): 92, 1902, S. 194-205, 240-253. Für 1903: 93, 1903, S. 212-230. Für 1904 und 1905: 96, 1906, S. 87-95. Für 1906: 96, 1906, S. 179-182. Für 1907: 97, 1907, S. 106-120, 196-200. Für 1908: 98, 1908, S. 162-169. Für 1909: 100, 1910, S. 67-91 und Zeitschr. f. Gletscherkunde, V, 1911, S. 152-153. Für 1910: Carinthia II, 101, 1911, S. 57-62. Für 1911: 102/22, 1912, S. 72-84 und Zeitschr. f. Gletscherkunde, VI, 1912, S. 346-347. Für 1912: Carinthia II, 103/23, 1913, S. 55-58 und Zeitschr. f. Gletscherkunde, VII, 1913, S. 345-347. Für 1913: VIII, 1914, S. 282-283. Für 1914: IX, 1915, S. 350-351. Für 1915: X, 1917, S. 121-122. Für 1916: X, 1917, S. 235. Für 1917 und 1918: XI, 1920, S. 200-201. Für 1919, 1920, 1921 keine Berichte, siehe aber V. PASCHINGER, 1926! Für 1922 und 1923 keine Messungen!

V. PASCHINGER: Für 1924 (und 1919-1921): Zeitschr. f. Gletscherkunde, XIV, 1926, S. 67-68 und R. KLEBELSBERG: Mitteilungen des Dt. u. Österr. Alpenvereins, 52, NF 42, S. 61-64. Für 1925: Carinthia II, 114/115, 1925, S. 17-21. Für 1925 und 1926: Zeitschr. f. Gletscherkunde, XVI, 1928, S. 138-139. Für 1926 und 1927: Carinthia II, 117/118, S. 19-23. Für 1928: Zeitschr. f. Gletscherkunde, XVII, 1929, S. 196-197. Für 1928 und 1929: Carinthia II, 119/120, 1930, S. 47-51. Für 1929: Zeitschr. f. Gletscherkunde, XVIII, 1930, S. 215-217. Für 1930: XIX, 1931, S. 144-145. Für 1931: XX, 1932, S. 119-121. Für 1932: XXI, 1934, S. 175-178. Für 1933: XXII, 1935, S. 208-211. Für 1934: XXIII, 1935, S. 124-127. Für 1934-1938: Carinthia II, 129./59., 1939, S. 58-66. Für 1939: Zeitschr. f. Gletscherkunde, XXVII, 1941, S. 322-326. Für 1940: XXVIII, 1942, S. 101-104. Für 1941:

XXVIII, 1942, S. 138-140. Für 1938-1944: Carinthia II, 135./65., 1946, S. 12-26. Für 1942-1946: Zeitschr. f. Gletscherkunde u. Glazialgeologie, I, 1950 (R. KLEBELSBERG), S. 94-95. Für 1945 keine Messungen!

H. PASCHINGER: Für 1947-1949: Zeitschr. f. Gletscherkunde u. Glazialgeologie, I, 1950, S. 211 (KLEBELSBERG): nur Kurzbericht; Originalberichte nicht veröffentlicht, aber am Institut für Geographie Graz verfügbar. Für 1950: Zeitschr. f. Gletscherkunde u. Glazialgeologie, II, 1953, S. 139-145. Für 1951 und 1952: II, 1953, S. 343-352. Für 1953: III, 1956, S. 106-112. Für 1954: III, 1956, S. 381-385. Für 1955: III, 1956, S. 386-390. Für 1956: IV, 1958, S. 136-141. Für 1957: IV, 1958, S. 141-145. Für 1958-1962: VII, 1971, S. 192-206.

H. AIGELSREITER: Für 1963-1970: VIII, 1972, S. 303-324.

H. WAKONIGG: Für 1971: VIII, 1971, S. 235-238. Für 1972: IX, 1973, S. 277-281. Für 1973: IX, 1973, S. 283-288. Für 1974: X, 1974, S. 243-248. Für 1975: XI, 1976, S. 265-270. Für 1976: XII, 1977, S. 301-305. Für 1977: 14, 1978, S. 239-243. Für 1978: 15, 1979, S. 115-118. Für 1979: 15, 1979, S. 247-251. Für 1980: 16, 1980, S. 281-285. Für 1981: 17, S. 241-246. Für 1982: 18, 1982, S. 191-197. Für 1983: 19, 1983, S. 189-194. Für 1984: 20, 1984, S. 223-228. Für 1985: 22, 1986, S. 185-190. Für 1986: 23, 1987, S. 191-200. Für 1987: 24, 1988, S. 193-198.

## II. Fünfjährige Zusammenfassungen

V. PASCHINGER: Für 1928-1933: Carinthia II, 123./124. (33./34.), 1934, S. 22-26. Für 1934-1938: 129./59., 1939: S. 57-66. Für 1938-1944: 135./65., 1946, S. 12-26.

H. PASCHINGER: Für 1947-1951: 142., 1953, S. 7-15. Für 1952-1956: 67. 1957, S. 7-13. Für 1957-1961: 152., 1962, S. 7-13. Für 1962-1966: 157/77., 1967, S. 82-88. Für 1967-1971: 162./82., 1972, S. 123-128.

H. WAKONIGG: Für 1971-1976: 167/87., 1977, S. 147-152. Für 1976-1981: 172./92., 1982, S. 173-180. Für 1981-1986: 178./98., 1988, S. 421-429.

### III. Literatur

- BREININGER, H., 1984: Das Verhalten der österreichischen Alpengletscher seit dem letzten Höhepunkt der alpinen Vergletscherung 1850. Unveröff. geogr. Hausarbeit. Graz, 1-190.
- FINSTERWALDER, S. et alii, 1891: Aufruf. Mitt. d. Dt. u. Österr. Alpenvereins. VIII. 106-107.
- HOINKES, H., 1954: Beiträge zur Kenntnis des Gletscherwindes. Archiv f. Met., Geophys. u. Bioklim. Serie B, Bd. 6, 36-53.
- PASCHINGER, H., 1969: Die Pasterze in den Jahren 1924-1968. Wiss. AV-Heft. 21, 201-217.
- PASCHINGER, V., 1929: Das vergletscherte Areal der Glocknergruppe. Zeitschr. d. Dt. u. Österr. Alpenvereins. 60, 161-167.
- PASCHINGER, V., 1948: Pasterzenstudien. Carinthia II. XI. Sonderheft, 1-119.
- PATZELT, G., SLUPETZKY, H., 1970: Die Vertikalkomponente der Gletscherbewegung auf der Pasterze 1968-69 und ihr Einfluß auf die Berechnung der Massenbilanz. Zeitschr. f. Gletscherkunde u. Glazialgeologie. VI, 199-227.
- SCHLAGINTWEIT, H. u. A., 1850: Untersuchungen über die physikalische Geographie der Alpen. Leipzig.
- SEELAND, F., 1901: Bemerkungen über die Tauern-Gletscher (Fragment aus dem Nachlasse F. SEELANDS). Carinthia II. 91., 131-148.
- TINTOR, W., 1986: Ablation und Abfluß an der Pasterze. Unveröff. geogr. Diss. Graz, 1-505.
- TINTOR, W., WAKONIGG, H., 1991: Ein Beitrag zur Kenntnis der vertikalen Bewegungskomponente und des Eisnachschiebs an der Pasterze. Zeitschr. f. Gletscherkunde u. Glazialgeologie (in Druck).
- TOLLNER, H., 1936: Gletscherwinde auf der Pasterze. XLIV. Jahresbericht des Sonnblickvereines für das Jahr 1935. 38-54.

---

TOLLNER, H., 1952: Wetter und Klima im Gebiet des Großglockners. Carinthia II. 14. Sonderheft, 1-136.

WAKONIGG, H., 1992: Nachmessungen an der Pasterze (Glocknergruppe) von 1971 bis 1990 (in Druck).

*Anschrift des Verfassers:* O.Univ.Prof.Dr. Herwig WAKONIGG, Institut für Geographie der Karl-Franzens-Universität Graz, Heinrichstraße 36, A-8010 Graz

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Arbeiten aus dem Institut für Geographie der Karl-Franzens-Universität Graz](#)

Jahr/Year: 1991

Band/Volume: [30\\_1991](#)

Autor(en)/Author(s): Wakonigg Herwig

Artikel/Article: [Die Nachmessungen an der Pasterze von 1879 bis 1990 271-307](#)